共同研究報告書
整理番号第４５３号

地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査

共同研究報告書

平成２５年５月

独立行政法人土木研究所
株式会社アクアコントロール
株式会社宇部建設コンサルタント
株式会社東建ジオテック
鉱研工業株式会社
株式会社エスイー
日本基礎技術株式会社
鹿島建設株式会社
フリー工業株式会社

Copyright © (2013) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

共同研究報告書

整理番号第４５３号

地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査
共同研究報告書　執筆者名簿

武士俊也　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　上席研究員

藤澤和範　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　元 上席研究員 ※1

千田容嗣　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　総括主任研究員

阿部大志　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　研究員

神山嬢子　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　元 研究員 ※2

濱浦尚生　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　交流研究員 ※3

中野　亮　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　交流研究員 ※4

田端裕司　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　元 交流研究員 ※3

窪塚大輔　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　元 交流研究員 ※4

千葉伸一　（独）土木研究所　土砂管理研究グループ　地すべりチーム　元 交流研究員 ※5

北村晴夫　（株）アクア・コントロール　専務取締役

石本裕己　（株）宇部建設コンサルタント　調査部

小西義夫　（株）宇部建設コンサルタント　調査部

廣嶋孝也　（株）エスイー　営業統括本部　技師長

長尾圭一　（株）エスイー　営業統括本部　環境・防災製品部　部長

竹家宏治　（株）エスイー　営業統括本部　環境・防災製品部　技術課　課長

野澤忠明　（株）エスイー　営業統括本部　環境・防災製品部　技術課　総括主任

小林亮太　（株）エスイー　生産事業本部　山口工場　主任

山本拓治　鹿島建設（株）　技術研究所　岩盤地下水グループ　グループ長

稲葉武史　鹿島建設（株）　技術研究所　岩盤地下水グループ　上席研究員

岩野圭太　鹿島建設（株）　技術研究所　岩盤地下水グループ　主任研究員

李　済宇　鹿島建設（株）　技術研究所　土質基礎・岩盤構造グループ　元 主任研究員 ※6

小泉　悠　鹿島建設（株）　技術研究所　岩盤地下水グループ　研究員

伊達健介　鹿島建設（株）　北海道支店　工事課長

倉岡研一　鉱研工業（株）　工事営業本部　エンジニアリング部　部長

高木和美　鉱研工業（株）　工事営業本部　施工本部　施工部　課長

今村大介　鉱研工業（株）　工事営業本部　エンジニアリング部　係長

越智勝行　（株）東建ジオテック　本店　代表取締役

伊藤博信　（株）東建ジオテック　本店　技術部　係長
青木正延　（株）東建ジオテック　山口支店　支店長
原田耕一　（株）東建ジオテック　山口支店　技術営業課　技術営業課長
時田茂明　（株）東建ジオテック　山口支店　技術部　技術課　技術課長
彦坂章仁　（株）東建ジオテック　松山支店　技術部　技術課　技術課長
梅本研吾　（株）東建ジオテック　山口支店　技術部　技術課　係長
對馬 章道　日本基礎技術（株）　営業本部　課長
沓澤　武　日本基礎技術（株）　技術本部　技術部　課長
奥野倫太郎　日本基礎技術（株）　技術本部　技術部　課長代理
岩津雅也　フリー工業（株）　技術本部　部長
後木孝範　フリー工業（株）　技術本部　課長

（平成 23 年 5 月現在）
※1:（株）高速道路総合技術研究所 道路研究部、※2: 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防計画課、※3: ライト工業（株）、※4: 日特建設（株）、※5: 応用地質（株）、※6: Worley Parsons Ltd.

【要　旨】

本報告書は、土木研究所地すべりチームと民間企業 8 社が、平成 21 年度から平成 23 年度にかけて実施した共同研究「地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査」における成果をとりまとめたものである。

地下水排除ボーリング工は、指針に示される長さや配置に基づき施工されているが、孔曲がりや漏水の実態はよくわかっていない。極端に孔曲がりした場合には①水平方向では、ボーリング工の配置密度の低下および偏りや近接する杭・アンカーの抑止工へ接触する。②鉛直方向では帯水層への未到達や自然流下勾配の未確保となる問題がある。さらに保孔管は、排水性向上や長寿命化を目的とした様々な特性を有する保孔管が開発されており、排水性や施工性において現場条件に応じた適切な保孔管の選定が求められる。そこで本共同研究では、既設あるいは施工中の地すべり地域内の地下水を排除するための集水ボーリング工や横ボーリング工の孔曲りや漏水の実態を孔曲がり測定および管内カメラ観察による調査、ならびに施工や保孔管に関するアンケート調査により、明らかにするとともに、現場条件を考慮した室内での集水性に関するいくつかの実験を行い、集水性能などの評価を試みている。

キーワード：地下水排除工、保孔管、孔曲がり、性能評価、集水ボーリング、横ボーリング、管内カメラ、地すべり防止施設、維持管理

目　次

1. はじめに …… 1
1.1　研究の背景 …… 1
1.2　目的 …… 4
1.3　研究概要 …… 4
1.4　研究実施フロー …… 5

2. 地下水排除ボーリング工の施工実態 …… 6
2.1　ボーリング工の歴史 …… 6
2.2　施工および保孔管に関するアンケート実態調査 …… 8
2.3　保孔管の実態調査 …… 8
2.3.1　孔曲がり測定および管内カメラ観察技術 …… 8
2.3.2　青村地区 …… 16
2.3.3　宮城地区 …… 38
2.3.4　下久保地区 …… 46
2.3.5　滝坂地区 …… 53
2.3.6　下塩谷地区 …… 64
2.3.7　宮前地区 …… 81
2.3.8　入谷地区 …… 85
2.3.9　田麦俣地区 …… 88
2.4　孔曲がり測定結果の分析 …… 91
2.4.1　分析データ …… 91
2.4.2　分析対象地区の因子 …… 92
2.4.3　誤差の算出および表記方法 …… 93
2.4.4　分析の方法 …… 95
2.4.5　分析結果 …… 96
2.5　孔曲がりの原因分析　…… 113
2.6　管内カメラ観察結果の整理　…… 118

3. 保孔管の性能評価 …… 120
3.1　既存保孔管の整理 …… 120
3.1.1　保孔管の特徴 …… 120
3.2　保孔管の集水性能実験 …… 127
3.2.1　集水性能予備実験 …… 130

3.2.2　簡易モデルによる集水性能実験 …… 142
3.2.3　土層を用いた集水性能実験 …… 168
3.3　保孔管の集水性能比較 …… 185
3.3.1　実験Ⅰ（集水性能実験、実験条件：孔底給水） …… 186
3.3.2　実験Ⅱ（通水性能実験、実験条件：保孔管に直接給水） …… 187
3.3.3　実験Ⅲ（集水性能実験、実験条件：天端給水) …… 188
3.3.4　実験Ⅳ（集水性能実験、実験条件：全周給水、飽和砂地盤) …… 188
3.3.5　保孔管の排水効率 …… 190

4. まとめと今後の課題 …… 198

謝辞

引用・参考文献

巻末資料
1．孔曲り測定データ
2．管内カメラ観察記録票
3．用語について

1. はじめに

1.1 研究の背景

地下水を誘因として滑動する地すべりでは、その対策として地すべり地域内の地下水排除を目的とした横ボーリングや集水井の集水ボーリングが多数施工されている。地下水排除を目的として使用される横ボーリング工は、昭和 24 年に新潟県で考案され、当時は横穴ボーリングと呼ばれ、保孔管には手動ドリルで節を抜き、継ぎ手に絶縁テープを巻き付けた青竹が使用されていた。1 本あたりの延長は 50m 程度が多く、施工時の孔曲りによる保孔管挿入の施工性の低下などを考慮して、5～10m 程度すべり面を貫く設計となっていた。また、集水井工は昭和 30 年頃に新潟県で最初に施工され、ライナープレートの集水井が開発された昭和 37 年頃から、集水井に横ボーリングを組み合わせて施工されるようになった [1)]。

このような過去の施工実績や経験に基づき、地すべり対策に関連する複数の指針 [2)～8)] に地下水排除工の集水ボーリング工や横ボーリング工（以下、地下水排除ボーリング工）の仕様が記載されており、これらの設計に関する項目を指針毎に整理した（**表 1.1**）。横ボーリングについては、施工角度 5°～10°、長さ 50m 程度、施工間隔は①すべり面を切る位置または先端で 5～10m、②すべり面を貫いて 5～10m の余堀を行う設計が多い。

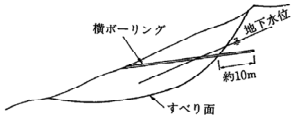
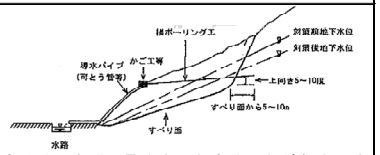
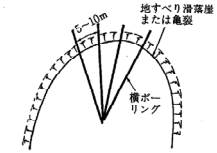
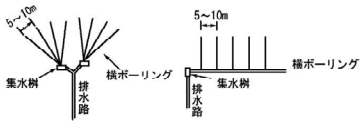
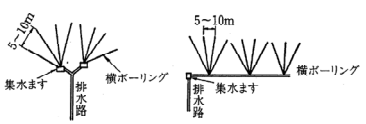
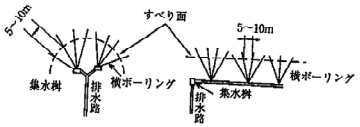
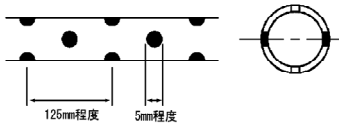
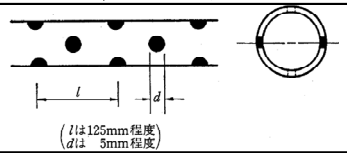
地下水排除工に関するこれらのボーリング工は、このような指針に示されるボーリング長さや配置に基づいて施工されているが、地中に掘削したボーリング孔に保孔管を設置している施設であるため、孔曲りやボーリング工からの漏水などの実態はよく判っていない。過去に、集水井の排水ボーリングの施工に関する孔曲りの実態を調査した事例 [9)] はあるが、集水ボーリング工や横ボーリング工の孔曲りや漏水の実態を調査して公表されている事例は少ない。

これらが水平方向に孔曲りした場合にはボーリング工の設置の密度低下や近接する杭やアンカー工との接触および、鉛直方向の場合には帯水層への未到達や自然流下勾配が確保できない問題が予想される。また、保孔管として長年使用されている硬質塩化ビニール管（塩ビ管）では、地下水の不飽和部分での漏水による集水効率の低下が懸念される。一方で保孔管による集水性能の向上や長寿命化を目的とした様々な特性を持つ保孔管が開発されており、集水性や施工性などの面において現場条件に応じた適切な保孔管の選定が求められる。

今後、地すべり防止施設の維持管理やライフサイクルコストを考慮した施工計画の立案が求められるなか、より効果的な地下水排除ボーリングの施工方法や適切な保孔管の選定が必要となると考えている。

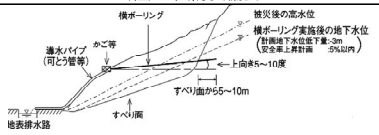
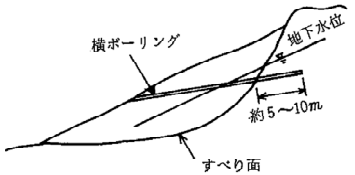
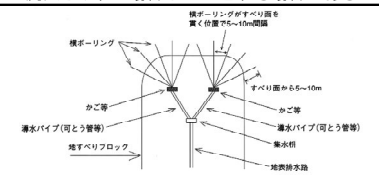
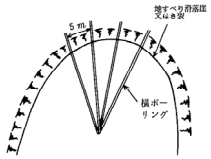
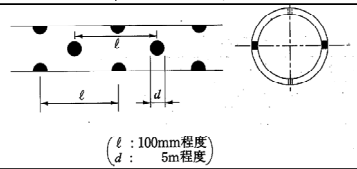
なお、本書では、「地すべり防止技術指針及び同解説」に示されるように、地すべり地域内の地下水等を地すべり地域外へ排除する地下水排除工における集水ボーリング工や横ボーリング工の集水性に着目している。

表 1.1　現行基準・指針比較一覧表（1/2）[2),3),4),5)]

基準・指針	道路土工 のり面工・斜面安定工指針 平成 21 年 6 月	地すべり防止技術指針及び同解説 平成 20 年 1 月	建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編［Ⅱ］ 平成 9 年 10 月	災害手帳 平成 21 年
発刊および監修	(社)日本道路協会	国土交通省　砂防部	建設省河川局監修 (社)日本河川協会編	(社)全日本建設技術協会
すべり面からの余裕長（余掘り）	 すべり面を切ってさらに 10m程度余掘りする	すべり面を貫いて 5～10mの余掘りを行うよう計画する	目的とする滞水層、またはすべり面からさらに 5m以上先までの余裕長をもったものを標準とする	 すべり面を 5m貫くまでとすることが多く、地すべりブロックの背後斜面が緩んで地表水などが流入しやすい場合は 10mとする場合がある
間　隔	 すべり面を切るように行い運動方向に直角に原則として 5～10m間隔とする	 先端での間隔が 5～10mとなるように放射状あるいは平行に設計する	 先端での間隔が 5～10mとなるように放射状に設計する	 すべり面を切る位置で間隔を 5～10m程度とする
角　度	約 5°	概ね 5～10°	概ね 5～10°	5～10° とする例が多い
長　さ	50～80m程度の長さを施工するのが普通である	帯水層の地下水排除では 50m程度とする	施工実績を考慮のうえ決定するものとし、50m程度までを標準とする	災害復旧工事では 1 本の長さは 50m程度以下を標準とする礼が多い
削孔径	φ66mm 以上とする	φ66mm 以上とする	φ66mm 以上とする	φ90mm で削孔するのが一般的である
ストレーナー形　状	円孔のストレーナーは直径 2～5mm スリットは幅 2mm、長さ 10cm　程度			記述なし
水抜き効果（設計低下高）	地下水の低下高（設計低下高として設計に用いる）は 3mと考えてよい	地下水位解析結果や類似箇所での地下水位低下実績などを参考に検討を行い決定する。地下水位解析や実績などが得がたい場合は目安として 3mを参考としてもよい。	＊　計画偏　平成 9 年 10 月 地すべり地内に施設をまんべんなく配置した場合には、横ボーリング工で 3mを採用してよい ＊　計画偏　平成 17 年 11 月 記述なし	近傍の実績値に加え、地質特性等の総合的判断により推定するが、推定が困難な場合には、地すべり厚 20m程度の場合は標準として 3m低下とすることができる。ただし、安全率の上昇は 5%以内となるように計画することが望ましい

(平成 23 年 5 月現在)

表 1.2　現行基準・指針比較一覧表（２/２）[6),7),8)]

基準・指針	災害復旧事業における 地すべり対策の手引き 平成 18 年 5 月	地すべり対策技術設計実施要領 平成 8 年	【参考】土地改良事業計画設計基準 計画「農地地すべり防止対策」 平成 16 年 3 月	
発刊および監修	地すべり災害復旧技術研究会 編集 (社)全国防災協会	(社)地すべり対策技術協会	農林水産省農村振興局計画部資源課監修 (社)農業土木学会	
すべり面からの余裕長（余掘り）	 すべり面を 5m貫くまでとすることが多く、地すべりブロックの背後斜面が緩んで地表水などが流入しやすい場合は 10mとする場合がある	 すべり面を切ってさらに 5～10m程度掘削する	すべり面より先へ 5～10m程度、基盤に貫入させる必要がある	
間　隔	 一般に扇状とし、すべり面を切る位置で間隔を 5～10m程度とする	 放射状に間隔を 5～10mとする	先端間隔は 5～10m程度とする	
角　度	5～10° とする例が多い	約 3～5°	一般に 3～10° 程度で掘ることが望ましい	
長　さ	50m程度以下を標準とする	掘削長を 20～50m程度とする	70m未満で設定する。なお地形条件などによりやむを得ない場合は、100mを限度に伸ばすことができる	
削孔径	φ90mm で削孔するのが一般的である	φ66mm 以上とする	φ66mm 以上とする	
ストレーナー 形　状	記述なし	円孔のストレーナーは直径 2～5mm スリットは幅 2mm、長さ 10cm　程度		
水抜き効果 （設計低下高）	近傍の実績値に加え、地質特性等の総合的判断により推定するが、推定が困難な場合には、地すべり厚 20m程度の場合は標準として 3m低下とすることもできる。災害復旧工事においては、安全率の上昇は 5%以内とするように計画することが望ましい	地すべり厚 20m程度の場合は標準として 3mとする	地質条件が類似する近隣地すべり地域などの地下水位低下量の実績を考慮して決定することが望ましい	

（平成 23 年 5 月現在）

1.2 目的

本研究は、既設あるいは施工中の地下水排除ボーリング工の孔曲りや漏水の実態を明らかにして、既存の保孔管の集水性能調査をもとに現場条件に応じた適用の考え方を提案することを目的とする。

1.3 研究概要

本研究では、地下水排除工の施工実態を明らかにするために、アンケート調査を実施した。また、孔曲りや保孔管の集水および漏水などの実態を把握するため、既設あるいは新設の 8 地区の地すべり対策工における地下水排除工において、孔曲り測定と管内カメラ観察を行った。保孔管の集水性能については、既存の 12 種類の保孔管を対象として、室内にて集水性能実験を行った。

これらの結果から、地下水排除ボーリングの孔曲りの実態を把握し、施工に関する知見を整理し、保孔管の集水性能の評価に関する考えを示した。

1.4　研究実施フロー

本研究の実施期間は、平成 21 年 6 月 1 日～平成 23 年 5 月 31 日の 2 年間である。この間の研究実施フローは図 1.1 のとおりである。

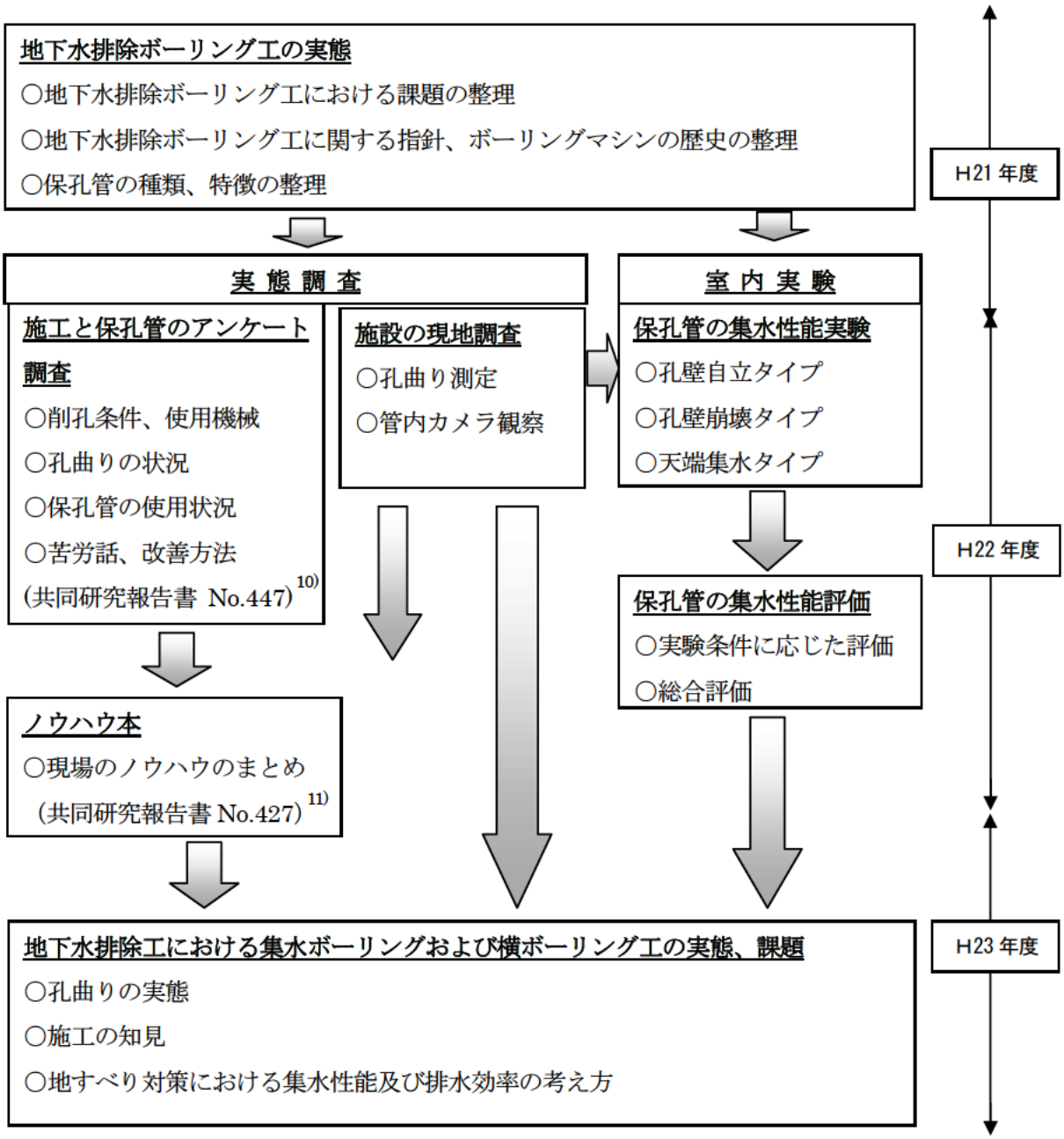


図 1.1 共同研究内容の実施フロー

2. 地下水排除ボーリング工の施工実態

2.1 ボーリング工の歴史

世界で最初に行われたボーリングは、今から約 4800 年前古代エジプトのピラミッドの建材料石調査を目的としたものと言われている。また、中国でも今から約 2600 年くらい前に四川省でパーカッション(衝撃)工法を用いて岩塩の調査を行ったと言う記録がある。

日本でのボーリングの歴史[1)]をまとめると以下の５つの段階に分けられる。

①草創期：明治の初めから大正６年ごろ

外国技術の模倣時代。

②成長期：大正７年ごろから昭和１０年ごろ

日本独自のボーリング技術がボーリングメーカーを中心に開発された時期。

③停滞期：昭和１１年から昭和２３年ごろ

第二次大戦の空白期の停滞と混乱の時期。

④躍進期：昭和２４年から昭和４０年ごろ

日本の高度成長期によるボーリング技術が飛躍的に成長した時期。

⑤発展期：昭和４１年以降

ボーリング技術の多様化と情報化の時期。

日本では、現在の千葉県である上総地方において水井戸の掘削法として江戸時代後期から発達した上総掘りが始まりと言われている。この方法は、先端に鉄製の鑿(のみ)をつけた竹材の弾力性を利用して、衝撃により井戸を掘るものである（図 2.1）。

この上総堀りの技術を基盤として、明治の終わりごろには輸入機械を見習い、模倣することにより、国産のロータリーボーリングマシンが誕生し 250～300mくらいの掘削が可能となった。

ロータリーボーリングマシンは、スピンドルタイプのハンドフィード式ボーリングマシンが最初に開発され（図 2.2）種々改良されながら 1950 年（昭和 25 年）ころまで広く使用された。今日でも浅掘りの地質調査などに数多く使用されている。

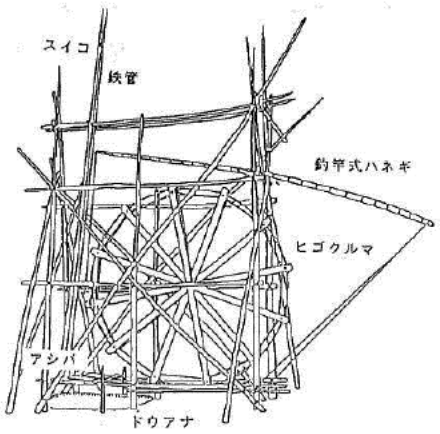


図 2.1 上総掘り装置[2)]

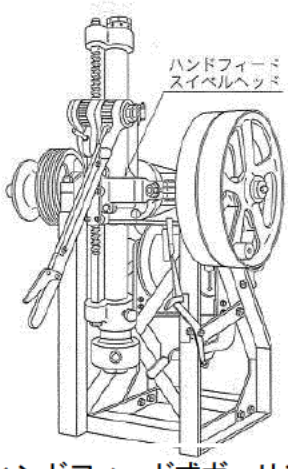
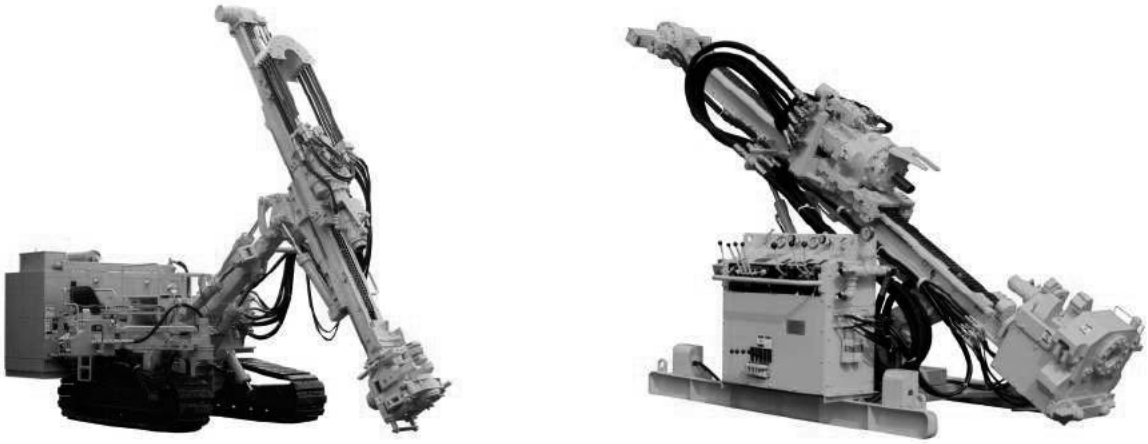


図 2.2 ハンドフィード式ボーリングマシン[3)]

一般に地すべり対策の集排水ボーリング工事およびアンカーボーリング工事では、地質条件が悪いため、回転だけのロータリーボーリングマシンでは砂礫層、転石層などにおける掘削が困難で非効率であった。そこで 1973 年頃から打撃作用を加えたロータリーパーカッションドリルマシンが用いられた。最近ではこの急速掘削の可能なロータリーパーカッションドリルによる工事が盛んである(図 2.3)。表 2.1 に一般に集排水ボーリングなどの地下水排除工で使用される機械の特徴を示す。



（クローラ型）　　（スキッド型）

図 2.3　ロータリーパーカッションドリルマシン[4)]

表 2.1 集排水ボーリングなどの地下水排除工で一般に使用される機械

項目／名称	ﾛｰﾀﾘｰﾎﾞｰﾘﾝｸﾞﾏｼﾝ (ﾛｰﾀﾘｰ式)	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｶｯｼｮﾝﾄﾞﾘﾙﾏｼﾝ (ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ式)
回　　転	右回転	左回転
掘 進 長	長尺ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞが可能	適用深度　100～200m 程度
掘進速度	速度は低い	急速削孔が可能
適用岩質	硬岩の場合速度低下	軟岩～硬岩まで広範囲に適用

2.2 施工および保孔管に関するアンケート実態調査

地すべり対策事業で実施される地下水排除ボーリング工の実態を把握するために、平成 21 年 10 月に施工に関するアンケート調査を行った。アンケートは、（社）斜面防災対策技術協会および（社）全国地質調査業協会連合会を通じて、地下水排除ボーリングの施工経験を有する現場代理人経験者およびオペレーター（機長）の方々を対象として実施した。

アンケートの内容および結果については別途、共同研究報告書（No.447）[5]にまとめられている。

2.3　保孔管の実態調査

ボーリングは、工事用のロータリーパーカッションドリルや調査用にも用いられるロータリー式も含めて、ボーリング機械の回転などの機械的条件、割れ目の発達した地盤や崩壊層などの地質条件により、孔を曲げずに掘削することは非常に困難であるとされる。一般に孔曲りの目安は、ロータリー式では掘削孔径などによって変わるものの、水平孔で 100m あたり 1～4° 程度といわれている。また、孔曲りの立体的な形状は「らせん状」に曲がることが多いといわれている。これは、ロータリー式パーカッションドリルは反時計方向に、ロータリー式のボーリングは時計回り方向の回転で掘進するためである。

孔曲りが大きい場合、横ボーリングや集水井の集水ボーリングでは排水勾配が確保できないことや設計で貫くことを計画している帯水層やすべり面に到達しないこと、および既設の杭工などの地下構造物と干渉する問題が生じる。集水井の排水ボーリングでは、下流側の集水井、中継井戸あるいは排水トンネルの吐き出し口に到達しないなど、掘り直しを余儀なくされ施工管理上の問題が大きい。

設置されてから年数が経過したボーリング工は、地すべり変動による保孔管の破損や木根の侵入、ストレーナの目詰りなどによる集水機能の低下が懸念される。さらに、設置直後でもストレーナからの漏水が不飽和帯に流出する可能性がある。また、地すべりの動きのある場所で応急対策として施工されたボーリングが破損により集水機能が低下する可能性がある。

そこで、本節では既設あるいは施工中の地下水排除ボーリング工の孔曲りや漏水などについて実態を調査し、その原因を分析した。

2.3.1　孔曲り測定および管内カメラ観察技術

(1) 孔曲り測定技術

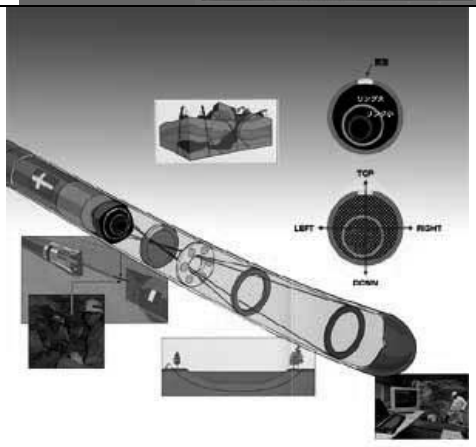
孔曲り測定には、従来コンパスや気泡式傾斜計をフィルムで撮影する方法が用いられていたが、近年ではマグネットメーターや加速度計などを用いた電気的な方法が実施されるようになった。そこで、現在日本で使用可能な孔曲り測定器について資料を収集し、地下水排除ボーリングに適用可能な測定器の検討を行った。

資料を収集した測定器は、**表 2.3.1.1**～**表 2.3.1.3** に示した 9 種類である。深度管理はロッド式、ウインチ＆シーブ式、ロータリーエンコーダー式の 3 種類である。また、測定原理は①磁石式、②気泡式、③磁気＆加速度計式、④加速度計＆ジャイロ式、⑤加速度計＆ポテンショメーターの 5 種類であり、これらに対して鉄管など磁性体における測定は、①は不可能、②は可能、③は方位不可能・仰角可能、④は可能、⑤は可能である。

孔曲り測定への適用を検討する上での重要な項目は、第一にプローブの口径、第二に方位や角度の測定原理である。横ボーリングや集水ボーリングでは、塩ビ管（VP40）が最も多く使用されるので口径が 40mm 未満である必要がある。排水ボーリングは内径 90mm 程度の鉄管が用いられることが多いため、口径がそれ以下であることに加え、磁性の影響を受けない測定原理が求められる。その他、測定レンジが水平から上向きにも対応している必要がある。

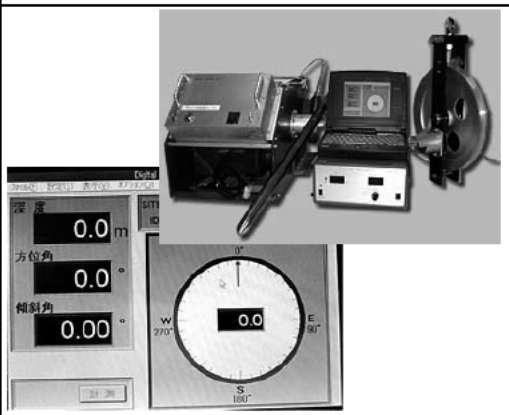
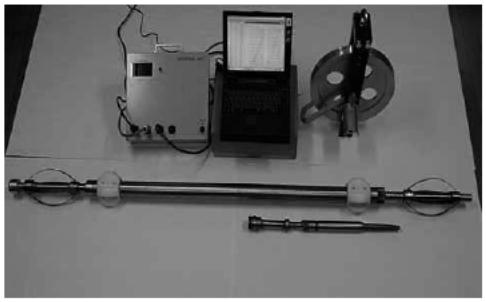
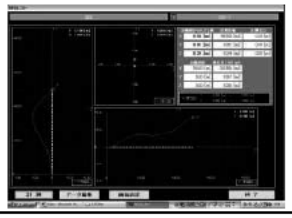
以上を考慮して、横ボーリングや集水ボーリング、排水ボーリングに対する孔曲り測定器の適用についても**表 2.3.1.1**～**表 2.3.1.3** にまとめた。

表 2.3.1.1 孔曲り測定器の地下水排除ボーリングに対する適用一覧①（平成 22 年 3 月現在）

種類	仕様	写真	適用
1.ドリフトログ （応用計測サービス㈱）	・磁気式方位計を使用、鉄管は不可。 ・プローブ径はφ32mm ・仰角は鉛直から±30 度まで測定できないため、水平は不可。 リースあり。		横 B × 排水 ×
2.孔曲り測定装置 （応用計測サービス㈱）	・３軸（磁気、加速度）センサで測定、方位計を使用するため鉄管では仰角のみ可。 ・プローブ径はφ35mm ・仰角は鉛直下向きから水平までの測定の為、上向きの場合は不可。測定計器は鉛直用になっている(ウインチでおろす）ため、水平の場合は押し込み用の細工が必要 リースあり。		横 B × 排水 ×
3.MAXIBOR （応用計測サービス㈱）	・反射リングと水泡の位置を内部 CCD カメラが撮影し、その画像から角度および距離を光学的に測定しているため、鉄管でも使用可能。 ・適用は孔径がφ46mm以上。 ・測定は 3m or 1.5mピッチのみ。ボーリングロッド等で押し込み可能。測定条件は測定孔の内径変化が無いこと。 リースあり。		横 B △ 排水 ○
4.シングルショット （(株)村田製作所）	・方位磁石式、鉄管は不可 ・小型軽量、1 人で運搬可能。現場で現像ができる。φ35mm ・方位磁石を写真で撮影する。1 回ごとに引き抜く必要がある。 ・特定深度の孔曲りの測定用、全深度測定する場合は手間が掛かる。 リースあり。		横 B △ 排水 △

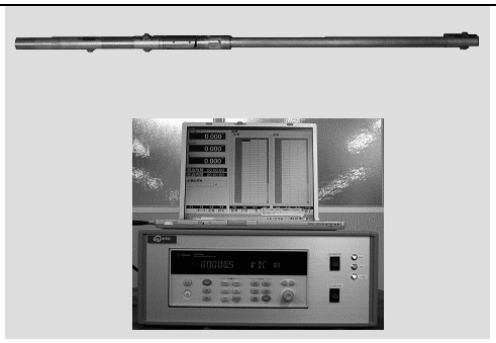
【適用】○：可　　△：条件付き可　　×：不可

表 2.3.1.2 孔曲り測定器の地下水排除ボーリングに対する適用一覧②（平成 22 年 3 月現在）

種類	仕様	写真	適用
5.デジタルオンライン ((株)村田製作所)	・３軸（磁気、加速度）センサで測定、方位計を使用するため鉄管では仰角のみ可。 ・2 人で運搬可能であるが、ウインチが重い。 φ35mm。 ・上向き bor にはロッドで押し込む。 ・全磁力も同時測定、データの評価が可能。 ・データは自動で取得。 リースなし。		横 B ○ 排水 ×
6.ジャイロオンライン ((株)村田製作所)	・ジャイロ＆加速度センサ、鉄管でも測定可。 φ54mm ・測定は相対角度のため別途孔口で方位測定が必要。 リースなし。		横 B △ 排水 ○
7.TUG-NAVI （多摩川精機(株)）	・加速度計＆ジャイロ式、鉄管でも測定可。 φ30mm→φ40mm(開発中に変更)、φ45mm、φ50mm の 3 機種 ・測定は相対角度のため別途孔口で方位測定が必要 ・φ40mm は現在開発中 リースなし。	 	横 B △ 排水 ○
8.RPS 管路装置 （ライト工業(株)）	・ジャイロ＆加速度センサ、鉄管でも測定可。 φ63.5mm ・測定は相対角度のため別途孔口で方位測定が必要。 ・先端に CCD カメラが取り付けられている。 リースなし。	 	横 B × 排水 ○

【適用】○：可　　△：条件付き可　　×：不可

表 2.3.1.3 孔曲り測定器の地下水排除ボーリングに対する適用一覧③（平成 22 年 3 月現在）

種類	仕様	写真	適用
9.孔の助 (㈱エーティック)	・地中の磁場による影響を受けない （傾斜：加速度計、水平方向：ポテンショメーター） ・プローブ外径はφ78㎜程度。 ・適用径　水平型:79㎜～120㎜ 鉛直型：120㎜～200㎜ ・測定範囲 水平型：水平方向の±40° 鉛直型：90° ±30° ・分解能　傾斜角 0.005° 水平角±0.04°		横 B × 排水 〇

【適用】〇：可　　△：条件付き可　　×：不可

(2)管内カメラ観察

管内カメラ観察には、対象となる保孔管の内径よりも小さな口径のカメラヘッド部が必要である。また、地下水排除ボーリング工の全長に挿入できるケーブルロッドも必要である。そこで、現在、日本で使用が可能な管内カメラについて資料を収集し、**表 2.3.1.4** にまとめた。

表 2.3.1.4　標準的な地下水排除ボーリング工に使用可能な管内カメラの一覧

（平成 23 年 5 月現在）

メーカー	Radiodetection Ltd.	Radiodetection Ltd.
製品名	パイプカメラP373フレックスプローブ	GATOR CAM
写真		
適用管径 （カメラヘッド径）	φ30mm～100mm程度	（カメラヘッド径：φ43mm）
ケーブル長	55m（有効長53m程度）	100m
特徴	オールインワンシステム カメラ、モニター、ケーブルが一体型（オールインワン）のため、取扱いや運搬が容易です。電源（AC100V）を接続するだけで、すぐにパイプ検査が実施できる。 小口径カラーカメラ φ25mm前方視カメラ。照明はLEDを採用し、映像にムラがなく、きれいな映像が取得できる。 小口径カメラにより、細いパイプや管内でも対応可能である。 （適用管径/パイプ径：φ30mm～100mm程度） ピント調整冶具を使い、事前にピント位置を合わせて計測を行う。	カメラの防水性は10.5気圧であり、深さ100mまでのボーリング孔内や既存の水井戸や各種管内部の観察調査に最適である。 専用ロケーターとの組み合わせで使用することで非金属管の位置測定、深度特定ができる。
仕様	寸法：915mm×590mm×300mm 重量：20kg 電源：AC100V電源(ACアダプタ使用) 消費電力：約30W 適用温度：0℃～40℃ カメラ防水性：1気圧防水(水深10mMAX) カメラ口径：φ25mm カメラケーブル：φ7mm、L=55m(有効長53m程度) カメラ照明：白色LED照明 カメラ画素：510×492 カメラピント：手動式ピント調整 カメラ適用管径：φ30mm～φ100mm程度(管内状況により異なる) モニタ：カラー画像表示、液晶モニター5.6インチLCD モニタ距離表示：0.1m刻み表示 画像出力：BNC画像出力端子	寸法：モニタ部550mm×430mm×520mm ケーブルリール部750mm×420mm×85mm 重量：モニタ部22kg、ケーブルリール部29.8kg 電源：AC100V 消費電力：－ 適用温度:0℃～40℃ カメラ防水性：10.5気圧 カメラ口径：φ43mm カメラケーブル：φ12mm、L=120m カメラ照明：LED24灯(調整可能) カメラ画素：1/3インチ、38万画素(カラー) カメラピント：固定焦点 カメラ適用管径：－ モニタ：9インチ ビデオ(録画)ビデオフォーマット：NTSC方式 ビデオ(録画)テープ：VHSタイプ
参考HP	http://www.radiodetection.com/products.asp?sec_id=2731	http://www.radiodetection.com/products.asp?sec_id=2731

（平成23年5月現在）

メーカー	東芝テリー(株)	オリンパス(株)
製品名	AS4450C	PT400
写真		
適用管径 （カメラヘッド径）	（カメラヘッド径：φ28mm、φ36mm、φ50mm）	（カメラヘッド径：φ23mm）
ケーブル長	70m	40m
特徴	カメラヘッドの交換が可能（φ28mm，φ36mm，φ50mm，φ50mm自動水平の4種から選べる）。 新開発の超広角レンズ（対角160°）採用。 剛性を持ったカメラケーブル（70m）。 水中形防水構造（IP68　水深:10m）。 ケーブルカウンタ装備 。 バッテリパック（オプション）。 ALC（自動感度制御機能）。	先端カメラヘッド部の交換が可能である。また、大口径配管向けのカメラヘッドも発売され、拡充性が期待できる。 細径化により、各種細径管の観察範囲が大幅に拡大した。また、挿入部構造を見直し、管内への押し込み性能と曲管通過性能を向上した。配管内径φ23mm～φ50mmの検査に適する。 電源はACアダプターに加えて、自動車のシガーライターやDC12Vバッテリーが使用できる様にDC10.8～13.2Vの作動範囲で設計。また、最大消費電力が約6Wと少なく、長時間のバッテリー使用が可能である。さらに、液晶モニタなどへのDC12V供給も可能である。 コントロールユニットを一体化したケーブルドラムは小型化とともに質量約14.5kgと軽量化が図られ、可搬性に優れています。 挿入部は3mまでの水浸を可能にし、先端カメラヘッド部とカメラケーブルジョイント部にステンレス・スプリングを巻くことで耐久性を向上した。
仕様	寸法：カメラ制御器650×640×453mm 重量： カメラヘッド(ASH028)約80g カメラヘッド(ASH036)約80g カメラヘッド(ASH050)約180g カメラヘッド(ASH050MB)約220g カメラ制御器約33kg 電源：12V 消費電流：約1.67A 適用温度：－ カメラ防水性：水中形防水構造(IP68　水深10m、カメラコネクタ接続時) カメラ口径：φ28mm、φ36mm、φ50mm カメラケーブル：φ10.5mm、L=70m カメラ照明：白色LED カメラ画素：－ カメラピント：－ カメラ適用管径：－ モニタ：液晶5.6型　TFT-LCD TV方式：NTSC方式準拠 レンズ：特殊広角レンズ	寸法：ドラム部Φ430mm 重量：約14.5kg(カメラケーブルを含む) 電源：DC12V(作動可能電圧DC10.8～13.2V) 最大消費電力：約6W(カメラ、LED) 適用温度：0℃～40℃ カメラ防水性：防浸形防水構造(水深3m) カメラ口径：φ23mm カメラケーブル：先端部φ18mm/軟性部(カメラケーブル)φ9mm、L=40m カメラ照明：白色LED カメラ画素：－ カメラピント：焦点調整方式(観察深度20mm～∞) カメラ適用管径：－（最小曲率半径：R120mm） モニタ：なし 映像出力信号：NTSC方式2系統(PIN、BNC) 使用気圧：1013hPa/空気中、1013hPa～1114hPa/ケーブルドラム 出力電源：1系統(液晶モニタ用)DC12V/2A(MAX) ACアダプタ 定格入力：AC100V～240V(50/60Hz) 定格出力：DC12V/2.5A
参考HP	http://www.toshiba-teli.co.jp/ise/other/index_j.htm	http://www.olympus.co.jp/jp/news/2000b/nr001107pt400j.cfm

（平成 23 年 5 月現在）

メーカー	日本エマソン(株)
製品名	KD100TC　シースネイクカラー
写真	
適用管径 （カメラヘッド径）	40mm～250mm
ケーブル長	30m（オプションで60m）
特徴	高画質カメラヘッド/モニタ、管内を明るく照らす高輝度白色LEDライトで鮮明な管内映像。 市販のAV端子があるビデオ/ビデオカメラ/ビデオプリンターに簡単に接続可能。映像の保存が簡単。 頑丈なカメラヘッド。曲管通過の衝撃に強いステンレススチール/サファイヤクリスタルガラスの強化カメラヘッド。 現場で安心の防水仕様。タフな現場仕様の水深100m(10気圧)防水のカメラヘッド/ケーブル。 耐久性抜群のケーブル。曲がりや折れに強く、配管内の押込能力に優れたケプラー特殊強化ケーブル。 ケーブルカウンターを標準装備。管内の作業記録も万全である。 作業現場を選ばない電源。AC100V/内臓バッテリー/マキタ14.4Vバッテリー/車のシガーライターに簡単接続。 屋内外の作業現場で見やすいモニタ。モニタを離して使え、見やすい角度に調整ができ、雨滴防水なので安心である。
仕様	寸法：510mm×280mm×580mm 重量：本体リール8.0kg、バッテリーパック2.0kg、ビデオツールケース13.6kg 電源：AC100V/内臓バッテリー 消費電力：－ 適用温度：－ カメラ防水性：10気圧(水深100m) カメラ口径：32mm カメラケーブル：φ8.0mm、L=60m カメラ照明：高輝度白色LEDライト30灯 カメラ画素：－ カメラピント：焦点調整方式(観察深度20mm～∞) カメラ適用管径：40mm～250mm(曲管通過径：50mm～) カメラヘッド材質：ステンレススチール カメラレンズ材質：サファイヤクリスタルガラス モニタ：5型高画質液晶モニター(VHSビデオ/集音マイク機能付) ビデオ出入力：AV端子(NTSC日米方式) ケーブル材質：ケブラー特殊強化ケーブル ケーブルカウンター：標準装備(日時と距離をモニター表示) 発信機：なし(別販売品の発信機を組み込み可)
参考HP	http://www.emerson.co.jp/div/ridge/product1.html

2.3.2　青村地区

(1) 目的および調査内容

山口県長門市青村地区に設置された集水井内の集水ボーリングおよび排水ボーリングならびに横ボーリングの孔曲り測定を行うとともに、孔内カメラ観察により地下水の流入や漏水の状況を調査した。実施日時や実施箇所は次のとおりである。

・実施日：平成 21 年 6 月 1 日（月）～6 月 3 日（火）

・場所　：山口県長門市青村地区（油谷地域の地すべり防止区域　図 2.3.2.1）

1）M ブロック集水井

集水ボーリング：40m×8 本、塩ビ管（VP40）、上向き 5°程度。

排水ボーリング：110m×1 本　φ90mm 程度の鉄管、下向き 2～3°程度。

2）S ブロック横ボーリング

横ボーリング：40m×15 本、塩ビ管（VP40）、上向き 5°程度。

図 2.3.2.1　調査位置

(2) 地すべり地の概要

青村地区は、大小 20 個程度の地すべりブロックからなり、日本海に面する北向きの緩斜面に位置する。周辺には棚田が広がっている。地質は、新第三系の沢岩類の流れ盤の上位に玄武岩溶岩が分布しており、その地質境界がすべり面とされる[6]。調査対象ブロックは、図 2.3.2.2 の M ブロックと S ブロックである。

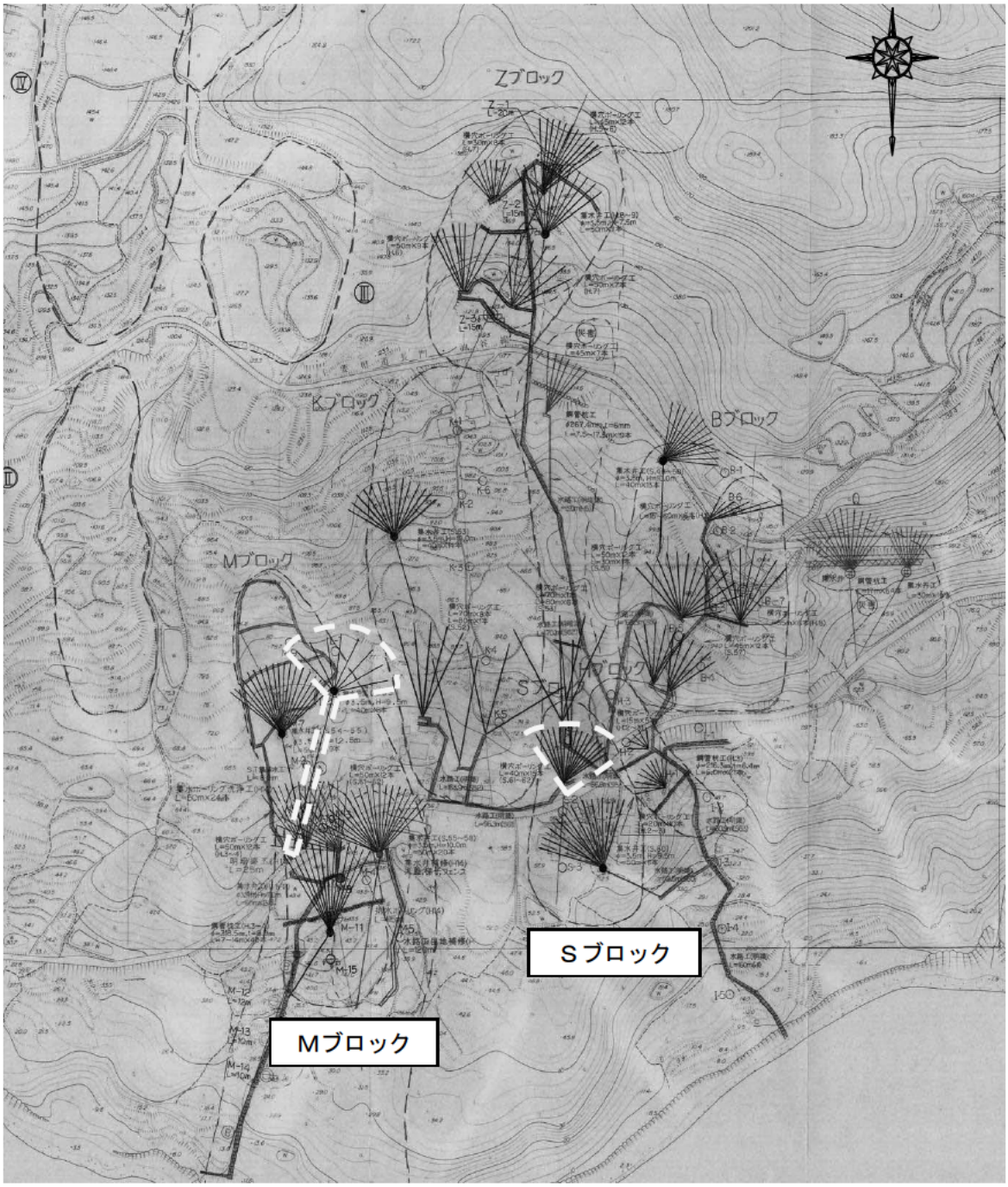


図 2.3.2.2　調査対象の地すべりブロック

(3) Mブロックの概要

Mブロックの平面形状は幅 100m、奥行き 400m 程度の長細いブロックであり、対策工は集水井と横ボーリング工が行われている。調査対象の集水井は地すべり上部に位置し、昭和 63 年に施工された（図 2.3.2.3 および図 2.3.2.4）。

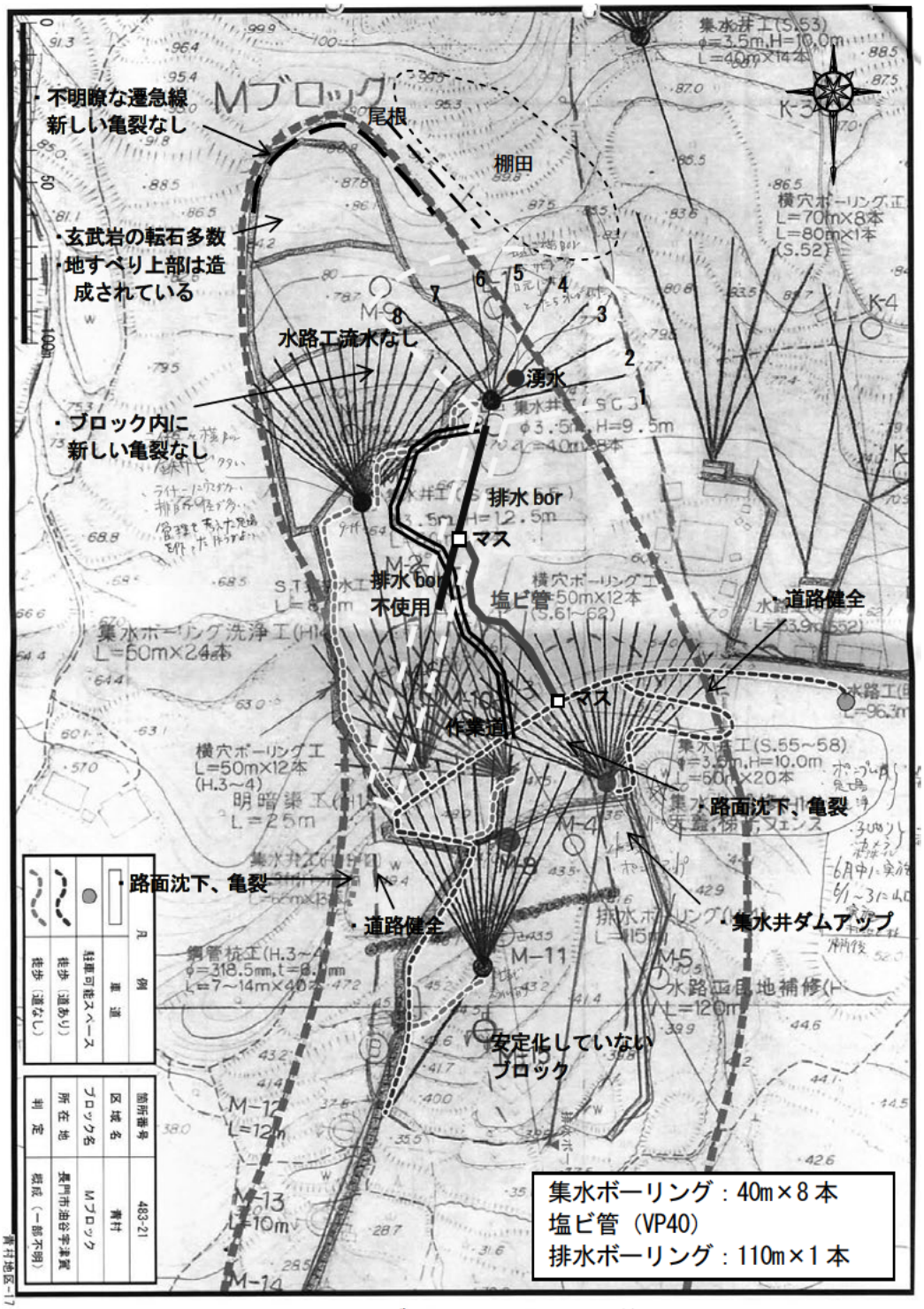


図 2.3.2.3　Mブロックの地すべり対策平面

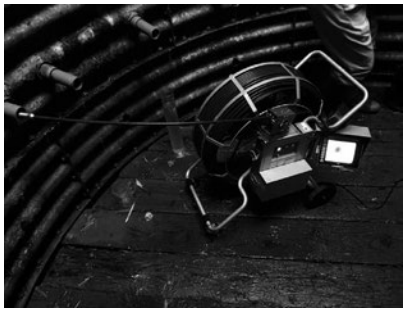
Mブロック

Mブロックの内部ブロックの境界は道路面のせん断亀裂を伴う段差が発生しており、地すべりが安定していない可能性を示す。

排水ボーリング工ののみ口。集水井の底の部分から直角に曲げて高さを調整している。

集水井内での孔曲り測定、孔内カメラ観察の状況（同時作業可）

集水ボーリング工の孔曲り測定、右は押し込み用ロッド



集水ボーリング工の孔内カメラ観察

排水ボーリング工途中にマスが設置されており、この部分から分岐した塩ビ管で排水されている。

排水ボーリング工の流末。この部分からは現在排水されていない。

図 2.3.2.4　Mブロック現地状況

(4) Sブロックの概要

Sブロックの平面形状は、幅 80m、奥行き 160m 程度の小さなブロックであり、集水井と横ボーリング工で対策されている（図 2.3.2.5）。最上部の横ボーリングは、既設の鉄管が腐食し、その機能を果たさなくなったため、調査時に再設置の工事が行われていた。調査対象は道路沿いの昭和 61～62 年施工の横ボーリング工である。

現在、ブロックは安定しているとされる。地すべり活動の範囲や時期は不明であるが、横ボーリングよりも上部斜面を頭部に不明瞭な凹凸地形や段差地形があった。（図 2.3.2.6）

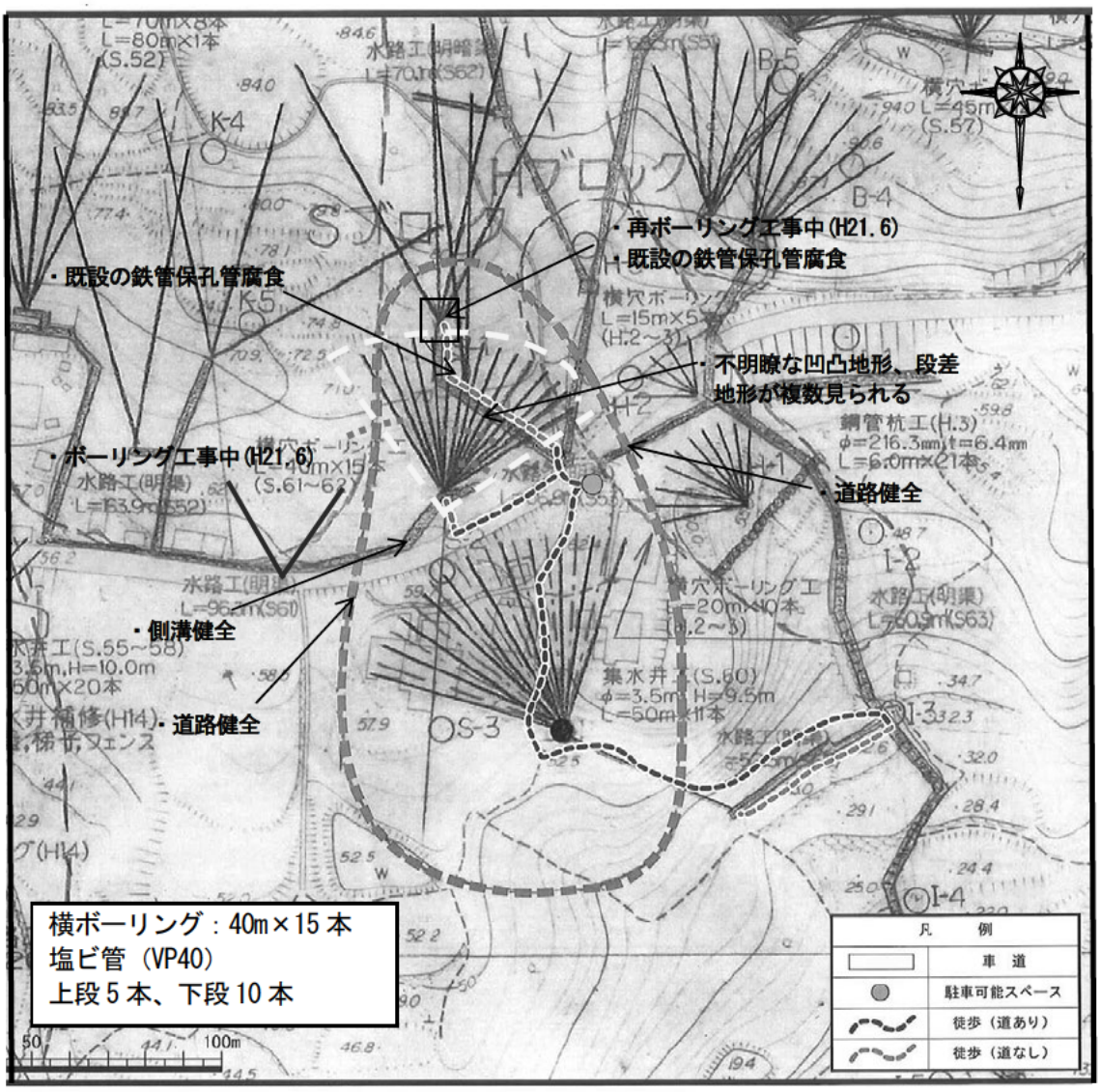
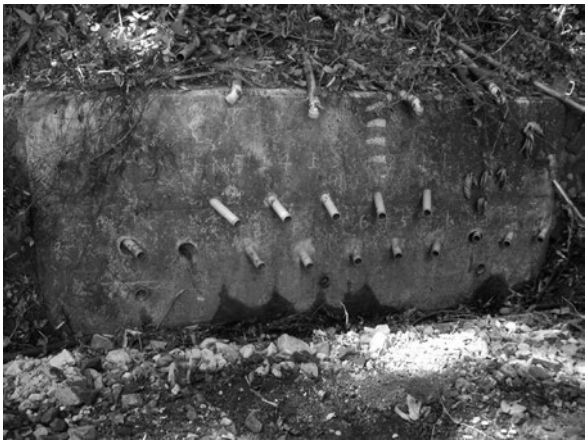


図 2.3.2.5 Sブロック地すべり平面

Sブロック



横ボーリング工全景

本ブロック内の別の横ボーリング工の保孔管は腐食している。

孔曲り測定状況　上 1～5 は全て口元 1m 程度で挿入不能になる。

孔曲り測定器(デジタルオンライン)

下段集水ボーリング工 No.4 の孔内洗浄状況。洗浄しても濁りがとれず、砂が流出する。

洗浄ノズル

図 2.3.2.6　Sブロックの現地状況

(5)実施方法

①孔曲り測定器の諸元

塩ビ管（VP40）の孔曲り測定には、㈱村田製作所製の孔曲り測定器「デジタルオンライン」、一方、鉄管（SGP90A）の孔曲り測定には「ジャイロオンライン」を使用した。表 2.3.2.1～表 2.3.2.2 にこれらの測定器の概要を、表 2.3.2.3 に使用機材の一覧表を示す。

表 2.3.2.1　デジタルオンラインの諸元（ケーブル電送式孔曲り測定器）

外形寸法	35mm×800mm※
傾斜センサ	X軸　Y軸　分解能　0.01° 精度　0.05°　測定範囲　最大 0-5°
方位センサ	マグネットメーター　磁性がある保孔管は不可 分解能　1.4° 精度　±3.5°
重量	4.0kg
電動ウインチ	5芯アーマドケーブル 100m（標準）　180W

※ 孔曲りが大きくても入るように2つに繋ぎに改造

表 2.3.2.2　ジャイロオンラインの諸元

1.ジャイロ（磁性のある保孔管でも可）	
ロール角精度	±0.1
傾斜角精度	±0.1
測定精度	1/400～1/500
表示	X, Y, √X2＋Y2
測定方向	全方位
耐水度	20kg/㎠
仕様温度	標準0～60℃、耐熱0～250℃
2.ウインチユニット	
出力	0.4kW
スピード	0～1.0m/sec
整列巻き込み	120kg
重量	約57kg（ケーブル130m含む）
3.深度計	
1rpm＝1.00m　1rpm＝100パルス	
4.アーマドケーブル	
7芯	破断強度 1,000kgf
5.測定台	
インターフェース、コンピュータ、プリンター	
6.ジャイロスタンダード仕様	
全長	2m
重量	18kg
外筒径	54
最小測定径	60mm以上

表 2.3.2.3　使用機材数量一覧表

No	機　材　名	仕　　様	数量	重量（kg）	備　　考
1	ﾃﾞｼﾞﾀﾙｵﾝﾗｲﾝｾﾝｻｰ	DOS180（360全方位）	2	1	φ35mm径
	ｵﾝﾗｲﾝｲﾝﾀｰﾌｪｰｽﾕﾆｯﾄ		2	1	
	計測用ﾊﾟｿｺﾝ		2	1	ｼﾞｬｲﾛと兼用
	ｳｲﾝﾁ	通信ｹｰﾌﾞﾙ（7芯ｹｰﾌﾞﾙ）	1	60	L＝130m
	配線類		2	1	
	検縄		1	0.5	
	軽量ﾛｯﾄﾞ	L=2m	30	0.5*30	2×30＝60m
	安定化電源	AC100V昇圧	1	5	
2	ｼﾞｬｲﾛｾﾝｻｰTME4000	精度＝1/400	2	10	形状：φ52×L＝1700mm
	ｼﾞｬｲﾛｲﾝﾀｰﾌｪｰｽﾕﾆｯﾄ		2	1.5	
	計測用ﾊﾟｿｺﾝ		2	1	ｵﾝﾗｲﾝと兼用
	ｳｲﾝﾁ	通信ｹｰﾌﾞﾙ（7芯ｹｰﾌﾞﾙ）	1	60	L＝130m
	配線類		2	1	
	ｾﾝｻｰｶﾞｲﾄﾞ	ｾﾝﾀｰﾘﾝｸﾞｶﾞｲﾄﾞ	1＋1	1	2種類使用
	ﾌﾟｰﾘｰ（深度計）		1＋1	5	ｴﾝｺｰﾀﾞ部のみ＋1
	三柱	深度計吊	1	3	
	滑車・ﾁｪｰﾝ				
	押し治具		1	1	
	軽量ﾛｯﾄﾞ	L=2m	60	0.5*60	2×60＝120m
	安定化電源	AC100V昇圧	1	5	
	ﾛｯﾄﾞ接続中継治具		1	0.2	太＋細ﾛｯﾄﾞ接続用
	電動ｳｲﾝﾁ	ﾛｯﾄﾞ押の補助用	1	10	
	REX予備		1	0.5	PCｶｰﾄﾞ
3	発電機	10L缶	1	20	
	ｶﾞｿﾘﾝ予備ﾀﾝｸ		1	1	
	工具箱		1	1	
	無線機		2	0.2	
	ﾌﾟﾘﾝﾀｰ		1	0.5	印刷用
	電工ドラム	L=30m	1	3	

注意：重量の赤は重重量を示す

②デジタルオンライン測定方法

集水井の集水ボーリングの測定方法は次のとおりである。測定方法の概要を**図 2.3.2.7** に示す。

1）事前準備

・搬入路を確認する。

・運搬車を確認する（重量物ウインチ　60kg、ロッド等）。

・坑内へ資材を搬入する（荷下ろし、重量物 ウインチ　60kg、ロッド等）。

・発電機の設置および電源を確保する。

・測定資材の設置場所を確保する（2.5 ㎡程度）。

2）測定作業

・ウインチ、深度計、インターフェース、PC を配置する。

・オンライン本体ツール、インターフェース、PC を配線する。

・電源 ON 後、オンラインツールの動作を確認する。

・測定を開始する。

・軽量ロッド等にて、オンラインツールを測定位置に押しこみデータの収集を行い、各測定ピッチのデータ収集を繰り返す。測定は、孔口から奥側に順次行う。
・測定深度は検縄等で測定する。
・場合によっては、ロッド押しのための電動ウインチを使用する。
・データ収集終了後、オンラインツールを測定孔から回収する。

3）測定終了後

・次の測定孔への移動または、収集データの出力を行う（演算後）。
・出力データは①一覧表、②上下変位推移グラフ、③左右変位推移グラフの 3 種類である。

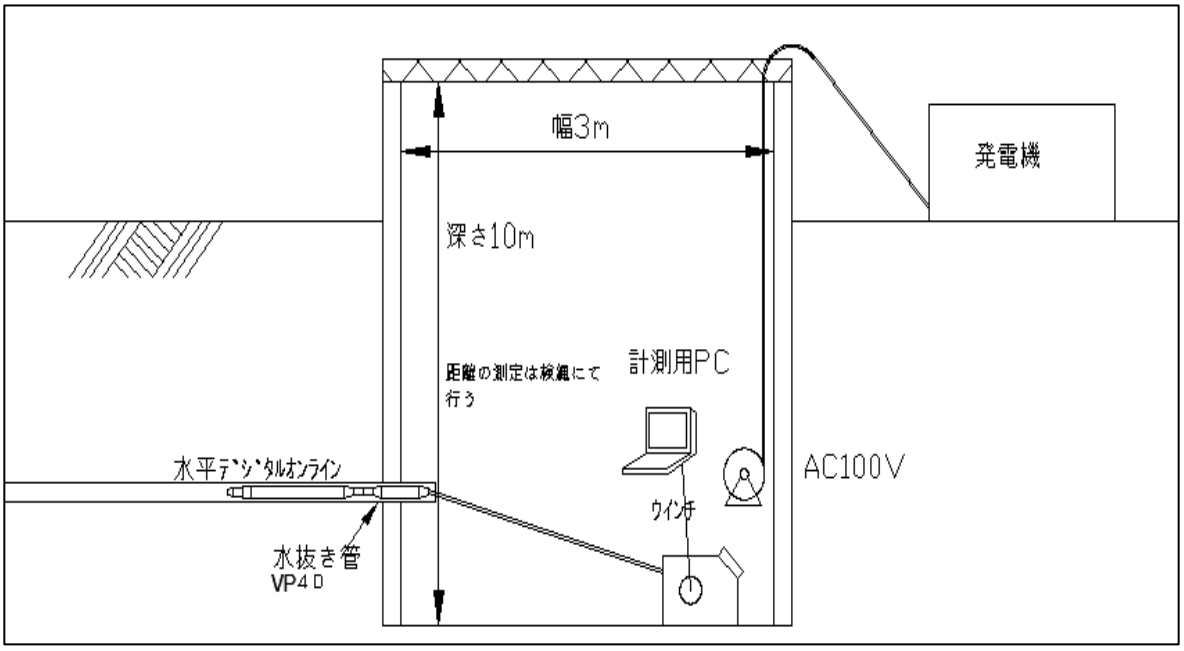


図 2.3.2.7　集水ボーリングの測定方法

③ジャイロオンライン測定方法

集水井の排水ボーリングの測定方法は次のとおりである。測定方法の概要を**図 2.3.2.8** に示す。

1）事前準備

・デジタルオンラインと同様である。

2）測定作業

・ウインチ、深度計、インターフェース、PC を配置する。
・ジャイロ本体ツール、インターフェース、PC を配線する。
・電源ＯＮ後、ジャイロセンサの動作を確認する。
・軽量ロッド等にて、ジャイロセンサを測定孔の先端に押し込む。データの収集は奥側から孔口の順に行う。

・ジャイロセンサが測定孔の先端に達したら測定準備(キャリブレーション)を行う(約 10 分程度)。同時にロッドを回収する。

・測定準備の終了後に、測定を開始する。データ収集はセンサをウインチにて巻上げながら、動的に連続収録する(データ収集時間はジャイロの特性上 400 秒以内に行う)。

・ジャイロセンサが孔口まで達したらウインチの巻上げ速度を落とし、孔口にて静止する。静止した状態の位置が初期値の方位になる(データの 0 値)。

・再現性を確保するためデータ収集は 2 回以上繰り返して行う。

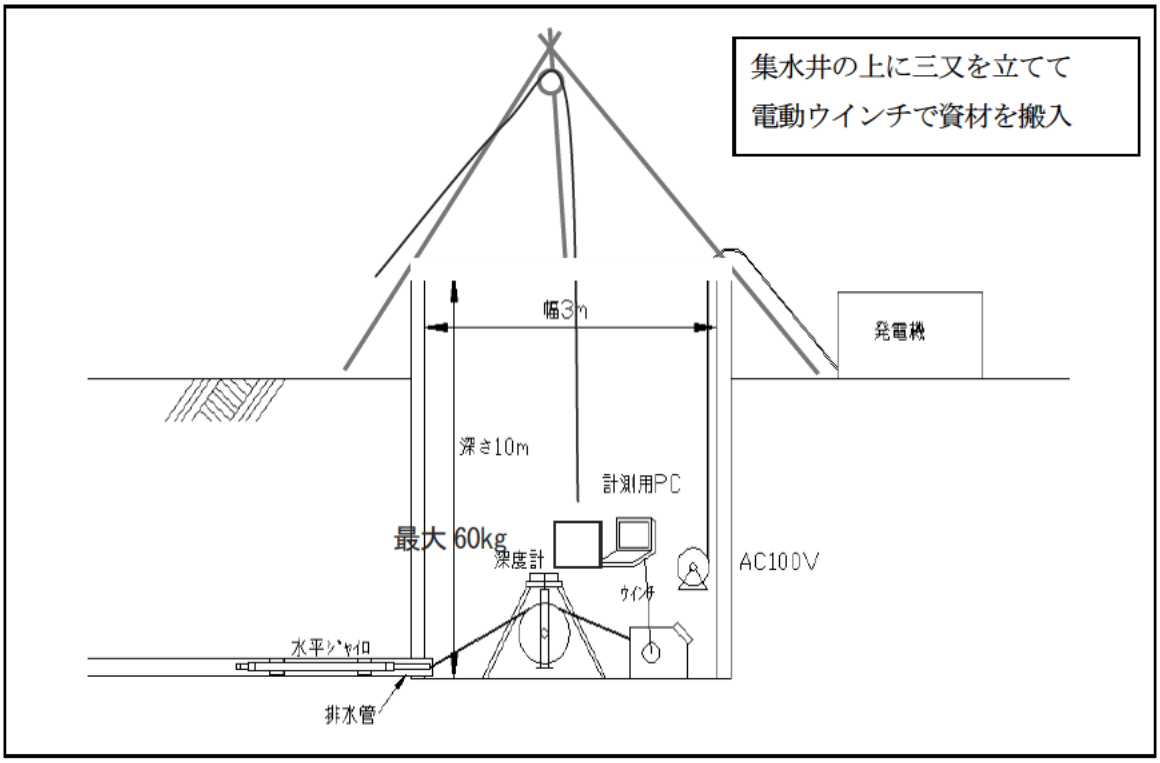


図 2.3.2.8　排水ボーリング測定方法

④管内カメラ観察方法

管内カメラでは、保孔管内で水が流れている区間と流れていない区間を観察し、流入や漏水の状況を把握することとした。スライム等の付着状況を把握するためのカメラ観察は、孔内洗浄の実施前に別途行った。使用機器は**表 2.3.2.4** のとおりである。

表 2.3.2.4　使用した管内カメラの仕様（ＡＳ4450）

寸　法	ケーブルドラム部 ： W650×D453×H640mm カメラケーブル：φ10.5mm×70m
重　量	約30kg
適用管径 （カメラヘッド選択）	外径28mmヘッドφ40～75mm 外径36mmヘッドφ50～100mm 外径50mmヘッドφ75～200mm 外径50mmヘッド（自動水平）φ75～200mm
撮影素子	1/4インチCCD　25万画素
照　明	白色LED 12灯（ASH028 ASH036 ASH050MB） 白色LED 24灯（ASH050）
TV方式	NTSC方式準拠
電　源	AC100V（アダプター使用）
消費電力	24W
防水構造	（カメラヘッド）防浸型防水構造　1気圧
カメラケーブル	外被 ： ETFE 弾性体 ： φ5mmFRP・曲り半径150mm
その他	画角160°　超広角レンズ ロータリーエンコーダー内蔵（距離計測可能） 液晶モニタ5．6型付属 出力端子×２ ・ 入力端子

(6) 孔曲り測定結果

① Mブロックの集水井集水ボーリング工

集水ボーリング工の孔曲り測定結果を**図 2.3.2.9** に示す。測定結果図の左上は、現地で測定した集水ボーリング工、排水ボーリング工の平面配置である。

ここでは、計画のボーリング線に対して調査での測定値の誤差を変位量として表現している。図の中央は、集水ボーリング工の実測による平面配置に、変位量を 10 倍に拡大して表示したものである。集水ボーリングは設計延長 40m に対し、測定長さは 40.00～41.36m で最深部まで測定することができた。平面配置は、設計上の先端間隔は 10m（No.3～5 の間は 5m）であるのに対し実測では 9.0～12.6m であり、左右に曲がっていた。

図の左側は､各測定位置と孔口との水平方向角の差を測定間隔 1m 毎にプロットした結果であり、図左下は水平変位量を孔口から累積させた変位図である。No.7,および No.8 は＋側に、一方 No.4 は－側に徐々に水平角や水平変位量が増加しているのが読み取れる。角度差は-1～3° 水平変位は ±1m 程度左右方向に曲がっている。曲がりの状況を細かく見ると、No.2～No.4 が深度 20～25m 位で変化している。なお、原因は地質の変化あるいは地すべりによる変形が考えられるが、不明である。

図中央の右側は、各測定位置の仰角を測定間隔 1m 毎にプロットした結果であり、図の右下は鉛直変位量を孔口から累積させた変位図であり、それぞれ設計上の仰角 7° をプロットしている。特徴としては、孔口は設計値であるが徐々に変化してゆくもの（No.4,No.7,No.8）、孔口から仰角が変化しているもの（No.1）があり、それぞれ削孔時の孔曲りやボーリングマシンの据付誤差などの原因が考えられる。また、設計の仰角が 7° に対して角度で-3～+3° 程度、先端部の鉛直距離では 3m 程度の変位量がある。

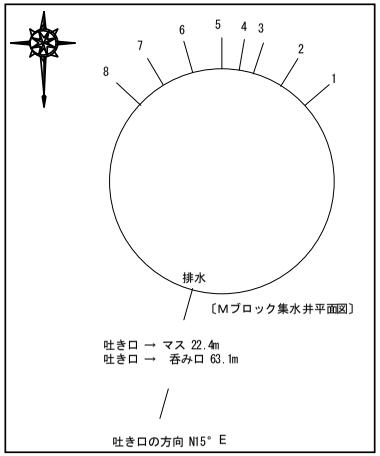
② Mブロック集水井の排水ボーリング工

排水ボーリング工の孔曲りを測定をした結果を**図 2.3.2.10** に示す。測定結果図の左上は、現地で測定した集排水ボーリングの平面配置、上方中央は横断図である。排水ボーリング工の呑み口は、前述の**図 2.3.2.4** に示したとおり、集水井の底の部分から直角に鉄管を立ち上げて高さを調整している。また、ボーリングの延長 63.1m に対し、吐き口側から 22.4m の位置でボーリングが地上に出ており、そこにマスを設置して排水が処理されている。

図の左側は､各測定位置と孔口との水平方向角の差を測定間隔 1m 毎にプロットした結果であり、左下は水平変位量を孔口から累積させた変位図である。角度は-1.5～+1° 、距離は-0.3～0.2m 程度左右に曲がっている。また、一旦地上に出たマスで方向が右側に変化している。

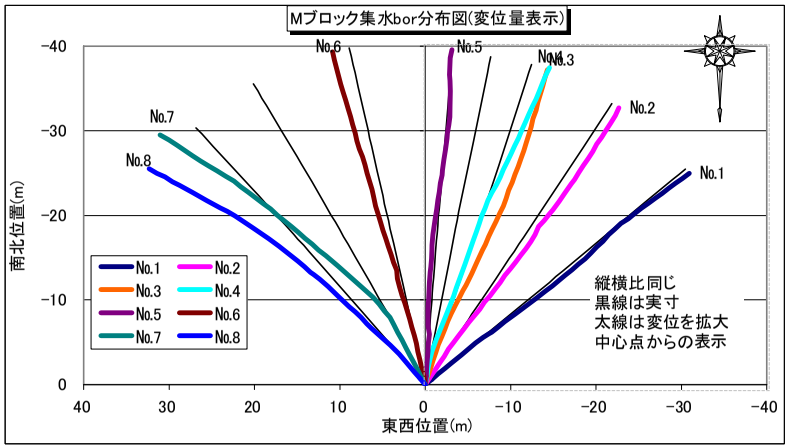
図の右側は、各測定位置の仰角を測定間隔 1m 毎にプロットした結果であり、右下は鉛直変位量を吐き口から累積させた変位図である。角度では設置の仰角 3° に対して最大-1° 程度小さく、また変位量では設計上の最終到達高さより約 0.4m 低くなっており、これが呑み口の処理と関連していると考えられる。なお、排水ボーリング工の軌跡は、右回りの方向のらせん状であることが確認された。

図 2.3.2.9　M ブロックの集水井集水ボーリングの孔曲り測定結果



Mブロック集水井位置関係図

変位倍率× 10



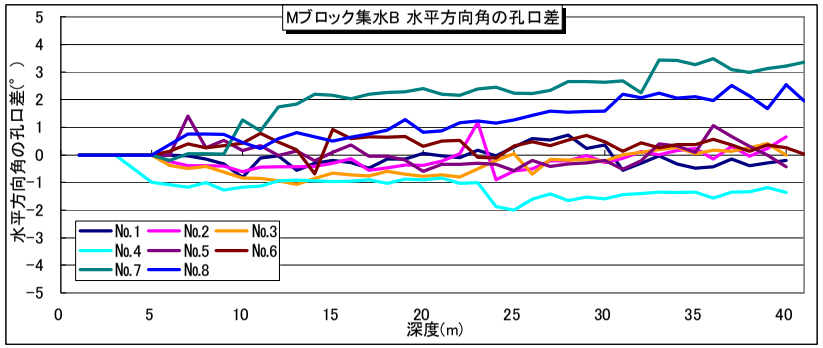
方法
・村田製作所製デジタルオンラインで、集水ボーリング(VP40塩ビ管)の深度1m毎の方向角や仰角を測定。

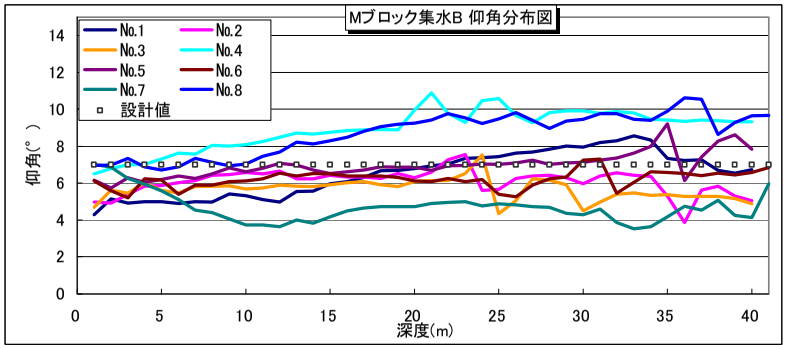
特徴
・平面では-1～3°、距離は±1m程度左右方向に曲がっている。
・平面では、No.2～4が深度20～25m位で変化している(地質or地すべり)。
・横断では、設計仰角の7°から-3～+3°程度変化しており、先端距離は3mの幅がある。

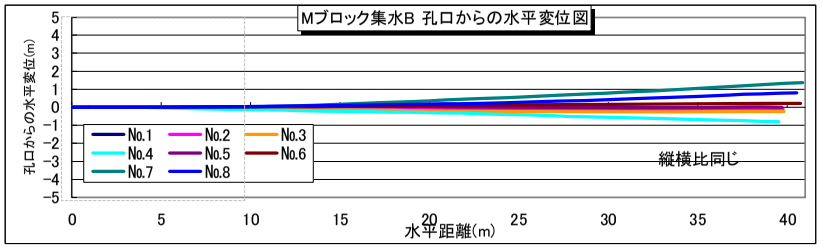
設計値
・上向き7°、L=40m、先端間隔10m(角度設定ではない)

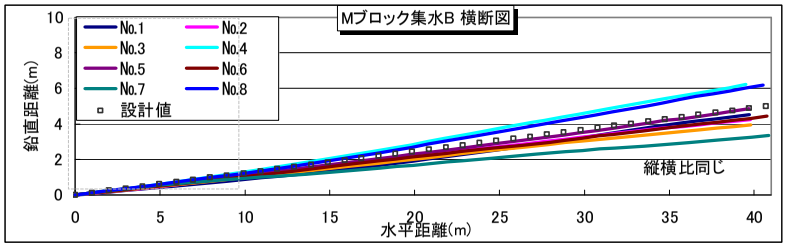
	No.8	No.7	No.6	No.5	No.4	No.3	No.2	No.1
測定長(m)	41.36	41.18	41.30	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00

	7-8	6-7	5-6	4-5	3-4	2-3	1-2
先端間隔(m)	9.00	12.62	12.58	4.86	5.06	10.96	12.11
角度(°)	12.02	16.94	17.07	6.73	7.00	15.17	16.74









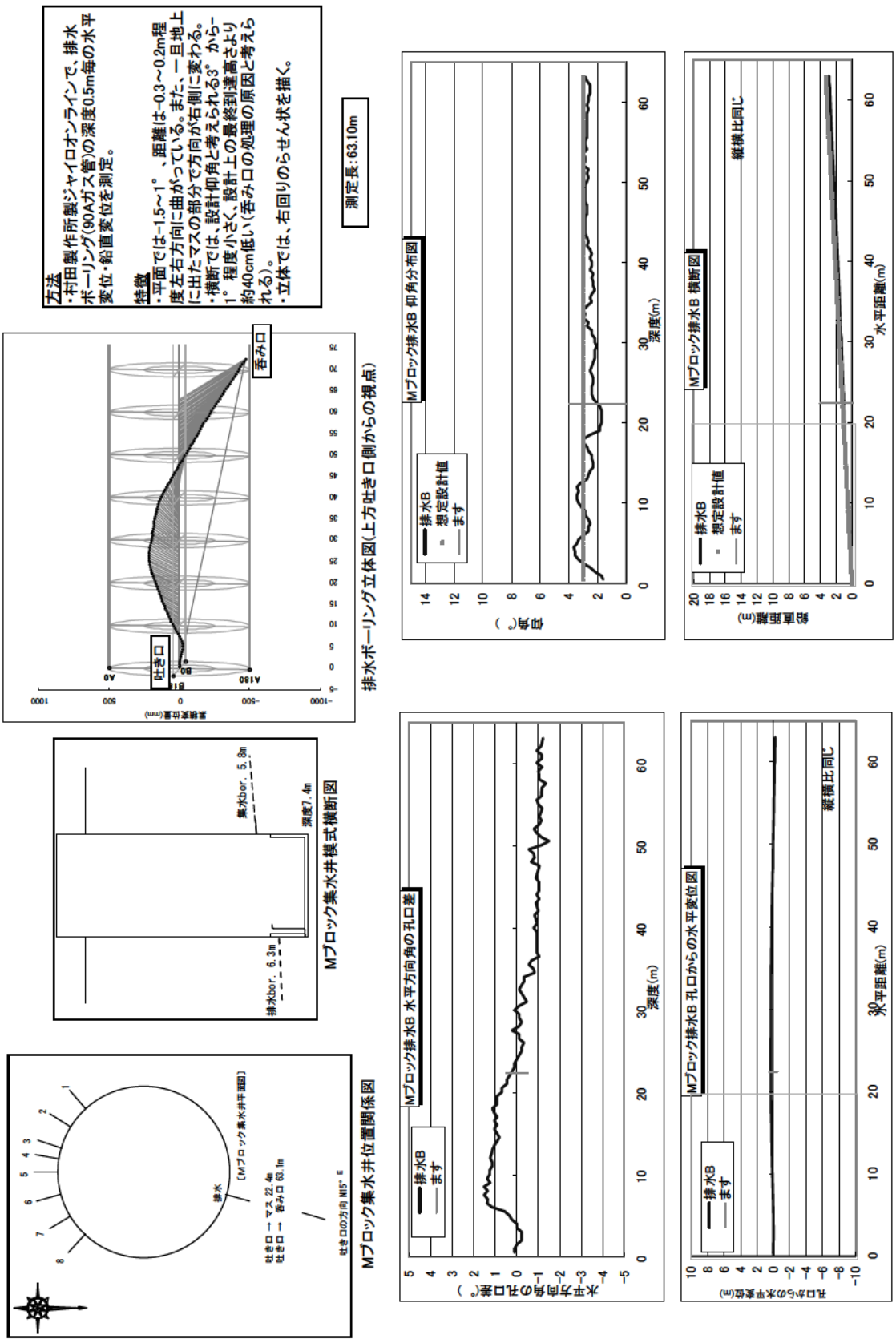


図 2.3.2.10　M ブロックの集水井排水ボーリングの孔曲り測定結果

③ S ブロックの横ボーリング工

横ボーリング工の孔曲り測定結果を**図 2.3.2.11** に示す。測定結果図の左上は、現地で測定した横ボーリングの孔口擁壁部の平面配置である。横ボーリング工の上段は 5 本、下段は 10 本設けられているが、上段は孔口部（深度 0.58～1.04m）で挿入不能であった。その理由として擁壁の施工時にボーリング孔の位置を調整するために曲げたと考えられる。

図の上方の中央は、下段の横ボーリング工の実測による平面配置に、変位量を 10 倍に拡大して表示したものである。下段の横ボーリング工は設計延長 40m に対し、測定できた深さは右側は 17m で中央～左で 11m 程度、最短で 0.8m であった。孔曲り測定が途中で不能になった原因は、保孔管の破損や木根の侵入により、孔曲り測定器が挿入できなくなったためであった。孔曲りは、下 9 および下 10 などは挿入不能となった深度で角度が大きく変化している。

図の左側は、各測定位置と孔口との水平方向角の差を測定間隔 1m 毎にプロットした結果であり、左下は水平変位量を孔口から累積させた変位図である。角度は-2～2°、距離は±0.5m 程度に、左右方向に曲がっている。なお、平面分布ではほとんど重なっている孔もある(下 6、下 7、下 9、下 10)。下 9,および下 10 などは挿入不能となった深度付近で水平方向が変化している。

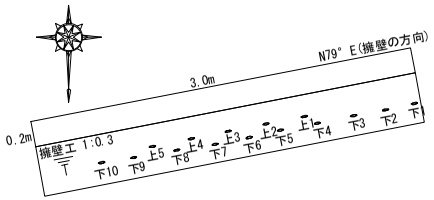
中央の右側は、各測定位置の仰角を測定間隔 1m 毎にプロットした図、右下は鉛直変位量を孔口から累積させた変位図であり、それぞれ設計値である仰角 4°をプロットしている。全体の特徴としては、孔口部が設計値に対して、0°～+4°程度と小さく、水平より下向きのものもある。仰角が設計値どおりのものはほとんど無い。特に、下 4 の姿図はほとんど水平となっている。その原因として、①削孔時の孔曲り、②マシン据付時の誤差、③地すべり土塊内部の回転運動の複合的な原因と考えられる。他孔の仰角分布のばらつき、および孔口からの仰角の変化により、②マシンの据付誤差の影響が最も大きいと考えられる。

図 2.3.2.12 は、平面配置及び本ブロックの簡易測量による横断とその測線の位置を示したものである。横ボーリングに孔曲り測定器が挿入不能になった理由として、以下の状況から地すべりブロック内部の二次的な動きによる影響と考えられる。

① 挿入不能となった深度は、地すべりにより形成されたと考えられる段差地形の分布する範囲の前後に概ね対応する。

② 孔曲りも測定が不能になった深度の手前で上方向に曲がったものが多い。

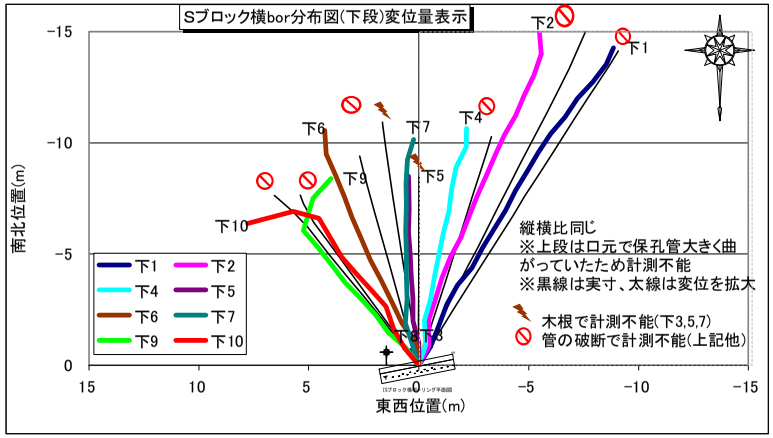
③ 管内カメラ観察でみられた保孔管の切断された箇所は直線的であり、切断は二次滑落崖の変位ではなく地山の変位により保孔管が引っ張られ、保孔管の接続部などの強度の弱い箇所が破断したと思われる。



〔Sブロック横ボーリング平面図〕

測定長（m）・挿入不能理由										
		上5	上4	上3	上2	上1				
		0.62	0.66	1.04	0.585	0.58				
		孔曲り	孔曲り	孔曲り	孔曲り	孔曲り				
下10	下9	下8	下7	下6	下5	下4	下3	下2	下1	
10 10	9 40	0 79	9 80	11 06	8 50	10 80	1 00	16 90	16 80	
孔曲り	孔曲り	孔曲り	孔曲り	孔曲り	木根	孔曲り	孔曲り	屈曲	破断	

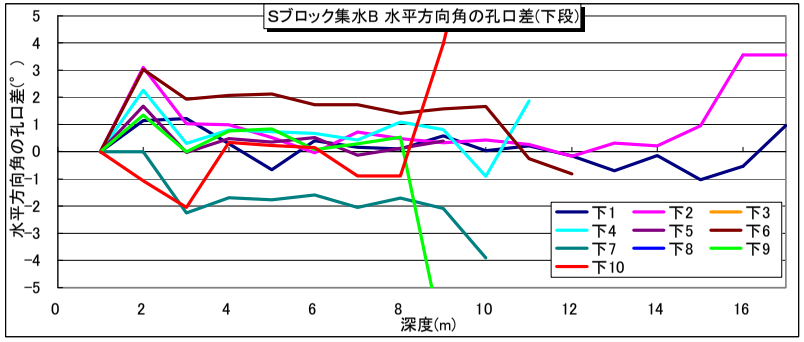
変位倍率× 10

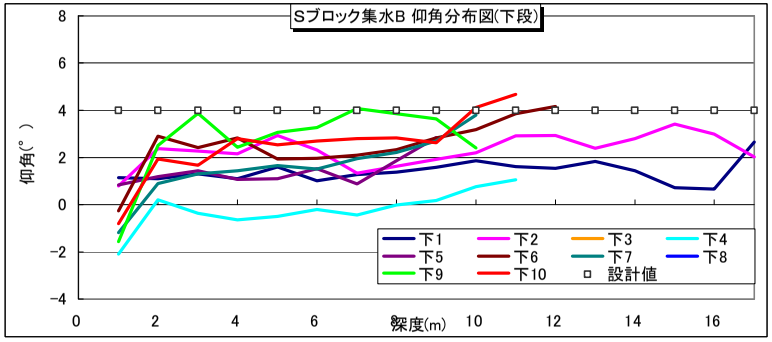


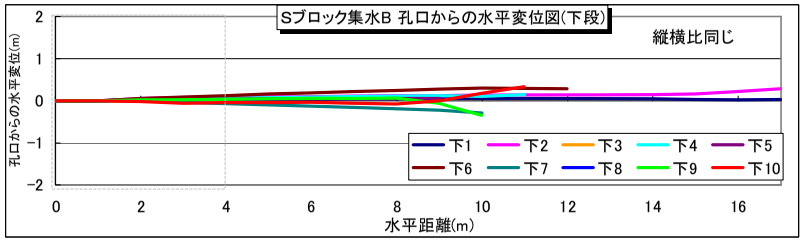
方法
・村田製作所製デジタルオンラインで、横ボーリング(VP40塩ビ管)の深度1m毎の方向角や仰角を測定。

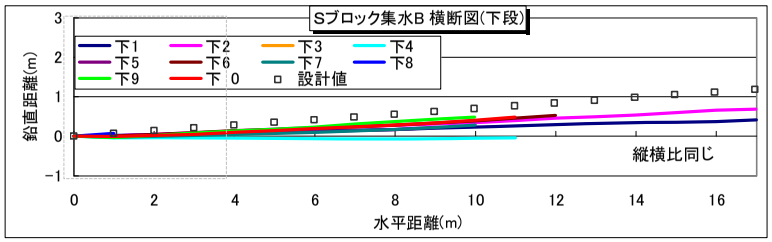
特徴
・上段は孔口部で挿入不能。
　→擁壁施工時に曲げたものと考えられる。
・下段は右側が17m、中央～左で11m程度で挿入不能。
　→二次ブロックの変位と考えられる。
・平面変位は-2～2°、距離は±0.5m程度左右方向に曲がっている。平面分布ではほとんど重なっている孔もある(下6,下7、下9,下10)。
　→孔口から同じ方向なので、ボーリングマシンの据付誤差と考えられる。
・横断では、設計仰角4°に対して、0°～+4°程度と全体に低い。下4はほぼ水平である。

設計値
上向き4°、L=40m、先端間隔5.5m









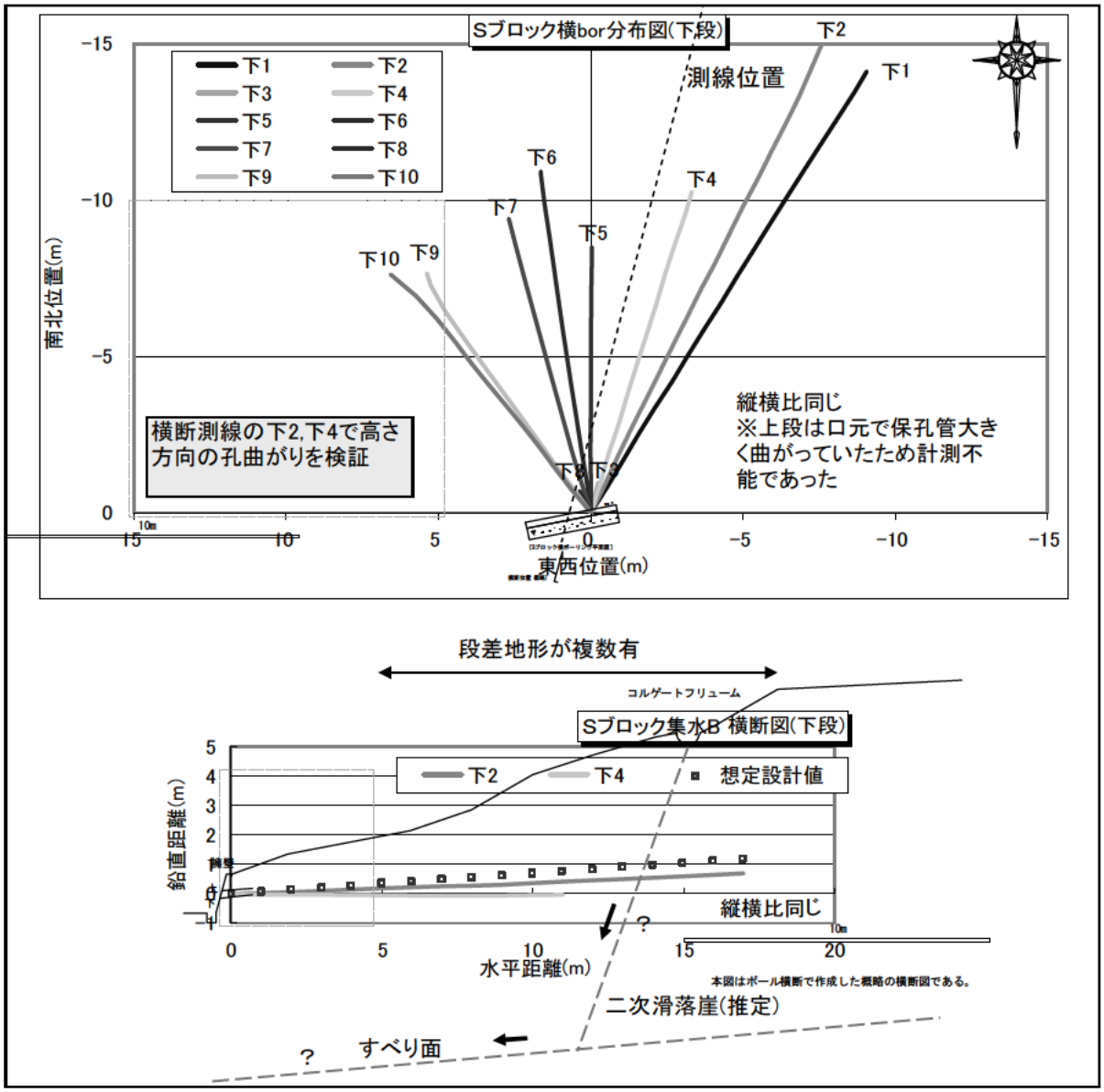


図 2.3.2.12　S ブロックの横ボーリングの保孔管の軌跡

(7)管内カメラ観察結果

表 2.3.2.5 はMブロック集水井およびSブロック横ボーリングの管内カメラ観察結果一覧表である。Sブロック横ボーリングのカメラ観察による特徴的な管内の状況を**図 2.3.2.13** 示す。なお、Mブロック集水井内は管内へのスケール以外に特記すべき状況が特になかった。

一覧表には、管内カメラ観察や孔曲り測定が不能になった理由などの基本事項、地下水や孔曲りおよびその他特記事項を示した。

表 2.3.2.5　孔内カメラ観察結果一覧表

Mブロック　集水井　　調査年月日：平成21年6月1日(晴れ)

	基本事項			特記事項		
	設計長(m)	観察深度	不能理由	地下水(湧水,漏水等)	孔曲がり(屈曲、破断等)	その他(根、砂、スケール等)
1	40.00	41.88	－	・24.51mストレーナーから漏水　・31m流入		・27～30mスケール
2	40.00	40.37	－	・11.42m横のストレーナーから流入　・37.3m流入		・17.5～39mスケール
3	40.00	41.38	－	・1.97m管ズレ箇所から漏水　・31m流入	・1.97m管ズレ	・4～30mスケール
4	40.00	41.28	－	・流入孔口付近、水滴はあるが流水なし		・2～17mスケール
5	40.00	40.45	－	・17mで漏出量多い　・35m流入		・0.7mまで無孔
6	40.00	41.44	－	・26m流入		・1.6mまで無孔
7	40.00	41.27	－	・18m流入		・2mまで無孔
8	40.00	41.38	－	・10m流入		・0.9mまで無孔
排水	110.00	63.10	－	・ポンプアップしていたため排水なし	・屈曲や破断はなし	サビが著しい

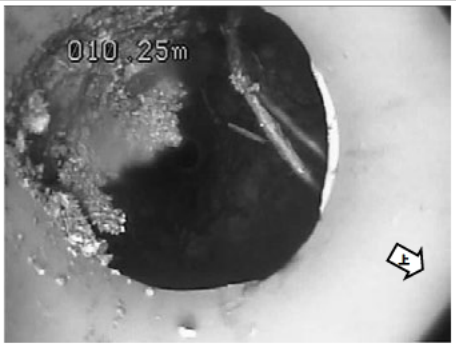
S63 φ3.5m　H=9.5m L=40 右から1→8

Sブロック　横ボーリング　　調査年月日：平成21年6月2日(曇り)

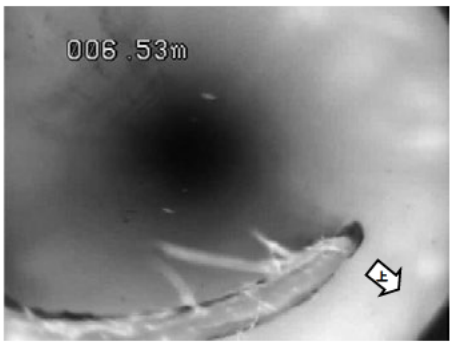
	基本事項			特記事項		
	設計長(m)	観察深度	不能理由	地下水(湧水,漏水等)	孔曲がり(屈曲、破断等)	その他(根、砂、鉄バク等)
上1	40.00	10.25	破断	・0.4～1.6m水あり(土砂含む)(たわみ？)	・0.5m継ぎ目が離れている？ ・10.25m破断(25cm、継ぎ手)※管はほぼ同じ位置	
上2	40.00	42.13	－	・12.3mより手前水あり ・16m付近水あり		・0.5～1.0m土砂、木根あり ・5.6～7.6m所々ストレーナーから木根 ・先端コーン外れている(17cm離れ、洗浄時と考えられる)
上3	40.00	12.78	木根	・0.3～1.7m水あり(土砂含む) ・12.4～12.75m水あり(土砂含む)		・口元1本無孔(2.3mまで) ・10.16mスリーブ接続が広がる ・12.75m木根(洗浄時に集めた可能性有)
上4	40.00	10.36	破断	・0.4～1.4m水没 ・6.5m流入(継ぎ目)　・10.36m流出	・0.7m継ぎ目が離れている ・10.36n破断(10cm、継ぎ手)※手前の管は奥よりやや上向き？	
上5	40.00	10.62	破断	・0.5～1.2m水没	・10.62m破断(継ぎ手)	・0.5～1.0m土砂堆積(全体的に土砂あり)
下1	40.00	16.70	破断	・10.0～12.0m所々側方ストレーナーから流入	・16.7m破断(7cm)※手前の管は奥よりやや上方	
下2	40.00	40.57	－	・水なし？	・4.78m、8.77m継ぎ手隙間 ・16.64m変形(スリーブで切れている)	・15.5～16.6m鉄サビ(ストレーナーから出た跡あり)
下3	40.00	12.80	破断	・0.4～1.7m水あり	・12.8m破断(15cm)	・9.91mストレーナーから木根
下4	40.00	9.66	砂流入	・2.3mより先水あり ・3.66～9.66m水没(たわみ？)		・0.47mメスネジ ・1.0～2.0m土砂堆積
下5	40.00	8.23	木根	・0.7～1.4m水あり		・0.7mメスネジ ・2.6～8.23m所々ストレーナーから木根
下6	40.00	41.05	－	・15.5mより先は水ない		・6.3m, 10.4m木根 ・41.05m先端絞り処理
下7	40.00	9.72	木根	・1.4～1.8m水あり		・0.2～1.2m少量の土砂堆積
下8	40.00	40.17	－	・0.7～6.0m水あり(たわみ？) ・11.0～16.0m水あり(たわみ？)		
下9	40.00	40.66	－	・0.8～1.3m水あり ・36.75～39.0m水滴多い		・1m口元処理
下10	40.00	40.43	－	・0.3～2.4m水あり(0.5～1.5m水没)		・28.61m継ぎ目から泥が入る ・36.6m継ぎ目がしぶい

S61～62 L=40m×15本　　右から1→10

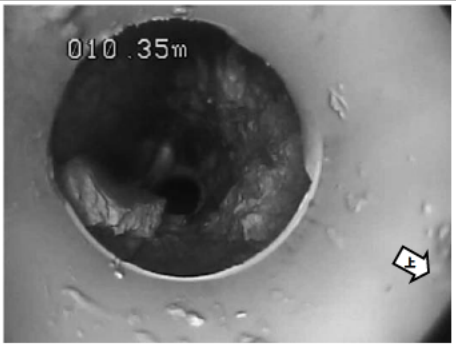
H21.6.2撮影



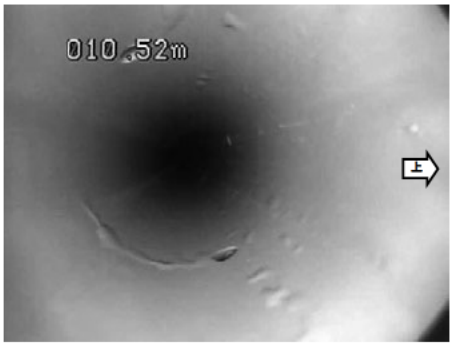
【上1:10.25m】保孔管破断(25cm、継ぎ手)※奥側の管はほぼ同じ延長線上



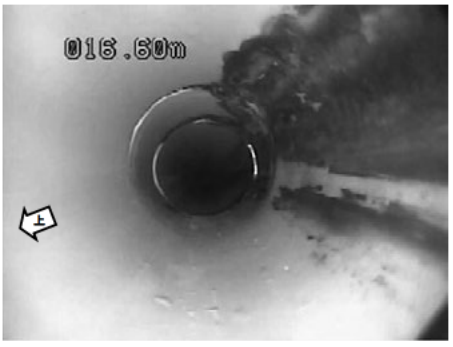
【上2:6.53m】所々ストレーナーから木根



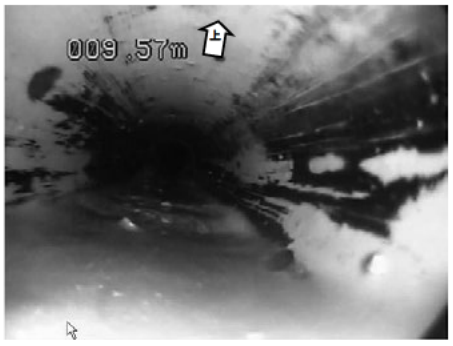
【上4:10.35m】破断(10cm、継ぎ手、ねじ切り)※手前の管は奥よりやや上向きに見える



【下1:10.52m】所々側方ストレーナーから流入

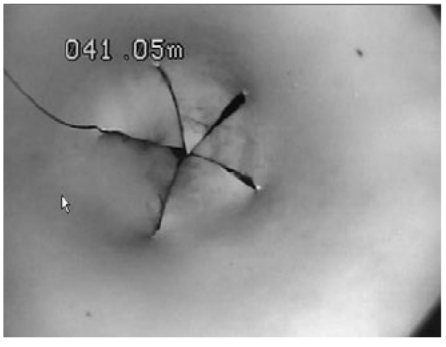


【下2:16.0m】鉄サビ(ストレーナーから出た跡あり)、16.64m変形(スリーブで切れている)



【下4:9.57m】3.66～9.66m間が水没している

【下5:8.23m】ストレーナーからの木根により挿入不能



【下6:41.05m】先端絞り処理(他孔はすべて先端キャップ)

図 2.3.2.13　Sブロック横ボーリング　管内の状況（平成 21 年 6 月 2 日撮影）

Mブロックの保孔管内では、ストレーナからの漏水や流入、継ぎ手箇所からの漏水、その他、スケールの付着がみられた。漏水は、8 本中 3 本で確認されたが、流量が少なかった。

Sブロックの地下水では、部分的に水がたまっている状況がみられた。この箇所は孔の仰角が緩い部分と概ね対応していた。保孔管自身の状況は、保孔管の破断や木根の侵入および砂の流入が数箇所で確認された。その他の特記事項としては、湧水に伴い鉄サビのようなスケールが付着していることである。観察目的の漏水は、確認できなかったが、管内の流量が少ないことや保孔管の破損は確認できた。

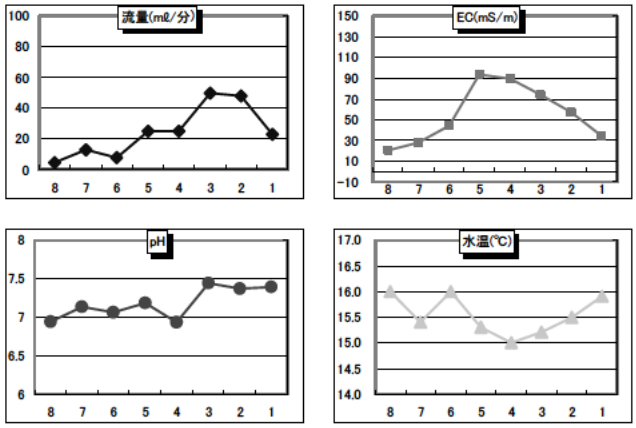
(8) 水質等測定

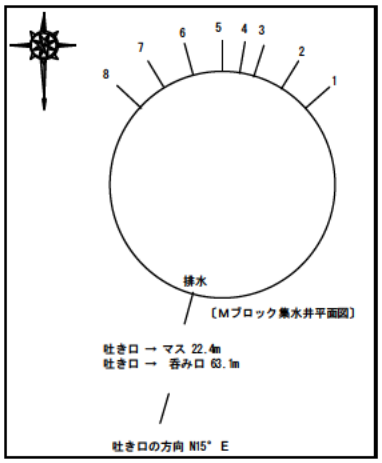
地下水の性状を把握するため、Mブロックの集水井とSブロックの横ボーリングからの排水の水質（pH：水素イオン濃度、EC：電気伝導度、水温）を測定し、可能なものは流量も測定した。水質計は東亜DKK製のマルチ水質計を用いた。水質測定結果は図 2.3.2.14 に示す。

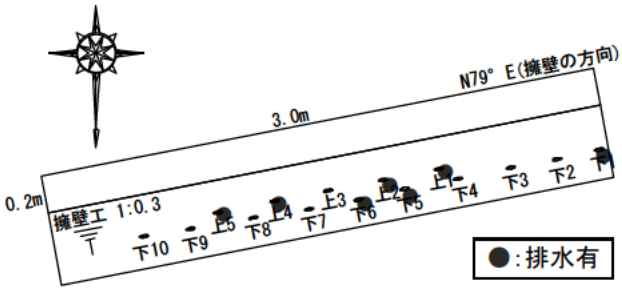
Mブロック　集水井

	流量(mℓ/分)	EC(mS/m)	pH	水温(℃)
1	23	34.2	7.39	15.9
2	48	57.1	7.37	15.5
3	50	74.0	7.44	15.2
4	25	89.3	6.93	15.0
5	25	93.6	7.18	15.3
6	8	44.3	7.06	16.0
7	13	27.7	7.13	15.4
8	4.5	20.2	6.94	16.0

S63 φ3.5m　H=9.5m L=40m×8本
調査年月日：平成21年6月1日(晴れ)







Sブロック　横ボーリング

	流量(mℓ/分)	EC(mS/m)	pH	水温(℃)
上1	滴水	21.7	7.06	19.8
上2	2.5			
上3	なし	–	–	–
上4	滴水	33.6	7.42	18.2
上5	36	28.4	8.04	18.4
下1	滴水	20.8	7.16	18.1
下2	滴水	19.3	7.33	19.8
下3	なし	–	–	–
下4	なし	–	–	–
下5	滴水	26.0	7.67	18.9
下6	11	63.0	7.89	18.3
下7	なし	–	–	–
下8	なし	–	–	–
下9	なし	–	–	–
下10	なし	–	–	–

S61～62 L=40m×15本
調査年月日：平成21年6月2日(曇り)

方法
・東亜DKK製の水質計で、排水のpH,EC,水温を測定。可能なものは流量の測定も実施。

特徴（Mブロックのみ）
・ECは20～90ms/mの幅で分布。
・pHは1～3と4～8で2つにグループ分けできる。
・水温は1～5と6～8の2つに分けられる。
・平面図とひかくする1～5は主に地すべりブロック外、6～8はブロック内からの集水であり、その違いの可能性が考えられる。

Sブロック横ボーリングは流量が非常に少ない、あるいは排水が無いため参考値とする。

図 2.3.2.14　pH、電気伝導度、水温の測定

Mブロックの特徴は、EC は 20～90mS/m の幅で分布しており、pH は No.1～3 と No.4～8 で 2 つにグループ分けできることである。また、水温は No.1～5 と No.6～8 の 2 つに分けられる。そのグループ分けについて、前述の**図 2.3.2.3** に示した平面図上から考察すると No.1～5 は主に地すべりブロック外、No.6～8 はブロック内であり、pH や水温のその違いの可能性が考えられる。EC はボーリング番号の中央ほど高くなっているが、原因は不明である。

なお、Sブロックの横ボーリングは流量が非常に少ない、あるいは排水が無いため参考値とする。

2.3.3　宮城地区

愛媛県四国中央市に位置する宮城地区では、既設の杭工に追加して地下水排除工が施工されている。そこで、地下水排除ボーリングの管内カメラ観察により漏水、破断の有無や変形や破断によりすべり面と推定される位置の面的な把握を行った。

(1)実施施設および方法

実施日　：平成 22 年 2 月 11 日

実施施設：市道上部の横ボーリング工 6 孔、2 号集水井 8 孔（**表 2.3.3.1、図 2.3.3.1**）は土砂によるカメラが挿入不能であった孔であり、設計に対し観察延長が少ない。一方、観察延長が長いものは削孔時の余掘りとカメラの深度測定の誤差が複合していたためと推定される。

実施方法：孔内カメラ観察により、観測孔の破損の有無、地下水の流入や漏水の状況、流入物などを把握する(**写真 2.3.3.1** および**写真 2.3.3.2**)。使用したカメラは(株)スワレント製 AS4450 で、深度は自動で画像に表示されるタイプである(**写真 2.3.3.3 および写真 2.3.3.4**)。

表 2.3.3.1　実施施設の諸元

施設名	諸　元
横ボーリング（市道上部）	・№3：観察延長 67.8m(設計 65m)　・№5：観察延長 51.7m（設計 68m） ・№6：観察延長 68.0m（設計 65m）　・№7：観察延長 66.0m（設計 63m） ・№9：観察延長 51.7m（設計 61m）　・№10：観察延長 45.0m（設計 60m） 保孔管はすべて VP40 塩ビ管、12cm 千鳥（3 方向のみ）φ5mm ストレーナー加工(無孔部は下側)、ボーリング仰角は上向き 5°、出来形は設計+0.5m
２号集水井深さ 10m φ3.5m の集水ボーリング	・№1：観察延長 29.0m（設計 28m）　・№2：観察延長 26.4m（設計 25m） ・№3：観察延長 18.2m（設計 17m）　・№4：観察延長 25.5m?（設計 15m） ・№5：観察延長 18.5m（設計 16m）　・№6：観察延長 19.0m（設計 18m） ・№7：観察延長 27.0m（設計 23m）　・№8：観察延長.18.7m（設計 26m） 保孔管はすべて VP40 塩ビ管、12cm 千鳥（3 方向のみ）φ5mm ストレーナー加工(無孔部は下側)、ボーリング仰角は上向き 5°

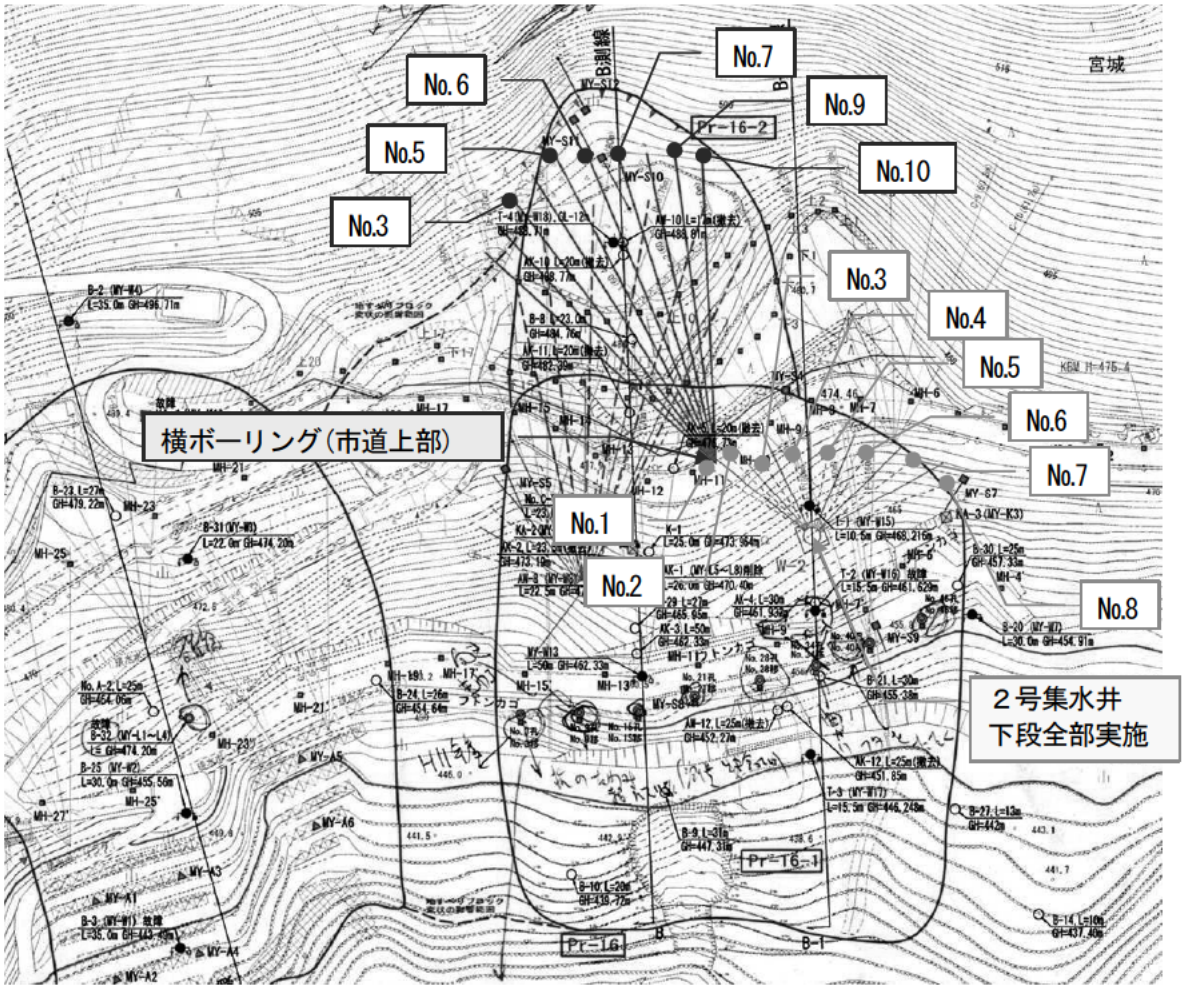


図 2.3.3.1　地下水排除工の観察箇所

写真 2.3.3.1　市道上部の横ボーリング

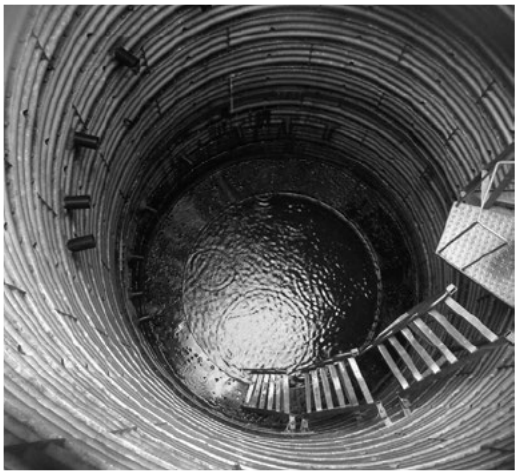


写真 2.3.3.2　２号集水井の内部

写真 2.3.3.3　管内カメラ（ケーブル長 70m）

写真 2.3.3.4　LED 光源のカメラ部
（下半分は管内の泥が付着）

(2)観察結果

管内カメラ画像から①管内水の状況、②保孔管内の土砂の付着状況、および③保孔管のねじれ状況に関して考察を行った。なお、調査当初に懸念された保孔管自体の破損は無く、漏水は１箇所であった。

①管内水

図 2.3.3.2 に、保孔管内部の流下水の多さや湧水地点、および孔口部で測定した排水量などの管内水の状況を示す。横ボーリングではNo.6～7で排水量がやや多く保孔管内で湧水も確認された。また、２号集水井ではNo.3～4で排水量が多く保孔管での流量や湧水も多く見られた。それらのボーリングの方向は概ね一致しており、地形図とあわせて見ると沢地形の方向と概ね対応していた。

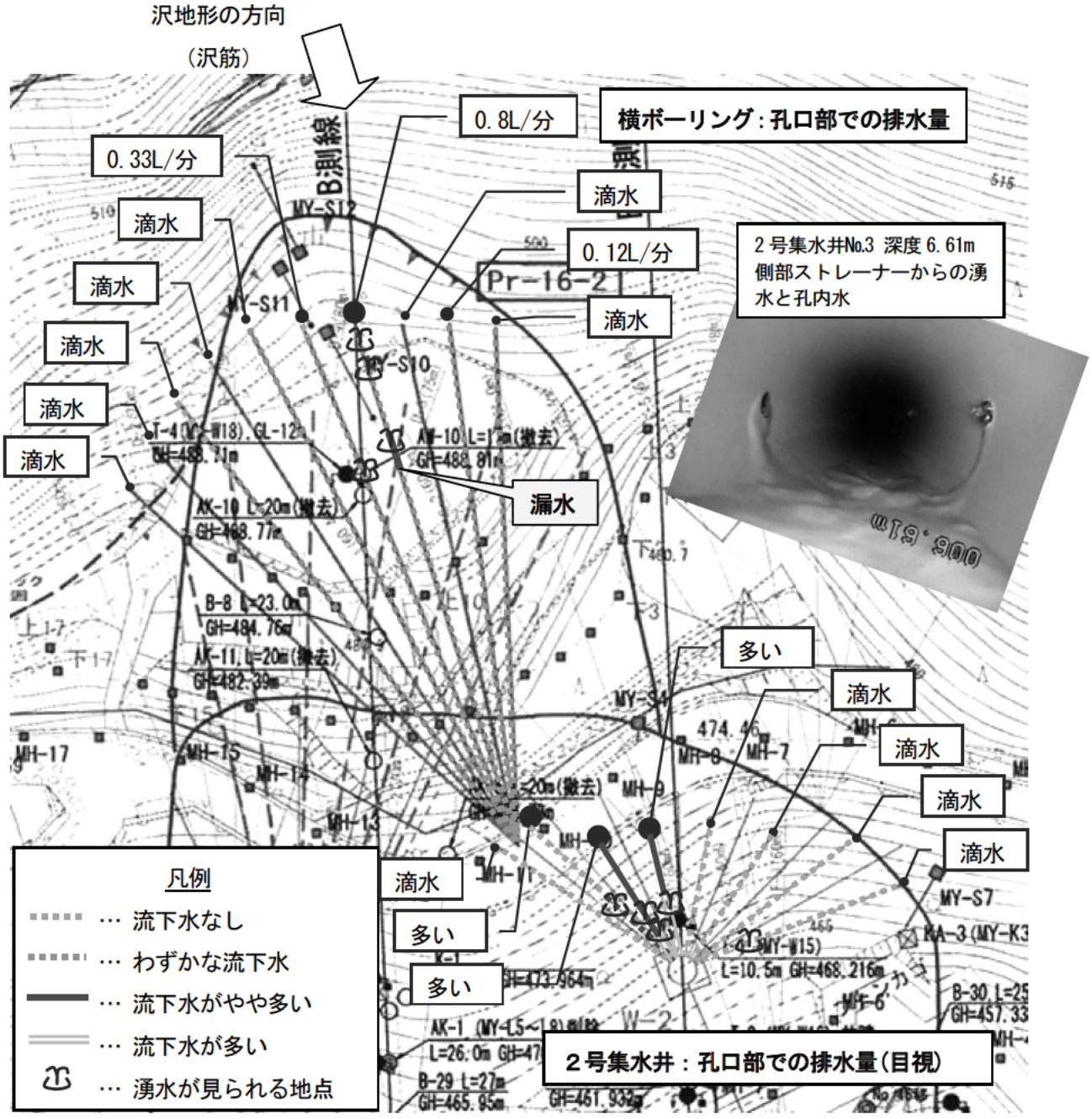


図 2.3.3.2　カメラ観察による孔内水の状況

②保孔管内の土砂痕跡

図 2.3.3.3 は土砂の付着状況を平面に記載した調査結果である。

土砂の付着は横ボーリングも集水井も斜面に向かって右側の孔が多い。土砂が保孔管内に付着するためには、横ボーリング孔等の周囲の地山は土砂状であることに加えて保孔管内にこれらの地下水の流入が考えられる。前述の孔内水の状況と合わせて考えると、土砂の痕跡が見られた孔は、調査日には孔内水が少なかったものの降雨時などには多くの孔内水が流れている可能性が考えられる。

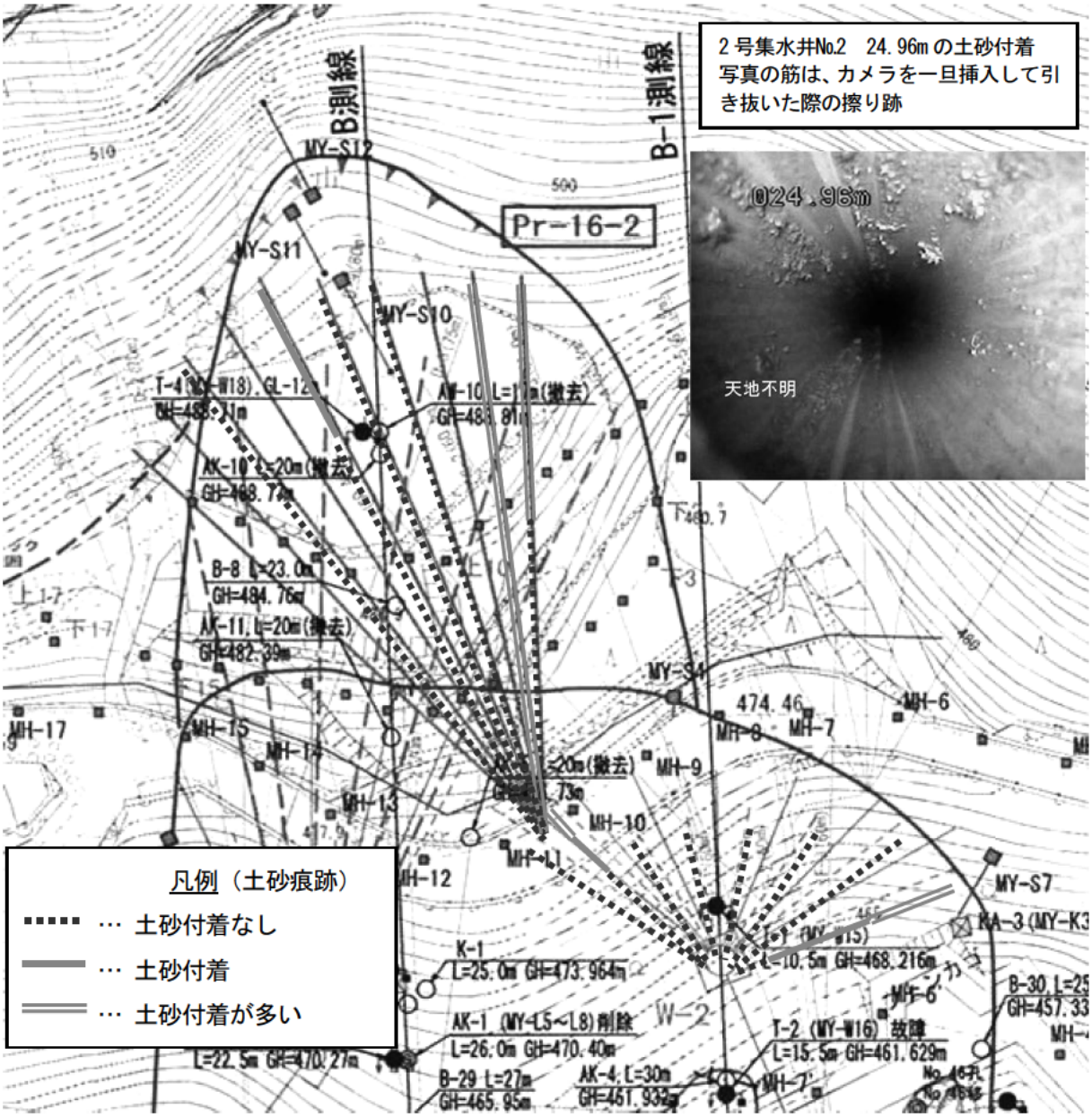


図 2.3.3.3　カメラ観察による土砂の付着状況

③保孔管のねじれ

保孔管のねじれの量や方向で区分して平面図に記載して図 2.3.3.4 に示した。また、ねじれの深度分布のグラフを図 2.3.3.5 に示した。

ストレーナー加工は、設計図では通常の 4 方向千鳥であったが、現場では図 2.3.3.4 の凡例の「0° 」に示したようにストレーナーが千鳥配置で 3 方向のみ孔が空いているもの（以下、3 方向千鳥と称する）であった。このねじれは、保孔管の加工精度ではなく、作業員が保孔管を挿入して接続する際の方向合わせのズレが累積するものである。横ボーリングでは時計回りにねじれている箇所が無く、反時計回りに 45° 以上ねじれたものがボーリング本数の半数あったのに対し、集水井では反時計・時計周りに 45° 以上ねじれたものがボーリング本数のうち 2/3 であった。

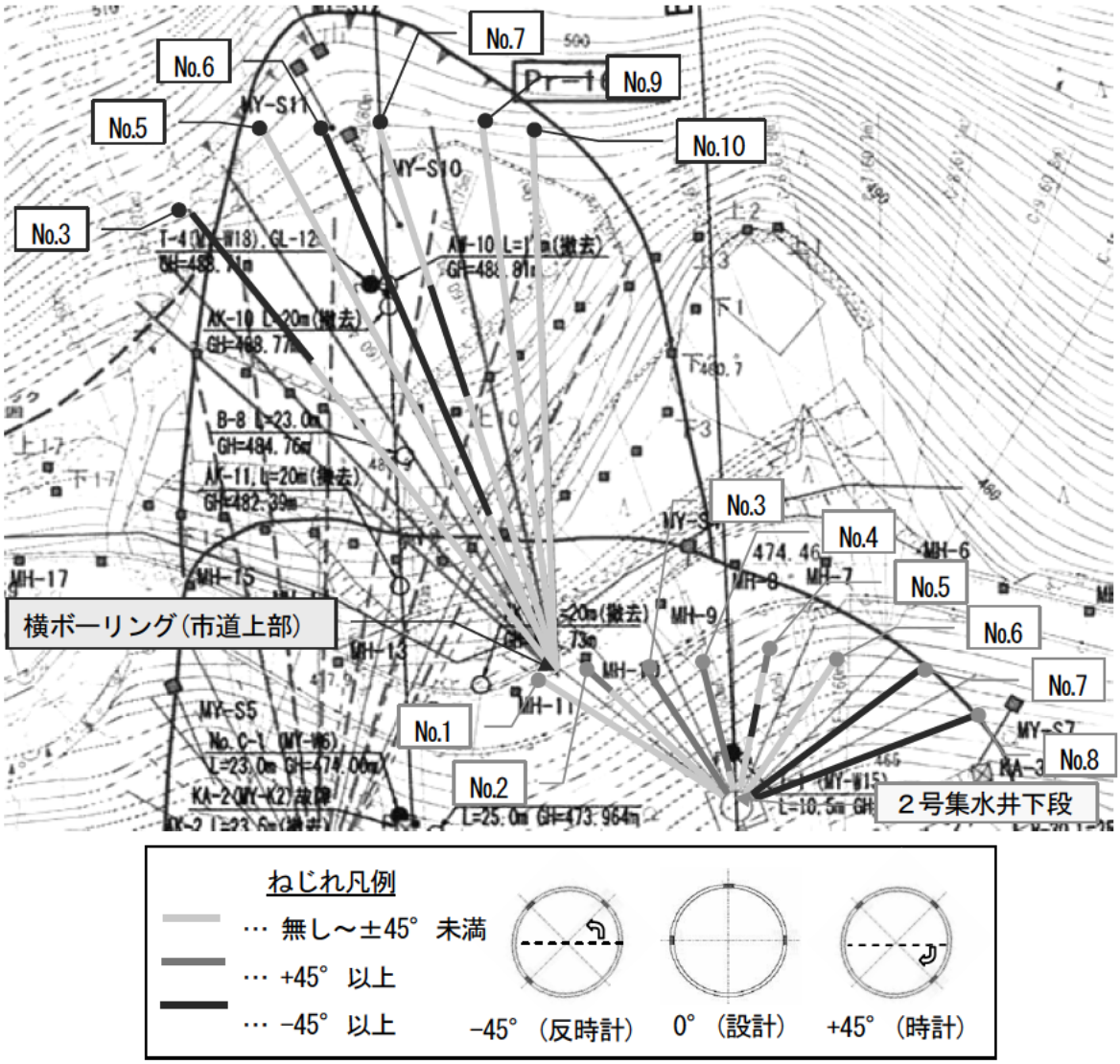


図 2.3.3.4　カメラ観察による保孔管のねじれ状態

横ボーリングの保孔管は 1 本 4m であり、地上部で接続するのに対し、集水ボーリングの保孔管は 1 本 2m であり、井内で接続する作業環境にある。図 2.3.3.5 をみると、横ボーリングのねじれが徐々に反時計回りに累積している傾向があるのに対し、集水井は孔口から反時計ないし時計回りにねじれた状態で設置されているものも多く、累積性の無いものもあった。

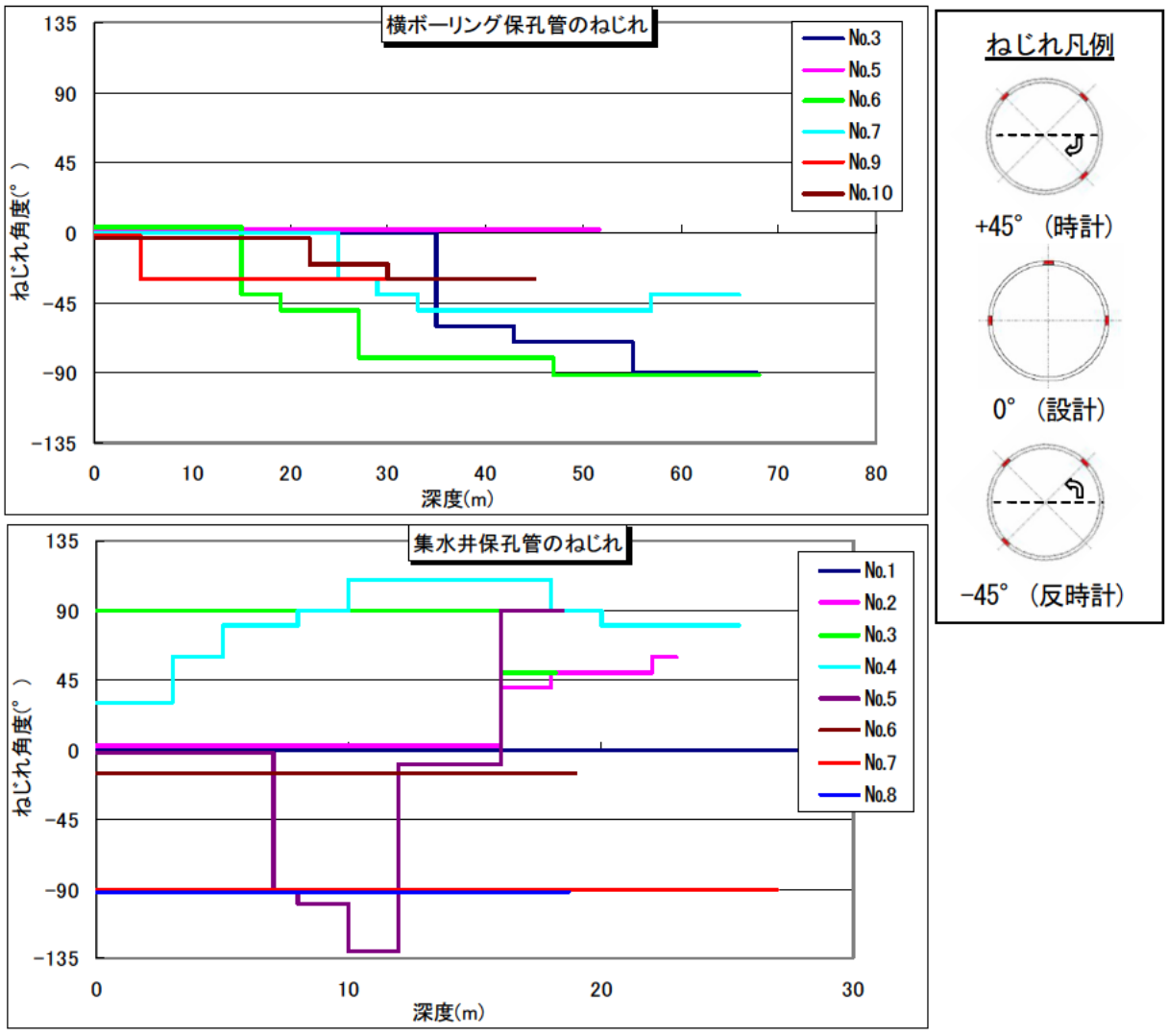


図 2.3.3.5　保孔管のねじれと深度の関係

なお、底面が無孔の 3 方向千鳥の保孔管に流入した水が漏れないための工夫である。管内カメラ観察結果では管内への流入は底面や側面のストレーナーのみであったことから、3 方向千鳥では水が流入しにくかったと考えられる(図 2.3.3.6 左)。

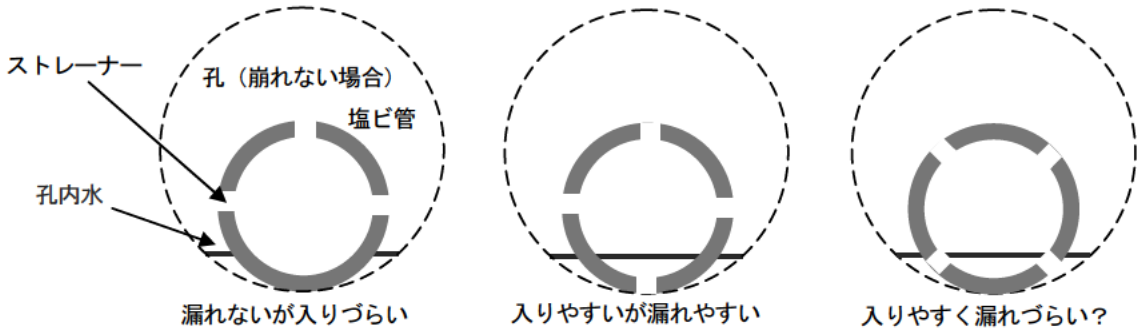


図 2.3.3.6　保孔管のストレーナー方向と孔内水の流入の模式図

水は管内に入らなければ漏れない。ストレーナが下側にあった方が水が管内に入りやすい。4 方向千鳥では、管内に水が入りやすいが、漏れやすくもなると考えられる。

(3) まとめ

宮城地区における管内カメラ観察の結果は以下のとおりである。

① 観察を行った地下水排除ボーリングに破損は見られなかった。また、地下水が多く流入する孔は、地表からの横ボーリング孔、集水井とも、ほぼ沢筋と概ね同一方向であった。

② 湧水状況の観察結果では、保孔管への流入は下側と側部のストレーナーで見られた。

③ 保孔管内には、地下水の流下跡を示す土砂が付着する孔が複数見られた。

④ 管内カメラ観察では、カメラの先端が土砂で挿入不能になる箇所もあったので、管内洗浄をして管内の観察を行った。

⑤ 保孔管の VP40 には 3 方向千鳥でストレーナー加工が施され、管口では無孔部が下側で設置されているが、深部では方向が様々な方向にねじれており、横ボーリングに比べて集水井の方がねじれの程度は大きかった。

⑥ 今回、管内カメラ観察を行った宮城地区の横ボーリング工および２号集水井は、地下水排除として機能的に大きな問題のないことが確認された。

2.3.4　下久保地区

(1) 目的および調査内容

群馬県多野郡鬼石町に位置する下久保地区の集水井内の集水ボーリングおよび排水ボーリングならびに横ボーリングの孔曲り測定による孔曲りの実態調査を行うとともに、管内カメラ観察により地下水の流入や漏水の状況を把握した。表 2.3.4.1 に調査対象箇所の概要を示した。譲原地すべりの下久保地区は、三波川帯の結晶片岩類からなり、流れ盤構造を呈している。調査対象孔は、地すべりブロックの末端部に位置する（写真 2.3.4.1）。

表 2.3.4.1　調査対象箇所の概要

ブロック名	下久保地区（C-1）		下久保地区（D）
調査時期	平成22年2月		
対象箇所	WB-1集水井		DY-2,-3
調査対象	集水ボーリング（上段）	集水ボーリング（下段）	横ボーリング
延長（m）	50	30	50
本数	12	12	17
削孔径（mm）			
設計削孔角度（°）	上向き5°	上向き5°	
保孔管	VP40	VP40	VP40
ストレーナ径、間隔、方向	φ5mm, 4方向千鳥		
内容	・孔曲り計測 ・孔内カメラ観察（各1本）		
管理事務所	利根川水系砂防事務所		
所在	群馬県多野郡鬼石町		
地質概要	三波川帯の結晶片岩類		
地すべりタイプ	破砕帯地すべり		
地質構造	流れ盤		

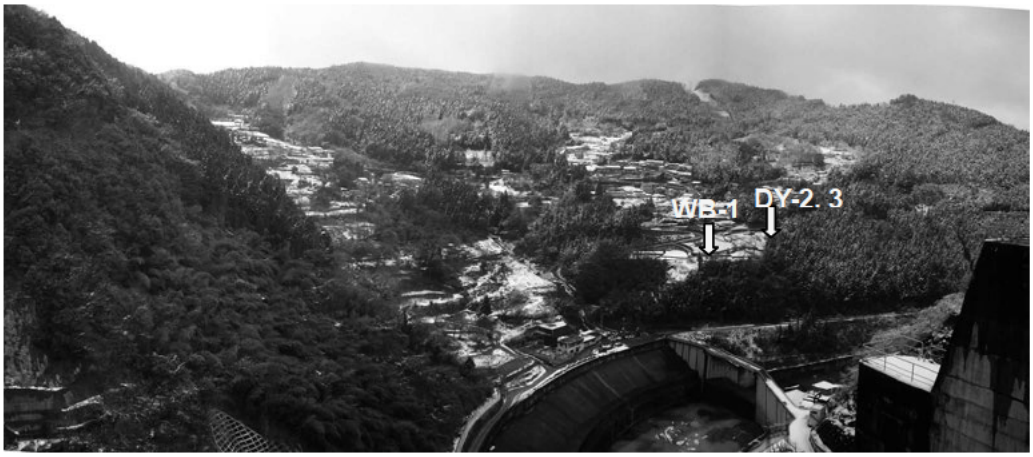


写真 2.3.4.1　調査箇所

(2)調査方法および使用機材

孔曲り測定は、2.3.2 章に示した「デジタルオンライン」タイプの測定器を用いて、地下水排除ボーリング孔毎に 1m 間隔で行った（**写真 2.3.4.2**）。

WB-1 集水井 φ3.5m への孔曲り計測等の仮設

下段排水ボーリングの測定

デジタルオンライン

孔曲り測定中のＰＣ画面

写真 2.3.4.2　調査の状況

(3)孔曲り測定

① WB-1 集水井上段集水ボーリング

孔曲り計測結果を**図 2.3.4.1** に示した。この平面変位図を見ると、No.4、No.5、No.6 および No.12 で孔曲りが顕著に見られる。孔口から数 m 区間は磁気の影響と考えられる、左右にばらつきがみられるが、それ以深は概ね±1° 程度の左右のばらつきである。

横断図では、設計仰角の 5° から-2～+8° 程度変化しており、孔の先端では想定設計値から比高で±0m～最大+4.5m の間で曲がっている。No.2、No.3、No.10 および No.12 で設計値よりも上に曲がる傾向が顕著に見られる。

② WB-1 集水井下段集水ボーリング

孔曲がり計測結果を**図 2.3.4.2** に示す。平面の孔曲りを見ると、No.6、No.7、No.8、で顕著に見られるように、孔口から 5m 区間は磁気の影響と考えられる、左右にばらつきがみられるが、それ以深

は概ね±1°程度の左右のばらつきである。

横断図では、設計仰角の 5°から-3～+2°程度変化しており、孔の先端では想定設計値から比高で±1m の間で曲がっている。設計値に対する曲りが顕著な孔は、No.6、No.7 が下に、No.12 が上に曲がる傾向が見られる。

③ DY-2 横ボーリング

孔曲り計測結果を**図 2.3.4.3** に示す。No.6 は全長 50m のうち、孔口から 3.0m で測定器の挿入ができなくなった。平面の孔曲りを見ると、全体的に-2～+5°程度の範囲でばらついているが、計測区間 1m 当たりでは±1°以内に収まっている。その中でも、No.1、No.2 は他の孔に比べてばらつきが大きい。

横断図では、設計仰角の 5°から-3～+4°程度の範囲で変化しており、孔の先端では想定設計値から比高で-2.5m から+1m の間で曲がっている。No.4、No.5、No.7 は設計値よりも下側に曲がり、他に比べて曲がりの量が大きい。

④ DY-3 横ボーリング

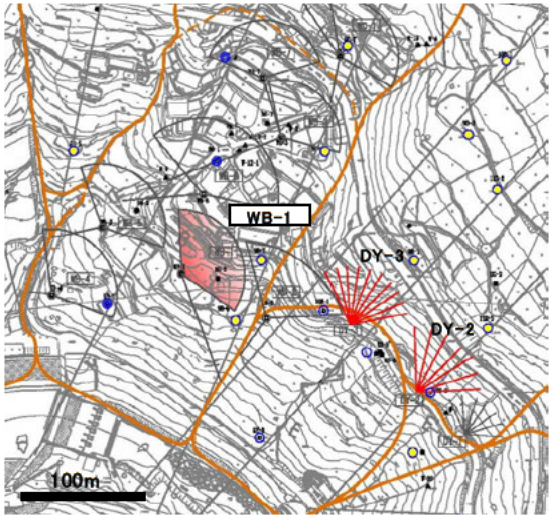
孔曲り計測結果を**図 2.3.4.4** に示す。平面では、磁気の影響と考えられる異常値が、孔口部数 m 区間で見られ、左右にばらついている。それより以深は、概ね±4°程度の範囲でばらついており、No.1 のばらつきが大きい。

横断図では、設計仰角の 5°から-2～+3°程度変化しており、先端では想定設計値から比高で-0.5m から最大でも+1m の曲がりとなっており、曲がり量は小さい。

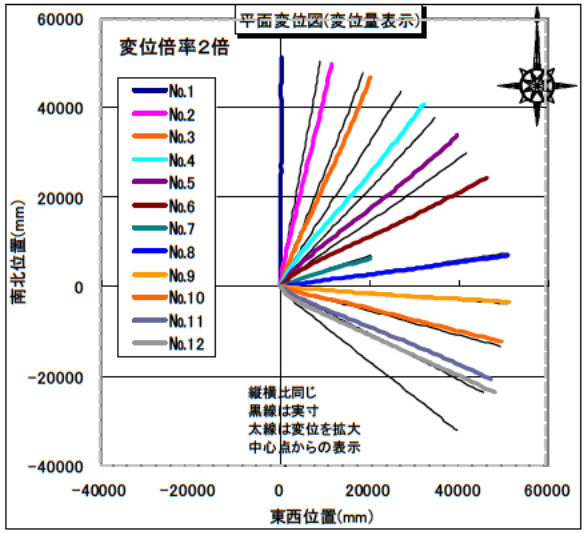
計測結果のうち、DY-2、DY-3 の調査孔では、計測作業時のヒューマンエラーによると思われる異常値が見られた。計測作業は、1m 間隔で所定の深度に孔曲り測定器を押し込みながら行うため、センサを押し込む際に、方位角度と傾斜角度のデータがばらつく。そのため、通常はセンサを所定深度で静止させ、データが安定した状態でデータを取得するが、安定しない状態でデータを取得した場合、このような異常値が取得されることもある。

地中の磁性や保孔管周辺の資材により測定値が磁性の影響を受けて異常値が測定される一方で作業時のヒューマンエラーが発生する場合があることに留意し、データを精査することが重要である。

図 2.3.4.1　WB-1 集水井の上段の集水ボーリング孔曲り測定結果



集水井位置図

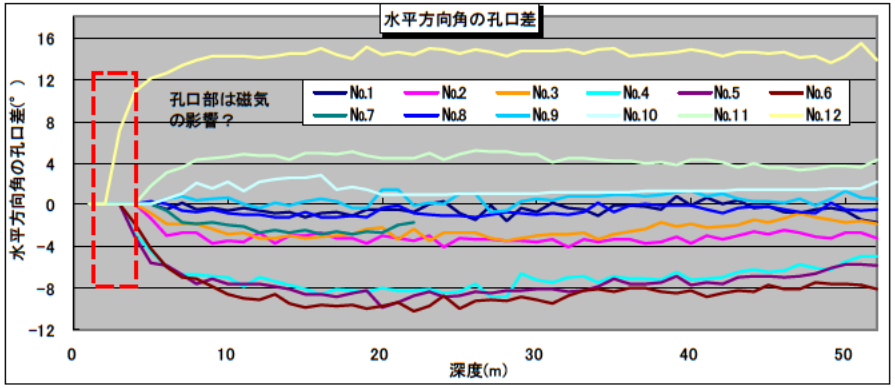


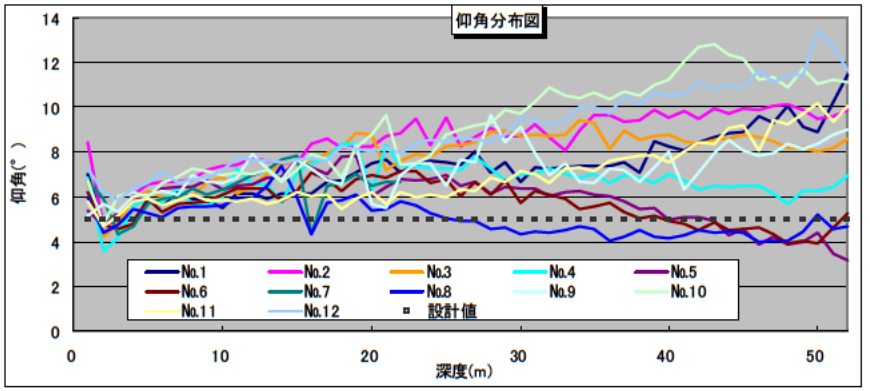
方法
・村田製作所製デジタルオンラインで、集水ボーリング(VP40塩ビ管)の深度1m毎の方向角や仰角を測定。
・偏角は、2.5万地形図万場(西編6° 50')で補正

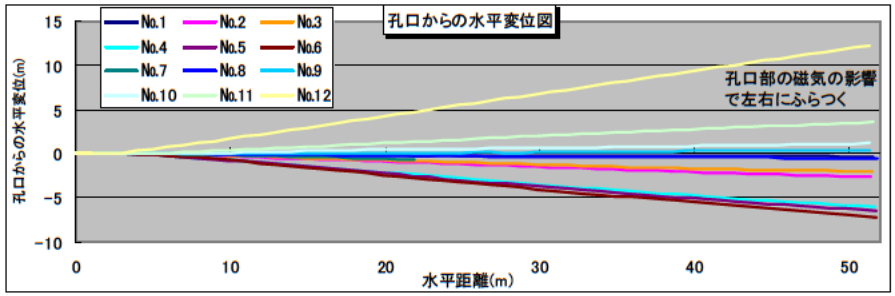
特徴
・平面では、孔口部数m区間の異常値(磁気の影響)により、左右にばらついているが、以深は概ね±1° 程度の左右のふら付きである。No.4,5,6,12で顕著。
・横断では、設計仰角の5° から-2～+8° 程度変化しており、先端では想定設計値から比高で±0mから最大+4.5m上側の間で曲がっている。No.2,3,10,12で顕著。
・No.7のみ全長50mのうち21.4mで挿入不能となった。

設計値
・平成16年7月施工(国土交通省)
・上段:上向き5° 、L=50m、VP40塩ビ管

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
測定長(m)	51.60	51.59	51.60	51.63	51.67	51.57
設計長(m)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
測定長(m)	21.40	51.69	51.64	51.63	51.67	51.56
設計長(m)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00







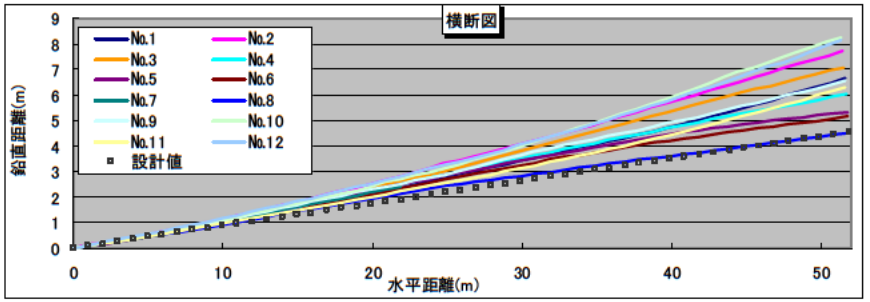
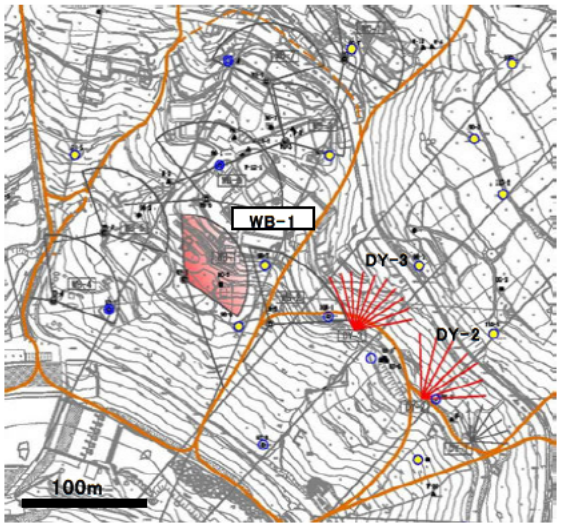
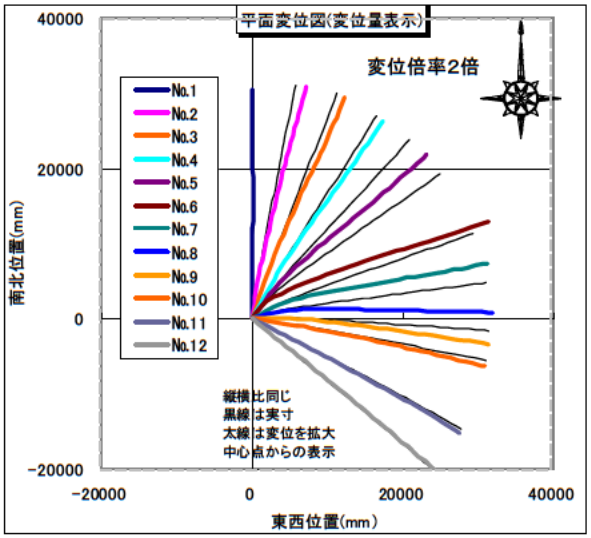


図 2.3.4.2 WB-1 集水井の下段の集水ボーリング孔曲り測定結果



集水井位置図

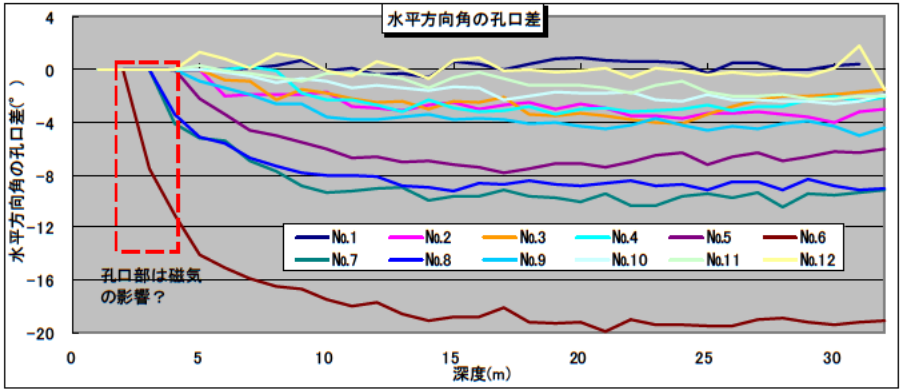


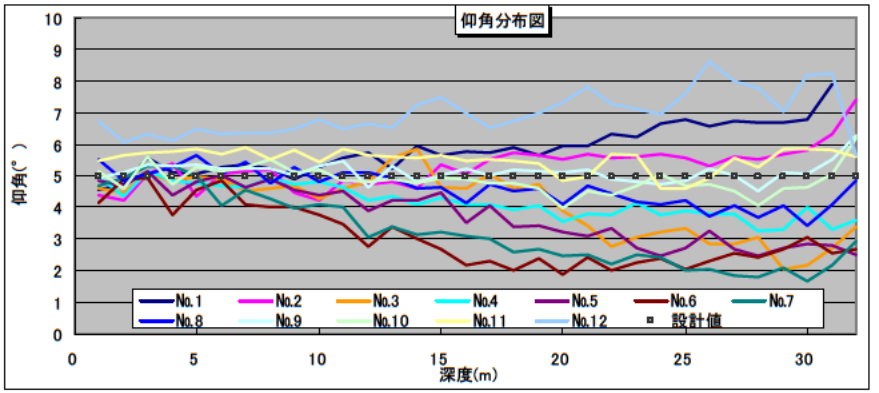
方法
・村田製作所製デジタルオンラインで、集水ボーリング(VP40塩ビ管)の深度1m毎の方向角や仰角を測定。
・偏角は、2.5万地形図万場(西編6° 50')で補正

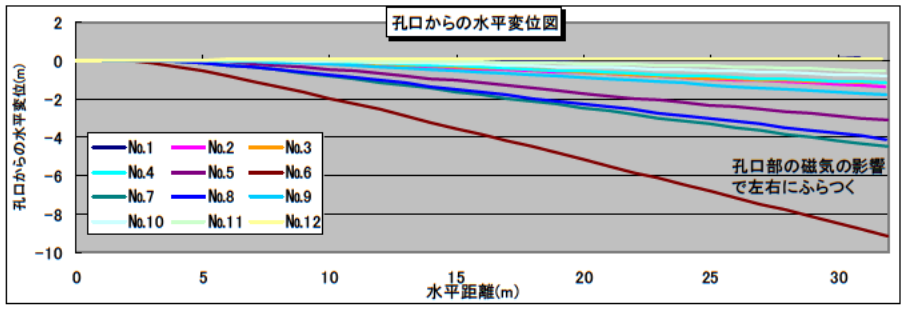
特徴
・平面では、孔口部数m区間の異常値(磁気の影響)により、左右にばらついているが、以深は概ね±1° 程度の左右のふら付きである。No.6,7,8で顕著。
・横断では、設計仰角の5° から-3～+2° 程度変化しており、先端では想定設計値から比高で-1～+1mの間で曲がっている。No.6,7,12で顕著。

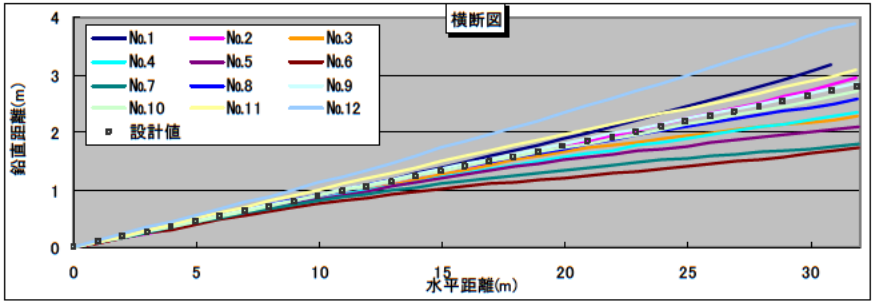
設計値
・平成16年7月施工(国土交通省)
・上段:上向き5° 、L=30m、VP40塩ビ管

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
測定長(m)	30.60	31.68	32.00	31.60	31.68	31.65
設計長(m)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
測定長(m)	31.59	31.60	31.63	31.63	31.60	31.75
設計長(m)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00









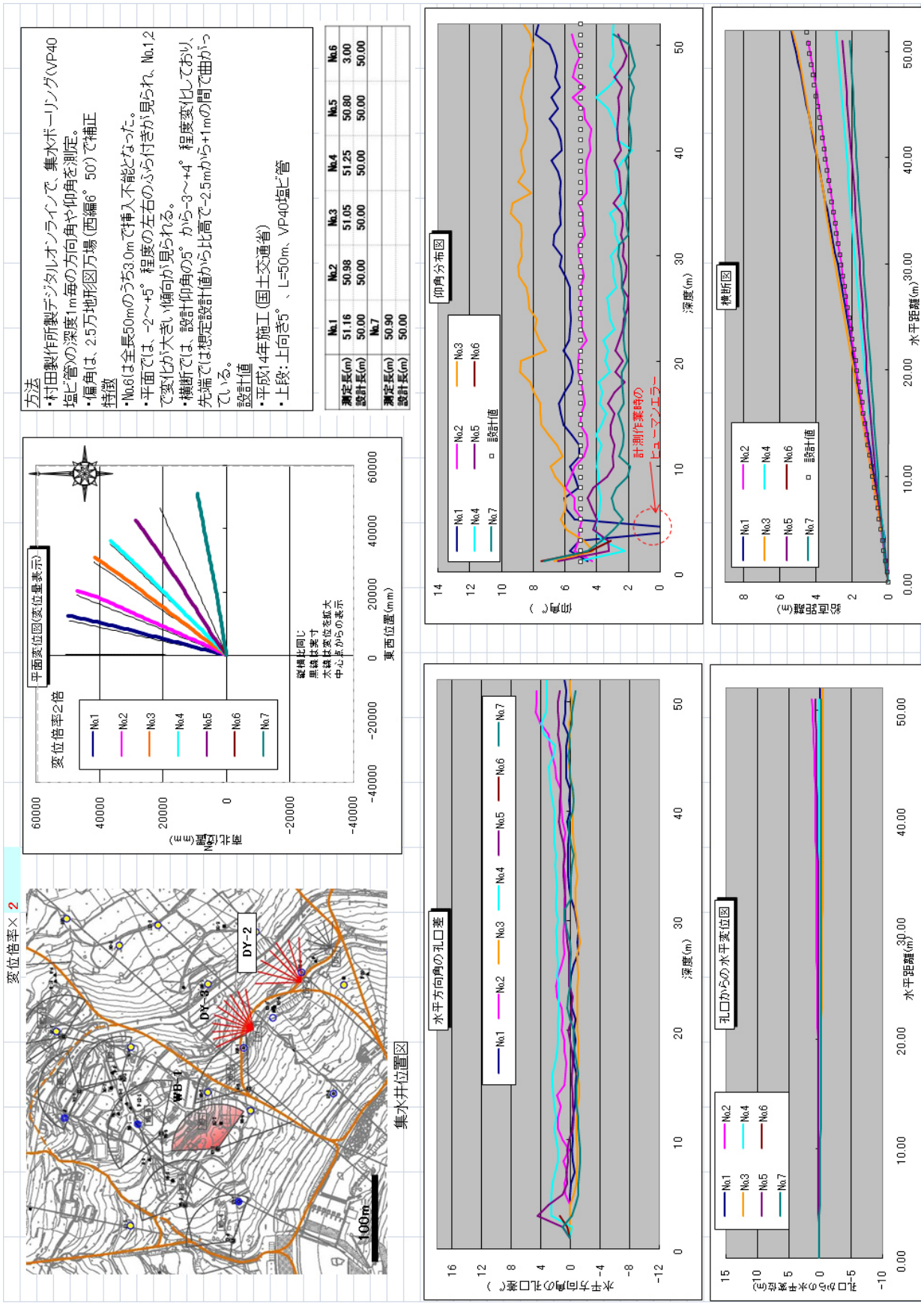
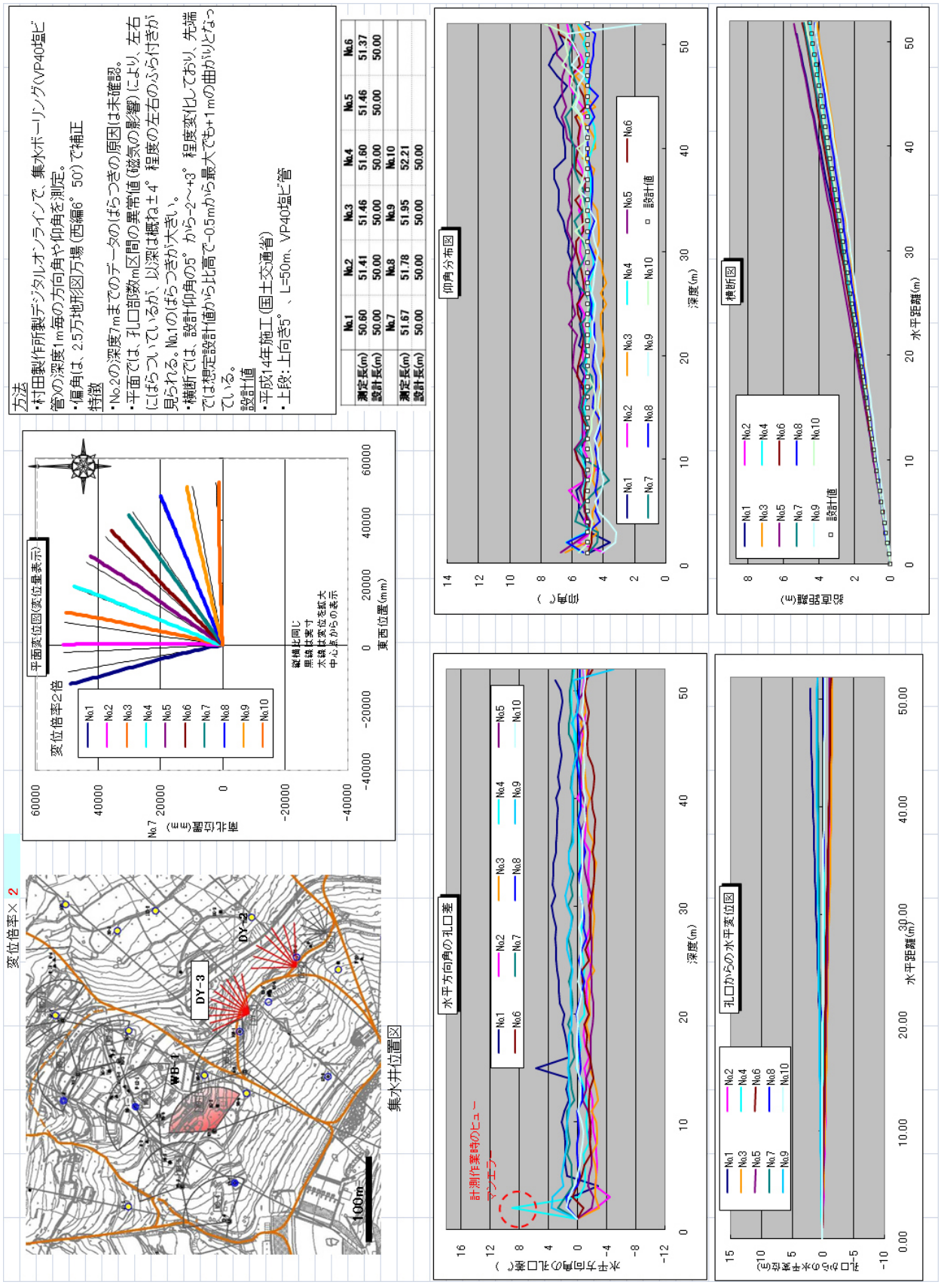


図 2.3.4.3　横ボーリング DY-2 の孔曲り測定結果



	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
測定長(m)	50.60	51.41	51.46	51.60	51.46	51.37
設計長(m)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	No.7	No.8	No.9	No.10		
測定長(m)	51.67	51.78	51.95	52.21		
設計長(m)	50.00	50.00	50.00	50.00		

図 2.3.4.4　横ボーリング DY-3 の孔曲り測定結果

2.3.5　滝坂地区

(1)調査概要

滝坂地区は福島県西会津町に位置する。対象は図 2.3.5.1.に示す５基の集水井工で集水ボーリング工の孔曲り測定を実施した。滝坂地区では、沼田地区、大石出口地区、松坂地区などに区分される。沼田地区２基、大石出口地区１基、松坂地区２基を調査した。調査は、孔曲り測定と管内の状況を確認する目的で管内カメラ観察を行なった。孔曲り測定に用いた機材は、滝坂地区の調査箇所に用いられている保孔管は鉄管であるため、方位測定に磁性の影響を受けない多摩川精機社製の TUG-NAVI を用いた。使用した管内カメラは（株）興和社製の小型井戸カメラである。

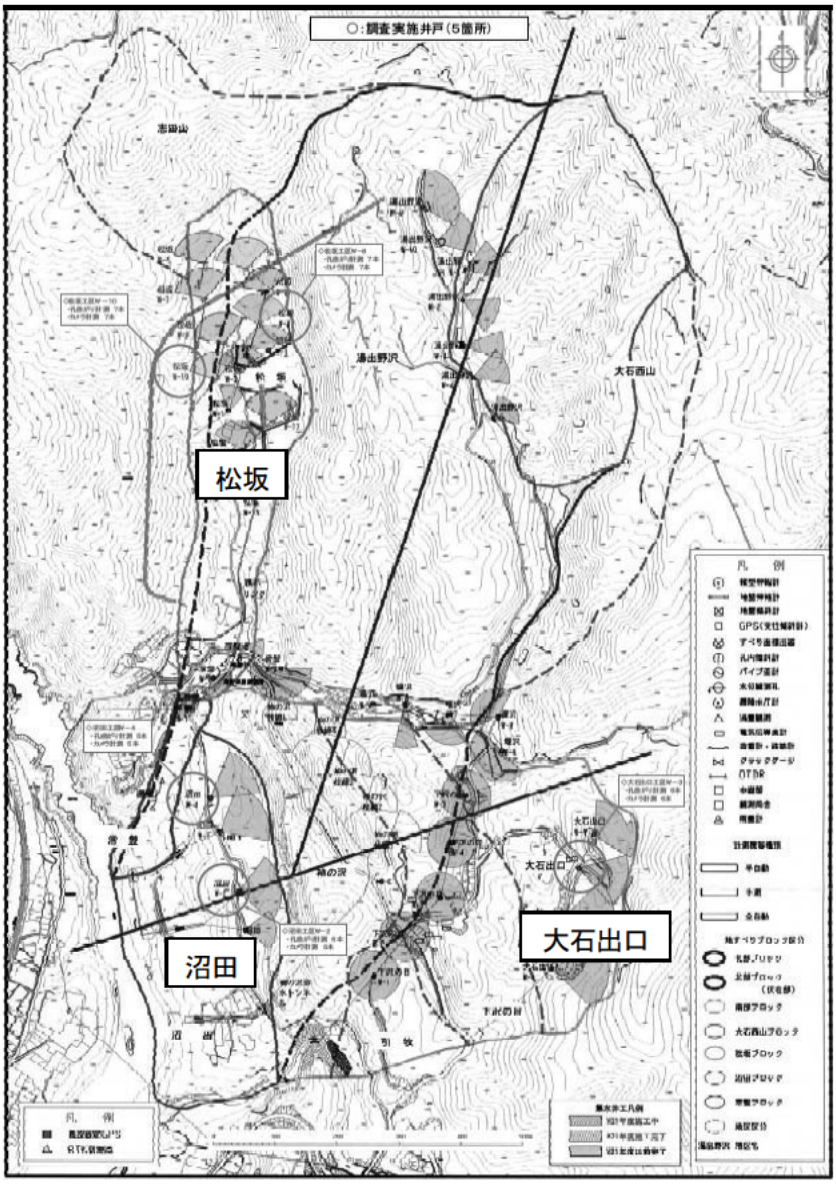


図 2.3.5.1　調査箇所（丸印）

(2) 孔曲り調査結果

表 2.3.5.1 および**図 2.3.5.2**～**図 2.3.5.6** に孔曲りの測定結果を示した。

①沼田 W-2；全 14 孔中 6 孔調査

- 掘進長：設計長（70.0m）に対して全孔とも設計どおりであった。
- 削孔角度：設計角度（5°）に対して 3.5° 程度でやや小さいが全て上向きである。
- 水平変位：全孔とも右方向の変位（最大 1.0m）が認められる。

②沼田 W-4；全 10 孔中 5 孔調査

- 掘進長：設計長（80.0m）に対して No.10 以外は、ほぼ設計どおりである。No.10 孔は 48.0m付近で土砂により閉塞している。
- 削孔角度：設計角度（5°）に対して 5～7° で全て上向きである。
- 水平変位：No.5 以外は右方向の変位（最大 2.3m）が認められる。

③大石出口 W-3；全 6 孔 6 孔調査

- 掘進長：設計長（80.0m）に対して 73m～78mとバラツキがある。No.6 孔は 20.0m付近で土砂により閉塞している。
- 削孔角度：設計角度（5°）に対してほぼ設計どおりで全て上向きである。
- 水平変位：No.5 以外は右方向の変位（最大 1.8m）が認められる。

④松坂 W-8；全 13 孔中 7 孔調査

- 掘進長：設計長（50.0m）に対して全孔とも設計どおりであった。
- 削孔角度：設計角度（5°）に対してほぼ設計どおりで全て上向きである。
- 水平変位：No.3 と No.9 が左方向その他は右方向の変位（最大 80 ㎝）が認められる。

⑤松坂 W-10；全 13 孔中 7 孔調査

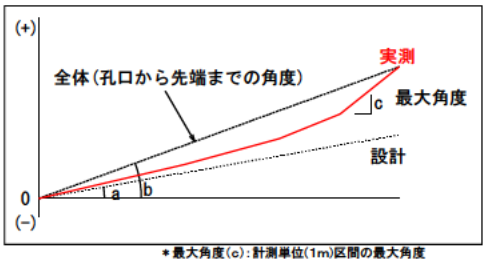
- 掘進長：設計長（50.0m）に対して No.1 以外は、ほぼ設計どおりである。No.1 孔は 33.0m付近で土砂により閉塞している。
- 削孔角度：設計角度（5°）に対してほぼ設計通りで全て上向きである。
- 水平変位：No.9 と No.11 が左方向その他は右方向の変位（最大 86 ㎝）が認められる。

表 2.3.5.1　調査結果一覧表

集水井		全本数	掘進長		掘孔角度(°)*鉛直方向			掘孔角度(°)*水平方向		掘孔径(mm)		保孔管種類		ボーリングマシン機種	タイプ	(メーカー名)	施工会社
			設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)				
沼田 W-2	No.1	14	70	70.00	5	3.17	0.110	0.185	0.37	90	−	VP50	−	PRD-75SL-H3	ロータリーパーカッション	鉱研工業	利根C
	No.4		70	70.00	5	3.83	0.140	0.188	−0.34	90	−	VP50	−				
	No.6		70	70.00	5	3.67	0.130	0.506	1.29	90	−	VP50	−				
	No.8		70	70.00	5	3.85	0.150	0.110	0.27	90	−	VP50	−				
	No.9		70	70.00	5	3.56	0.143	0.131	−0.23	90	−	VP50	−				
	No.11		70	70.00	5	3.35	0.140	0.428	1.04	90	−	VP50	−				
沼田 W-4	No.1	10	80	79.63	5	6.13	0.220	0.801	2.17	90	−	VP50	−	PRD-75SL-H3	ロータリーパーカッション	鉱研工業	利根C
	No.2		80	79.40	5	7.20	0.245	0.732	2.32	90	−	VP50	−				
	No.5		80	80.07	5	5.24	0.205	0.435	−0.82	90	−	VP50	−				
	No.8		80	79.46	5	5.67	0.210	0.151	0.40	90	−	VP50	−				
	No.10		80	48.16	5	7.92	0.260	0.992	2.27	90	−	VP50	−				
大石出口 W-3	No.1	6	80	73.80	5	5.57	0.190	0.687	1.82	90	−	SGP50	−	PRD-75SL-H3	ロータリーパーカッション	鉱研工業	㈱興和
	No.2		80	74.25	5	5.51	0.190	0.623	1.72	90	−	SGP50	−				
	No.3		80	73.00	5	5.37	0.250	0.438	1.12	90	−	SGP50	−				
	No.4		80	78.04	5	4.83	0.100	0.600	1.74	90	−	SGP50	−				
	No.5		80	78.45	5	6.30	0.220	0.050	−0.27	90	−	SGP50	−				
	No.6		80	20.00	5	−	−	−	−	90	−	SGP50	−				
松坂 W-8	No.1	13	50	49.48	5	4.22	0.140	0.043	0.13	90	−	SGP50	−	PRD-75SL-H3	ロータリーパーカッション	鉱研工業	㈱興和
	No.3		50	49.43	5	4.22	0.150	0.135	−0.43	90	−	SGP50	−				
	No.5		50	50.23	5	4.51	0.150	0.137	0.40	90	−	SGP50	−				
	No.7		50	50.21	5	4.68	0.167	0.130	0.38	90	−	SGP50	−				
	No.9		50	50.06	5	4.69	0.159	0.080	−0.18	90	−	SGP50	−				
	No.11		50	50.06	5	4.73	0.160	0.104	0.30	90	−	SGP50	−				
	No.13		50	50.00	5	5.10	0.170	0.248	0.82	90	−	SGP50	−				
松坂 W-10	No.1	13	50	33.63	5	5.09	0.170	0.085	0.28	90	−	SGP50	−	PRD-75SL-H3	ロータリーパーカッション	鉱研工業	㈱興和
	No.3		50	48.35	5	6.90	0.250	0.086	0.59	90	−	SGP50	−				
	No.5		50	50.08	5	5.15	0.190	0.244	0.86	90	−	SGP50	−				
	No.7		50	48.55	5	5.78	0.200	0.076	0.15	90	−	SGP50	−				
	No.9		50	50.00	5	5.23	0.170	0.489	−0.89	90	−	SGP50	−				
	No.11		50	50.14	5	4.92	0.170	0.107	−0.27	90	−	SGP50	−				
	No.13		50	50.21	5	5.26	0.180	0.107	0.30	90	−	SGP50	−				

現場名	滝坂地すべり
ブロック名	松坂
施工個所	W-8

		掘進長(m)		削孔角度(°)＊鉛直方向			削孔方向 ＊水平方向		削孔径(mm)		保孔管種類		備　考
		設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)	
集水Bor.	No.1	50	49.48	5	4.23	0.14	0.043	0.13	90	−	SGP50	−	
	No.3	50	49.43	5	4.22	0.15	0.135	−0.43	90	−	SGP50	−	
	No.5	50	50.23	5	4.52	0.15	0.137	0.4	90	−	SGP50	−	
	No.7	50	50.21	5	4.70	0.167	0.130	0.38	90	−	SGP50	−	
	No.9	50	50.06	5	4.70	0.159	0.080	−0.18	90	−	SGP50	−	
	No.11	50	50.06	5	4.74	0.16	0.104	0.3	90	−	SGP50	−	
	No.13	50	50	5	5.12	0.17	0.248	0.82	90	−	SGP50	−	
排水ボーリング													



＊最大角度(c):計測単位(1m)区間の最大角度

削孔角度(鉛直方向)のイメージ

＊削孔径や保孔管の種類を変更した場合、その理由をご記入ください。

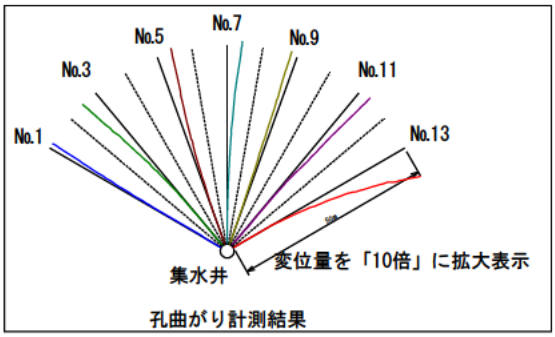
削孔径および保孔管の種類は設計図書の通り。

＊孔曲がりがある場合、考えられる原因をご記入ください。

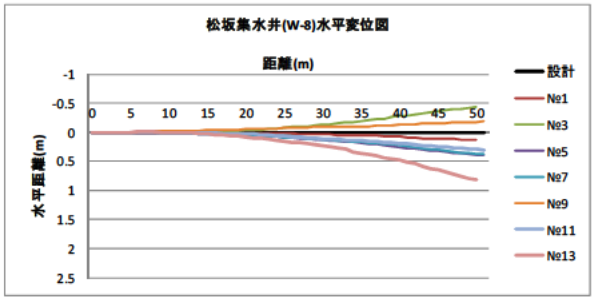
地質変化が多く見られたために孔曲がりが生じたものと考えられる。
No.11号孔およびNo.13号孔では硬質な転石(花崗岩)が見受けられた。

＊削孔時に苦労したことや工夫したことがあればご記入ください。

地質によってはケーシングが締め付けられるようなところが多々見受けられた。



孔曲がり計測結果



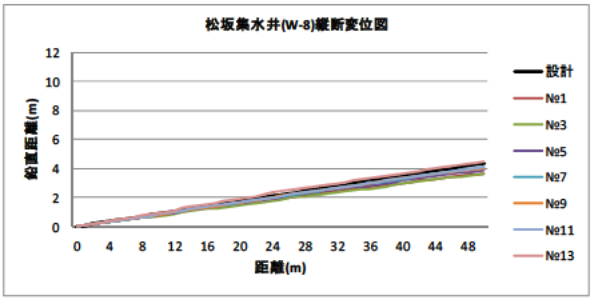
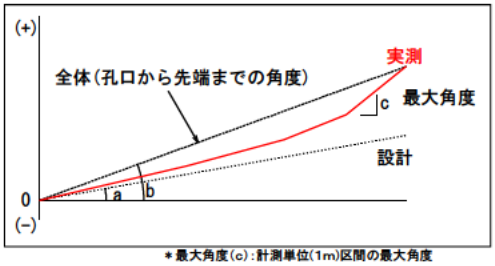


図 2.3.5.2 松坂地区 W-8 の集水ボーリングの孔曲り測定結果

現場名	滝坂地すべり
ブロック名	松坂
施工個所	W-10

		掘進長(m)		削孔角度(°) *鉛直方向			削孔方向 *水平方向		削孔径(mm)		保孔管種類		備　考
		設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)	
集水Bor.	No.1	50	33.63	5	5.10	0.17	0.085	0.28	90	−	SGP50	−	
	No.3	50	48.35	5	6.94	0.25	0.086	0.59	90	−	SGP50	−	
	No.5	50	50.08	5	5.17	0.19	0.244	0.86	90	−	SGP50	−	
	No.7	50	48.55	5	5.80	0.2	0.076	0.15	90	−	SGP50	−	
	No.9	50	50	5	5.24	0.17	0.489	−0.89	90	−	SGP50	−	
	No.11	50	50.14	5	4.93	0.17	0.107	−0.27	90	−	SGP50	−	
	No.13	50	50.21	5	5.28	0.18	0.107	0.3	90	−	SGP50	−	
排水ボーリング													



＊最大角度(c):計測単位(1m)区間の最大角度

削孔角度(鉛直方向)のイメージ

＊削孔径や保孔管の種類を変更した場合、その理由をご記入ください。

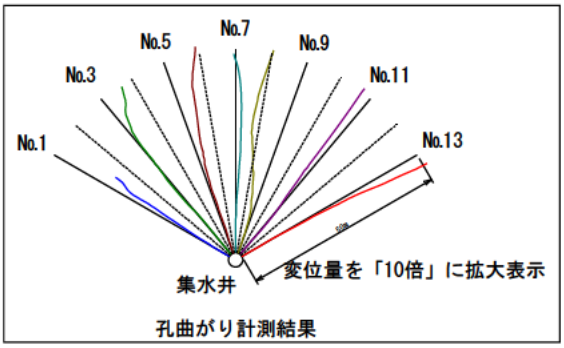
削孔径および保孔管の種類は設計図書の通り。

＊孔曲がりがある場合、考えられる原因をご記入ください。

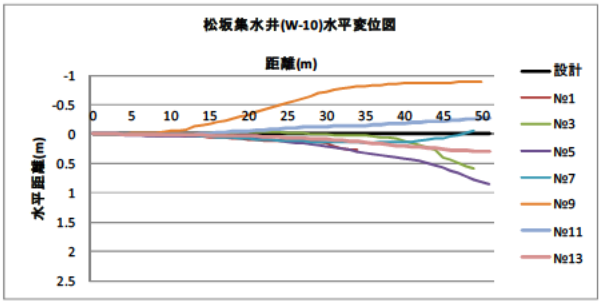
地質変化が多く見られたために孔曲がりが生じたものと考えられる。
硬質な転石(玄武岩および花崗岩)が非常に多く見受けられた。

＊削孔時に苦労したことや工夫したことがあればご記入ください。

硬質な転石が多く、ビットを交換しながらの施工を余儀なくされた。



孔曲がり計測結果



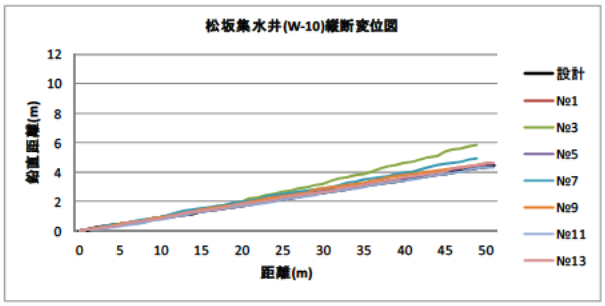
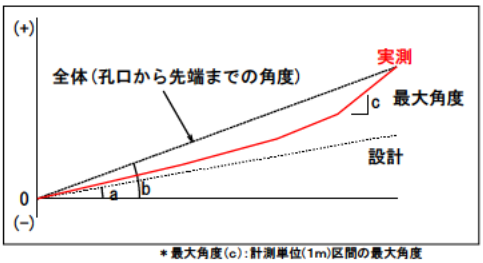


図 2.3.5.3 松坂地区 W-10 の集水ボーリングの孔曲り測定結果

現場名	滝坂地すべり
ブロック名	沼田
施工個所	W-2

		掘進長(m)		削孔角度(°)＊鉛直方向			削孔方向 ＊水平方向		削孔径(mm)		保孔管種類		備　考
		設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)	
集水Bor.	No.1	70	70	3	3.18	0.11	0.185	0.37	90	−	VP50	−	
	No.4	70	70	3	3.83	0.14	0.188	−0.34	90	−	VP50	−	
	No.6	70	70	3	3.68	0.13	0.506	1.29	90	−	VP50	−	
	No.8	70	70	3	3.86	0.15	0.110	0.27	90	−	VP50	−	
	No.9	70	70	3	3.56	0.143	0.131	−0.23	90	−	VP50	−	
	No.11	70	70	3	3.35	0.14	0.428	1.04	90	−	VP50	−	
排水ボーリング													



＊最大角度(c):計測単位(1m)区間の最大角度

削孔角度(鉛直方向)のイメージ

＊削孔径や保孔管の種類を変更した場合、その理由をご記入ください。

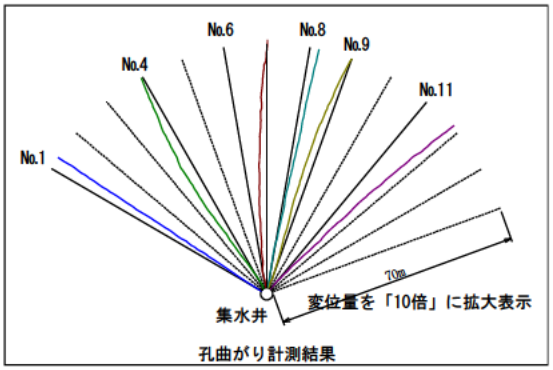
削孔径および保孔管の種類は設計図書の通り。

＊孔曲がりがある場合、考えられる原因をご記入ください。

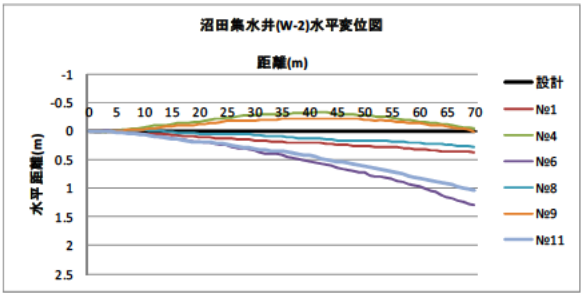
地質が強風化凝灰岩(軟質)であったため、孔曲がりが発生したものと推測する。

＊削孔時に苦労したことや工夫したことがあればご記入ください。

特に無し。



孔曲がり計測結果



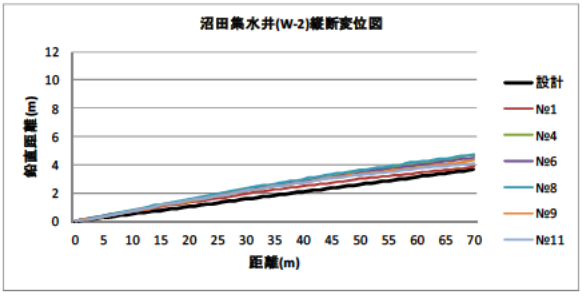
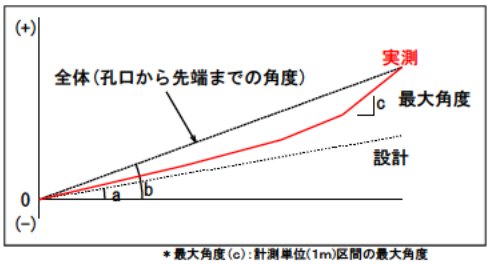


図 2.3.5.4 沼田地区 W-2 の集水ボーリングの孔曲り測定結果

現場名	滝坂地すべり
ブロック名	沼田
施工個所	W-4

		掘進長(m)		削孔角度(°)＊鉛直方向			削孔方向 ＊水平方向		削孔径(mm)		保孔管種類		備　考
		設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)	
集水Bor.	No.1	80	79.63	5	6.15	0.22	0.801	2.17	90	−	VP50	−	
	No.2	80	79.4	5	7.24	0.245	0.732	2.32	90	−	VP50	−	
	No.5	80	80.07	5	5.25	0.205	0.435	−0.82	90	−	VP50	−	
	No.8	80	79.46	5	5.69	0.21	0.151	0.4	90	−	VP50	−	
	No.10	80	48.16	5	7.97	0.26	0.992	2.27	90	−	VP50	−	
排水ボーリング													



＊最大角度(c):計測単位(1m)区間の最大角度

削孔角度(鉛直方向)のイメージ

＊削孔径や保孔管の種類を変更した場合、その理由をご記入ください。

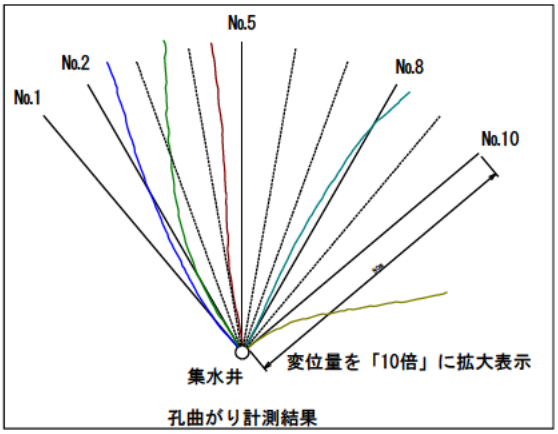
削孔径および保孔管の種類は設計図書の通り。

＊孔曲がりがある場合、考えられる原因をご記入ください。

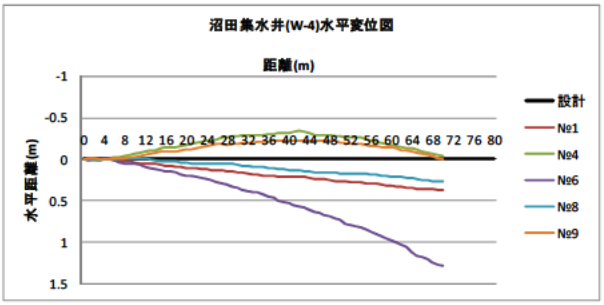
地質が強風化凝灰岩(軟質)であったため、孔曲がりが発生したものと推測する。

＊削孔時に苦労したことや工夫したことがあればご記入ください。

特に無し。



孔曲がり計測結果



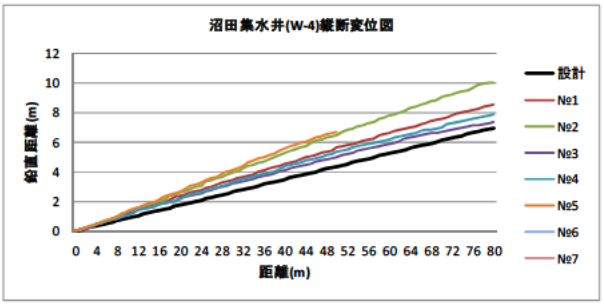
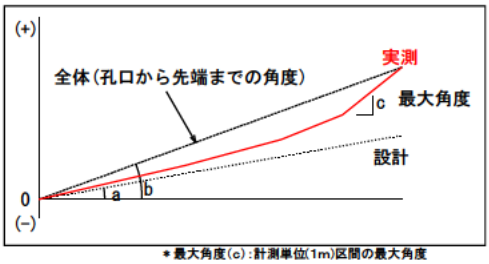


図 2.3.5.5 沼田地区 W-4 の集水ボーリングの孔曲り測定結果

現場名	滝坂地すべり
ブロック名	大石出口
施工個所	W-3

		掘進長(m)		削孔角度(°)＊鉛直方向			削孔方向 ＊水平方向		削孔径(mm)		保孔管種類		備　考
		設計	実測	設計(a)	全体(b)	最大角度(α)	平均誤差(m)	最大誤差(m)	設計	(変更後)	設計	(変形後)	
集水Bor.	№1	80	73.8	5	5.59	0.19	0.687	1.82	90	−	SGP50	−	
	№2	80	74.25	5	5.53	0.19	0.623	1.72	90	−	SGP50	−	
	№3	80	73	5	5.38	0.25	0.438	1.12	90	−	SGP50	−	
	№4	80	78.04	5	4.84	0.1	0.600	1.74	90	−	SGP50	−	
	№5	80	78.45	5	6.32	0.22	0.050	−0.27	90	−	SGP50	−	
	№6	80	−	5	−	−	−	−	90	−	SGP50	−	孔口より20m位置が閉塞、その先は不明。中央部の小孔から流水確認。
排水ボーリング													



＊最大角度(c):計測単位(1m)区間の最大角度

削孔角度(鉛直方向)のイメージ

＊削孔径や保孔管の種類を変更した場合、その理由をご記入ください。

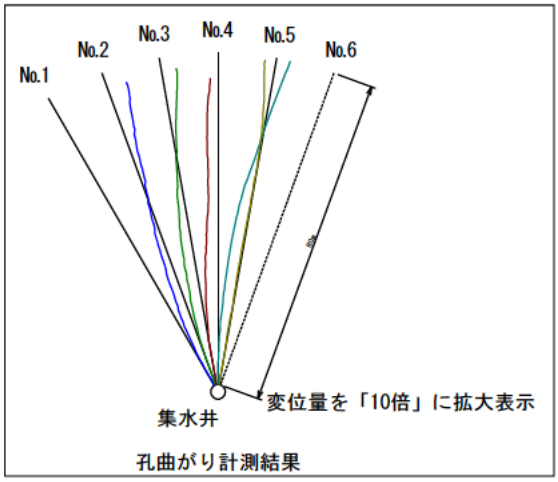
削孔径及び保孔管の種類は設計図書の通り。

＊孔曲がりがある場合、考えられる原因をご記入ください。

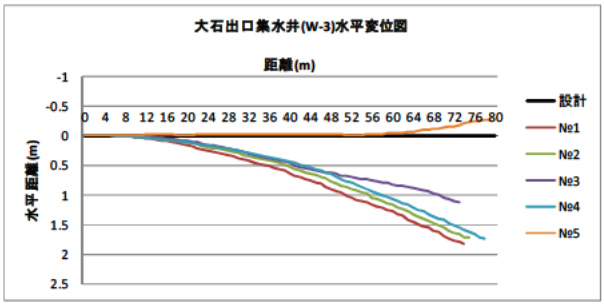
特定できる原因は不明。

＊削孔時に苦労したことや工夫したことがあればご記入ください。

特に無し。



孔曲がり計測結果



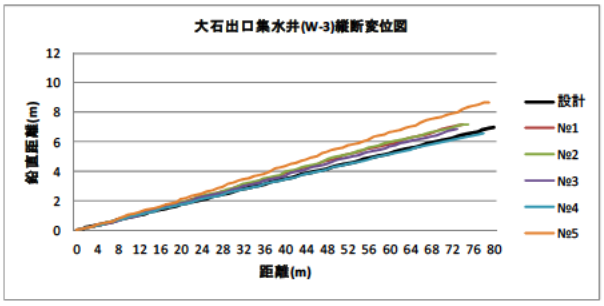


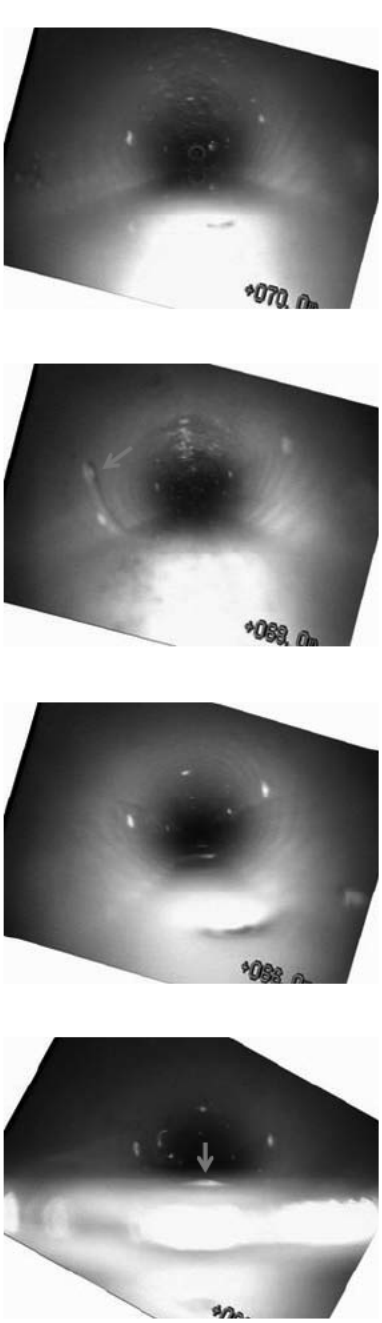
図 2.3.5.6 大石出口地区 W-3 の集水ボーリングの孔曲り測定結果

保孔管の設置延長は、大石出口地区などでは設計長 80mであるが実測長は全体的にバラツキが認められ、施工時に地質等の要因で変更されたものと推測される。**表 2.3.5.1** に示される沼田W-4 の No.10、大石出口W-3 の No.6 および松坂 W-10 の No.1 の保孔管については、土砂による閉塞のために測定できなかった。これらを除く保孔管では、ほぼ設計どおりの延長であった。水平変位は、全体的に右方向へ変位している。変位量は先端部が最大であるが隣の孔と接触または急接近しているものは認められない。

測定値にはバラツキは認められるもののほとんど施工の許容値内に収まっている。削孔角度は、逆勾配は認められず集水もほとんどの孔から確認される。

(3)管内カメラ観察

例として**写真**2.3.5.1～**写真**2.3.5.2に沼田地区における集水ボーリングの管内カメラ画像を示した。管内カメラ画像により集水穴から噴水のように集水されている状況も確認される。しかし集水ボーリングの深部で保孔管に流入した地下水が途中で漏水または逸水している孔も認められる。



集水井名	沼田(W-2)
孔番	№11号孔

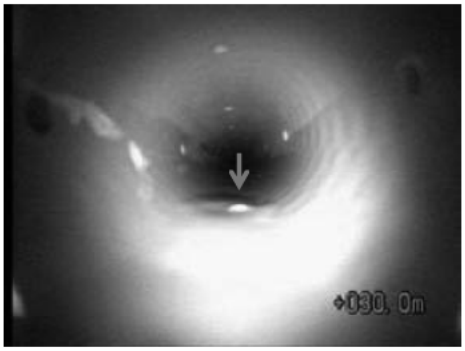
70m付近
湧水あり。

68.7m付近
左側壁部のストレーナより流入。

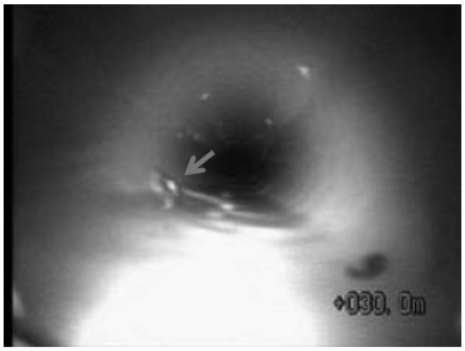
66m付近
孔内の地下水はほぼ逸水。

63.9m付近
カメラー部水没。孔底のストレーナより流入。その後、深度60.5mで地下水はほぼ逸水。

写真 2.3.5.1　沼田地区 W-2 の管内カメラ観察画像

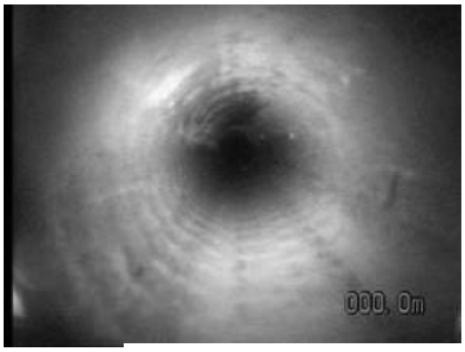


31.5m付近
孔底のストレーナより流入。



30.8m付近
左下のストレーナより流入。その後、
深度 28mで地下水はほぼ逸水。

7.5m付近
左下のストレーナより流入。



孔口付近

写真 2.3.5.2　沼田地区 W-2 の管内カメラ観察画像

2.3.6　下塩谷地区

(1)調査概要

新潟県小地谷市塩谷に位置する芋川地すべりの下塩谷地区を対象として、**図 2.3.6.1** に示す 3 箇所の横ボーリングについて孔曲り測定および管内カメラ観察を実施した。調査概要は**表 2.3.6.1** のとおりである。なお、横ボーリング工は平成 22 年 10 月施工である。

(2)調査位置

住所　：新潟県小千谷市塩谷　地先

（下塩谷地区地すべり対策（その 4）工事　横ボーリング工　平成 22 年 10 月施工）

北緯 37 度 18 分 01 秒（37.300221 度）、東経 138 度 53 分 49 秒（138.896833 度）

全磁力 = 47412nT 偏角 = 7° 36’（西偏）

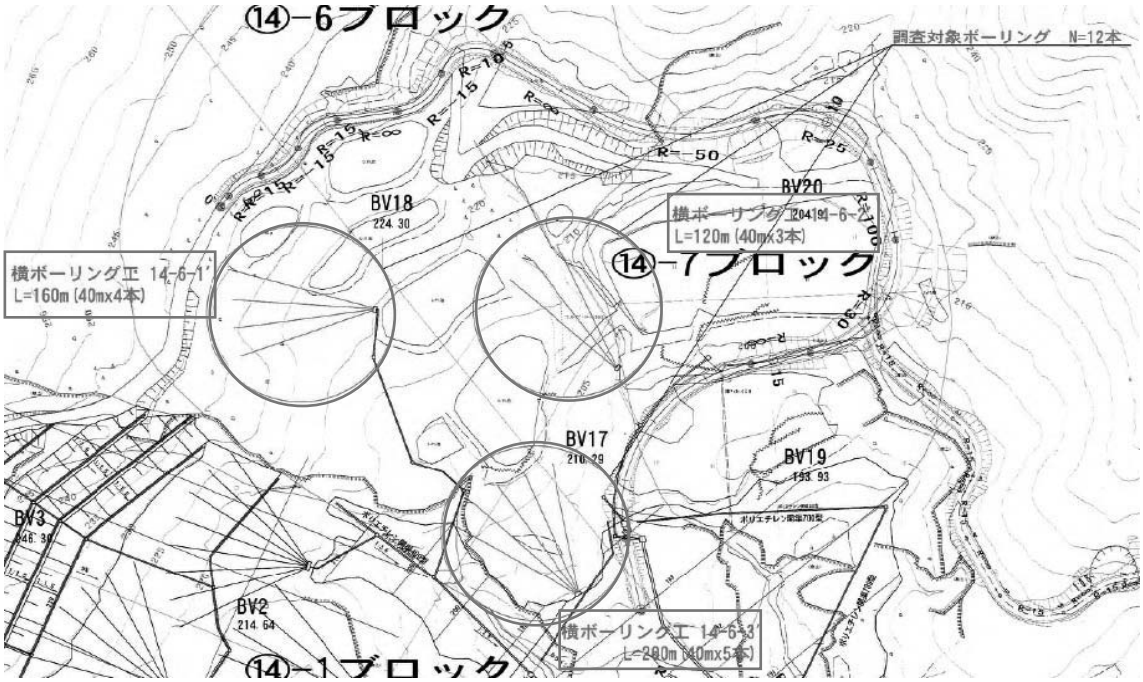


図 2.3.6.1　調査位置

表 2.3.6.1　調査概要

調査対象孔 No	本数	延長	掘進角度	保孔管種類	削孔径
14-6-1	4 本	160m	上向き 5°	VP40 斜孔管	105mm
14-6-2	3 本	120m	上向き 7°	VP40 斜孔管	105mm
14-6-3	5 本	200m	上向き 5°	VP40 斜孔管	118mm

（調査時期：平成 22 年 11 月）

(3)調査項目

①孔曲り測定

地下水排除ボーリング工の施工実態を把握するため、削孔後の孔曲りを測定する。

②管内カメラ観察

調査対象ボーリング 12 本とし、保孔管内の集水状況、排水状況等を観察し記録する。

(4)使用機器

デジタルオンライン（孔曲り測定）を用いた。

①適用

本測定装置は非磁性体の管内および裸孔内の孔曲りを測定するシステムで、オンラインツールを孔内部に投入し深度毎の方位角、傾斜角をデータ収集し距離換算を行い、孔の曲り具合を確認するシステムである。本測定装置は磁性を有する鉄、および磁性体を有する金属に関して方位角（地球地磁気）に影響を有するため、非磁性の環境下での測定システムであり、オンラインツールは、外径＝φ35mm、長さ＝527mmと小型化されている。

②機能および性能

デジタルオンラインシステム（DOS-180）のピッチ角（上下角）姿勢検知は３軸の構成の角速度センサを使用し、ヨー角（左右方向角）においては、３軸構成の磁気センサを使用し姿勢検知を行っている。構成としては、円筒形状容器内部中心軸に沿ってＸ軸、直交方向２方向にＹ、Ｚ軸の加速度センサと同様な配置に磁気センサを３軸配置した構造である。加速度センサは、３軸に配置することによりツールが傾斜した場合、それぞれの加速度センサが重力を３成分ベクトルとして測定できることから、このツールの垂線からの傾斜角が演算できる（**図 2.3.6.2**）。

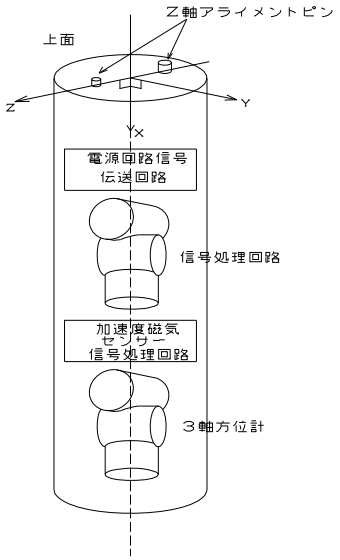


図 2.3.6.2　円筒形状容器の内部

加えて、同様に、地磁気成分を測定することにより、ツールの方位角（磁北からの角度）が計算できる。

傾斜角、方位角、演算式

ｇｘ、ｇｙ、ｇｚ　　：　加速度計各成分出力
Ｈｘ、Ｈｙ、Ｈｚ　　：　磁気センサ各成分出力
Ｈ1ｘ、Ｈ1ｙ、Ｈ1ｚ　：　基準水平面に投影された磁気センサ各成分出力

1)　傾斜角度　$\theta inc = A\tan\sqrt{\left(Gy^2+Gz^2\right)/Gx}$

2)　方位角　　θaz＝Atan(－Ｈｙ1／Ｈｘ1)

＝Atan((Ｈｚ・ｇｙ－Ｈｙ・ｇｚ)・ｇ／(Ｈｘ・(ｇｙ^2＋ｇｚ^2)

－Ｈｙ・ｇｘ・ｇｙ－Ｈｚ・ｇｘ・ｇｚ))

ｇ^2＝(ｇｘ^2＋ｇｙ^2＋ｇｚ^2)＝1.0

ｇｘ＝±√(1－ｇｙ^2－ｇｚ^2)

Ｈｘ1＝Ｈｘ・(ｇｙ^2＋ｇｚ^2)－Ｈｙ・ｇｙ・ｇｘ－Ｈｚ・ｇｘ・ｇｚ

－Ｈｙ1＝ｇ・(Ｈｚ・ｇｙ－Ｈｙ・ｇｚ)

使用したセンサの寸法および外観を**図 2.3.6.3** および**写真 2.3.6.1** に示す。また、使用機材の写真と一覧を**写真 2.3.6.2** および**表 2.3.6.2** に示した。

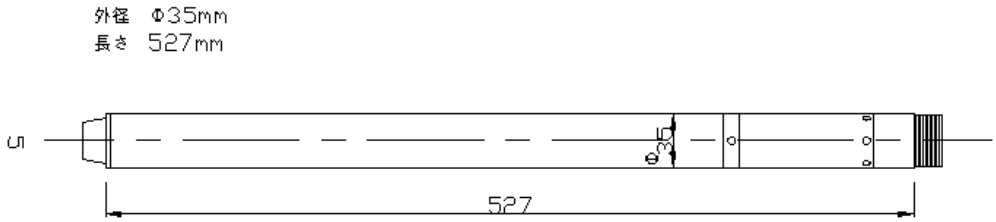


図 2.3.6.3　センサの寸法

写真 2.3.6.1　センサ外観

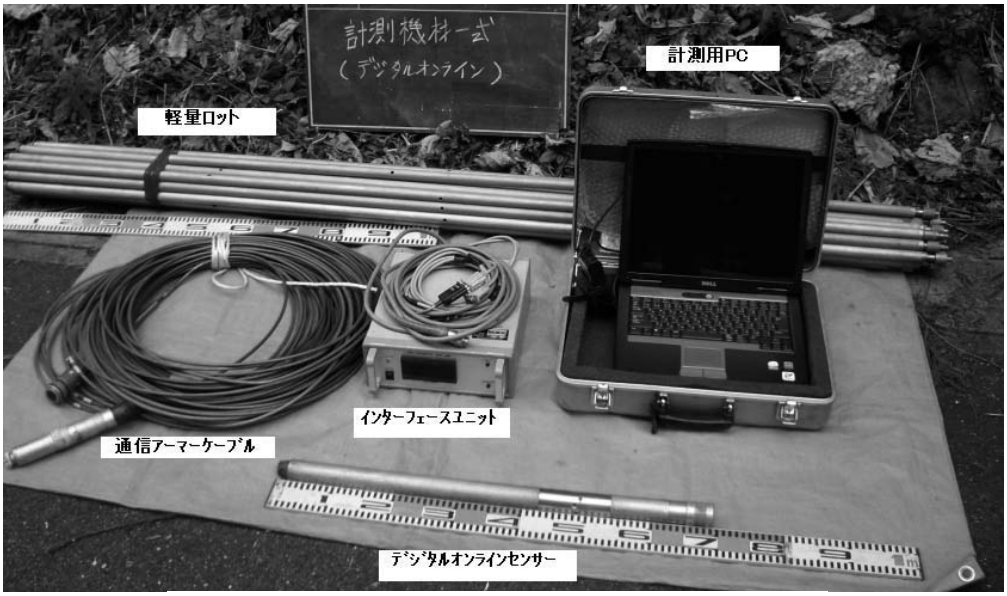


写真 2.3.6.2　使用機材

表 2.3.6.2　使用機材一覧

No	機　材　名	仕　　様	数量	重 量	備　考
1	ﾃﾞｼﾞﾀﾙｵﾝﾗｲﾝｾﾝｻ	DOS180(360 全方位)	2	1	
2	ｵﾝﾗｲﾝｲﾝﾀｰﾌｪｰｽﾕﾆｯﾄ		2	1	
3	測定用ﾊﾟｿｺﾝ		2	1	
4	7 芯ｱｰﾏｰｹｰﾌﾞﾙ 60m	通信ｹｰﾌﾞﾙ(7 芯)	1	20	
5	配線類		2	1	
6	検縄		1	0.5	
7	軽量ﾛｯﾄﾞ	L=2m	30	1×30	
8	先端ﾛｯﾄﾞ		1	0.5	
9	ｵﾝﾗｲﾝﾊﾞｯﾃﾘｰ(24V)		1	5	
10	安定化電源		1	6	
11	ｵﾝﾗｲﾝ電源	REGULATED DCPOWER	1	2	
12	ﾎﾞｱﾎｰﾙｶﾒﾗ AS4450		1	30	
13	ﾎﾞｱﾎｰﾙｶﾒﾗ説明書		1	1	
14	ﾎﾞｱﾎｰﾙｶﾒﾗﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ	ﾊﾟｿｺﾝ	1	1	
15	ｶｰﾄﾞﾘｰﾀﾞｰ		1	0.5	
16	発電機、予備ﾀﾝｸ	10L 缶	1	20	
17	工具箱、ﾋﾞﾆｰﾙﾃｰﾌﾟ			1	
18	無線機		2	1	
19	電工ﾄﾞﾗﾑ	L=３０m	1	3	
20	ﾃﾞｼﾞﾀﾙｶﾒﾗ		1	0.5	
21	予備配線	ｱｰｽ用	1	0.5	
22	ﾌﾞﾙｰｼｰﾄ、dog house	雨養生	1		
23	ﾀｺﾏﾝ	雨養生	1	4	

(5)測定方法

①デジタルオンライン（孔曲り測定）

・事前準備

1)搬入路の確認をする。

2)運搬車の確認（重量物 ﾛｯﾄ等、程）をする。

3)発電機の設置及び電源の確保を行う。

4)測定資材設置場所の確保（2.5m²程度）を行う。

・水平オンライン測定方法

1)発電機、軽量ロット、インターフェース、ＰＣを配置する。

2)オンライン本体ツール、インターフェース、ＰＣを配線する。

3)電源ＯＮ後、オンラインツールの動作を確認する。

4)測定開始する。

5)軽量ロット等にて、オンラインツールを測定位置に押しこみデータの取得を行い、各測定ピッチでのデータ収集を繰り返す。測定は通常、孔口から孔先端にかけて順次データの取得を行う。測定深度は検縄等にて行い、場合によっては、ロット押しの為の電動ウインチを使用しデータ収集終了後、オンラインツールを測定孔から回収する。

6)測定終了後、次の測定孔への移動または、収穫データの出力（演算後）出力データはデータ一覧表、上下変位推移グラフ、左右変位推移グラフとする。

図 2.3.6.4 にデジタルオンラインの水平測定方法を示した。

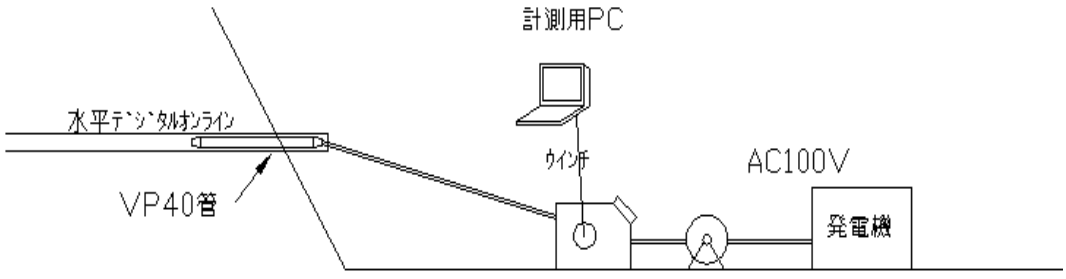


図 2.3.6.4　デジタルオンラインによる測定（水平測定方法）

②管内カメラ観察

・事前準備

1）搬入路を確認する。

2）運搬車を確認（重量物 程）する。

3）カメラ機材を搬入（電源とバックアップPC搬入）する。

4）発電機の設置及び電源の確保を行う。

5）測定資材設置場所の確保（2.5m²程度）を行う。

・水平オンライン測定方法

1）カメラ機材の動作確認とﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ ＰＣの準備を行う。

2）カメラ機材の配線をする。

3）管内カメラ観察を開始する。

4）カメラヘッドを斜孔管内に挿入し管内の集水及び排水状況を確認する。（測定時間は１孔につき約 20 分程度）

5）以降１孔終了毎にﾃﾞｰﾀﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ をPCにて行い、次の測定孔を観察する。

図 2.3.6.5　管内カメラ観察

(6)測定結果

孔曲がり測定を行った3箇所の結果を、**図 2.3.6.6** に整理した。また、**図 2.3.6.7～図 2.3.6.9** には、平面変位図、横断変位図、水平方向の設計角度差、仰角分布図、設計値からの水平変位図に結果をとりまとめた。

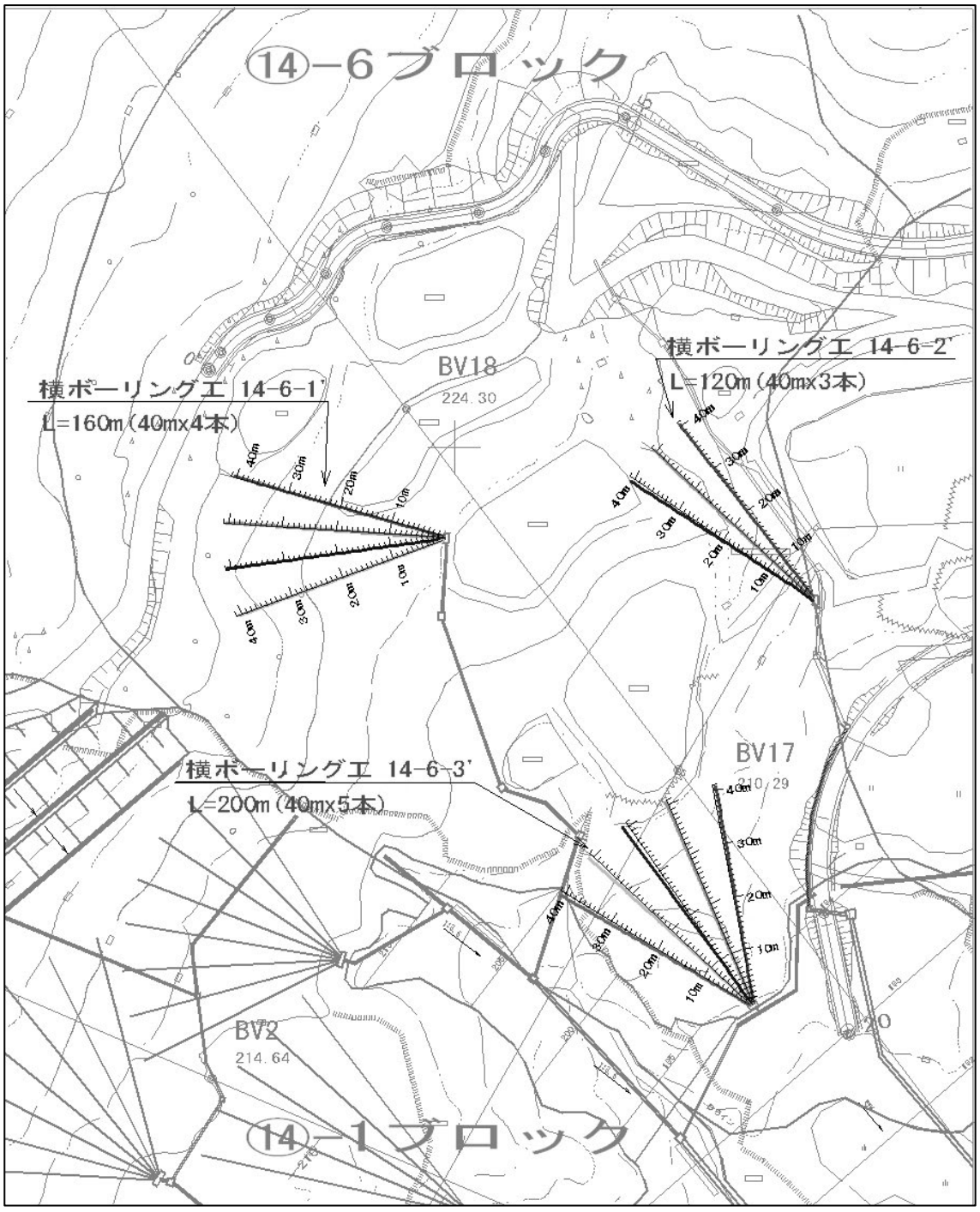
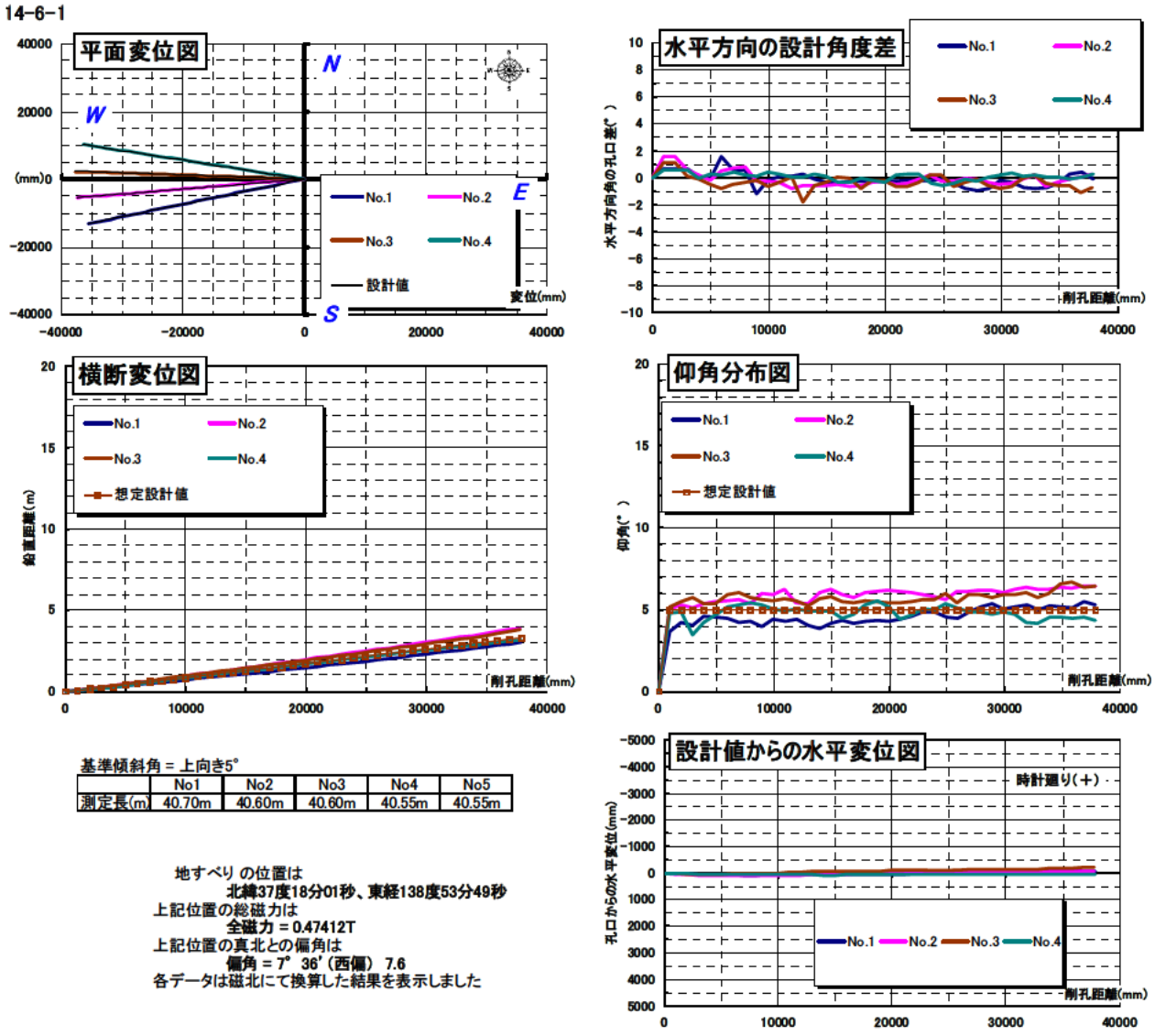


図 2.3.6.6　孔曲がり計測

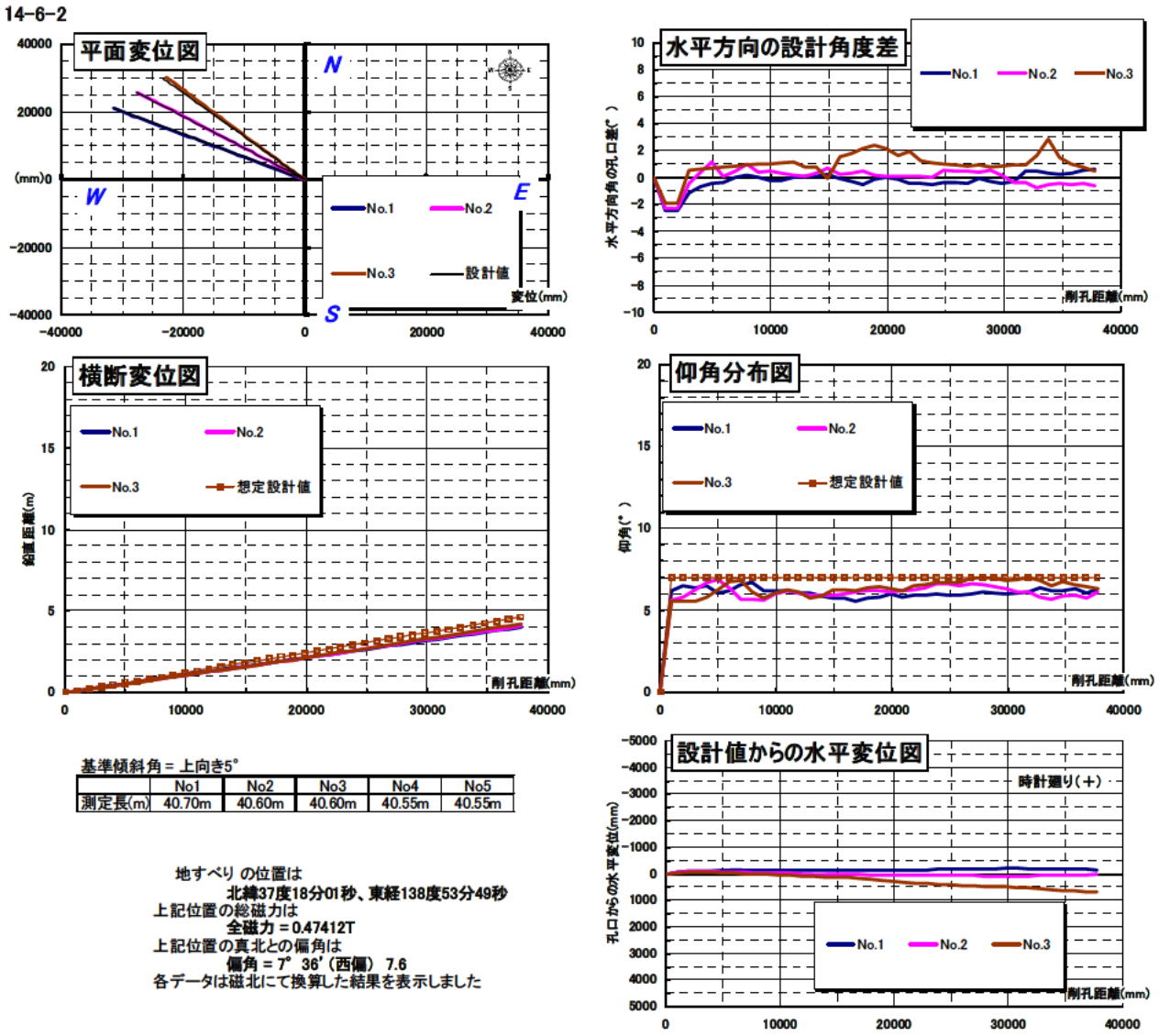


基準傾斜角 = 上向き5°

	No1	No2	No3	No4	No5
測定長(m)	40.70m	40.60m	40.60m	40.55m	40.55m

地すべり の位置は
北緯37度18分01秒、東経138度53分49秒
上記位置の総磁力は
全磁力 = 0.47412T
上記位置の真北との偏角は
偏角 = 7° 36'(西偏) 7.6
各データは磁北にて換算した結果を表示しました

図 2.3.6.7　14-6-1 横ボーリング工の測定結果

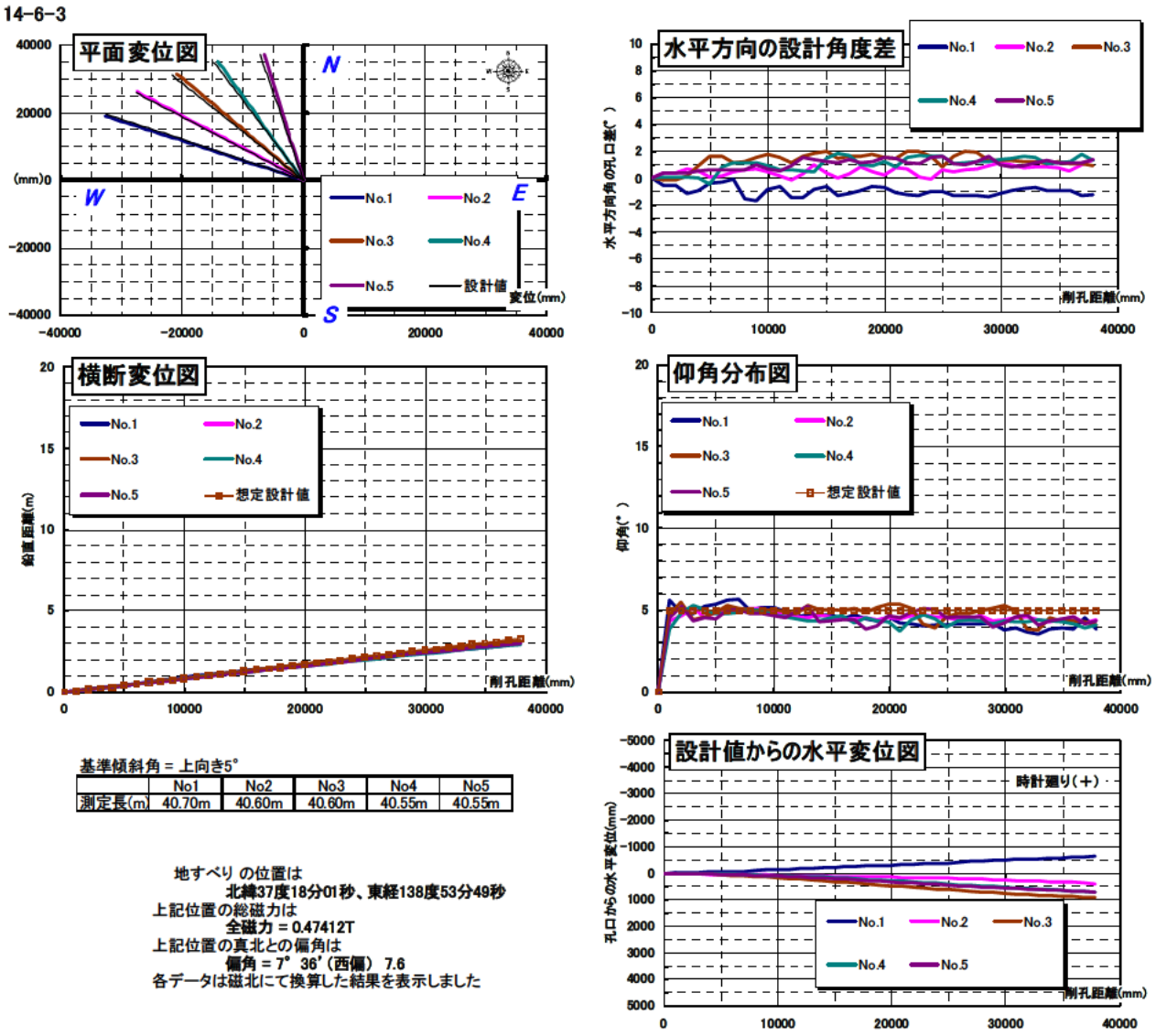


基準傾斜角＝上向き5°

	No1	No2	No3	No4	No5
測定長(m)	40.70m	40.60m	40.60m	40.55m	40.55m

地すべり の位置は
北緯37度18分01秒、東経138度53分49秒
上記位置の総磁力は
全磁力＝0.47412T
上記位置の真北との偏角は
偏角＝7° 36'（西偏） 7.6
各データは磁北にて換算した結果を表示しました

図 2.3.6.8　14-6-2 横ボーリング工の測定結果



基準傾斜角＝上向き5°

	No1	No2	No3	No4	No5
測定長(m)	40.70m	40.60m	40.60m	40.55m	40.55m

地すべり の位置は
北緯37度18分01秒、東経138度53分49秒
上記位置の総磁力は
全磁力＝0.47412T
上記位置の真北との偏角は
偏角＝7° 36'（西偏） 7.6
各データは磁北にて換算した結果を表示しました

図 2.3.6.9　14-6-3 横ボーリング工の測定結果

(7) 孔曲り測定 14-6-1 の考察

本ブロックにおける 4 本の測定結果について、10m 区間毎の変位を**図 2.3.6.10** に整理した。上下の変位状況、左右の変位状況を正面図で確認すると、No.1 および No.4 の仰角は基準角 5° より小さくなる傾向が見られ、No.2 および No.3 の仰角は基準角 5° より大きくなる傾向が見られた。左右変位は測定孔 4 本中、最大値を示す No.3 では、291.97mm であり約 1/140 の精度以内に収まる結果になった。基点からの実際の離れ距離は No.2 の 633.48mm が最大値である。横ボーリング工は時計廻りに回転しながら掘進している特徴が見られた。

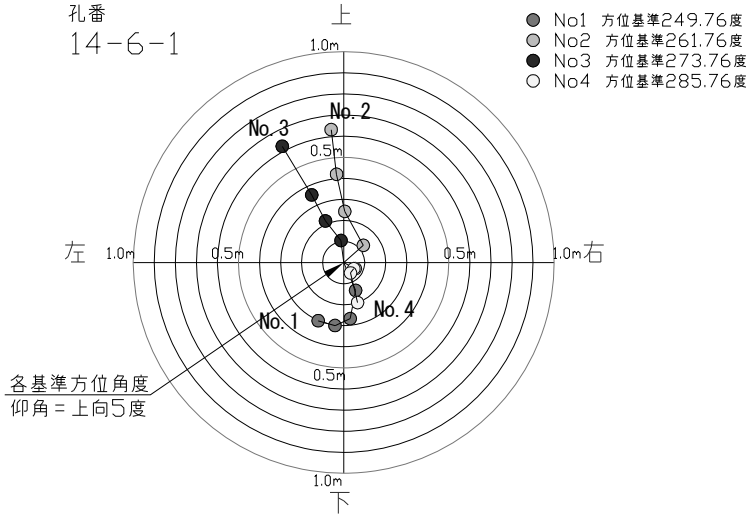


図 2.3.6.10　孔曲りのベクトル表現

表 2.3.6.3 測定結果一覧

No.	基準方位角	仰角	上下変位(mm)	左右変位(mm)	偏距離 (RSS)(mm)
No.1	249.76°	5°	下 121.08	左 275.91	301.31
No.2	261.76°	5°	上 630.68	左 59.55	633.48
No.3	273.76°	5°	上 551.75	左 291.97	624.24
No.4	285.76°	5°	下 189.57	右 66.21	200.80

注) RSS=上下と左右のベクトル値

(8) 孔曲り測定　14-6-2 の考察

本ブロックにおける 3 本の測定結果について、10m 区間毎の変位を**図 2.3.6.11** に整理した。3 本とも下向きの傾向が見られた。上下変位では No.1 および No.2 は約 700mm とほぼ同じ位置を保ち、No.3 に関しては約 500mm と他の 2 本より傾斜が緩い傾向が見られた。左右の変位は No.3 に関して他の 2 孔よりやや大きく 693.46mm となる。 基点からの実際の離れ距離は No.3 が最大で 885.85mm と 1/45 以内に収まる結果が得られた。この孔もやや時計廻りに回転しながら掘進している特徴が表れている。

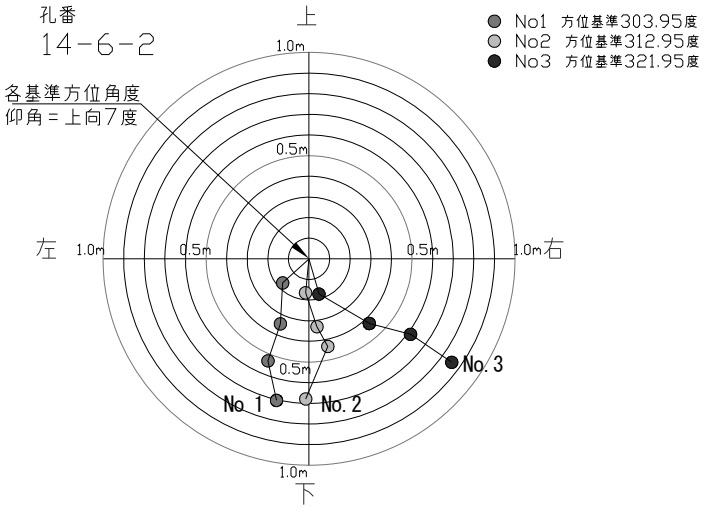


図 2.3.6.11　孔曲りのベクトル表現

表 2.3.6.4　測定結果一覧

No.	基準方位角	仰角	上下変位(mm)	左右変位(mm)	偏距離 (RSS)(mm)
No. 1	303.95°	5°	下 686.00	左 158.14	703.99
No. 2	312.95°	5°	下 679.04	左 15.42	679.22
No. 3	321.95°	5°	下 501.59	右 693.46	885.85

注) RSS=上下と左右のベクトル値

(9) 孔曲り測定　14-6-3 の考察

本ブロックにおける 5 本の測定結果について、10m 区間毎の変位状況を**図 2.3.6.12** に整理した。この孔は 5 本とも下向きの傾向が見られ、上下変位では、ほぼ均等に 400mm ほどの値を示し、左右変位について No.1 以外は右側に垂れ下がる様に、下向きであった。ここでは、全体的に孔口から左右に広がりつつ下方向に垂れ気味に先端が伸びている。

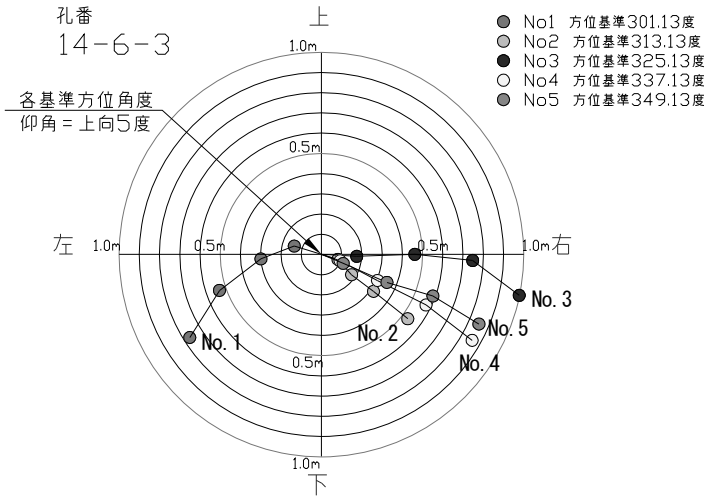


図 2.3.6.12　孔曲りのベクトル表現

表 2.3.6.5 測定結果一覧表

No.	基準方位角	仰角	上下変位(mm)	左右変位(mm)	偏距離 (RSS)(mm)
No. 1	301.13°	5°	下 410.59	左 650.58	769.31
No. 2	313.13°	5°	下 317.69	右 426.81	532.07
No. 3	325.13°	5°	下 202.10	右 977.90	998.56
No. 4	337.13°	5°	下 424.62	右 745.27	857.75
No. 5	349.13°	5°	下 344.03	右 778.58	851.20

注）RSS=上下と左右のベクトル値

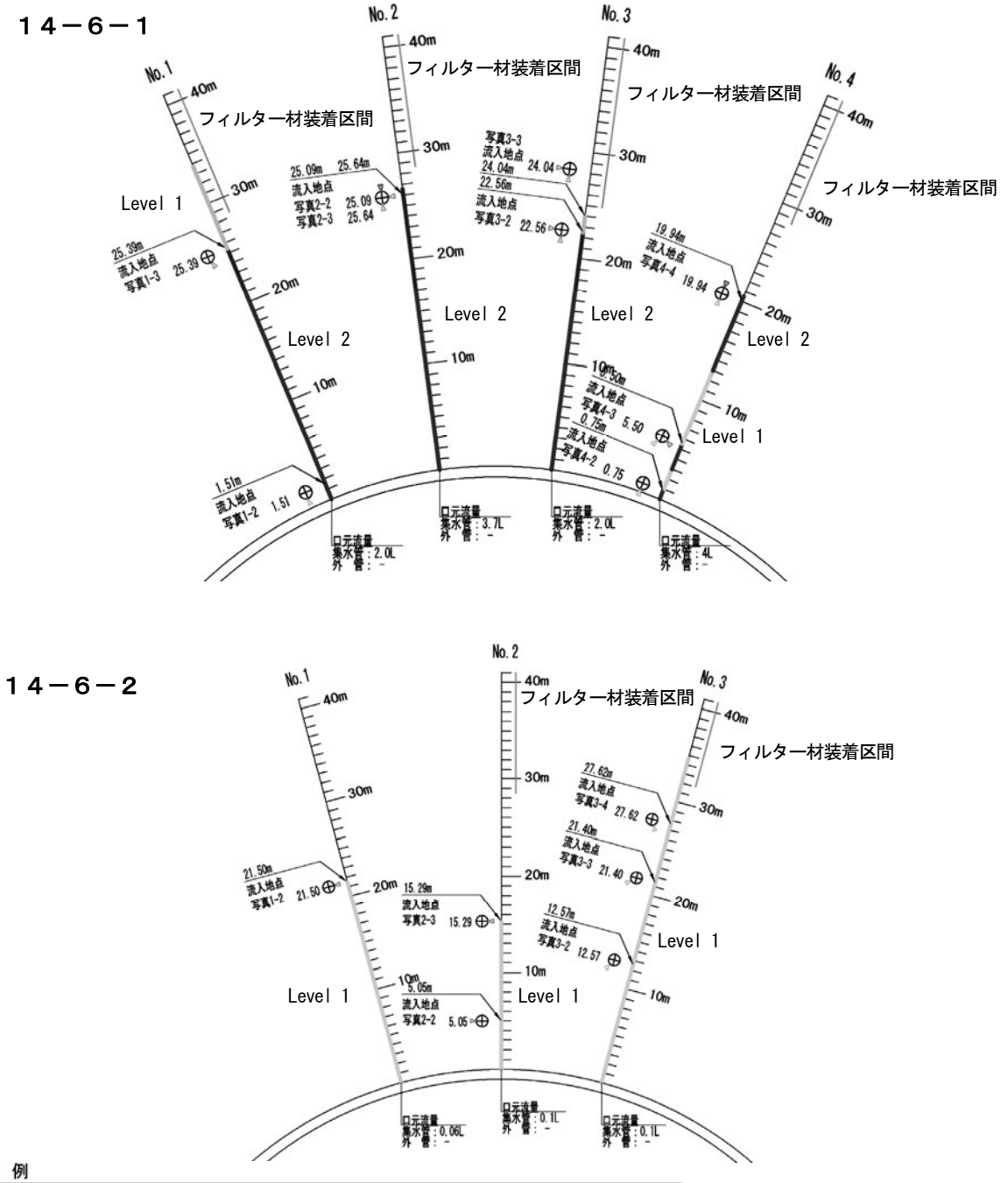
(10) 管内カメラ観察結果

①地下水の流入位置および管内流量

図 2.3.6.13 に下塩谷地区における流量レベル毎（Level1、Level2）* の地下水流入位置および地下水流下区間について管内カメラ観察結果を図化する。

他地区と同様に、下塩谷地区においても地下水はある一定のストレーナから保孔管内に流入しており、また、一度保孔管に流入した地下水が、管内を流下するうちに途中で漏水が見られた。

* Level1：水深がほとんど無い
  Level2：水深が確保される



凡 例

記 号	項 目	内 容
	地下水流下区間(Level1)	地下水が筋状に流下していて、表面張力により山なりの断面形状を呈す。
	地下水流下区間(Level2)	地下水の流下が顕著で、水位が保孔管断面の相当量を占有する状態。
	地下水流入位置	地下水が保孔管内部に流入する場所を特定できる場合にその断面的な位置を示す。
	ﾌｨﾙﾀｰ材装着区間	保孔管内部に土砂の流入防止

※流量レベルの区分イメージ

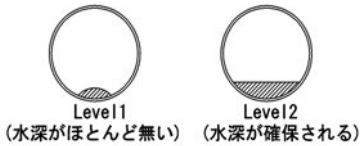
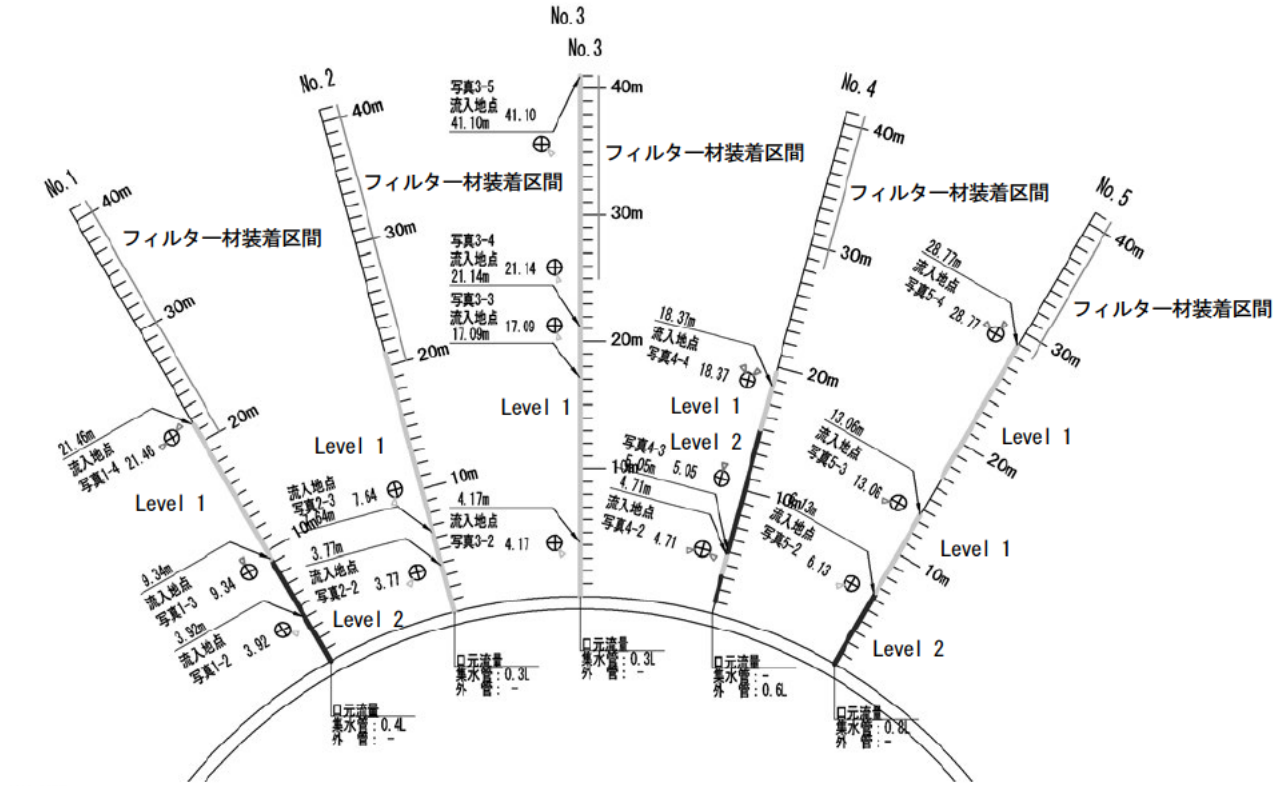


図 2.3.6.13　管内観察結果（下塩谷地区）

１４－６－３



凡 例

記 号	項 目	内 容
	地下水流下区間(Level1)	地下水が筋状に流下していて、表面張力により山なりの断面形状を呈す。
	地下水流下区間(Level2)	地下水の流下が顕著で、水位が保孔管断面の相当量を占有する状態。
	地下水流入位置	地下水が保孔管内部に流入する場所を特定できる場合にその断面的な位置を示す。
	ﾌｨﾙﾀｰ材装着区間	保孔管内部に土砂の流入防止

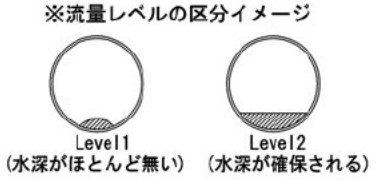


図 2.3.6.13　管内観察結果（下塩谷地区）

②下塩谷地区における特徴

管内カメラにより観察された本地区の特徴的な状況を図 2.3.6.14 に示す。下塩谷地区では横ボーリング施工直後の調査であり、保孔管の破損や変形は認められなかった。また、保孔管内への土砂の侵入を防ぐため、保孔管の一部にフィルタを巻き付け挿入された。フィルタを巻き付けた部分では土砂の流入は見られなかったが、フィルタの無い部分での土砂の流入や付着が見られた。

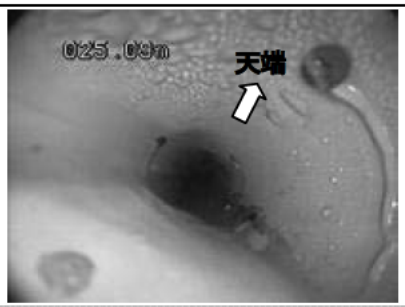
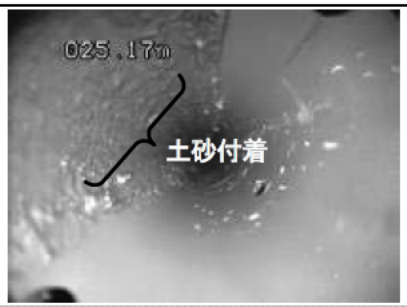
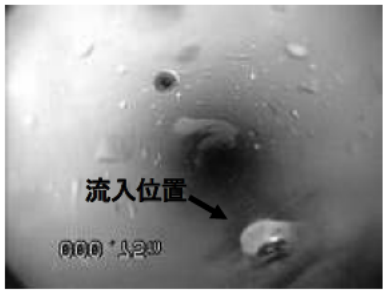
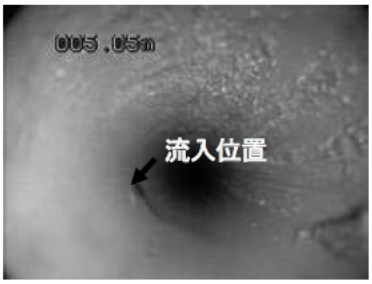
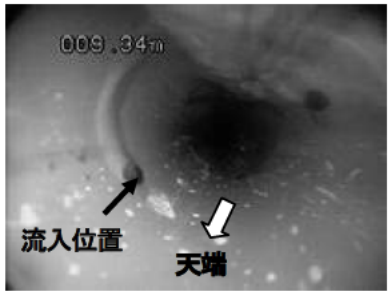
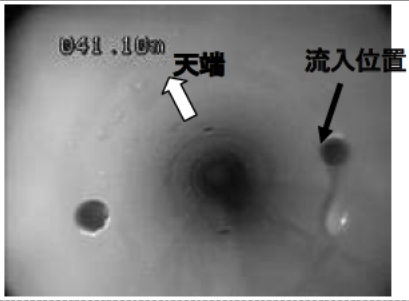
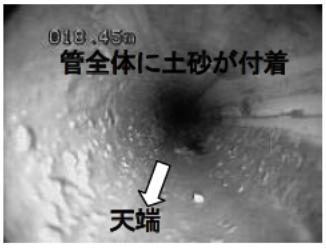
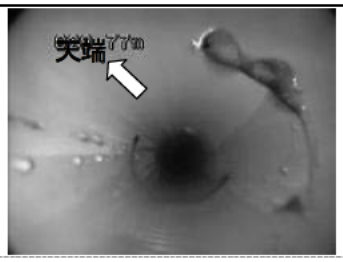
<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>【14-6-1_No.2：25.09m】流入状況</td><td>【14-6-1_No.4：25.17m】流入状況</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>【14-6-1_No.4：0.75m】流入状況</td><td>【14-6-2_No.2：5.05m】流入状況</td></tr>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>【14-6-2_No.2：22.64m】流入状況</td><td>【14-6-2_No.1：33.59m】土砂付着状況</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>【14-6-3_No.1：9.34m】流入状況</td><td>【14-6-3_No.3：41.10m】流入状況</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>【14-6-3_No.2：18.45m】土砂付着状況</td><td>【14-6-3_No.5：28.77m】砂の侵入状況</td></tr>
</table>

図 2.3.6.14　下塩谷地区における保孔管内の状況

2.3.7　宮前地区

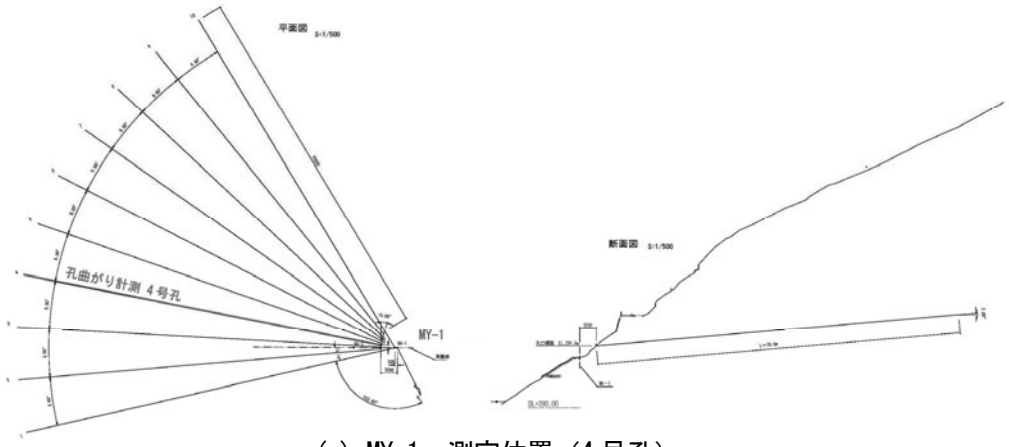
(1) 地すべり地の概要

愛媛県四国中央市に位置する宮前地区の地すべりは、斜面勾配約 30°、幅 200～250m、長さ 350m、すべり深さ約 34m である。また、地すべり地内には深さ 5～15m 程度の小規模な地すべりブロックが複数存在する。地質は表層より砂質片岩、塩基性片岩、泥質片岩、砂質片岩が分布している。ブロック側方境界の沢部に分布する泥質片岩はスレーキングにより劣化しており、また、泥質片岩内の一部で層理面に沿って 20～40cm の粘土帯が確認されている。孔内傾斜計の観測の結果から、その粘土帯が分布する深度において変動の発生が確認されている[7]。

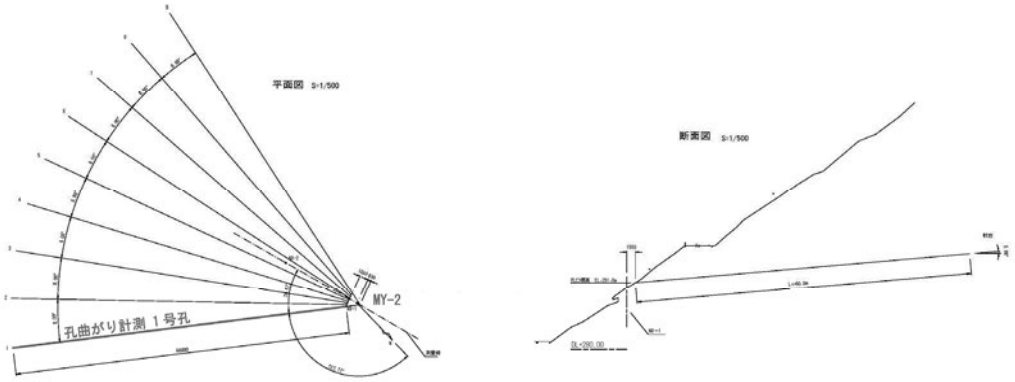
(2) 調査概要

宮前地区地すべりを対象に実施される調査は横ボーリングの施工時に行われた。**図 2.3.7.1** および**図 2.3.7.2** に示す横ボーリング 2 孔について、削孔完了後にケーシング内部に孔曲り測定器を挿入し、アウターチューブの孔の曲がり測定を実施した(MY-1 および MY-2)。

図 2.3.7.1　調査箇所位置



(a) MY-1　測定位置（4 号孔）



(b) MY-2　測定位置（1 号孔）

図 2.3.7.2　孔曲り測定位置

孔曲り測定に用いた機材は、村田製作所社製のジャイロオンラインである。システム仕様は**表** 2.3.7.1 のとおりである。

表 2.3.7.1　孔曲り測定器の仕様

○ジャイロ(スピンモータージャイロ　TME-4000)		○深度計	
・ロール角精度	±0.11°	1 rpm＝1.00m　1 rpm＝100パルス	
・傾斜角精度	±0.11°	○アーマードケーブル	
・計測精度	1/400～1/500	7芯　破断強度 1,000kg	
・表示	X, Y, $\sqrt{(X^2+Y^2)}$	○計測台	
・計測方向	全方位	インターフェース	
・耐水度	20kg/cm^2	パーソナルコンピュータ	
・使用温度	0～60℃	○センサー仕様	
・耐熱	0～250℃	・全長	
○ウインチユニット		・重量	
・出力	0.2kW	・外径	
・スピード	0-1.0m/秒(可変)		
・整列巻き込み			
・重量	約60kg(ケーブル長130m)		

(3) 孔曲り調査結果

MY-1 および MY-2 の孔曲り測定の結果は以下のとおりである。

1) MY-1

①測定条件

・孔曲り測定孔：4 号孔

・ケーシング長：L=74.0m

・削孔径：φ96mm

・削孔角度：上向き 5°

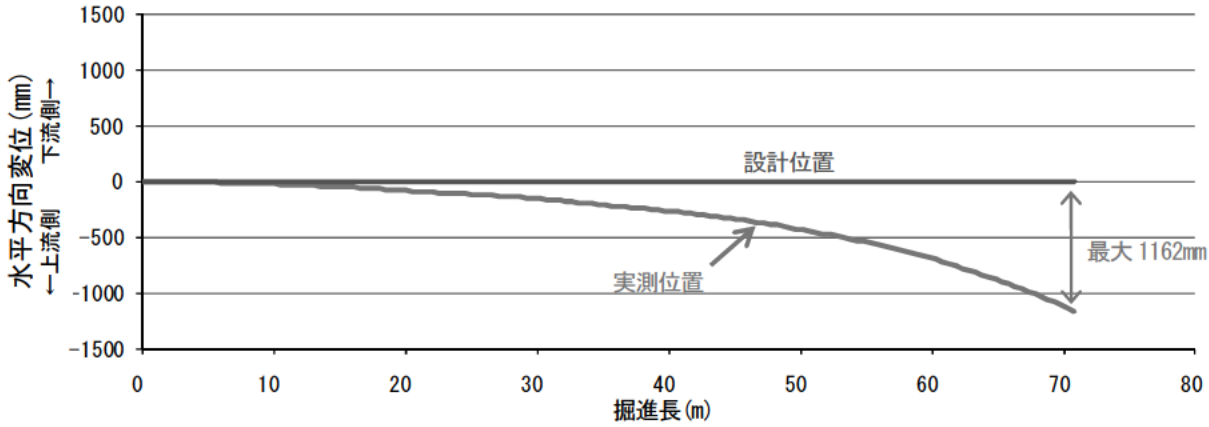
・掘進長：L=70.54m（ケーシング残尺 3.46m）

・測定長：ケーシング口より L=70.84m（地表面より 67.38m）

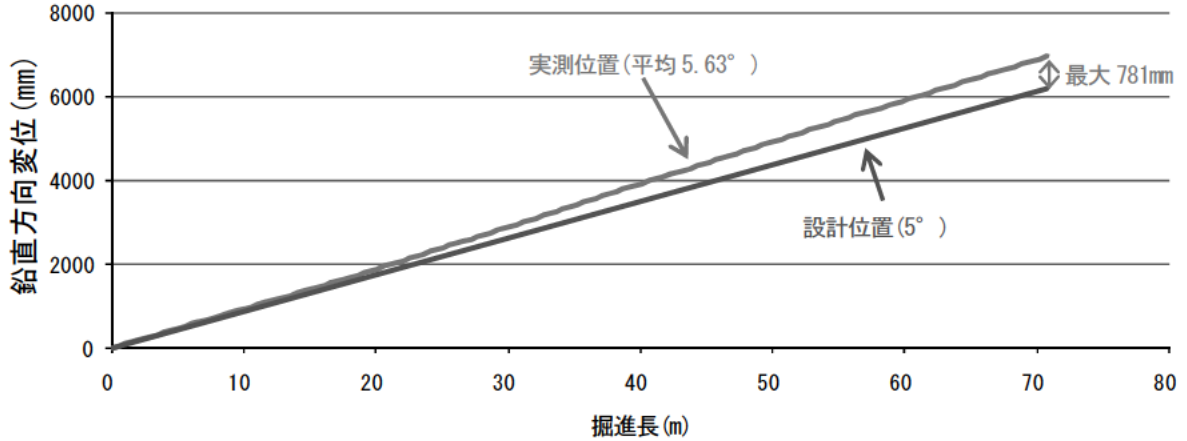
②先端位置の測定結果

・水平方向：設計に対し、上流側へ 1162mm の曲がり

・鉛直方向：設計に対し上方へ 781mm の曲がり（平均掘進角度　上向き 5.63°）



(a) MY-1 孔曲り測定結果(水平方向)



(b) MY-1 孔曲り測定結果(鉛直方向)

図 2.3.7.3　MY-1 孔曲り測定結果

2）MY-2

①測定条件

・孔曲り測定孔：1 号孔

・ケーシング長：L=65.0m

・削孔径：φ96mm

・削孔角度：上向き 5°

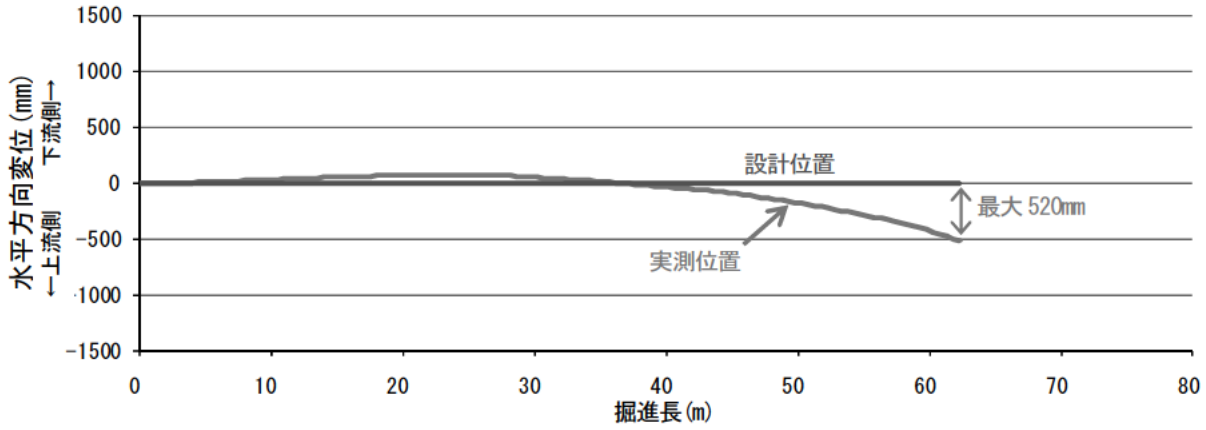
・掘進長：L=61.27m（ケーシング残尺 3.73m）

・測定長：ケーシング口より L=62.37m（地表面より 58.64m）

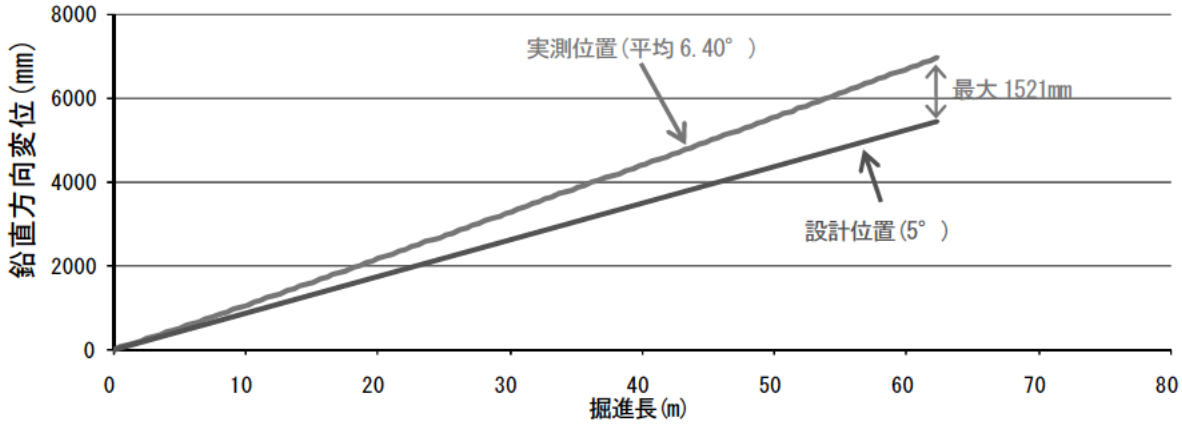
②先端位置の測定結果

・水平方向：設計に対し、上流側へ 520mm の曲がり

・鉛直方向：設計に対し上方へ 1521mm の曲がり（平均掘進角度　上向き 6.40°）



(a) MY-2 孔曲り測定結果(水平方向)



(b) MY-2 孔曲り測定結果(鉛直方向)

図 2.3.7.4　MY-2 孔曲り測定結果

2.3.8　入谷地区

(1) 目的および調査内容

集水井内の集水ボーリングについて管内カメラ観察により地下水の流入や漏水の状況を把握した。**表 2.3.8.1** に調査対象箇所の概要を示す。

表 2.3.8.1　調査対象箇所

地すべり名	入谷地すべり	
ブロック名	Ｇ１ブロック	
調査時期	2010/5/7	2010/3/17
対象箇所	WG-13 集水井（上段）	WG-13 集水井（下段）
延長（m）	５５～５８	３５～４０
本　数	１０本	１０本
削孔径	９０mm	９０mm
設計削孔角度	上向き５°	上向き５°
保孔管	ＶＰ４０	ＶＰ４０
内容	管内カメラ観測	
管理事務所	天竜川上流河川事務所	
所在	長野県下伊那郡大鹿村	
地質概要	三波川帯の結晶片岩類 （黒色片岩、緑色片岩、珪岩片岩、 超塩基性岩～蛇紋岩の貫入岩）	
地すべりタイプ	破砕帯地すべり	

(2) 管内カメラ観察結果

①地下水の流入位置および管内流量

図 2.3.8.1 は、流量レベル（Level1、Level2）、地下水流入位置および地下水流下区間について示した管内カメラ観察結果である。

この結果によると地下水は保孔管の全てのストレーナから流入するのではなく、特定のストレーナから地下水が流入していた。このことは、この地すべり地内の地下水は飽和砂地盤のように地盤全体に存在しているのではなく、岩盤の亀裂やパイピングなどの水みちの特定箇所を流れていると予想される。

また、地下水は一度保孔管に流入しても、管内を流下する途中で漏水し、保孔管内の水が無くなっていた。

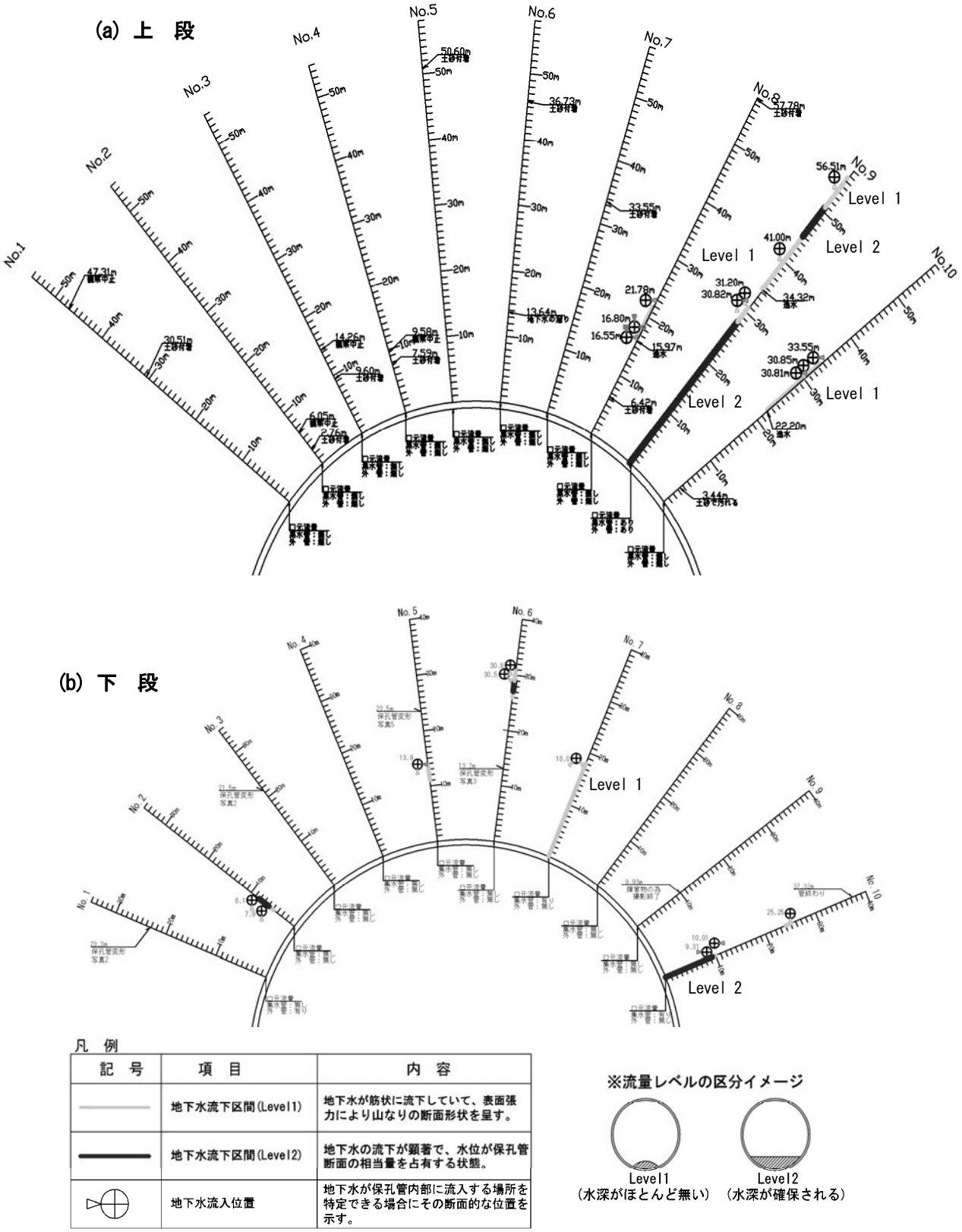
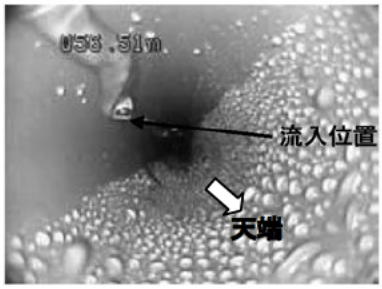


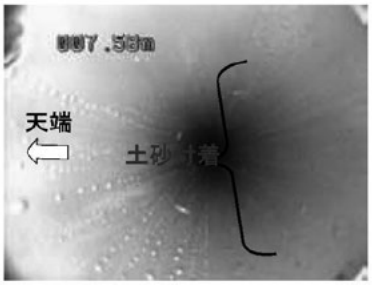
図 2.3.8.1　管内カメラ観察結果（入谷地すべり）

②入谷地すべりにおける特徴

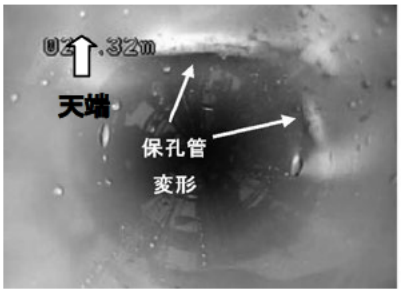
管内カメラにより観察された本地区の特徴的な状況を図 2.3.8.2 に示す。上段の集水ボーリングについては、管内に土砂の付着が見受けられた以外に、特筆すべき内容はなかった。一方、下段の集水ボーリングでは、一部の保孔管に変形が確認された。この変形から深い箇所へのカメラ挿入が不可能となった。この変形は図 2.3.8.2 の下段 No.6 の深度 13.16mに示されるとおり、保孔管上部（天端）に極部的に存在し、ボーリング孔壁が崩壊した際にできたものと考えられた。さらに、別の保孔管では、管内に粘土状の付着物が確認された。



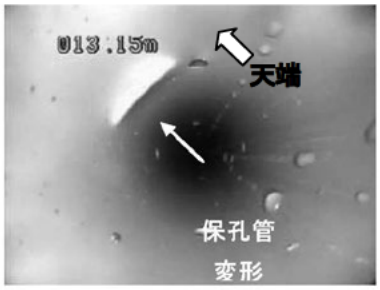
【上段 No.9：56.91m】流入状況



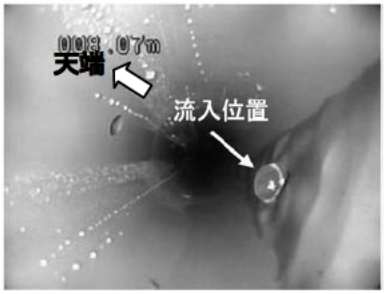
【上段 No.4：7.59m】土砂付着状況



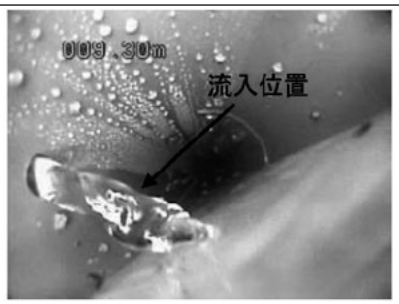
【下段 No.1：23.32m】保孔管変形状況



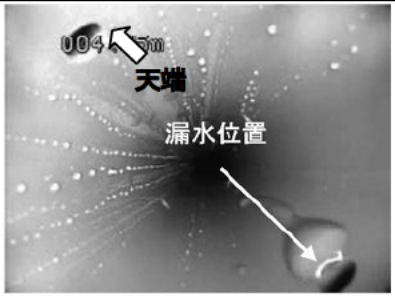
【下段 No.6：13.16m】保孔管変形状況



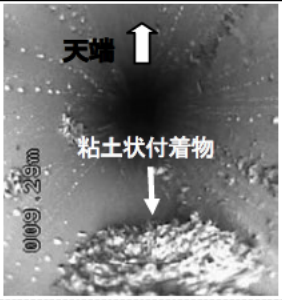
【下段 No.2：8.07m】流入状況



【下段 No.10：9.30m】流入状況



【下段 No.2：4.80m】漏水状況



【下段 No.8：9.30m】粘土状付着物

図 2.3.8.2　入谷地すべりにおける管内状況

2.3.9　田麦俣地区

(1) 目的および調査内容

集水井内の集水ボーリングを管内カメラ観察により地下水の流入や漏水の状況を把握した。**表 2.3.9.1** に調査対象箇所の概要を示す。

表 2.3.9.1　調査対象箇所の概要

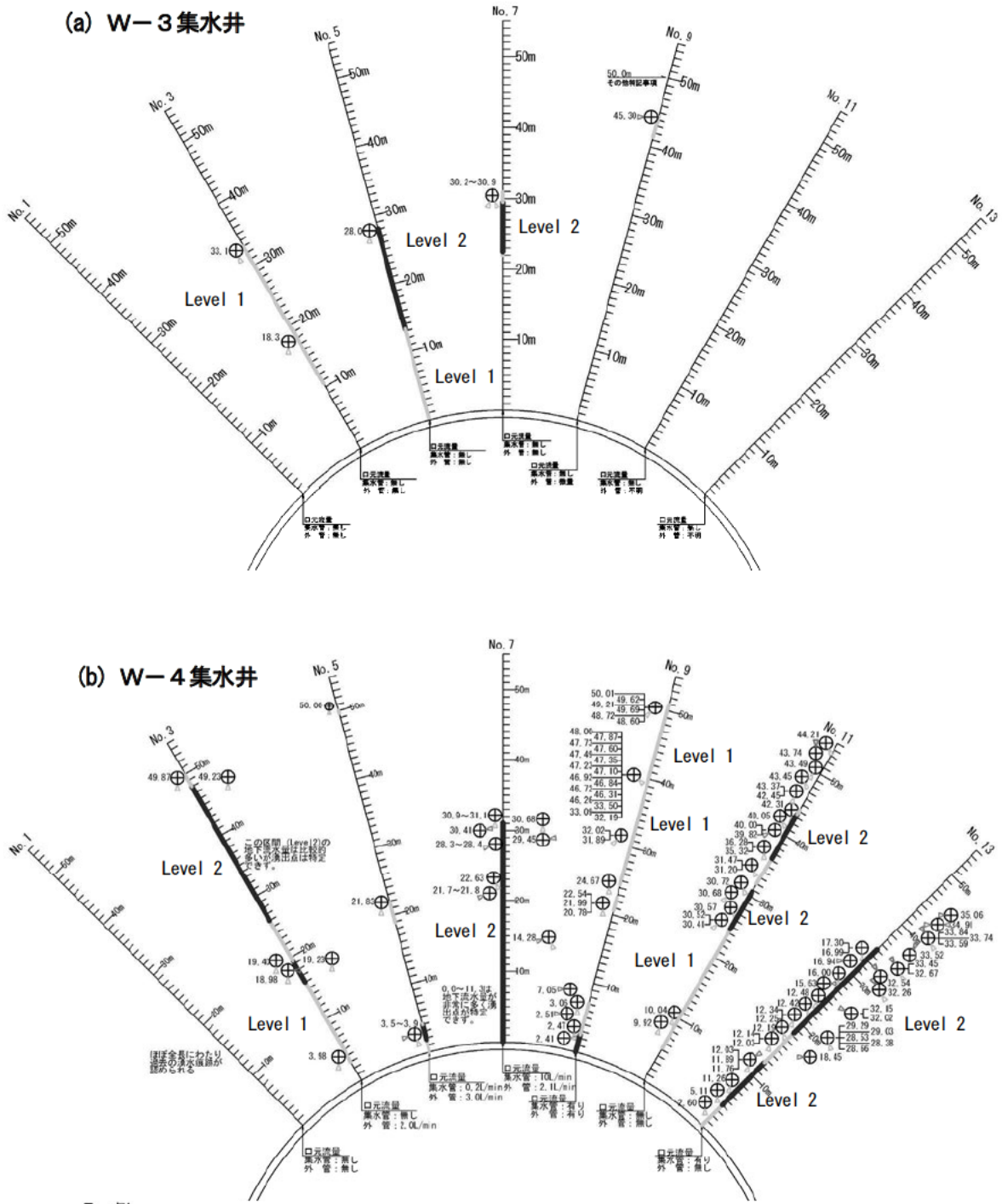
地すべり名	月山地すべり	
ブロック名	田麦俣地区	
調査時期	2010/3/26	2010/3/24
対象箇所	Ｗ－３集水井	Ｗ－４集水井
延長（m）	５０	５０
本　数	７本	７本
削孔径	１１５mm	１１５mm
設計削孔角度	上向き５°	上向き５°
保孔管	ＶＰ４０（斜孔管）	ＶＰ４０（斜孔管）
内容	管内カメラ観測	
管理事務所	新庄河川事務所	
所在	山形県鶴岡市、西川町	
地質概要	基岩：新第三系の花崗岩 新第三系中新統の泥岩や凝灰岩などの 堆積岩、安山岩や玄武岩などの火山岩類	
地すべりタイプ	三紀層地すべり	
地質構造	流れ盤	

(2) 管内カメラ観察結果

①地下水の流入位置および管内流量

図 2.3.9.1 は、流量レベル毎（Level1、Level2）、地下水流入位置および地下水流下区間について示した管内カメラ観察結果である。

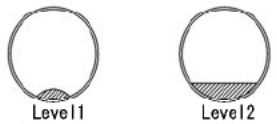
田麦俣地区においても地下水は特定のストレーナから保孔管内に流入していた。保孔管に流入した水は、管内を流下するうちに途中で漏水が見られた。



凡　例

記　号	項　目	内　容
	地下水流下区間(Level1)	地下水が筋状に流下していて、表面張力により山なりの断面形状を呈す。
	地下水流下区間(Level2)	地下水の流下が顕著で、水位が保孔管断面の相当量を占有する状態。
	地下水流入位置	地下水が保孔管内部に流入する場所を特定できる場合にその断面的な位置を示す。

※流量レベルの区分イメージ



Level1
（水深がほとんど無い）

Level2
（水深が確保される）

図 2.3.9.1　管内カメラ観察結果（田麦俣地区）

②田麦俣地区における特徴

管内カメラにより観察された本地区の特徴的な状況を図 2.3.9.2 に示す。田麦俣地区の保孔管には、一部に若干の土砂の付着が見られた程度であり、破損や変形は見られなかった。

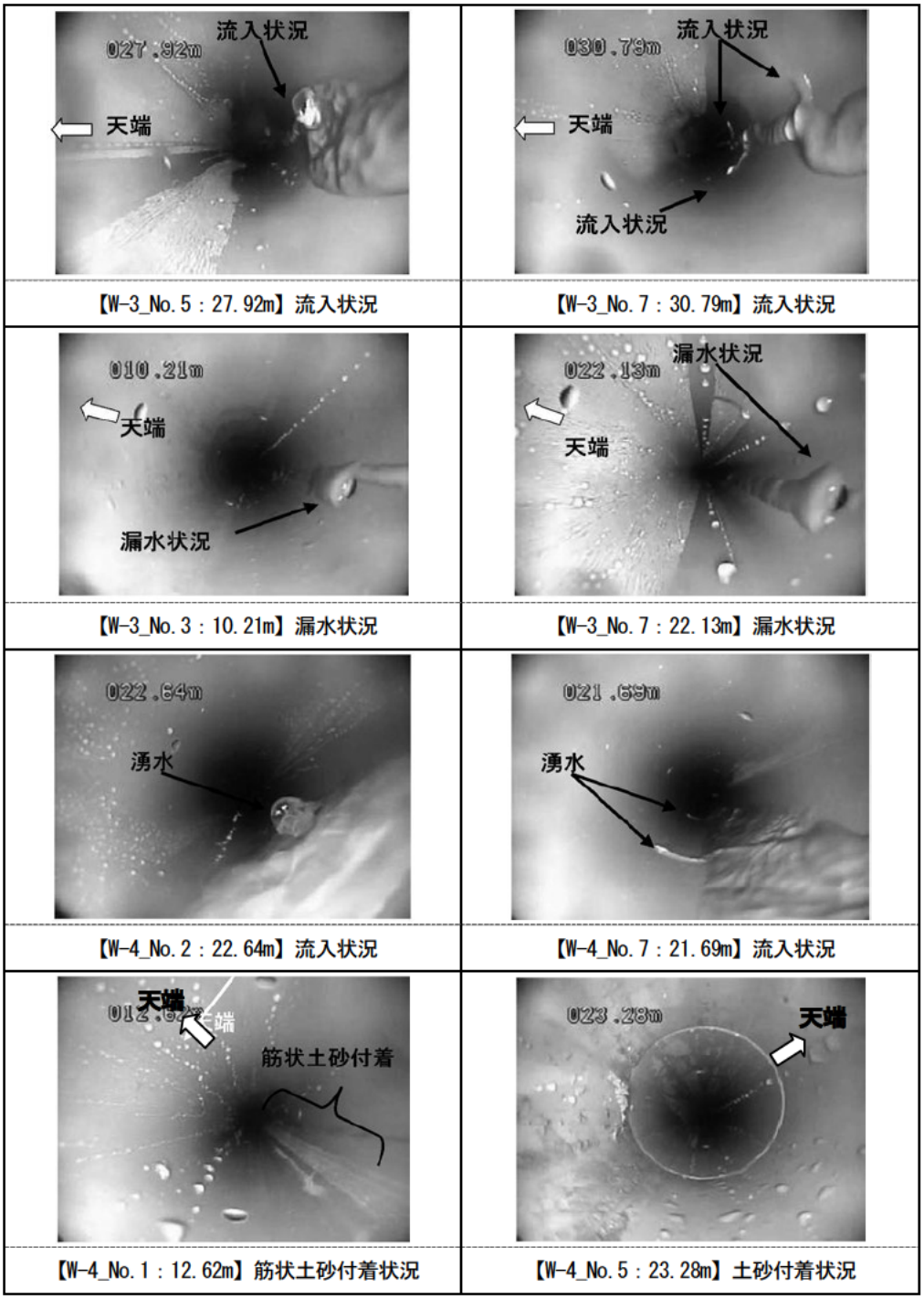


図 2.3.9.2　田麦俣地区における管内状況

2.4　孔曲がり測定結果の分析

2.3 の孔曲がり測定により得られた結果を分析する。

2.4.1　分析データ

表 2.4.1 は、使用したデータの一覧である。

表 2.4.1　対象とした分析データの一覧

地区名	青村地区	滝坂地すべり				
ブロック名	Mブロック	松坂工区	松坂工区	沼田工区	沼田工区	大石出口
対象箇所		W-8 集水井	W-10 集水井	W-2 集水井	W-4 集水井	W-3 集水井
設計仰角(°)	7	5	5	3	5	5
全長(m)	40	50	50	70	80	80
工種	集水ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング
削孔方式	不明	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ
削孔径(mm)	不明	90	90	90	90	90
本数	8	7	6	6	4	2

地区名	譲原地すべり			芋川地すべり		
ブロック名	下久保地区(C-1)		下久保地区(D)	下塩谷地区		
対象箇所	WB-1集水井		DY-2,3	14-6-1	14-6-2	14-6-2
設計仰角(°)	5	5	5	5	7	5
全長(m)	50	30	50	40	40	40
工種	集水ボーリング（上段）	集水ボーリング（下段）	横ボーリング	横ボーリング	横ボーリング	横ボーリング
削孔方式	不明	不明	不明	ロータリー	ロータリー	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ
削孔径(mm)	不明	不明	不明	105	105	118
本数	11	12	16	4	3	5

地区名	宮前地すべり		月山地すべり		入谷地すべり	
ブロック名	MY-1	MY2	田麦俣地区		G1ブロック	
対象箇所	MY-1-4	MY2-1	W-3集水井	W-4集水井	WG-13集水井	
設計仰角(°)	5	5	5	5	5	5
全長(m)	70	70	50	50	55	35
工種	集水ボーリング	横ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング	集水ボーリング（上段）	集水ボーリング（下段）
削孔方式	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	不明	不明	不明	不明
削孔径(mm)	90	90	115	115	90	90
本数	1	1	7	7	10	10

2.4.2　分析対象地区の因子

表 2.4.2 は、分析のために整理した因子の一覧である。これらを**図 2.4.1** に示した。なお、詳細な地質については、宮前地すべりで把握されている。

表 2.4.2　分析因子の一覧

項目		種類	内容
仰角（°）		3 種	3°、5°、7°
削孔長	全長（m）	8 種	30m、35m、40m、50m、55m、60m、70m、80m
	削孔深度（m）	8 深度	10m、20m、30m、40m、50m、60m、70m、80m
	区間長(m)	8 区間	0～10m、10～20m、20～30m、30～40m、40～50m 50～60m、60～70m、70～80m
削孔種別		2 種	集水ボーリング、横ボーリング
削孔方式		2 種	ロータリー式、ロータリーパーカッション式
削孔径（mm）		4 種	90mm、105mm、115mm、118mm
地質		3 種	崩積土、泥質片岩、砂質片岩　（宮前地すべりのみ）

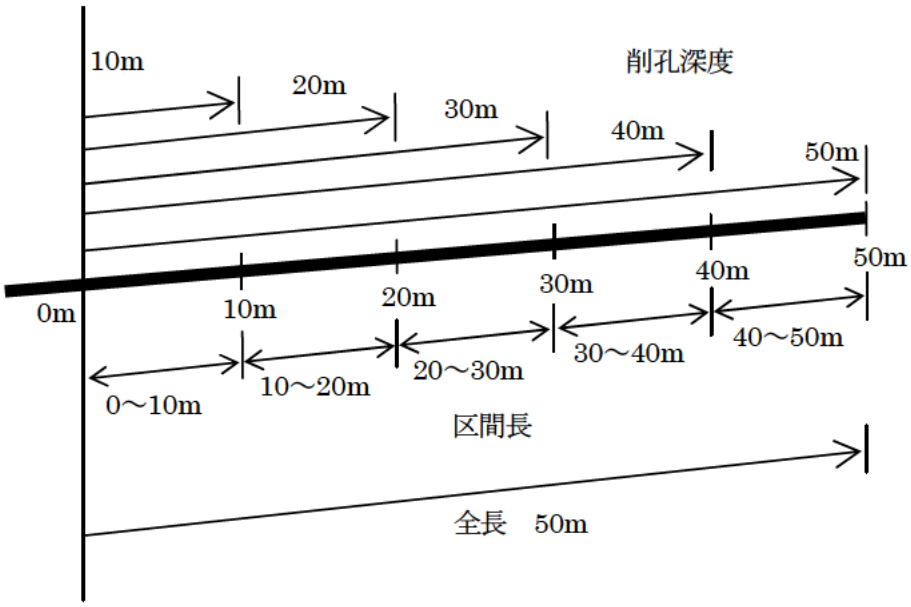
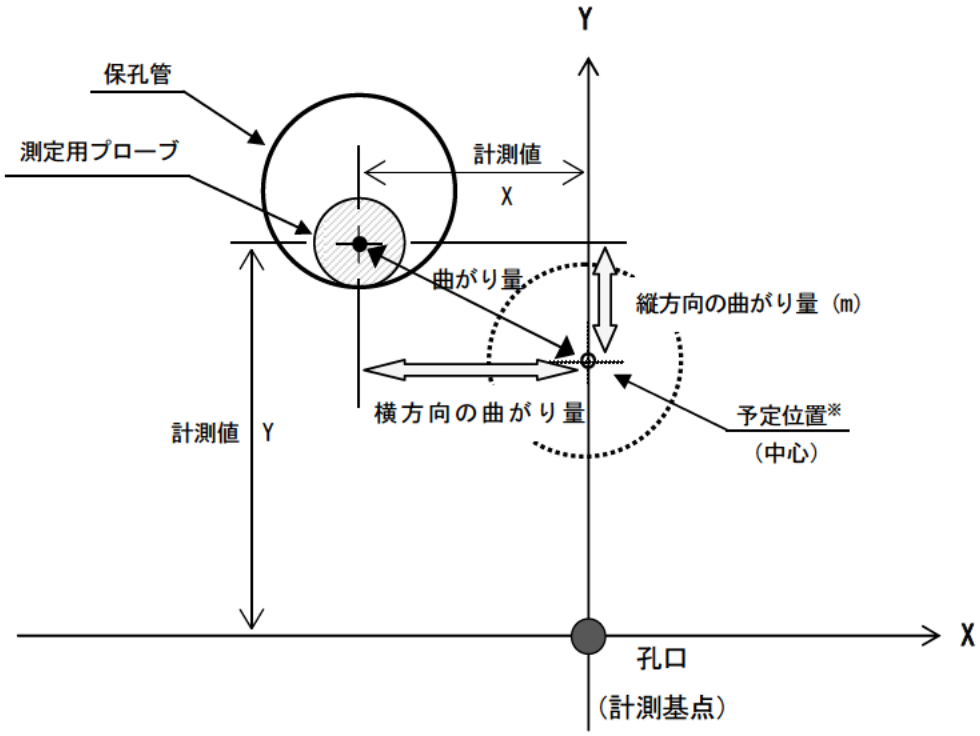


図 2.4.1　分析対象の因子　（全長 50m の孔の例）

2.4.3　誤差の算出および表記方法

分析では、保孔管内の任意の距離地点で計測した値を用いて，図 2.4.2 に示す横方向の曲がり量と縦方向の曲がり量を算出し、これらを表 2.4.2 に示した因子で分析した。なお、横方向の曲がり量、縦方向の曲がり量は距離（m）で算出した。これらの曲がり量の概念を図 2.4.3 および図 2.4.4 に示す。横方向の曲がり量はボーリングの孔口を基点として、保孔管軸方向を観測した時の保孔管の予定位置との離隔であり、孔口から地山に向かって右手側にずれた場合を”＋”、左手側にずれた場合を”－”とした。縦方向の曲がり量は孔口を基点として、保孔管軸方向を観測した時の予定位置からの離隔であり、保孔管が予定位置より上側にある場合を”＋”、下側にある場合を”－”とした。



※予定位置：設計仰角と保孔管内距離Ｌ（m）から算出した位置

図 2.4.2　孔口から保孔管内距離Ｌ（m）地点での計測の例

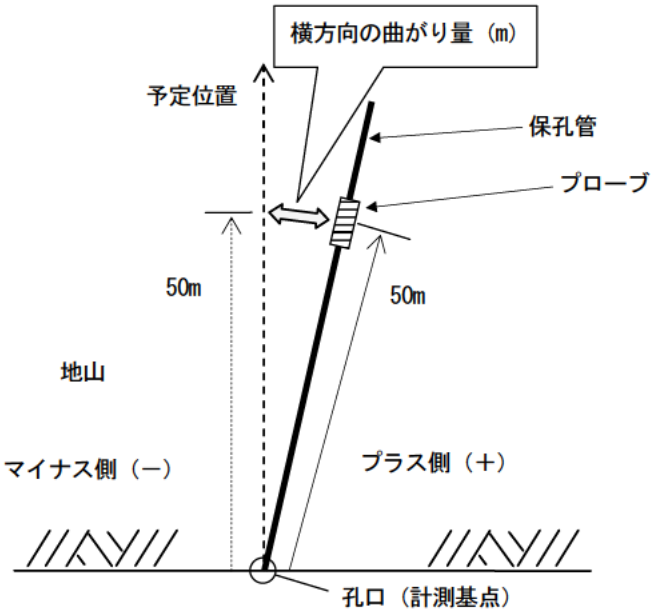


図 2.4.3　平面図（横方向の曲がり量）
（削孔深度 50m の地点の例）

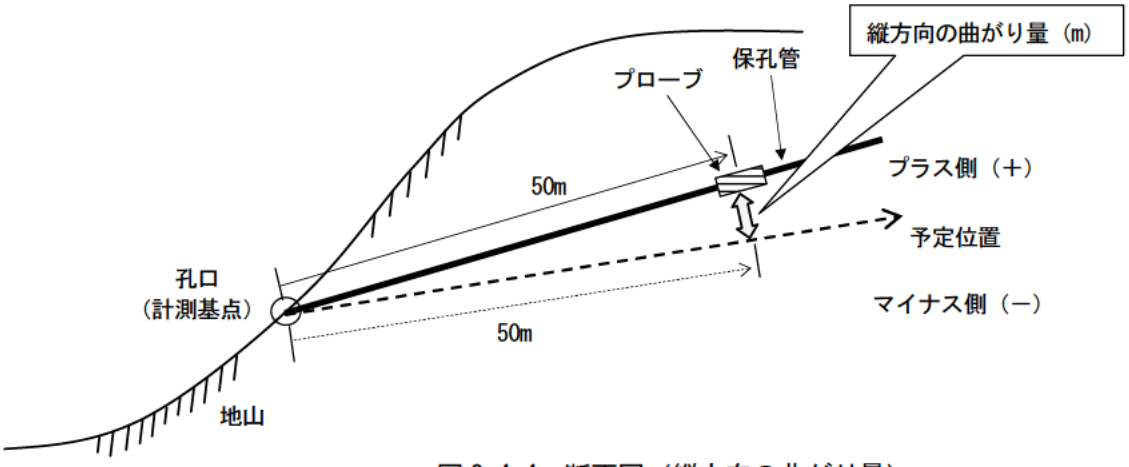


図 2.4.4　断面図（縦方向の曲がり量）
（削孔深度 50m の地点の例）

2.4.4　分析の方法

分析方法は次の 7 つである。分析因子は前掲の**表 2.4.2** によるものである。

1）全長と絶対値誤差の関係整理

X 軸を削孔全長（m）、Y 軸を水平誤差の絶対値（m）および鉛直誤差の絶対値（m）とし、削孔全長でのこれら絶対値の誤差を整理し、仰角により分類した。

2）削孔深度での誤差の整理

X 軸を水平誤差（m）、Y 軸を鉛直誤差（m）とし、孔口を基点としてそれぞれ 10m・20m・30m・40m・50m・60m・70m・80m 地点でのそれぞれの誤差（m）を整理し、仰角により分類した。

3）区間長の誤差の整理

X 軸を水平誤差（m）、Y 軸を鉛直誤差（m）とし、区間長（0～10m、10～20m、20～30m、30～40m、40～50m、50～60m、60～70m）での誤差の分布を整理し、仰角により分類した。

4）全長に対する絶対値誤差の整理（仰角、地区による分類）

削孔した長さの影響を取除くため、全長に対する絶対値誤差を求め、求められた水平絶対値誤差の割合（%）を X 軸、鉛直絶対値誤差の割合（%）を Y 軸として、その分布を整理し、仰角および地区により分類した。

5）全長に対する絶対値誤差の整理（削孔種別、削孔方式、削孔径による分類）

4）で算出された水平絶対値誤差の割合（%）を X 軸、鉛直絶対値誤差の割合（%）を Y 軸とし、全長に対する絶対値誤差の分布を削孔種別、削孔方式、削孔径により分類した。

6）地質による誤差の整理

地質データが存在した宮前地区の MY1-4、MY2-1 について、地質と孔曲がりの関係を整理した。

7）削孔軌跡の整理

X 軸を水平誤差（m）、Y 軸を鉛直誤差（m）とし、それぞれの孔の 10m 毎の誤差を直線で結び、孔毎の孔曲がりの傾向を整理した。

2.4.5　分析結果

(1) 全長と絶対値誤差の関係

全長と絶対値誤差の関係を整理し、**図 2.4.4**、**図 2.4.5** に示した。

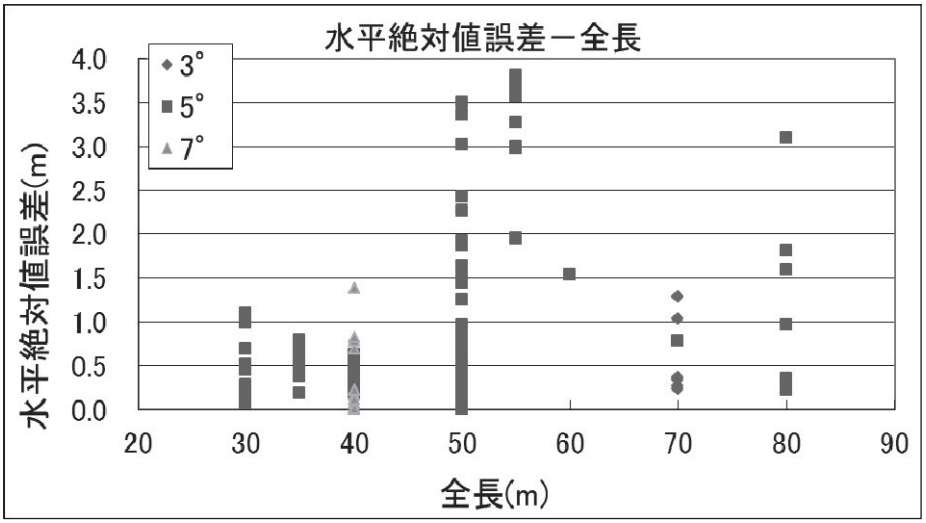


図 2.4.4　全長と水平絶対値誤差の関係（仰角による分類）

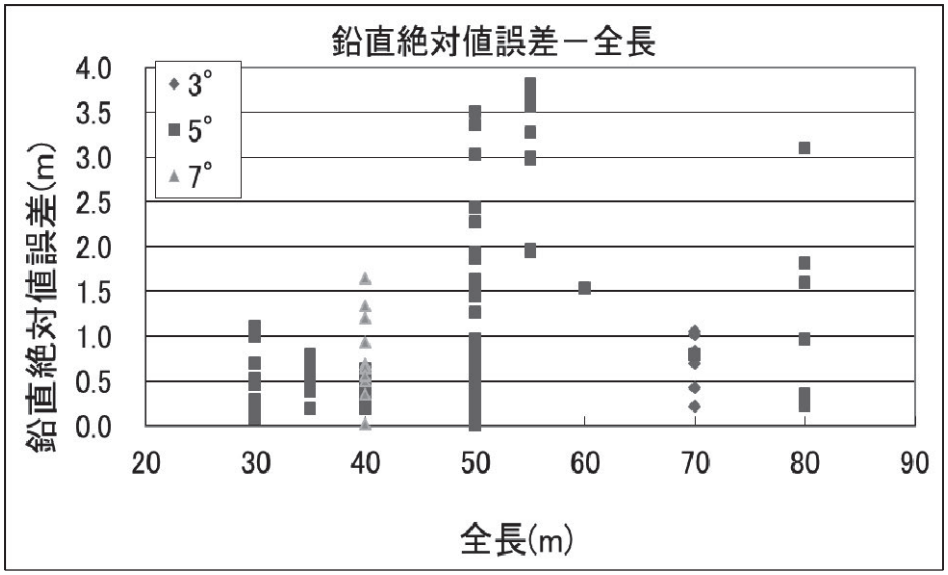


図 2.4.5　全長鉛直絶対誤差の関係（仰角による分類）

(2) 削孔深度での誤差

図 2.4.6～図 2.4.13、表 2.4.3 に示すとおり、削孔深度の誤差を整理し、仰角で分類した。

表 2.4.3　削孔深度での誤差の整理

	半径 1.0m の円の内側	半径 1.0m-2.0m の円の範囲	半径 2.0m の円の外側
10m 地点 (0～10)	95 本／95 本　(100%)	0 本／95 本　(0%)	0 本／95 本　(0%)
20m 地点 (0～20)	95 本／95 本　(100%)	0 本／95 本　(0%)	0 本／95 本　(0%)
30m 地点 (0～30)	64 本／95 本　(67.4%)	31 本／95 本　(32.6%)	0 本／95 本　(0%)
40m 地点 (0～40)	47 本／73 本　(64.4%)	14 本／73 本　(19.2%)	12 本／73 本　(16.4%)
50m 地点 (0～50)	36 本／66 本　(54.5%)	12 本／66 本　(18.2%)	18 本／66 本　(27.3%)
60m 地点 (0～60)	1 本／2 本　(50.0%)	1 本／2 本　(50.0%)	0 本／2 本　(0%)
70m 地点 (0～70)	2 本／7 本　(28.6%)	5 本／7 本　(71.4%)	0 本／7 本　(0%)
80m 地点 (0～80)	1 本／6 本　(16.7%)	3 本／6 本　(50.0%)	2 本／6 本　(33.3%)

滝坂地すべりのデータ（50m 地点の 13 本、70m 地点の 6 本、80m 地点の 6 本）は保孔管の最深部のデータのみしか存在しなかった。

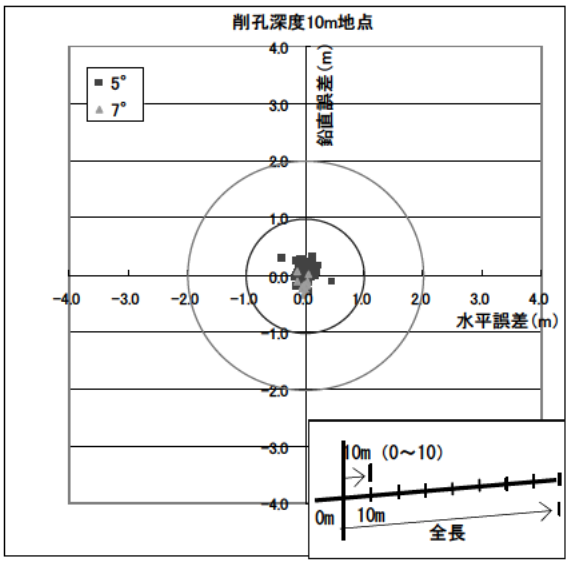


図 2.4.6　削孔深度 10m 地点（0～10）

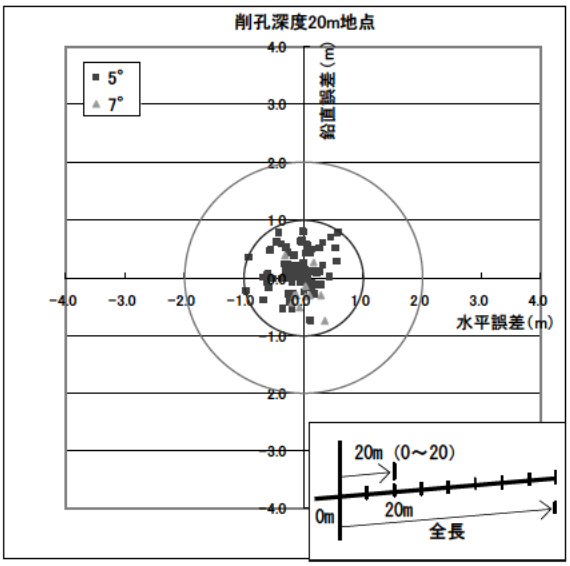


図 2.4.7　削孔深度 20m 地点（0～20）

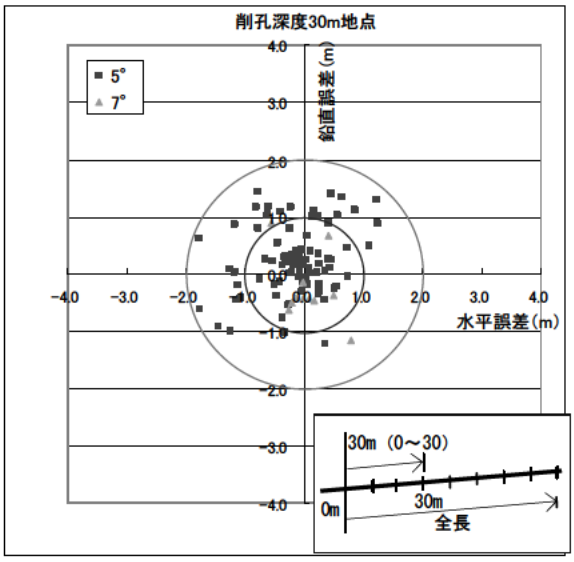


図 2.4.8　削孔深度 30m 地点（0～30）

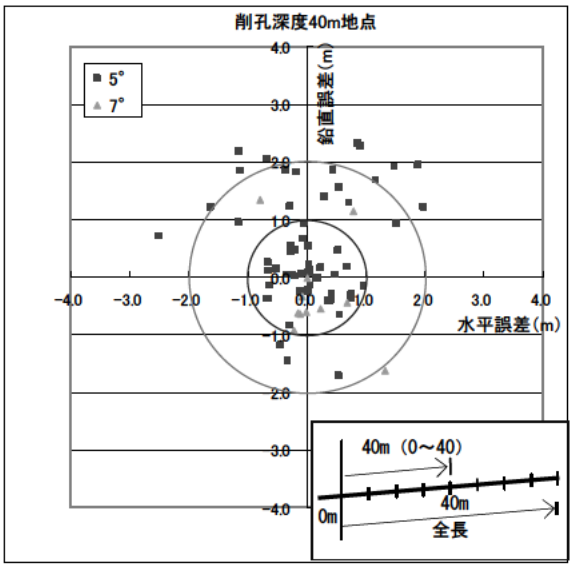


図 2.4.9　削孔深度 40m 地点（0～40）

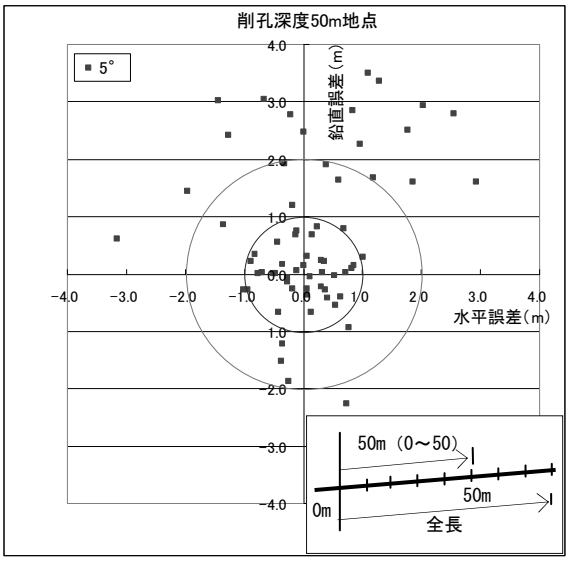


図 2.4.10　削孔深度 50m 地点（0～50）

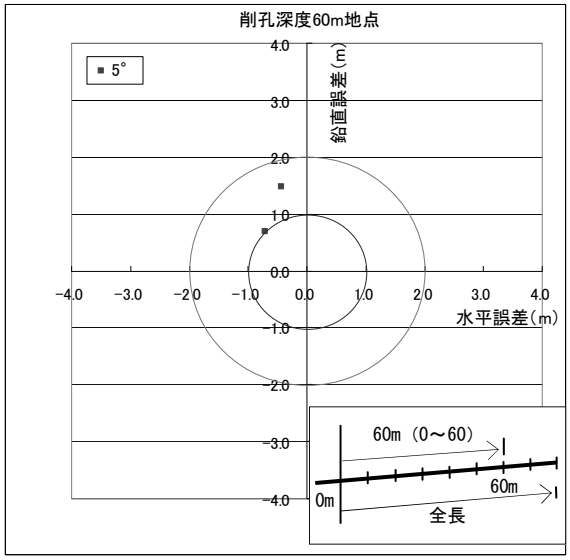


図 2.4.11　削孔深度 60m 地点（0～60）

なお、**図 2.4.10** については、滝坂地すべりの 13 本は保孔管の最深部のみのデータであったので、その 13 点が追加されている。

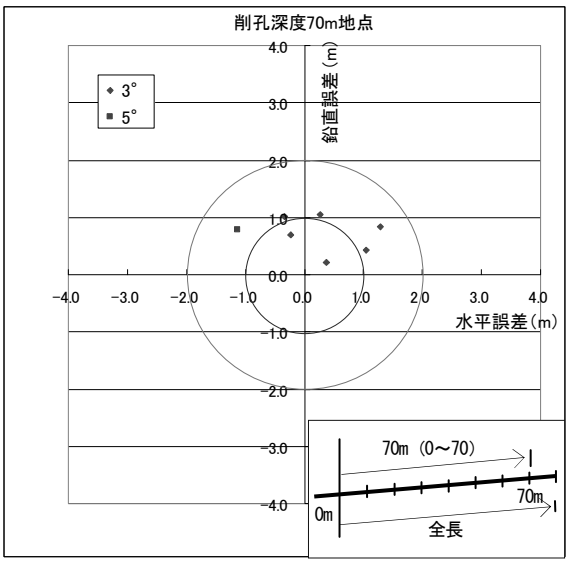


図 2.4.12　削孔深度 70m 地点（0～70）

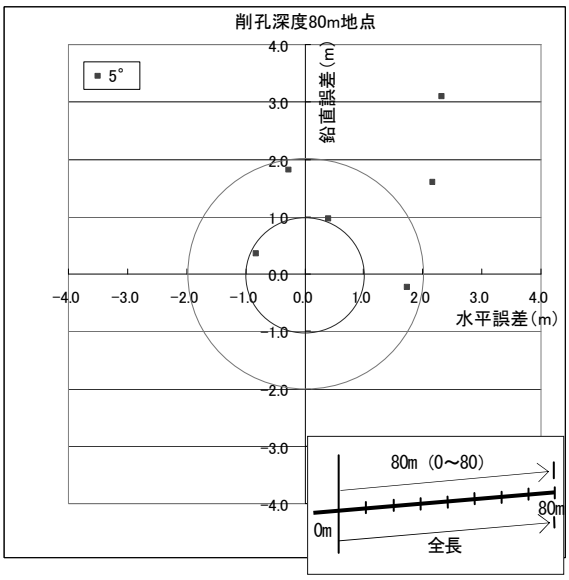


図 2.4.13　削孔深度 80m 地点（0～80）

同様に、**図 2.4.12** および**図 2.4.13** は滝坂地すべりの保孔管のデータのみである。

(3) 区間長での誤差の整理

区間長毎の誤差を**表 2.4.4** および**図 2.4.14～図 2.4.20** に示した。

表 2.4.4　区間長での誤差

	半径 0.5m 円の内側	半径 0.5m-1.0m の円の範囲	半径 1.0m の円の外側
0-10m	95 本/95 本　（100%）	0 本/95 本　（0%）	0 本/95 本　（0%）
10-20m	77 本/95 本　（81.1%）	18 本/95 本　（18.9%）	0 本/95 本　（0%）
20-30m	67 本/95 本　（70.5%）	27 本/95 本　（28.4%）	1 本/95 本　（1.1%）
30-40m	48 本/73 本　（65.8%）	13 本/73 本　（17.8%）	12 本/73 本　（16.4%）
40-50m	34 本/53 本　（64.1%）	11 本/53 本　（20.8%）	8 本/53 本　（15.1%）
50-60m	1 本/2 本　（50.0%）	1 本/2 本　（50.0%）	0 本/2 本　（0%）
60-70m	0 本/1 本　（0%）	1 本/1 本　（100%）	0 本/1 本　（0%）

なお、滝坂地すべりのデータ（25 本）については最深部のデータのみしか存在しなかったため、対象外としている。

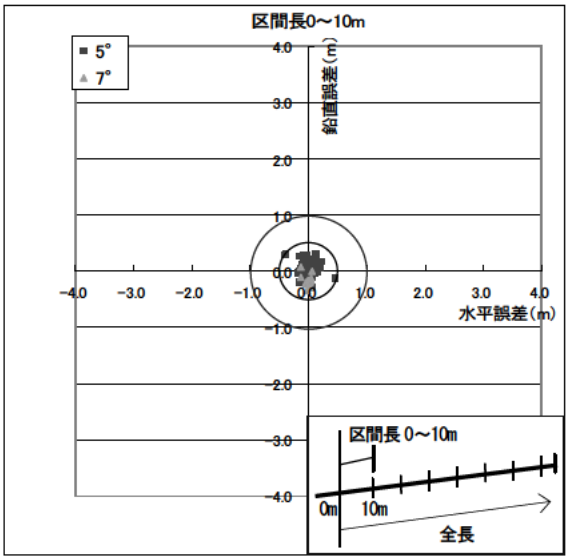


図 2.4.14　区間長 0～10m 地点での誤差

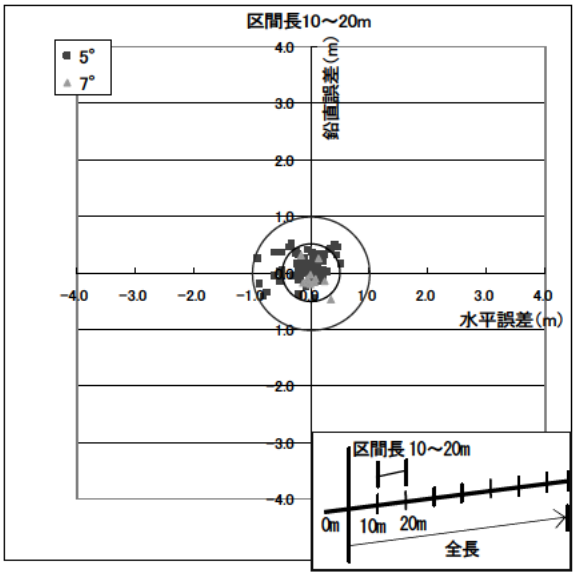


図 2.4.15　区間長 10～20m 地点での誤差

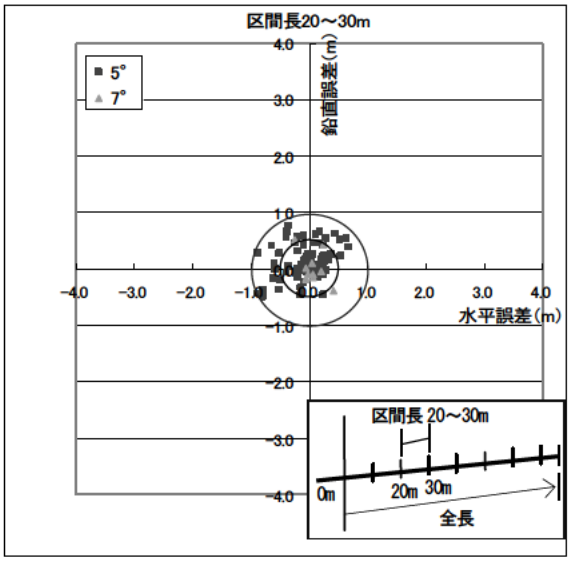


図 2.4.16　区間長 20～30m 地点での誤差

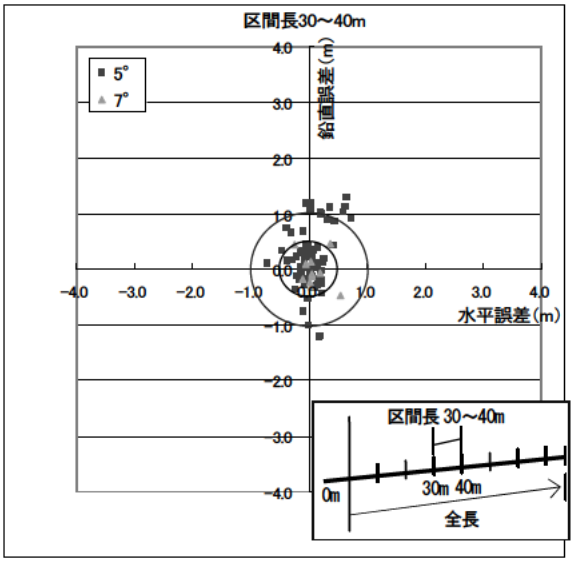


図 2.4.17　区間長 30～40m 地点での誤差

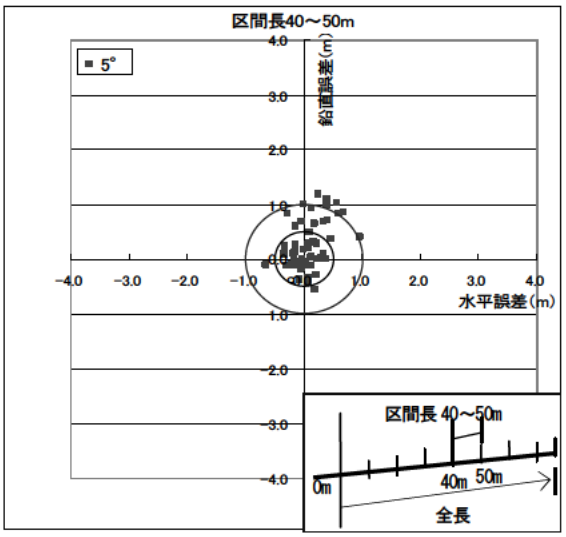


図 2.4.18　区間長 40～50m 地点での誤差

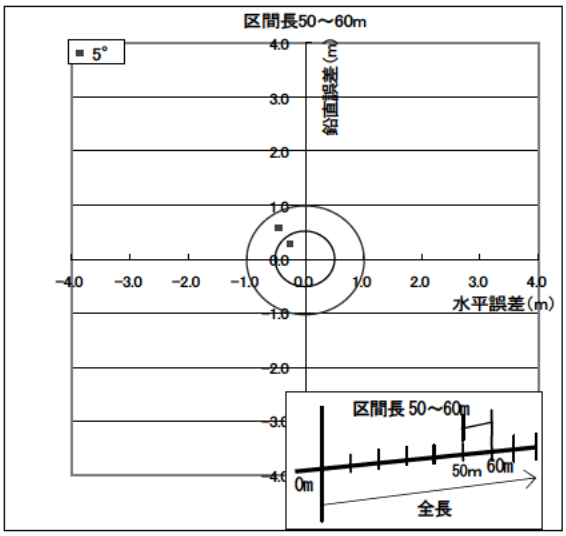


図 2.4.19　区間長 50～60m 地点での誤差

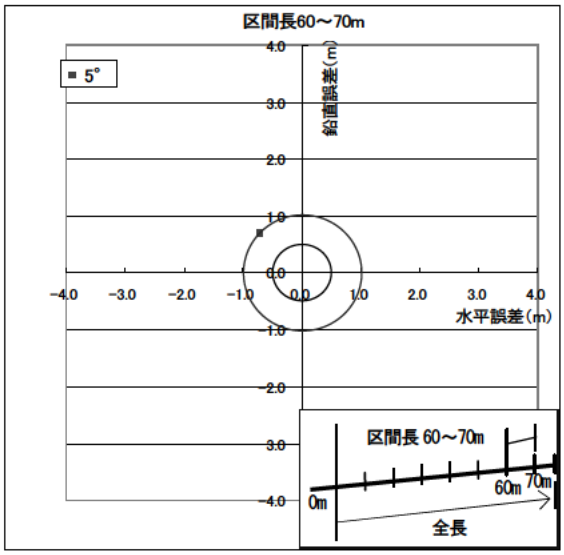


図 2.4.20 区間長 60～70m 地点での誤差

(4) 削孔全長に対する誤差の割合（仰角、地区による分類）

(2)での整理により、削孔長が長くなると誤差が大きくなる傾向が確認された。そこで、削孔長の影響を排除し絶対誤差の割合を算定した（図 2.4.21、表 2.4.5）。

ここで、削孔長の影響を排除した水平絶対値誤差の割合と鉛直絶対値誤差の割合は、以下の計算によって算出されるものである。

・水平絶対値誤差の割合（%）＝削孔全長位置での水平誤差の絶対値／削孔全長
・鉛直絶対値誤差の割合（%）＝削孔全長位置での鉛直誤差の絶対値／削孔全長

表 2.4.5　削孔全長に対する絶対値誤差の割合（仰角、地区による分類）の分析結果

分類		①水平、鉛直の両方の絶対値誤差の割合が2%以内	①、②以外（2%-4%の範囲）	②水平、鉛直のいずれかの絶対値誤差の割合が4%より大きい
仰角	3°	6 本/6 本 (100%)	0 本/6 本 (0%)	0 本/6 本 (0%)
	5°	58 本/108 本 (53.7%)	29 本/108 本 (26.9%)	21 本/108 本 (19.4%)
	7°	7 本/11 本 (63.6%)	3 本/11 本 (27.3%)	1 本/11 本 (9.1%)
地区	青村	4 本/8 本 (50.0%)	3 本/8 本 (37.5%)	1 本/8 本 (12.5%)
	滝坂	20 本/25 本 (80.0%)	5 本/25 本 (20.0%)	0 本/25 本 (0%)
	譲原	13 本/39 本 (33.3%)	14 本/39 本 (35.9%)	12 本/39 本 (30.8%)
	下塩谷	11 本/12 本 (91.7%)	1 本/12 本 (8.3%)	0 本/12 本 (0%)
	宮前	1 本/2 本 (50.0%)	1 本/2 本 (50.0%)	0 本/2 本 (0%)
	田麦俣	13 本/14 本 (92.9%)	1 本/14 本 (7.1%)	0 本/14 本 (0%)
	入谷	7 本/20 本 (35.0%)	4 本/20 本 (20.0%)	9 本/20 本 (45.0%)

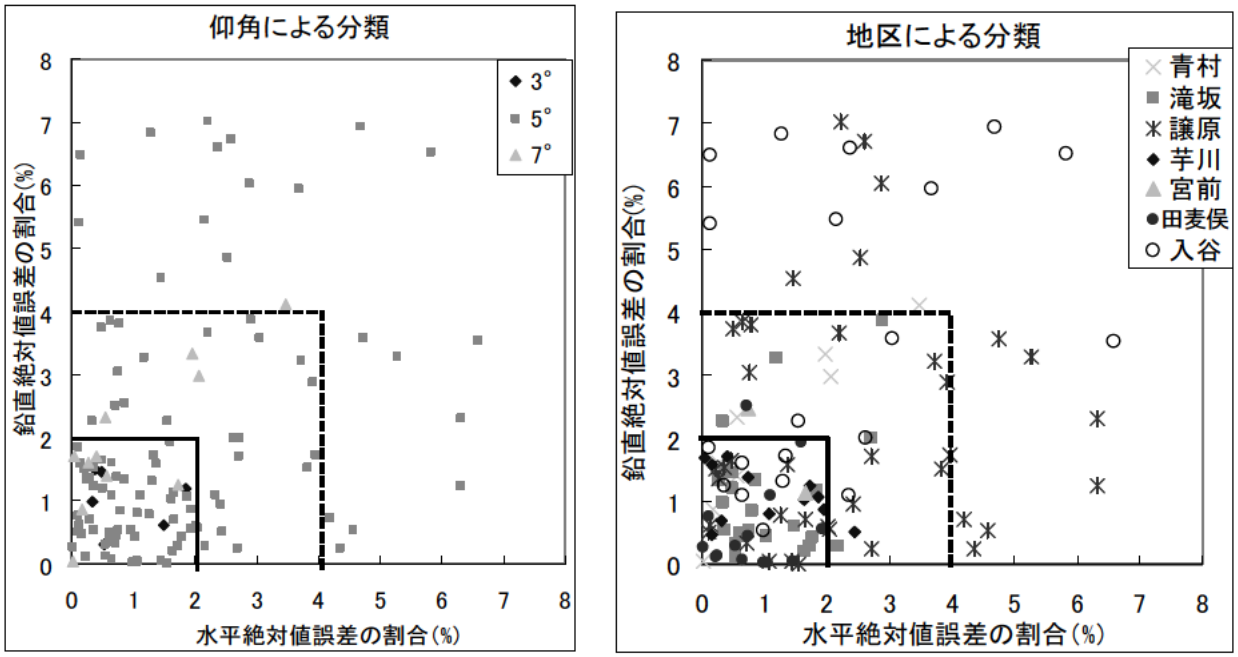


図 2.4.21　削孔全長に対する絶対値誤差の割合（仰角、地区による分類）

(5) 削孔全長と工種、削孔方式、削孔径による誤差の割合分類

(4) と同様に削孔全長に対する絶対値誤差の割合を工種、削孔方式、削孔径により分類し、図 2.4.22、表 2.4.6 に示した。

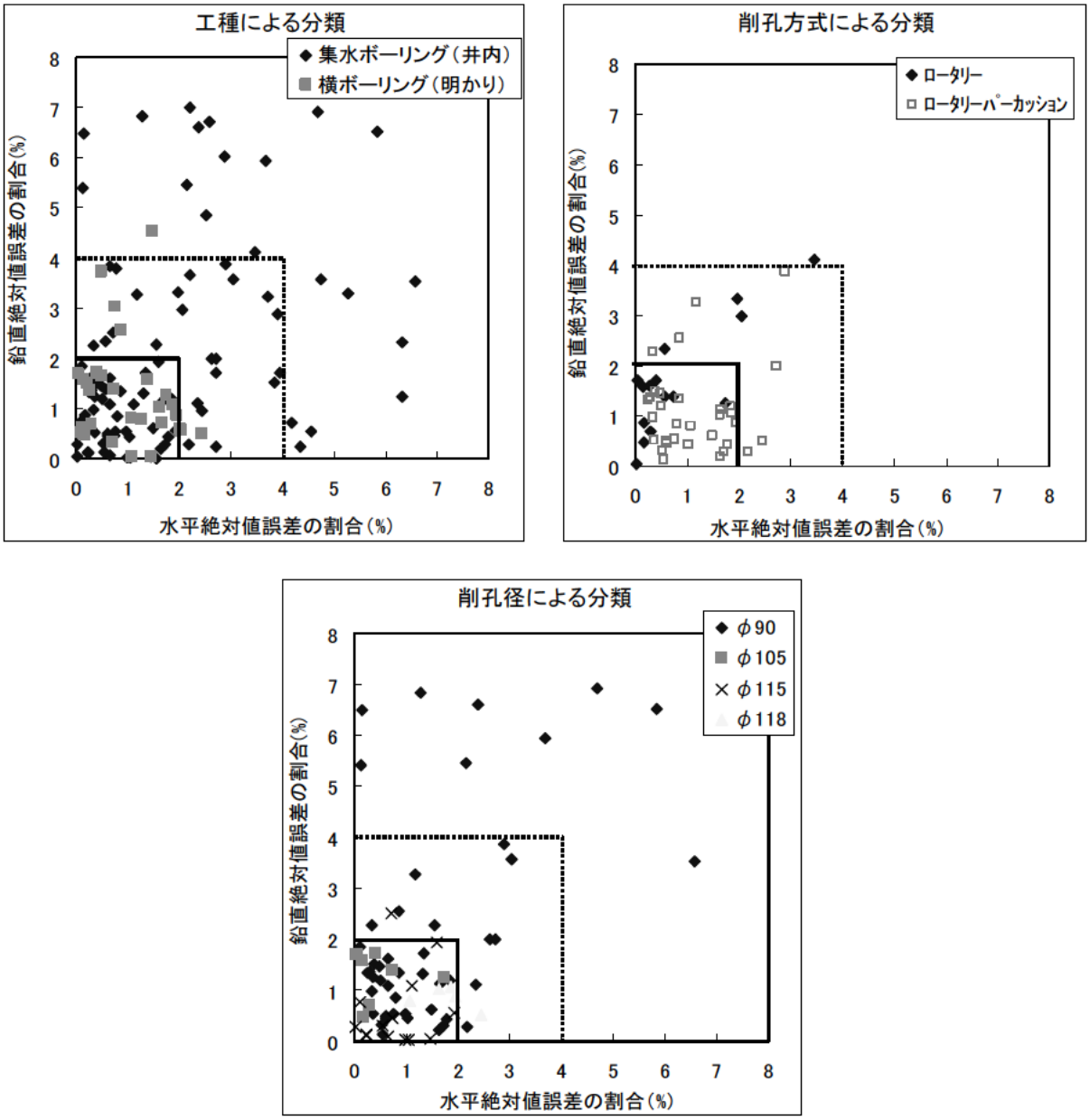


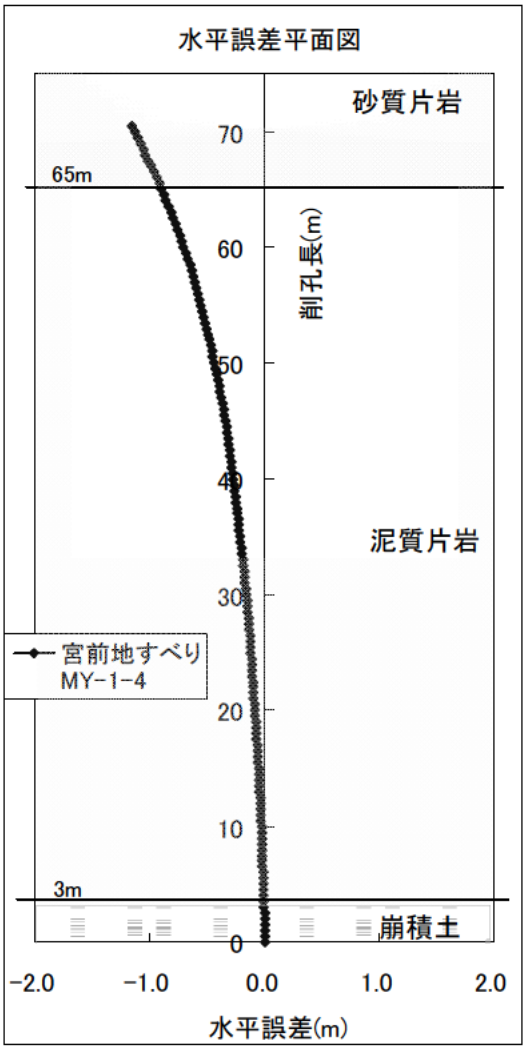
図 2.4.22　削孔全長に対する絶対値誤差の割合（削孔種別、削孔方式、削孔径による分類）

表 2.4.6　削孔全長を対象とした削孔種別、
削孔方式、削孔径の絶対値誤差の割合の分析結果

分類		①水平、鉛直の両方の絶対値誤差の割合が 2%以内	①、②以外（2-4%の範囲）	②水平、鉛直のいずれかの絶対値誤差が 4%より大きい
工種	集水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ	47 本/91 本 (51.6%)	23 本/96 本 (25.3%)	21 本/91 本 (23.1%)
	横ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ	22 本/29 本 (75.9%)	6 本/29 本 (20.7%)	1 本/29 本 (3.4%)
削孔方式	ﾛｰﾀﾘｰ	11 本/15 本 (73.3%)	3 本/15 本 (20.0%)	1 本/15 本 (6.7%)
	ﾛｰﾀﾘｰﾊﾟｰｶｯｼｮﾝ	25 本/32 本 (78.1%)	7 本/32 本 (21.9%)	0 本/32 本 (0%)
削孔径	φ90mm	28 本/47 本 (59.6%)	10 本/47 本 (21.3%)	9 本/47 本 (19.1%)
	φ105mm	7 本/7 本 (100%)	0 本/7 本 (0%)	0 本/7 本 (0%)
	φ115mm	13 本/14 本 (92.9%)	1 本/14 本 (7.1%)	0 本/14 本 (0%)
	φ118mm	4 本/5 本 (80.0%)	1 本/5 本 (20.0%)	0 本/5 本 (0%)

(6) 地質による整理

地質データが入手できた宮前地すべりの MY-1-4、MY-2-1 の 2 本のボーリングを対象に水平・鉛直誤差を地質ごとに整理し、図 2.4.23、図 2.4.24 に示した。



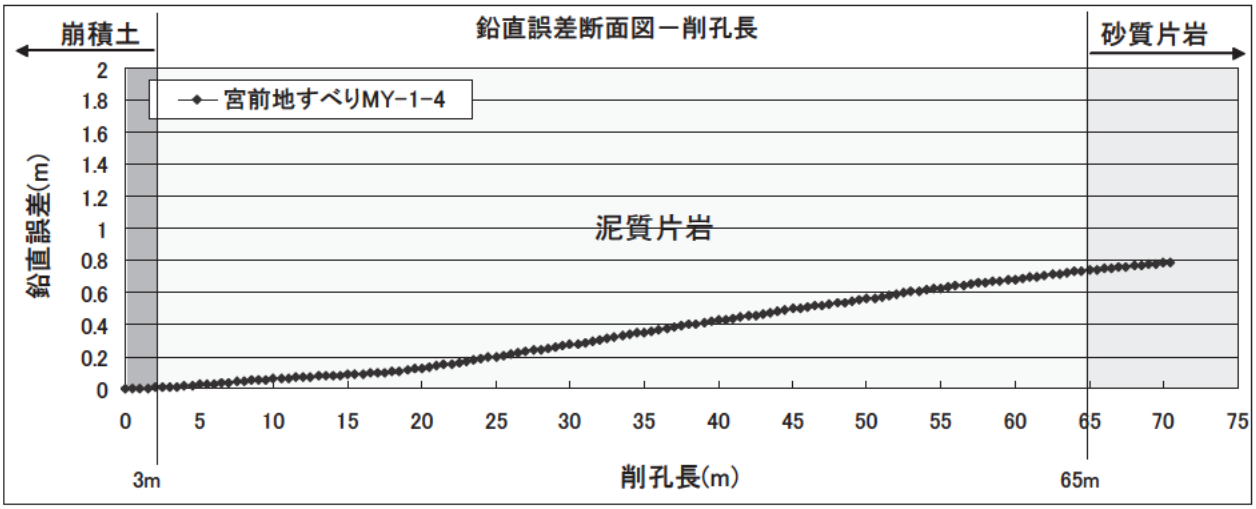
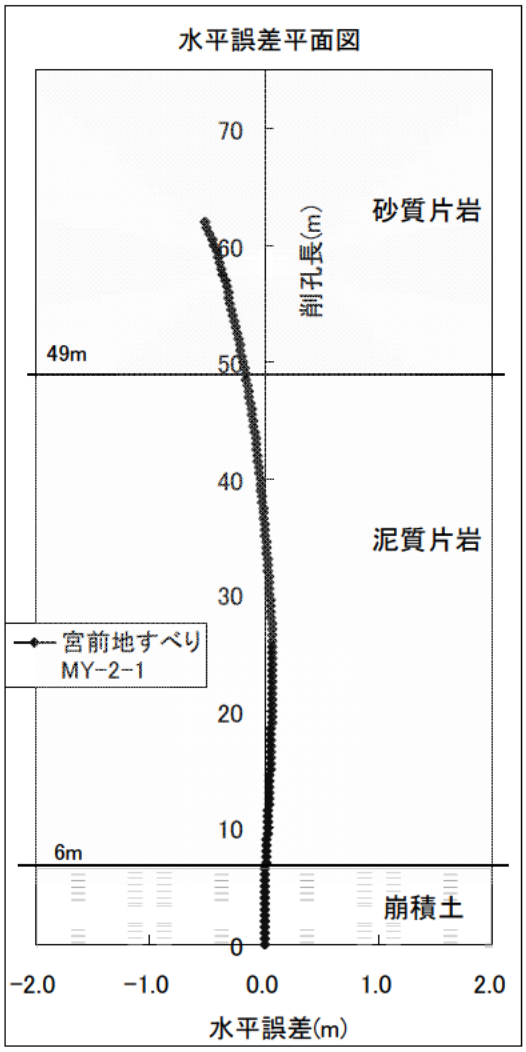


図 2.4.23　水平、鉛直誤差断面図（MY-1-4）



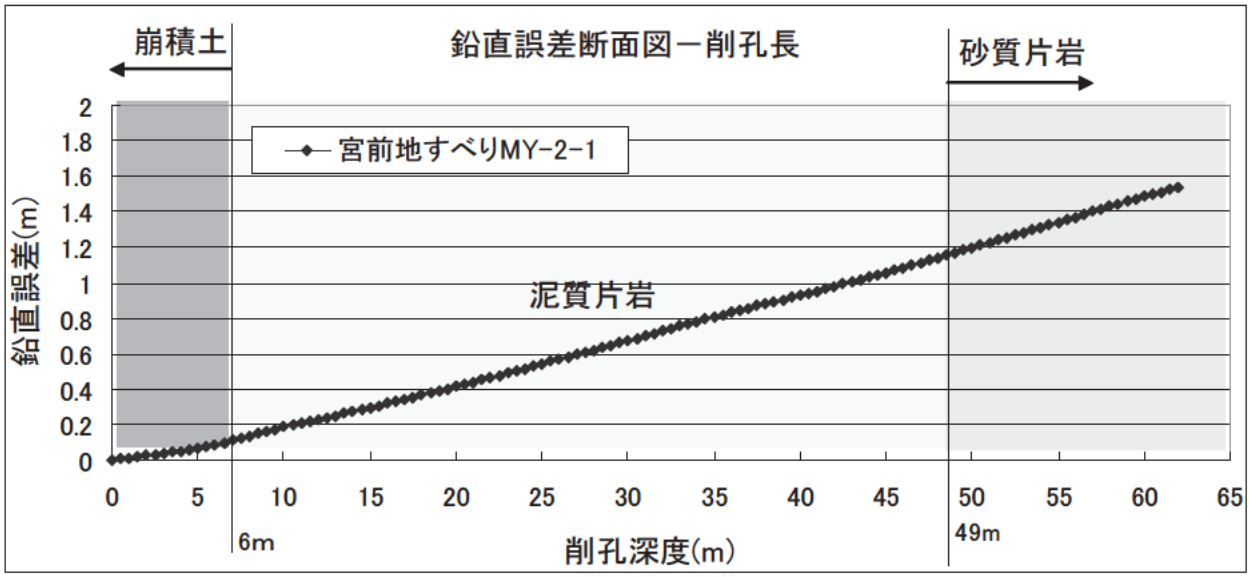


図 2.4.24　水平、鉛直誤差断面図（MY-2-1）

(7) 削孔軌跡の整理

削孔深度 10m 毎に水平・鉛直誤差を直線で結び、これらを削孔軌跡図として図 2.4.25～図 2.4.35 毎の孔曲がりの傾向を確認した。

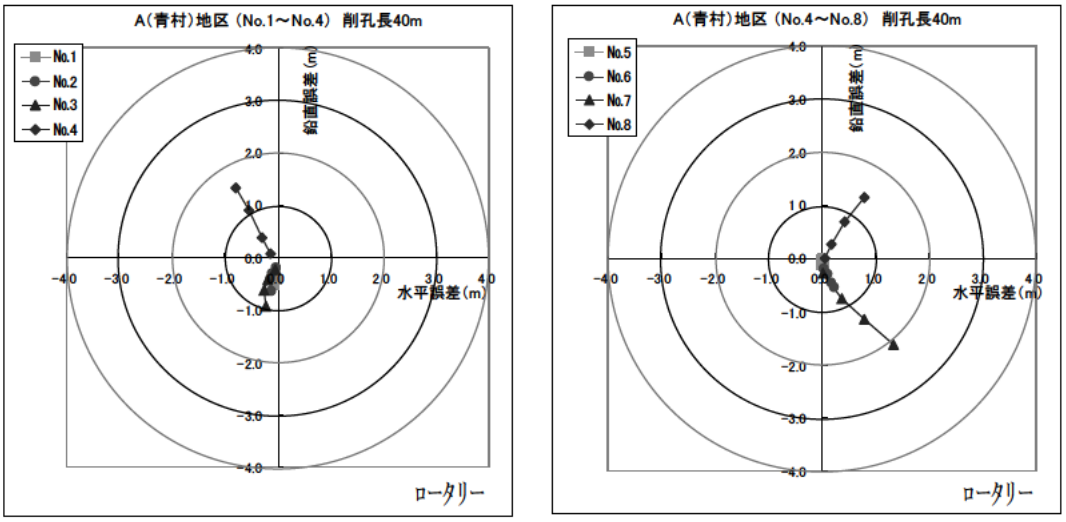
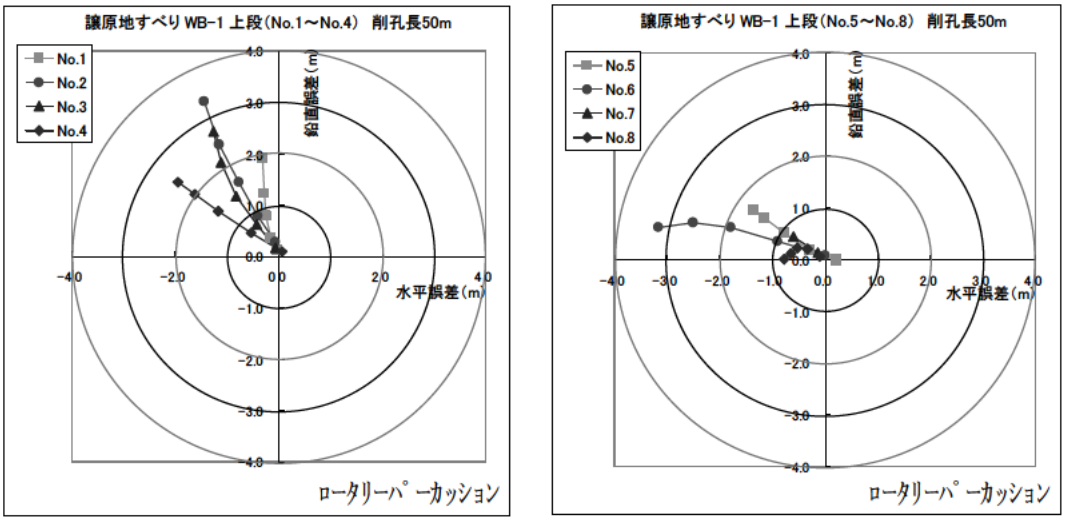


図 2.4.25　削孔軌跡図（青村地区）



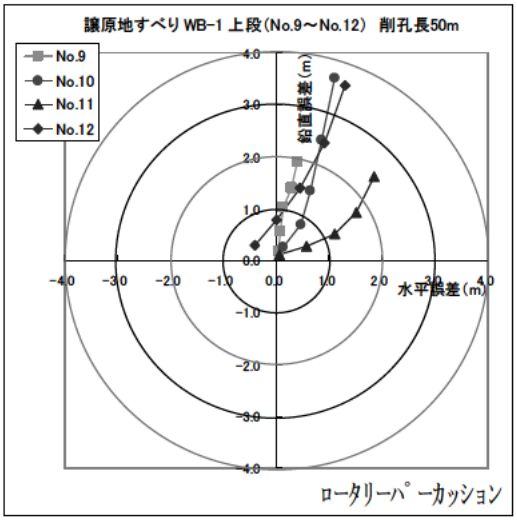


図 2.4.26　削孔軌跡図（譲原地すべり WB-1 上段）

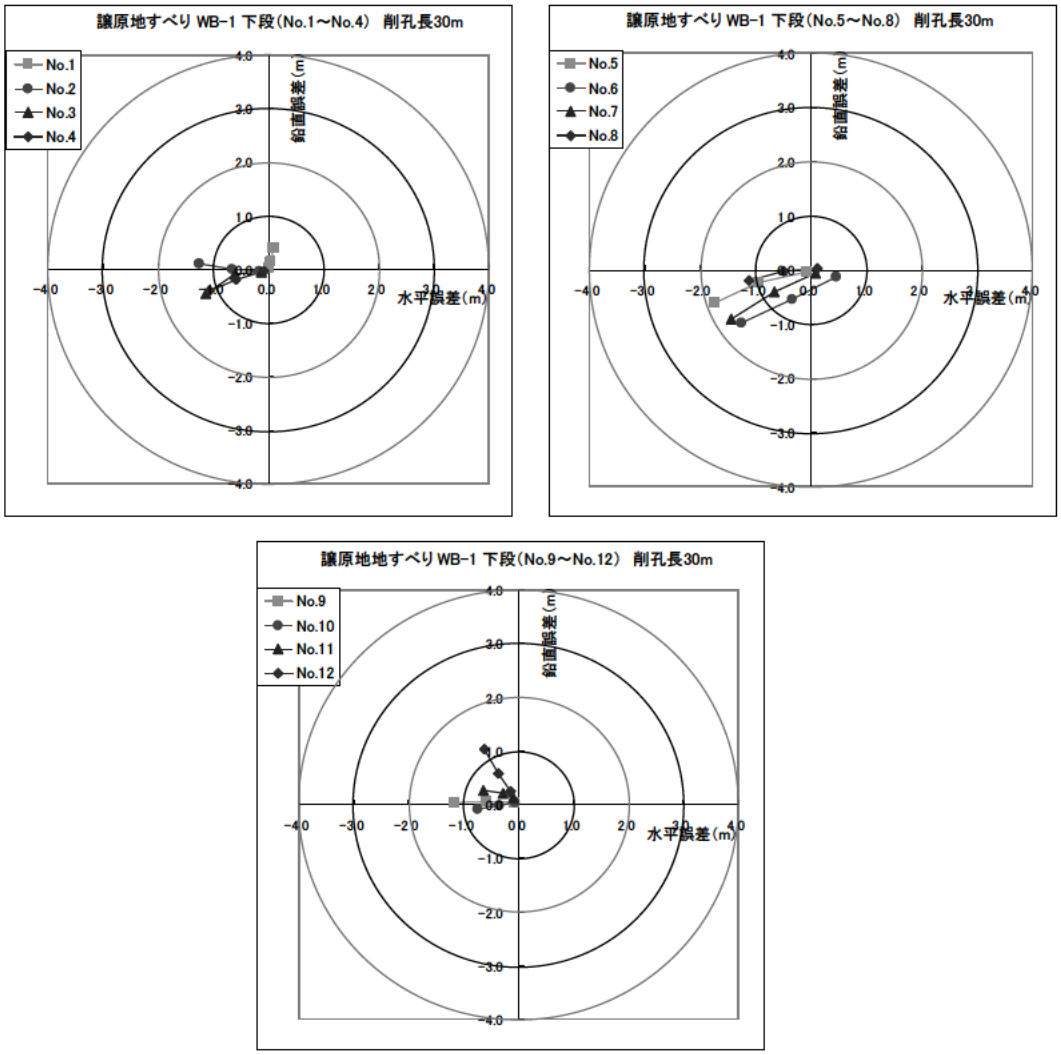


図 2.4.27　削孔軌跡図（譲原地すべり WB-1 下段）

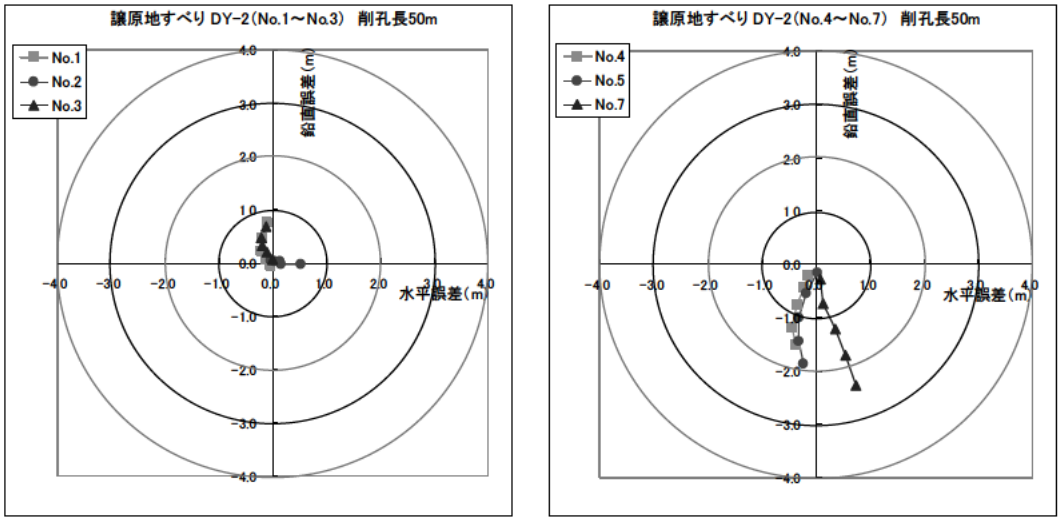
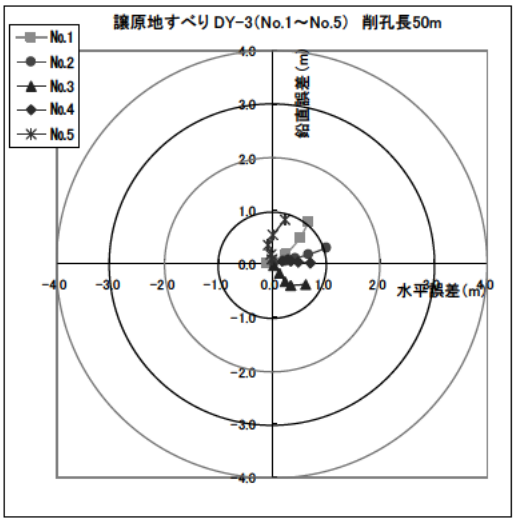


図 2.4.28　削孔軌跡図（譲原地すべり DY-2）



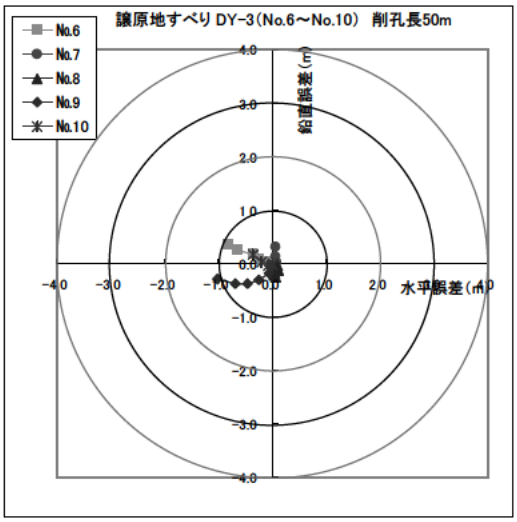
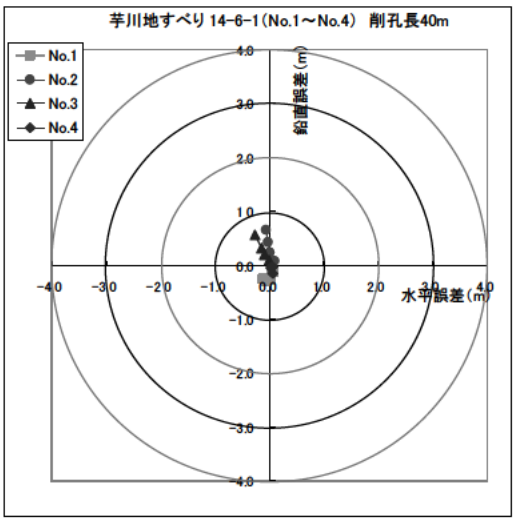
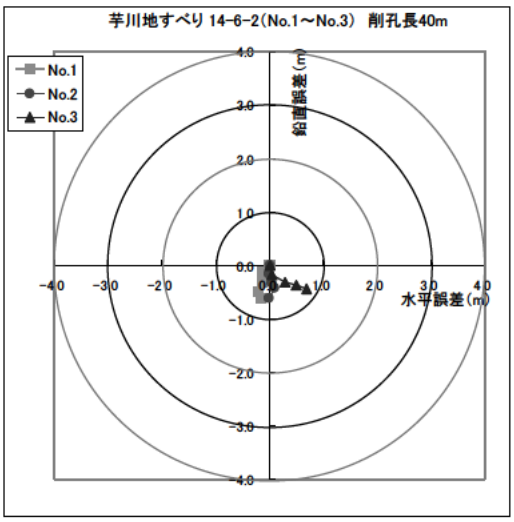


図 2.4.29　削孔軌跡図（譲原地すべり DY-3）





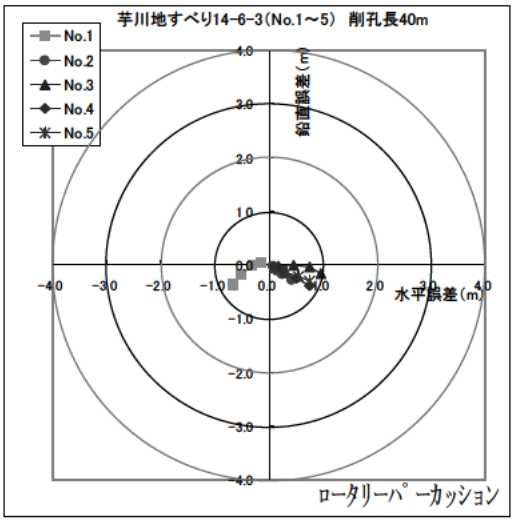


図 2.4.30　削孔軌跡図（下塩谷地すべり）

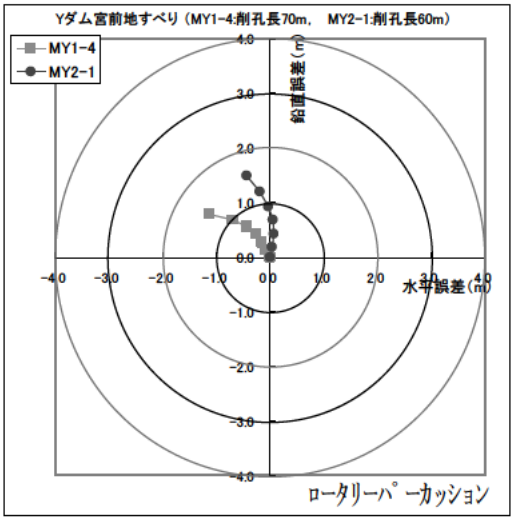
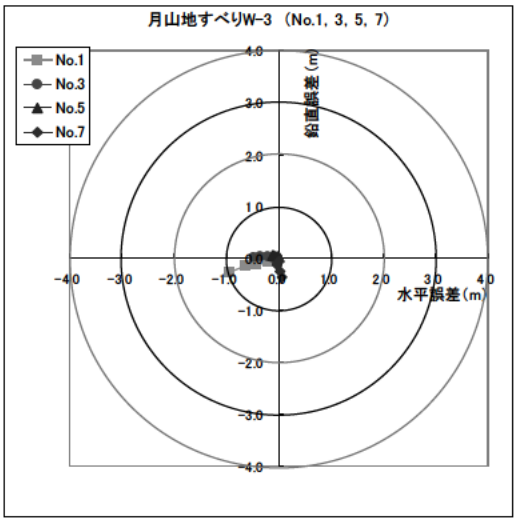


図 2.4.31　削孔軌跡図（宮前地すべり）



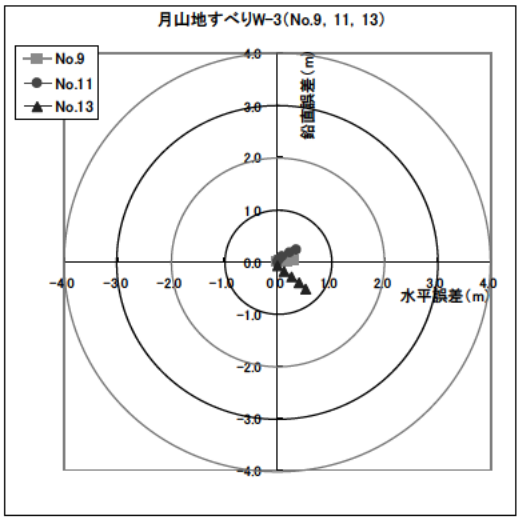
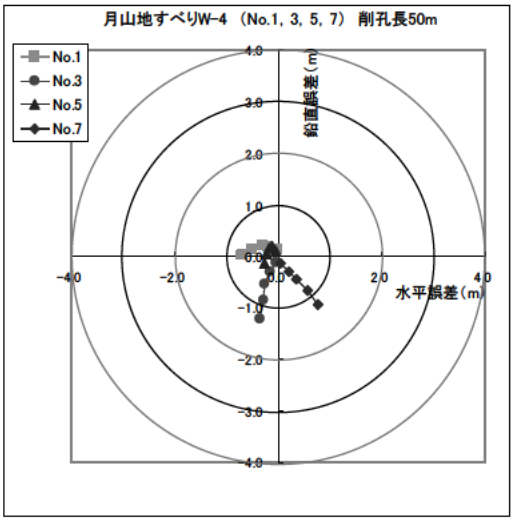


図 2.4.32　削孔軌跡図（月山地すべり W-3）



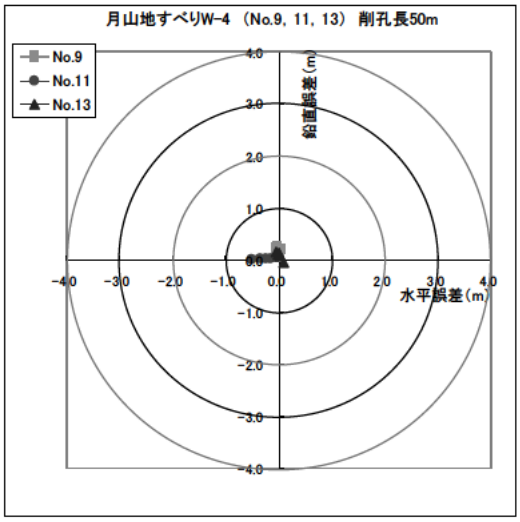
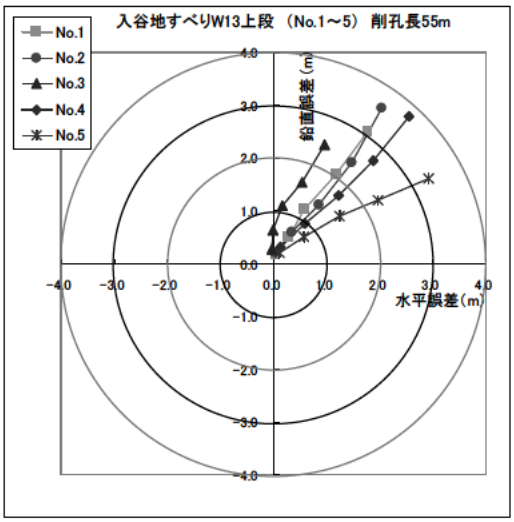


図 2.4.33　削孔軌跡図（田麦俣地すべり W-4）



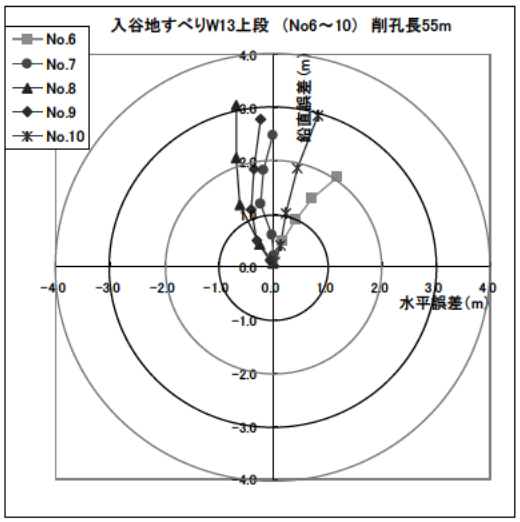
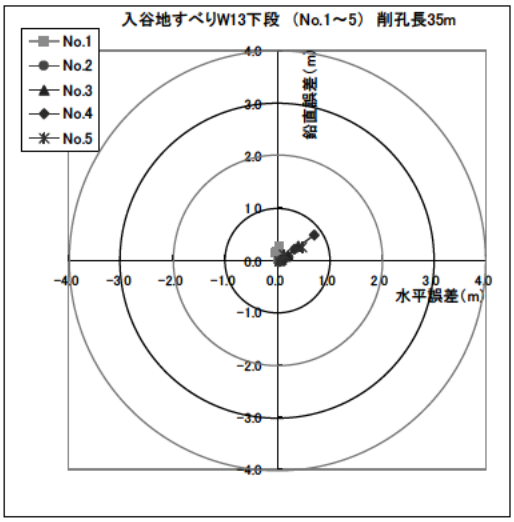


図 2.4.34　削孔軌跡図（入谷地すべり W13 上段）



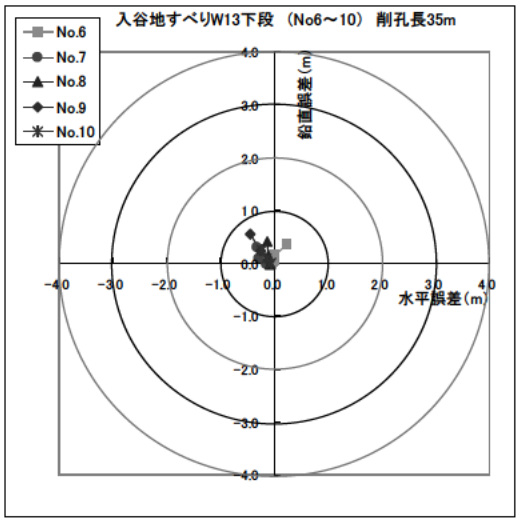


図 2.4.35　削孔軌跡図（入谷地すべり W13 下段）

2.5　孔曲がりの原因分析

2.4 章で実施した孔曲がり測定結果の分析から、孔曲がりの原因について考察する。なお、この章における考察では以下のように誤差を定義する。

- 誤差＝$\sqrt{(\text{水平誤差})^2+(\text{鉛直誤差})^2}$
- 誤差の割合＝|水平誤差|／全長 もしくは|鉛直誤差|／全長

①誤差の割合が 2%以下：水平誤差の割合と鉛直誤差の割合の両方が 2%以下である。

②誤差の割合が 4%より大きい

‥‥　水平誤差の割合と鉛直誤差の割合のいずれか 1 つが 4%より大きい

③誤差の割合が 2%-4%

‥‥　上記の①、②に該当しないもの

(1) 孔曲がり測定結果の内訳

分析データ（125 本）の内訳は、下記の通りである。

a) 仰角　　3°：　6 本（5.0%）、 5°：103 本（85.3%）、 7°：11 本（9.2%）

b) 削孔全長　　30m：12 本（10.0%）、 35m：10 本（8.3%）、40m：20 本（16.7%）、
50m：54 本（45.0%）、55m：10 本（8.3%）、60m：1 本（0.8%）、
70m：7 本（5.8%）、 80m：6 本（5.0%）

仰角に関しては、データの 85%以上が 5° であった。また、削孔長の 45%は 50m である。

(2) 削孔深度での誤差

2.4.5(2)で整理した削孔深度と誤差の関係を図2.5.1に示す。

図2.5.1から、削孔深度が長くなるにつれて誤差が大きくなる傾向が確認された。よって、削孔深度が長くなるほど曲がりが大きくなる傾向がある。

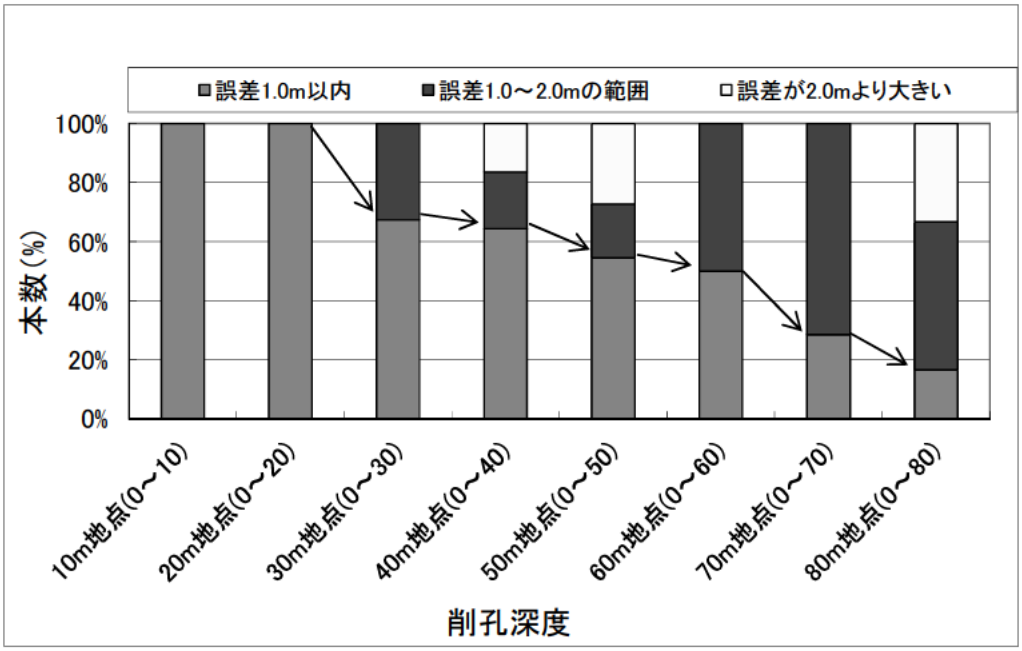


図2.5.1　削孔深度と誤差の関係

(3) 区間長での誤差

2.4.5(3)で整理した区間長と誤差の関係を図2.5.2に示す。

区間長50-60m、60-70mについては、それぞれ2本、1本しかデータがなかったため、今回の考察の対象外とした。

整理の結果、区間長が増加すれば誤差も増加する傾向にある。特に、0-10mから20-30mの誤差は増加傾向が大きい。一方、20-30mから40-50mの誤差に大きな変化はない。このことから、孔曲がりの発生しやすい区間は孔口近くの10～30mの区間であり、この区間で曲がったものがそのまま先端まで削孔され、削孔深度の延長増加に比例して誤差が大きくなると考えられる。よって、削孔する際には、孔口に近い10～30mの区間を慎重に掘り進めることが重要であると考えられる。

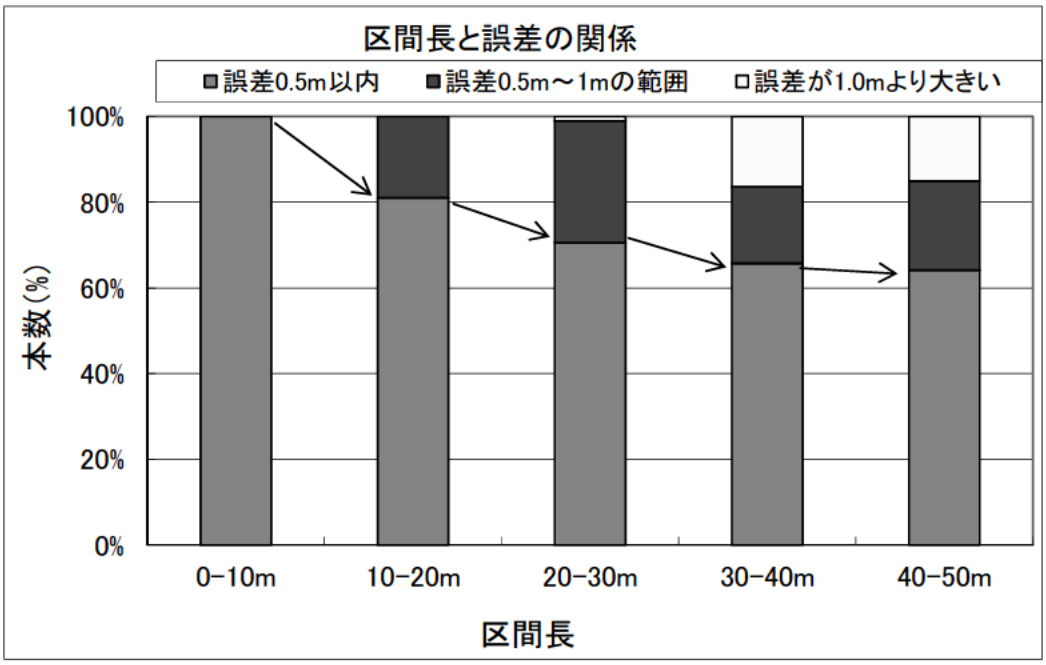


図2.5.2　区間長と誤差の関係

(4) 仰角の違い

2.4.5(4)で誤差の割合を仰角で分類した結果、仰角3°で削孔したものは6本全て（100%)、仰角5°では58本（53.7%)、仰角7°では7本（63.6%）が誤差の割合が2%以内であった。このことから、仰角5°や7°と比較して仰角3°は誤差の割合が小さいが、仰角3°は6本、仰角7°は11本とデータが少ない。

(5) 地区の違い

2.4.5(4)で誤差の割合を地区で分類した結果、誤差の割合が4%より大きいものが22本存在した。このうち、12本／22本が譲原地すべり、9本／22本が入谷地すべりの計測結果であった。また、下塩谷地すべりでは12本中11本、入谷地すべでは14本中13本が誤差の割合が2%以内に収まっていた。このことから、地区の違いによって、誤差の割合が大きく異なると考えられる。なお、地区の違いにおける曲がりやすさの要因としては、①地質、②作業環境（作業足場、作業機械を含む）、③作業員の技量などが考えられる。

(6) 工種の違い

2.4.5(5)で誤差の割合を工種で分類した結果、誤差の割合が4%より大きいものが22本存在した。このうち21本／22本が集水ボーリングであった。また、横ボーリングでは、29本中22本（75.9%）が誤差の割合が2%以内に収まっていた。このことから、集水ボーリングと比較して横ボーリングの方が誤差の割合が小さいと考えられる。

(7) 削孔方式の違い

2.4.5(5)で誤差の割合を削孔方式の違いで分類した結果、誤差の割合が4%より大きい孔はロータリー式で削孔した1本のみであった。また、誤差の割合が2%以内に収まるものは、ロータリー式は11本／15本（73.3%）、ロータリーパーカッション式は25本／32本（78.1%）であった。このことから、誤差の割合は、削孔方式（ロータリーパーカッション式、ロータリー式）の違いにより、大きな違いはないと考えられる。

(8) 削孔径の違い

2.4.5(5)で誤差の割合を削孔径で分類した結果、誤差の割合が4%より大きい孔はφ90mmで削孔された9本のみであった。さらに、誤差の割合が2～4%の範囲では、12本中10本がφ90mmであった。このことから、削孔径が小さいほど誤差の割合は大きくなると考えられ、削孔径は、孔曲がりに大きく影響しているといえる。

(9) 地質の違い

2.4.5(6)で水平・鉛直誤差を地質データで整理した。しかし、対象データの数も少なく地質の違いによる曲がりやすさは明確に確認できなかった。

(10) 削孔軌跡の分析

図 2.5.3 は、2.4.5(7)で削孔軌跡を整理し、保孔管最深部の位置を 4 方向の区分（地山に向かって左上、左下、右上、右下）で集計した結果である。左上が 31 孔と最も多かった。また、左上と右上を合わせた、すなわち上方は 61.5%であり、保孔管は、仰角が大きくなる傾向が見られ、掘進方向が増すとともに上方向に曲がっている孔が下方向に比べて多かった。

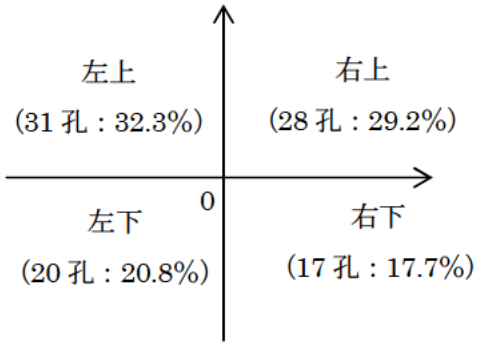


図 2.5.3　先端の位置

(11) まとめ

計測結果を分析した結果，以下の事が示唆された。

① 削孔長が長くなるほど、孔曲がりは大きくなる。

② 孔曲がりが発生し始めるのは、0～30m までの比較的孔口に近い箇所である。

③ 削孔径が小さい場合は、孔曲がりが大きくなる。

④ 設計仰角に対して上側の孔曲がりであるものが比較的に多い。

今回の検討によって，これまで一般に言われている①削孔長が長い場合や③削孔径が小さい場合に孔曲がりが大きくなることは確認できた。ただし，最も大きな孔曲がりの原因と考えられている地質の影響については収集した計測結果が少なかったことから，その影響の特定はできなかった。

地質の影響を特定できていないとはいえ，過剰な給圧や送水による孔壁の乱れが削孔方向の精度に悪影響を及ぼすことは想像される。したがって孔壁を乱さない仕上げを目指すことが重要である。また，今回の分析により，②孔曲がりが発生し始めるのは，0～30m までの比較的孔口に近い箇所であることが分かった。この結果は，0～30m までの区間の精度向上を目指すことが孔曲がりを防ぐ対策となる可能性を示唆している。

孔壁を乱さない仕上げや精度向上を目指すためには，削孔機セットを正確に振動等で移動しないように固定すること，削孔中の給圧，給進，送水および孔内洗浄の状況を確認しつつ，状況に応じた削孔を行うことが重要である。

2.6　管内カメラ観察結果の整理

入谷地すべり、月山地すべり田麦俣地区、下塩谷地区における管内カメラ観察結果を**表 2.6.1** にまとめた。

表 2.6.1　検討対象の結果

所在	長野県下伊那郡大鹿村		山形県鶴岡市、西川町		新潟県小千谷市		
地質概要	三波川帯の結晶片岩類		新第三系の堆積岩など		新第三系の堆積岩など		
ブロック名	G1ブロック		田麦俣地区		下塩谷地区		
対象箇所	WG-13集水井(上段)	WG-13集水井(下段)	W-3集水井	W-4集水井	14-6-1	14-6-2	14-6-3
本数	10	10	7	7	4	3	5
削孔径(mm)	90	90	115	115	105	105	118
設計削孔角度(°)	上向き 5°	上向き 5°	上向き 5°	上向き 5°	上向き 5°	上向き 7°	上向き 5°
保孔管	VP40		VP40(斜孔管)		VP40(斜孔管)		
地下水が流入した保孔管数	3	5	4	5	4	3	5
地下水が孔口まで到達した保孔管数	1	2	0	4	4	3	5
施工延長に対する地下水流下区間長と割合	69.8m	41.3m	64.0m	195.0m	106.0m	70.8m	129.0m
	12%	11%	17%	51%	65%	58%	63%
地下水の流入箇所数(上部)	2 / 14	0 / 11	0 / 6	9 / 120	2 / 14	0 / 6	5 / 19
(側部)	7 / 14	3 / 11	1 / 6	23 / 120	4 / 14	3 / 6	6 / 19
(下部)	5 / 14	8 / 11	5 / 6	88 / 120	8 / 14	3 / 6	8 / 19

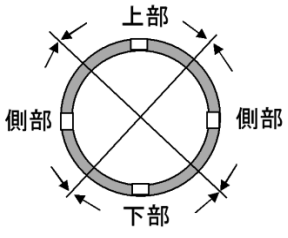
(1) 保孔管内の地下水の状況について

表 2.6.1 の 3 地区において地下水の流入が確認された保孔管は 29 本であったが、地表の孔口より地下水が排出されていた保孔管は 19 本であった。この結果は、一度漏水した後、別のストレーナから再流入して最終的に孔口より排出されたものを含む結果であり、漏水現象は地下水の流入があった全ての保孔管で確認された。また、「**3.2.2 簡易モデルによる集水性能試験**」によると、従来の保孔管（VP 管）の通水率（水を漏らさず流す能力）は 4mあたり平均 80%であり、保孔管内を 12m流下すると、管内の水量は約半分に低下する結果を得ており、現場での観察と室内試験とがおおよそ合致する結果となった。

(2) 保孔管への流入位置について

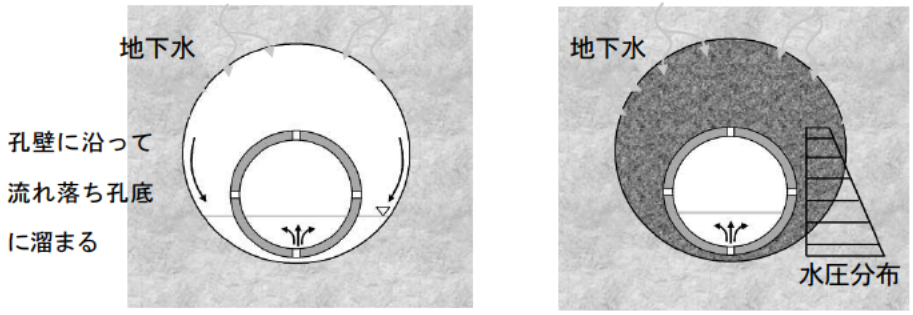
通常、保孔管には千鳥配置で上下左右の 4 方向にストレーナが設けられている。上記 3 地区において地下水が流入した位置の割合は**表 2.6.2** のとおりであった。

表 2.6.2　流入位置



上部	18 ヶ所（9%）
側部	47 ヶ所（25%）
下部	125 ヶ所（66%）

地下水の流入位置は表 2.6.2 で示すとおり、上部孔からの流入は少なく、下部孔から流入してくるケースが圧倒的に多いことが観察された。これは、①孔壁が自立する場合 では、ボーリング孔内に流入した地下水は孔壁に沿って流れ落ち、孔底に水が溜まり流下するためと考えられる。また、②孔壁が崩壊する場合では、保孔管の周囲が崩壊土砂で埋まるため、保孔管の全周にわたって水が存在することとなるが、このような場合でも図 2.6.1 に示されるように、水頭差により上孔よりも下孔から地下水が流入し易くなるものと考えられる。



①孔壁が自立する場合　　②孔壁が自立しない場合

図 2.6.1　保孔管内への地下水の流入の模式

(3) 管内カメラ観察のまとめ

今回の複数地区での管内カメラ観察により確認された事項を以下にまとめる。

①地下水は保孔管の全体から集水されているのではなく、ある特定区間から流入していた。

②保孔管に流入した地下水は、管内を流下するうちに保孔管の底孔から徐々に漏水していた。

③多くの場合、地下水は保孔管の下部あるいは側部に位置するストレーナから管内に流入する。

既存の水抜きボーリングの周辺で追加ボーリングを行う際には、既存の保孔管内をカメラ観察することで、地下水の流入位置や区間、土砂の流入状況などが把握できるため、その区間だけ保孔管の開孔率を大きくし集水能力を高めたり、防砂フィルターを巻き付けたりするなど、集排水能力を高める対策が可能となる。

3. 保孔管の性能評価

3.1. 既存保孔管の整理

3.1.1. 保孔管の特徴

現在技術基準には、「ストレーナ、または、スリット加工を施した硬質塩化ビニール管等の保孔管を挿入する」[1] と記述されており、最も多く使用されている保孔管は、塩ビ管である[2]。**図 3.1.1.1** にストレーナ加工を施した塩ビ管の例を示す。

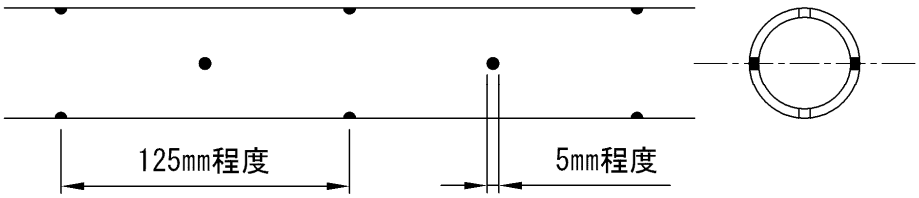


図 3.1.1.1 ストレーナ加工を施した塩ビ管の例

しかし、従来の全孔ストレーナ加工した塩ビ管では、集めた地下水が保孔管外へ流出し不飽和層で逸水することによる排水効率の低下などが懸念される。また、市場には様々な特性を持った保孔管が提供されており、集水性・施工性・経済性などの各面において現場条件に応じた適切な保孔管を選定することが、より効果的な排水ボーリングを実施する上で重要な要素となる。**表 3.1.1.1** は、現在市場に提供されている各種保孔管である。

表 3.1.1.1 既存保孔管の一覧

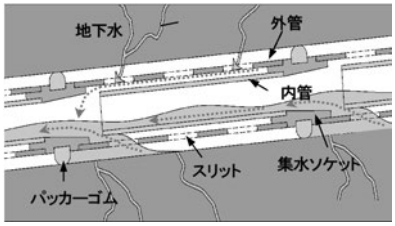
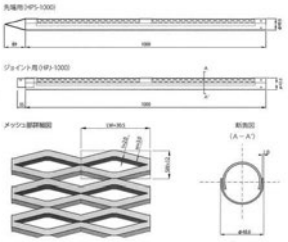
	保孔管名	会社名
1	MT パイプ（ミズトール）	(株)アクア・コントロール、(株)東建ジオテック、(株)エスイー
2	ハーフパイプ	フリー工業(株)
3	ロジオドレーン	鹿島建設(株)、芦森工業(株)
4	植毛暗渠パイプ	東日工業(株)
5	ミズデルン	ニホン・ドレン工業(株)
6	サビレス管	(有)太田ジオリサーチ、千代田器材(株)
7	波形ハイストローグ	(株)藤進
8	ヒシパイプ斜孔管	三菱樹脂(株)
9	ＴＡＣ水平ドレン	東拓工業(株)
10	パッカー式桶	日本公共企画(株)
11	ワンロックシュウスイ	(株)新東京ジオシステム
12	プラグ式集水管	サンスイエンジニアリング(株)

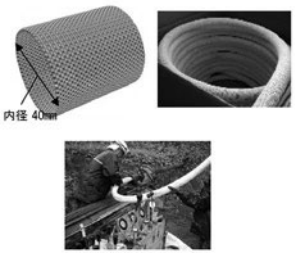
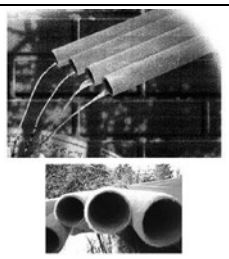
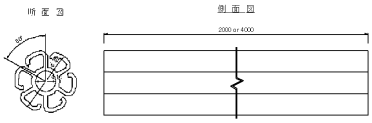
表 3.1.1.1 に挙げた各種の保孔管について、それぞれの特徴等を整理するために、各社に表 3.1.1.2 に示す調査票の作成を依頼した。各社から提出された調査票をもとに、各種保孔管の構造、特徴を表 3.1.1.3 にまとめられた。

表 3.1.1.2　水抜きボーリング用保孔管調査票

<table>
<tr><td colspan="2">工法名</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">NETIS</td><td></td><td>その他技術審査証明など</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">構造図
（概略図）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">材 質</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">寸 法</td><td>外　径</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>保孔管1本当り長さ</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">特　徴
（従来工法との比較）
（集水性、施工性、経済性、強度など）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">特に効果の高い
と考えられる
適用範囲</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">連絡先</td><td>会社名</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>住　所</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>電話番号</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>E-Mail</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

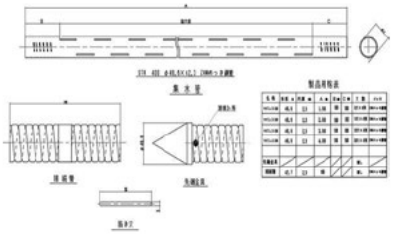
表 3.1.1.3　既存保孔管一覧表（１）

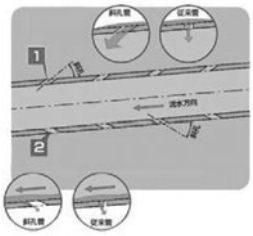
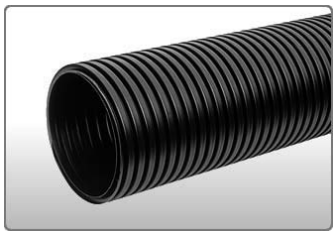
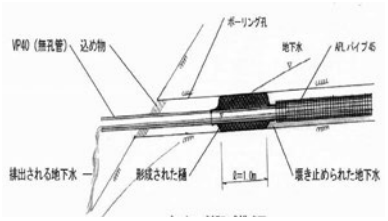
工法名	ＭＴパイプ（ミズトール工法）	ハーフパイプ
NETIS	SK-990017-V	―
構造図 （概略図）		
材　質	塩ビ管、膨張性ゴム	HPS-1000、HPJ-1000、 φ2mm ｴｷｽﾊﾟﾝﾄﾞ加工
寸　法（mm）	外径：φ60　　長さ：2000	外径：φ48.6　　長さ：1000
構　造 特　徴 （従来工法との比較） （集水性、施工性、経済性、強度など）	・ 2m 毎に設けられた膨張性ゴムのパッカーにより、湧出した地下水を堰止め、スリットを通して強制的にパイプ内に取り込む構造となっている。 ・ 外管のスリットから取り込んだ地下水は、集水ソケットを介して次々と二重管の内管に流れ込み、逃さず排水する。 ・ 外管には 3mm×70mm のスリットが設けられ、開口率が大きい。	・鋼管の上部（半円部）をメッシュ状（エキスパンド加工）にして、集排水率を大幅に高めた水抜き鋼管。 ・地山等の条件により、「打込方式」、「プレボーリング方式」、「ボーリングマシン」による打設方法が選べる。 ・通水開口率が高く、水脈に当たる確率がアップする。 ・排水率が高いため、より多くの「水」を排除する。
特に効果の高いと考えられる適用範囲	・ 亀裂の多い地盤や透水性の高い地盤において、特に効果が高いものと考えられる。 ・ 不飽和層での逸水が想定される現場。 ・ 孔壁が自立する地山では、特にパッカーの効果が高い。	・盛土法面での法尻・法肩で排水不備による崩壊が起こりやすい部分の排水。 ・切土のり面での地層変わり部の地下水排除。 ・ダム等の湛水面での残留水圧低減。
価　格	3,400 円/m	4,000 円/m
実　績	四国（徳島）、山口での実績が多い	関東、他で実績あり
連絡先	㈱アクア・コントロール ㈱東建ジオテック、㈱エスイー	フリー工業㈱

ロジオドレーン	植毛暗渠パイプ	ミズデルン
KK-100098-A	ー	ー
		
ポリエステル	塩ビ管（植毛加工）	硬質ポリ塩化ビニル
内径：φ40 が基本 長さ：任意(80m まで実績あり)	外径：φ48　　長さ：2000	外径：φ48　　長さ：2000、4000
・ タテ糸とヨコ糸で構成される筒状織物の保孔管。 ・ フレキシブルなため、コンパクトな荷姿での搬送が可能であり、保孔管としても地山変形や孔曲りに柔軟に追随する。 ・ 織物表面の微細孔からの全集面集水方式のため、高い集水性能を保持しつつフィルターとして吸出し防止機能に優れる。このため、保孔管周辺の空洞化や地山流失を抑制できる。 ・ 軽量であるが、ヨコ糸はモノフィラメントとなっているため保形性を有する。	・ 塩ビ管に静電気を利用してパイルを緻密に移植した排水管 ・ 移植されたパイルの毛細管現象により集水効果を上げるとともに、パイルがフィルターの役目を果たし、目詰まりを防止する。	・ロート状の連続スリットによる吸水が可能で、排水空間を 6 個に分割した耐目詰構造。 ・管外周に連続した線状の吸水口が多数あり、あらゆる方向から水が入る。 ・竹束のように線状で方向性があるため、水はスムーズに沿って流れる。 ・VP40 と接続が可能であり、他の有孔管との組み合わせ連結による集排水も可能。 ・中心のφ16 孔は検測用孔である。 ・点在する小径の有孔管に比べて、集水効率が格段に優れる。
・ 孔壁が自立しないような未固結地山。 ・ 主に砂/シルトで地山流失（吸出し）が懸念される地山。 ・ 大きな地すべり変動が予測される地山。	・ 地下水に鉄分が多く含まれる場合、バクテリアの働きで濃縮された固形物が生成され目詰まりを起こす。このような現場に対し、パイルがフィルターとして作用し、目詰まりを防止する。	・水アカの多い地盤でも開効率が大きく、十分な排水効果が期待できると考えられる。
2,000 円/m	3,800 円/m	1,600 円/m
開発直後であるが関東他で数件の実績あり	北海道での実績が多い	山形、長野、ほかで実績あり
芦森工業㈱、鹿島建設㈱	東日工業㈱	ニホン・ドレン工業㈱

（平成 22 年 3 月現在）

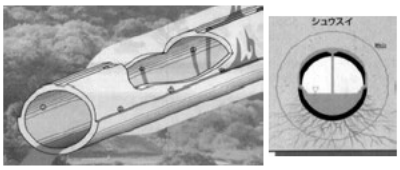
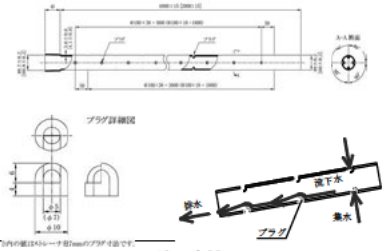
表 3.1.1.3　既存保孔管一覧表（２）

工法名	恒久集水ボーリング保孔管(サビレス)	波形ハイストローグ集水管
NETIS	KK-030021-V	TH-990157-A
構造図 （概略図）		
材　質	STK400+高耐食性メッキ（ZAM）	ポリビンハイポール
寸　法（mm）	外径：φ48.6　　長さ：1500～4000	外径：φ60　　長さ：1000、1500、2000
構　造 特　徴 （従来工法との比較） （集水性、施工性、経済性、強度など）	・　長寿命（80 年以上）であり、ライフサイクルコストが安価（従来製品の 1/2 程度）である。 ・　高強度（3 点曲げ試験で塩ビ系の約 10 倍）のため、微小変形のある地すべり土塊内でも破断しない。 ・　高強度のため保孔管とケーシングが供回りするような場合でも保孔管が破損せず安定した施工が可能。また排水トンネル内から高角度で打設する際、脱落防止のため先端部を打撃により食い込ませるが、その際も破損しない。	・特殊グラフト樹脂と硬鋼線との複合パイプポリビンハイポールを波形に加工した排水管である。 ・耐衝撃性、耐腐食性、耐薬品性、耐久性に優れる。 ・波形であるため地下水が流入しやすく集排水効率に優れた形状である。
特に効果の高いと考えられる適用範囲	・　地すべり対策工の恒久化を考えている現場。 ・　高角度打設を行う現場。 ・　コスト縮減を考えている現場。 ・　ケーシング抜管時の保孔管破損による工程遅れを避けたい現場。 ・　地すべり土塊に微小な活動や変形が発生するような現場。	・耐腐食性、耐薬品性に優れるため、特に温泉地などで効果が高いものと考えられる。
価　格	4,261 円/m（平均）	3,615 円/m（平均）
実　績	関西（大阪）、群馬、静岡で実績が多い	東北地方（山形）での実績が多い
連絡先	(有)太田ジオリサーチ、千代田器材㈱	㈱藤進

ヒシパイプ斜孔管	ＴＡＣ水平ドレン	パッカー式桶
KT-070061-A	―	HK-060016-A
		
塩ビ管	ポリエチレン	ポリ製網状管、パッカー （水質に合わせる）
外径：φ48　　長さ：2000、4000	外径：　　長さ：	外径：φ54　　長さ：4000
・ 孔に角度をつけることで地盤中の水を流入しやすくすると共に、透水開口面積は従来管の約2倍とした。 ・ 斜孔であるため管内の流れに対し、逸水しにくい。 ・ 接着受口構造なので継ぎ手を必要とせず、硬質塩化ビニル管用接着剤による接合が可能。	・ ポリエチレン樹脂を使用しているため、耐摩耗性、耐薬品性、耐寒性に優れる。 ・ 外面がコルゲート状の波付構造であるため剛性が高い。 ・ 可とう性に優れるため、地山の移動に追随できる。	・ 排水管にポリ製網状管を使用し、地下水をパッカーで堰き止める工法である。 ・ 孔壁が大きい場合や崩壊している場合においても薬液パッカーを膨らませ孔壁に密着させることができる。また、薬液がパッカーから適度に漏れ、地下水を完全に遮水できる。 ・ パッカーを形成する位置は、ケーシングからの排水量を測定して決定する。 ・ ストレーナから逃げた水もパッカーによりダムアップされ再びパイプ内に流入し、孔口より排出される。
	・ 耐腐食性、耐薬品性に優れるため、特に温泉地などで効果が高いものと考えられる。	・ 亀裂の多い地盤において、特に効果が高いものと考える。
530円/m	不　明	不　明
不　明	実績なし	不　明
三菱樹脂㈱	東拓工業㈱	日本公共企画㈱

（平成22年3月現在）

表 3.1.1.3　既存保孔管一覧表（３）

工法名	ワンロックシュウスイ	プラグ式集水管
NETIS	TH-990105（現在失効中）	KT-090050-A
構造図 （概略図）		
材　質	塩ビ管	塩ビ管
寸　法（mm）	外径：φ48、φ60　長さ：2000、4000	外径：φ48、φ60　長さ：2000、4000
構　造 特　徴 （従来工法との比較） （集水性、施工性、経済性、強度など）	・上部および両サイドに溝を設けた排水管。 ・溝に沿って地下水が流下し、管内に取り込まれる。 ・従来、点的に集めていた水を面的に集めることが出来る。 ・下部半面にはストレーナが無いため、集めた地下水を逃さない。 ・ワンタッチで接続が可能であり、施工性に優れる。	・塩ビ管の円周方向に直角に設けた集水孔に、管の内側で凸となるプラグ（漏水低減装置）を取り付けた構造。 ・プラグは管の下流方向にのみ開口しており、管内水は流下の際にこのプラグを乗り越えるため、集水孔からの漏出が極めて少ない。 ・排水区間を固定しないので、地下水位や地下水域の変動によって排水効果が損なわれる（漏水量が増える）ことがない。 ・管内洗浄は高圧水噴射で行うが、プラグの開口部が下流側を向いているため、噴射水圧を有効に利用した洗浄が可能である。
特に効果の高いと考えられる適用範囲	・亀裂の多い地盤において、特に効果が高いものと考える。	・集水区間（ストレーナ区間）中で管外周地盤の地下水位（水圧）が変化し、従来技術（工法）では集水した管内流下水が管外に漏出すると考えられる箇所等。
価　格	750 円/m（P-40）	1,170 円/m（VP40）
実　績	不　明	宮崎での実績が多い
連絡先	㈱新東京ジオ・システム	サンスイエンジニアリング㈱

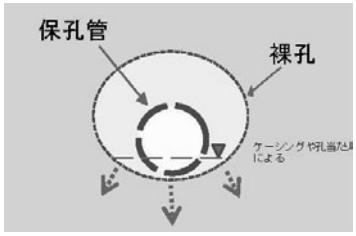
（平成 22 年 3 月現在）

3.2　保孔管の集水性能実験

(1) 実験目的

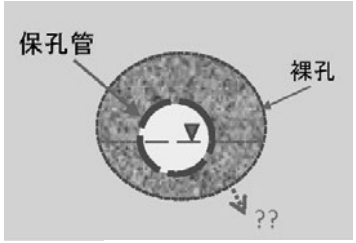
地すべり対策として実施されている集水井内の集水ボーリングおよび横ボーリングに用いられている保孔管の集水性能を評価するために性能実験を行う。アンケート調査の結果を考慮すると、施工後の保孔管の性能は、施工性、耐久性、集水性、維持管理性の４項目が考えられるが、ここでは集水性のみに着目した保孔管の性能実験を行った。

現場に施工された保孔管の現場条件のイメージを**図 3.2.1** に示した。地すべり対策における保孔管のイメージは２通りあると予想される。ひとつは**図 3.2.1(a)**のように保孔管の周辺が空洞となっている状況である。これは削孔でできた孔壁が崩れずにその形状を維持しているもので、岩盤の様な比較的に固い地盤や地すべり土塊の外の地盤状況を想定している。この場合、裸孔部となった削孔した孔壁に水がしみ出し、しみ出した水が保孔管内に流入し排水される。このような場合には保孔管上面からの水の浸入は考えにくく、保孔管下面ないしは側方から水が流入すると予想される。一方、**図 3.2.1　(b)**は、孔壁崩壊して保孔管の周辺を崩壊した土砂により埋め尽くされた状況を想定している。この場合、孔壁を維持できない比較的に軟質で水の浸透による流失の影響を受けやすい地盤状況であり、脆弱な土砂や砂質分の多い地盤を想定している。



・孔壁を水が流れる、孔壁底面に水が集まる
・保孔管から水が漏れて裸孔部分を通水～地盤に還元される。
・水が裸孔壁面を浸潤して保孔管内に水が入りにくい。

(a) 保孔管の周りが空洞の場合の断面イメージ



・保孔管の周囲を透水係数が低い物質（土砂）で覆われるため、孔壁から管の中に水が入る。

※実際の地すべり土塊・岩盤では、A）と B）が混在していると考えられる。

(b) 保孔管の周りが土砂で埋められている場合の断面イメージ

図 3.2.1　保孔管の現場設置状況イメージ

地すべり地では、これらの現場条件が混在し、複雑さを有していると考えられるが、ここでは２つの現場条件を模擬して、「裸孔を模した集水性能実験」と「土層を用いた排水性能実験」と称する２通りの実験を実施した。

(2) 実験の手順

実験の手順は**図 3.2.2** に示すとおりである。保孔管を対象とした実験は様々[3,4),5)]あるが、実験手法は規格化されていない。そのため、裸孔を模した保孔管の集水性能実験および土層を用いた保孔管の集水性能実験を共に予備実験を行った上で本実験を行った。土層を用いた実験は、時間と費用を要するために裸孔を模した保孔管性能実験の実施後に実施した。

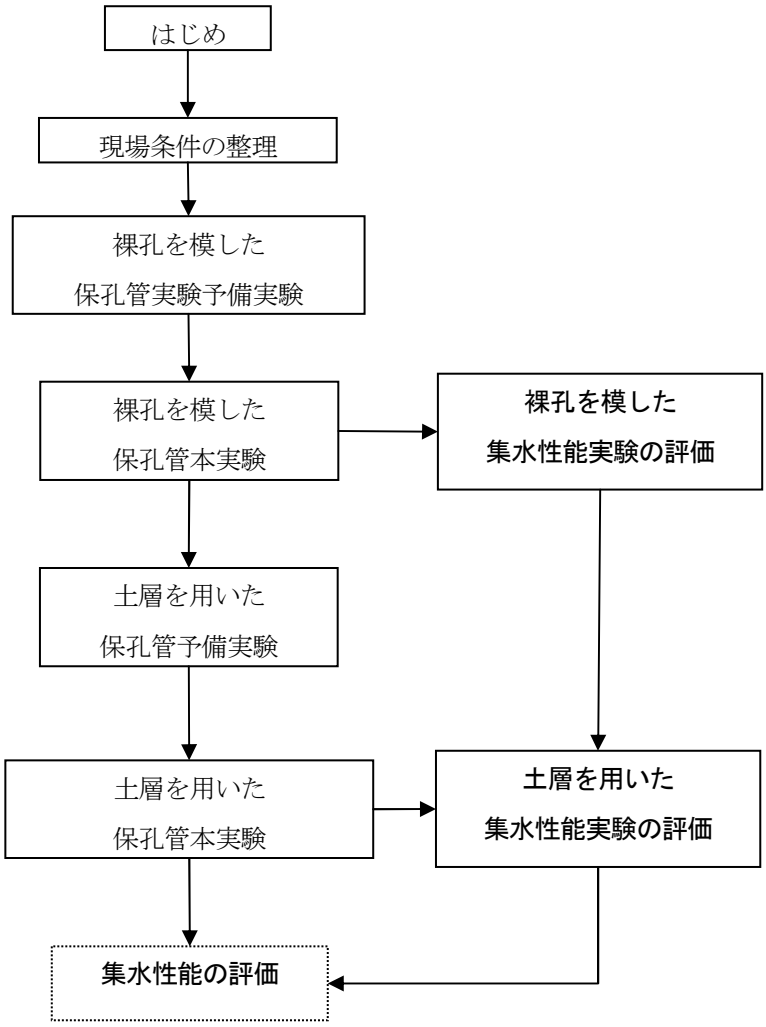


図 3.2.2　保孔管の集水性能に着目した基礎実験の流れ

(3) 集水率および漏水率

実験により測定された集水量および排水量から、**式 3.1～式 3.3** により集水率 p1 および漏水率 p2 が求められる。

$$Q1 = Q2 + Q3 \qquad (式\ 3.1)$$

$$p1 = \frac{Q2}{Q1} \qquad (式\ 3.2)$$

$$p2 = \frac{Q3}{Q1} \qquad (式\ 3.3)$$

Q1：ポンプから供給される注水量,

Q2：集水量，Q3：漏水量

p1：集水率(%)，p2：漏水率

3.2.1. 集水性能予備実験

(1) 予備実験概要

予備実験は、土砂を使用せず、孔壁の自立する場合を想定した簡易な実験である。水道の蛇口から実験装置に水を供給する。供給される流量は、実験を始める際に計測している。

■日　時：平成 21 年 11 月 25 日（水）～26 日（木）
■場　所：土木研究所地すべり模型実験棟　周辺
■実験装置・機材等：土木研究所にある資機材を使用

予備実験は次に示す日程、場所、機材を用いて土木研究所構内にて実施した。予備実験は**表 3.2.1.1** に示すとおり 3 ケースを実施した。

表 3.2.1.1　予備実験ケース

名称	内容	摘要
予備実験１	保孔管内に注水して、保孔管から漏れた漏水量と保孔管から出てきた集水量を測定する。	
予備実験２	保孔管の下に敷設された樋に注水し、保孔管に集められた集水量と樋の水量を測定する。	
予備実験３	保孔管の下に樋を敷設して、部分的に樋に仕切りを設けて保孔管内の水の流れを観察する。	

(2) 予備実験１

1)実験方法

実験方法は次のとおりである。

① 5°の勾配を付けた土槽装置内に保孔管を置き、上方から直接保孔管の中に水道のホースを入れて水を流し、保孔管からの漏水量を測った。
② ストレーナの位置で排水量が変わるものは設置角度を変化させた。
③ 流量を約 2ℓ/min、5ℓ/min、10ℓ/min の 3 段階に分けて実施した。
④ 保孔管からの排水量（流量 A）と土槽装置からの流水量：漏水量（流量 B）を計測した。

実験装置及び実験状況を**写真 3.2.1.1** および**写真 3.2.1.2** に示す。なお、用いた保孔管の長さは、塩ビ管（VP40）を除いて 2m である。

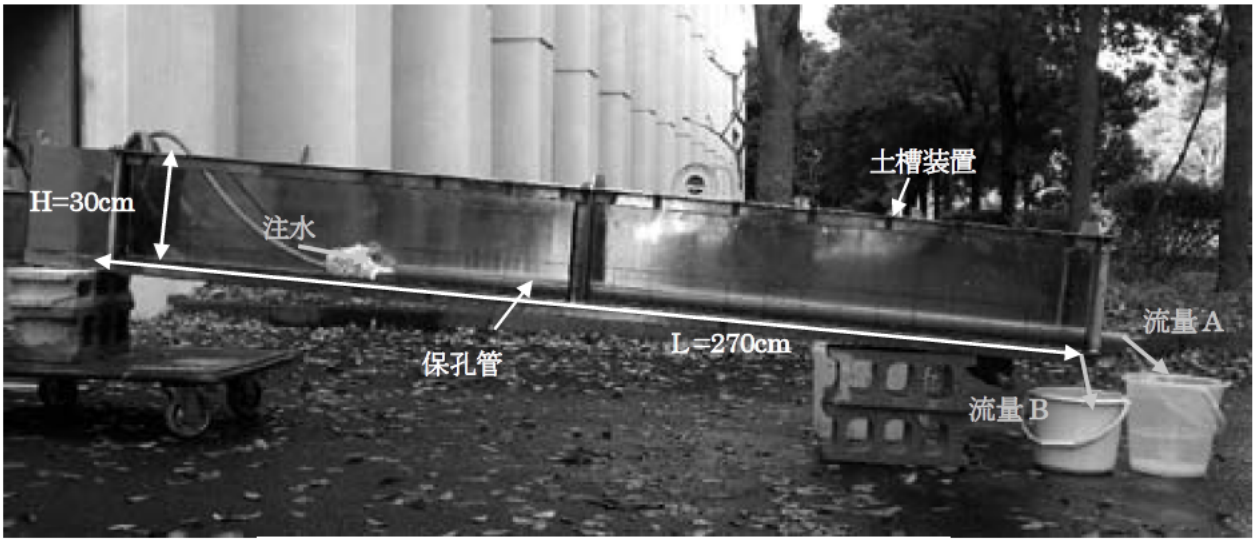


写真 3.2.1.1 実験 1 の状況

写真 3.2.1.2　排水・漏水の状況

2）実験結果

用いた保孔管と流量の測定結果を表 3.2.1.2 にまとめて示した。表 3.2.1.3 は測定結果から集水率および漏水率の一覧である。実験は８種類の保孔管を対象に実施した。

表 3.2.1.2　予備実験１の保孔管直置時の集水量および排水量測定結果

実験①　土槽にパイプ直置き

パイプ名	寸法(mm)	ストレーナ	パイプの置き方	2 ℓ/min ×1min		5 ℓ/min ×1min		10 ℓ/min ×1min	
				集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)
プラグ式a[0]	φ40×2060	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	0.6	1.4	3.9	0.78	10.4	0.8
プラグ式b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.95	0.04	4.4	0.25	10	0.24
プラグ式c[逆]			プラグの向き逆の場合	0	2	2.34	2.2	7.8	3.34
シュウスイa[0]	×2000	3方向千鳥φ	ストレーナ0°	2	0	4.5	0.05	11.4	0.04
シュウスイb[90]			ストレーナ90° 傾けた場合	0	2	2.9	1.72	9.2	2.1
シュウスイc[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	2	0	4.5	0.9	10.4	0.56
サビレスa[0]	φ48.6×2000	4方向千鳥スリット	ストレーナ0°	0	2	0.01	4.6	0.06	11
サビレスb[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.06	0.57	2.4	2.2	6.2	4.52
植毛a[0]	φ40×2000	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	0.49	1.6	3.4	1.25	9.2	1.94
植毛b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.6	0.53	3.6	0.95	8.8	2.1
波形	φ60×2000	6方向φ	安定する置き方	0.9	1.1	2.34	2.2	7.8	3.34
水デルン(参考)	φ46×2000		安定する置き方	1.08	1	1.77	2.8	3.04	8
MTパイプ	φ41×2000	スリット6方向千鳥	パッカーなし (2m+1m)	2.2	0.06	4.5	0.05	9	0.04
VP40a[0]	φ1000	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	0.5	1.38	3.1	1.15	9.8	1.32
VP40b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.9	0.14	4.2	1.32	10.2	0.92

表 3.2.1.3　予備実験１の集水率および漏水率

実験①　土槽にパイプ直置き

パイプ名	寸法(mm)	ストレーナ	パイプの置き方	2 ℓ/min ×1min(比率)			5 ℓ/min ×1min(比率)			10 ℓ/min ×1min(比率)		
				注水量(ℓ)	集水率	漏水率	注水量(ℓ)	集水率	漏水率	注水量(ℓ)	集水率	漏水率
プラグ式a[0]	φ40×2060	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	2	30%	70%	4.68	83%	17%	11.2	93%	7%
プラグ式b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.99	98%	2%	4.65	95%	5%	10.24	98%	2%
プラグ式c[逆]			プラグの向き逆の場合	2	0%	100%	4.54	52%	48%	11.14	70%	30%
シュウスイa[0]	×2000	3方向千鳥φ	ストレーナ0°	2	100%	0%	4.55	99%	1%	11.44	100%	0%
シュウスイb[90]			ストレーナ90° 傾けた場合	2	0%	100%	4.62	63%	37%	11.3	81%	19%
シュウスイc[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	2	100%	0%	5.4	83%	17%	10.96	95%	5%
サビレスa[0]	φ48.6×2000	4方向千鳥スリット	ストレーナ0°	2	0%	100%	4.61	0%	100%	11.06	1%	99%
サビレスb[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.63	65%	35%	4.6	52%	48%	10.72	58%	42%
植毛a[0]	φ40×2000	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	2.09	23%	77%	4.65	73%	27%	11.14	83%	17%
植毛b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	2.13	75%	25%	4.55	79%	21%	10.9	81%	19%
波形	φ60×2000	6方向φ	安定する置き方	2	45%	55%	4.54	52%	48%	11.14	70%	30%
水デルン(参考)	φ46×2000		安定する置き方	2.08	52%	48%	4.57	39%	61%	11.04	28%	72%
MTパイプ	φ41×2000	スリット6方向千鳥	パッカーなし (2m+1m)	2.26	97%	3%	4.55	99%	1%	9.04	100%	0%
VP40a[0]	φ1000	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	1.88	27%	73%	4.25	73%	27%	11.12	88%	12%
VP40b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	2.04	93%	7%	5.52	76%	24%	11.12	92%	8%

保孔管の置き方については、**図 3.2.1.3** に示すように例えば塩ビ管（VP40）でストレーナ 0°は、ストレーナ部分が真上ないしは真下に位置する設置方法であり、ストレーナ 45° とはストレーナ 0° から 45° 右回転させて実験装置に設置する方法である。塩ビ管、プラグ式集水管、植毛暗渠パイプは、ストレーナ形状が円形でストレーナ配置が 4 方向に千鳥状であることから 0° 、45° に保孔管の置き方を変化させて保孔管からの排水量（集水量）と漏水量とを測定した。なお、プラグ式集水管の場合は、プラグ方向が逆になる誤った置き方を参考として行った。

シュウスイは、3 方向にストレーナ加工されていることから 0° 、45° に加えて 90° 回転させたものも実施した。ミズデルンと波形ハイストローグは保孔管表面に凹凸があるために安定する置き方で実験した。

サビレスのストレーナ加工は 4 方向の千鳥状のスリットであることから塩ビ管（VP40）と同様の保孔管設置方法で実験を行った。

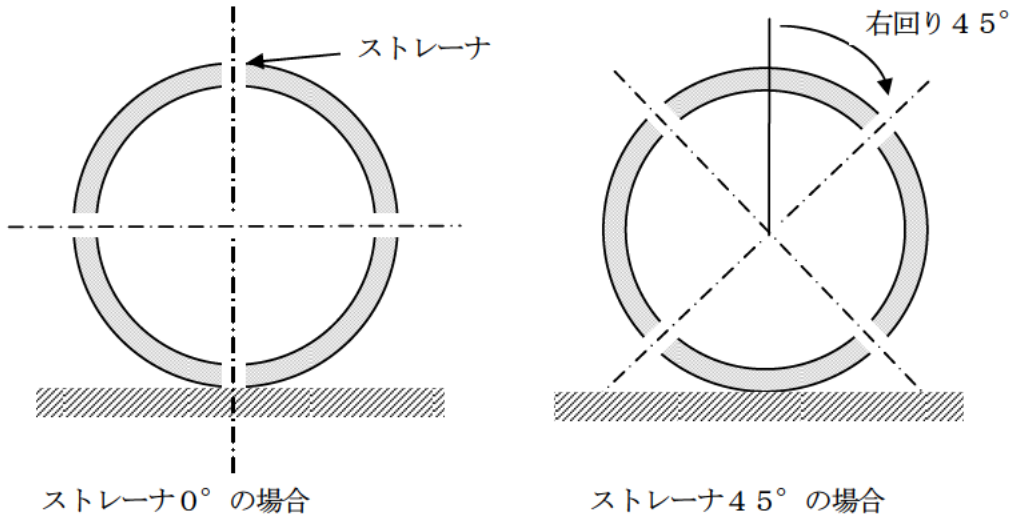


図 3.2.1.3 保孔管の置き方

プラグ式集水管、シュウスイ、サビレス、植毛暗渠パイプ、および塩ビ管（VP40）の５種類を予備実験１の結果について、保孔管の置き方の違いによる結果を図 3.2.1.4 および図 3.2.1.5 にまとめた。

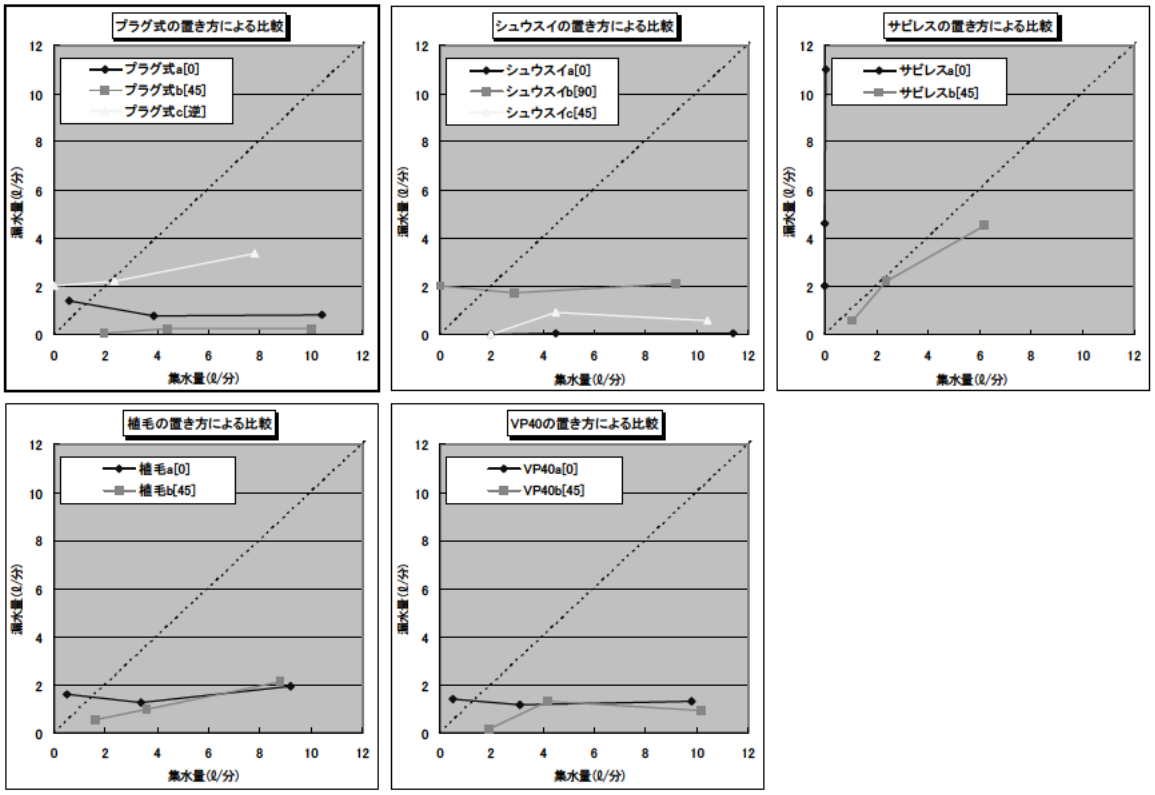


図 3.2.1.4　予備実験１の集水量と漏水量の関係

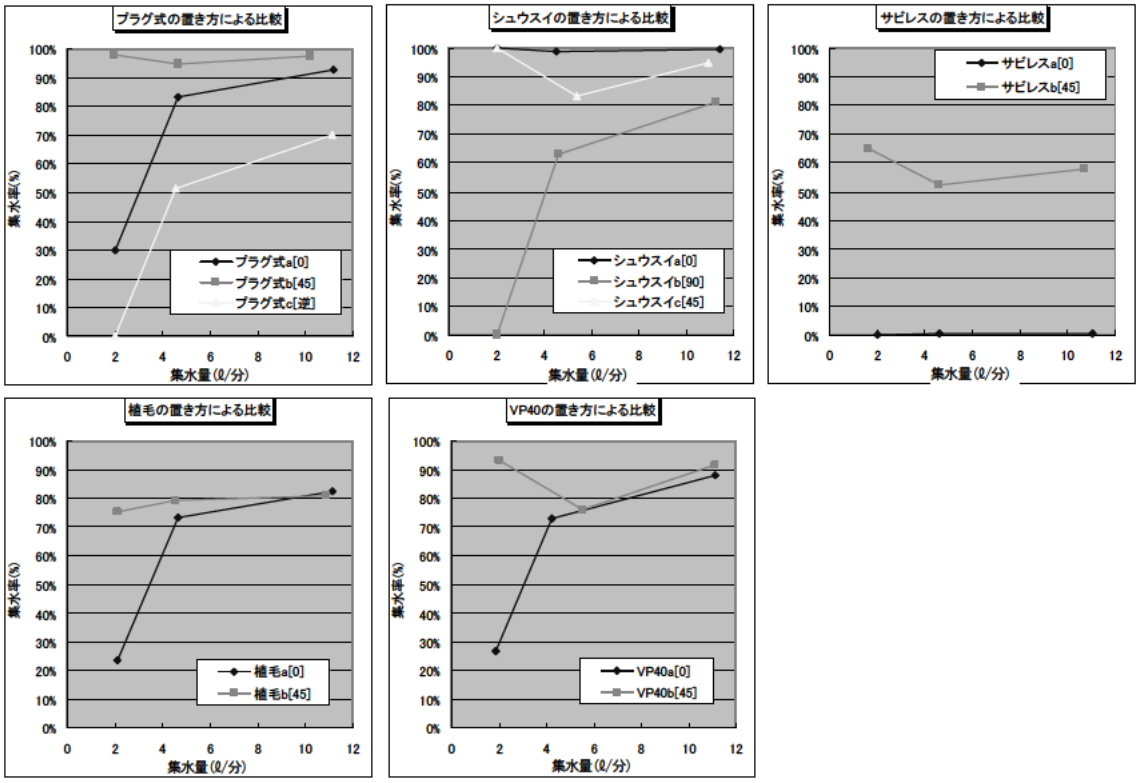


図 3.2.1.5　予備実験１の集水率と集水量の関係

1)プラグ式集水管

プラグを逆向きに設置して実験した場合と正しく設置した場合の漏水量を比べると、逆向きに設置した方の漏水量は 10 倍程度多い。注水量 5ℓ/min 以上の場合、ストレーナ 0°および 45°の集水率は 80%を上回り、ストレーナ 45°の方が 0°よりも集水率が高い傾向を示す。ストレーナ 0°では接地によりストレーナが塞がれたため漏水量が少なくなり、ストレーナ 45°では、集水率を高めたと考えられる。

2)シュウスイ

シュウスイには接地面にストレーナがないのでストレーナ 0°は注入量によらず集水率は 100%である。ストレーナ 90°はストレーナが保孔管下端に位置する。シュウスイのストレーナは保孔管外面に保孔管に沿って溝加工されている。この溝が水を導くことにより、集水性を高めているものと考えられるが、保孔管内の流水がストレーナに接触した場合には保孔管外へ流れ易いと考えられる。ただし、注水量が高まるにつれて集水量も高まる。10ℓ/min では 80%以上の集水率を得ている。

3)サビレス

サビレスのストレーナの形状はスリットであり、他の保孔管に比べて高い開口率であることと保孔管自体が金属で製造されているために保孔管の肉厚が薄い。ストレーナ 0°の場合には注水を全て漏水した結果を得た。一方で、ストレーナ 45°の場合は集水率 50～60%を示した。

4)植毛暗渠パイプ

注水量が 2ℓ/min ではストレーナ 0°の集水率はストレーナ 45°の 3 分の 1 程度であるが、5ℓ/min 以上の

注水では保孔管の置き方に顕著な違いはなく、集水率は 70～80%を示した。なお、植毛暗渠パイプでは保孔管外面の植毛部を伝ってくる水と保孔管内から流れ出た水量を合わせて集水量とした。

5) 塩ビ管（VP40）

注水量が 2ℓ/min ではストレーナ 0° の集水率はストレーナ 45° の 4 分の 1 程度であるが、5ℓ/min 以上の注水では保孔管の置き方に顕著な違いはなく、集水率は 70～90%を示した。

図 3.2.1.6 および図 3.2.1.7 は、8 種類の保孔管の集水量と漏水量の関係および注水量と集水率の関係を示したものである。予備実験 1 では、サビレスとミズデルンは他の保孔管に比べて漏水量が多い。プラグ式集水管、植毛、塩ビ管（VP40）の集水率や漏水量のプロットの傾向は類似している。シュウスイ、MT パイプは集水率が他の保孔管に比べて飛び抜けて高い。

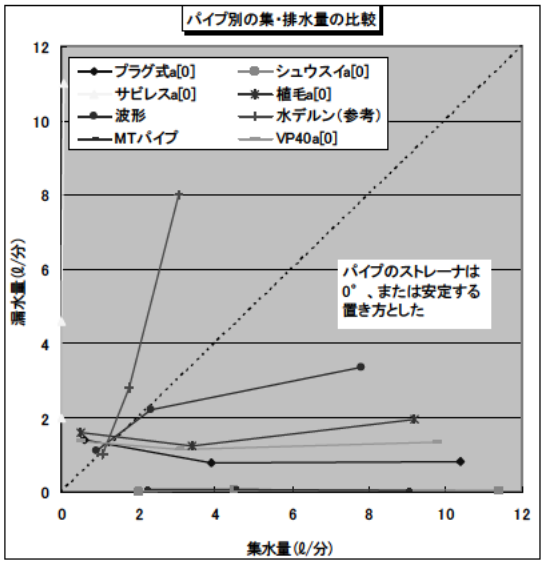


図 3.2.1.6　予備実験 1 の保孔管別の
漏水量と集水量との関係

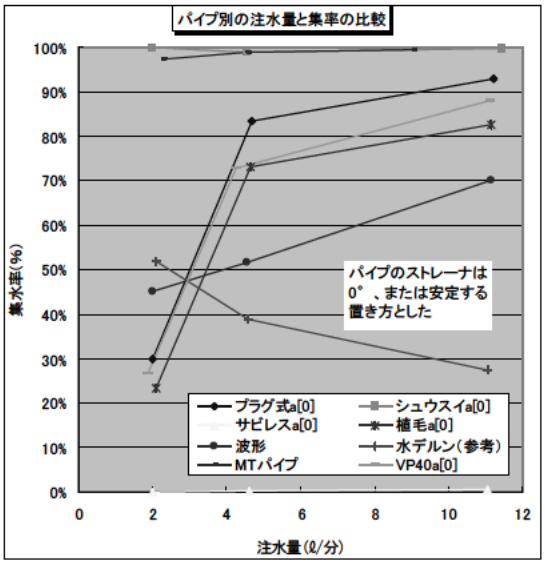


図 3.2.1.7　予備実験 1 の保孔管別の
注水量と集水率の関係

(3) 予備実験 2 の実験方法および結果

1) 実験方法

実験方法は次のとおりである。

① 5°の勾配を付けた土槽装置内に集水ボーリング孔を模した樋（2m）を入れ、その上に呑み口を閉じた保孔管を置き、樋に水道のホースを入れて水を流し、漏水量を測る。

② 流量は、保孔管内側が十分に水浸する 5ℓ/min の場合のみを実施する。その場合の樋下端の水深も測定（概ね水深 1～1.5cm）する。

③ 保孔管からの排水量（集水量（流量 A））と土槽装置からの流水量（漏水量（流量 B））を計測する。実験装置および実験状況を写真 3.2.1.3 から写真 3.2.1.5 に示す。保孔管下面に接地した樋のイメージを図 3.2.1.8 に示す。用いた保孔管は予備実験 1 と同様である。

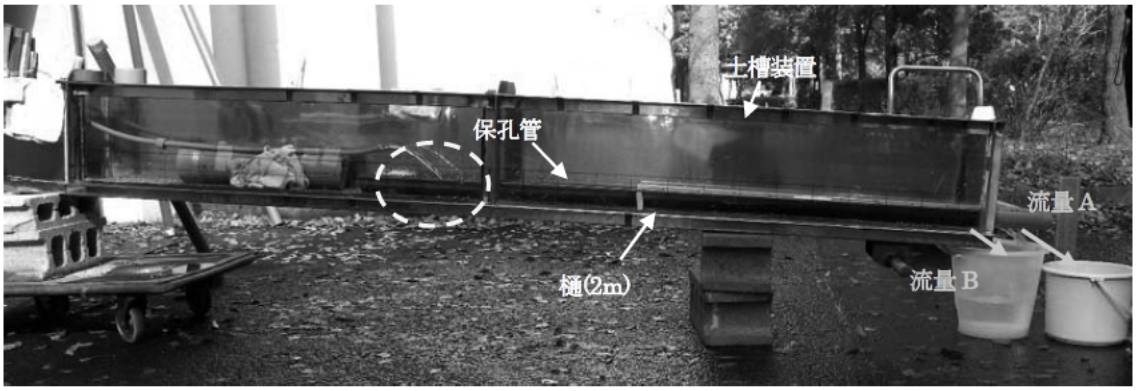


写真 3.2.1.3　予備実験２の状況

写真 3.2.1.4 保孔管の呑み口の状況

写真 3.2.1.5 保孔管の集水状況

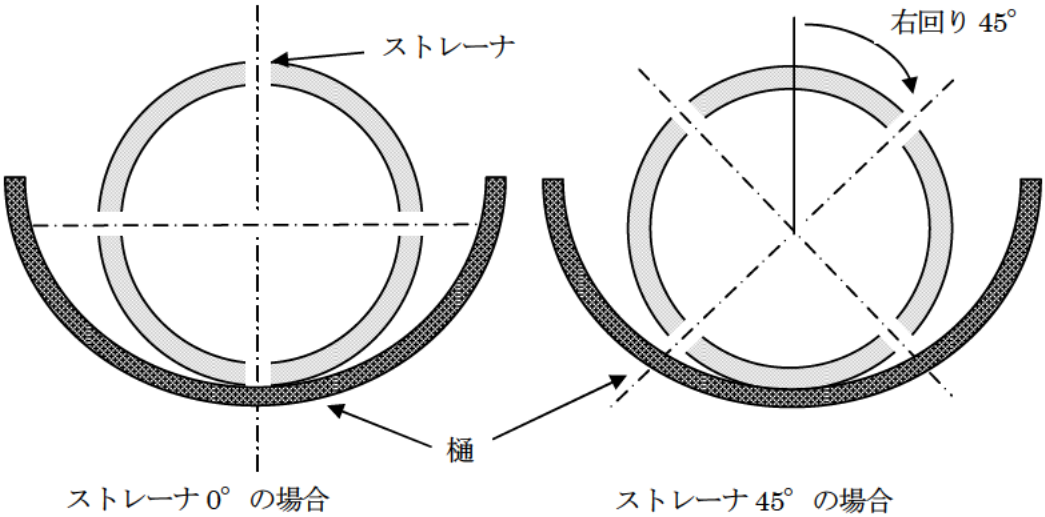


図 3.2.1.8　樋と保孔管の置き方

2）実験結果

予備実験２における各保孔管の集水率と樋下端の水位を図 3.2.1.9 に示した。表 3.2.1.4 は予備実験２の結果の一覧である。８種類の保孔管の中で集水率はサビレスが最も高く、保孔管の置き方に違いが見られず 30%程度であった。次にミズデルンと MT パイプであった。樋下端の水位は 1.0～1.8cm であり、水位の高低がある。予備実験２では、肉厚の薄いサビレスが集水し易い結果となった。

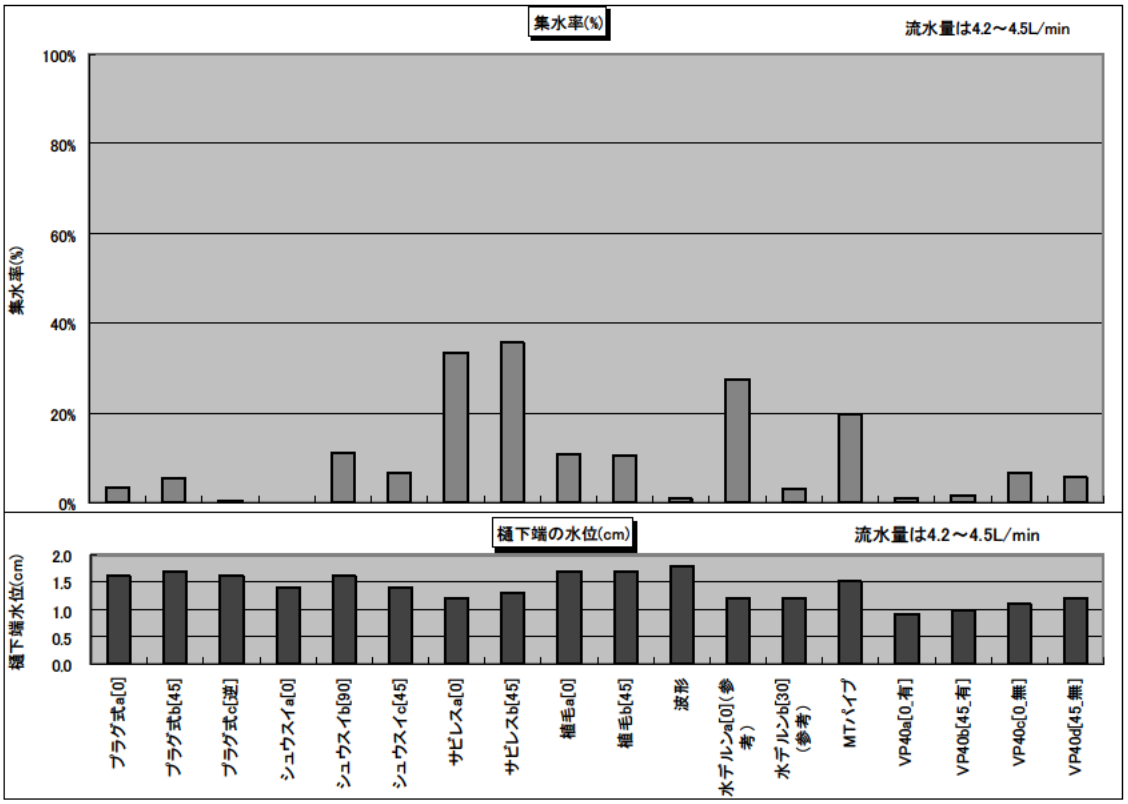


図 3.2.1.9　予備実験２での各保孔管の集水率

実験② 樋にパイプ直置き

表 3.2.1.4　予備実験２の集水率と漏水率

パイプ名	寸法	ストレーナ	パイプの置き方	樋下端水位(cm)	5 ℓ/min ×1min		5 ℓ/min ×1min(比率)		
					集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	流水量(ℓ)	集水率	漏水率
プラグ式a[0]	φ40×2060	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	1.6	0.15	4.2	4.35	3%	97%
プラグ式b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.7	0.23	4.1	4.33	5%	95%
プラグ式c[逆]			プラグの向き逆の場合	1.6	0.02	4.3	4.32	0%	100%
シュウスイa[0]	×2000	3方向千鳥φ	ストレーナ0°	1.4	0	4.3	4.30	0%	100%
シュウスイb[90]			ストレーナ90° 傾けた場合	1.6	0.47	3.8	4.27	11%	89%
シュウスイc[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.4	0.29	4	4.29	7%	93%
サビレスa[0]	φ48.6×2000	4方向千鳥スリット	ストレーナ0°	1.2	1.4	2.8	4.20	33%	67%
サビレスb[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.3	1.49	2.7	4.19	36%	64%
植毛a[0]	φ40×2000	4方向千鳥φ	ストレーナ0°	1.7	0.47	3.9	4.37	11%	89%
植毛b[45]			ストレーナ45° 傾けた場合	1.7	0.46	4	4.46	10%	90%
波形	φ60×2000	6方向φ	安定する置き方	1.8	0.04	4.4	4.44	1%	99%
水デルンa[0](参考)	φ46×2000		(水が出る場合)	1.2	1.22	3.2	4.42	28%	72%
水デルンb[30](参考)			(水が出にくい場合) aを半時計回りに30° 回転	1.2	0.14	4.3	4.44	3%	97%
MTパイプ		スリット6方向千鳥	パッカーなし	1.5	0.85	3.5	4.35	20%	80%
VP40a[0_有]	φ1000	4方向千鳥φ	継ぎ手(ソケット)有り	0.9	0.04	4.3	4.34	1%	99%
VP40b[45_有]			継ぎ手(ソケット)有り ストレーナ45° 傾けた場	1	0.07	4.4	4.47	2%	98%
VP40c[0_無]	φ1000	4方向千鳥φ	継ぎ手(ソケット)無し	1.1	0.29	4.1	4.39	7%	93%
VP40d[45_無]			継ぎ手(ソケット)無し ストレーナ45° 傾けた場	1.2	0.25	4.1	4.35	6%	94%

(VP：塩ビ管)

(4) 予備実験３の実験方法および結果

1) 実験方法

実験方法は次のとおりである。

① 5° の勾配を付けた土槽装置内に樋（2m）を入れ、その上に上方の口を閉じた保孔管を置き、樋に水道のホースを入れて水を流す。保孔管の口元付近を油粘土でせき止めて水のパイプ内への流入状況を目視で観察するとともに、画像を撮影する。

② 本実験では定量的な測定は行わず、目視観察のみを実施した。定量的に行うためには確実な止水と一定の流量、そして 4m 程度の保孔管長が必要となる。

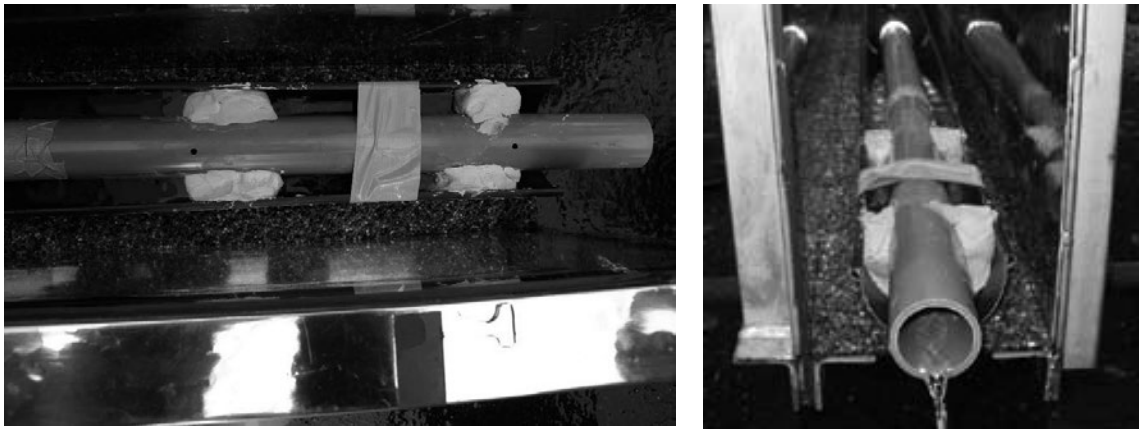


写真 3.2.1.6　予備実験３の状況

2) 実験結果

実験中の結果観察は**写真 3.2.1.7～写真 3.2.1.9** のとおりである。波形ハイストローグでは、注水側に懐中電灯を設置していないため写真画像が暗くなっており、管内の流水状況は鮮明にならない。懐中電灯を設置した塩ビ管（VP40）やプラグ式集水管では孔内の水の動きが画像に捉えられている。プラグ式集水管では、保孔管内にある突起によって水の動きは不鮮明となるが、塩ビ管（VP40）と同様に管の底および側方から流入出していることが観察できた。

写真 3.2.1.7　波形ハイストローグ

写真 3.2.1.8　塩ビ管（VP40）

写真 3.2.1.9　プラグ式集水管

(5) 予備実験の考察

予備実験全体を通して次の課題や改良ならびに実験条件の追加が考えられる。

① 水道の蛇口から給水する場合、流量を一定量に保つのが困難である。流量を一定に保つには、レギュレーターなどが必要である。

② ストレーナの位置（真下、45° 回転など）によって集水量が変わる（2、3の実験とも同じ）。ミズデルンも同様である。保孔管によっては、ストレーナ設置角度の条件を変えた実験が必要である。

③ MT パイプは二重管構造であり、保孔管の構造を考慮した実験が必要である。

④ 漏れやすい保孔管は水が流入しやすいが、漏れにくい保孔管は水が流入しにくい。本実験で用いた保孔管のなかでは、MT パイプのみ、水が漏れにくく流入し易い結果となった。

⑤ プラグ式集水管や MT パイプなど、保孔管の設置方向が決まっているものは、設置の方向を間違えた場合、集水できず逸水するため逆効果となる。

⑥ 本実験では保孔管の上方からの散水を行わず、また保孔管が冠水する状況を再現していないため、保

孔管の上穴からの流入は無かった。孔内への集水状況を観察するのであれば、半割加工した保孔管を用いて実験を行う必要がある。

⑦ 保孔管内の観察を行う場合、照明や保孔管内に挿入出来るカメラを使用するなどの工夫が必要である。

⑧ 流速による集水量、漏水量の影響を軽減するため、実験に使用する保孔管は 1m ではなく、2m×2 本＝4m 程度の継ぎ手を含む長さが望ましい。

1）予備実験 1

保孔管の中に注入して漏水量を計測する実験を行った結果、次の実験条件や実験方法が考えられた。

① ホースの方向によって、保孔管の中で水が蛇行や脈動するため、流量が安定してからで流量の計測を開始する必要がある。

② 流量を変えると、集水量と漏水量の比率が変化し、流量が多くなると集水量も多くなる傾向がある。保孔管により最も効果を発揮する流量が異なる可能性があるため、流量を数段階に分けた実験が望ましい。ただし、流量が多いと勢いがついて流水が保孔管の外に流れるため、最大でも 10ℓ/min 位が適当と思われる。

③ 流量を増加させると集水量も増加する傾向にあるが、漏水量はほぼ一定の傾向を示し、流量の変化にはあまり影響を受けない。

2）予備実験 2

雨樋に水を注入して保孔管からの排水量を計測する実験を行った結果、次の実験条件や実験方法で実施することが考えられた。

① 保孔管の呑み口を塞ぎ、樋の上流側から注水する必要がある。呑み口側を開けたり、保孔管の上から水を掛けたりすると、得られる集水量に別の流入条件が重なるため意味のないデータになる。

② 集水量は、保孔管の穴の形状と開口率、水面と穴の位置関係で決まると考えられる。

③ 流量により注水が樋の外に漏れることがあるため、樋の長さはできるだけ長い方が良い。

④ 流量は、保孔管の厚さと開口部の位置を考慮して適度に水位が上がる流量とする。

⑤ 継ぎ手部分において、管内の水の流れが変化する。

⑥ 各保孔管の集水量を比較する場合、樋と保孔管が重なる長さ（集水可能な長さ）を同一の条件にして計測し、開口率の違いによる集水量の違いなどを見る。

⑦ 保孔管の径や厚さによって同一流量でも樋の水位が変わるため、水位を測定する。

3）予備実験 3

樋をせき止めた時に、管内の水の流れを観察した結果、次の実験条件や実験方法で実施することが考えられた。

① 適切にせき止めて定量的に計測するためには、ブチルゴムなどの止水材が必要である。

② 粘土を用いて止水する場合、あぶら粘土ではなく紙粘土を用いると良い。

③　目視観察を行うには、呑み口側から孔内に懐中電灯を当てると見やすい。懐中電灯を光源にして観察する方法では、1m 以上の長さの保孔管を観察することは困難である。詳細を観察するためには「孔内カメラ観察」が必要である。

4）予備実験による保孔管の集水性能評価の試み

予備実験 1 と予備実験 2 の結果から、集水性の高い保孔管は、漏水率も高く、集水率の低い保孔管は漏水率も低いことが確認された。次にで、図 3.2.1.11 に示すとおり、集水率（保孔管内に流入する割合：予備実験 2 の集水率）と通水率（保孔管を流下する割合：予備実験 1 の集水率）の積を求め、集水性能を評価する 1 指標として排水効率を試算した（図 3.2.1.10）。

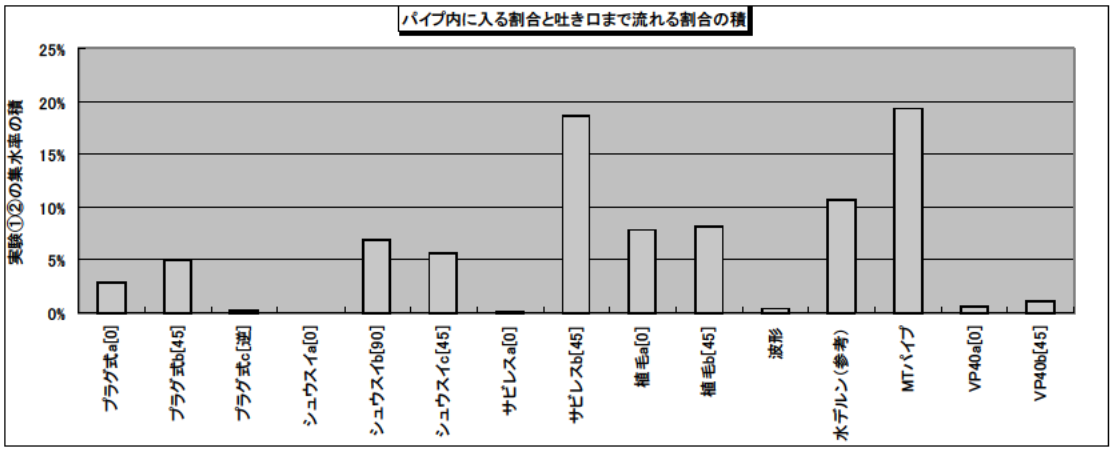


図 3.2.1.10　各保孔管の予備実験１と２の積（流量約 4.5ℓ/min）

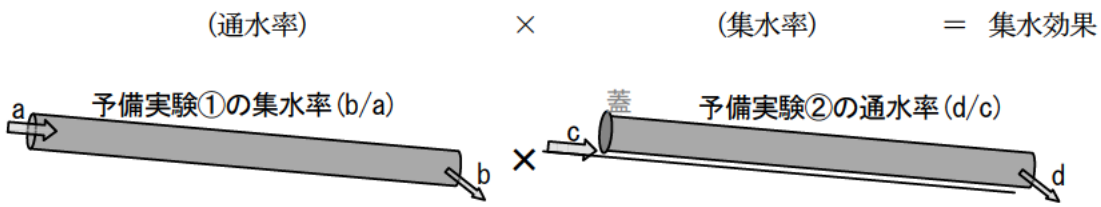


図 3.2.1.11　集水性能評価のイメージ

3.2.2　簡易モデルによる集水性能実験

(1) 実験の目的

各種保孔管の集水性能を評価するため、本実験では「孔壁が自立する」ケースに着目し、裸孔を模した保孔管の簡易モデルを作成し、①集水性、②通水性を確認することを目的とする。

(2) 裸孔を模した保孔管実験の概要

本実験は次に示す日程で、土木研究所構内で実施した。

■実験日時　：平成 22 年 2 月 3 日（水）～5 日（金）、8 日（月）、22 日（月）

(3) 実験に用いた保孔管

実験対象とする保孔管を**表 3.2.2.1** に示す。実験対象は、パッカー式樋を除く保孔管に従来の塩ビ管を加えた計 11 種類とした。保孔管を設置する向き（角度）によって、集水性能は変化するため、3 方向および 4 方向のストレーナ加工を有する保孔管は、設置角度を変化させて実験を行った。

表 3.2.2.1　実験対象保孔管

保孔管名	備考
MT パイプ（ミズトール）	二重式排水管
ロジオドレーン	筒状織物保孔管
ハーフパイプ	
植毛暗渠パイプ	
ミズデルン	
サビレス管	
ポリビンポール波形管 （波形ハイポール管）	
ヒシパイプ斜孔管	
シュウスイ	
プラグ式集水管	
塩ビ管（ＶＰ40）	

(4) 実験装置

実験装置の概要を**写真 3.2.2.1** に示す。アクリルパイプ（L＝4.0m、φ94、t=3）を疑似孔壁とし、単管などで作成した土台に 2°～10°傾斜させて設置した。実験に使用する保孔管は、接続部を含み長さ 4m のものを使用し、アクリルパイプ内に保孔管が 3.5m の長さ分を入れるように設置した。また、一定の流量で水を供給できるようにタンクを設置して排水口にバルブを設け、流量を安定させた。

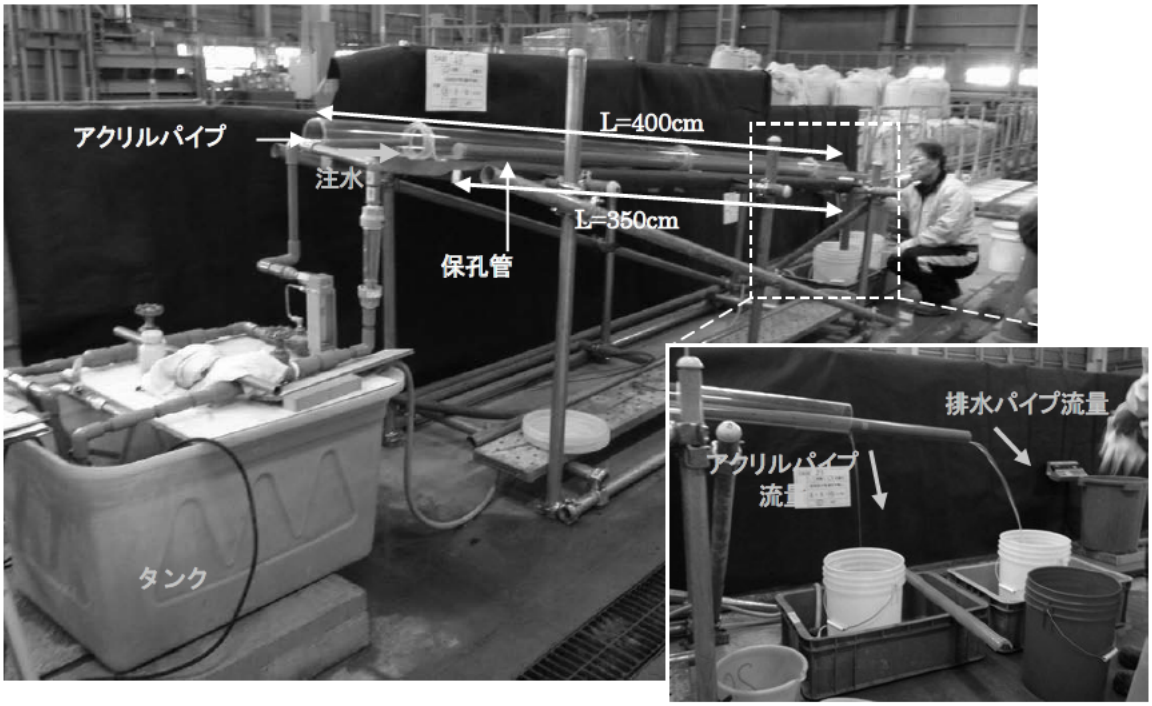


写真 3.2.2.1　実験装置

(5) 実験ケース

11 種類の保孔管を用いて、保孔管を設置する角度等の設置方法やストレーナの開口率、継ぎ手の種類を変えた全 26 ケースについて、次頁以降に示す。実験Ⅰ～Ⅲを行った（表 3.2.2.2）。保孔管の設置角度は基本的には 5°であるが、塩ビ（VP）管については仰角 2°、10°の実験Ⅰ～Ⅱを追加した。

表 3.2.2.2　実験ケース※1

No.	保孔管名	ストレーナ、継ぎ手	設置パターン
1	MT パイプ	6 方向スリット	パッカーなし
2			パッカーあり※2
3	ロジオドレーン	全面（開口率標準）	固定
4			自然配置
5		全面（開口率高）	固定
6			自然配置
7	ハーフパイプ	上面	安定する置き方
8	植毛暗渠パイプ	全面	安定する置き方
9	ミズデルン	6 方向スリット	安定する置き方
10	サビレス管	4 方向スリット	ストレーナ 0°
11			ストレーナ 45° 傾
12	波形ハイストローグ管	6 方向	安定する置き方
13	ヒシパイプ斜孔管	4 方向 スリーブ	ストレーナ 0°
14			ストレーナ 45° 傾
15		4 方向 スパイラル	ストレーナ 0°
16			ストレーナ 45° 傾
17	シュウスイ	3 方向	ストレーナ 0°
18			ストレーナ 90° 傾
19	プラグ式集水管	4 方向 Φ5mm	ストレーナ 0°
20			ストレーナ 45° 傾
21		4 方向 Φ7mm	ストレーナ 0°
22			ストレーナ 45° 傾
23	従来型 VP 管	4 方向 ねじ切り	ストレーナ 0°
24			ストレーナ 45° 傾
25		4 方向 ソケット	ストレーナ 0°
26			ストレーナ 45° 傾

※1：実験によって、ケース数を 1～2 増やして実施。※2:高膨張性のパッカーを使用。

(6) 実験方法

予備実験を踏まえて、各実験の共通事項を次に示した。

① 保孔管がアクリルパイプから突出する部分（長さ約 0.5m）のストレーナは、集水した水が漏れないように、ストレーナをテープで塞いだ（実質集水長さ L=3.5m）。

② 流量計の精度が 2～3%程度の誤差を持つことから、実験後の流量計測において、流量が規定値に対して平均±1.5%以上乖離している場合は、再実験を行った。

③ アクリルパイプ上端から流入させる水量は、実験Ⅰと Ⅱは 2ℓ/min、5ℓ/min、10ℓ/min の 3 パターンとし、実験Ⅲは 10ℓ/min とした。

④ 排水量の計測時間は 3 分間とした。

1) 実験Ⅰ：集水性確認実験

アクリルパイプによる疑似孔壁の上端から一定量の水を流し、保孔管により集水されて保孔管下端から排出される流量と、アクリルパイプ下端から排水される流量を計測することにより、集水性を評価する（図 3.2.2.1)。

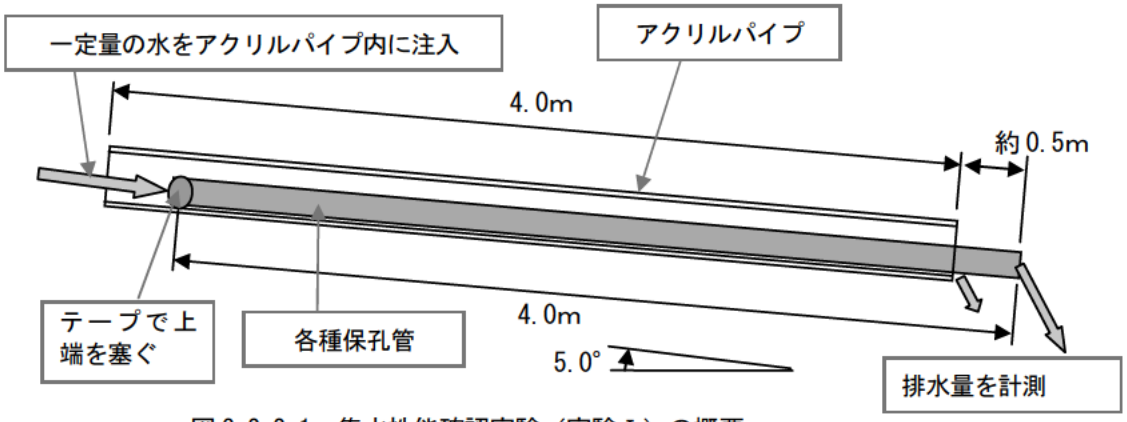


図 3.2.2.1　集水性能確認実験（実験Ⅰ）の概要

2) 実験Ⅱ：通水性確認実験

アクリルパイプによる疑似孔壁内に設置した保孔管の上端に、タンクより直接一定量の水を注入する（図 3.2.2.2)。途中で逸水せずに保孔管下端から排出される水量と、アクリルパイプ下端から排出される流量を計測することにより、通水量を算出する。

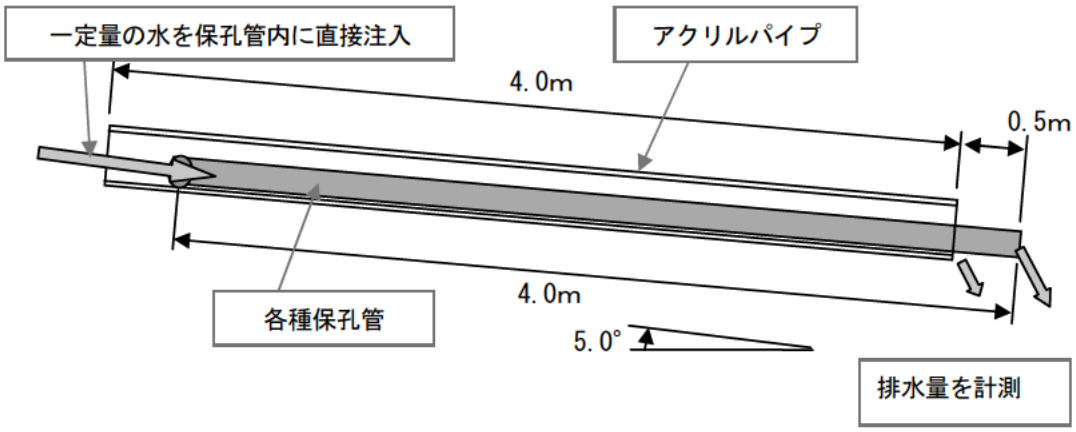


図 3.2.2.2　通水量確認実験（実験Ⅱ）の概要

3) 実験Ⅲ：孔壁の一部が崩壊した場合の集水性能確認実験

アクリルパイプによる擬似孔壁下端をビニル袋とテープで塞ぎ止水する（図 3.2.2.3)。アクリルパイプ上端から一定量の水を流すと、保孔管の集水能力を超える水は、孔壁内に溜まることとなる。保孔管下端より排出される水量と、アクリルパイプ内の湛水位を計測し、孔壁の一部が崩壊した場合の集水性能を確認する。アクリルパイプ内の湛水位の計測は、注水から 3 分後に行った。

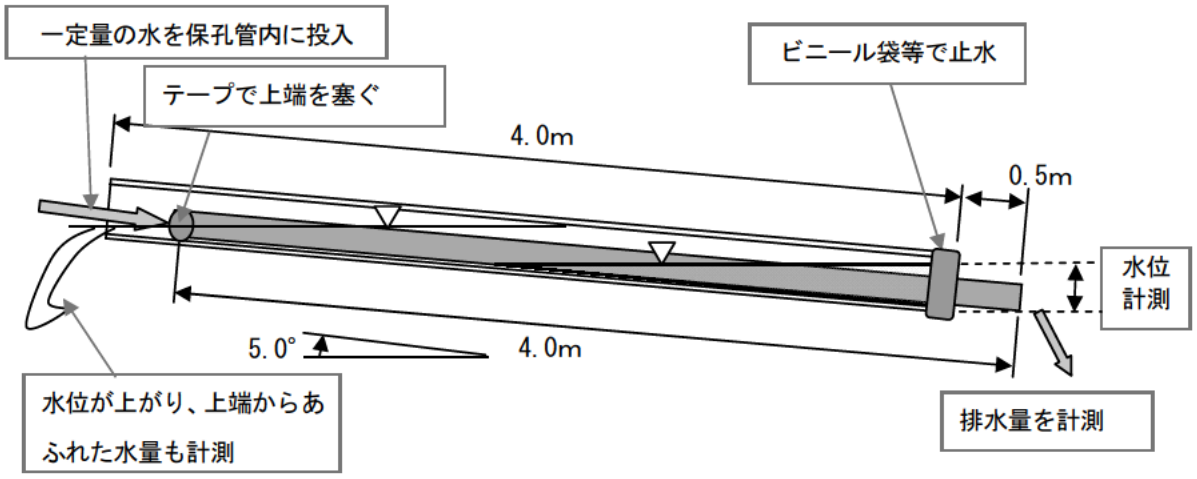


図 3.2.2.3　孔壁の一部が崩壊した場合の集水性能確認実験（実験Ⅲ）の概要

写真 3.2.2.2～写真 3.2.2.5 に代表的な実験状況を示した。ロジオドレーンは、パイプが曲がりやすいため、鉄筋に添わせて保孔管を固定した場合（**写真 3.2.2.4**）と保孔管に曲がりが残ったままの状態で設置した場合（**写真 3.2.2.5**）で実験を行った。

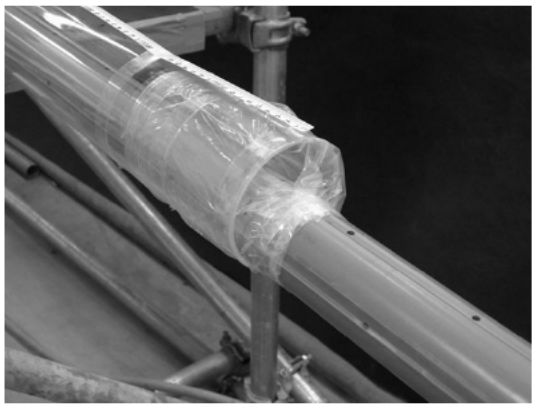


写真 3.2.2.2 アクリルパイプ下端の止水状況

写真 3.2.2.3 湛水状況

写真 3.2.2.4　ロジオドレーン固定

写真 3.2.2.5　ロジオドレーン自然配置

(7) 実験結果

①実験Ⅰ：集水性能確認実験

表 3.2.2.3 に実験Ⅰの各保孔管の設置パターンの集水量と漏水量を一覧にまとめた。表上段は実験した保孔管からの集水量とアクリルパイプからの漏水量を示し、表下段は注水量と集水率と漏水率を計算した結果を示している。

表 3.2.2.3　実験Ⅰの各保孔管の実験結果一覧（１）

	排水パイプ名・略称	ストレーナー継ぎ手	設置パターン	流　量							
				2 ℓ/min		5 ℓ/min		10 ℓ/min		20 ℓ/min	
				排水パイプ	アクリルP	排水パイプ	アクリルP	排水パイプ	アクリルP	排水パイプ	アクリルP
		（集水量、漏水量は1分当り水量を示す）		集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)	集水量(ℓ)	漏水量(ℓ)
1	MTパイプa(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	0.18	1.83	0.79	4.21	4.39	5.45	—	—
2	MTパイプb(パッカー有)	6方向スリット	パッカーあり	2.04	0.00	4.98	0.00	9.98	0.00	—	—
3	ロジオドレーンa(開口率標準固定)	全面(開口率標準)	固定	0.16	1.88	0.51	4.55	1.00	8.92	—	—
4	ロジオドレーンb(開口率標準自由)		自然体	0.00	2.00	0.00	5.00	0.00	9.87	—	—
5	ロジオドレーンc(高開口率 固定)	全面(開口率高)	固定	1.06	0.94	2.93	2.08	6.31	3.58	—	—
6	ロジオドレーンd(高開口率 自由)		自然体	0.00	2.00	0.00	5.00	0.00	9.83	—	—
7	ハーフパイプa	上面	安定する置き方	0.00	2.01	0.24	4.76	0.89	9.05	—	—
8	植毛暗渠パイプa	全面	安定する置き方	0.00	1.99	2.14	2.86	4.02	5.83	—	—
9	ミズデルンa	6方向スリット	安定する置き方	0.91	1.10	2.52	2.44	5.77	4.14	—	—
10	サビレス管a[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	1.01	1.03	2.35	2.71	6.12	3.69	—	—
11	サビレス管b[45]		ストレーナー45° 傾	0.38	1.65	2.64	2.35	7.44	2.35	—	—
12	波形ハイストローグ管a	6方向	安定する置き方	0.00	2.02	0.03	5.02	1.01	8.88	—	—
13	斜孔管a(スリーブ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	2.01	0.30	4.68	2.03	7.77	—	—
14	斜孔管b(スリーブ[45])	**スリーブ**	ストレーナー45° 傾	0.01	2.02	1.12	3.85	4.88	5.02	—	—
15	斜孔管c(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	2.03	1.38	3.64	2.95	6.86	—	—
16	斜孔管d(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	0.12	1.92	1.55	3.45	6.06	3.82	—	—
17	シュウスイa[0]	3方向	ストレーナー0°	0.00	2.03	0.00	5.00	0.00	9.94	—	—
18	シュウスイb[90]		ストレーナー90° 傾	0.57	1.44	1.45	3.49	2.88	7.01	—	—
19	プラグ式集水管a(φ5mm[0])	4方向 **Φ5mm**	ストレーナー0°	0.00	2.01	0.09	4.86	0.90	8.94	—	—
20	プラグ式集水管b(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	0.00	1.99	0.25	4.74	1.34	8.50	—	—
21	プラグ式集水管c(φ7mm[0])	4方向 **Φ7mm**	ストレーナー0°	0.00	2.04	0.11	5.03	0.64	9.21	—	—
22	プラグ式集水管d(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	0.04	2.00	2.24	2.95	2.93	7.02	—	—
23	従来型VP管a(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	2.02	0.82	4.17	2.15	7.76	2.36	17.83
24	従来型VP管b(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	0.00	2.03	0.12	4.96	2.68	7.21	8.21	12.08
25	従来型VP管c(ソケット[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	2.03	0.09	4.95	1.33	8.71	2.84	17.41
26	従来型VP管d(ソケット[45])	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	0.00	1.99	0.00	5.03	0.43	9.60	4.51	15.80
2'	MTパイプb(パッカー半膨張)	6方向スリット	パッカー半膨張	–	–	0.08	4.71	–	–	—	—
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し[0])	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°	–	–	0.10	4.96	–	–	—	—
23'	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	3.12	7.01	—	—
24'	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角2°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	5.40	4.51	—	—
25'	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	3.22	6.71	—	—
26'	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角2°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	4.83	5.14	—	—
23''	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	0.61	9.22	—	—
24''	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角10°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	1.90	8.06	—	—
25''	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	0.00	5.24	0.55	9.39	—	—
26''	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角10°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	–	–	0.00	5.00	0.55	9.35	—	—

推定値

表 3.2.2.3　実験Ⅰの各保孔管の実験結果一覧（２）

	排水パイプ名・略称	ストレーナー継ぎ手	設置パターン	比率											
				2 ℓ/min ×1min(比率)			5 ℓ/min ×1min(比率)			10 ℓ/min ×1min(比率)			20 ℓ/min ×1min(比率)		
		（集水量、漏水量は1分当り水量を示す）		注水量(ℓ)	集水率	漏水率	注水量(ℓ)	集水率	漏水率	注水量(ℓ)	集水率	漏水率	注水量(ℓ)	集水率	漏水率
1	MTパイプa(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	2.02	9%	91%	5.00	16%	84%	9.84	45%	55%	—	—	—
2	MTパイプb(パッカー有)	6方向スリット	パッカーあり	2.04	100%	0%	4.98	100%	0%	9.98	100%	0%	—	—	—
3	ロジオドレーンa(開口率標準固定)	全面(開口率標準)	固定	2.03	8%	92%	5.06	10%	90%	9.92	10%	90%	—	—	—
4	ロジオドレーンb(開口率標準自由)		自然体	2.00	0%	100%	5.00	0%	100%	9.87	0%	100%	—	—	—
5	ロジオドレーンc(高開口率 固定)	全面(開口率高)	固定	2 00	53%	47%	5 01	58%	42%	9 89	64%	36%	—	—	—
6	ロジオドレーンd(高開口率 自由)		自然体	2 00	0%	100%	5 00	0%	100%	9 83	0%	100%	—	—	—
7	ハーフパイプa	上面	安定する置き方	2.01	0%	100%	4.99	5%	95%	9.94	9%	91%	—	—	—
8	植毛暗渠パイプa	全面	安定する置き方	1.99	0%	100%	5.00	43%	57%	9.85	41%	59%	—	—	—
9	ミズデルンa	6方向スリット	安定する置き方	2.02	45%	55%	4.96	51%	49%	9.91	58%	42%	—	—	—
10	サビレス管a[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	2.04	49%	51%	5.05	46%	54%	9.82	62%	38%	—	—	—
11	サビレス管b[45]		ストレーナー45° 傾	2.03	19%	81%	4.99	53%	47%	9.79	76%	24%	—	—	—
12	波形ハイストローグ管a	6方向	安定する置き方	2 02	0%	100%	5 04	0%	100%	9 89	10%	90%	—	—	—
13	斜孔管a(スリーブ[0])	4方向	ストレーナー0°	2.01	0%	100%	4.97	6%	94%	9.80	21%	79%	—	—	—
14	斜孔管b(スリーブ[45])	**スリーブ**	ストレーナー45° 傾	2 04	1%	99%	4 96	22%	78%	9 90	49%	51%	—	—	—
15	斜孔管c(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	2 03	0%	100%	5 02	27%	73%	9 81	30%	70%	—	—	—
16	斜孔管d(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	2 05	6%	94%	5 00	31%	69%	9 88	61%	39%	—	—	—
17	シュウスイa[0]	3方向	ストレーナー0	2.03	0%	100%	5.00	0%	100%	9.94	0%	100%	—	—	—
18	シュウスイb[90]		ストレーナー90° 傾	2.01	28%	72%	4.95	29%	71%	9.90	29%	71%	—	—	—
19	プラグ式集水管a(φ5mm[0])	4方向 **Φ5mm**	ストレーナー0°	2.01	0%	100%	4.95	2%	98%	9.84	9%	91%	—	—	—
20	プラグ式集水管b(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	1.99	0%	100%	4.99	5%	95%	9.83	14%	86%	—	—	—
21	プラグ式集水管c(φ7mm[0])	4方向 **Φ7mm**	ストレーナー0°	2.04	0%	100%	5.13	2%	98%	9.86	7%	93%	—	—	—
22	プラグ式集水管d(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	2 04	2%	98%	5 20	43%	57%	9 95	29%	71%	—	—	—
23	従来型VP管a(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	2.02	0%	100%	4.99	16%	84%	9.92	22%	78%	20.19	12%	88%
24	従来型VP管b(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	2 03	0%	100%	5 08	2%	98%	9 89	27%	73%	20 29	40%	60%
25	従来型VP管c(ソケット[0])	4方向	ストレーナー0°	2 03	0%	100%	5 04	2%	98%	10 04	13%	87%	20 25	14%	86%
26	従来型VP管d(ソケット[45])	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	1.99	0%	100%	5 03	0%	100%	10 03	4%	96%	20 31	22%	78%
2'	MTパイプb(パッカー半膨張)	6方向スリット	パッカー半膨張	–	–	–	4 78	2%	98%	–	–	–	–	–	–
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し[0])	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°	–	–	–	5.05	2%	98%	–	–	–	–	–	–
23'	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	–	–	10.14	31%	69%	–	–	–
24'	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角2°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	–	–	9.91	54%	46%	–	–	–
25'	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	–	–	9.93	32%	68%	–	–	–
26'	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角2°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	–	–	9.96	48%	52%	–	–	–
23''	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	–	–	–	9.82	6%	94%	–	–	–
24''	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角10°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	–	–	–	9.96	19%	81%	–	–	–
25''	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	–	–	–	5 24	0%	100%	9 94	6%	94%	–	–	–
26''	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角10°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	–	–	–	5 00	0%	100%	9 90	6%	94%	–	–	–

推定値

図 3.2.2.5 はアクリルパイプからの漏水量と保孔管からの集水量の関係をプロットしたものである。図中の右下にプロットされるほど集水量が多い。ミズデルン、サビレス、ロジオドレーン、斜孔管のネジタイプが他の保孔管に比べて集水量が多い。

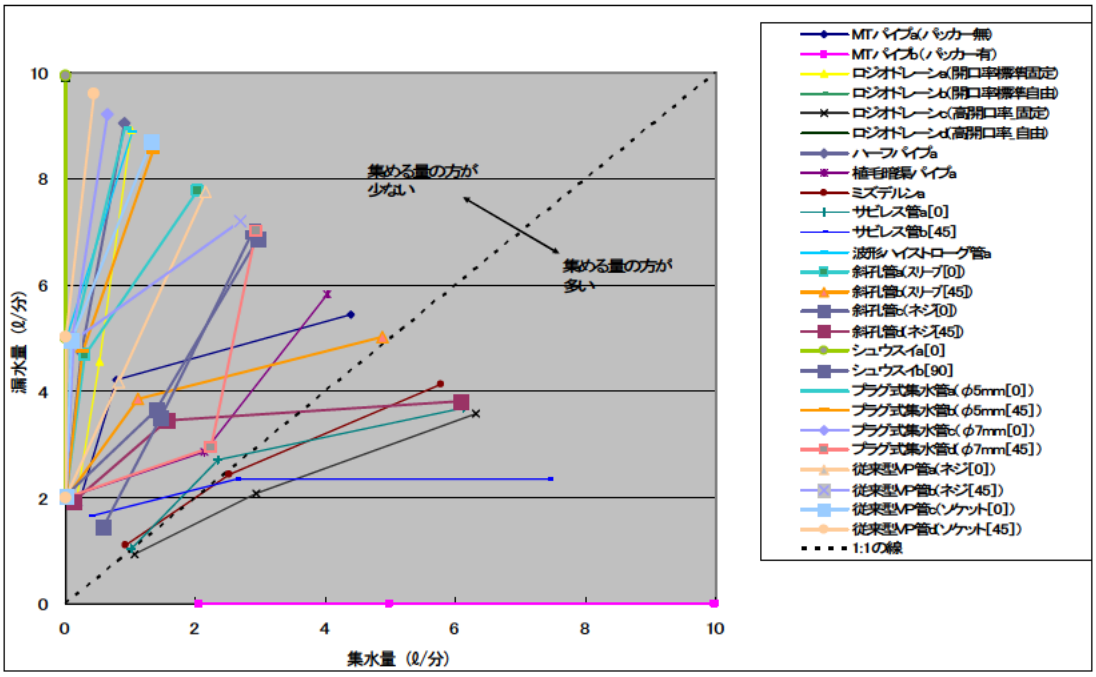


図 3.2.2.5　実験Ⅰの集水量と漏水量の関係

図 3.2.2.6 は実験Ⅰの注水量と集水率の関係である。グラフの上にプロットされるほど集水率が高い。

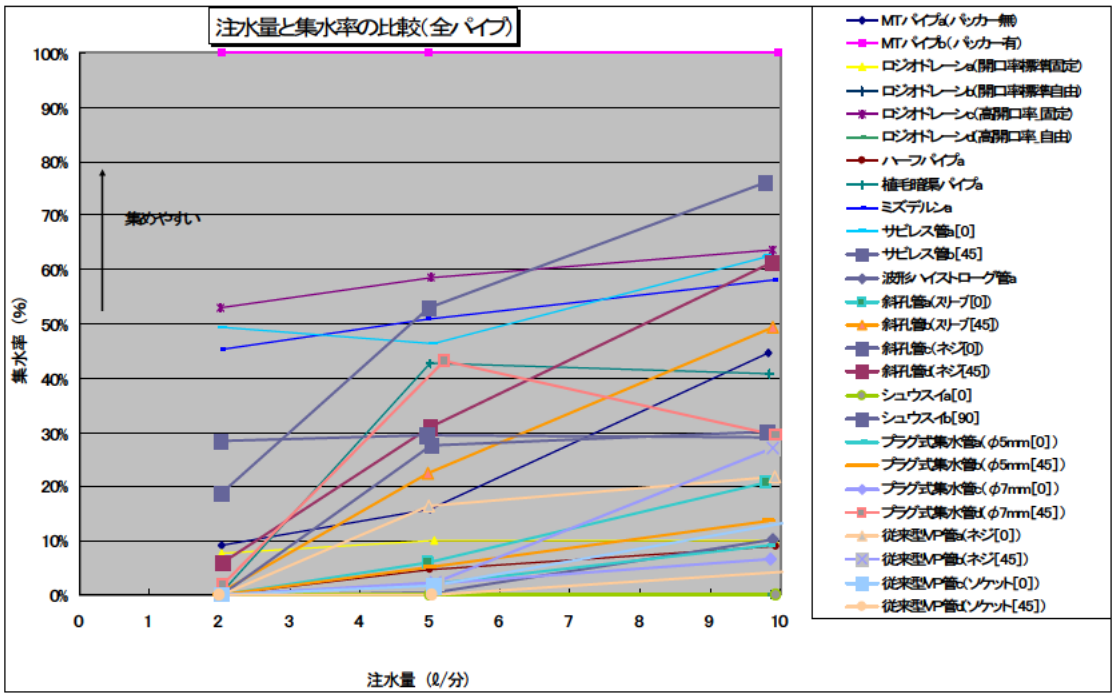


図 3.2.2.6　実験Ⅰの集水率と注水量の関係

図 3.2.2.6 のグラフの変化をパターン化すると図 3.2.2.4 に分類される。

図 3.2.2.7 は塩ビ管（VP40）を除いた各保孔管の集水率と注水量の関係を示した。それらを図 3.2.2.4 の分類を行うと、MT パイプは（b），（c）、サビレスは（a），（c）、シュウスイは（b）、ラジオドレーンは（b）、斜孔管は（a）、プラグ式集水管は（a）に分類される。各パイプの特性から、管断面の肉厚が比較的に大きいものは（c）に分類され、肉厚の小さいパイプは（a）に分類される傾向が見られる。多くのパイプでは、注水量が増加すると集水率が増加する傾向がみられた。図 3.2.2.8 では塩ビ管（VP40）における集水率と注水量の関係を示した。仰角が大きくなると集水率の低下傾向がみられた。

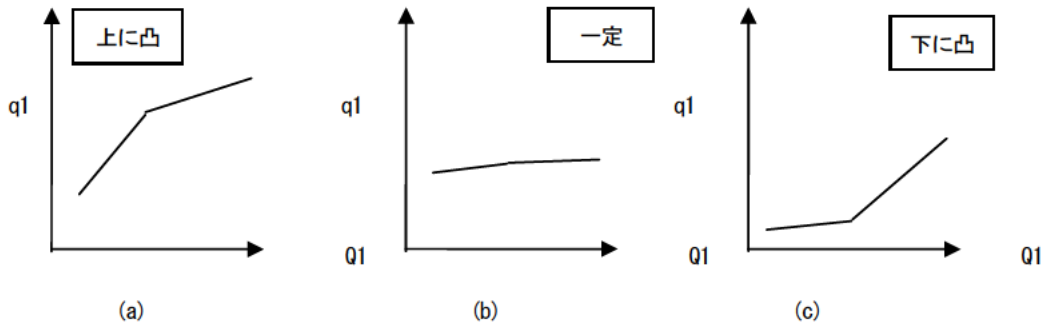


図 3.2.2.4　実験Ⅰの集水率と注水量の変化パターン模式

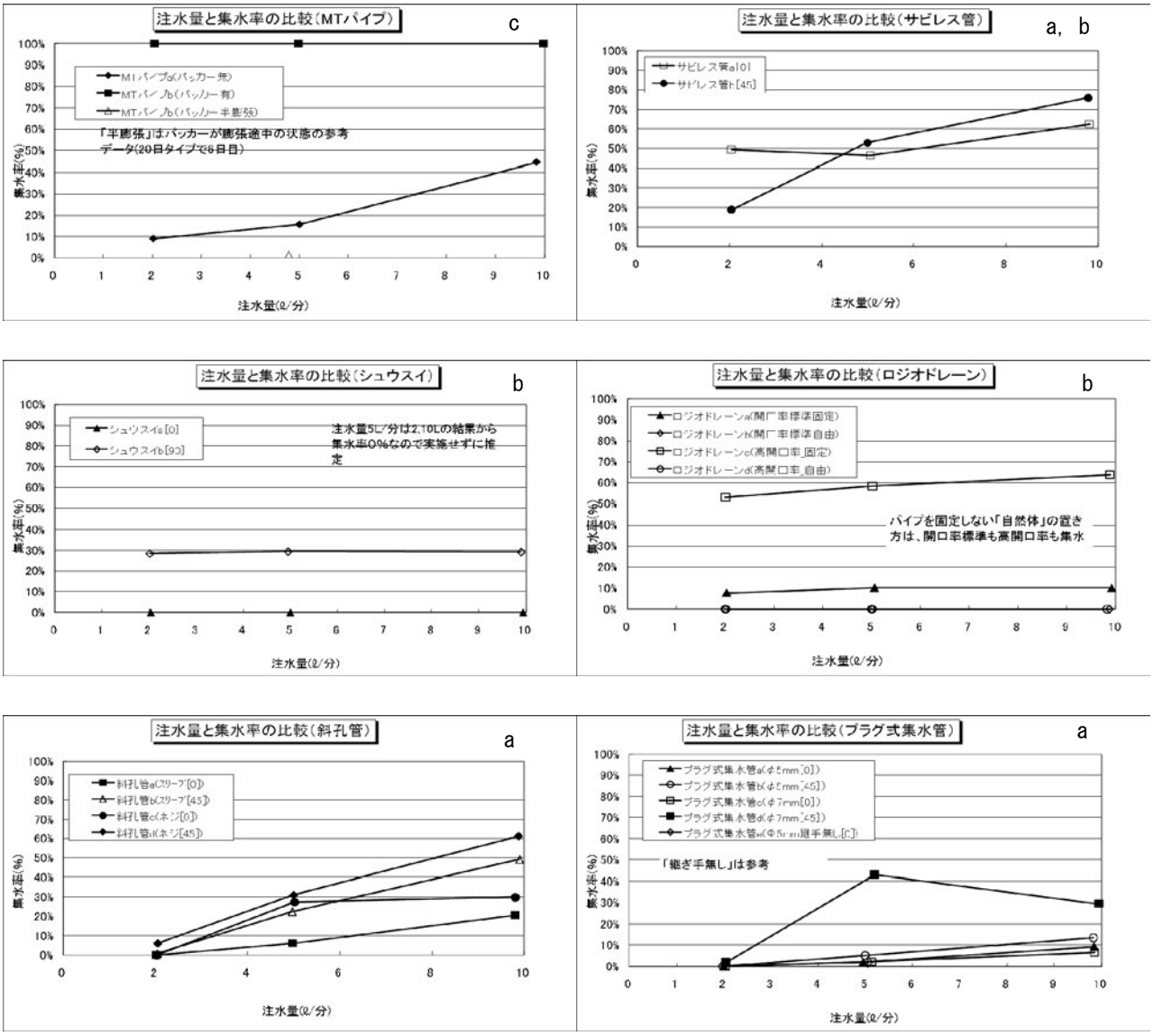
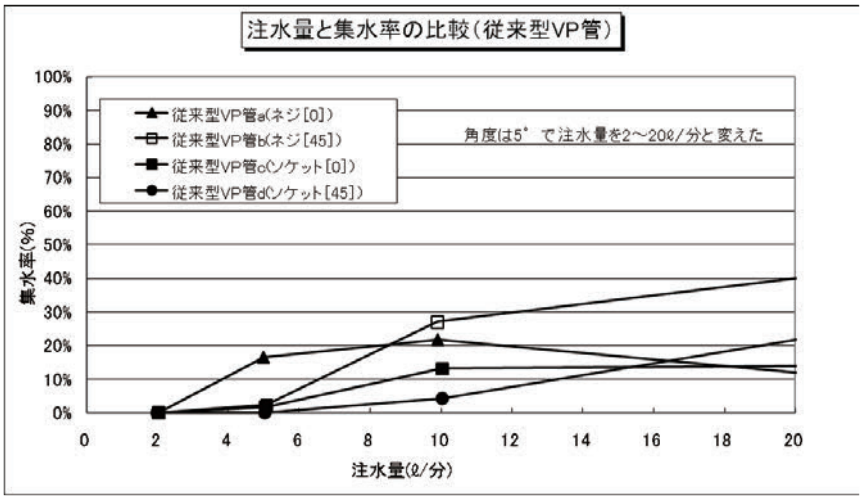


図 3.2.2.7　実験Ⅰにおける各保孔管の集水率と注水量の関係



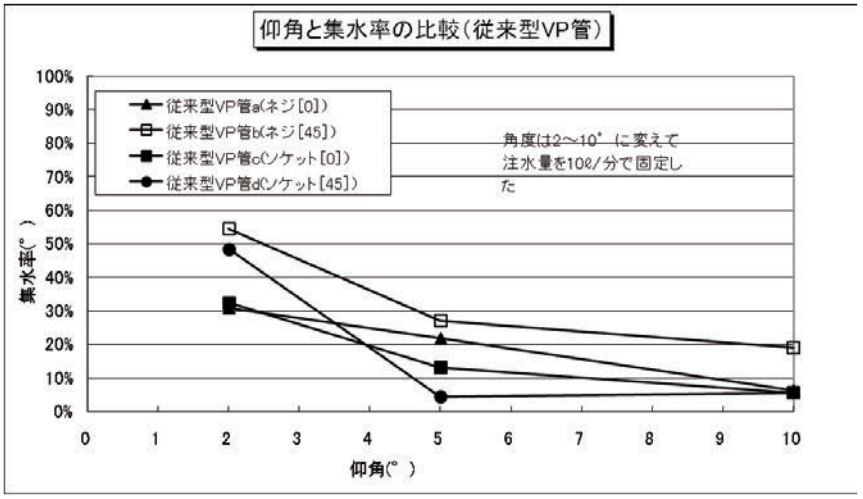


図 3.2.2.8　実験Ⅰにおける VP40 の集水率と注水量の関係

②実験Ⅱ：通水性能確認実験

表 3.2.2.4 に各保孔管における集水量、漏水量、注水量、集水率、漏水率を一覧に示した。**図 3.2.2.9** は各保孔管における集水量と漏水量の関係である。グラフ右下にプロットされるほどに一度保孔管に入った水を逃しにくい保孔管と言える。実験Ⅱでは、集水量 5ℓ/min を超えると漏水量は比較的少なくなる。**図 3.2.2.10** は注水量と集水量の関係をプロットしたものである。前掲の**図 3.2.2.4** におけるパターン（ａ）が多くを占めている。それらは集水率 60%を超えている。**図 3.2.2.11** は、塩ビ管（VP40）を除く実験保孔管の集水量と注水量の関係をプロットしたものである。

それらを前掲の**図 3.2.2.4** の分類を行うとＭＴパイプとサビレスとシュウスイ（90）は（ｂ）であり、ロジオドレーン、斜孔管、プラグ式集水管、シュウスイ（0）は（ａ）となる、（ｃ）は見られなかった。

表 3.2.2.4　実験Ⅱの各保孔管の実験結果一覧（１）

	排水パイプ名	ストレーナー	設置パターン	流量 2 ℓ/min 排水パイプ集水量(ℓ)	2 ℓ/min アクリルP逸水量(ℓ)	5 ℓ/min 排水パイプ集水量(ℓ)	5 ℓ/min アクリルP逸水量(ℓ)	10 ℓ/min 排水パイプ集水量(ℓ)	10 ℓ/min アクリルP逸水量(ℓ)	20 ℓ/min 排水パイプ集水量(ℓ)	20 ℓ/min アクリルP逸水量(ℓ)
1	MTパイプc(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	2.02	0.00	4.98	0.01	9.84	0.00	－	－
2	MTパイプd(パッカー有)		パッカーあり	2.00	0.00	5.00	0.00	10.00	0.00	－	－
3	ロジオドレーンe(開口率標準 固定)	全面(開口率標準)	固定	1.40	0.61	4.07	0.97	8.70	1.17	－	－
4	ロジオドレーンf(開口率標準 自由)		自然体	0.60	1.41	2.84	2.18	6.65	3.32	－	－
5	ロジオドレーンg(高開口率 固定)	全面(開口率高)	固定	0.96	1.07	3.37	1.58	7.04	2.86	－	－
6	ロジオドレーンh(高開口率 自由)		自然体	0.00	2.03	0.00	4.95	0.00	9.79	－	－
7	ハーフパイプb	上面	安定する置き方	0.60	1.42	2.93	2.07	7.23	2.78	－	－
8	植毛暗渠パイプb	全面	安定する置き方	1.19	0.82	4.60	0.41	9.23	0.54	－	－
9	ミズデルンb	6方向スリット	安定する置き方	1.24	0.79	3.02	1.93	5.76	4.03	－	－
10	サビレス管c[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	1.28	0.76	2.99	1.99	6.47	3.36	－	－
11	サビレス管d[45]		ストレーナー45° 傾	1.33	0.71	3.41	1.60	7.25	2.64	－	－
12	波形ハイストローグ管b	6方向	安定する置き方	0.88	1.14	2.74	2.22	6.78	3.08	－	－
13	斜孔管e(ｽﾘｰﾌﾞ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.02	2.04	1.59	3.35	6.37	3.56	－	－
14	斜孔管f(ｽﾘｰﾌﾞ[45])	**スリーブ**	ストレーナー45° 傾	1.57	0.46	4.27	0.67	7.26	2.66	－	－
15	斜孔管g(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	1.53	0.49	4.39	0.57	8.97	0.87	－	－
16	斜孔管h(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	1.54	0.49	4.50	0.50	7.90	1.91	－	－
17	シュウスイc[0]	3方向	ストレーナー0°	2.00	0.00	5.00	0.00	9.85	0.00	－	－
18	シュウスイd[90]		ストレーナー90° 傾	0.12	1.92	3.15	1.86	7.74	2.10	－	－
19	プラグ式集水管e(φ5mm[0])	4方向 **Φ5mm**	ストレーナー0°	0.21	1.78	3.27	1.72	8.07	1.81	－	－
20	プラグ式集水管f(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	1.63	0.39	4.44	0.58	9.40	0.41	－	－
21	プラグ式集水管g(φ7mm[0])	4方向 **Φ7mm**	ストレーナー0°	0.39	1.61	3.60	1.43	8.63	1.39	－	－
22	プラグ式集水管h(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	1.92	0.10	3.88	1.19	9.04	0.93	－	－
23	従来型VP管g(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	1.44	0.56	4.57	0.49	9.47	0.53	19.17	1.01
24	従来型VP管h(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	1.58	0.43	4.06	1.02	7.15	2.68	16.29	3.97
25	従来型VP管i(ソケット[0])	4方向	ストレーナー0°	0.13	1.88	3.22	1.85	7.81	2.05	17.96	2.26
26	従来型VP管j(ソケット[45])	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	2.00	0.02	4.78	0.21	8.06	1.92	15.36	4.97
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し)	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°	－	－	3.75	1.32	－	－	－	－
23'	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	9.53	0.44	－	－
24'	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角2°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	7.45	2.54	－	－
25'	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	7.35	2.68	－	－
26'	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角2°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	6.21	3.72	－	－
23''	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	9.02	0.89	－	－
24''	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角10°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	8.06	1.70	－	－
25''	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	7.86	2.01	－	－
26''	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角10°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	7.85	2.05	－	－

推定値

※ここでは逸水量は漏水量を意味する

表 3.2.2.4　実験Ⅱの各保孔管の実験結果一覧（２）

	排水パイプ名	ストレーナー	設置パターン	比率 2 ℓ/min ×1min(比率) 注水量(ℓ)	集水率	漏水率	5 ℓ/min ×1min(比率) 注水量(ℓ)	集水率	漏水率	10 ℓ/min ×1min(比率) 注水量(ℓ)	集水率	漏水率	20 ℓ/min ×1min(比率) 注水量(ℓ)	集水率	漏水率
1	MTパイプc(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	2.02	100%	0%	4.99	100%	0%	9.84	100%	0%			
2	MTパイプd(パッカー有)		パッカーあり	2.00	100%	0%	5.00	100%	0%	10.00	100%	0%	－	－	－
3	ロジオドレーンe(開口率標準 固定)	全面(開口率標準)	固定	2.01	70%	30%	5.04	81%	19%	9.87	88%	12%	－	－	－
4	ロジオドレーンf(開口率標準 自由)		自然体	2.01	30%	70%	5.02	57%	43%	9.97	67%	33%	－	－	－
5	ロジオドレーンg(高開口率 固定)	全面(開口率高)	固定	2.03	47%	53%	4.95	68%	32%	9.89	71%	29%	－	－	－
6	ロジオドレーンh(高開口率 自由)		自然体	2.03	0%	100%	4.95	0%	100%	9.79	0%	100%	－	－	－
7	ハーフパイプb	上面	安定する置き方	2.02	30%	70%	5.00	59%	41%	10.02	72%	28%	－	－	－
8	植毛暗渠パイプb	全面	安定する置き方	2.01	59%	41%	5.01	92%	8%	9.77	94%	6%	－	－	－
9	ミズデルンb	6方向スリット	安定する置き方	2.04	61%	39%	4.95	61%	39%	9.79	59%	41%	－	－	－
10	サビレス管c[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	2.03	63%	37%	4.98	60%	40%	9.83	66%	34%	－	－	－
11	サビレス管d[45]		ストレーナー45° 傾	2.04	65%	35%	5.01	68%	32%	9.89	73%	27%	－	－	－
12	波形ハイストローグ管b	6方向	安定する置き方	2.02	43%	57%	4.96	55%	45%	9.87	69%	31%	－	－	－
13	斜孔管e(ｽﾘｰﾌﾞ[0])	4方向	ストレーナー0°	2.06	1%	99%	4.95	32%	68%	9.93	64%	36%	－	－	－
14	斜孔管f(ｽﾘｰﾌﾞ[45])	**スリーブ**	ストレーナー45° 傾	2.02	77%	23%	4.93	86%	14%	9.92	73%	27%	－	－	－
15	斜孔管g(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	2.02	76%	24%	4.96	88%	12%	9.84	91%	9%	－	－	－
16	斜孔管h(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	2.03	76%	24%	5.00	90%	10%	9.81	81%	19%	－	－	－
17	シュウスイc[0]	3方向	ストレーナー0°	2.00	100%	0%	5.00	100%	0%	9.85	100%	0%	－	－	－
18	シュウスイd[90]		ストレーナー90° 傾	2.03	6%	94%	5.02	63%	37%	9.85	79%	21%	－	－	－
19	プラグ式集水管e(φ5mm[0])	4方向 **Φ5mm**	ストレーナー0°	1.99	11%	89%	4.99	66%	34%	9.88	82%	18%	－	－	－
20	プラグ式集水管f(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	2.02	81%	19%	5.03	88%	12%	9.80	96%	4%	－	－	－
21	プラグ式集水管g(φ7mm[0])	4方向 **Φ7mm**	ストレーナー0°	2.00	20%	80%	5.03	72%	28%	10.02	86%	14%	－	－	－
22	プラグ式集水管h(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	2.02	95%	5%	5.07	77%	23%	9.97	91%	9%	－	－	－
23	従来型VP管g(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	2.00	72%	28%	5.06	90%	10%	10.00	95%	5%	20.18	95%	5%
24	従来型VP管h(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	2.01	79%	21%	5.08	80%	20%	9.82	73%	27%	20.27	80%	20%
25	従来型VP管i(ソケット[0])	4方向	ストレーナー0°	2.02	7%	93%	5.07	64%	36%	9.86	79%	21%	20.21	89%	11%
26	従来型VP管j(ソケット[45])	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	2.02	99%	1%	4.99	96%	4%	9.97	81%	19%	20.33	76%	24%
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し)	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°	－	－	－	5.07	74%	26%	－	－	－			
23'	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	－	－	9.97	96%	4%	－	－	－
24'	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角2°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	－	－	9.99	75%	25%	－	－	－
25'	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角2°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	－	－	10.03	73%	27%	－	－	－
26'	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角2°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	－	－	9.93	63%	37%	－	－	－
23''	従来型VP管a(ネジ[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	－	－	9.91	91%	9%	－	－	－
24''	従来型VP管b(ネジ[45]、仰角10°)	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	－	－	9.76	83%	17%	－	－	－
25''	従来型VP管c(ソケット[0]、仰角10°)	4方向	ストレーナー0°	－	－	－	－	－	－	9.87	80%	20%	－	－	－
26''	従来型VP管d(ソケット[45]、仰角10°)	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	－	－	－	－	－	－	9.90	79%	21%	－	－	－

推定値

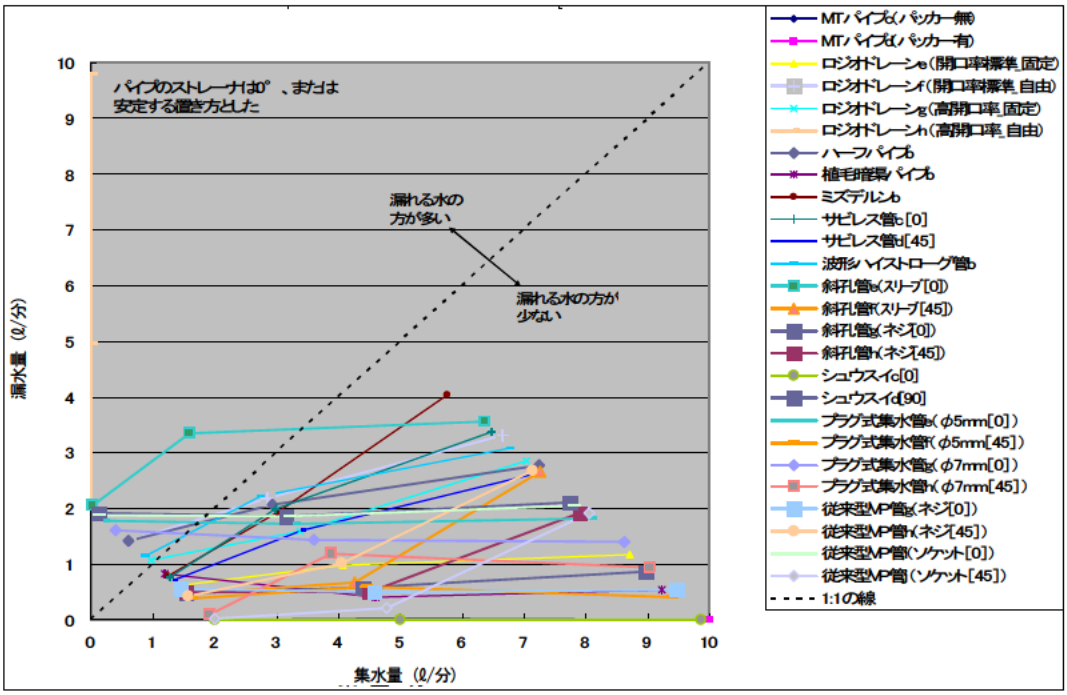


図 3.2.2.9　実験Ⅱの集水量と漏水量の関係

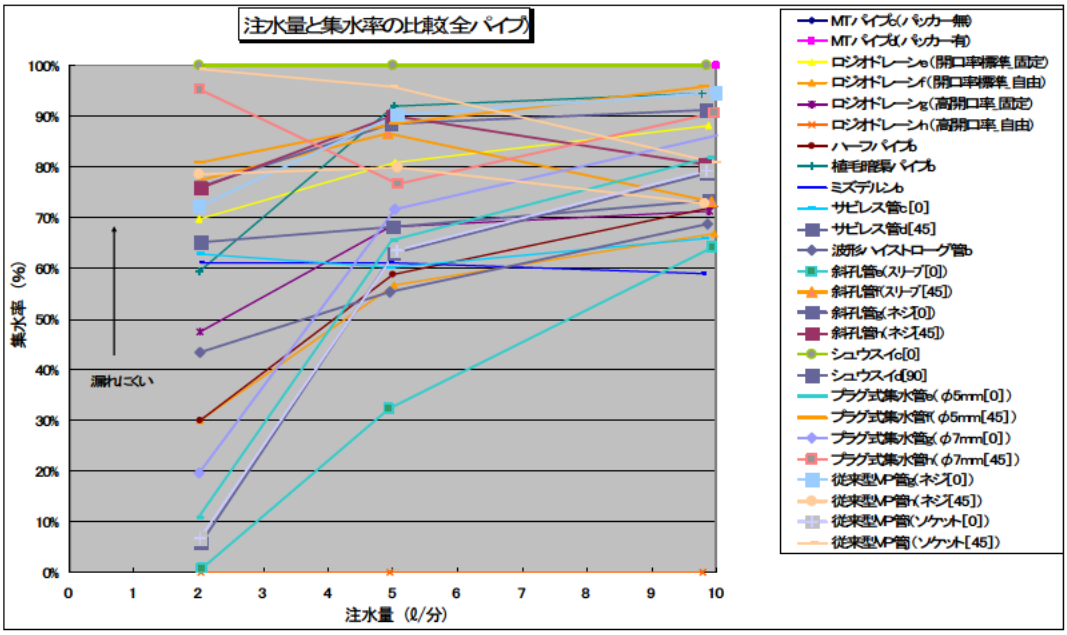


図 3.2.2.10　実験Ⅱの集水率と注水量の関係

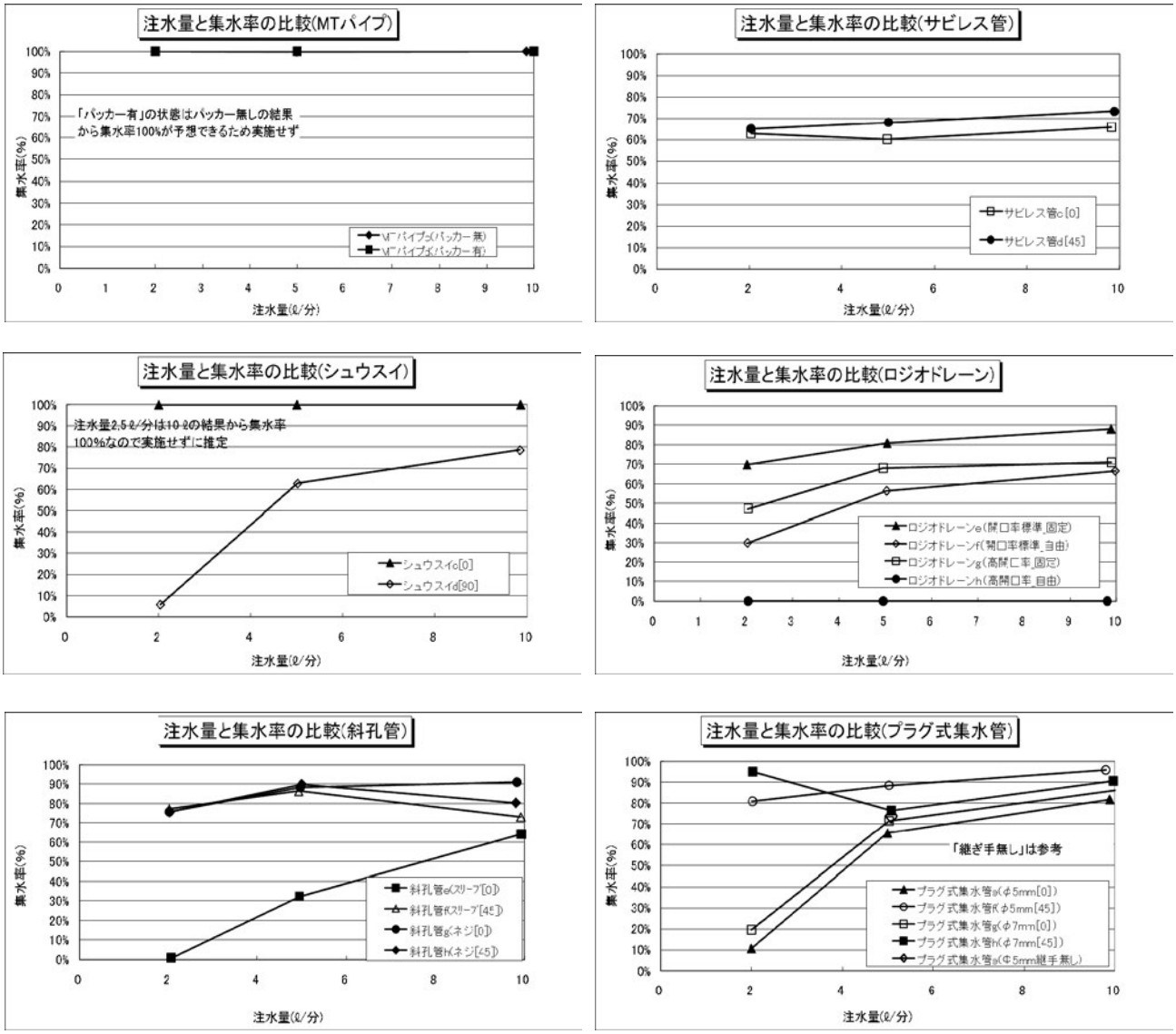


図 3.2.2.11　実験Ⅱにおける各保孔管の集水率と注入量の関係

図 3.2.2.12 は VP40 の集水率と注水量の関係をプロットしたものである。図 3.2.2.8 と図 3.2.2.12 を比べて、実験Ⅱでは仰角が大きくなっても集水率の低下は少ないことが確認された。

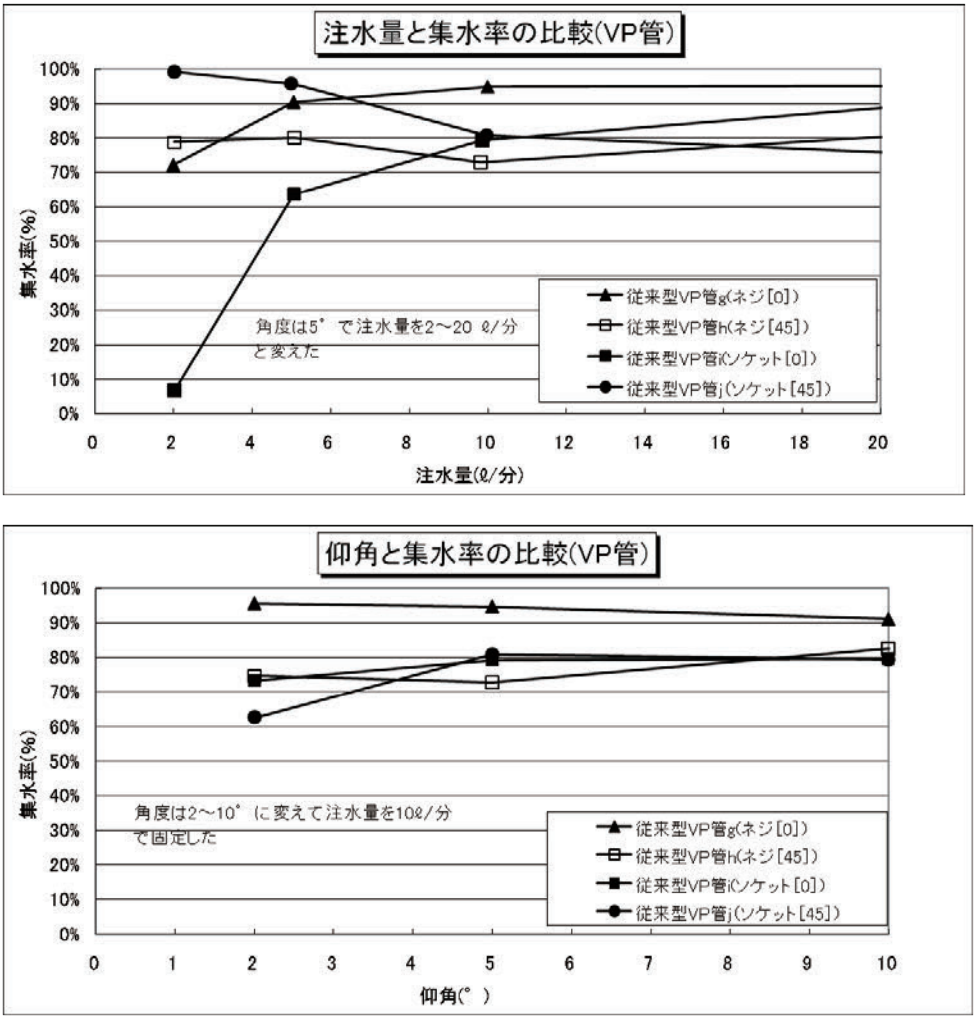


図 3.2.2.12 実験Ⅱにおける VP40 の集水率と注入量の関係

③実験Ⅲ：孔壁の一部が崩壊した場合の集水性能確認実験

実験Ⅲではアクリルパイプの下端の口元を遮水してアクリルパイプ内に滞留した水の量を計算するために図 3.2.2.13 に示す保孔管下端からの距離(L)と容量(ℓ)の関係を実験的に求めた。実験Ⅲの実験結果では図 3.2.2.14 に示される式を基に保孔管内の滞留量を換算した。なお、アクリルパイプの下端の口元は**写真** 3.2.2.6 のように遮水した。

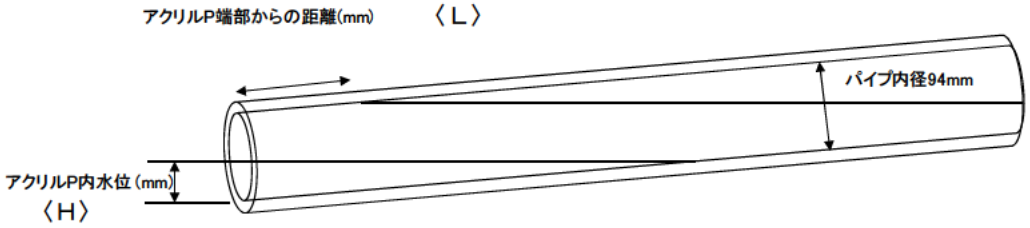


図 3.2.2.13　アクリルパイプ内水量

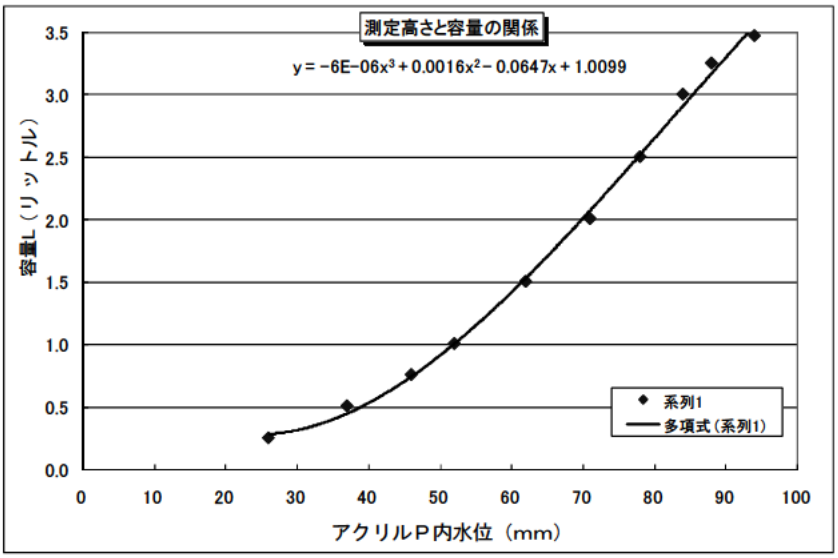


図 3.2.2.14 1 実験Ⅲにおけるアクリルパイプ内の容量と測定深さの関係

遮水の方法、ビニール袋を被せてテープで固定。

写真 3.2.2.6　実験Ⅲの実験保孔管とアクリルパイプの固定および遮水方法

表 3.2.2.5 は実験Ⅲにおける各保孔管のアクリルパイプ内に滞留した水量を計算した結果である。図 3.2.2.15 は各保孔管の外のアクリルパイプ内に滞留した水量を棒グラフに示したものである。

表 3.2.2.5　実験Ⅲの各保孔管の実験結果一覧

	排水パイプ名	ストレーナー	設置パターン	10 ℓ/ 3 min				アクリルパイプ内水量計算(ℓ)	摘要
				排水パイプ下端 流量 (mℓ)	アクリルP上端漏れ量(mℓ)	アクリルP内水位 (mm)	アクリルP端部からの距離(mm)		
1	MTパイプ(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	29,680	0	71	−	2.3	
2	MTパイプ(パッカー有)		パッカーあり	29,936	0	−	2.5	3.5	ﾊﾟｯｶｰとアクリルPの接点からの距離
3	ロジオドレーン(開口率標準_固定)	全面(開口率標準)	固定	30,351	0	−	670	8.1	1.5分576　2分675　5分728　6分754
4	ロジオドレーン(開口率標準_自由)		自然体	28,988	0	−	791	9.0	1分405　6分892
5	ロジオドレーン(高開口率_固定)	全面(開口率高)	固定	29,527	0	45	−	0.8	
6	ロジオドレーン(高開口率_自由)		自然体	29,830	0	64	−	1.8	
7	ハーフパイプ	上面	安定する置き方	29,821	0	49	−	1.0	
8	植毛暗渠パイプ	全面	安定する置き方	29,198	0	74	−	2.6	
9	ミズデルン	6方向スリット	安定する置き方	29,798	0	29	−	0.3	
10	サビレス管[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	29,393	0	32	−	0.4	
11	サビレス管[45]		ストレーナー45° 傾	29,548	0	30	−	0.3	
12	波形ハイストローグ管	6方向	安定する置き方	29,753	0	67	−	2.1	
13	斜孔管(ｽﾘｰﾌﾞ[0])	4方向 **スリーブ**	ストレーナー0°	29,806	0	70	−	2.3	
14	斜孔管(ｽﾘｰﾌﾞ[45])		ストレーナー45° 傾	29,743	0	64	−	1.8	
15	斜孔管(ネジ[0])	4方向 **ねじ切り**	ストレーナー0°	29,666	0	61	−	1.7	
16	斜孔管(ネジ[45])		ストレーナー45° 傾	29,917	0	56	−	1.4	
17	シュウスイ[0]	3方向	ストレーナー0°	29,662	0	−	160	4.6	
18	シュウスイ[90]		ストレーナー90° 傾	29,717	0	90	−	3.8	
19	プラグ式集水管(φ5mm[0])	4方向 **Φ5mm**	ストレーナー0°	30,092	0	80	−	3.0	
20	プラグ式集水管(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	29,854	0	80	−	3.0	
21	プラグ式集水管(φ7mm[0])	4方向 **Φ7mm**	ストレーナー0°	29,741	0	59	−	1.5	
22	プラグ式集水管(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	30,074	0	60	−	1.6	
23	従来型VP管(ネジ[0])	4方向 **ねじ切り**	ストレーナー0°	29,577	0	86	−	3.5	
24	従来型VP管(ネジ[45])		ストレーナー45° 傾	29,553	0	79	−	2.9	
25	従来型VP管(ソケット[0])	4方向 **ソケット**	ストレーナー0°	30,159	0	88	−	3.6	
26	従来型VP管(ソケット[45])		ストレーナー45° 傾	29,395	0	85	−	3.4	

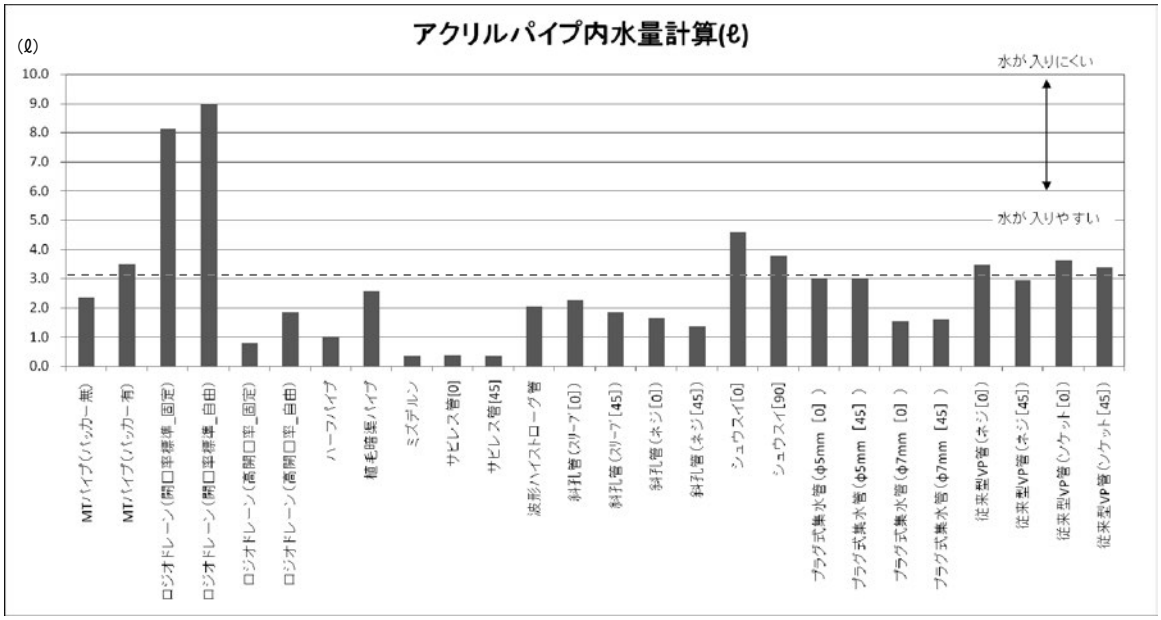


図 3.2.2.15　実験Ⅲにおけるアクリルパイプ内水量

従来型ＶＰ管を使用した場合に、塩ビ管のアクリルパイプ内に滞留する水量 3ℓ よりも値が小さい保孔管は、従来型ＶＰ管よりストレーナ孔の開口率が大きいものであり、孔壁の一部が崩壊し、ボーリング孔内に地下水が滞留する場合に有効であると考えられる。また、パイプの置き方の違いによるストレーナの方向の変化によってもアクリルパイプ内に滞留する水量の違いが生じることがわかった。

④実験ⅠとⅡの集水量および集水率

表 3.2.2.6 に実験ⅠとⅡの各保孔管の集水量を示す。**表 3.2.2.7** にこれらの集水率等を算出した結果を示す。

表 3.2.2.6　実験ⅠとⅡの各保孔管の実験結果一覧

	排水パイプ名・略称	ストレーナー継ぎ手	設置パターン	試験Ⅰ(集水性能)			試験Ⅱ(逸水量)		
				2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min	2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min
				排水パイプ	排水パイプ	排水パイプ	排水パイプ	排水パイプ	排水パイプ
				集水量(ℓ)	集水量(ℓ)	集水量(ℓ)	集水量(ℓ)	集水量(ℓ)	集水量(ℓ)
1	MTパイプa(パッカー無)	6方向スリット	パッカーなし	0.18	0.79	4.39	2.02	4.98	9.84
2	MTパイプb(パッカー有)	6方向スリット	パッカーあり	2.04	4.98	9.98	2.00	5.00	10.00
3	ロジオドレーンa(開口率標準固定)	全面(開口率標準)	固定	0.16	0.51	1.00	1.40	4.07	8.70
4	ロジオドレーンb(開口率標準自由)		自然体	0.00	0.00	0.00	0.60	2.84	6.65
5	ロジオドレーンc(高開口率_固定)	全面(開口率高)	固定	1.06	2.93	6.31	0.96	3.37	7.04
6	ロジオドレーンd(高開口率_自由)		自然体	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	ハーフパイプa	上面	安定する置き方	0.00	0.24	0.89	0.60	2.93	7.23
8	植毛暗渠パイプa	全面	安定する置き方	0.00	2.14	4.02	1.19	4.60	9.23
9	ミズデルンa	6方向スリット	安定する置き方	0.91	2.52	5.77	1.24	3.02	5.76
10	サビレス管a[0]	4方向スリット	ストレーナー0°	1.01	2.35	6.12	1.28	2.99	6.47
11	サビレス管b[45]		ストレーナー45° 傾	0.38	2.64	7.44	1.33	3.41	7.25
12	波形ハイストローグ管a	6方向	安定する置き方	0.00	0.03	1.01	0.88	2.74	6.78
13	斜孔管a(ｽﾘｰﾌﾞ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	0.30	2.03	0.02	1.59	6.37
14	斜孔管b(ｽﾘｰﾌﾞ[45])	**スリーブ**	ストレーナー45° 傾	0.01	1.12	4.88	1.57	4.27	7.26
15	斜孔管c(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	1.38	2.95	1.53	4.39	8.97
16	斜孔管d(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	0.12	1.55	6.06	1.54	4.50	7.90
17	シュウスイa[0]	3方向	ストレーナー0°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.85
18	シュウスイb[90]		ストレーナー90° 傾	0.57	1.45	2.88	0.12	3.15	7.74
19	プラグ式集水管a(φ5mm[0])	4方向　Φ5mm	ストレーナー0°	0.00	0.09	0.90	0.21	3.27	8.07
20	プラグ式集水管b(φ5mm[45])		ストレーナー45° 傾	0.00	0.25	1.34	1.63	4.44	9.40
21	プラグ式集水管c(φ7mm[0])	4方向　Φ7mm	ストレーナー0°	0.00	0.11	0.64	0.39	3.60	8.63
22	プラグ式集水管d(φ7mm[45])		ストレーナー45° 傾	0.04	2.24	2.93	1.92	3.88	9.04
23	従来型VP管a(ネジ[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	0.82	2.15	1.44	4.57	9.47
24	従来型VP管b(ネジ[45])	**ねじ切り**	ストレーナー45° 傾	0.00	0.12	2.68	1.58	4.06	7.15
25	従来型VP管c(ソケット[0])	4方向	ストレーナー0°	0.00	0.09	1.33	0.13	3.22	7.81
26	従来型VP管d(ソケット[45])	**ソケット**	ストレーナー45° 傾	0.00	0.00	0.43	2.00	4.78	8.06
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し[0])	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°		0.10			3.75	

推定値

表 3.2.2.7　実験ⅠとⅡの各保孔管の実験結果一覧

	排水パイプ名・略称	ストレーナー継ぎ手	試験Ⅰ(集水性能)				試験Ⅱ(逸水量)				試験Ⅰ×Ⅱ				試験Ⅰ＋Ⅱ			
			2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min	平均	2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min	平均	2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min	平均	2 ℓ/min	5 ℓ/min	10 ℓ/min	平均
			集水率	集水率	集水率	集水率	集水率	集水率	集水率	集水率								
1	MTパイプa(パッカー無)	6方向スリット	9%	16%	45%	23%	100%	100%	100%	100%	9%	16%	45%	23%	55%	58%	72%	62%
2	MTパイプb(パッカー有)	6方向スリット	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	ロジオドレーンa(開口率標準固定)	全面(開口率標準)	8%	10%	10%	9%	70%	81%	88%	80%	5%	8%	9%	7%	39%	45%	49%	44%
4	ロジオドレーンb(開口率標準自由)		0%	0%	0%	0%	30%	57%	67%	51%	0%	0%	0%	0%	15%	28%	33%	26%
5	ロジオドレーンc(高開口率_固定)	全面(開口率高)	53%	58%	64%	58%	47%	68%	71%	62%	25%	40%	45%	37%	50%	63%	67%	60%
6	ロジオドレーンd(高開口率_自由)		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	ハーフパイプa	上面	0%	5%	9%	5%	30%	59%	72%	54%	0%	3%	6%	3%	15%	32%	41%	29%
8	植毛暗渠パイプa	全面	0%	43%	41%	28%	59%	92%	94%	82%	0%	39%	39%	26%	30%	67%	68%	55%
9	ミズデルンa	6方向スリット	45%	51%	58%	51%	61%	61%	59%	60%	28%	31%	34%	31%	53%	56%	59%	56%
10	サビレス管a[0]	4方向スリット	49%	46%	62%	53%	63%	60%	66%	63%	31%	28%	41%	33%	56%	53%	64%	58%
11	サビレス管b[45]		19%	53%	76%	49%	65%	68%	73%	69%	12%	36%	56%	35%	42%	60%	75%	59%
12	波形ハイストローグ管a	6方向	0%	0%	10%	4%	43%	55%	69%	56%	0%	0%	7%	2%	22%	28%	40%	30%
13	斜孔管a(ｽﾘｰﾌﾞ[0])	4方向	0%	6%	21%	9%	1%	32%	64%	32%	0%	2%	13%	5%	0%	19%	42%	21%
14	斜孔管b(ｽﾘｰﾌﾞ[45])	**スリーブ**	1%	22%	49%	24%	77%	86%	73%	79%	1%	19%	36%	19%	39%	54%	61%	52%
15	斜孔管c(ネジ[0])	4方向	0%	27%	30%	19%	76%	88%	91%	85%	0%	24%	27%	17%	38%	58%	61%	52%
16	斜孔管d(ネジ[45])	**ねじ切り**	6%	31%	61%	33%	76%	90%	81%	82%	5%	28%	49%	27%	41%	61%	71%	57%
17	シュウスイa[0]	3方向	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%
18	シュウスイb[90]		28%	29%	29%	29%	6%	63%	79%	49%	2%	18%	23%	14%	17%	46%	54%	39%
19	プラグ式集水管a(φ5mm[0])	4方向　**Φ5mm**	0%	2%	9%	4%	11%	66%	82%	53%	0%	1%	7%	3%	5%	34%	45%	28%
20	プラグ式集水管b(φ5mm[45])		0%	5%	14%	6%	81%	88%	96%	88%	0%	5%	13%	6%	40%	47%	55%	47%
21	プラグ式集水管c(φ7mm[0])	4方向　**Φ7mm**	0%	2%	7%	3%	20%	72%	86%	59%	0%	1%	6%	2%	10%	37%	46%	31%
22	プラグ式集水管d(φ7mm[45])		2%	43%	29%	25%	95%	77%	91%	87%	2%	33%	27%	21%	48%	60%	60%	56%
23	従来型VP管a(ネジ[0])	4方向	0%	16%	22%	13%	72%	90%	95%	86%	0%	15%	21%	12%	36%	53%	58%	49%
24	従来型VP管b(ネジ[45])	**ねじ切り**	0%	2%	27%	10%	79%	80%	73%	77%	0%	2%	20%	7%	39%	41%	50%	43%
25	従来型VP管c(ソケット[0])	4方向	0%	2%	13%	5%	7%	64%	79%	50%	0%	1%	10%	4%	3%	33%	46%	27%
26	従来型VP管d(ソケット[45])	**ソケット**	0%	0%	4%	1%	99%	96%	81%	92%	0%	0%	3%	1%	50%	48%	43%	47%
19'	プラグ式集水管e(Φ5mm継手無し[0])	4方向 Φ5mm	–	2%	–		–	74%	–			1%				38%		

推定値

図 3.2.2.16 は実験Ⅰおよび実験Ⅱの集水量の関係を示した。図 3.2.2.17 から図 3.2.2.19 は 2、5、10ℓの注水量ごとに実験ⅠとⅡの集水率の関係を示した。

これらをまとめると図 3.2.2.20 のとおりである。それらのパターンは図 3.2.2.21 に区分されるが、全体的には保孔管内への注水量が増加すると、ほとんどの保孔管で通水率が増加する傾向が見られる。

図 3.2.2.22 は実験Ⅰ、Ⅱの集水率の平均をプロットしたものである。その結果、ロジオドレーン、MT、サビレス、ミズデルンは、図 3.2.2.23 のAに区分される。

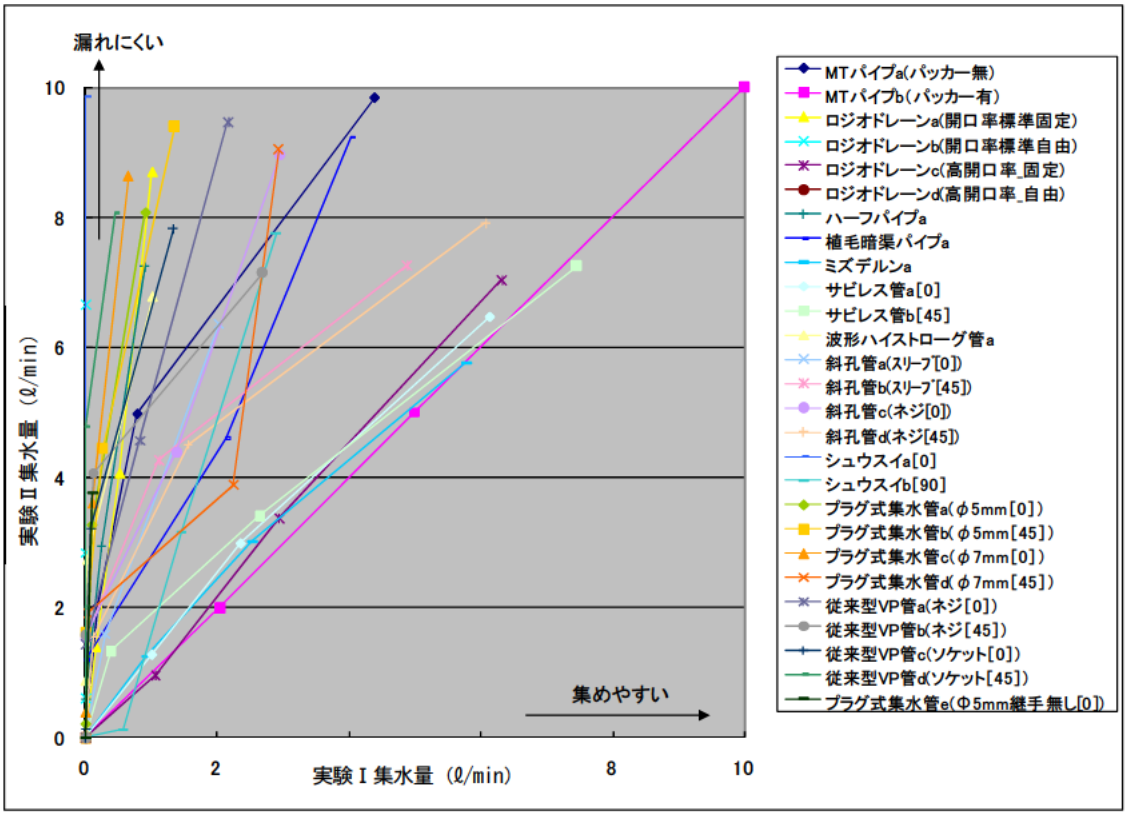


図 3.2.2.16　実験Ⅱの集水量と実験Ⅰの集水量の関係

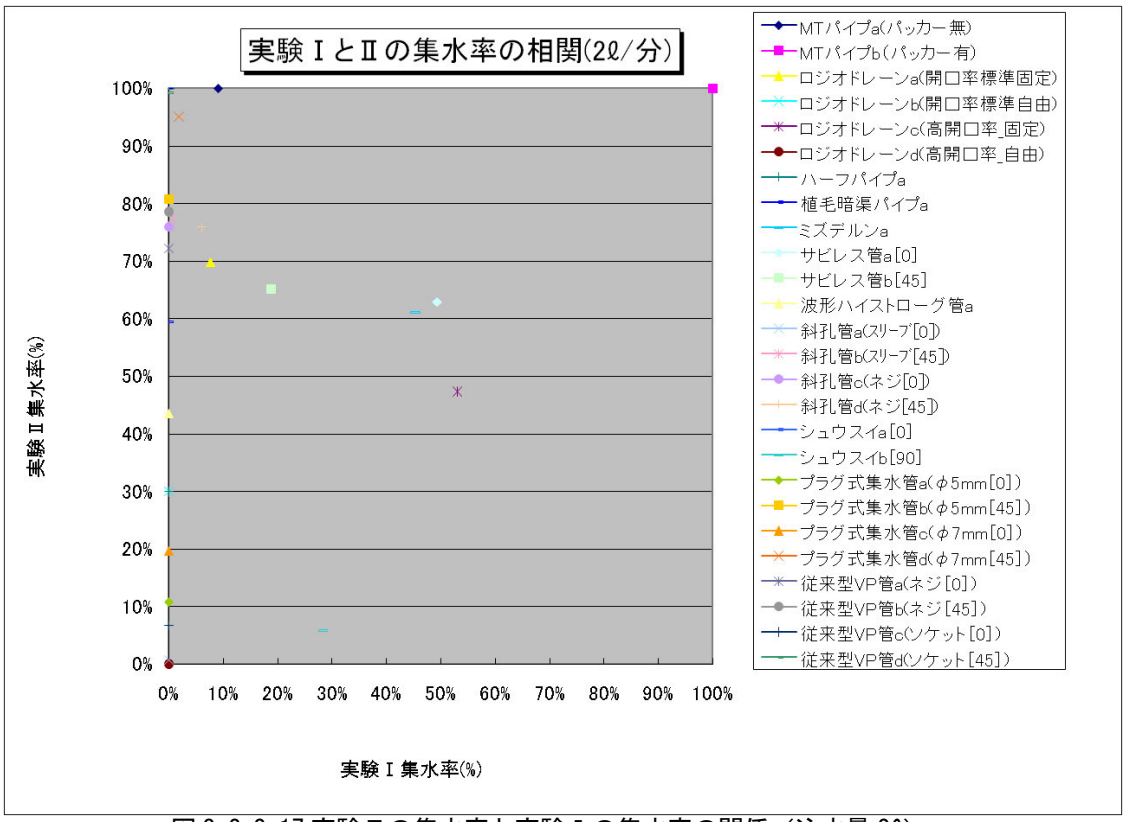


図 3.2.2.17 実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 2ℓ）

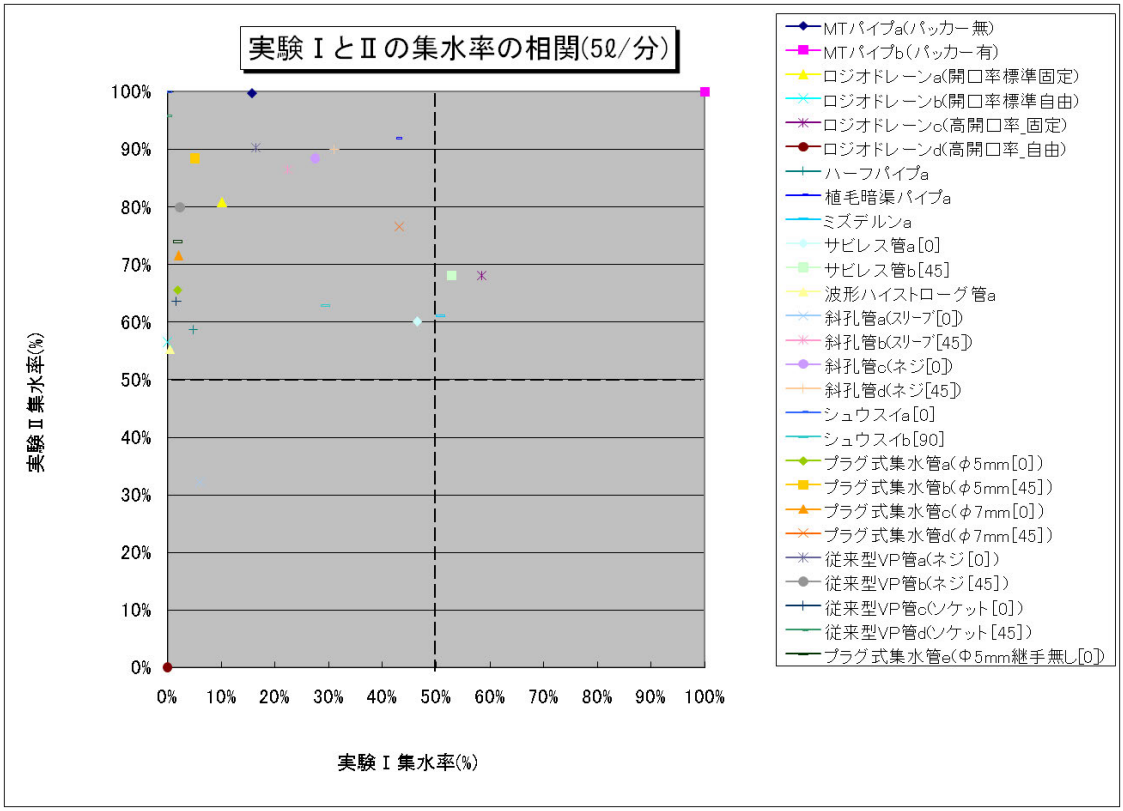


図 3.2.2.18　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 5ℓ）

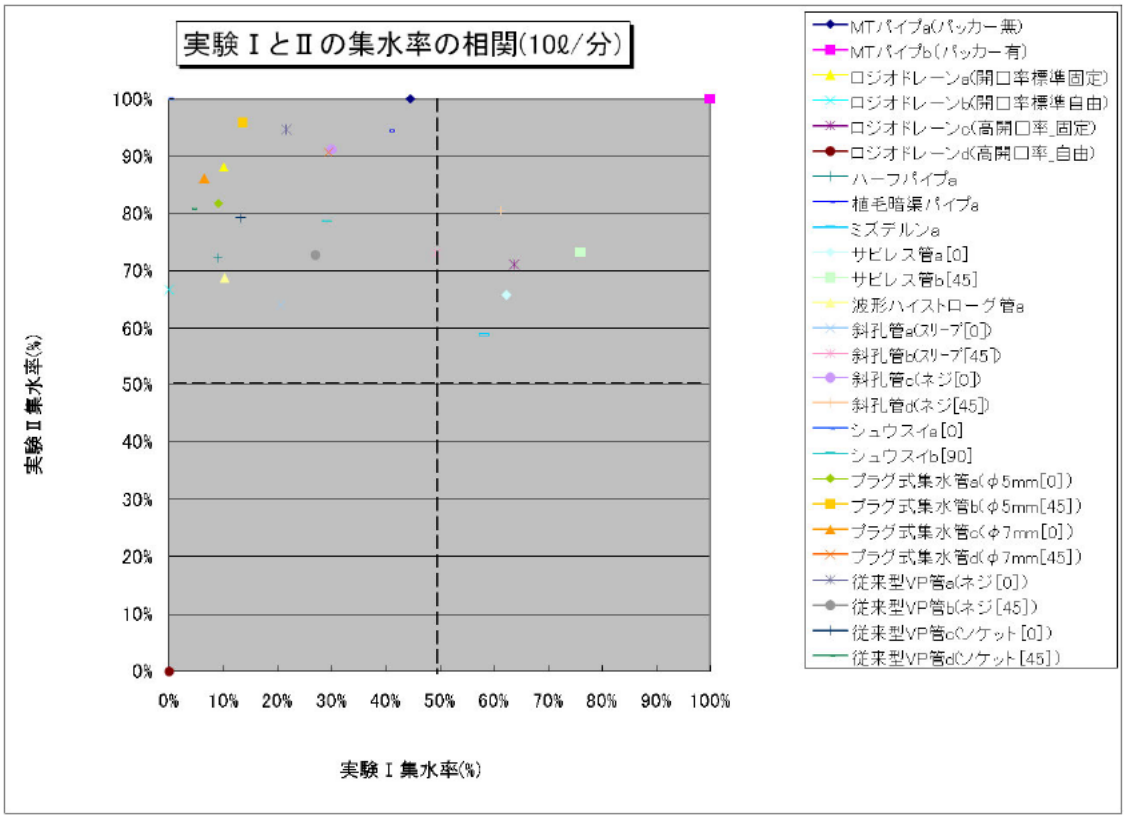


図 3.2.2.19　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 10ℓ）

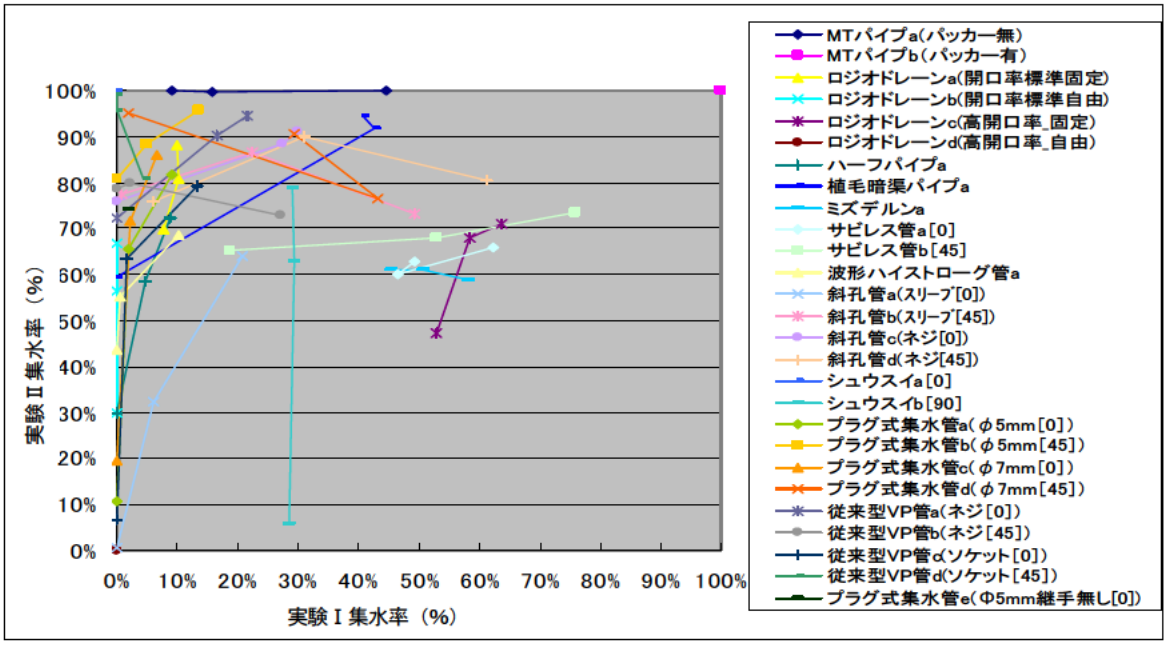


図 3.2.2.20　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係

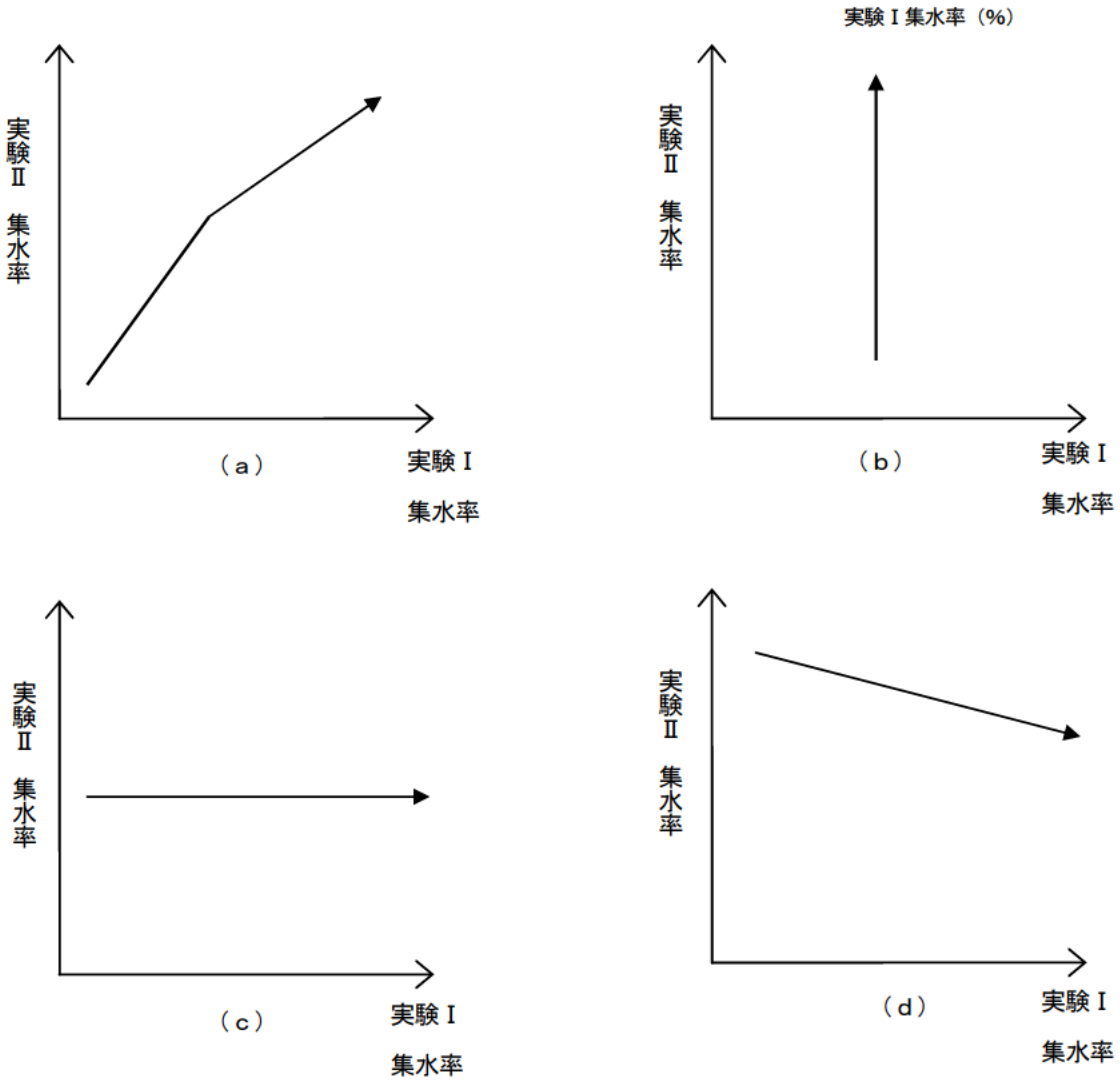


図 3.2.2.21　実験Ⅰ（集水性）とⅡ（通水性）の集水率の変化パターンの模式

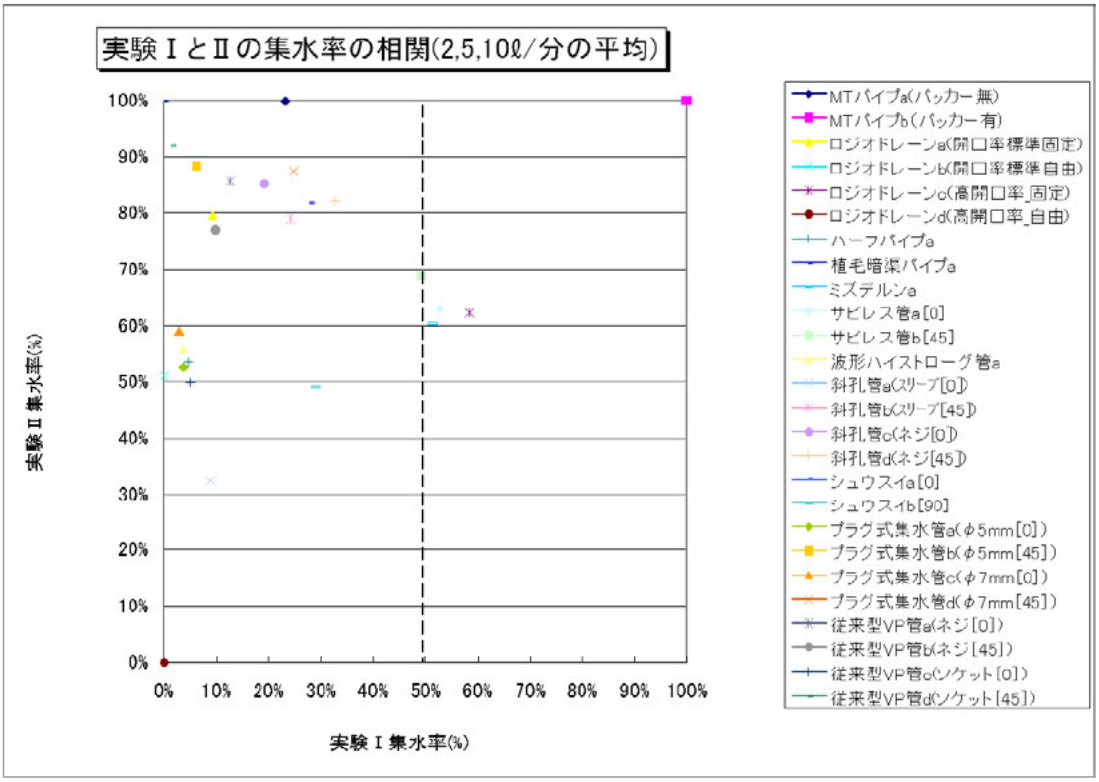


図 3.2.2.22　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 2, 5, 10ℓの平均）

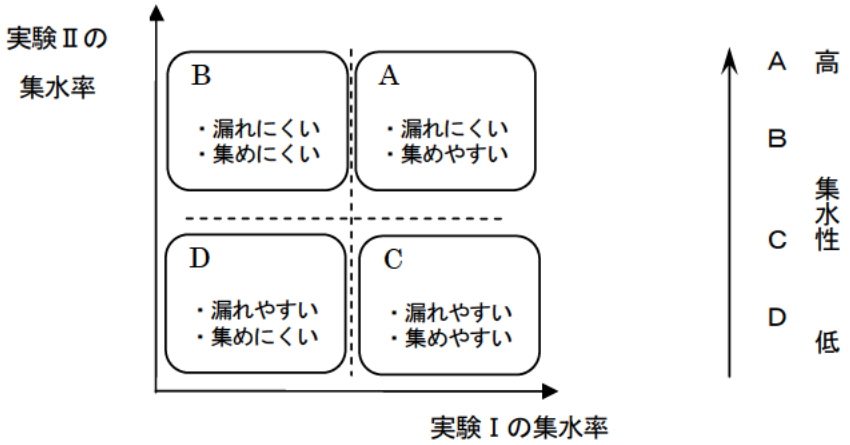


図 3.2.2.23　実験Ⅰ, Ⅱの集水率プロットと性能のイメージ

図3.2.2.24および図3.2.2.25は保孔管の種類の中で平均値が高い保孔管を抽出して集水率の関係をプロットしたものである。

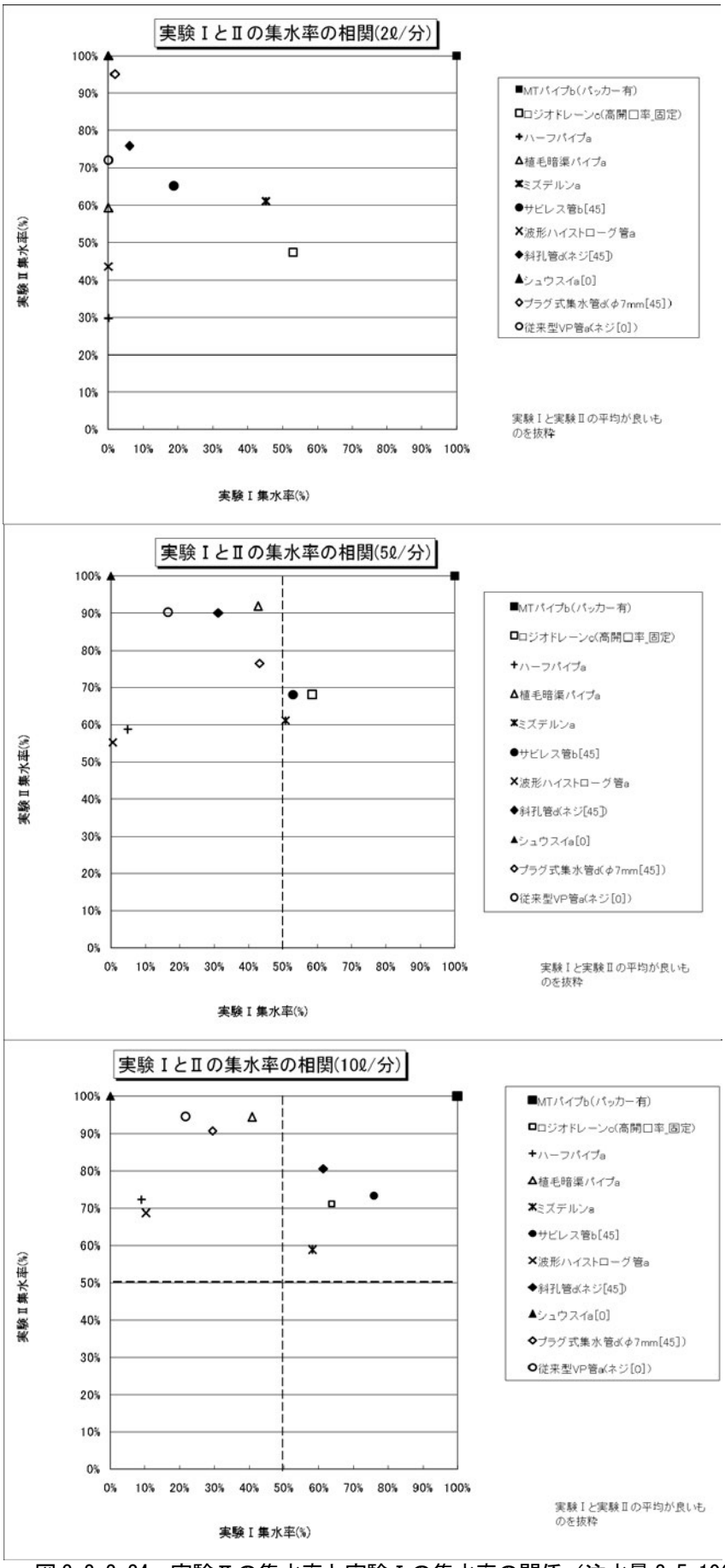


図 3.2.2.24　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 2,5,10ℓ）

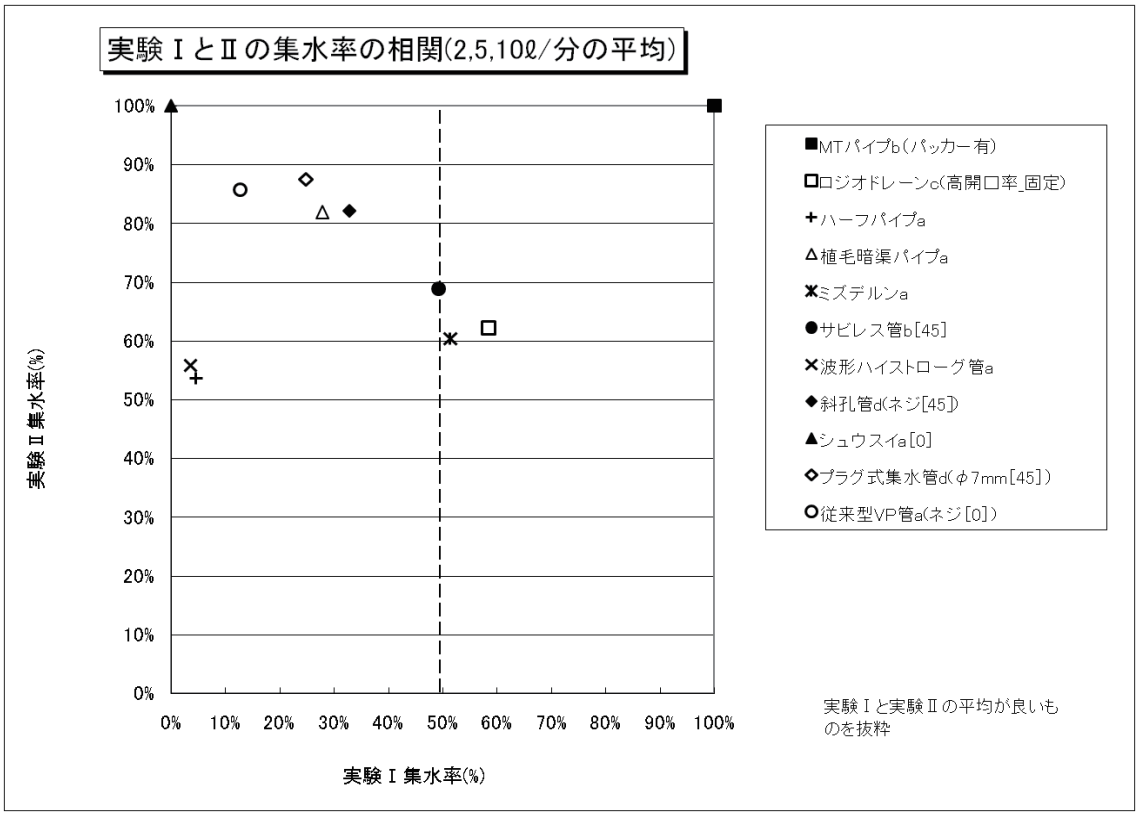


図 3.2.2.25　実験Ⅱの集水率と実験Ⅰの集水率の関係（注水量 2,5,10ℓの平均）

3.2.3　土槽を用いた集水性能実験

現場における各種保孔管の集水性能を評価することを目的に、土槽を用いた室内実験を実施した。実際の現場において保孔管の置かれている状況は、図 3.2.3.1 のようにボーリング孔の奥では「孔壁が自立する」状態が推定され、孔の口元に近い側に分布する堆積物（土砂）では孔壁が崩壊している状態が予想される。本実験では 3.2.1 および 3.2.2 項にて実施した「孔壁が自立する」場合の集水性能実験に対し、「孔壁が崩壊する」場合に着目して集水性能実験を行った。

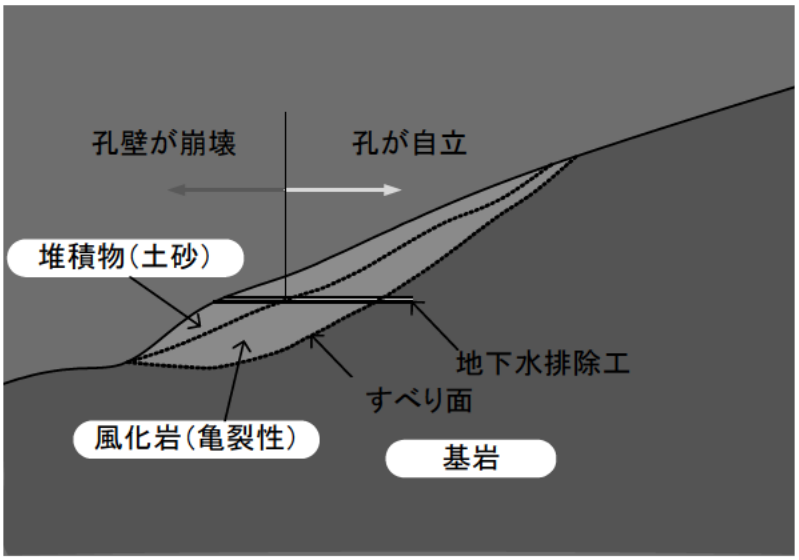


図 3.2.3.1　保孔管を取り巻く状況の推定

3.2.3.1　実験目的

実験では、孔壁が崩壊した場合において、周辺地山から保孔管へ向かう地下水の集水性能とともに、地山流失の防止性いわゆる吸出しについても評価を行った。

3.2.3.2　実験対象の保孔管

本実験では、図 3.2.3.2 に示す 12 種類を選定した。なお、3.2.1 項でも検討したように、ストレーナ加工が施してある保孔管の配置方法について、基本ケースである従来 VP 管を対象として 0°、45° の 2 とおりの実験を実施した。一方、他の保孔管の配置方法については、3.2.1 および 3.2.2 項における「孔壁が自立する」実験にて最も集水性能の高かった配置を採用した。さらに、ロジオドレーンについては、製織方法の違いにより開口程度を変えることができるため、ここでは通常タイプと高開口タイプの 2 パターンを実施した。従って、1 保孔管あたり 1 ケースを基本として試験したが、上記の従来塩ビ管とロジオドレーンは実験ケースを追加して、全体の実験ケースは 14 である。

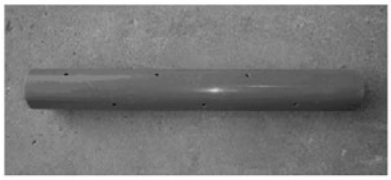
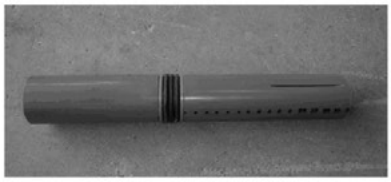
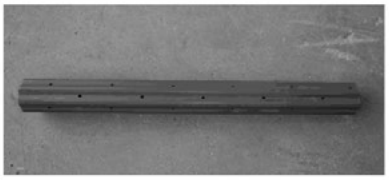
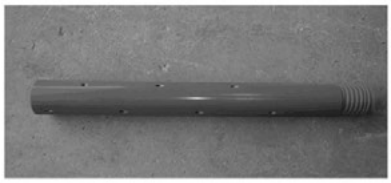
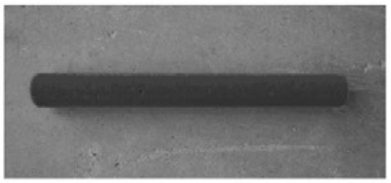
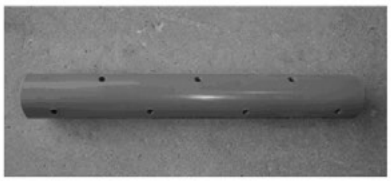
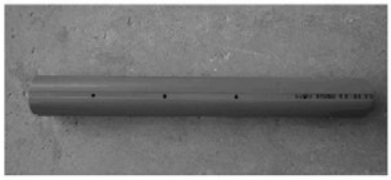
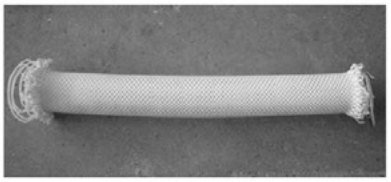
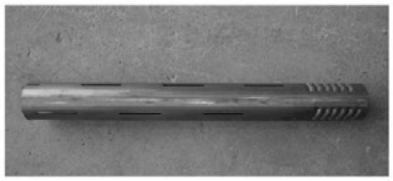
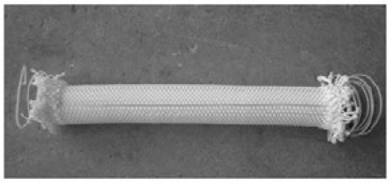
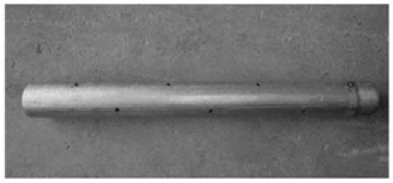
塩ビ管（VP40）	ハーフパイプ
	
MTパイプ※	波形ハイストローグ管
	
ヒシパイプ斜孔管	植毛暗渠パイプ
	
プラグ式集水管	ミズデルン
	
シュウスイ	ロジオドレーン（通常）
	
サビレス	ロジオドレーン（高開口）
	
鉄管（ＳＧＰ）	
	※MTパイプは、パッカーおよび二重管構造を有しているが、本試験では、パッカーを使用せず、外管のみで試験に供した。

図 3.2.3.2　試験対象の保孔管

3.2.3.3 実験条件

(1) 保孔管

保孔管に設置される孔やスリットの配列が実験長の中に含まれるように、また作業性にも配慮して約 1.0 mとする。保孔管を設置する際の傾斜角度も一般的な 5° とした。

なお、孔壁崩壊を模擬するため、ロータリーパーカッションによる削孔を模擬し、削孔時のドリルパイプを想定して孔管よりも径の大きい管（以下、外管と記す）を予め土槽内に設置しておき、地盤材料の充填が終了した後、外管を引き抜くこととした。外管については、VU65 を採用した。

(2) 地盤材料

地すべり土塊内の地盤を模擬することを目的として、地盤材料として「粗目砂」を用いた。粗目砂は主に 0.1mm から 2.0mmの粒径で構成され、コンクリートの細骨材の一部として使われているものである。今回、模擬地盤を「集水したいが集水が困難な土砂」と定め、それに適応する透水係数を 1.0×10^{-3}cm/s 前後と判断し、同材料を選定した。透水実験結果は 5.63×10^{-3}cm/s であった。以下、使用した砂の物理実験結果を示した。

- 最小密度 $\rho d,min = 1.236$ g/cm^3
- 最大密度 $\rho d,max = 1.632$ g/cm^3
- 最適含水比 $w_{opt} = 11\%$

土槽内は、均質な地盤を再現できるように、比較的高めの乾燥密度かつ相対密度とした。しかし、人力でのタンピングによる作製では限界があるため、それらを考慮し、含水比 w=11%, 相対密度 Dr=80%で締固める。そのとき、湿潤密度は 1.70g/cm^3 となる。

(3) 地盤モデル

地盤モデルの長軸方向の寸法については、保孔管にあわせて 1.0m とした。横断方向については、境界条件の影響を受けないようにするには非常に大きな土槽が必要となるが、作業性の面から複数の実験を実施するのは困難である。そこで、地盤モデルの横断方向の寸法は 0.25mとした。なお、パイプより上部にある土の厚さについては、トンネルが通常土被り 2.0D 以上であればトンネルの覆工に作用する土圧が大きく変化しないことから、2.0D 以上確保すれば地盤条件としてケース間によるバラツキを押さえられると判断した。その結果、**図 3.2.3.3** に示すとおり、上流側で約 2.7D の土被りを確保している。

(4) 給水方法・給水量

実際に降雨が開始したことを想定し、できるだけ均質に水が供給されるよう、複数の孔を設けた給水管から給水を行う。長手方向（約 1.0m）に均質な供給となるよう、給水管は 2 本設置することとする。また給水時に洗掘されないよう、不織布で地表面を覆う。給水量については、予備実験の結果から毎分 2 ℓ/分をとした。

(5) 計測項目

まず、主目的である集水性能を評価するため、保孔管からの単位時間あたりの排水量を測定する。測定は決められたタイミングで、決められた時間、保孔管からの水をビーカーで採取することで行った。時間はストップウォッチを目視することで簡易に測定した。

排水量の測定後、濁度測定用のサンプルを採取した。50mℓ 容量のサンプル容器に採取することとし、濁度測定は給水終了後に実施した。

また同じく決められたタイミングで土槽側面に設置した水位測定用のスタンドパイプを目視し、決められた深さからの水頭を記録した。水頭測定は長軸方向 4 箇所で実施した。

実験終了時間は、事前に行った予備実験にて、概ね集水量が安定する時間として、給水開始から 90 分後までとした。なお、排水量の測定で採取した水および、濁度測定用に採取した水をサンプリングした。

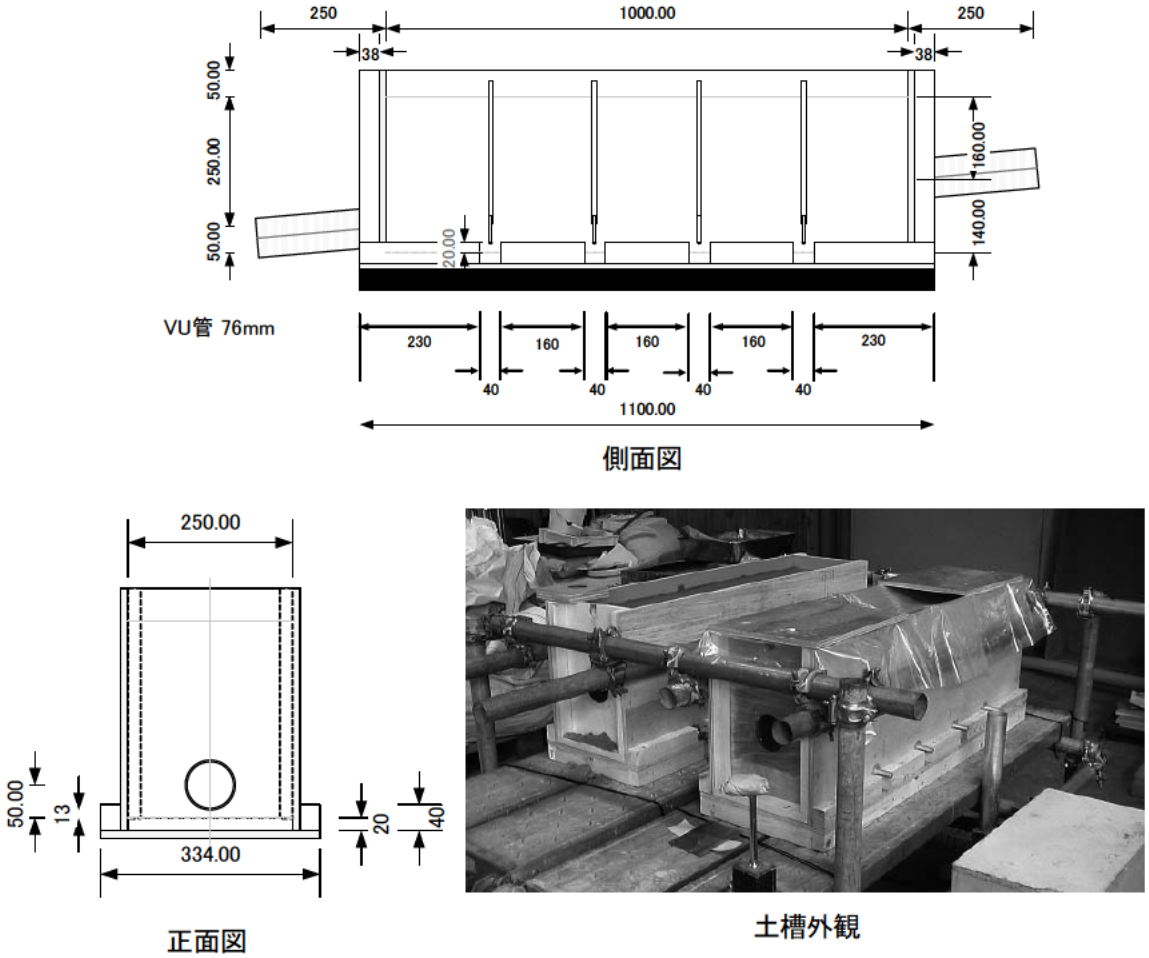


図 3.2.3.3　土槽寸法および土槽外観　(単位:㎜)

3.2.3.4　土槽作成手順

実験のための土槽作成の手順を以下に箇条書きにして示す。

①土槽を作製する（2 体）

コンクリートの型枠用合板を用いて**図 3.2.3.3** の寸法の土槽を作製する。作製後は土槽内に水を張り、止水性能を確認する。

②最下層に礫を敷き詰め、その上に不織布を敷設

今回の実験では実験中の底部から排水はさせないが、実験後の排水を容易にするため、底部には予め礫を敷き詰めておきドレーン層を作製しておく。吸出し防止を目的として、その上には不織布を敷設する。

③粗目砂を人力でタンピングしながら充填

定められた湿潤密度に基づき、厚さ 20mm に相当する砂を計量する。砂を人力でタンピングし、目標の厚さとなるように調整する。

④外管を設置（VU 管，76mm）．二重にテフロンシートを巻く

地盤モデル完成後に抜管するための外管を設置する。砂は外管の直下まで敷く。後の引抜きを容易にするよう、外管の周囲には二重にテフロンシートを巻く。

⑤所定の高さまで砂を充填

外管を設置後、③と同じ要領で地盤材料を締固め、地盤モデルを所定の高さまで作製する。

⑥内管（保孔管）を設置

外管内に実験対象である内管を設置する。角度は仰角 5° である。

⑦外管を抜く

人力にて外管を引き抜く**(写真 3.2.3.1～写真 3.2.3.2)**。

⑧外管を抜くことで生じた隙間を充填

外管を抜いた裸孔と内管との径差による隙間が生じるので、保孔管の口径と同径の透明アクリル板を土槽両端部に設置し、実験時に漏水部とならないよう止水を行う。

⑨一日養生

止水性能が発揮されるまで一日養生する。

⑩ポンプ, 配管, 給水管を設置

長手方向に２本の給水管（**写真 3.2.3.3～3.2.3.4**）を設置する。２本の給水管をＹ字管を用いて１つに束ね、流量設定および確認のための流量計を設置し、水槽内に投入されたポンプからの水路系統に接続する。なお、供給管からの滴水による地表面の洗掘を防ぐため、土槽上面に不織布を敷設した。

⑪給水開始・実験実施

給水を開始する。今回は毎分 2ℓ の供給とする。ポンプの電源を入れた直後に流量を毎分 2ℓ に調節すると、流量計の表示は一定になるので、毎分 2ℓ になるまでの立ち上がりについては、同様の作業を行うことで統一を図る。すべての実験は同一のポンプを用いた。（**写真 3.2.3.5**）

以上の①～⑪の手順で土槽を作成し、実験することで、実験開始前に自立している裸孔が実験開始後、土槽上面からの給水により自に崩壊していく現象を再現した。

写真 3.2.3.1　外管の引抜き

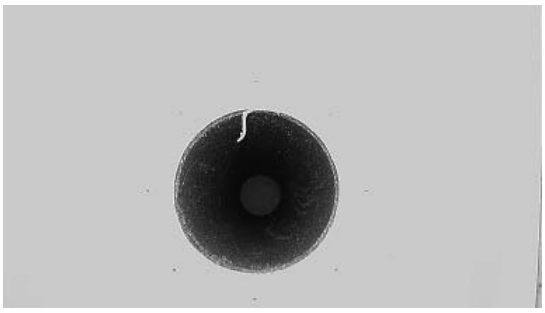


写真 3.2.3.2　引抜き直後の自立した孔

写真 3.2.3.3　給水システム

写真 3.2.3.4　給水

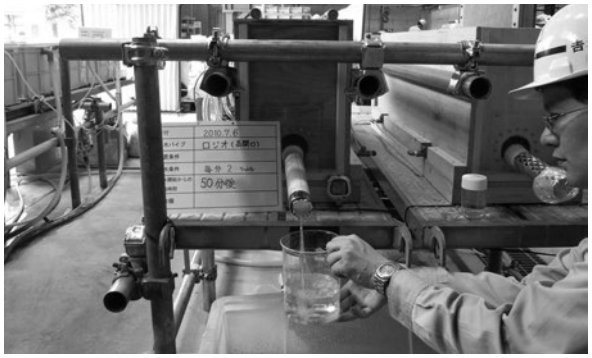


図 3.2.3.5　排水量の測定

表 3.2.3.1　本実験の仕様

設定条件	設定内容・設定値	備考
地盤材料	粗目砂	
地盤作製条件	含水比 11%，相対密度 80%	湿潤密度 1.70g/cm^3
地盤透水係数	5.63×10^{-3} cm/s	
地盤モデル寸法	長軸 1.0m×短軸 0.25m×高さ 0.3m	地盤モデル底部は礫と不織布で構成
保孔管寸法	長さ約 1.0m、設置傾斜角度 5°	
保孔管種類および仕様	表 3.2.3.2 に示す保孔管（12 種類で 14 ケース）で実施する。	
孔壁崩壊モデル	外管（VU65、外径 76mm）を予め設置し、地盤モデル完成後に引き抜き、保孔管を設置した後、給水による自然な孔壁崩壊を模擬する。	
給水量	毎分 2ℓとする。ポンプの電源を入れた直後に流量計の設定を毎分 2ℓに調節するという手順を全ケースで行う。	増やす方向は検討しない
給水方法	地表面の上に 2 本の給水管を設置し、給水管に予め設けた小孔から給水する。地表面には洗掘防止目的で不織布を敷設する。	
計測項目	①排水量 ②濁度（濁り） ③水位（4 箇所） ④集水中に排出された土重量測定（乾燥重量）	測定頻度は 図 3.2.3.9 に示す。

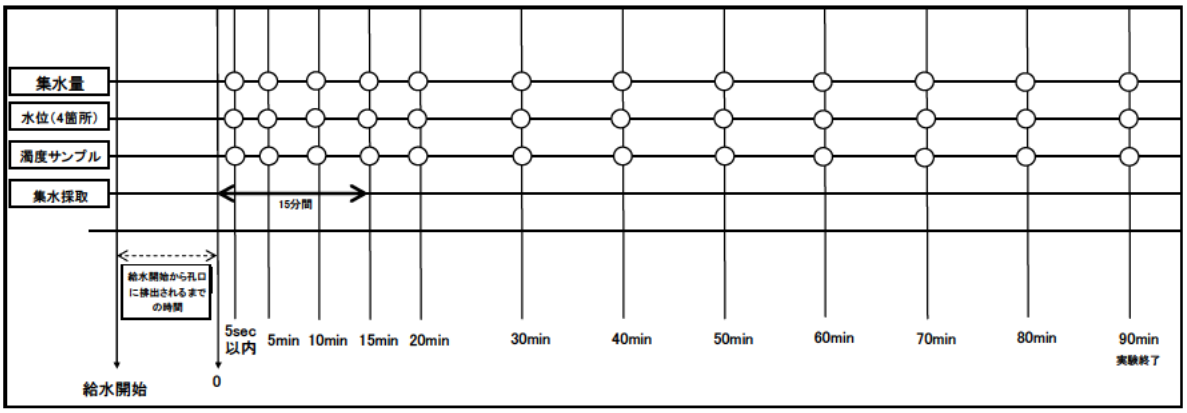


図 3.2.3.4　測定時間

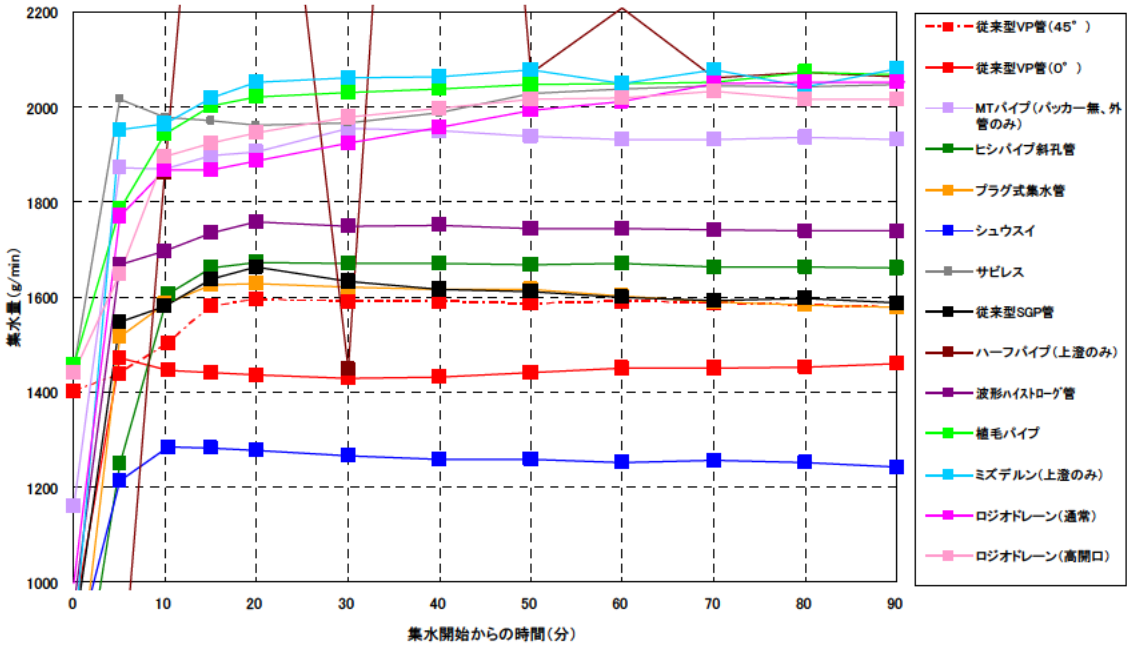
表 3.2.3.2　試験に用いる保孔管の仕様

	パイプ名	仕様(置き方等)	ストレーナ
1	従来VP管	45°配置	4方向
2	従来VP管	0°配置	4方向
3	MTパイプ	パッカー無し、外管のみ	4方向スリット
4	ヒシパイプ斜孔管	45°配置	4方向
5	プラグ式集水管	45°配置	4方向
6	シュウスイ	0°配置(底部は無孔)	3方向
7	サビレス	45°配置	4方向スリット
8	従来型SGP管	45°配置	4方向
9	ハーフパイプ	底部無孔	上半面
10	波形ハイストローグ管	安定する置き方	6方向
11	植毛暗渠パイプ	45°配置	4方向
12	ミズデルン	安定する置き方	6方向スリット
13	ロジオドレーン	普通	全周面
14	ロジオドレーン	高開口率	全周面

3.2.3.5　実験結果

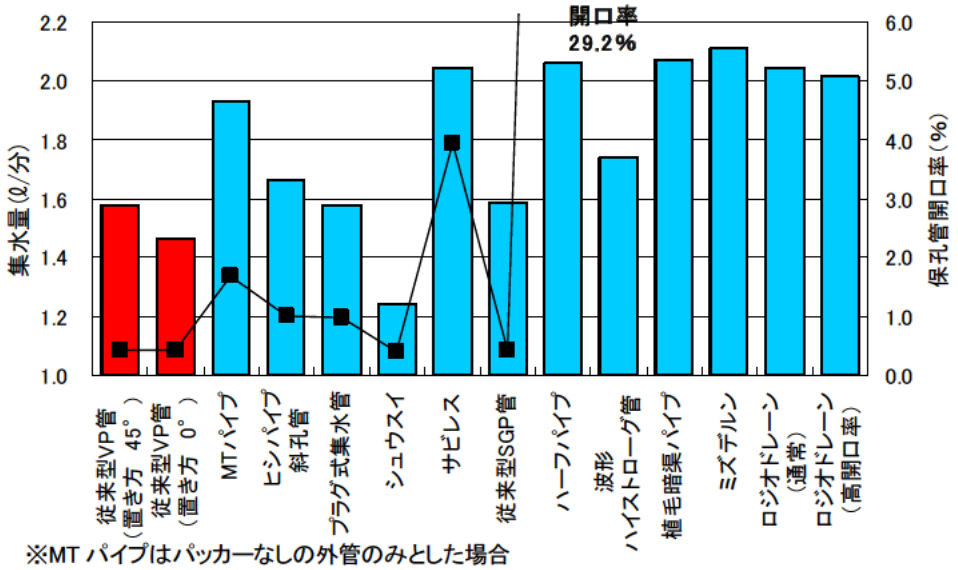
(1) 保孔管からの排水量について

図 3.2.3.5 に 12 種類の保孔管の全 14 実験ケースの排水量の経時変化を示した。また、図 3.2.3.6 に実験開始 90 分後の排水量を示した。以下に排水量結果に基づいた知見を以下に整理する。



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプおよびミズデルンは試験時間中、濁り水が排出されていたため沈殿物を除いた上澄みを排水量として算定。 尚、ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い。
※排水量は水の重量を計測して算出したため、g 表記とした。

図 3.2.3.5　保孔管からの排水量の経時変化



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い

図 3.2.3.6　実験開始 90 分後の集水量

1) 実験仕様について

・ ロジオドレーンを除いて排水量は概ね 40～50 分で収束しており、90 分と設定した実験時間は定常化した流量を測定するのに妥当な時間であると判断できる。
・ 土槽上面からのオーバーフローを避けるため供給水を 2ℓ/分と設定した結果、集水性の高い保孔管は排水量が 2ℓ/分程度で一定となり、集水性が大きい保孔管の集水性能の差異を明確に示すことは出来ていない。
・ 本実験では、模擬地盤の透水性よりも高い透水性をもつ保孔管はその透水性を評価することは難しく、供給水量は模擬地盤の透水係数に依存するため、どの保孔管に対しても最適な模擬地盤の透水係数と供給水量の設定は難しいことが分かった。
・ ただし、今回の排水量の結果を見る限りでは、設定した給水量(2ℓ/分)に対し、オーバーフローする保孔管の数はおおよそ半分であった。

2) 排水量と保孔管について

排水量と保孔管についてこの実験を通じて得られた知見を示す。

①孔の配置角度

比較基準となる塩ビ管は配置角度を 0°、45° で実施し、0° の場合で、1460mℓ /分、45° の場合で 1580 mℓ /分となり、配置角度 0° の方が集水量は多い。

②塩ビ管・鉄管の材質の違い

塩ビ管(45°)と鉄管(45°)は、保孔管の材質が異なるが孔配置は同じであり、90 分後の排水量はほぼ同じである。

③開口

図 3.2.3.6 に示したグラフは、開口率が算定できる保孔管についてその開口率を図上に追記した。

・ スリットタイプのサビレスや MT パイプ外管の排水量は塩ビ管 45° 配置と比べて排水量が多い。
・ シュウスイの排水量（底部が無孔）は塩ビ管 45° 配置と比べて少ない。
・ 孔数が多い波形ハイストローグ管の排水量は塩ビ管 45° 配置と比べて多い。

④ストレーナ孔の向き

・ ヒシパイプ斜孔管の排水量は塩ビ管 45° 配置と比べて多い。

⑤植毛暗渠パイプやロジオドレーン

植毛暗渠パイプの排水量は植毛内側の塩ビ管自体への孔配置は塩ビ管と同程度であるが、多い。ロジオドレーンの排水量も通常・高開口ともに塩ビ管に比べて多い。

また、排水量に関するその他保孔管についてのコメントとしては次のとおりである。

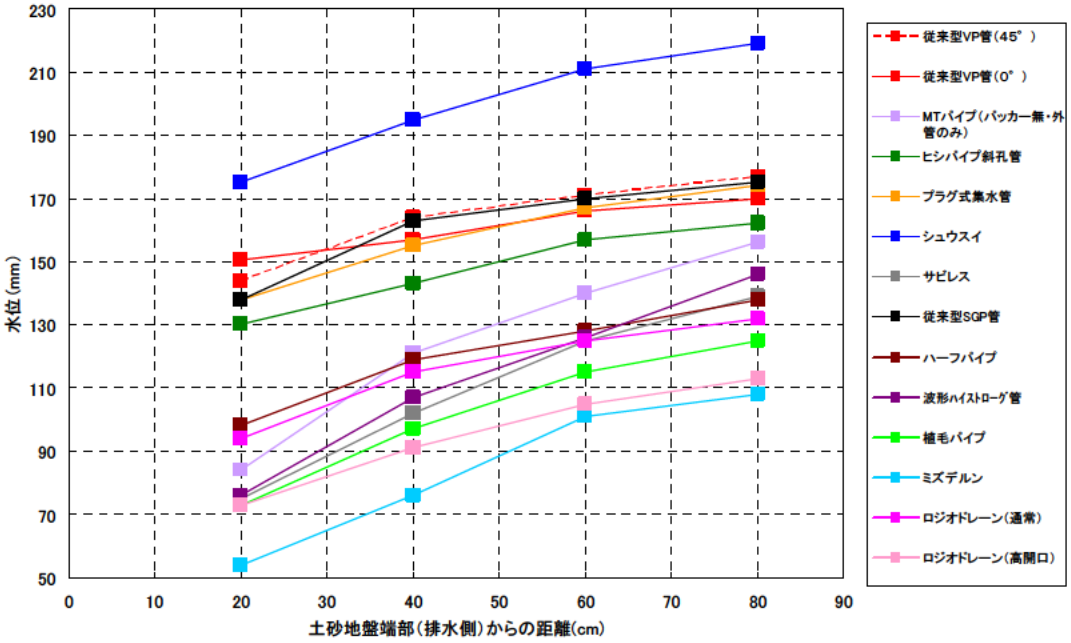
・ ハーフパイプは、実験開始より、土砂流出が止まらず最終的に土槽の崩壊に至った。排出された水に多量の土砂が含まれ、またその排出が突発的に発生しており排水量が乱高下したため、この排水量は参考値扱いとする。
・ MT パイプは、内管やパッカーが無い状態の外管のみとしており、MT パイプ本来の集水能力を評価したものではなく、外管のみの評価である。

(2) スタンドパイプの水位について

図 3.2.3.7 に実験開始 90 分後のスタンドパイプの水位を示した。4 箇所スタンドパイプは模擬地盤下端の水位を計測しているが、保孔管が 5° の傾斜をもって配置されておりスタンドパイプの各計測箇所で模擬地盤下端と保孔管までの最短距離が異なるため、図 3.2.3.8 に示すように、各計測箇所のポテンシャルに差が生じ、結果として水位は土槽の長軸方向に勾配を持った水位分布となる。

また、集水量が多い保孔管ほど、水位の上昇が抑えられる傾向となっている。

通常、時間が経過するにつれて水位は少しずつ上昇し、収束して安定水位となるが、ハーフパイプだけは、土槽崩壊とともにスタンドパイプの水位が下がり続けたため、参考値として扱う。



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い

図 3.2.3.7　集水開始 90 分後のスタンドパイプの水位

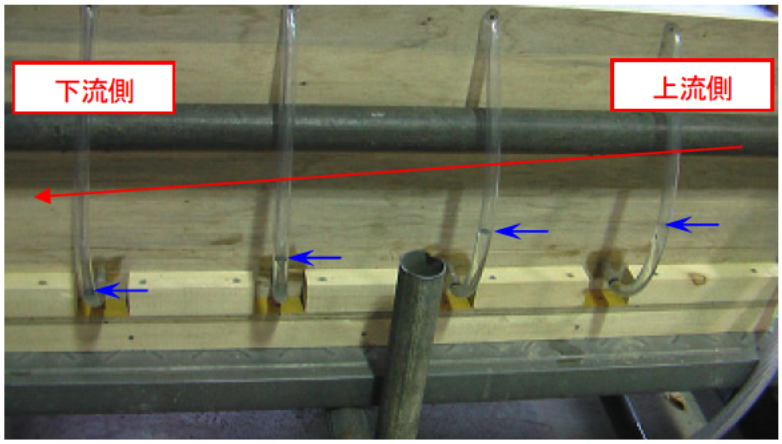
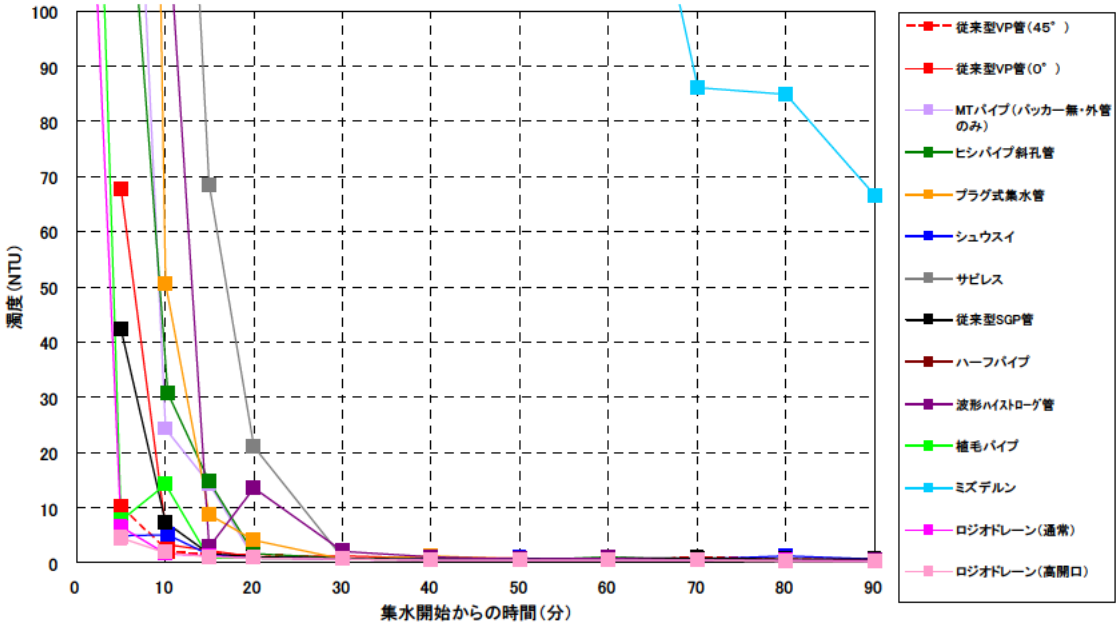


図 3.2.3.8　スタンドパイプの水位分布例（集水開始後 5.0 分程度）

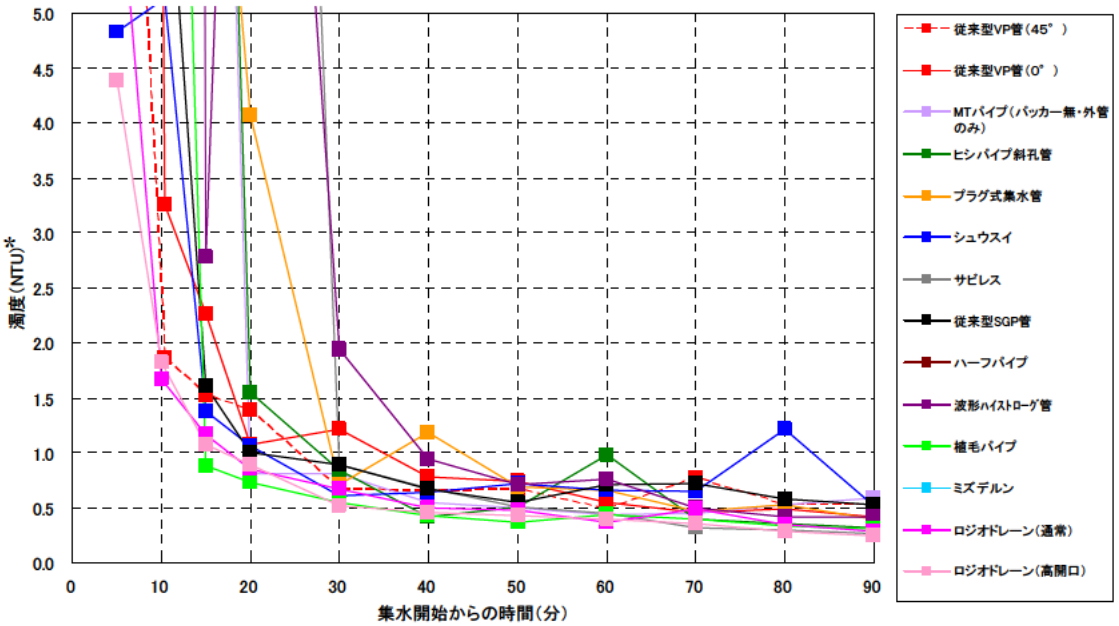
(3) 濁りついて

図 3.2.3.9 および図 3.2.3.10 に濁度の経時変化を示した。また、図 3.2.3.11-1～図 3.2.3.11-2 では、その濁度計測用の採取ビンを時系列で示した。



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い
※濁度値が無い場合があるのは、濁りが激しく濁度計で計測不能であったため

図 3.2.3.9　濁度の経時変化（縦軸スケール 0～1000）



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い

図 3.2.3.10　濁度の経時変化（縦軸スケール 0～5）

* NTU: Nephelometric Turbidity Unit

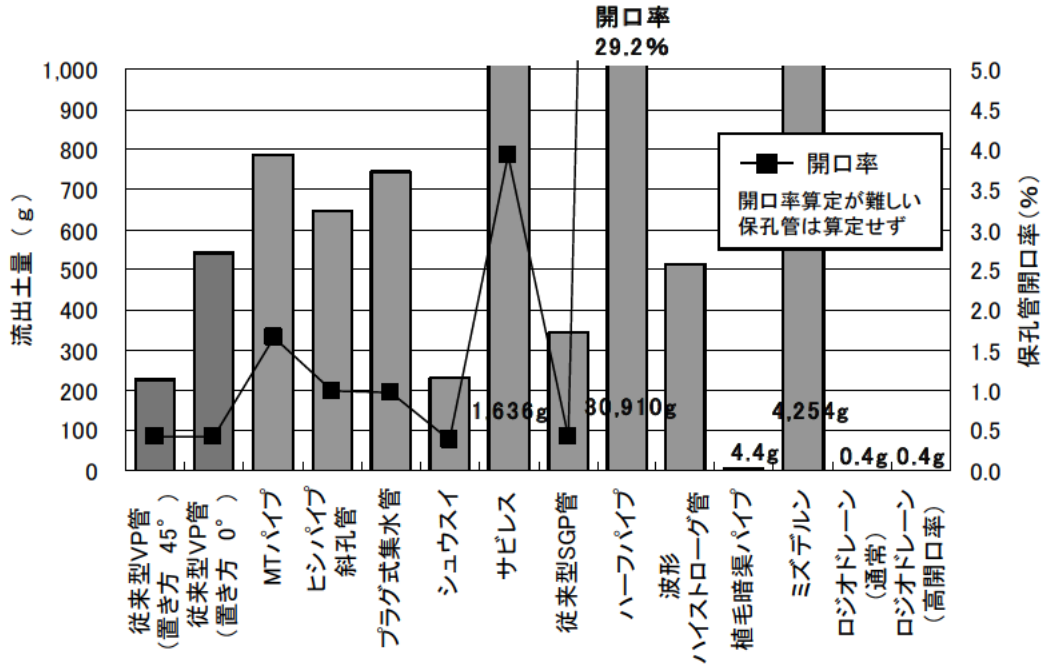
図 3.2.3.9、図 3.2.3.10 はミズデルンとハーフパイプの濁度が他保孔管と比べ桁違いに大きいため、縦軸のスケールを変えた２つのグラフを示している。この２つの保孔管は、図 3.2.3.11-1～図 3.2.3.11-2 で示すように採取ビンで実験開始 90 分後に至るまで、土砂が肉眼で確認できる状態であった。

ミズデルンとハーフパイプを除く保孔管については、塩ビ製や金属製の保孔管は給水開始後、土砂を伴う濁水となり、給水開始後～5 分後において著しく高い濁度を示すか濁度計測不能となる場合が多くみられた。その中で、ロジオドレーンおよび植毛暗渠パイプについては、給水開始直後、水は濁っているものの採取ビンに肉眼では土砂は観察されなかった。

その後、これらの保孔管は、時間経過と共に濁度が低下する傾向を示し、実験開始後 40 分程度で濁度が肉眼では無色透明な 1.0NTU*以下となり、保孔管の差異はほとんど見られない。

(4) 流出土量ついて

図 3.2.3.12 に実験（0～90 分）により流出した地盤材料を示した。図 3.2.3.13 に実験による流出土量を示した。



※MT パイプはパッカーなしの外管のみとした場合
※ハーフパイプは土槽が殆ど崩壊したため参考扱い

図 3.2.3.13　実験後の流出土量

* NTU: Nephelometric Turbidity Unit

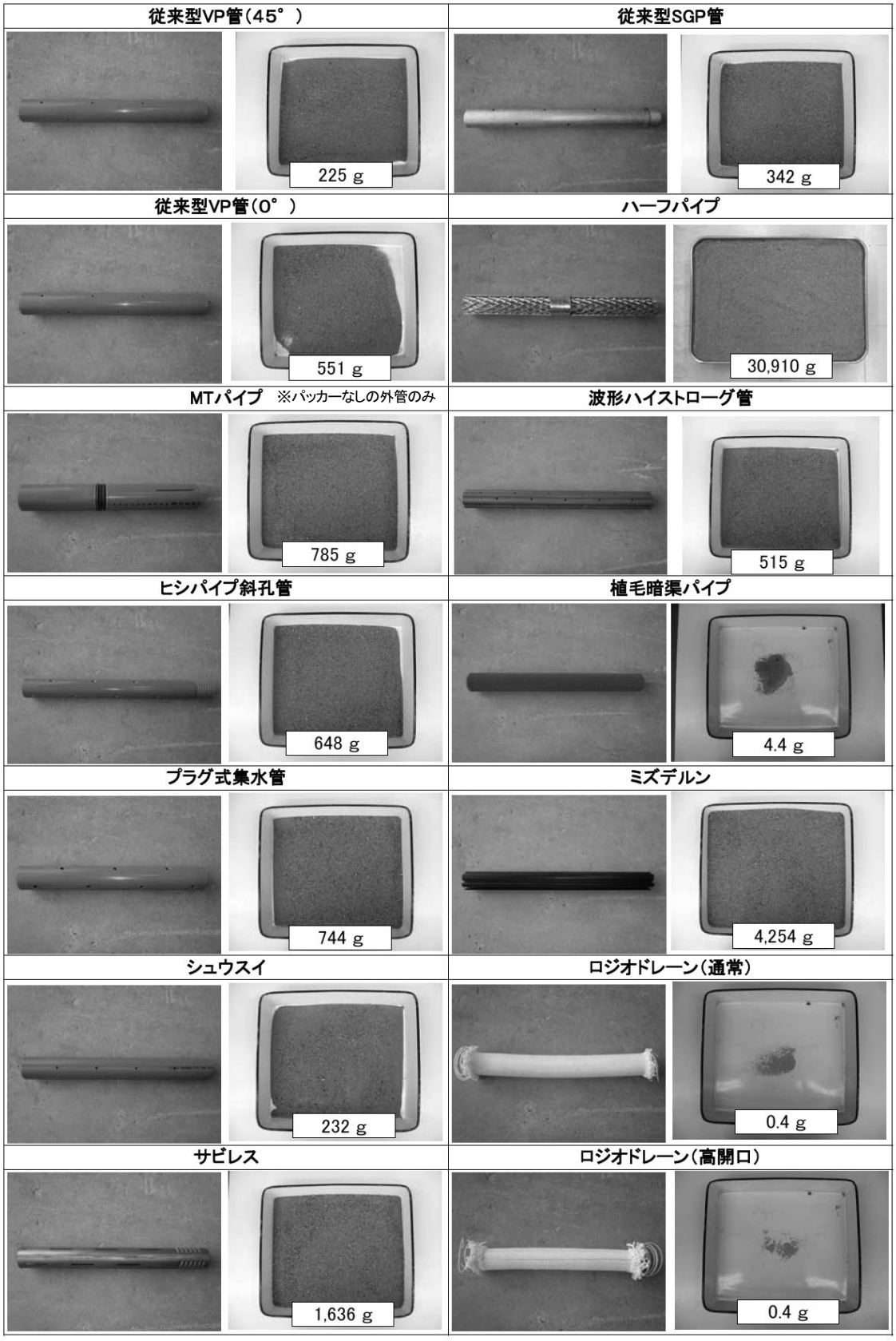


図 3.2.3.12　実験後の排出土量（絶乾状態）

流出土量は、排水量の計測に比べると、その値は実験の再現性の面でばらつきが多いと考えられる。流出土量と保孔管について実験による知見を以下に示す。

①孔の配置角度

塩ビ管で配置角度0°、45°の流出土量を計測したところ、0°の場合で551g、45°の場合で225gとなり、差異が見られた。

②開口面積

図3.2.3.13は開口率の算定できる保孔管について開口率を図上に示した。

- スリットタイプのサビレスやMTパイプ外管の流出土量は塩ビ管45°配置と比べて多い。(MTパイプ外管785g、サビレス1,636g)
- シュウスイの流出土量は塩ビ管に比べて少ない(232g)。
- 孔数が多い波形ハイストローグ管の流出土量は塩ビ管45°配置と比べて多い。(515g)

③孔を空ける向き

- ヒシパイプ斜孔管の流出土量は塩ビ管45°配置と比べて多い。(648g)

④植毛暗渠パイプやロジオドレーン

植毛暗渠パイプ(4.4ｇ)やロジオドレーン(0.4g)の流出土量は、少ない。これは保孔管自体がフィルターの役割を果たしているためと考えられる。

また、ハーフパイプは実験開始より、地盤材料の土砂流出が止まらず最終的に土槽の崩壊に至っており、この実験では、土砂流出の激しいような場合は適さないと考えられる。

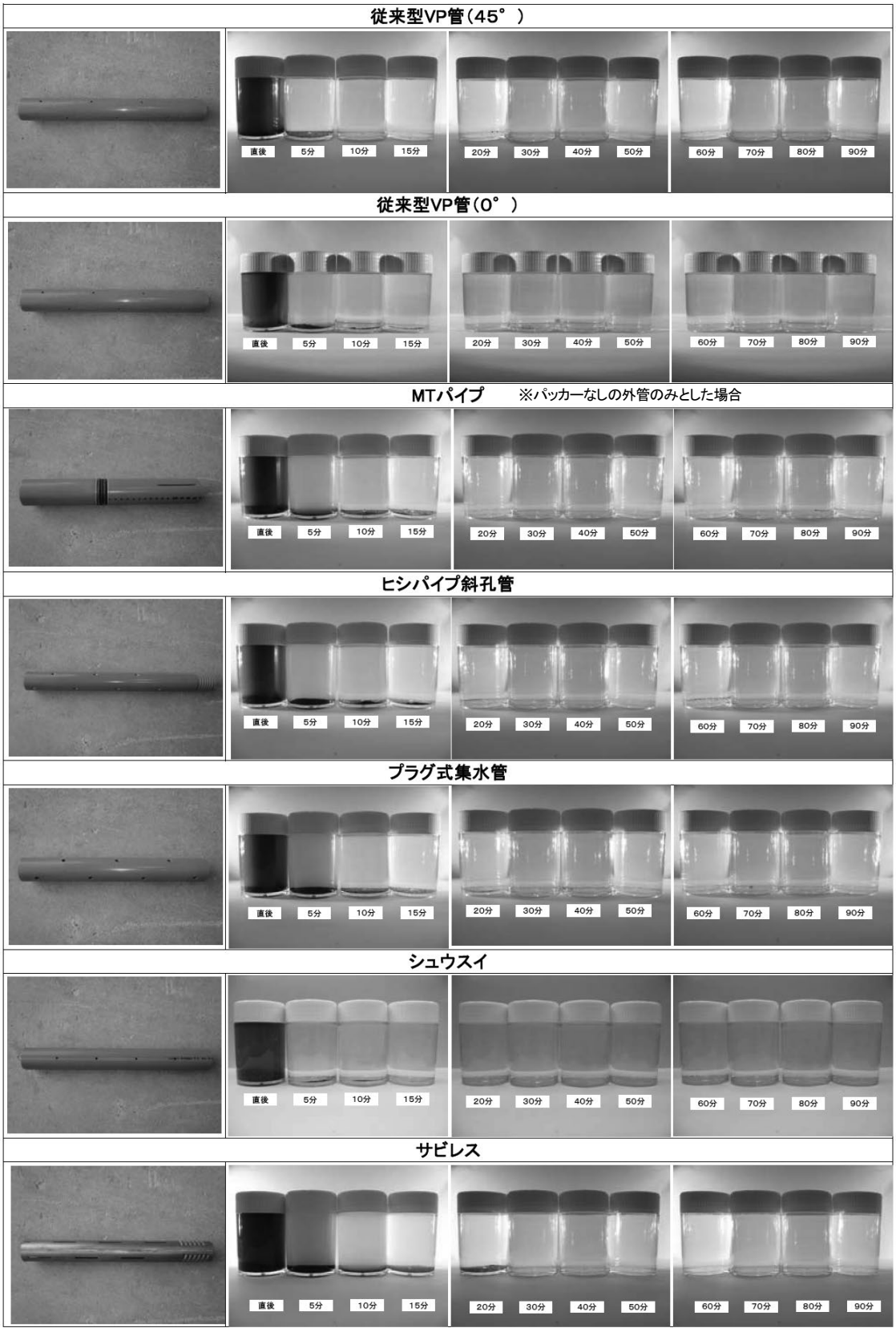


図 3.2.3.11-1　濁度の経時変化

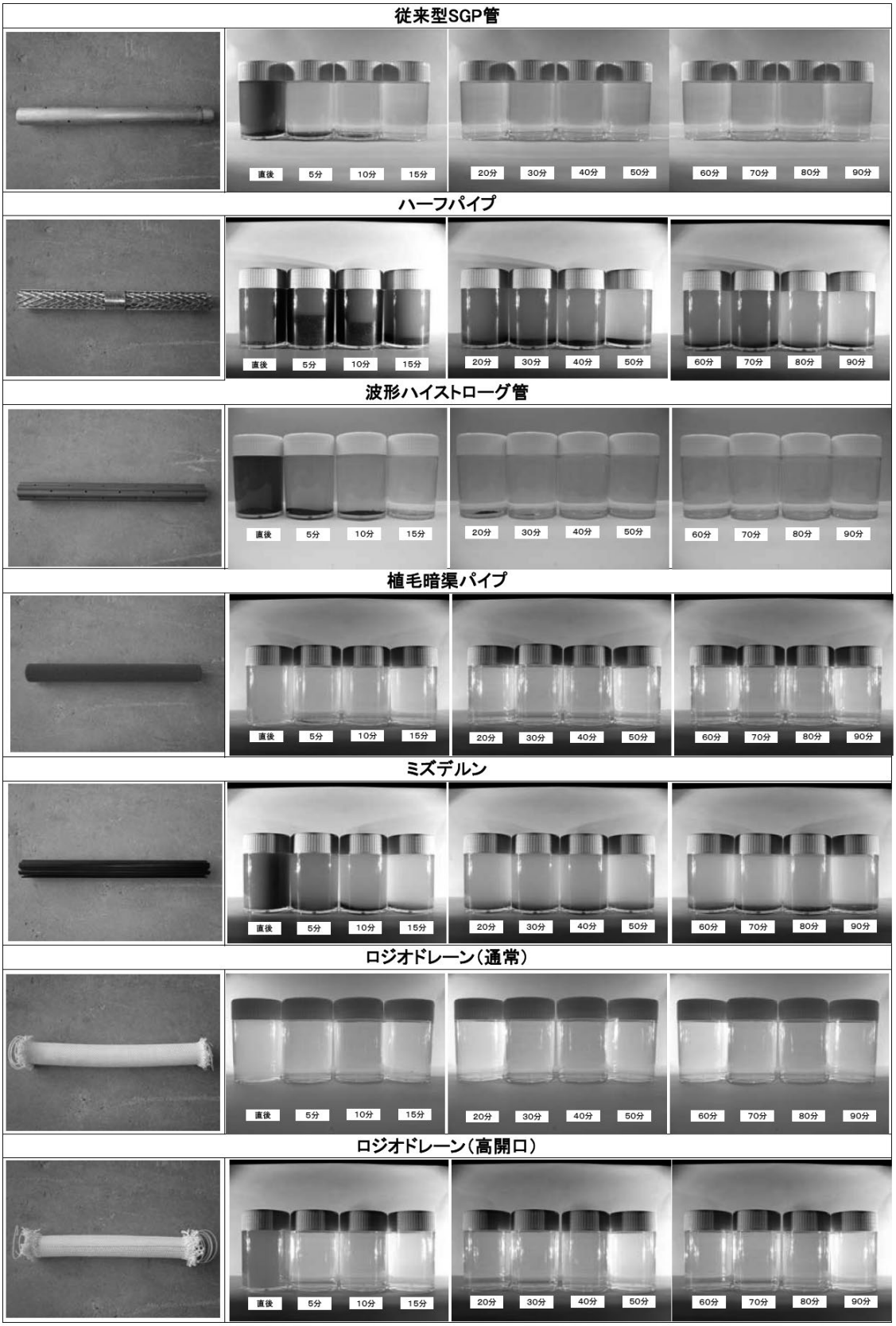


図 3.2.3.11-2　濁度の経時変化

3.3　保孔管の集水性能比較

今回の本実験に用いた保孔管は 12 種類であり、構造上の特徴で分類すると**表 3.3.1** のように全周集水型、天端集水型、特殊集水型の 3 タイプとなる。さらに、スリットの開口率によって大・中・小と細分される。

全周集水型は、従来の保孔管のように、ストレーナ（丸や矩形の穴）が全周に配置してあり、どこからでも集水できるタイプである。天端集水型は、孔壁上方から降ってくる水を保孔菅天端に開口したストレーナで集水し、保孔管の底を樋として通水させるものである。特殊集・排水型は、パッカーで水を堰き止め集水し、二重管の内側の無孔の内管を流下させるタイプである。波型ハイストローグとミズデルンは、ストレーナが全周に配置されているので、全周集水型に分類しているが、上からの水を取り込む構造をしており、天端集水型の考え方に近い。

表 3.3.1　保孔管の分類

保孔管名	集・排水のメカニズムによる分類			ストレーナの開口率			分類名
	天端集水型	全周集水型	特　殊 集水型				
	下部が樋		二重管＋ パッカー	大	中	小	
従来型VP管		○				○	全周集水型
SGP管		○				○	
ヒシパイプ斜孔管		○			○		
サビレス管		○		○			
植毛暗渠パイプ		○				○	
プラグ式集水管		○				○	
ロジオドレーン		○		○			
波形ハイストローグ管		○				○	
ミズデルン	○	○		○			
ハーフパイプ	○			○			天端集水型
シュウスイ	○					○	
MTパイプ			○		○		特殊集・排水型

保孔管の実験は、**表 3.3.2** に示した 4 通りを実施した。

それぞれの実験の結果と集水性の評価を以下に示す。

表 3.3.2　実験の種類と試験条件及び目的

実験名	実験目的	目的の詳細	実験条件	
			擬似孔壁の種類	給水方法
実験Ⅰ	集水性能実験	孔底給水時の集水性能	アクリルパイプ	孔底給水
実験Ⅱ	通水性能実験	保孔管の通水性能(漏水の程度)		保孔管内への直接給水
実験Ⅲ	集水性能実験	天端給水時の集水性能	アクリルパイプ	天端給水
実験Ⅳ	集水性能実験	飽和砂地盤で孔壁崩壊状態での集水性能	砂地盤	全周給水

3.3.1　実験Ⅰ　(集水性能実験、実験条件：孔底給水)

実験Ⅰは、アクリルパイプを擬似孔壁とし、孔底から給水した場合の実験である。これは、下記管内カメラ観察結果から地すべり地の保孔管のストレーナから流入する地下水の状態を想定した実験である。今回の共同研究で実施した既存ボーリングの管内カメラ観察の結果、地下水の保孔管への流入状況は、孔底から66%、側壁から17%、天端から17%であり、主に孔底付近から地下水が湧水するという考えを裏付けている。

実験結果は、図3.3.1のとおりであり、これから読み取れることは次の5点である。

① 給水量が多くなるにつれて、集水率が上がる傾向がある。
② 設置パターンと継手方法で集水率が大きく変化する。
③ 全周集水型は、0～75%とばらつきが大きい。
④ 天端集水型は、0～9%と構造上集水率が低い。
⑤ 特殊集水型は構造上の特性から集水率100%となる。

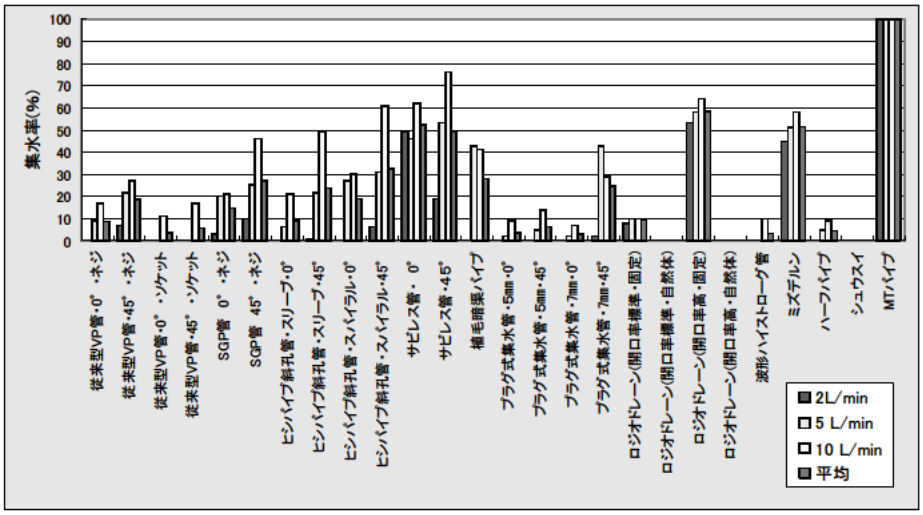


図 3.3.1　保孔管の集水率比較（孔底から給水）

3.3.2　実験Ⅱ　（通水性能実験、実験条件：保孔管に直接給水）

実験Ⅱは、保孔管に流入した水を孔口まで排水する能力、言い換えれば通水能力を調べる実験である。保孔管に流入した水量を全て排水できれば通水率は 100%、途中の漏水率が 30%の場合は、通水率は 70%となる。

実験結果を図 3.3.2 に示す。実験結果から次の 3 点が明らかになった。

①　全周集水型では、設置方法や継手方法により通水率が大きく変化する。

②　全周集水型は、給水量増加に比例して、通水率が増加するものが多い。

③　天端集水型と特殊構造型は、構造上の特性で、給水量に係わらず通水率は 100%である。

ここで言う通水率とは、4mの保孔管での結果であり、保孔管が長くなると通水率が低下する。通水率を式で表すと次のとおり仮定される。

ｎ本の保孔管の通水率＝（4mの保孔管の通水率）^{n}

水抜きボーリングは、30～50m程度が多いので、保孔管延長 40mで試算する。仮に 4m通水率 70%の場合、40mの保孔管の通水率は 3%となる。

ｎ＝（40m÷4m）＝10

40mの保孔管の通水率＝ $0.7^{10} \times 100 \fallingdotseq 3\%$

ただし、この仮定は、保孔管から漏れた水が保孔管に再流入しないという条件下での算定式である。

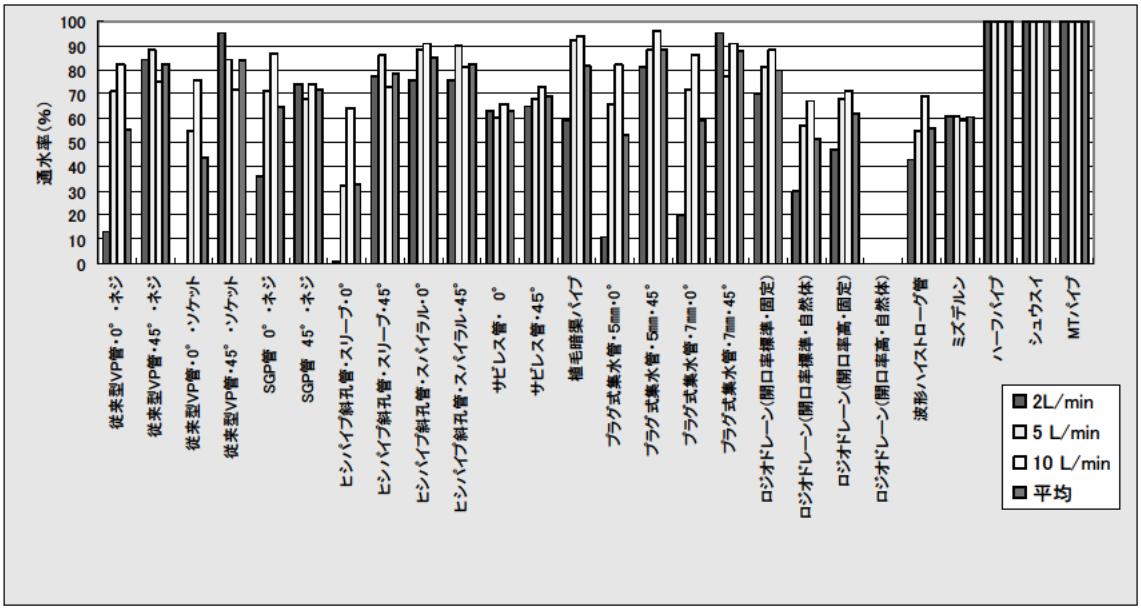


図 3.3.2　保孔管の通水率比較

3.3.3　実験Ⅲ　（集水性能実験、実験条件：天端給水）

孔壁天端から地下水が湧出するという、限定的な条件での集水実験である。

実験の結果は、図 3.3.3 に示した。読み取れる傾向は次のとおりである。

①天端給水のため、天端集水機能を持ったハーフパイプ・ミズデルンは集水率が大きい。

②シュウスイは天端集水型であるが、開口率が低いため集水率が上がらない。

③特殊集・排水型は、集水率が高い。

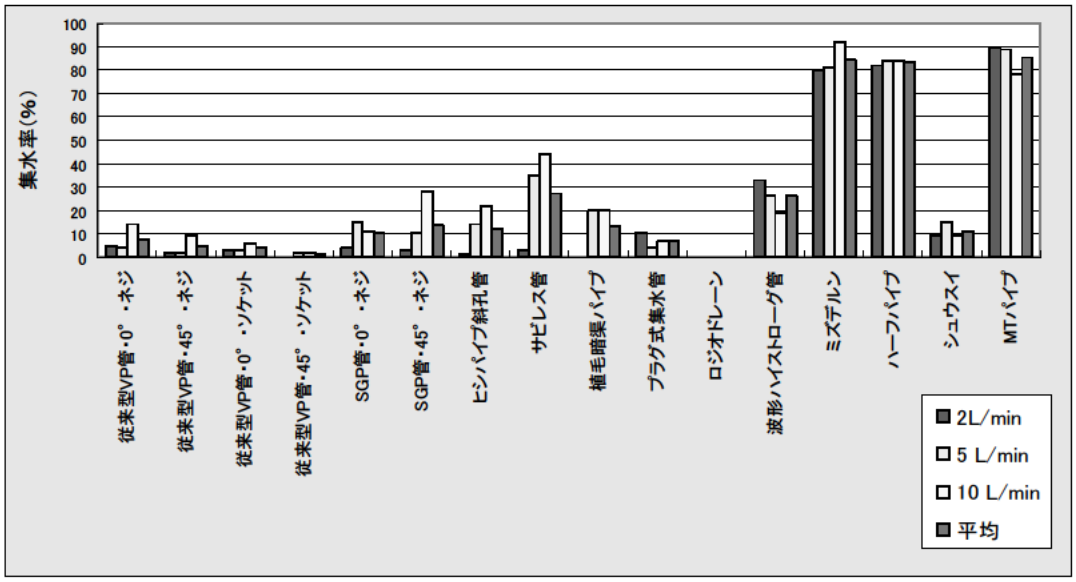


図 3.3.3　保孔管の集水率比較（天端から給水）

3.3.4　実験Ⅳ　（集水性能実験、実験条件：全周給水、飽和砂地盤）

本実験は、飽和した砂地盤中で孔壁が全面崩壊した場合の保孔管の集水機能を調べるものである。実験結果を図 3.3.4 および図 3.3.5 に示す。

図から読み取れる傾向は次の 3 点である。

① 開口率に比例して排水量が多くなる。

② 開口率に比例して土砂排出量が多くなる傾向がある。他の保孔管より開口率が顕著に大きいハーフパイプ、ミズデルンは、土砂排出量が極めて多い。

③ ロジオドレーンと植毛パイプは繊維の働きで土砂排出量が抑制されるので、ほとんど無い。

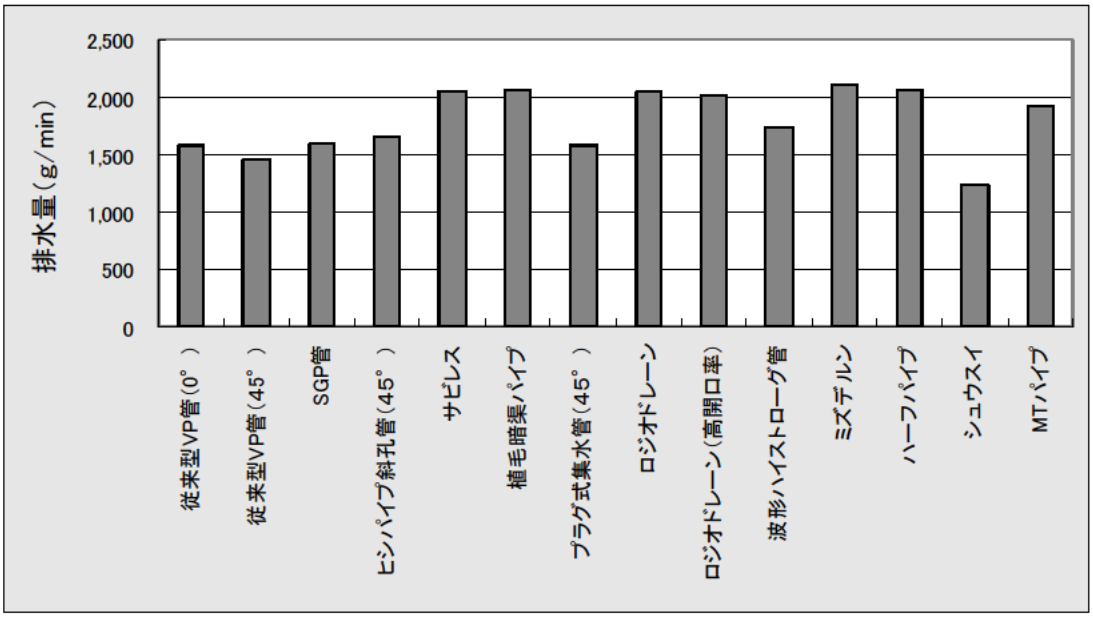


図 3.3.4　実験開始 90 分後の排水量(g/min)

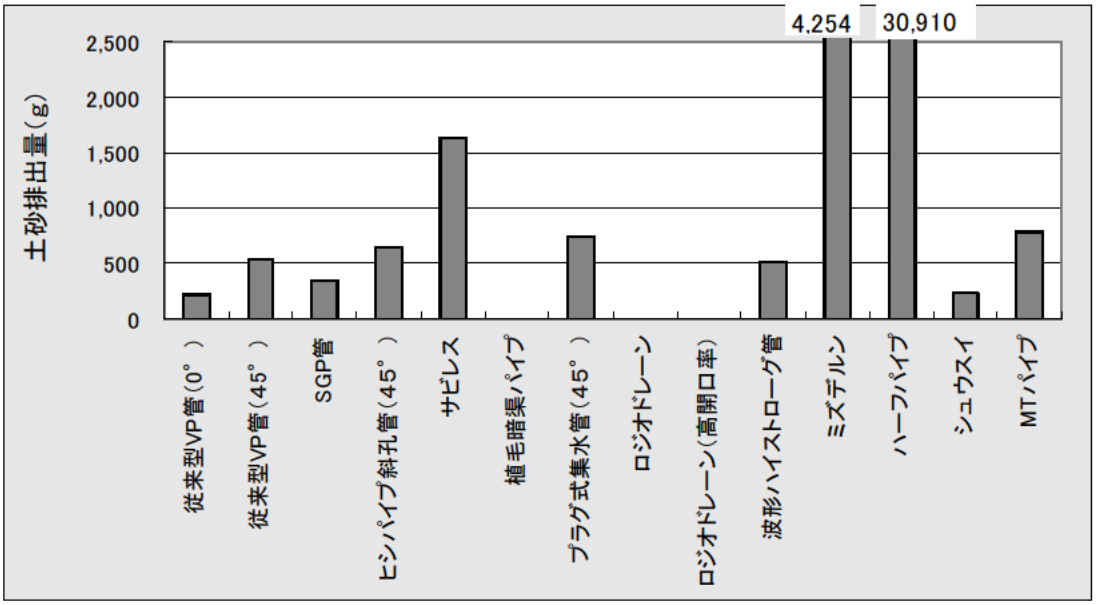


図 3.3.5　実験 90 分間の総土砂排出量（g）

3.3.5　保孔管の排水効率

今回４通りの実験を実施した。集水性能実験としては実験Ⅰ・Ⅲ・Ⅳの３通りであるが、実験Ⅰ(孔底給水)を主体として評価を行う。実験Ⅲ（天端給水）と実験Ⅳ（砂地盤中の全周給水）は、実験Ⅰに付加して参考にすべきデータと位置付ける。理由は次のとおりである。地すべり地内の地下水の賦存状態は、水みちとして存在していると言われている。水みち状の地下水脈にボーリングが当たった場合、孔壁に湧出する地下水は孔底を流下する。このことは、3.3.1 で述べたとおり、孔底及び側壁からの地下水流入が 85%という観察結果からも裏付けられる。実験Ⅰの実験条件である孔底給水による集水実験は、地すべり地の一般的な地下水状況を反映しているので、これを主体として評価を行う。

一方、実験Ⅲと実験Ⅳは、地すべり地内のある限定的な条件での地盤及び地下水の状態であるので、参考データとして評価を行うのが妥当であると考える。

保孔管の機能は､集水機能と通水機能を総合して排水機能として評価されるべきものであると考えている。

したがって、実験Ⅰで得た集水率と実験Ⅱで得た通水率から、排水効率を**式－3.5.1** で求め、これにより保孔管の評価をする。

排水効率　＝　集水率×通水率　　（**式－3.5.1**）

実験Ⅰと実験Ⅱでは、2・5・10 ℓ/min の３通りの給水量で集水率と通水率を求めた。また、保孔管の継手方法と設置パターンで多くの実験を行った。全ての実験結果を、**表 3.3.3** と**図 3.3.6** に示す。

保孔管の排水効率についての特徴的な点を述べると、①100%から 0%と分布の幅が大きいこと、②給水量が小さい場合は低いこと、③従来管ではソケット継手が低いこと、④設置パターンによって大きく変化する保孔管があることなどである。

ここで問題となるのは通水率の扱いである。実験で求めた通水率は 4mの保孔管での値である。実際には 4mの保孔管を接続して数十mで使用する。**3.3.2 項**で述べたように、１ユニットが 4mで 70%の通水率の保孔管を使用する場合、40mでは通水率は約 3%となる。

ここでは、４mの保孔管の通水率を使って排水効率を求め比較するが、保孔管延長が長い場合、通水率が小さい保孔管の場合については留意が必要である。

表 3.3.3　実験Ⅰと実験Ⅱの結果

	保孔管名	ストレーナ継ぎ手	設置パターン	集水率(%) 試験Ⅰ				通水率(%) 試験Ⅱ				排水効率（集水率×通水率)%			
				2L/min	5 L/min	10 L/min	平均	2L/min	5 L/min	10 L/min	平均	2L/min	5 L/min	10 L/min	平均
1	従来型VP管	4方向 ・ネジ	ストレーナー0°	0	9	17	9	13	71	82	55	0	6	14	7
2		4方向 ・ネジ	ストレーナー45°傾	7	22	27	19	84	88	75	82	6	19	20	15
3		4方向 ・ソケット	ストレーナー0°	0	0	11	4	0	55	76	44	0	0	8	3
4		4方向 ・ソケット	ストレーナー45°傾	0	0	17	6	95	84	72	84	0	0	12	4
5	SGP管	4方向 ・ネジ	ストレーナー0°	3	20	21	15	36	71	87	65	1	14	18	11
6		4方向 ・ネジ	ストレーナー45°傾	10	25	46	27	74	68	74	72	7	17	34	19
7	ヒシパイプ斜孔管	4方向・スリーブ	ストレーナー0°	0	6	21	9	1	32	64	32	0	2	13	5
8		4方向・スリーブ	ストレーナー45°傾	1	22	49	24	77	86	73	79	1	19	36	18
9		4方向・スパイラル	ストレーナー0°	0	27	30	19	76	88	91	85	0	24	27	17
10		4方向・スパイラル	ストレーナー45°傾	6	31	61	33	76	90	81	82	5	28	49	27
11	サビレス管	4方向スリット	ストレーナー0°	49	46	62	52	63	60	66	63	31	28	41	33
12		4方向スリット	ストレーナー45°傾	19	53	76	49	65	68	73	69	12	36	55	35
13	植毛暗渠パイプ	4方向	安定する置き方	0	43	41	28	59	92	94	82	0	40	39	26
14	プラグ式集水管	4方向 Φ5mm	ストレーナー0°	0	2	9	4	11	66	82	53	0	1	7	3
15		4方向 Φ5mm	ストレーナー45°傾	0	5	14	6	81	88	96	88	0	4	13	6
16		4方向 Φ7mm	ストレーナー0°	0	2	7	3	20	72	86	59	0	1	6	2
17		4方向 Φ7mm	ストレーナー45°傾	2	43	29	25	95	77	91	88	2	33	26	20
18	ロジオドレーン	全面(開口率標準)	固定	8	10	10	9	70	81	88	80	6	8	9	8
19		全面(開口率標準)	自然体	0	0	0	0	30	57	67	51	0	0	0	0
20		全面(開口率高)	固定	53	58	64	58	47	68	71	62	25	39	45	37
21		全面(開口率高)	自然体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	波形ハイストローグ管	6方向	安定する置き方	0	0	10	3	43	55	69	56	0	0	7	2
23	ミズデルン	6方向スリット	安定する置き方	45	51	58	51	61	61	59	60	27	31	34	31
24	ハーフパイプ	上面	安定する置き方	0	5	9	5	100	100	100	100	0	5	9	5
25	シュウスイ	上部3方向	ストレーナー0°	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
26	MTパイプ	6方向スリット	パッカー有	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

□ 各試験条件のうちの最大値（表3.3.4に用いた値）

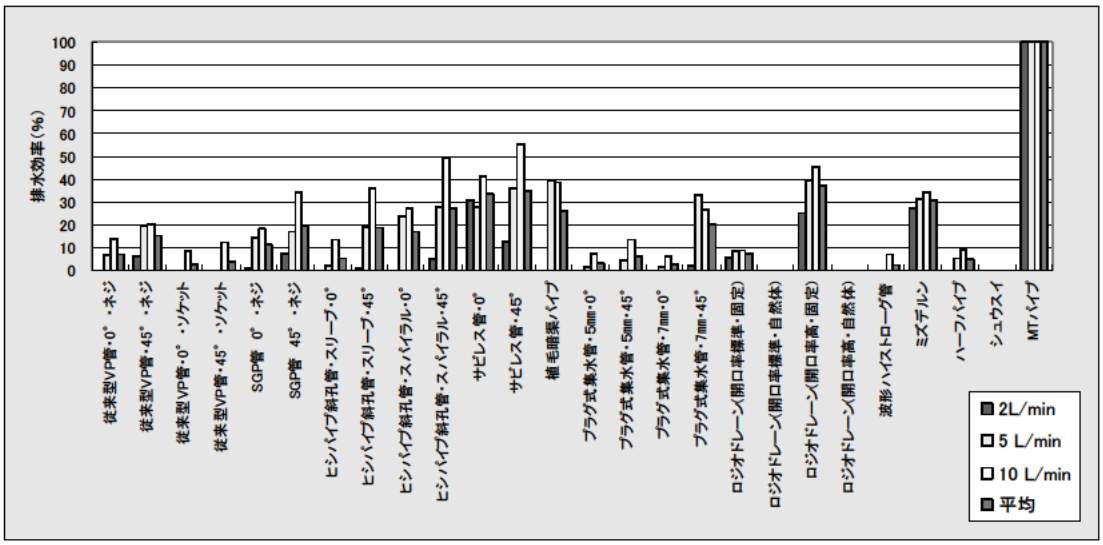


図 3.3.6　全実験の排水効率

図 3.3.6 は実験条件が多く、各保孔管を比較するには複雑であるので、簡略化したものを図 3.3.7 に示す。簡略化の方法は、排水効率は 3 つの給水量の平均値、複数の実験条件（継手方法と設置パターン）のなかでは最大値のみを採用した。

この図から次の 3 点が明らかになった。

①　全周集水型の排水効率は 2～37%に分布し、従来型 VP 管の 15%と比較すると、波型ハイストロー

グ管以外の全ての保孔管は上回り、改善が確認された。

② 天端集水型は、地すべり地の地下水状況を反映した実験条件下では、0～5%であり、改善効果は認められなかった。

③ 特殊集水型は構造上の特長から 100%であった。

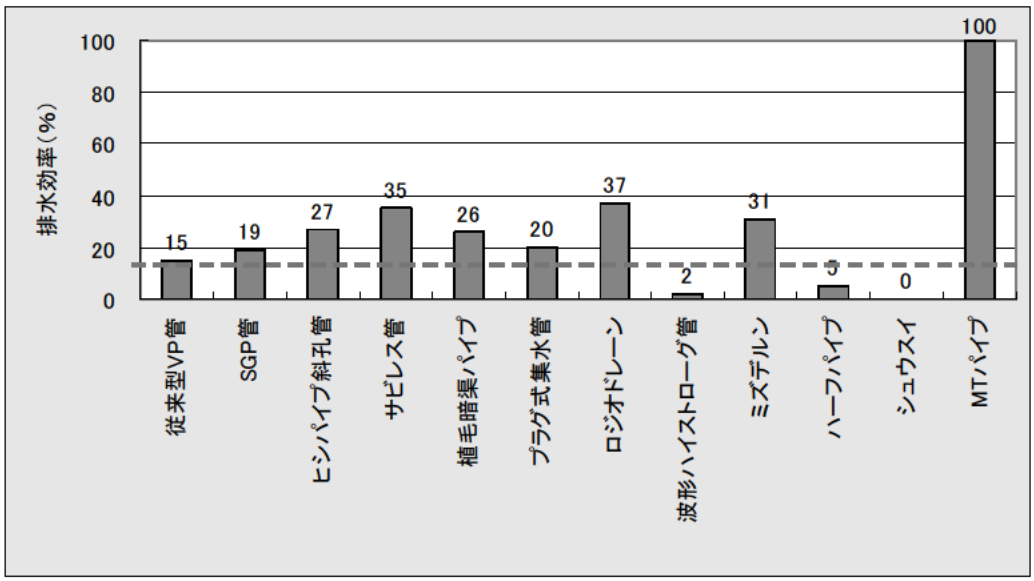


図 3.3.7　排水効率の総括図

図 3.3.8 は排水効率を構成する２つの要素である通水率と集水率の２次元グラフとして示したものである。

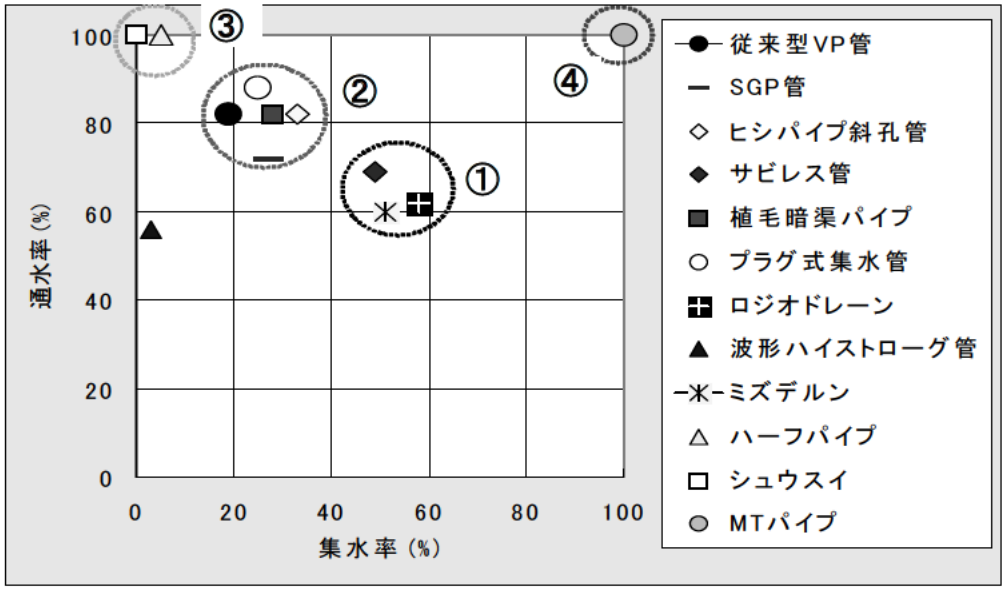


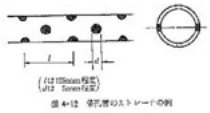
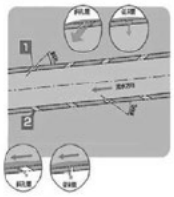
図 3.3.8　通水率と集水率の散布図

この図から、集水率、通水率について次の傾向がみられる。

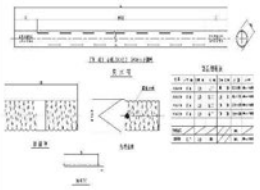
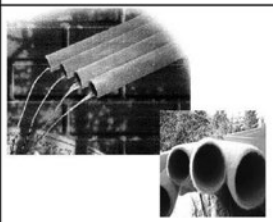
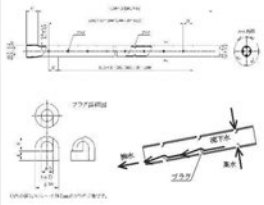
① 全周集水型で開口率の高い保孔管は、集水率が大きい反面、通水率が小さくなる。
（水が入りやすく、漏れやすい）
② 全周集水型で開口率の低いものは、集水率は小さいが、通水率は大きくなる。
（水が入りにくく、漏れにくい）
③ 天端集水型は、構造上、集水率は小さく、通水率が大きい。
（水が入りにくく、漏れない）
④ 特殊集水型は、構造上集水率も通水率も大きい。
（水が全て入り、漏れない）。

次頁に、実験結果を**表 3.3.4** にまとめた。

表 3.3.4-1　各保孔管の特徴と集水実験結果のまとめ

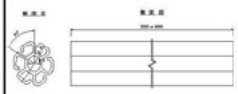
保孔管名			従来型VP管		SGP管		ヒシパイプ斜交管	
NETIS番号			―				KT-070061-A	
構造図			 河川、砂防技術基準(設計編)		VP管と同様の構造			
保孔管の構造上の分類			全周集水型		全周集水型		全周集水型	
材質			塩ビ管		ガス管		塩ビ管	
寸法(mm)			外径：φ48、 長さ：4000		外径：50、長さ：4000		外径φ48、長さ：2000. 4000	
構造及び特徴 (メーカーカタログによる)			① 河川砂防技術基準に示された保孔管で、一般的に使われている。 ② 掘削した孔(空間)を確保することが目的と思われる。				① 孔に角度をつけることで地盤中の水を流入しやすくすると共に、透水開口面積は従来管の約2倍とした。 ② 斜孔であるため管内の流れに対し、逸水しにくい。 ③ 接着受口構造なので継ぎ手を必要とせず、硬質塩化ビニル管用接着剤による接合が可能。	
評価項目	試験名	実験条件	排水効率・集水率・通水率(%) 排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、 排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、 排水量(g)	従来管との比較
集水率	試験Ⅰ	孔底給水 孔壁自立	19	1.0	27	1.4	33	1.7
通水率	試験Ⅱ	保孔管内に給水	82	1.0	72	0.9	82	1.0
集水率	試験Ⅲ	天端給水 孔壁自立	8	1.0	14	1.8	12	1.5
排水量	試験Ⅳ	全周給水 飽和砂地盤	1,578	1.0	1,587	1.0	1,661	1.1
排水効率 (注-1)	試験Ⅰ 試験Ⅱ	孔底給水 孔壁自立	15	1.0	19	1.3	27	1.8
試験結果に基づく特記事項			①通水率は水量が少ないときは小さい。 ②通水率・集水率は設置パターン、継手方法によっては大きく減少する。		①地山の化学的性質により、錆が発生し欠損する場合がある。		①通水率は80%程度であるが、スリーブ継手の場合、設置パターンによっては30%に低下する。 ②供給水量が増えると集水率が顕著に増加する。	

注-1 ： 排水効率＝試験Ⅰの集水率×試験Ⅱの通水率

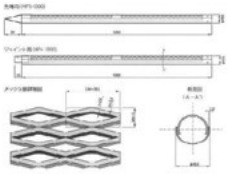
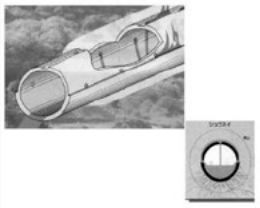
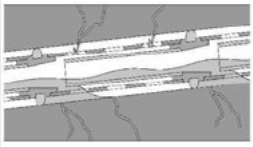
サビレス管	植毛暗渠パイプ	プラグ式集水管
KK-030021-A	ー	申請中
		
全周集水型	全周集水型	全周集水型
STK400+高耐食性メッキ(ZAM)	塩ビ管(植毛加工)	塩ビ管
外径:φ48.6　長さ:1500～4000	外径:φ48　長さ:2000	外径:φ48、φ60　長さ:2000、4000
① 長寿命(80年以上)であり、ライフサイクルコストが安価(従来製品の1/2程度)である。 ② 高強度(3点曲げ試験で塩ビ系の約10倍)のため、微小変形のある地すべり土塊内でも破断しない。 ③ 高強度のためケーシング抜管時に保孔管とケーシングが供回りするような場合でも保孔管が破損せず安定した工程での施工が可能。また排水トンネル内からの高角度打設の際、脱落防止のため先端部を食い込ませるための打撃によって破損しない。	① 塩ビ管に静電気を利用してパイルを緻密に移植した排水管 ② 移植されたパイルの毛細管現象により集水効果を上げるとともに、パイルがフィルターの役目を果たし、目詰まりを防止する。	① 塩ビ管の円周方向に直角に設けた集水孔に、管の内側で凸となるプラグ(漏水低減装置)を取り付けた構造 ② プラグは管の下流方向にのみ開口しており、管内水は流下の際にこのプラグを乗り越えるため、集水孔からの漏出が極めて少ない。 ③ 排水区間を固定しないので、地下水位や地下水域の変動によって排水効果が損なわれる(漏水量が増える)ことがない。 ④管内洗浄は高圧水噴射で行うが、プラグの開口部が下流側を向いているため、噴射水圧を有効に利用した洗浄が可能である。

排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較
49	2.6	28	1.5	25	1.3
69	0.8	82	1.0	88	1.1
27	3.4	13	1.6	7	0.9
2,045	1.3	2,068	1.3	1,578	1.0
35	2.3	26	1.7	20	1.3
①通水率が従来管よりやや低い。 ②開口率が大きいので、集水率は孔底給水・天端給水とも従来管に比べて3倍程度と大きい。 ③飽和砂地盤では土砂排出量が多めである。		①植毛の作用で、従来管より集水率が5～6割ほど大きい。 ②2Lの孔底給水の場合、植毛により浮上るため集水しない ③飽和砂地盤では植毛により土砂排出量がほとんど0と抑制され、細粒分の流出を防げる。		①4通りの試験のうち、25%の最高値を示したもの以外の集水率は、孔底給水、天端給水とも5%程度と小さい。	

表 3.3.4-2　各保孔管の特徴と集水実験結果のまとめ

保孔管名			ロジオドレーン		波型ハイストローグ管		ミズデルン	
NETIS番号			KK-100098-A		TH-990157-A		―	
構造図								
保孔管の構造上の分類			全周集水型		全周集水型		全周集水型	
材質			ポリエステル		ポリピンハイポール		硬質ポリ塩化ビニル	
寸法(mm)			内径　φ40が基本　長さ　任意(80mまで挿入実績あり)		外径：φ60　　長さ：1000、1500、2000		外径：φ48　長さ：2000、4000	
構造及び特徴 (メーカーカタログによる)			①タテ糸とヨコ糸で構成される筒状織物の保孔管 ②フレキシブルなため、コンパクトな荷姿での搬送が可能であり、保孔管としても地山変形や孔曲りに柔軟に追随する。 ③表面の織物の微細孔からの全周面集水方式のため、高い集水性能を保持しつつフィルターとして吸出し防止機能に優れる。このため保孔管周辺の空洞化や地山流失を抑制できる。 ④軽量であるが、ヨコ糸はモノフィラメントとなっているため十分な保形性を有する。		① 特殊グラフト樹脂と硬鋼線との複合パイプポリピンハイポールを波形に加工した排水管である。 ② 耐衝撃性、耐腐食性、耐薬品性、耐久性に優れる。 ③ 波形であるため地下水が流入しやすく逸水しにくい集排水効率に優れた形状である。		① ロート状の連続スリットによる吸水が可能で、排水空間を6個に分割した耐目詰構造。 ② 管外周に連続した線状の吸水口が多数あるため、あらゆる方向から水が入る。 ③ 竹束のように線状で方向性があるため、水はスムーズに沿って流れる。 ④ VP40と接続が可能であり、他の有孔管との組み合わせ連結による集排水も可能。 ⑤ 中心のφ16丸穴は検測用穴となっている。 ⑥ 点在する小径の有孔管に比べて、集水効率が格段に優れる。	
評価項目	試験名	**実験条件**	排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率(%)、排水量(g)	従来管との比較
集水率	試験Ⅰ	孔底給水 孔壁自立	58	3.1	3	0.2	51	2.7
通水率	試験Ⅱ	保孔管内に給水	62	0.8	56	0.7	60	0.7
集水率	試験Ⅲ	天端給水 孔壁自立	0	－	26	3.3	84	10.5
排水量	試験Ⅳ	全周給水 飽和砂地盤	2,045	1.3	1,737	1.1	2,109	1.3
排水効率 (注-1)	試験Ⅰ 試験Ⅱ	孔底給水 孔壁自立	37	2.5	2	0.1	31	2.1
試験結果に基づく特記事項			①開口率が大きいので、孔底給水の場合の集水率が従来管の3.1倍と大きいが、逆に通水率が小さい。 ②設置方法により、集水率、通水率が極端に低下する。 ③飽和砂地盤では土砂排出は0で、細粒分の流出を防げる。		①通水率が小さい。 ②管が波型であるため、天端給水の場合の集水率は、従来管の3.3倍と大きい。 ③孔底給水の場合は穴が高い位置にくるので集水率が小さくなる。		①通水率が従来管に比べて小さい。 ②孔底給水の場合、従来管に比べて集水率が2.7倍と大きい。 ③構造上の特長で、天端給水の場合の集水率が大きい。 ④開口率が大きいので飽和砂地盤での土砂排出量が大きい	

注-1 ： 排水効率＝試験Ⅰの集水率×試験Ⅱの通水率

ハーフパイプ	シュウスイ	MTパイプ(ミズトール)
ー	TH-990105	SK-990017-A
		
天端集水型	天端集水型	**特殊集水型**
HPS-1000、HPJ-1000、φ2mmエキスパンド加工	塩ビ管	塩ビ管、膨張性ゴム
外径：φ48.6　長さ：1000	外径：φ48、φ60　長さ：2000、4000	外径：φ60　長さ：2000
① 鋼管の上部（半円部）をメッシュ状（エキスパンド加工）にして、集排水効率を大幅に高めた水抜き鋼管。 ② 地山等の条件により、「打込方式」、「プレボーリング方式」、「ボーリングマシン」による打設方法が選べる。 ③ 通水開口率が高く、水脈に当たる確率がアップする。 ④ 排水効率が高いため、より多くの「水」を排除することで斜面の安全性を高めることができる。	① 上部および両サイドに溝を設けた排水管。 ② 溝に沿って地下水が流下し、管内に取り込まれる。 ③ 従来、点的に集めていた水を面的に集めることが出来る。 ④ 下部半面にはストレーナーが無いため、集めた地下水を逃さない。 ⑤ ワンタッチで接続が可能であり、施工性に優れる。	① 2m毎に設けられた膨張性ゴムのパッカーにより、湧出した地下水を堰止め、スリットを通して強制的にパイプ内に取り込む構造となっている。 ②外管のスリットから取り込んだ地下水は、集水ソケットを介して次々と二重管の内管に流れ込み、逃さず排水する。 ③ 外管には3mm×70mmのスリットが設けられ、開口率が大きいため、目詰まりが起きにくい構造となっている。また、目詰まりが発生しても管内洗浄が可能である。

排水効率・集水率・通水率（%）、排水量（g）	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率（%）、排水量（g）	従来管との比較	排水効率・集水率・通水率（%）、排水量（g）	従来管との比較
5	0.3	0	－	100	5.3
100	1.2	100	1.2	100	1.2
83	10.4	11	1.4	86+	10.8
2,062	1.3	1,871	1.2	1,929	1.2
5	0.3	0		100	6.7
①構造上、孔底給水の場合は集水率が小さく、天端給水の場合の集水率が大きい。 ②構造上通水率は100%と大きい。 ②開口率が大きいので飽和砂地盤での土砂排出量が極めて大きい。		①下半部が樋となっているため、孔底給水では全く集水しない。 ②天端給水の場合は、集水率は従来管よりは大きいが、開口率が小さいので期待ほど上がらない。 ③構造上通水率は100%と大きい。		①パッカーで堰き止め集水するので、給水条件が孔底でも天端でも集水能力が高い。 ②無孔の内管を流れるので、通水率は100%と大きい。	

（平成 22 年 5 月）

4. まとめと今後の課題

現在市場に提供されている保孔管は、通常使用されている塩ビ管以外に 11 種類であり、これらの保孔管は、1)スリット部の形状や保孔管を 2 重構造にするなどの工夫をして集水性能を向上させたもの、2)強度の高い材料を用いた強度特性の優れたもの、3)集水部の開口率を広げてバクテリアの繁殖を抑え維持管理性を向上したとされるものなどさまざまな特徴を持って開発がなされている。

地下水を起因として滑動する地すべりでは、その対策に地下水排除を目的とした横ボーリング工や集水井の集水ボーリング工が施工されている。これら多くの対策は、「地すべり防止技術指針及び同解説」[1] に示されるボーリング長さや配置に基づいて地中に掘削したボーリング孔に保孔管を設置する施設である。これまでに孔曲りやボーリング孔からの漏水等の実態はよく判っていない。今後、地すべり防止施設の維持管理やライフサイクルコストを考慮した施工計画の立案が求められるなか、より効果的な横ボーリング工や集水ボーリング工の施工方法や適切な保孔管の選定が必要となると考えられた。

そこで共同研究では、既設あるいは施工中の地下水排除ボーリング工の孔曲がりや漏水について実態を明らかにするために、その集水性能調査や現場への適用の考え方を提案することを目的とした。

この共同研究で実施された項目は、1)施工に関するアンケート調査、2)保孔管内のカメラによる観察、3)保孔管内の曲り計測、4)室内での保孔管の排水性能実験である。このうち、1)アンケート調査では、その結果のみならず、施工に関する知見をまとめることができた。これらは、共同研究報告書第 427 号[2] および第 447 号[3] にとりまとめられている。

(1) 孔曲り測定および管内カメラ観察

1) アンケート調査から得られた孔曲りの実態

共同研究報告書第 447 号[3] から孔曲りに関連した施工実態について整理し、その結果を以下に列記する。

①アンケート結果から、アンケート回答者の 8 割以上が孔曲りで苦労した経験があることがわかった。

②孔曲りの原因については自然的要因、機械的要因、人為的要因に分類された。

③地下水排除ボーリング工は、保孔管を挿入することで機能を発揮する。このため、蛇行や極端に孔曲りが生じて削孔後に保孔管が挿入できない状況は回避することが必要である。

④地すべり対策工事は、地下水排除ボーリング等の抑制工と杭工やグラウンドアンカー工等の抑止工が併用される場合が多い。このため、既設構造物との交差を回避するための削孔精度は必要である。

⑤排水ボーリングにおいて孔曲りが生じた場合の最大の不都合は、排水ボーリングが予定地点に出ないことであり、特に、地表から集水井に向けての排水ボーリングや、2 つの集水井を連結する排水ボーリングにおいては再施工を余儀なくされる。

⑥横・集水ボーリングは削孔延長 50m 程度、削孔径φ90mm、仰角 5° が多く、排水ボーリングは削孔延長 60m 程度、削孔径φ115mm、俯角 3° または 5° が多い。

⑦横ボーリング・集水ボーリングおよび排水ボーリングの指針に対しては、概ね現行のままでよいという結果が得られた。

2)地すべり地内での孔曲り測定の実施

孔曲りの実態を調査した結果、現状の設計時の標準掘削深度の 50m に対して地下水排除ボーリング工は概ね妥当な施工が行われていることが明らかにされた。しかしながら、特に排水ボーリングのように排水場所への施工精度が求められる工種に関しては、孔曲りによる問題が依然として残っている。また、今回の事例では、十分なデータを収集できなかったため、ボーリングの設計仰角の違いは誤差に与える影響や地質の違いが誤差に与える影響は明確できなかった。

全国 8 地区の地すべり防止区域で、集水ボーリングもしくは横ボーリングを 120 本計測し、孔曲りの要因を分析すると、以下の知見が得られた。

①削孔深度に比例して誤差、すなわち計画位置との差が大きくなる。

②区間長別の誤差を調べると、孔口から 30m 付近までの区間で 0.5m 以上の誤差が生じることが高い。

③地区によって誤差の割合が大きく異なる。

④削孔径が小さいほど孔曲りが生じ易い。

このうち、削孔深度の違いに着目すると、誤差の程度は現場の条件により相違がみられた。なお、今回計測した中で、計画時の設計の標準とされている 50m の場合、最大誤差は約 7%、3.5m であった。

3)孔曲り測定から得られた知見

本研究では、概ね孔曲りの知見や傾向は得られた。なお、孔曲り測定の原因を詳細に分析する情報があまり収集できなかったという課題が残されている。

①孔曲り測定を実施する場合、地すべりが滑動しておらず、削孔時の条件がわかる現場を選定する必要がある。

②孔曲り測定結果によると、仰角（削孔角度）の違い、地質区分による曲がり易さは明確に確認できなかった。また、削孔長が長くなると、曲がりやすくなる傾向が確認された。特に、10m～20m の削孔区間で誤差が大きくなる傾向が確認された。

③孔曲り測定結果によると、削孔種別、削孔方式の違い、削孔径は曲がりやすさに大きく影響し、削孔先端は、地山に向かって上側に曲がるものが多い傾向が確認された。

4)孔曲りを抑制するための課題

孔曲りを抑制するためには以下の課題が考えられる。

① 孔曲りしにくいボーリングマシンおよび削孔方法の開発

② 孔曲り要因を軽減する方法の確立

③ 孔曲り時の解析・設計の考え方の確立

④ 削孔角度・方向（孔曲り）の施工管理手法の確立

⑤ 施工時の管理値（孔曲りの許容値）の確立

⑥ 孔曲り実態調査の継続

以下各課題について考察する。

①孔曲りしにくいボーリングマシンおよび削孔方法の開発

ボーリングマシンは様々なタイプのものが開発されているが、一般的に孔曲りが生じると言われており、これは孔曲りしにくいボーリングマシンおよび削孔方法の開発が難しいことを示唆していると考えられる。

②孔曲りの軽減方法の確立

今回の研究結果から、孔曲りが発生する要因として自然的要因、機械的要因、人為的要因が考えられた。孔曲りの要因のうち、地質などによる自然的要因は予見が困難な場合が多いため、除去することはできず、有効な対策は難しい。しかし、それ以外の要因である機械据付、削孔径などの機械的要因や削孔方法、測量誤差などの人為的要因については、改善の余地があると考えられる。機械的要因に対しては、ボーリングマシンの固定を確実に行うこと、新品のツールスの使用、削孔径を大きくすることなどの軽減方法が考えられる。また、人為的要因に対しては、オペレーターの経験による要素が大きいものの、ビットの選定や削孔中の水や空気の量の調節、掘進スピードなどの組み合わせを考慮し、作業を丁寧に行うことなどの軽減方法が考えられる。このように機械的要因および人為的要因による孔曲りについては、ある程度軽減が可能であると考えられ、今後施工への反映を念頭に入れると、軽減方法を反映したマニュアルや指針の作成が望まれる。

③孔曲り時の解析・設計の考え方の確立

解析・設計で計画水位時の安定性を検討する場合は、横ボーリング工の計画では、地すべり地内に流入あるいは浸透する地下水及び地域内に分布する地下水を排除し、地すべり土塊内部の間隙水圧（地下水位）を低下させる。この際に、対策の施工位置等を同時に検討し、削孔長や角度を検討する。しかし、施工時に発生する孔曲りにより、位置が変更されると、設計と施工が一致しない場合がある。この状況では、当初計画の水位低下高が得られず、計画安全率を満足しない可能性も考えられる。しかし、孔曲りを考慮した解析・設計は、その全容が解明されていないため、これらの統一的な解析・設計は現状では困難と考えられる。孔曲りが大きい場合、アンケート結果（共同研究報告書 第 447 号[3)]）から、ゆっくりと削掘をする、削孔径を大きくする等という意見が得られている。これらの知見が生かされることが望まれる。

④削孔角度・方向（孔曲り）の施工管理手法の確立

水抜きボーリングの施工管理は現状では、掘進長さと孔口での掘進角度、配置誤差の管理であり、孔曲りは考慮されていない。掘進角度や方向の管理については、孔（保孔管）全体での管理が必要であり、施工管理手法としては、孔曲り測定器による管理が考えられるが、現状の測定においてはコスト面や測定時間や適用条件などの課題があり、今後、低コストで、容易な測定器の開発が望まれる。

⑤施工時の管理値（孔曲りの許容値）の確立

諸条件下での測定を行い、孔曲りの全容を把握した後に、孔曲りを考慮した施工時の管理手法と管理値の確立が可能になると考えられる。

⑥孔曲り実態調査の継続

今回の孔曲り測定は、実態調査数とその施工時の状況を確認する資料が少なく、ある程度の傾向は確認できたが、考え方等を確立するまでには至らなかった。したがって、今後も孔曲り実態調査を継続し、その測定結果から、上記事項の検討を行う必要があると考える。

5)管内カメラ観察

管内カメラ観察は、6 地区の現場で計 119 本の管内カメラ観察データを得た。これらのデータを用いて、管内の閉塞や目詰まり、変形や劣化具合などをとりまとめた。さらに、地下水の流入がみられる 19 本の保孔管を対象に、地下水の保孔管への流入状況や保孔管から流出状況を整理した。なお、今回のカメラ観察は塩ビ管のみであり、腐食の問題が指摘されている SGP 管はカメラ観察時にジャミングが懸念されることから実施対象としなかった。また、新規設置あるいは洗浄後の保孔管を観察したため、ストレーナの目詰まりは確認できなかった。これらの観察の事例や知見を挙げる。

①管内の閉塞や目詰まりの様子

・土砂や木根の侵入により管内が閉塞する事例が見られた。

・地すべりの動きが顕著な地区で、保孔管が移動土塊に押されて変形していた事例がみられた。

・ボーリング孔内で逆勾配の箇所があり、水が滞留する事例がみられた。

②保孔管への流入や保孔管からの流出状況

・カメラ画像の鮮明な調査結果である 46 本の保孔管を対象にした場合、地下水は、底面から流入する割合は 66%（125 ヶ所）、側面から流入する割合は 25%（47 ヶ所）、上面から流入する割合は 9%（18 ヶ所）であった。

・保孔管に流入した地下水が、途中で保孔管から流出する事例が多くみられた。

このように管内カメラ観察では保孔管の中に地下水が流入する様子を捉えた貴重な映像データが得られた。これらの観察結果によると底面からの流入が多く、次いで側面であり、上面からの流入が最も少ない。また、途中からの流出の様子も観察できた。こうした観察データを今後蓄積すれば、地質と湧水状況の関係についての新たな情報が得られる可能性がある。将来的に、地質や地すべりのタイプ、水理条件などの違いによる保孔管の選定基準を作成するための基礎資料となることが考えられる。

(2) 保孔管の集水性能実験

1)保孔管の性能

共同研究報告書第 447 号でのアンケート調査結果や共同研究で議論した内容を踏まえると、保孔管に求められる性能は下記 a)～e)の 5 項目に整理された。アンケート結果全体通して、施工性、強度の向上に関する記述が多く寄せられた。次いで集水性、経済性、維持管理性などとなる。集水性能に関する記述は少ないが、アンケート結果からそれに関するものを抽出すると、「集水効果：底面のストレーナからの漏水や逸水問題」「保孔管の選定：指針等の基準書がない」の 2 点である。

a)集水性能：保孔管内へ地下水を集水しやすいこと（集水性）、および保孔管内に流入した地下水をなるべく逃さないこと（通水性）。

b)耐久性：腐食やさびなどに対して、防食性を有すること。また、変形に対して一定の強度を有していること。

c)維持管理性：保孔管内の閉塞や目詰まりに備えて洗浄などの対処が出来ること。

d)施工性：施工時に破損し無いこと、および施工をしやすいこと。

e)経済性：ライフサイクルコストを考慮して費用が最少であること。

集水性能の効果については、今回実施した室内試験によって、ある条件下の保孔管の特徴を明らかとすることができた。保孔管の選定については集水性能の他の要素を含めて検討する必要があるが、本共同研究では保孔管の強度特性や維持管理性などを含めた基準作りは実施しておらず今後の課題とされる。

2)予備実験

管内カメラ観察結果から得られた知見により保孔管の底面や側面から地下水が流入するという条件の下で、ストレーナの配置位置の違いによる集水性能の相違を確かめるために予備実験を実施した。その結果、ストレーナが3および4方向に加工されてある保孔管においても保孔管のストレーナの向きを変化させることによって、集水性能に違いが生じた。

3)保孔管の集水性能実験

個別の保孔管が有する集水性能を確認するため、実験は、保孔管の設置環境と注水方式を変えて塩ビ管を含む11種類の保孔管を対象とし、実験Ⅰ～Ⅳを実施した。実験結果は以下にまとめられる。

①簡易モデルによる集水性能実験（実験Ⅰ～Ⅲ）

アクリルパイプ（L=4.0m、φ=94mm、t=3mm）を疑似孔壁とし、単管パイプなどで作成した土台に2°～10°傾斜させた。

a)実験Ⅰ（集水性）、実験Ⅱ（通水性）

実験Ⅰおよび実験Ⅱの結果に対して、「集水率×通水率=排水効率」という概念により保孔管の評価を試みた。保孔管の集水性の区分を全周集水型、天端集水型、特殊集水型の3区分とし以下に特徴を整理した。

・全周集水型で開口率の高い保孔管は、集水率が大きい反面、通水率が小さくなる。
（水が流入しやすいが流出しやすい。）
・全周集水型で開口率の低い管は、集水率は小さく、通水率は大きい。
・天端集水型は、構造上、集水率は小さく、通水率が大きい。
・特殊集水型は、集水率も通水率も大きい。

集水率の平均を区分ごとにとりまとめ、従来比較した結果を整理した。

・全周集水型は、2～37%に分布し、大部分のものは従来型の塩ビ管と比較して改善されている。
・天端型集水型は、底面や側面から湧出する地下水を想定した試験条件下では、0~5%であり、従来型の塩ビ管と比較して改善されていなかった。
・特殊集水型は、100%であった。

さらに、実験Ⅰ、実験Ⅱの結果を総合して評価すると下記の知見が得られた。

・実験Ⅰと実験Ⅱの集水率の変化は、4種類に区分されるが、全体的には保孔管への注入量が増加すると、ほとんどの保孔管で集水率が増加する傾向が見られた。

b)実験Ⅲ

孔壁の一部が崩壊した場合の集水性能についての評価を試みた結果、下記の知見が得られた。

・従来型VP管よりストレーナ孔の開口率が大きいものは、滞留する水量が従来型VP管より少ないこ

とから、孔壁の一部が崩壊し、ボーリング孔内に地下水が滞留することが想定される場合に有効であると考えられる。

・保孔管の置き方によって排水効率が変化するのでストレーナの方向によっても排水効率の違いが生じると考えられる。

②土槽を用いた集水性能実験（実験Ⅳ）

VP 管、鋼管（SGP 管）を含む 12 種類の保孔管を対象に堆積物（土砂）における保孔管の集水性能の評価を試みた。

保孔管の排水量とその種類についてこの実験を通じて得られた知見を示す。

・孔の配置角度で集水能力が異なる。

・塩ビ管・鉄管の材質の違いはみられない。

・開口面積が大きいほど集水量が多い。

・ストレーナ孔の向きで集水能力が異なる。

4)実験から保孔管を選定するための課題

試験結果で集水性・通水性にⅰ)継ぎ手の形状、ⅱ)ストレーナの配置、ⅲ)ストレーナの開口率などの保孔管の形状に影響が見られた。

継ぎ手の形状は、ネジ式、ソケット式、スリーブ式に区分される。ソケット式及びスリーブ式は、孔壁が保持される場合、保孔管と孔壁とが密着しないため、孔内を流れる地下水位がある一定以上に上昇しないと集水しにくい状況となる。また、一旦保孔管内に集水しても漏水あるいは逸水しやすい状況となる。一方、ネジ式は保孔管と孔壁が密着するため、ソケット式やスリーブ式に比べて集水性・通水性に優れる。

ストレーナの配置については、保孔管の中には下半分にストレーナが無く、保孔管の上面のみにストレーナが配置しているものがある。このような保孔管は、通水性能に優れる反面、底面からの湧水を集水することが難しい。施工時にはストレーナが上に向くように留意しながら設置する必要があり、上面からの流入が想定される現場に適用性があると考えられる。また、ストレーナが 3 及び 4 方向に加工されてある保孔管においても保孔管の設置角度によって、性能が大きく異なる結果が得られた。

ストレーナの配置と継ぎ手方法とは関連する。ネジ式の場合、ストレーナ位置が一定となるように工場であらかじめ加工する必要がある。また、現場で保孔管を継ぎ足す際にネジの締め付けの強弱によっては、ストレーナの位置が一定とならない場合も考えられる。保孔管の挿入延長が短ければストレーナのズレは少ないが、長い場合、少しのズレが全体では大きなズレとなる場合も考えられる。ソケット式やスリーブ式であれば、ストレーナの位置を合わせながら保孔管を継ぎ足せば良いが、孔壁と保孔管が密着しないため集水性や通水性の低下が考えられる。このようにストレーナ位置と継ぎ手との関係は、今後、集水性能（集水性及び通水性）の向上を考える上で課題となる。

ストレーナの開口率は、湧水量が多い場合、開口率が高いほど集水性が高くなる傾向がある。この傾向だけを考慮すると、ストレーナの開口率はある程度大きいことが好ましいと考えられるが、保孔管の構造やストレーナの配置によっては、通水性が低下する可能性がある。また、脆弱な地盤の場合、孔壁が崩壊して地下水とともに周辺土砂も流入すると考えられ、ストレーナの目詰まりや周辺地盤の破壊を生じることも問題

となる。さらに保孔管の材質によっては、強度低下に注意しなければならない。

保孔管の選定にあたっては、地下水排除という本来の目的を達するには集水性・通水性が最も重要な条件であるが、今回の実験では、保孔管によって集水性、通水性に大きな差があることが明らかとなった。なお、今回の実験で使用した保孔管には強度特性が優れた保孔管もあり、現場条件によってはそのような保孔管の方が適合することも考えられる。したがって、現場の水理特性・地質特性、施工性・強度特性、経済性及び維持管理性なども総合的に考慮して、保孔管を選定することが求められると考えられる。

5)まとめ

今回行われた実験は、現場で保孔管に求められる性能のうち、集水性能の評価対象を絞り、集水性能の1指標として「集水率×通水率=排水効率」と仮定したモデルを念頭に置いて、保孔管の底面や側面から地下水が流入するという条件下で実施した。実験は、現在市販されている主な保孔管への評価の試みであり、個々の現場条件を反映させて保孔管の集水性、通水性を評価したものではない。

現場では、地質的な性状、水理条件、降雨条件などさまざまな条件が複雑に絡み合い、作用していると考えられることから、今後は、野外での集水性能試験を行い、野外データを蓄積して、地質や地すべりのタイプ、水理条件などの違いによる保孔管の選定基準を作成するための基礎資料を得ることが必要であると考える。保孔管の性能評価については集水性能（「集水性」、「通水性」）のほかに「耐久性」、「維持管理性」、「施工性」、「経済性」の評価についても検討し、これらの評価を参考にして総合的に現場条件に適して保孔管を導入していくことが必要であると考える。

謝辞

本共同研究の実施に際し、現場を提供して頂いた山口県土木部、吉野川ダム統合管理事務所、利根川水系砂防事務所、阿賀野川河川事務所、天竜川上流河川事務所、湯沢砂防事務所、新庄河川事務所の関係者の皆様方より多大なるご協力を賜りました。森永高行交流研究員には、本稿のとりまとめに尽力いただきました。ここに記して厚く御礼を申し上げます。

引用・参考文献

第 1 章

1） 長野県建設部砂防課(2009)：長野県の地すべり-地すべり等防止法制定から 50 年の歩み・地すべりとの共生-, pp.15-16.

2） 社団法人日本道路協会(2009)：道路土工のり面工・斜面安定工指針, pp.369-438.

3） 国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所（2008）：地すべり防止技術指針及び同解説, 社団法人全国治水砂防協会,p.145.

4） 建設省河川局監修・社団法人日本河川協会編(1997)：建設省河川砂防技術基準（案）同解説・設計編〔Ⅱ〕,株式会社山海堂, pp.41-68.

5） 一般社団法人全日本建設技術協会(2013)：災害手帳.

6） 地すべり災害復旧技術研究会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き, 社団法人全国防災協会,p.189.

7） 社団法人斜面防災対策技術協会(2007)：地すべり対策技術設計実施要領,p.557.

8） 農林水産省農村振興局監修(2004)：土地改良事業計画設計基準 計画「農地地すべり防止対策」基準書・技術書,社団法人農業土木学会,p.372.

9） 藤原聖一・高橋英一・斉藤薫(2000)：排水ボーリングの削孔事例からみた地質状況と削孔精度に関する考察, 地すべり, Vol.37, No.3, pp.57-62.

10) 独立行政法人土木研究所・株式会社アクアコントロール・株式会社宇部建設コンサルタント・株式会社東建ジオテック・鉱研工業株式会社・株式会社エスイー・日本基礎技術株式会社・鹿島建設株式会社・フリー工業株式会社(2013)：地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査共同研究報告書－地すべり地における横ボーリング工及び集水ボーリング工の実態に関するアンケート調査－共同研究報告書 No.447,独立行政法人土木研究所.

11) 独立行政法人土木研究所・株式会社アクアコントロール・株式会社宇部建設コンサルタント・株式会社エスイー・鹿島建設株式会社・鉱研工業株式会社・株式会社東建ジオテック・日本基礎技術株式会社・フリー工業株式会社(2012)：地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査共同研究報告書－地すべり対策の水抜きボーリングのノウハウー, 共同研究報告書 No.427,独立行政法人土木研究所.

第 2 章

1） 社団法人全国地質調査業協会連合会(1974)：建設技術者のためのボーリングポケットブック, オーム社, pp.1-4.

2） 社団法人全国地質調査業協会連合会編 (2003)：ボーリングポケットブック（第 4 版）, オーム社, pp.6-7.

3） 社団法人全国地質調査業協会連合会編（2003）: ボーリングポケットブック（第４版）, オーム社, pp.70-71.
4） 鉱研工業株式会社「アロードリルシリーズ」(参照日：2011 年 3 月 20 日) <http://www.koken-boring.co.jp/product/arrowdrill/index.htm>
5） 独立行政法人土木研究所・株式会社アクアコントロール・株式会社宇部建設コンサルタント・株式会社東建ジオテック・鉱研工業株式会社・株式会社エスイー・日本基礎技術株式会社・鹿島建設株式会社・フリー工業株式会社(2013)：地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査共同研究報告書－地すべり地における横ボーリング工及び集水ボーリング工の実態に関するアンケート調査－共同研究報告書 No.447,独立行政法人土木研究所.
6） 岩永正志・金折裕司・福塚康三郎・吉原和彦（2003）: 山口県北西部、油谷半島中南部に発達する第三系地すべりの地形・地質学的特徴, 日本応用地質学会, 平成 15 年度研究発表会講演集, pp.5-8.
7） 元木裕子（2010）: 柳瀬ダム宮前地区地すべりの現状, ダム技術センター, ダム技術, No.288, pp.48-53.

第 3 章

1） 建設省河川局(1997)：建設省河川砂防技術基準（案）同解説・設計編[Ⅱ], p.47.
2） 千田容嗣・阿部大志・濱浦尚生・武士俊也(2011)：施工後の地下水排除ボーリングの保孔管のアセットマネジメントの検討, 第 50 回日本地すべり学会研究発表会,pp.52-53.
3） 土木用多重管工法研究グループ(1997) 地すべり対策としての新多重式排水管の試作とその性能試験,地すべり,Vol.34,No.1,pp.31~37.
4） 鈴木幹夫・武田桂輔・高橋洋人(1997)：地すべり保孔管の一考察,東北地方建設局管内技術研究発表会,pp.225-228.
5） 大久保大介・福岡正吏・伊吹敦 他(2009)：水抜きボーリング用集水管「斜孔管」の開発と効果検証,社団法人日本地すべり学会,第 48 回日本地すべり学会研究発表会,pp.42～43.

第 4 章

1） 国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所（2008）: 地すべり防止技術指針及び同解説, 社団法人全国治水砂防協会,p.145
2） 独立行政法人土木研究所・株式会社アクアコントロール・株式会社宇部建設コンサルタント・株式会社エスイー・鹿島建設株式会社・鉱研工業株式会社・株式会社東建ジオテック・日本基礎技術株式会社・フリー工業株式会社(2012)：地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査共同研究報告書－地すべり対策の水抜きボーリングのノウハウー, 共同研究報告書 No.427,独立行政法人土木研究所.

3) 独立行政法人土木研究所・株式会社アクアコントロール・株式会社宇部建設コンサルタント・株式会社東建ジオテック・鉱研工業株式会社・株式会社エスイー・日本基礎技術株式会社・鹿島建設株式会社・フリー工業株式会社(2013)：地すべり地における地下水排除ボーリング工の排水性能調査共同研究報告書－地すべり地における横ボーリング工及び集水ボーリング工の実態に関するアンケート調査－共同研究報告書No.447,独立行政法人土木研究所.

巻末資料

1. 孔曲り測定データ

2. 管内カメラ観察記録票

3. 用語について

1. 孔曲り測定データ

A(青村)地区　－　Mブロック

深度(m)	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		No.6		No.7		No.8	
	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	−0.047	0.000	−0.035	0.000	−0.040	0.000	−0.009	0.000	−0.015	0.000	−0.015	0.000	0.000	0.000	−0.001
2.0	0.000	−0.079	0.000	−0.071	0.000	−0.064	0.000	−0.013	0.000	−0.036	0.000	−0.040	0.000	−0.002	0.000	−0.001
3.0	0.000	−0.115	0.000	−0.099	0.000	−0.091	0.000	−0.013	0.000	−0.049	0.000	−0.071	0.000	−0.014	0.000	0.005
4.0	0.000	−0.150	0.000	−0.119	0.000	−0.107	−0.009	−0.012	0.000	−0.065	0.000	−0.084	0.000	−0.033	0.000	0.003
5.0	0.000	−0.184	0.000	−0.139	0.000	−0.132	−0.026	−0.007	0.000	−0.079	0.000	−0.098	0.000	−0.057	0.000	−0.002
6.0	0.000	−0.221	−0.004	−0.155	−0.007	−0.158	−0.045	0.004	0.000	−0.089	0.002	−0.126	−0.003	−0.090	0.007	−0.004
7.0	−0.001	−0.256	−0.011	−0.170	−0.015	−0.179	−0.065	0.014	0.025	−0.102	0.009	−0.145	−0.003	−0.133	0.020	0.002
8.0	−0.003	−0.291	−0.018	−0.180	−0.022	−0.199	−0.083	0.032	0.029	−0.111	0.013	−0.164	−0.002	−0.178	0.033	0.004
9.0	−0.009	−0.319	−0.025	−0.189	−0.033	−0.219	−0.105	0.050	0.038	−0.114	0.019	−0.180	−0.002	−0.229	0.046	0.003
10.0	−0.024	−0.348	−0.035	−0.196	−0.048	−0.242	−0.126	0.068	0.041	−0.120	0.027	−0.195	0.020	−0.286	0.054	0.004
11.0	−0.025	−0.381	−0.043	−0.205	−0.063	−0.263	−0.146	0.090	0.047	−0.124	0.040	−0.209	0.036	−0.343	0.058	0.012
12.0	−0.026	−0.416	−0.051	−0.211	−0.079	−0.283	−0.162	0.115	0.046	−0.123	0.048	−0.217	0.066	−0.401	0.068	0.024
13.0	−0.036	−0.441	−0.058	−0.224	−0.098	−0.303	−0.178	0.145	0.049	−0.123	0.052	−0.227	0.098	−0.453	0.082	0.045
14.0	−0.041	−0.466	−0.066	−0.238	−0.113	−0.324	−0.194	0.174	0.045	−0.128	0.039	−0.236	0.136	−0.508	0.094	0.064
15.0	−0.044	−0.484	−0.071	−0.248	−0.124	−0.342	−0.211	0.204	0.047	−0.136	0.056	−0.244	0.174	−0.557	0.103	0.087
16.0	−0.049	−0.500	−0.073	−0.259	−0.137	−0.359	−0.228	0.236	0.053	−0.143	0.066	−0.255	0.209	−0.601	0.114	0.113
17.0	−0.057	−0.512	−0.083	−0.270	−0.150	−0.375	−0.244	0.268	0.052	−0.147	0.077	−0.266	0.248	−0.642	0.127	0.144
18.0	−0.060	−0.517	−0.091	−0.283	−0.161	−0.394	−0.262	0.301	0.051	−0.149	0.088	−0.276	0.287	−0.681	0.143	0.179
19.0	−0.063	−0.522	−0.097	−0.292	−0.173	−0.415	−0.277	0.334	0.048	−0.152	0.100	−0.288	0.327	−0.721	0.165	0.217
20.0	−0.062	−0.526	−0.104	−0.304	−0.186	−0.431	−0.293	0.385	0.037	−0.154	0.105	−0.303	0.369	−0.760	0.179	0.256
21.0	−0.063	−0.527	−0.108	−0.311	−0.199	−0.445	−0.307	0.452	0.031	−0.159	0.114	−0.319	0.407	−0.796	0.194	0.298
22.0	−0.064	−0.527	−0.107	−0.306	−0.213	−0.460	−0.325	0.500	0.025	−0.160	0.123	−0.332	0.445	−0.832	0.215	0.346
23.0	−0.061	−0.521	−0.087	−0.297	−0.222	−0.469	−0.343	0.540	0.020	−0.161	0.122	−0.348	0.487	−0.867	0.236	0.390
24.0	−0.062	−0.514	−0.103	−0.321	−0.226	−0.459	−0.375	0.599	0.014	−0.160	0.120	−0.362	0.530	−0.905	0.256	0.428
25.0	−0.057	−0.506	−0.113	−0.344	−0.225	−0.505	−0.410	0.661	0.004	−0.159	0.126	−0.390	0.569	−0.942	0.278	0.471
26.0	−0.047	−0.496	−0.122	−0.357	−0.237	−0.539	−0.438	0.707	0.001	−0.158	0.134	−0.420	0.608	−0.980	0.303	0.520
27.0	−0.037	−0.484	−0.125	−0.367	−0.240	−0.552	−0.463	0.747	−0.007	−0.154	0.140	−0.439	0.648	−1.019	0.331	0.562
28.0	−0.025	−0.469	−0.129	−0.377	−0.243	−0.567	−0.492	0.796	−0.013	−0.153	0.149	−0.452	0.695	−1.060	0.358	0.596
29.0	−0.020	−0.452	−0.130	−0.390	−0.246	−0.586	−0.519	0.846	−0.018	−0.152	0.161	−0.464	0.741	−1.105	0.385	0.637
30.0	−0.014	−0.435	−0.134	−0.408	−0.250	−0.629	−0.547	0.896	−0.021	−0.149	0.170	−0.460	0.787	−1.152	0.413	0.679
31.0	−0.024	−0.414	−0.137	−0.418	−0.250	−0.664	−0.572	0.944	−0.030	−0.145	0.172	−0.454	0.834	−1.194	0.451	0.727
32.0	−0.029	−0.392	−0.135	−0.426	−0.249	−0.692	−0.596	0.994	−0.034	−0.139	0.179	−0.481	0.873	−1.249	0.487	0.774
33.0	−0.030	−0.365	−0.134	−0.436	−0.245	−0.718	−0.620	1.043	−0.027	−0.128	0.184	−0.498	0.933	−1.309	0.526	0.817
34.0	−0.036	−0.342	−0.132	−0.447	−0.240	−0.747	−0.643	1.085	−0.021	−0.111	0.191	−0.504	0.993	−1.367	0.562	0.858
35.0	−0.044	−0.336	−0.128	−0.476	−0.240	−0.775	−0.667	1.127	−0.020	−0.073	0.197	−0.511	1.050	−1.416	0.599	0.908
36.0	−0.052	−0.332	−0.131	−0.531	−0.237	−0.805	−0.694	1.168	−0.001	−0.088	0.207	−0.520	1.111	−1.455	0.633	0.971
37.0	−0.055	−0.327	−0.125	−0.554	−0.235	−0.835	−0.718	1.209	0.011	−0.080	0.213	−0.530	1.165	−1.498	0.677	1.032
38.0	−0.061	−0.333	−0.126	−0.575	−0.230	−0.865	−0.741	1.250	0.016	−0.058	0.216	−0.538	1.217	−1.531	0.714	1.061
39.0	−0.066	−0.341	−0.122	−0.604	−0.223	−0.896	−0.762	1.291	0.016	−0.030	0.222	−0.547	1.271	−1.579	0.743	1.100
40.0	−0.070	−0.345	−0.111	−0.638	−0.223	−0.933	−0.785	1.331	0.008	−0.016	0.227	−0.555	1.327	−1.629	0.788	1.146
41.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.227	−0.557	1.386	−1.647	0.822	1.192

滝坂地すべり　ー　松阪工区　W-8集水井

	No.1		No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0～49	データ不明													
50.0	0.130	-0.665	-0.430	-0.670	0.400	-0.419	0.380	-0.267	-0.180	-0.264	0.300	-0.224	0.820	0.103

滝坂地すべり　ー　松阪工区　W-10集水井

	No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0～49	データ不明											
50.0	0.590	1.635	0.860	0.146	0.150	0.682	-0.890	0.213	-0.270	-0.060	0.300	0.245

滝坂地すべり　ー　沼田工区　W-2集水井

	No.1		No.4		No.6		No.8		No.9		No.11	
深度(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0～69	データ不明											
70.0	0.370	0.217	-0.340	1.018	1.290	0.828	0.270	1.048	-0.230	0.688	1.040	0.427

滝坂地すべり　ー　沼田工区　W-4集水井

	No.1		No.2		No.5		No.8	
深度(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0～79	データ不明							
80.0	2.170	1.597	2.320	3.097	-0.820	0.353	0.400	0.959

滝坂地すべり　ー　大石出口　W-3集水井

	No.8		No.10	
深度(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)	水平誤差(m)	鉛直誤差(m)
0～79	データ不明			
80.0	1.740	-0.222	-0.270	1.811

譲原地すべり　－　下久保地区（C-1）　WB-1集水井上段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		No.6	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.036	0.022	0.059	0.014	0.029	0.078	0.032	0.098	0.007	0.075	0.021
2.0	0.000	0.034	0.045	0.054	0.028	0.015	0.155	0.007	0.195	0.002	0.149	0.017
3.0	0.000	0.034	0.067	0.053	0.041	0.012	0.233	-0.008	0.293	0.007	0.224	0.010
4.0	0.000	0.033	0.090	0.073	0.055	0.027	0.261	0.003	0.335	0.020	0.267	0.007
5.0	0.000	0.047	0.090	0.099	0.055	0.049	0.261	0.018	0.335	0.039	0.267	0.023
6.0	-0.007	0.058	0.060	0.128	0.036	0.066	0.235	0.031	0.332	0.063	0.238	0.028
7.0	-0.003	0.078	0.034	0.157	0.017	0.083	0.195	0.055	0.313	0.088	0.190	0.040
8.0	-0.010	0.094	0.010	0.188	-0.001	0.101	0.155	0.067	0.277	0.113	0.141	0.053
9.0	-0.016	0.109	-0.033	0.226	-0.027	0.129	0.114	0.077	0.250	0.143	0.079	0.066
10.0	-0.026	0.118	-0.071	0.268	-0.064	0.163	0.069	0.095	0.214	0.167	0.003	0.085
11.0	-0.031	0.137	-0.110	0.310	-0.098	0.183	0.010	0.134	0.179	0.192	-0.080	0.109
12.0	-0.041	0.157	-0.136	0.357	-0.139	0.208	-0.034	0.161	0.144	0.219	-0.163	0.134
13.0	-0.056	0.173	-0.179	0.403	-0.182	0.244	-0.086	0.188	0.104	0.252	-0.239	0.157
14.0	-0.068	0.193	-0.208	0.446	-0.221	0.287	-0.144	0.201	0.061	0.285	-0.329	0.171
15.0	-0.089	0.213	-0.236	0.489	-0.264	0.331	-0.207	0.236	0.010	0.332	-0.427	0.193
16.0	-0.103	0.234	-0.261	0.548	-0.305	0.376	-0.280	0.280	-0.042	0.373	-0.519	0.229
17.0	-0.115	0.262	-0.294	0.610	-0.343	0.428	-0.344	0.327	-0.099	0.408	-0.614	0.261
18.0	-0.133	0.293	-0.327	0.665	-0.380	0.483	-0.411	0.386	-0.148	0.456	-0.707	0.283
19.0	-0.141	0.329	-0.370	0.721	-0.407	0.549	-0.479	0.444	-0.193	0.505	-0.807	0.314
20.0	-0.149	0.373	-0.399	0.778	-0.432	0.615	-0.540	0.466	-0.268	0.524	-0.901	0.347
21.0	-0.158	0.419	-0.433	0.842	-0.476	0.653	-0.607	0.523	-0.334	0.549	-0.990	0.379
22.0	-0.169	0.455	-0.471	0.909	-0.503	0.698	-0.671	0.564	-0.389	0.581	-1.093	0.417
23.0	-0.168	0.497	-0.500	0.987	-0.549	0.749	-0.735	0.605	-0.437	0.611	-1.187	0.454
24.0	-0.162	0.543	-0.548	1.044	-0.584	0.797	-0.806	0.644	-0.493	0.642	-1.265	0.482
25.0	-0.176	0.587	-0.581	1.122	-0.617	0.854	-0.875	0.684	-0.549	0.675	-1.364	0.514
26.0	-0.202	0.629	-0.617	1.179	-0.651	0.911	-0.931	0.721	-0.597	0.702	-1.450	0.532
27.0	-0.203	0.682	-0.652	1.242	-0.692	0.971	-1.008	0.770	-0.646	0.731	-1.535	0.561
28.0	-0.230	0.718	-0.689	1.313	-0.738	1.039	-1.084	0.810	-0.693	0.751	-1.621	0.580
29.0	-0.235	0.762	-0.728	1.378	-0.780	1.107	-1.123	0.840	-0.739	0.776	-1.701	0.610
30.0	-0.247	0.792	-0.768	1.442	-0.818	1.171	-1.171	0.875	-0.782	0.799	-1.784	0.623
31.0	-0.244	0.832	-0.803	1.516	-0.854	1.237	-1.223	0.911	-0.826	0.823	-1.875	0.645
32.0	-0.250	0.871	-0.853	1.580	-0.889	1.302	-1.268	0.950	-0.874	0.841	-1.953	0.664
33.0	-0.259	0.911	-0.890	1.633	-0.921	1.367	-1.309	0.986	-0.919	0.862	-2.022	0.680
34.0	-0.277	0.952	-0.930	1.701	-0.966	1.444	-1.361	1.018	-0.959	0.884	-2.089	0.688
35.0	-0.279	0.994	-0.966	1.781	-1.003	1.518	-1.402	1.053	-0.986	0.904	-2.160	0.698
36.0	-0.280	1.035	-1.003	1.862	-1.035	1.572	-1.449	1.081	-1.020	0.921	-2.224	0.711
37.0	-0.285	1.079	-1.046	1.938	-1.061	1.641	-1.495	1.116	-1.054	0.935	-2.289	0.717
38.0	-0.292	1.115	-1.086	2.015	-1.078	1.702	-1.544	1.148	-1.088	0.943	-2.360	0.717
39.0	-0.278	1.176	-1.118	2.100	-1.101	1.767	-1.580	1.176	-1.110	0.952	-2.435	0.720
40.0	-0.279	1.232	-1.160	2.179	-1.120	1.832	-1.629	1.211	-1.146	0.952	-2.504	0.718
41.0	-0.267	1.285	-1.188	2.263	-1.145	1.893	-1.675	1.241	-1.179	0.954	-2.584	0.715

礒原地すべり　ー　下久保地区（C-1）　WB-1集水井上段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		No.6	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.267	1.345	-1.224	2.340	-1.168	1.952	-1.720	1.264	-1.214	0.956	-2.657	0.707
43.0	-0.259	1.408	-1.253	2.426	-1.190	2.013	-1.755	1.290	-1.237	0.954	-2.725	0.704
44.0	-0.266	1.475	-1.275	2.507	-1.201	2.076	-1.787	1.315	-1.259	0.942	-2.797	0.696
45.0	-0.271	1.542	-1.301	2.593	-1.217	2.142	-1.822	1.341	-1.280	0.934	-2.857	0.688
46.0	-0.283	1.622	-1.323	2.678	-1.227	2.205	-1.856	1.367	-1.305	0.914	-2.924	0.682
47.0	-0.297	1.697	-1.347	2.766	-1.228	2.266	-1.878	1.387	-1.327	0.901	-2.990	0.671
48.0	-0.305	1.784	-1.379	2.855	-1.235	2.322	-1.907	1.400	-1.345	0.881	-3.045	0.652
49.0	-0.309	1.856	-1.413	2.939	-1.247	2.378	-1.938	1.422	-1.353	0.863	-3.103	0.636
50.0	-0.320	1.923	-1.438	3.017	-1.263	2.430	-1.956	1.444	-1.357	0.853	-3.161	0.617
51.0	-0.346	2.014	-1.463	3.096	-1.278	2.485	-1.965	1.469	-1.358	0.826	-3.222	0.611
52.0	-0.376	2.127	-1.497	3.181	-1.296	2.547	-1.974	1.503	-1.362	0.794	-3.288	0.616

譲原地すべり　ー　下久保地区（C-1）　WB-1集水井上段

	No. 8		No. 9		No. 10		No. 11		No. 12	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	-0.006	0.017	0.000	0.003	0.000	0.030	-0.031	0.014	-0.210	0.040
2.0	-0.011	0.006	0.000	0.015	0.000	0.026	-0.063	0.008	-0.419	0.061
3.0	-0.017	0.002	0.000	0.020	0.000	0.044	-0.094	0.011	-0.506	0.075
4.0	-0.023	0.010	0.000	0.038	0.000	0.066	-0.125	0.025	-0.528	0.099
5.0	-0.023	0.015	0.000	0.057	0.000	0.082	-0.125	0.041	-0.528	0.128
6.0	-0.027	0.016	0.010	0.079	0.010	0.110	-0.103	0.052	-0.518	0.165
7.0	-0.042	0.025	0.024	0.098	0.029	0.144	-0.072	0.067	-0.496	0.193
8.0	-0.060	0.034	0.031	0.132	0.064	0.183	-0.029	0.086	-0.465	0.224
9.0	-0.074	0.044	0.041	0.161	0.091	0.220	0.018	0.101	-0.429	0.256
10.0	-0.094	0.056	0.051	0.189	0.128	0.254	0.066	0.116	-0.391	0.295
11.0	-0.116	0.072	0.052	0.221	0.152	0.290	0.118	0.130	-0.354	0.342
12.0	-0.138	0.087	0.047	0.272	0.190	0.326	0.168	0.146	-0.318	0.388
13.0	-0.165	0.114	0.049	0.310	0.232	0.364	0.218	0.157	-0.280	0.434
14.0	-0.192	0.155	0.049	0.341	0.277	0.393	0.262	0.172	-0.239	0.478
15.0	-0.210	0.171	0.054	0.387	0.322	0.431	0.316	0.194	-0.198	0.525
16.0	-0.237	0.160	0.065	0.426	0.371	0.482	0.371	0.211	-0.149	0.572
17.0	-0.263	0.173	0.070	0.456	0.395	0.528	0.424	0.230	-0.108	0.618
18.0	-0.288	0.188	0.065	0.483	0.425	0.561	0.482	0.238	-0.076	0.674
19.0	-0.316	0.206	0.060	0.541	0.449	0.616	0.533	0.254	-0.024	0.728
20.0	-0.327	0.214	0.084	0.553	0.465	0.681	0.579	0.275	0.016	0.781
21.0	-0.333	0.221	0.109	0.562	0.481	0.762	0.626	0.287	0.060	0.836
22.0	-0.353	0.235	0.107	0.596	0.498	0.804	0.673	0.308	0.099	0.888
23.0	-0.376	0.245	0.110	0.640	0.515	0.847	0.728	0.325	0.150	0.947
24.0	-0.400	0.250	0.111	0.683	0.532	0.897	0.773	0.344	0.198	1.008
25.0	-0.424	0.250	0.129	0.709	0.549	0.962	0.826	0.361	0.240	1.069
26.0	-0.451	0.249	0.148	0.755	0.567	1.031	0.885	0.384	0.288	1.133
27.0	-0.474	0.247	0.136	0.800	0.586	1.104	0.943	0.406	0.331	1.194
28.0	-0.491	0.240	0.125	0.880	0.604	1.179	1.000	0.438	0.368	1.255
29.0	-0.511	0.234	0.130	0.940	0.623	1.264	1.053	0.467	0.413	1.321
30.0	-0.533	0.223	0.138	1.012	0.643	1.346	1.106	0.505	0.460	1.400
31.0	-0.554	0.213	0.147	1.064	0.662	1.437	1.146	0.540	0.506	1.477
32.0	-0.576	0.202	0.161	1.099	0.682	1.539	1.191	0.568	0.554	1.550
33.0	-0.595	0.193	0.175	1.142	0.703	1.635	1.237	0.607	0.597	1.627
34.0	-0.597	0.188	0.189	1.172	0.724	1.729	1.282	0.648	0.645	1.714
35.0	-0.615	0.180	0.205	1.200	0.745	1.826	1.325	0.686	0.696	1.801
36.0	-0.622	0.164	0.222	1.240	0.766	1.919	1.367	0.731	0.732	1.883
37.0	-0.627	0.150	0.236	1.278	0.788	2.018	1.404	0.778	0.771	1.979
38.0	-0.633	0.141	0.253	1.308	0.810	2.113	1.443	0.827	0.813	2.067
39.0	-0.640	0.128	0.275	1.348	0.833	2.217	1.479	0.877	0.857	2.165
40.0	-0.647	0.113	0.299	1.400	0.856	2.326	1.522	0.921	0.906	2.261
41.0	-0.660	0.101	0.312	1.423	0.879	2.447	1.566	0.973	0.950	2.358

礒原地すべり　ー　下久保地区（C-1）　WB-1集水井上段

	No.8		No.9		No.10		No.11		No.12	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.681	0.092	0.332	1.459	0.903	2.580	1.605	1.033	0.987	2.464
43.0	-0.692	0.081	0.341	1.511	0.927	2.715	1.636	1.092	1.031	2.565
44.0	-0.702	0.071	0.345	1.572	0.951	2.842	1.673	1.162	1.075	2.668
45.0	-0.711	0.060	0.351	1.626	0.976	2.966	1.704	1.234	1.115	2.770
46.0	-0.723	0.043	0.354	1.675	1.001	3.073	1.735	1.288	1.160	2.885
47.0	-0.741	0.026	0.362	1.727	1.026	3.183	1.762	1.365	1.196	2.991
48.0	-0.762	0.010	0.362	1.785	1.052	3.285	1.791	1.438	1.232	3.102
49.0	-0.764	0.000	0.371	1.839	1.078	3.401	1.825	1.520	1.259	3.214
50.0	-0.777	0.004	0.394	1.898	1.104	3.506	1.858	1.610	1.295	3.359
51.0	-0.794	-0.004	0.406	1.963	1.131	3.614	1.889	1.686	1.355	3.491
52.0	-0.807	-0.009	0.415	2.034	1.170	3.720	1.933	1.774	1.386	3.606

譲原地すべり　ー　下久保地区（C-1）　WB-1集水井下段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5		No.6	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	−0.008	0.000	−0.010	0.000	−0.007	0.000	−0.001	0.038	−0.002	0.244	−0.015
2.0	0.000	−0.013	0.000	−0.024	0.000	−0.016	0.000	−0.012	0.076	−0.008	0.487	−0.017
3.0	0.000	−0.003	0.000	−0.022	0.000	−0.015	0.000	−0.009	0.114	−0.005	0.602	−0.018
4.0	0.000	−0.001	0.000	−0.016	0.000	−0.017	0.000	−0.012	0.152	−0.016	0.654	−0.039
5.0	0.000	0.000	0.000	−0.027	0.000	−0.018	0.000	−0.016	0.152	−0.019	0.654	−0.047
6.0	0.000	0.005	−0.035	−0.025	−0.014	−0.020	0.000	−0.021	0.130	−0.018	0.636	−0.050
7.0	0.002	0.011	−0.068	−0.023	−0.030	−0.028	0.003	−0.028	0.088	−0.024	0.605	−0.065
8.0	0.007	0.015	−0.101	−0.019	−0.070	−0.035	0.001	−0.029	0.039	−0.026	0.563	−0.083
9.0	0.019	0.013	−0.134	−0.028	−0.097	−0.041	−0.031	−0.033	−0.020	−0.033	0.518	−0.100
10.0	0.017	0.018	−0.165	−0.041	−0.128	−0.053	−0.071	−0.037	−0.087	−0.044	0.459	−0.122
11.0	0.018	0.028	−0.215	−0.044	−0.167	−0.060	−0.111	−0.043	−0.167	−0.052	0.392	−0.148
12.0	0.011	0.041	−0.266	−0.048	−0.211	−0.063	−0.160	−0.056	−0.244	−0.072	0.330	−0.187
13.0	0.006	0.045	−0.321	−0.051	−0.254	−0.053	−0.216	−0.067	−0.328	−0.086	0.252	−0.215
14.0	−0.006	0.061	−0.368	−0.058	−0.306	−0.038	−0.256	−0.083	−0.411	−0.099	0.165	−0.250
15.0	0.005	0.072	−0.412	−0.052	−0.348	−0.044	−0.308	−0.095	−0.499	−0.108	0.083	−0.290
16.0	0.012	0.086	−0.465	−0.051	−0.391	−0.051	−0.365	−0.111	−0.591	−0.134	0.000	−0.340
17.0	0.012	0.098	−0.512	−0.041	−0.428	−0.050	−0.419	−0.126	−0.689	−0.150	−0.069	−0.387
18.0	0.018	0.114	−0.556	−0.029	−0.487	−0.057	−0.469	−0.145	−0.783	−0.178	−0.158	−0.439
19.0	0.032	0.125	−0.609	−0.018	−0.549	−0.061	−0.529	−0.161	−0.869	−0.205	−0.248	−0.485
20.0	0.047	0.142	−0.655	−0.008	−0.607	−0.081	−0.582	−0.186	−0.956	−0.235	−0.337	−0.539
21.0	0.058	0.158	−0.706	0.004	−0.669	−0.108	−0.633	−0.207	−1.048	−0.269	−0.438	−0.584
22.0	0.068	0.181	−0.767	0.013	−0.735	−0.146	−0.688	−0.228	−1.132	−0.297	−0.524	−0.636
23.0	0.077	0.203	−0.828	0.024	−0.805	−0.180	−0.742	−0.243	−1.208	−0.337	−0.615	−0.684
24.0	0.085	0.231	−0.892	0.036	−0.876	−0.211	−0.796	−0.264	−1.281	−0.381	−0.707	−0.729
25.0	0.080	0.262	−0.951	0.046	−0.936	−0.240	−0.844	−0.283	−1.370	−0.421	−0.801	−0.780
26.0	0.089	0.290	−1.009	0.051	−0.985	−0.278	−0.898	−0.304	−1.448	−0.451	−0.896	−0.827
27.0	0.098	0.320	−1.066	0.062	−1.025	−0.315	−0.947	−0.325	−1.520	−0.491	−0.982	−0.870
28.0	0.097	0.349	−1.126	0.071	−1.061	−0.349	−0.996	−0.355	−1.604	−0.535	−1.065	−0.915
29.0	0.097	0.378	−1.190	0.083	−1.097	−0.400	−1.037	−0.384	−1.683	−0.575	−1.154	−0.955
30.0	0.101	0.409	−1.260	0.097	−1.130	−0.450	−1.072	−0.401	−1.753	−0.612	−1.247	−0.989
31.0	0.108	0.459	−1.317	0.120	−1.160	−0.489	−1.115	−0.431	−1.826	−0.650	−1.335	−1.032
32.0	—	—	−1.370	0.161	−1.187	−0.517	−1.151	−0.455	−1.893	−0.694	−1.423	−1.072

譲原地すべり　ー　下久保地区（C-1）　WB-1集水井下段

	No.7		No.8		No.9		No.10		No.11		No.12	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.092	−0.006	0.090	0.009	0.016	−0.001	0.000	0.003	−0.005	0.008	−0.022	0.030
2.0	0.184	−0.007	0.179	0.006	0.032	0.001	0.000	−0.004	−0.011	0.020	−0.044	0.049
3.0	0.275	−0.001	0.269	0.008	0.048	0.007	0.000	0.006	−0.016	0.033	−0.066	0.072
4.0	0.295	0.004	0.299	0.012	0.064	0.012	0.000	0.001	−0.022	0.046	−0.088	0.092
5.0	0.295	0.005	0.299	0.023	0.064	0.018	0.000	0.006	−0.022	0.061	−0.088	0.117
6.0	0.293	−0.011	0.290	0.025	0.055	0.022	−0.003	0.008	−0.030	0.074	−0.096	0.140
7.0	0.264	−0.019	0.262	0.032	0.037	0.026	−0.013	0.013	−0.040	0.089	−0.116	0.164
8.0	0.219	−0.032	0.223	0.029	0.007	0.030	−0.031	0.022	−0.056	0.098	−0.117	0.188
9.0	0.157	−0.049	0.176	0.034	−0.022	0.031	−0.045	0.023	−0.078	0.112	−0.124	0.213
10.0	0.085	−0.065	0.126	0.031	−0.071	0.036	−0.061	0.027	−0.088	0.120	−0.149	0.244
11.0	0.016	−0.082	0.075	0.032	−0.121	0.044	−0.086	0.024	−0.098	0.135	−0.180	0.270
12.0	−0.049	−0.116	0.023	0.034	−0.172	0.038	−0.108	0.021	−0.111	0.147	−0.191	0.298
13.0	−0.114	−0.144	−0.041	0.033	−0.219	0.043	−0.132	0.019	−0.130	0.157	−0.211	0.325
14.0	−0.196	−0.176	−0.108	0.026	−0.264	0.040	−0.161	0.015	−0.160	0.167	−0.246	0.364
15.0	−0.273	−0.207	−0.181	0.020	−0.315	0.040	−0.184	0.014	−0.176	0.179	−0.257	0.406
16.0	−0.350	−0.240	−0.242	0.005	−0.364	0.044	−0.209	0.012	−0.186	0.187	−0.264	0.441
17.0	−0.417	−0.275	−0.305	0.000	−0.416	0.044	−0.250	0.008	−0.204	0.196	−0.289	0.468
18.0	−0.494	−0.317	−0.364	−0.009	−0.473	0.047	−0.285	0.004	−0.230	0.204	−0.312	0.498
19.0	−0.573	−0.358	−0.426	−0.015	−0.527	0.050	−0.314	−0.003	−0.258	0.211	−0.337	0.533
20.0	−0.656	−0.402	−0.491	−0.031	−0.588	0.052	−0.346	−0.021	−0.284	0.208	−0.360	0.573
21.0	−0.730	−0.446	−0.552	−0.037	−0.650	0.055	−0.377	−0.030	−0.314	0.208	−0.380	0.622
22.0	−0.818	−0.494	−0.609	−0.047	−0.709	0.053	−0.408	−0.041	−0.351	0.220	−0.414	0.662
23.0	−0.907	−0.537	−0.674	−0.061	−0.758	0.049	−0.449	−0.046	−0.379	0.231	−0.434	0.699
24.0	−0.983	−0.582	−0.738	−0.077	−0.816	0.045	−0.493	−0.045	−0.400	0.224	−0.458	0.733
25.0	−1.056	−0.634	−0.808	−0.090	−0.881	0.042	−0.526	−0.051	−0.436	0.217	−0.487	0.778
26.0	−1.135	−0.685	−0.867	−0.112	−0.940	0.047	−0.565	−0.055	−0.477	0.216	−0.514	0.841
27.0	−1.206	−0.740	−0.927	−0.129	−1.004	0.047	−0.606	−0.064	−0.518	0.226	−0.543	0.892
28.0	−1.297	−0.796	−0.997	−0.151	−1.060	0.038	−0.647	−0.080	−0.558	0.231	−0.571	0.941
29.0	−1.371	−0.847	−1.053	−0.168	−1.113	0.040	−0.690	−0.087	−0.602	0.246	−0.602	0.976
30.0	−1.445	−0.905	−1.118	−0.196	−1.172	0.041	−0.736	−0.093	−0.647	0.260	−0.622	1.031
31.0	−1.516	−0.954	−1.189	−0.211	−1.243	0.050	−0.777	−0.092	−0.688	0.275	−0.613	1.087
32.0	−1.583	−0.990	−1.256	−0.214	−1.305	0.072	−0.810	−0.071	−0.728	0.285	−0.662	1.099

譲原地すべり　－　下久保地区（D）　DY-2

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 7	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	−0.007	−0.012	−0.013	0.008	0.008	−0.044	0.001	−0.017	0.025	0.019	0.040
2.0	0.000	0.005	−0.023	−0.006	0.017	−0.009	−0.092	−0.047	−0.016	−0.006	0.057	0.032
3.0	0.000	0.006	−0.035	−0.004	0.025	−0.022	−0.092	−0.071	0.045	−0.036	0.074	0.010
4.0	0.000	−0.120	−0.047	−0.002	0.033	−0.022	−0.092	−0.086	0.079	−0.049	0.080	−0.026
5.0	0.000	−0.114	−0.047	−0.004	0.033	−0.013	−0.092	−0.105	0.079	−0.067	0.080	−0.072
6.0	−0.001	−0.097	−0.044	0.003	0.028	0.006	−0.094	−0.126	0.070	−0.080	0.081	−0.109
7.0	−0.010	−0.079	−0.047	0.010	0.022	0.024	−0.101	−0.147	0.062	−0.087	0.079	−0.143
8.0	−0.017	−0.077	−0.043	0.027	0.014	0.042	−0.116	−0.167	0.049	−0.100	0.076	−0.182
9.0	−0.020	−0.070	−0.051	0.038	0.005	0.047	−0.131	−0.187	0.041	−0.129	0.072	−0.233
10.0	−0.027	−0.058	−0.043	0.045	−0.002	0.054	−0.141	−0.205	0.027	−0.165	0.069	−0.288
11.0	−0.030	−0.057	−0.026	0.041	−0.008	0.074	−0.147	−0.223	0.005	−0.200	0.070	−0.331
12.0	−0.036	−0.055	−0.008	0.033	−0.015	0.094	−0.157	−0.246	−0.020	−0.238	0.070	−0.376
13.0	−0.046	−0.045	0.003	0.026	−0.023	0.103	−0.162	−0.263	−0.043	−0.270	0.074	−0.424
14.0	−0.059	−0.027	0.022	0.028	−0.036	0.108	−0.167	−0.286	−0.066	−0.304	0.080	−0.470
15.0	−0.071	−0.005	0.023	0.028	−0.049	0.113	−0.168	−0.315	−0.087	−0.340	0.086	−0.511
16.0	−0.086	0.019	0.023	0.023	−0.058	0.125	−0.170	−0.336	−0.109	−0.371	0.087	−0.558
17.0	−0.093	0.037	0.020	0.021	−0.068	0.146	−0.177	−0.360	−0.132	−0.408	0.092	−0.605
18.0	−0.102	0.048	0.023	0.021	−0.079	0.164	−0.191	−0.379	−0.153	−0.456	0.103	−0.650
19.0	−0.113	0.057	0.026	0.024	−0.088	0.182	−0.206	−0.411	−0.169	−0.494	0.115	−0.695
20.0	−0.121	0.069	0.034	0.027	−0.097	0.197	−0.222	−0.439	−0.181	−0.540	0.128	−0.746
21.0	−0.133	0.088	0.039	0.028	−0.105	0.211	−0.236	−0.469	−0.201	−0.578	0.148	−0.794
22.0	−0.137	0.101	0.048	0.022	−0.113	0.225	−0.253	−0.494	−0.221	−0.620	0.175	−0.841
23.0	−0.140	0.112	0.069	0.021	−0.121	0.241	−0.270	−0.530	−0.245	−0.666	0.200	−0.888
24.0	−0.138	0.123	0.091	0.020	−0.129	0.251	−0.287	−0.562	−0.259	−0.713	0.221	−0.938
25.0	−0.140	0.135	0.109	0.020	−0.139	0.262	−0.300	−0.593	−0.273	−0.765	0.240	−0.985
26.0	−0.148	0.147	0.118	0.019	−0.148	0.275	−0.314	−0.622	−0.288	−0.817	0.260	−1.034
27.0	−0.167	0.159	0.119	0.020	−0.155	0.291	−0.327	−0.661	−0.302	−0.862	0.278	−1.079
28.0	−0.184	0.176	0.124	0.017	−0.170	0.304	−0.338	−0.697	−0.312	−0.912	0.298	−1.125
29.0	−0.203	0.200	0.129	0.016	−0.182	0.316	−0.349	−0.733	−0.319	−0.962	0.325	−1.169
30.0	−0.217	0.221	0.132	0.018	−0.190	0.332	−0.363	−0.766	−0.325	−1.009	0.358	−1.210
31.0	−0.228	0.251	0.133	0.020	−0.195	0.349	−0.375	−0.808	−0.330	−1.056	0.392	−1.253
32.0	−0.229	0.281	0.136	0.016	−0.199	0.361	−0.384	−0.846	−0.335	−1.100	0.411	−1.306
33.0	−0.226	0.302	0.136	0.013	−0.204	0.373	−0.397	−0.885	−0.338	−1.146	0.428	−1.356
34.0	−0.221	0.326	0.136	0.011	−0.212	0.388	−0.408	−0.917	−0.340	−1.192	0.446	−1.407
35.0	−0.215	0.347	0.140	0.013	−0.217	0.404	−0.415	−0.963	−0.340	−1.228	0.463	−1.456
36.0	−0.210	0.370	0.141	0.007	−0.221	0.413	−0.424	−1.005	−0.344	−1.272	0.474	−1.506
37.0	−0.205	0.392	0.144	0.001	−0.220	0.425	−0.430	−1.044	−0.345	−1.315	0.492	−1.558
38.0	−0.201	0.417	0.145	−0.005	−0.217	0.441	−0.436	−1.082	−0.340	−1.358	0.515	−1.610
39.0	−0.194	0.449	0.151	−0.012	−0.213	0.463	−0.442	−1.129	−0.331	−1.395	0.538	−1.659
40.0	−0.192	0.470	0.161	−0.023	−0.210	0.475	−0.447	−1.185	−0.323	−1.438	0.552	−1.714
41.0	−0.190	0.492	0.172	−0.032	−0.209	0.490	−0.448	−1.226	−0.317	−1.480	0.564	−1.770

礒原地すべり　ー　下久保地区（D）　DY-2

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 7	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.190	0.519	0.184	-0.043	-0.205	0.505	-0.446	-1.265	-0.311	-1.520	0.578	-1.824
43.0	-0.181	0.553	0.205	-0.048	-0.197	0.523	-0.439	-1.301	-0.306	-1.561	0.599	-1.876
44.0	-0.172	0.578	0.229	-0.052	-0.186	0.538	-0.433	-1.331	-0.300	-1.603	0.619	-1.931
45.0	-0.163	0.610	0.259	-0.043	-0.174	0.556	-0.436	-1.348	-0.294	-1.645	0.644	-1.987
46.0	-0.154	0.633	0.297	-0.047	-0.162	0.572	-0.445	-1.378	-0.287	-1.689	0.663	-2.045
47.0	-0.148	0.662	0.336	-0.038	-0.154	0.593	-0.426	-1.418	-0.276	-1.726	0.687	-2.098
48.0	-0.133	0.688	0.395	-0.032	-0.142	0.607	-0.402	-1.451	-0.266	-1.772	0.702	-2.157
49.0	-0.120	0.717	0.464	-0.031	-0.136	0.631	-0.387	-1.487	-0.254	-1.822	0.719	-2.214
50.0	-0.108	0.751	0.533	-0.025	-0.131	0.678	-0.376	-1.521	-0.242	-1.868	0.730	-2.267
51.0	-0.100	0.800	0.601	-0.015	-0.122	0.721	-0.365	-1.557	-0.235	-1.909	0.738	-2.303
52.0	-0.087	0.847	—	—	-0.113	0.762	-0.354	-1.592	—	—	—	—

譲原地すべり　－　下久保地区（D）　DY-3

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	-0.026	-0.003	0.046	-0.017	0.044	0.025	0.019	0.006	0.028	0.030
2.0	-0.024	-0.028	0.045	-0.007	0.038	0.027	0.193	0.030	0.021	0.044
3.0	-0.034	-0.031	0.014	-0.012	0.038	0.016	0.208	0.033	0.011	0.043
4.0	-0.109	-0.027	0.016	-0.009	0.039	0.010	0.209	0.032	0.013	0.041
5.0	-0.109	-0.017	0.016	-0.008	0.039	0.005	0.209	0.033	0.013	0.045
6.0	-0.106	-0.007	0.013	0.004	0.040	-0.006	0.211	0.037	0.007	0.050
7.0	-0.103	0.006	0.014	0.024	0.049	-0.016	0.214	0.043	0.001	0.058
8.0	-0.100	0.008	0.014	0.027	0.046	-0.022	0.205	0.046	-0.002	0.063
9.0	-0.094	0.010	0.021	0.018	0.043	-0.030	0.200	0.048	-0.003	0.069
10.0	-0.082	0.013	0.029	0.017	0.043	-0.039	0.198	0.054	-0.007	0.080
11.0	-0.076	0.022	0.039	0.022	0.053	-0.050	0.195	0.062	-0.004	0.096
12.0	-0.081	0.022	0.048	0.025	0.049	-0.066	0.193	0.069	0.012	0.101
13.0	-0.081	0.027	0.065	0.030	0.047	-0.078	0.194	0.074	0.019	0.107
14.0	-0.085	0.029	0.089	0.036	0.053	-0.089	0.205	0.076	0.026	0.113
15.0	-0.011	0.036	0.117	0.043	0.069	-0.102	0.227	0.080	0.023	0.123
16.0	-0.017	0.036	0.134	0.045	0.080	-0.116	0.242	0.082	0.020	0.131
17.0	-0.019	0.044	0.160	0.049	0.093	-0.130	0.253	0.085	0.015	0.140
18.0	-0.015	0.047	0.192	0.052	0.110	-0.145	0.268	0.087	0.010	0.151
19.0	-0.005	0.056	0.221	0.055	0.133	-0.159	0.286	0.090	0.001	0.168
20.0	0.001	0.056	0.240	0.060	0.147	-0.178	0.288	0.090	-0.010	0.184
21.0	0.019	0.066	0.262	0.065	0.164	-0.196	0.291	0.090	-0.020	0.199
22.0	0.038	0.072	0.286	0.067	0.179	-0.212	0.295	0.087	-0.026	0.210
23.0	0.057	0.081	0.309	0.073	0.197	-0.227	0.303	0.086	-0.032	0.231
24.0	0.082	0.088	0.323	0.076	0.200	-0.242	0.305	0.081	-0.036	0.245
25.0	0.108	0.099	0.339	0.086	0.213	-0.263	0.310	0.075	-0.042	0.262
26.0	0.134	0.107	0.359	0.092	0.221	-0.277	0.318	0.070	-0.049	0.280
27.0	0.162	0.118	0.384	0.097	0.230	-0.298	0.329	0.069	-0.056	0.302
28.0	0.187	0.135	0.401	0.096	0.236	-0.315	0.338	0.063	-0.058	0.323
29.0	0.219	0.153	0.417	0.101	0.241	-0.331	0.347	0.056	-0.060	0.340
30.0	0.256	0.175	0.434	0.110	0.249	-0.339	0.354	0.052	-0.067	0.355
31.0	0.284	0.196	0.454	0.118	0.254	-0.352	0.362	0.050	-0.073	0.372
32.0	0.318	0.221	0.472	0.124	0.260	-0.364	0.372	0.049	-0.072	0.395
33.0	0.351	0.247	0.491	0.129	0.263	-0.376	0.386	0.046	-0.063	0.417
34.0	0.382	0.281	0.509	0.139	0.262	-0.387	0.398	0.046	-0.050	0.435
35.0	0.408	0.313	0.524	0.147	0.271	-0.390	0.411	0.044	-0.037	0.456
36.0	0.435	0.346	0.553	0.149	0.277	-0.395	0.425	0.040	-0.024	0.475
37.0	0.458	0.383	0.579	0.153	0.297	-0.399	0.441	0.037	-0.005	0.498
38.0	0.481	0.420	0.603	0.160	0.318	-0.407	0.457	0.035	0.004	0.515
39.0	0.502	0.445	0.632	0.172	0.339	-0.401	0.470	0.034	0.010	0.528
40.0	0.527	0.471	0.678	0.183	0.354	-0.410	0.481	0.028	0.024	0.540
41.0	0.544	0.498	0.714	0.193	0.376	-0.417	0.494	0.020	0.047	0.564

礒原地すべり　－　下久保地区（D）　DY-3

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	0.566	0.525	0.751	0.200	0.401	−0.418	0.507	0.012	0.066	0.588
43.0	0.582	0.559	0.790	0.204	0.429	−0.407	0.522	0.009	0.086	0.618
44.0	0.595	0.597	0.825	0.210	0.460	−0.415	0.540	0.011	0.113	0.642
45.0	0.612	0.627	0.858	0.224	0.494	−0.412	0.566	0.009	0.139	0.670
46.0	0.631	0.650	0.891	0.244	0.520	−0.408	0.593	0.007	0.161	0.699
47.0	0.650	0.684	0.920	0.264	0.556	−0.394	0.623	0.012	0.169	0.727
48.0	0.664	0.727	0.947	0.268	0.581	−0.394	0.655	0.016	0.200	0.752
49.0	0.674	0.765	0.977	0.275	0.608	−0.394	0.688	0.016	0.226	0.786
50.0	0.688	0.792	1.010	0.296	0.633	−0.392	0.721	0.020	0.237	0.820
51.0	0.716	0.824	1.040	0.317	0.656	−0.383	0.752	0.022	0.245	0.859
52.0	—	—	1.071	0.340	0.677	−0.371	0.777	0.033	0.245	0.904

礒原地すべり　－　下久保地区（D）　DY-3

	No.6		No.7		No.8		No.9		No.10	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.010	-0.001	-0.015	-0.001	0.006	0.005	-0.039	-0.016	0.000	0.009
2.0	0.004	-0.006	0.017	-0.012	0.034	0.028	-0.017	-0.047	0.028	0.008
3.0	0.025	-0.010	0.031	-0.024	0.068	0.028	0.004	-0.079	0.049	0.006
4.0	0.035	-0.009	0.029	-0.009	0.074	0.014	-0.001	-0.102	0.058	0.001
5.0	0.035	-0.006	0.029	0.001	0.074	0.005	-0.001	-0.114	0.058	0.000
6.0	0.027	-0.003	0.028	0.004	0.078	-0.007	-0.007	-0.122	0.053	0.002
7.0	0.005	0.001	0.039	-0.006	0.085	-0.015	-0.016	-0.138	0.046	0.002
8.0	-0.016	0.003	0.043	-0.030	0.091	-0.026	-0.029	-0.155	0.034	-0.001
9.0	-0.039	0.008	0.051	-0.044	0.092	-0.038	-0.041	-0.169	0.019	-0.007
10.0	-0.059	0.019	0.061	-0.040	0.096	-0.048	-0.055	-0.180	0.009	-0.012
11.0	-0.077	0.033	0.072	-0.028	0.102	-0.056	-0.074	-0.192	0.008	-0.015
12.0	-0.095	0.033	0.065	-0.025	0.096	-0.066	-0.094	-0.199	0.004	-0.015
13.0	-0.115	0.034	0.064	-0.027	0.090	-0.080	-0.111	-0.211	-0.004	-0.020
14.0	-0.143	0.041	0.066	-0.024	0.092	-0.092	-0.129	-0.226	-0.011	-0.024
15.0	-0.167	0.047	0.071	-0.016	0.090	-0.097	-0.146	-0.237	-0.010	-0.033
16.0	-0.186	0.051	0.064	-0.010	0.089	-0.104	-0.165	-0.250	-0.009	-0.041
17.0	-0.198	0.056	0.060	-0.015	0.092	-0.113	-0.183	-0.265	-0.009	-0.047
18.0	-0.211	0.068	0.057	-0.020	0.095	-0.122	-0.201	-0.279	-0.007	-0.048
19.0	-0.219	0.078	0.064	-0.013	0.100	-0.127	-0.227	-0.291	-0.008	-0.049
20.0	-0.236	0.086	0.064	-0.012	0.108	-0.134	-0.251	-0.299	-0.007	-0.050
21.0	-0.244	0.092	0.061	-0.009	0.110	-0.142	-0.275	-0.309	-0.013	-0.049
22.0	-0.251	0.097	0.061	-0.005	0.105	-0.150	-0.299	-0.315	-0.022	-0.050
23.0	-0.254	0.104	0.066	0.003	0.095	-0.158	-0.322	-0.320	-0.024	-0.049
24.0	-0.255	0.115	0.065	0.001	0.093	-0.161	-0.349	-0.328	-0.029	-0.048
25.0	-0.274	0.126	0.064	-0.002	0.096	-0.165	-0.370	-0.336	-0.036	-0.050
26.0	-0.283	0.130	0.066	0.001	0.092	-0.167	-0.384	-0.341	-0.044	-0.050
27.0	-0.303	0.135	0.075	0.014	0.077	-0.166	-0.398	-0.347	-0.054	-0.049
28.0	-0.324	0.142	0.076	0.025	0.068	-0.170	-0.422	-0.355	-0.057	-0.048
29.0	-0.347	0.152	0.073	0.030	0.057	-0.179	-0.446	-0.364	-0.069	-0.045
30.0	-0.365	0.165	0.080	0.031	0.051	-0.185	-0.461	-0.376	-0.081	-0.045
31.0	-0.390	0.178	0.077	0.037	0.050	-0.185	-0.472	-0.383	-0.086	-0.041
32.0	-0.419	0.182	0.080	0.046	0.050	-0.188	-0.489	-0.389	-0.091	-0.027
33.0	-0.450	0.188	0.075	0.061	0.053	-0.196	-0.512	-0.398	-0.100	-0.025
34.0	-0.480	0.194	0.080	0.066	0.045	-0.199	-0.529	-0.400	-0.113	-0.022
35.0	-0.507	0.209	0.085	0.070	0.033	-0.203	-0.548	-0.401	-0.126	-0.016
36.0	-0.539	0.212	0.085	0.074	0.026	-0.209	-0.576	-0.391	-0.137	-0.006
37.0	-0.570	0.215	0.082	0.085	0.023	-0.215	-0.604	-0.389	-0.149	-0.001
38.0	-0.602	0.229	0.077	0.100	0.026	-0.218	-0.631	-0.388	-0.167	0.002
39.0	-0.629	0.241	0.073	0.115	0.024	-0.218	-0.658	-0.384	-0.183	0.006
40.0	-0.654	0.251	0.067	0.129	0.021	-0.218	-0.685	-0.380	-0.203	0.018
41.0	-0.682	0.262	0.068	0.149	0.022	-0.218	-0.711	-0.377	-0.218	0.015

礒原地すべり　－　下久保地区（D）　DY-3

	No.6		No.7		No.8		No.9		No.10	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.712	0.270	0.067	0.169	0.023	-0.219	-0.739	-0.372	-0.233	0.020
43.0	-0.738	0.284	0.060	0.195	0.030	-0.226	-0.768	-0.366	-0.249	0.027
44.0	-0.753	0.287	0.050	0.211	0.038	-0.229	-0.806	-0.352	-0.263	0.045
45.0	-0.765	0.291	0.044	0.226	0.037	-0.240	-0.843	-0.342	-0.282	0.055
46.0	-0.780	0.301	0.049	0.239	0.040	-0.240	-0.879	-0.331	-0.300	0.074
47.0	-0.793	0.320	0.056	0.254	0.045	-0.243	-0.904	-0.327	-0.317	0.091
48.0	-0.810	0.329	0.058	0.274	0.051	-0.246	-0.943	-0.309	-0.326	0.119
49.0	-0.822	0.340	0.062	0.295	0.053	-0.253	-0.983	-0.299	-0.341	0.141
50.0	-0.829	0.355	0.066	0.312	0.055	-0.260	-1.017	-0.283	-0.356	0.166
51.0	-0.841	0.387	0.065	0.327	0.055	-0.269	-1.046	-0.259	-0.374	0.189
52.0	-0.867	0.420	0.061	0.347	0.055	-0.266	-1.171	-0.319	-0.391	0.236
53.0	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.407	0.289

芋川地すべり　－　下塩谷地区　14 - 6 - 1

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.011	-0.023	0.028	0.001	0.019	0.003	0.010	-0.004
2.0	0.023	-0.037	0.056	0.006	0.039	0.011	0.019	-0.006
3.0	0.034	-0.054	0.066	0.008	0.041	0.024	0.029	-0.033
4.0	0.036	-0.061	0.070	0.014	0.038	0.030	0.028	-0.047
5.0	0.034	-0.069	0.067	0.022	0.030	0.036	0.033	-0.051
6.0	0.061	-0.078	0.076	0.032	0.016	0.052	0.035	-0.048
7.0	0.070	-0.092	0.089	0.042	0.008	0.071	0.043	-0.043
8.0	0.081	-0.104	0.103	0.048	0.002	0.084	0.046	-0.035
9.0	0.060	-0.122	0.098	0.065	-0.001	0.095	0.049	-0.029
10.0	0.057	-0.132	0.093	0.082	-0.013	0.105	0.056	-0.029
11.0	0.058	-0.144	0.087	0.103	-0.018	0.117	0.060	-0.030
12.0	0.060	-0.155	0.073	0.111	-0.018	0.126	0.061	-0.029
13.0	0.064	-0.171	0.063	0.117	-0.049	0.131	0.062	-0.030
14.0	0.061	-0.191	0.054	0.135	-0.059	0.143	0.066	-0.032
15.0	0.055	-0.205	0.044	0.157	-0.065	0.157	0.068	-0.033
16.0	0.049	-0.216	0.035	0.172	-0.065	0.165	0.062	-0.042
17.0	0.044	-0.230	0.024	0.185	-0.065	0.173	0.057	-0.047
18.0	0.039	-0.242	0.015	0.203	-0.079	0.183	0.056	-0.042
19.0	0.035	-0.253	0.009	0.222	-0.083	0.190	0.054	-0.032
20.0	0.031	-0.266	0.005	0.243	-0.087	0.198	0.048	-0.029
21.0	0.027	-0.276	-0.003	0.262	-0.098	0.205	0.051	-0.040
22.0	0.023	-0.283	-0.010	0.281	-0.109	0.213	0.056	-0.046
23.0	0.020	-0.286	-0.013	0.297	-0.115	0.224	0.060	-0.045
24.0	0.016	-0.289	-0.010	0.312	-0.111	0.234	0.052	-0.045
25.0	0.014	-0.297	-0.014	0.322	-0.108	0.251	0.042	-0.039
26.0	0.007	-0.306	-0.018	0.341	-0.120	0.259	0.035	-0.036
27.0	-0.007	-0.309	-0.018	0.361	-0.126	0.275	0.034	-0.039
28.0	-0.024	-0.306	-0.019	0.381	-0.128	0.292	0.029	-0.041
29.0	-0.038	-0.300	-0.025	0.401	-0.137	0.305	0.029	-0.047
30.0	-0.041	-0.299	-0.034	0.419	-0.152	0.321	0.033	-0.049
31.0	-0.047	-0.296	-0.041	0.441	-0.163	0.337	0.039	-0.054
32.0	-0.060	-0.291	-0.043	0.465	-0.163	0.355	0.040	-0.067
33.0	-0.074	-0.290	-0.039	0.487	-0.159	0.368	0.044	-0.081
34.0	-0.086	-0.287	-0.050	0.509	-0.167	0.386	0.045	-0.089
35.0	-0.093	-0.284	-0.056	0.532	-0.177	0.413	0.046	-0.097
36.0	-0.088	-0.282	-0.058	0.555	-0.187	0.443	0.044	-0.106
37.0	-0.081	-0.274	-0.057	0.580	-0.206	0.467	0.045	-0.114
38.0	-0.083	-0.269	-0.053	0.605	-0.219	0.492	0.050	-0.126
39.0	-0.091	-0.260	-0.053	0.630	-0.239	0.522	0.055	-0.135
40.0	-0.111	-0.245	-0.056	0.653	-0.271	0.559	0.062	-0.146
41.0	-0.121	-0.276	-0.060	0.631	-0.292	0.552	0.066	-0.190

芋川地すべり　－　下塩谷地区　14 - 6 - 2

No. 1		No. 2		No. 3	
水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.04	-0.01	-0.04	-0.02	-0.03	-0.03
-0.08	-0.02	-0.08	-0.04	-0.07	-0.05
-0.10	-0.03	-0.09	-0.06	-0.06	-0.08
-0.12	-0.04	-0.08	-0.06	-0.04	-0.10
-0.12	-0.06	-0.06	-0.07	-0.03	-0.11
-0.13	-0.07	-0.06	-0.08	-0.02	-0.11
-0.13	-0.08	-0.05	-0.10	0.00	-0.12
-0.12	-0.09	-0.03	-0.12	0.01	-0.13
-0.12	-0.10	-0.02	-0.15	0.03	-0.15
-0.13	-0.12	-0.02	-0.16	0.05	-0.17
-0.13	-0.13	-0.01	-0.18	0.07	-0.18
-0.13	-0.15	-0.01	-0.19	0.09	-0.20
-0.13	-0.16	0.00	-0.21	0.10	-0.22
-0.13	-0.18	0.00	-0.23	0.12	-0.24
-0.12	-0.21	0.01	-0.25	0.12	-0.25
-0.12	-0.23	0.02	-0.27	0.14	-0.27
-0.13	-0.25	0.02	-0.28	0.18	-0.28
-0.14	-0.28	0.03	-0.30	0.21	-0.29
-0.14	-0.30	0.04	-0.31	0.26	-0.30
-0.14	-0.32	0.04	-0.33	0.29	-0.31
-0.14	-0.34	0.04	-0.34	0.32	-0.33
-0.15	-0.35	0.04	-0.36	0.36	-0.34
-0.16	-0.37	0.04	-0.37	0.38	-0.34
-0.17	-0.39	0.05	-0.37	0.40	-0.35
-0.17	-0.41	0.05	-0.38	0.42	-0.35
-0.18	-0.43	0.06	-0.39	0.43	-0.36
-0.19	-0.45	0.07	-0.40	0.45	-0.36
-0.19	-0.46	0.08	-0.40	0.47	-0.36
-0.19	-0.48	0.09	-0.41	0.48	-0.36
-0.20	-0.49	0.09	-0.42	0.49	-0.37
-0.20	-0.51	0.09	-0.44	0.51	-0.37
-0.20	-0.53	0.08	-0.46	0.53	-0.37
-0.19	-0.54	0.07	-0.48	0.56	-0.37
-0.18	-0.55	0.06	-0.50	0.61	-0.38
-0.18	-0.57	0.05	-0.52	0.63	-0.38
-0.17	-0.58	0.04	-0.54	0.65	-0.39
-0.16	-0.59	0.03	-0.56	0.66	-0.40
-0.15	-0.61	0.02	-0.58	0.67	-0.41
-0.15	-0.62	0.01	-0.59	0.68	-0.43
-0.15	-0.63	-0.01	-0.61	0.69	-0.44
-0.16	-0.69	-0.02	-0.68	0.69	-0.50

芋川地すべり　ー　下塩谷地区　14 - 6 - 3

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	−0.009	0.010	0.007	−0.011	−0.002	−0.005	0.001	−0.021	0.007	−0.008
2.0	−0.018	0.007	0.013	−0.016	−0.004	0.003	0.003	−0.024	0.014	−0.003
3.0	−0.037	0.004	0.026	−0.013	−0.001	−0.007	0.004	−0.019	0.022	−0.015
4.0	−0.052	0.008	0.036	−0.021	0.016	−0.014	0.005	−0.018	0.032	−0.023
5.0	−0.058	0.014	0.037	−0.024	0.045	−0.017	−0.002	−0.021	0.044	−0.033
6.0	−0.063	0.024	0.041	−0.021	0.074	−0.011	0.013	−0.025	0.055	−0.033
7.0	−0.064	0.036	0.049	−0.024	0.094	−0.009	0.034	−0.027	0.066	−0.032
8.0	−0.090	0.036	0.060	−0.023	0.115	−0.009	0.055	−0.026	0.077	−0.035
9.0	−0.120	0.039	0.072	−0.021	0.143	−0.010	0.076	−0.026	0.095	−0.039
10.0	−0.134	0.041	0.082	−0.024	0.175	−0.009	0.092	−0.031	0.108	−0.044
11.0	−0.145	0.040	0.085	−0.029	0.202	−0.011	0.103	−0.038	0.118	−0.053
12.0	−0.170	0.033	0.083	−0.036	0.223	−0.014	0.114	−0.047	0.135	−0.054
13.0	−0.195	0.028	0.089	−0.044	0.252	−0.009	0.123	−0.059	0.162	−0.050
14.0	−0.209	0.023	0.107	−0.049	0.285	−0.008	0.132	−0.070	0.186	−0.062
15.0	−0.219	0.019	0.115	−0.056	0.320	−0.007	0.158	−0.078	0.209	−0.074
16.0	−0.242	0.010	0.115	−0.065	0.345	−0.007	0.191	−0.083	0.229	−0.084
17.0	−0.261	0.005	0.120	−0.074	0.374	−0.005	0.221	−0.097	0.254	−0.095
18.0	−0.277	−0.004	0.135	−0.082	0.402	−0.008	0.239	−0.105	0.276	−0.115
19.0	−0.288	−0.015	0.144	−0.092	0.434	−0.006	0.256	−0.116	0.297	−0.132
20.0	−0.299	−0.022	0.149	−0.100	0.462	0.001	0.277	−0.128	0.324	−0.138
21.0	−0.318	−0.035	0.163	−0.110	0.488	0.007	0.292	−0.150	0.350	−0.146
22.0	−0.339	−0.050	0.176	−0.115	0.524	0.010	0.319	−0.160	0.371	−0.148
23.0	−0.361	−0.067	0.178	−0.120	0.559	−0.005	0.350	−0.165	0.390	−0.147
24.0	−0.378	−0.082	0.176	−0.127	0.587	−0.024	0.378	−0.173	0.417	−0.145
25.0	−0.395	−0.098	0.188	−0.135	0.602	−0.030	0.407	−0.192	0.445	−0.153
26.0	−0.417	−0.113	0.197	−0.145	0.631	−0.033	0.426	−0.202	0.465	−0.160
27.0	−0.440	−0.128	0.208	−0.155	0.667	−0.037	0.447	−0.212	0.483	−0.167
28.0	−0.461	−0.144	0.221	−0.160	0.701	−0.036	0.470	−0.224	0.504	−0.174
29.0	−0.484	−0.157	0.237	−0.172	0.725	−0.035	0.492	−0.238	0.533	−0.192
30.0	−0.504	−0.178	0.258	−0.183	0.748	−0.030	0.517	−0.250	0.551	−0.205
31.0	−0.520	−0.197	0.276	−0.190	0.772	−0.030	0.543	−0.262	0.566	−0.212
32.0	−0.533	−0.220	0.289	−0.197	0.794	−0.051	0.572	−0.275	0.582	−0.217
33.0	−0.545	−0.246	0.304	−0.207	0.816	−0.071	0.600	−0.285	0.603	−0.233
34.0	−0.560	−0.265	0.320	−0.220	0.836	−0.080	0.620	−0.297	0.626	−0.244
35.0	−0.575	−0.284	0.334	−0.230	0.857	−0.091	0.640	−0.310	0.647	−0.253
36.0	−0.592	−0.304	0.344	−0.236	0.877	−0.102	0.662	−0.324	0.668	−0.259
37.0	−0.615	−0.312	0.362	−0.250	0.897	−0.114	0.693	−0.343	0.689	−0.274
38.0	−0.636	−0.332	0.387	−0.260	0.913	−0.130	0.717	−0.359	0.714	−0.285
39.0	−0.649	−0.352	0.405	−0.271	0.934	−0.145	0.737	−0.373	0.737	−0.298
40.0	−0.654	−0.373	0.420	−0.280	0.960	−0.161	0.746	−0.383	0.763	−0.304
41.0	−0.651	−0.411	0.427	−0.318	0.978	−0.202	0.745	−0.425	0.779	−0.344

Y（柳瀬）ダム　宮前地すべり MY-1、MY-2

	MY1-4		MY2-1	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.001	0.002	0.000	0.014
2.0	0.000	0.005	0.000	0.024
3.0	-0.001	0.011	0.001	0.038
4.0	-0.003	0.015	0.003	0.052
5.0	-0.006	0.023	0.006	0.069
6.0	-0.012	0.031	0.008	0.088
7.0	-0.015	0.039	0.013	0.112
8.0	-0.018	0.046	0.019	0.135
9.0	-0.021	0.054	0.025	0.161
10.0	-0.025	0.059	0.029	0.185
11.0	-0.031	0.066	0.034	0.207
12.0	-0.035	0.074	0.039	0.230
13.0	-0.039	0.078	0.044	0.251
14.0	-0.045	0.080	0.048	0.273
15.0	-0.049	0.086	0.053	0.296
16.0	-0.055	0.090	0.057	0.319
17.0	-0.061	0.098	0.059	0.342
18.0	-0.068	0.107	0.062	0.366
19.0	-0.075	0.118	0.064	0.390
20.0	-0.084	0.129	0.066	0.414
21.0	-0.091	0.143	0.068	0.439
22.0	-0.098	0.155	0.069	0.464
23.0	-0.105	0.170	0.070	0.491
24.0	-0.111	0.186	0.071	0.516
25.0	-0.116	0.201	0.069	0.543
26.0	-0.124	0.215	0.068	0.567
27.0	-0.130	0.231	0.067	0.594
28.0	-0.139	0.245	0.063	0.620
29.0	-0.148	0.259	0.057	0.646
30.0	-0.157	0.273	0.051	0.673
31.0	-0.167	0.288	0.044	0.702
32.0	-0.178	0.302	0.036	0.728
33.0	-0.189	0.320	0.028	0.756
34.0	-0.200	0.336	0.020	0.780
35.0	-0.212	0.352	0.010	0.806
36.0	-0.224	0.368	0.002	0.831
37.0	-0.235	0.383	-0.007	0.856
38.0	-0.246	0.397	-0.017	0.879
39.0	-0.257	0.413	-0.027	0.904
40.0	-0.269	0.426	-0.036	0.928

	MY1-4		MY2-1	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
41.0	-0.283	0.439	-0.047	0.952
42.0	-0.296	0.453	-0.059	0.977
43.0	-0.308	0.468	-0.070	1.003
44.0	-0.322	0.481	-0.083	1.028
45.0	-0.339	0.496	-0.097	1.055
46.0	-0.356	0.509	-0.113	1.084
47.0	-0.374	0.521	-0.130	1.112
48.0	-0.394	0.534	-0.147	1.141
49.0	-0.415	0.546	-0.165	1.169
50.0	-0.437	0.559	-0.185	1.197
51.0	-0.459	0.574	-0.205	1.224
52.0	-0.481	0.588	-0.226	1.253
53.0	-0.504	0.603	-0.249	1.280
54.0	-0.527	0.618	-0.272	1.310
55.0	-0.552	0.629	-0.295	1.340
56.0	-0.577	0.641	-0.319	1.370
57.0	-0.604	0.652	-0.345	1.400
58.0	-0.635	0.661	-0.374	1.429
59.0	-0.668	0.670	-0.405	1.456
60.0	-0.703	0.683	-0.440	1.484
61.0	-0.739	0.694	-0.479	1.509
62.0	-0.777	0.705	-0.520	1.533
63.0	-0.816	0.717	—	—
64.0	-0.857	0.730	—	—
65.0	-0.898	0.740	—	—
66.0	-0.941	0.749	—	—
67.0	-0.989	0.758	—	—
68.0	-1.036	0.767	—	—
69.0	-1.084	0.774	—	—
70.0	-1.136	0.783	—	—

月山地すべり　－　田麦俣地区　W-3集水井

	No.1		No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	-0.013	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	-0.010	0.000	-0.011	0.000	0.001	0.000	-0.018
2.0	0.000	-0.021	0.000	-0.005	0.000	-0.004	0.000	-0.010	0.000	-0.014	0.000	-0.006	0.000	-0.032
3.0	0.000	-0.024	0.000	-0.006	0.000	-0.001	0.000	-0.015	0.000	-0.015	0.000	-0.009	0.000	-0.042
4.0	0.000	-0.028	0.000	-0.006	0.000	0.001	0.000	-0.019	0.000	-0.013	0.000	-0.009	0.000	-0.051
5.0	0.000	-0.031	0.000	-0.006	0.000	0.003	0.000	-0.024	0.000	-0.012	0.000	-0.010	0.000	-0.058
6.0	0.000	-0.034	0.000	-0.006	0.000	0.005	0.000	-0.027	0.000	-0.010	0.000	-0.008	0.000	-0.061
7.0	0.000	-0.035	0.000	-0.004	0.000	0.008	0.000	-0.031	0.000	-0.008	0.000	-0.007	0.000	-0.068
8.0	0.000	-0.039	0.000	-0.003	0.000	0.010	0.002	-0.033	-0.003	-0.005	0.000	-0.007	0.000	-0.076
9.0	0.000	-0.042	0.000	-0.002	0.002	0.012	0.004	-0.040	-0.009	-0.004	0.002	-0.005	0.000	-0.083
10.0	-0.007	-0.043	-0.003	0.000	0.002	0.014	0.002	-0.046	-0.013	-0.003	0.008	-0.002	0.000	-0.089
11.0	-0.017	-0.046	-0.006	0.002	0.001	0.017	-0.002	-0.052	-0.012	-0.001	0.011	0.005	0.002	-0.098
12.0	-0.030	-0.050	-0.009	0.003	0.000	0.017	-0.005	-0.057	-0.009	-0.001	0.013	0.010	0.007	-0.105
13.0	-0.043	-0.053	-0.016	0.005	-0.003	0.019	-0.007	-0.064	-0.007	-0.001	0.014	0.013	0.014	-0.107
14.0	-0.056	-0.057	-0.025	0.007	-0.006	0.021	-0.007	-0.071	-0.004	0.000	0.017	0.017	0.025	-0.113
15.0	-0.072	-0.060	-0.035	0.008	-0.009	0.024	-0.008	-0.077	-0.002	0.000	0.019	0.021	0.041	-0.131
16.0	-0.093	-0.063	-0.041	0.010	-0.012	0.025	-0.011	-0.084	-0.001	0.001	0.023	0.025	0.059	-0.145
17.0	-0.116	-0.067	-0.050	0.012	-0.015	0.027	-0.014	-0.090	0.002	0.003	0.029	0.028	0.077	-0.156
18.0	-0.140	-0.070	-0.059	0.014	-0.019	0.028	-0.016	-0.095	0.007	0.006	0.037	0.031	0.092	-0.168
19.0	-0.163	-0.076	-0.067	0.015	-0.024	0.027	-0.018	-0.101	0.009	0.007	0.041	0.036	0.110	-0.178
20.0	-0.188	-0.081	-0.075	0.017	-0.028	0.027	-0.019	-0.106	0.010	0.008	0.041	0.039	0.125	-0.190
21.0	-0.212	-0.086	-0.084	0.018	-0.031	0.029	-0.021	-0.111	0.008	0.008	0.037	0.043	0.140	-0.201
22.0	-0.237	-0.090	-0.094	0.020	-0.035	0.029	-0.022	-0.116	0.006	0.009	0.037	0.047	0.151	-0.211
23.0	-0.256	-0.095	-0.106	0.021	-0.038	0.030	-0.023	-0.122	0.009	0.010	0.046	0.053	0.160	-0.222
24.0	-0.277	-0.098	-0.118	0.021	-0.046	0.033	-0.022	-0.127	0.014	0.010	0.056	0.065	0.172	-0.236
25.0	-0.300	-0.102	-0.133	0.023	-0.055	0.044	-0.023	-0.133	0.024	0.009	0.063	0.075	0.186	-0.245
26.0	-0.323	-0.107	-0.146	0.023	-0.062	0.062	-0.028	-0.138	0.032	0.010	0.070	0.077	0.200	-0.257
27.0	-0.348	-0.110	-0.159	0.023	-0.061	0.060	-0.036	-0.141	0.041	0.010	0.074	0.084	0.216	-0.267
28.0	-0.372	-0.114	-0.173	0.022	-0.064	0.046	-0.041	-0.134	0.052	0.012	0.077	0.091	0.231	-0.277
29.0	-0.397	-0.117	-0.187	0.027	-0.068	0.043	-0.040	-0.124	0.067	0.011	0.081	0.096	0.248	-0.287
30.0	-0.420	-0.123	-0.201	0.041	-0.072	0.045	-0.024	-0.135	0.080	0.012	0.091	0.099	0.262	-0.295
31.0	-0.441	-0.126	-0.219	0.061	-0.077	0.045	-0.019	-0.161	0.095	0.011	0.104	0.103	0.276	-0.302
32.0	-0.462	-0.130	-0.239	0.062	-0.080	0.045	-0.017	-0.178	0.109	0.010	0.115	0.107	0.288	-0.305
33.0	-0.485	-0.135	-0.253	0.049	-0.082	0.045	-0.018	-0.187	0.123	0.007	0.127	0.112	0.299	-0.310
34.0	-0.506	-0.140	-0.266	0.044	-0.085	0.047	-0.015	-0.195	0.139	0.002	0.145	0.118	0.315	-0.323
35.0	-0.531	-0.145	-0.278	0.044	-0.087	0.047	-0.007	-0.204	0.154	-0.003	0.164	0.126	0.334	-0.343
36.0	-0.555	-0.152	-0.293	0.045	-0.088	0.049	0.001	-0.213	0.173	-0.008	0.178	0.135	0.353	-0.360
37.0	-0.578	-0.159	-0.309	0.046	-0.089	0.050	0.007	-0.222	0.187	-0.013	0.189	0.143	0.370	-0.374
38.0	-0.598	-0.161	-0.322	0.046	-0.090	0.050	0.013	-0.231	0.197	-0.018	0.203	0.152	0.384	-0.385
39.0	-0.617	-0.154	-0.335	0.046	-0.092	0.051	0.018	-0.240	0.200	-0.021	0.218	0.160	0.397	-0.397
40.0	-0.636	-0.150	-0.347	0.045	-0.095	0.052	0.023	-0.248	0.199	-0.013	0.233	0.167	0.410	-0.407
41.0	-0.664	-0.170	-0.360	0.042	-0.095	0.052	0.025	-0.258	0.201	0.007	0.247	0.174	0.422	-0.418

月山地すべり　ー　田麦俣地区　W-3集水井

	No.1		No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.699	-0.187	-0.371	0.039	-0.097	0.054	0.027	-0.268	0.207	0.022	0.260	0.182	0.434	-0.430
43.0	-0.731	-0.197	-0.384	0.037	-0.095	0.054	0.028	-0.278	0.215	0.031	0.273	0.189	0.445	-0.442
44.0	-0.764	-0.208	-0.398	0.033	-0.095	0.055	0.028	-0.288	0.231	0.029	0.285	0.197	0.455	-0.453
45.0	-0.799	-0.220	-0.411	0.031	-0.097	0.055	0.032	-0.299	0.246	0.014	0.297	0.202	0.468	-0.463
46.0	-0.835	-0.232	-0.424	0.029	-0.099	0.054	0.035	-0.311	0.260	0.008	0.311	0.208	0.483	-0.473
47.0	-0.866	-0.243	-0.437	0.026	-0.099	0.055	0.038	-0.324	0.273	0.013	0.326	0.212	0.496	-0.482
48.0	-0.889	-0.257	-0.450	0.021	-0.103	0.056	0.042	-0.337	0.286	0.020	0.340	0.214	0.508	-0.501
49.0	-0.908	-0.269	-0.464	0.017	-0.108	0.055	0.048	-0.352	0.301	0.023	0.348	0.217	0.521	-0.521
50.0	-0.938	-0.277	-0.478	0.013	-0.115	0.056	0.054	-0.368	0.314	0.028	0.357	0.218	0.536	-0.536
51.0	-0.966	-0.279	-0.493	0.010	-0.119	0.064	0.057	-0.382	0.326	0.038	0.369	0.225	0.553	-0.542

月山地すべり　－　田麦俣地区　W-4集水井

	No.1		No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.022	0.000	0.005	0.000	0.015	0.000	0.001	0.000	0.012	0.000	0.001	0.000	0.028
2.0	0.000	0.039	0.000	-0.010	0.000	0.032	0.000	0.002	0.000	0.014	0.000	0.002	0.000	0.025
3.0	0.000	0.046	0.000	-0.021	0.000	0.046	0.000	-0.014	0.000	0.021	0.000	0.010	0.000	0.022
4.0	0.000	0.055	0.000	-0.028	0.000	0.059	0.000	-0.032	0.000	0.028	0.000	0.028	0.000	0.031
5.0	0.000	0.071	0.000	-0.041	0.000	0.071	0.000	-0.048	0.000	0.033	0.000	0.037	0.000	0.045
6.0	0.000	0.084	0.000	-0.063	0.000	0.081	0.000	-0.064	0.000	0.038	0.000	0.035	0.000	0.056
7.0	0.000	0.100	-0.004	-0.080	-0.008	0.093	0.022	-0.083	0.005	0.047	-0.003	0.033	-0.002	0.067
8.0	-0.007	0.118	-0.016	-0.092	-0.017	0.105	0.030	-0.101	0.006	0.055	-0.005	0.038	-0.009	0.079
9.0	-0.018	0.130	-0.033	-0.104	-0.031	0.109	0.043	-0.117	0.003	0.062	-0.014	0.049	-0.010	0.090
10.0	-0.035	0.138	-0.044	-0.118	-0.048	0.109	0.052	-0.134	0.001	0.070	-0.029	0.053	-0.004	0.092
11.0	-0.053	0.147	-0.057	-0.130	-0.057	0.115	0.061	-0.151	0.001	0.079	-0.049	0.043	0.002	0.092
12.0	-0.076	0.162	-0.068	-0.142	-0.061	0.122	0.074	-0.162	-0.002	0.091	-0.060	0.034	0.007	0.091
13.0	-0.098	0.171	-0.081	-0.160	-0.073	0.130	0.080	-0.176	-0.008	0.106	-0.072	0.034	0.011	0.094
14.0	-0.114	0.173	-0.093	-0.182	-0.078	0.138	0.098	-0.195	-0.014	0.120	-0.083	0.032	0.018	0.103
15.0	-0.121	0.172	-0.107	-0.203	-0.083	0.146	0.118	-0.217	-0.020	0.132	-0.091	0.031	0.023	0.114
16.0	-0.130	0.176	-0.121	-0.222	-0.093	0.154	0.138	-0.236	-0.026	0.144	-0.102	0.033	0.022	0.117
17.0	-0.143	0.183	-0.134	-0.239	-0.098	0.159	0.160	-0.252	-0.032	0.157	-0.118	0.030	0.020	0.116
18.0	-0.159	0.192	-0.144	-0.258	-0.101	0.170	0.171	-0.266	-0.039	0.170	-0.132	0.031	0.022	0.118
19.0	-0.179	0.196	-0.151	-0.279	-0.106	0.181	0.188	-0.280	-0.045	0.180	-0.146	0.033	0.016	0.128
20.0	-0.198	0.197	-0.158	-0.299	-0.112	0.184	0.205	-0.296	-0.049	0.195	-0.159	0.026	0.007	0.135
21.0	-0.213	0.203	-0.167	-0.319	-0.115	0.182	0.224	-0.306	-0.047	0.211	-0.170	0.019	-0.001	0.138
22.0	-0.224	0.211	-0.179	-0.340	-0.128	0.174	0.246	-0.316	-0.050	0.220	-0.180	0.024	-0.005	0.140
23.0	-0.232	0.215	-0.193	-0.361	-0.134	0.174	0.260	-0.332	-0.051	0.221	-0.191	0.030	-0.012	0.148
24.0	-0.242	0.218	-0.207	-0.384	-0.135	0.175	0.267	-0.349	-0.052	0.226	-0.202	0.028	-0.017	0.152
25.0	-0.250	0.220	-0.220	-0.407	-0.134	0.173	0.276	-0.362	-0.048	0.231	-0.210	0.026	-0.021	0.156
26.0	-0.258	0.220	-0.231	-0.431	-0.136	0.172	0.285	-0.376	-0.040	0.234	-0.214	0.023	-0.024	0.151
27.0	-0.268	0.218	-0.240	-0.456	-0.140	0.169	0.292	-0.394	-0.037	0.236	-0.219	0.021	-0.028	0.153
28.0	-0.278	0.215	-0.248	-0.484	-0.148	0.166	0.307	-0.414	-0.031	0.238	-0.224	0.024	-0.031	0.160
29.0	-0.291	0.213	-0.255	-0.511	-0.157	0.161	0.326	-0.431	-0.025	0.238	-0.232	0.026	-0.034	0.160
30.0	-0.303	0.211	-0.257	-0.538	-0.165	0.154	0.348	-0.449	-0.021	0.237	-0.238	0.025	-0.040	0.155
31.0	-0.320	0.207	-0.258	-0.565	-0.172	0.147	0.368	-0.467	-0.018	0.235	-0.244	0.020	-0.037	0.160
32.0	-0.340	0.204	-0.257	-0.592	-0.177	0.138	0.389	-0.485	-0.013	0.235	-0.251	0.019	-0.034	0.155
33.0	-0.363	0.203	-0.261	-0.621	-0.181	0.129	0.412	-0.504	-0.005	0.233	-0.257	0.022	-0.031	0.144
34.0	-0.391	0.198	-0.265	-0.650	-0.186	0.120	0.434	-0.525	0.004	0.230	-0.263	0.024	-0.026	0.138
35.0	-0.414	0.189	-0.268	-0.680	-0.191	0.109	0.455	-0.545	0.012	0.227	-0.270	0.026	-0.018	0.126
36.0	-0.434	0.179	-0.271	-0.711	-0.200	0.098	0.477	-0.567	0.021	0.222	-0.279	0.025	-0.009	0.115
37.0	-0.451	0.170	-0.273	-0.743	-0.207	0.085	0.499	-0.589	0.028	0.215	-0.292	0.026	-0.004	0.107
38.0	-0.472	0.159	-0.275	-0.774	-0.216	0.070	0.520	-0.612	0.033	0.209	-0.309	0.027	0.002	0.097
39.0	-0.496	0.149	-0.277	-0.806	-0.225	0.055	0.544	-0.636	0.037	0.209	-0.325	0.031	0.012	0.088
40.0	-0.512	0.140	-0.281	-0.839	-0.231	0.038	0.568	-0.661	0.039	0.216	-0.342	0.034	0.022	0.078
41.0	-0.526	0.138	-0.286	-0.875	-0.237	0.021	0.589	-0.689	0.040	0.219	-0.359	0.036	0.030	0.065

月山地すべり　ー　田麦俣地区　W-4集水井

	No.1		No.3		No.5		No.7		No.9		No.11		No.13	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	-0.540	0.133	-0.293	-0.912	-0.243	0.008	0.611	-0.716	0.040	0.209	-0.377	0.039	0.040	0.055
43.0	-0.552	0.117	-0.300	-0.949	-0.253	0.001	0.633	-0.743	0.037	0.200	-0.396	0.050	0.049	0.050
44.0	-0.565	0.097	-0.318	-0.987	-0.267	-0.017	0.654	-0.770	0.031	0.194	-0.413	0.036	0.053	0.048
45.0	-0.586	0.087	-0.326	-1.025	-0.276	-0.037	0.675	-0.797	0.027	0.188	-0.427	0.025	0.054	0.044
46.0	-0.609	0.073	-0.337	-1.063	-0.279	-0.058	0.696	-0.824	0.022	0.182	-0.441	0.016	0.057	0.035
47.0	-0.631	0.062	-0.348	-1.103	-0.278	-0.076	0.718	-0.851	0.017	0.174	-0.457	0.016	0.068	0.019
48.0	-0.654	0.049	-0.356	-1.141	-0.276	-0.090	0.738	-0.879	0.016	0.166	-0.472	0.014	0.084	0.003
49.0	-0.675	0.036	-0.361	-1.176	-0.271	-0.112	0.758	-0.908	0.014	0.156	-0.490	0.015	0.098	-0.017
50.0	-0.700	0.027	-0.362	-1.217	-0.271	-0.132	0.777	-0.939	0.013	0.146	-0.507	0.013	0.106	-0.040
51.0	-0.728	0.025	-0.353	-1.256	-0.273	-0.150	0.798	-0.964	0.014	0.138	-0.526	0.013	0.111	-0.055

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井上段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.005	0.000	0.012	0.000	0.027	0.000	0.039	0.000	0.019
2.0	0.000	0.012	0.000	0.050	0.000	0.033	0.000	0.055	0.000	0.018
3.0	0.000	0.022	0.000	0.075	0.000	0.044	0.000	0.074	0.000	0.026
4.0	0.000	0.035	0.000	0.092	0.000	0.064	0.000	0.097	0.000	0.044
5.0	0.000	0.054	0.000	0.112	0.000	0.091	0.000	0.120	0.000	0.061
6.0	0.000	0.080	0.000	0.118	0.000	0.118	0.000	0.145	0.015	0.087
7.0	0.000	0.104	0.000	0.137	0.000	0.150	0.000	0.180	0.022	0.116
8.0	0.013	0.130	0.016	0.166	0.000	0.184	0.012	0.218	0.038	0.141
9.0	0.026	0.156	0.019	0.200	0.010	0.216	0.082	0.261	0.063	0.171
10.0	0.049	0.181	0.020	0.211	-0.023	0.268	0.131	0.304	0.110	0.206
11.0	0.075	0.198	0.033	0.227	-0.017	0.300	0.165	0.333	0.167	0.235
12.0	0.105	0.221	0.061	0.264	-0.018	0.330	0.198	0.373	0.232	0.260
13.0	0.120	0.253	0.087	0.312	-0.024	0.366	0.228	0.420	0.255	0.281
14.0	0.131	0.287	0.114	0.349	-0.027	0.404	0.261	0.470	0.287	0.305
15.0	0.154	0.317	0.149	0.390	-0.028	0.435	0.295	0.515	0.319	0.339
16.0	0.177	0.349	0.181	0.428	-0.026	0.478	0.346	0.565	0.353	0.381
17.0	0.200	0.388	0.216	0.468	-0.022	0.509	0.414	0.621	0.396	0.418
18.0	0.225	0.434	0.253	0.522	-0.015	0.543	0.477	0.663	0.444	0.454
19.0	0.254	0.472	0.292	0.566	-0.011	0.582	0.535	0.711	0.509	0.485
20.0	0.286	0.509	0.337	0.603	-0.002	0.628	0.590	0.763	0.567	0.508
21.0	0.315	0.551	0.387	0.653	0.009	0.669	0.641	0.824	0.627	0.544
22.0	0.345	0.589	0.441	0.700	0.023	0.715	0.699	0.887	0.695	0.578
23.0	0.374	0.634	0.502	0.745	0.039	0.759	0.765	0.935	0.766	0.615
24.0	0.402	0.688	0.557	0.779	0.057	0.804	0.834	0.973	0.834	0.653
25.0	0.435	0.749	0.606	0.824	0.078	0.856	0.908	1.026	0.900	0.699
26.0	0.468	0.811	0.651	0.883	0.101	0.907	0.977	1.088	0.966	0.735
27.0	0.489	0.867	0.690	0.951	0.122	0.946	1.035	1.135	1.032	0.774
28.0	0.512	0.922	0.733	1.005	0.143	0.991	1.098	1.186	1.104	0.810
29.0	0.538	0.988	0.786	1.062	0.158	1.042	1.160	1.238	1.173	0.853
30.0	0.567	1.033	0.854	1.118	0.176	1.094	1.227	1.290	1.243	0.892
31.0	0.624	1.082	0.934	1.182	0.203	1.143	1.293	1.346	1.323	0.907
32.0	0.689	1.141	1.010	1.246	0.250	1.186	1.355	1.411	1.398	0.934
33.0	0.745	1.208	1.079	1.322	0.286	1.230	1.417	1.476	1.471	0.970
34.0	0.813	1.277	1.156	1.407	0.325	1.276	1.481	1.539	1.540	1.006
35.0	0.855	1.337	1.221	1.492	0.368	1.325	1.542	1.612	1.602	1.038
36.0	0.898	1.406	1.294	1.559	0.404	1.368	1.604	1.671	1.670	1.072
37.0	0.944	1.477	1.374	1.635	0.441	1.411	1.677	1.723	1.743	1.114
38.0	1.021	1.545	1.426	1.717	0.468	1.451	1.753	1.789	1.818	1.140
39.0	1.097	1.609	1.450	1.810	0.506	1.497	1.815	1.868	1.894	1.174
40.0	1.172	1.678	1.480	1.907	0.545	1.547	1.875	1.943	1.974	1.210
41.0	1.244	1.758	1.518	2.004	0.593	1.606	1.945	2.026	2.055	1.258

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井上段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	1.315	1.835	1.564	2.103	0.665	1.666	2.017	2.109	2.142	1.299
43.0	1.384	1.913	1.616	2.203	0.706	1.725	2.109	2.187	2.231	1.342
44.0	1.451	1.985	1.676	2.301	0.738	1.790	2.180	2.266	2.333	1.374
45.0	1.514	2.060	1.743	2.403	0.786	1.851	2.249	2.351	2.436	1.407
46.0	1.571	2.138	1.822	2.510	0.811	1.926	2.297	2.442	2.533	1.444
47.0	1.623	2.222	1.880	2.616	0.846	2.006	2.364	2.519	2.633	1.478
48.0	1.686	2.314	1.948	2.718	0.889	2.080	2.430	2.592	2.730	1.518
49.0	1.727	2.408	1.982	2.826	0.938	2.169	2.493	2.680	2.828	1.567
50.0	1.776	2.508	2.037	2.940	0.957	2.258	2.554	2.792	2.929	1.612
51.0	1.834	2.615	2.108	3.058	0.975	2.352	2.614	2.902	3.033	1.664
52.0	1.864	2.728	2.172	3.179	0.993	2.453	2.686	2.994	3.133	1.723
53.0	1.883	2.847	2.229	3.291	1.011	2.551	2.781	3.096	3.239	1.756
54.0	1.920	2.976	2.288	3.403	1.061	2.658	2.887	3.211	3.337	1.787
55.0	1.971	3.117	2.385	3.528	1.091	2.767	3.001	3.327	3.436	1.826
56.0	2.026	3.270	2.482	3.666	1.138	2.883	3.109	3.454	3.528	1.884
57.0	—	—	2.578	3.809	1.181	3.001	3.209	3.586	3.619	1.942

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井上段

	No.6		No.7		No.8		No.9		No.10	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.051	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000	0.002	0.000	0.004
2.0	0.000	0.047	0.000	0.023	0.000	-0.001	0.000	0.004	0.000	-0.002
3.0	0.000	0.029	0.000	0.033	0.000	-0.003	0.000	0.005	0.000	0.004
4.0	0.000	0.029	0.000	0.045	0.000	-0.001	0.000	0.014	0.000	0.006
5.0	0.000	0.042	0.004	0.060	0.000	0.008	0.000	0.028	0.000	0.007
6.0	0.000	0.062	0.011	0.076	0.000	0.028	0.000	0.042	0.000	0.017
7.0	0.012	0.079	0.014	0.093	0.002	0.043	-0.003	0.062	0.000	0.030
8.0	0.020	0.095	0.022	0.121	0.003	0.054	-0.023	0.077	0.000	0.045
9.0	0.013	0.121	0.026	0.158	0.000	0.066	-0.040	0.097	0.021	0.061
10.0	0.006	0.149	0.025	0.215	-0.004	0.076	-0.055	0.120	0.043	0.080
11.0	-0.028	0.179	0.027	0.260	-0.017	0.087	-0.077	0.143	0.054	0.098
12.0	-0.007	0.210	0.017	0.273	-0.027	0.097	-0.092	0.170	0.066	0.120
13.0	0.028	0.239	0.018	0.296	-0.042	0.119	-0.103	0.204	0.070	0.142
14.0	0.061	0.269	0.026	0.338	-0.068	0.153	-0.127	0.238	0.077	0.174
15.0	0.093	0.305	0.027	0.383	-0.096	0.194	-0.150	0.273	0.085	0.207
16.0	0.123	0.346	0.023	0.436	-0.128	0.235	-0.172	0.311	0.087	0.247
17.0	0.152	0.384	0.015	0.488	-0.173	0.269	-0.205	0.356	0.089	0.292
18.0	0.149	0.417	-0.007	0.533	-0.190	0.309	-0.245	0.402	0.102	0.327
19.0	0.158	0.452	-0.019	0.564	-0.220	0.359	-0.278	0.453	0.118	0.369
20.0	0.167	0.484	-0.024	0.610	-0.250	0.417	-0.292	0.500	0.131	0.410
21.0	0.176	0.518	-0.038	0.656	-0.292	0.483	-0.298	0.546	0.143	0.451
22.0	0.192	0.554	-0.054	0.711	-0.342	0.548	-0.322	0.601	0.155	0.494
23.0	0.214	0.589	-0.073	0.780	-0.389	0.616	-0.342	0.656	0.167	0.544
24.0	0.241	0.628	-0.094	0.839	-0.431	0.690	-0.360	0.709	0.178	0.595
25.0	0.272	0.669	-0.142	0.892	-0.478	0.772	-0.371	0.764	0.187	0.653
26.0	0.301	0.715	-0.158	0.952	-0.530	0.861	-0.382	0.836	0.196	0.721
27.0	0.327	0.760	-0.162	1.016	-0.568	0.945	-0.393	0.913	0.205	0.788
28.0	0.360	0.799	-0.175	1.063	-0.594	1.029	-0.398	0.974	0.217	0.859
29.0	0.389	0.840	-0.201	1.120	-0.607	1.106	-0.399	1.029	0.233	0.934
30.0	0.410	0.885	-0.220	1.178	-0.607	1.175	-0.393	1.079	0.244	1.007
31.0	0.433	0.926	-0.232	1.224	-0.595	1.271	-0.391	1.140	0.259	1.083
32.0	0.460	0.969	-0.234	1.285	-0.593	1.361	-0.386	1.223	0.277	1.162
33.0	0.488	1.010	-0.272	1.366	-0.594	1.439	-0.413	1.302	0.300	1.245
34.0	0.515	1.049	-0.273	1.443	-0.602	1.506	-0.431	1.365	0.322	1.329
35.0	0.543	1.089	-0.261	1.500	-0.599	1.587	-0.431	1.432	0.325	1.418
36.0	0.573	1.127	-0.252	1.563	-0.599	1.691	-0.423	1.517	0.352	1.508
37.0	0.606	1.173	-0.244	1.626	-0.618	1.788	-0.411	1.617	0.372	1.592
38.0	0.640	1.212	-0.225	1.697	-0.638	1.870	-0.394	1.693	0.390	1.679
39.0	0.677	1.259	-0.203	1.758	-0.654	1.959	-0.363	1.771	0.418	1.768
40.0	0.719	1.294	-0.176	1.823	-0.667	2.050	-0.351	1.849	0.448	1.863
41.0	0.768	1.325	-0.151	1.888	-0.676	2.140	-0.345	1.931	0.476	1.962

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井上段

	No.6		No.7		No.8		No.9		No.10	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
42.0	0.819	1.358	-0.127	1.952	-0.681	2.232	-0.344	2.018	0.502	2.060
43.0	0.859	1.401	-0.095	2.016	-0.683	2.332	-0.350	2.109	0.533	2.150
44.0	0.900	1.441	-0.074	2.080	-0.681	2.425	-0.352	2.199	0.560	2.250
45.0	0.944	1.470	-0.059	2.146	-0.676	2.515	-0.351	2.291	0.602	2.339
46.0	0.979	1.509	-0.042	2.216	-0.670	2.612	-0.337	2.382	0.646	2.432
47.0	1.020	1.546	-0.035	2.282	-0.663	2.714	-0.309	2.474	0.691	2.531
48.0	1.067	1.587	-0.027	2.346	-0.656	2.821	-0.276	2.571	0.736	2.637
49.0	1.122	1.625	-0.017	2.415	-0.658	2.942	-0.248	2.677	0.785	2.738
50.0	1.179	1.674	0.006	2.480	-0.671	3.050	-0.218	2.776	0.836	2.845
51.0	1.226	1.726	0.040	2.546	-0.710	3.154	-0.187	2.886	0.893	2.948
52.0	1.267	1.761	0.088	2.615	-0.712	3.263	-0.153	2.984	0.953	3.052
53.0	1.320	1.787	0.108	2.688	-0.711	3.379	-0.112	3.093	1.017	3.162
54.0	1.393	1.824	0.135	2.760	-0.708	3.483	-0.066	3.207	1.086	3.278
55.0	1.484	1.866	0.146	2.831	-0.704	3.594	-0.017	3.324	1.162	3.391
56.0	1.579	1.912	0.110	2.898	-0.703	3.756	0.030	3.445	1.236	3.512
57.0	1.674	1.963	0.074	2.971	—	—	0.076	3.567	1.308	3.634

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井下段

	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.009	0.000	−0.002	0.000	0.015	0.000	0.003	0.000	0.015
2.0	0.000	−0.005	0.000	−0.014	0.000	−0.003	0.000	−0.011	0.000	−0.025
3.0	0.009	−0.010	0.000	−0.018	0.000	−0.011	0.000	−0.020	0.000	−0.036
4.0	0.011	−0.006	−0.003	−0.014	0.000	−0.006	0.011	−0.019	0.000	−0.041
5.0	0.002	−0.003	0.000	−0.012	−0.001	0.002	0.023	−0.010	0.015	−0.043
6.0	0.002	0.004	−0.002	−0.008	0.005	0.000	0.036	−0.013	0.023	−0.043
7.0	0.007	0.007	0.018	−0.005	0.011	0.003	0.056	−0.018	0.027	−0.043
8.0	0.017	0.011	0.025	−0.013	0.036	0.005	0.069	−0.015	0.031	−0.040
9.0	0.025	0.012	0.036	−0.028	0.065	0.010	0.095	−0.010	0.039	−0.032
10.0	0.022	0.009	0.038	−0.037	0.076	0.016	0.124	−0.002	0.044	−0.027
11.0	0.007	0.019	0.033	−0.032	0.087	0.018	0.157	0.009	0.057	−0.019
12.0	−0.003	0.036	0.043	−0.022	0.096	0.019	0.193	0.021	0.067	−0.006
13.0	−0.007	0.049	0.051	−0.018	0.103	0.025	0.211	0.034	0.072	0.006
14.0	−0.006	0.062	0.064	−0.015	0.107	0.031	0.234	0.054	0.081	0.012
15.0	−0.001	0.081	0.082	−0.012	0.119	0.043	0.248	0.080	0.084	0.023
16.0	0.005	0.098	0.099	−0.008	0.136	0.055	0.264	0.103	0.085	0.044
17.0	0.007	0.102	0.104	−0.011	0.169	0.066	0.280	0.128	0.082	0.060
18.0	0.004	0.113	0.105	−0.012	0.197	0.078	0.297	0.153	0.087	0.082
19.0	0.000	0.121	0.099	−0.011	0.215	0.091	0.315	0.177	0.115	0.092
20.0	−0.010	0.130	0.088	−0.011	0.214	0.089	0.333	0.201	0.132	0.093
21.0	−0.014	0.145	0.113	−0.010	0.220	0.095	0.349	0.222	0.154	0.112
22.0	0.000	0.149	0.126	−0.004	0.232	0.119	0.373	0.244	0.177	0.124
23.0	0.010	0.169	0.142	0.001	0.236	0.136	0.401	0.280	0.202	0.139
24.0	0.017	0.182	0.154	0.003	0.220	0.154	0.435	0.311	0.237	0.150
25.0	0.025	0.191	0.164	0.007	0.265	0.172	0.479	0.339	0.270	0.161
26.0	0.040	0.201	0.181	0.008	0.308	0.191	0.526	0.367	0.304	0.180
27.0	0.055	0.207	0.210	0.017	0.359	0.215	0.600	0.400	0.337	0.208
28.0	0.052	0.213	0.230	0.024	0.392	0.232	0.661	0.428	0.379	0.220
29.0	0.050	0.225	0.233	0.032	0.405	0.249	0.700	0.449	0.426	0.232
30.0	0.041	0.245	0.227	0.044	0.410	0.266	0.717	0.468	0.473	0.248
31.0	0.038	0.263	0.224	0.054	0.412	0.295	0.733	0.497	0.518	0.266
32.0	0.050	0.279	0.221	0.070	0.414	0.320	0.756	0.526	0.562	0.287
33.0	0.045	0.303	0.222	0.084	0.414	0.344	0.788	0.558	0.611	0.309
34.0	0.055	0.326	0.227	0.098	0.422	0.363	0.818	0.591	0.661	0.330
35.0	0.082	0.354	0.265	0.120	0.436	0.388	0.851	0.630	0.714	0.350
36.0	0.125	0.435	0.303	0.151	0.448	0.422	0.886	0.665	0.768	0.366
37.0	—	—	0.342	0.188	0.459	0.458	0.920	0.700	0.821	0.385

入谷地すべり　－　G1ブロック　WG-13集水井下段

	No.6		No.7		No.8		No.9		No.10	
深度 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)	水平誤差 (m)	鉛直誤差 (m)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	0.000	0.012	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001
2.0	0.000	0.006	0.000	−0.005	0.000	−0.007	0.000	0.007	0.000	0.009
3.0	0.000	0.007	0.000	−0.010	0.000	−0.013	0.000	0.007	0.000	0.005
4.0	0.003	0.017	−0.014	−0.015	−0.009	−0.007	−0.006	0.007	0.000	0.005
5.0	0.001	0.020	−0.031	−0.018	−0.019	−0.006	−0.012	0.002	−0.006	0.010
6.0	0.002	0.017	−0.056	−0.014	−0.028	−0.006	−0.025	0.010	−0.017	0.015
7.0	0.000	0.020	−0.083	−0.019	−0.033	−0.008	−0.033	0.015	−0.028	0.020
8.0	−0.003	0.023	−0.102	−0.023	−0.039	−0.010	−0.048	0.015	−0.043	0.018
9.0	−0.007	0.029	−0.123	−0.021	−0.059	−0.013	−0.069	0.023	−0.050	0.017
10.0	−0.013	0.039	−0.143	−0.016	−0.077	−0.009	−0.090	0.034	−0.053	0.008
11.0	−0.018	0.044	−0.165	−0.008	−0.094	0.006	−0.103	0.044	−0.056	0.008
12.0	−0.023	0.053	−0.187	0.000	−0.100	0.015	−0.118	0.062	−0.066	0.022
13.0	−0.031	0.057	−0.199	0.007	−0.105	0.027	−0.134	0.071	−0.078	0.030
14.0	−0.041	0.056	−0.212	0.016	−0.108	0.041	−0.150	0.082	−0.089	0.035
15.0	−0.035	0.061	−0.224	0.025	−0.100	0.052	−0.166	0.102	−0.099	0.042
16.0	−0.032	0.079	−0.235	0.037	−0.101	0.076	−0.183	0.125	−0.109	0.052
17.0	−0.021	0.090	−0.250	0.058	−0.100	0.093	−0.203	0.156	−0.120	0.061
18.0	−0.007	0.099	−0.264	0.073	−0.100	0.112	−0.219	0.176	−0.131	0.070
19.0	0.000	0.121	−0.277	0.083	−0.103	0.129	−0.233	0.198	−0.142	0.079
20.0	0.008	0.137	−0.291	0.096	−0.108	0.151	−0.248	0.223	−0.156	0.090
21.0	0.019	0.155	−0.301	0.105	−0.113	0.168	−0.260	0.246	−0.167	0.103
22.0	0.037	0.174	−0.306	0.111	−0.120	0.185	−0.277	0.277	−0.179	0.117
23.0	0.072	0.192	−0.325	0.122	−0.125	0.211	−0.309	0.310	−0.187	0.130
24.0	0.093	0.199	−0.328	0.141	−0.126	0.236	−0.333	0.334	−0.205	0.147
25.0	0.113	0.223	−0.332	0.166	−0.123	0.254	−0.353	0.372	−0.218	0.156
26.0	0.135	0.254	−0.336	0.189	−0.123	0.282	−0.372	0.410	−0.224	0.169
27.0	0.157	0.274	−0.338	0.213	−0.116	0.319	−0.389	0.439	−0.231	0.187
28.0	0.182	0.301	−0.336	0.239	−0.135	0.354	−0.408	0.470	−0.236	0.206
29.0	0.208	0.331	−0.334	0.265	−0.139	0.379	−0.424	0.510	−0.239	0.236
30.0	0.240	0.364	−0.331	0.301	−0.123	0.404	−0.443	0.545	−0.243	0.253
31.0	0.274	0.402	−0.325	0.330	−0.108	0.433	−0.460	0.567	−0.245	0.268
32.0	0.306	0.432	−0.318	0.363	−0.089	0.462	−0.470	0.599	−0.246	0.283
33.0	0.343	0.470	−0.308	0.399	−0.063	0.500	−0.482	0.644	−0.240	0.299
34.0	0.381	0.509	−0.295	0.438	−0.036	0.538	−0.505	0.692	−0.235	0.319
35.0	0.423	0.554	−0.277	0.476	−0.013	0.574	−0.523	0.725	−0.235	0.341
36.0	0.467	0.603	−0.254	0.519	0.013	0.610	−0.534	0.759	−0.232	0.361
37.0	—	—	−0.229	0.564	0.038	0.646	−0.543	0.795	−0.230	0.382

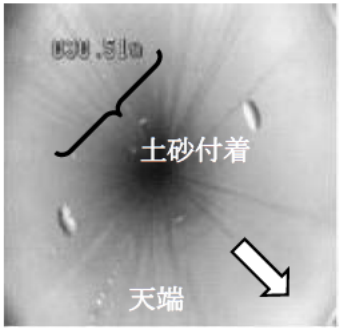
2. 管内カメラ観察記録票

孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13　上 No.1
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =47.31m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。 孔口から38m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。 延長47.31m でカメラが挿入不能となり、観察を中止した(カメラと孔壁の間に土砂が詰まった可能性がある)。		

写真－1　孔口排水状況

写真－2　孔口土砂の付着状況
(30.51m)

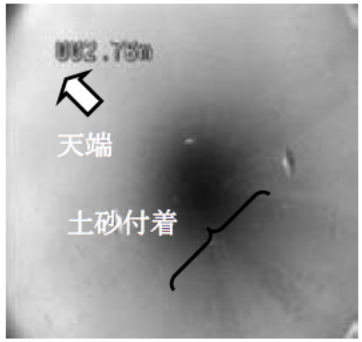


孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上 No.2
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =6.05m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められず正常に機能している。 孔口から6.05m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある. 延長6.05m でカメラが挿入不能となり、観察を中止した(カメラと孔壁の間に土砂が詰まった可能性あり)。		

写真－１　孔口排水状況

写真－２　土砂の付着
(2.76m)



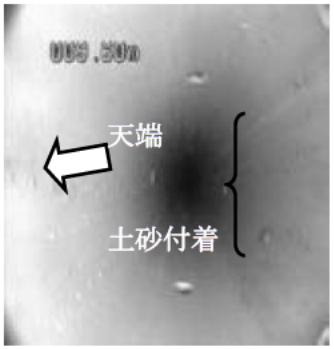
巻末資料2-2

孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.3
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =14.26m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。 孔口から14.26m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。 延長14.26m でカメラが挿入不能となり、観察を中止した(カメラと孔壁の間に土砂が詰まった可能性がある)。		

写真－１　孔口排水状況

写真－２　土砂の付着
(9.60m)

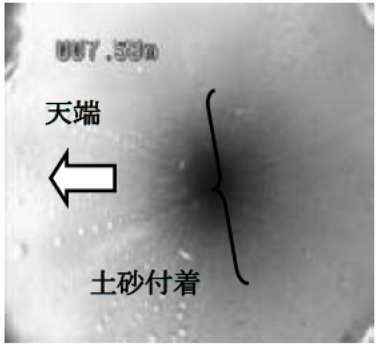


孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.4
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =9.58m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。 孔口から9.58m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。 延長9.58m でカメラが挿入不能となり、観察を中止した(カメラと孔壁の間に土砂が詰まった可能性がある)。		

写真－１　孔口排水状況

写真－２　土砂の付着
（7.59m）



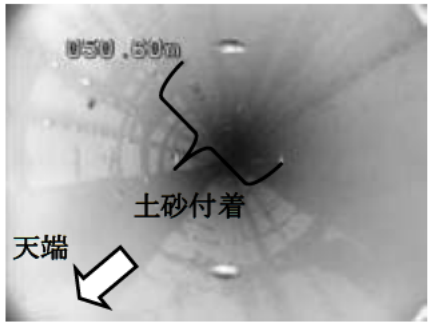
巻末資料2-4

孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.5
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =58.10m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。 孔口から孔底(58.10m)付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 土砂の付着状況(50.60m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.6
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =58.24m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。 孔口付近から延長15.0m 付近までの区間で、孔底に筋状に地下水が溜まっている。明瞭に流下している様子が認められない。 孔口から孔底(58.24m)付近までの区間で土砂分の付着があり、現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 孔内状況(13.64m)

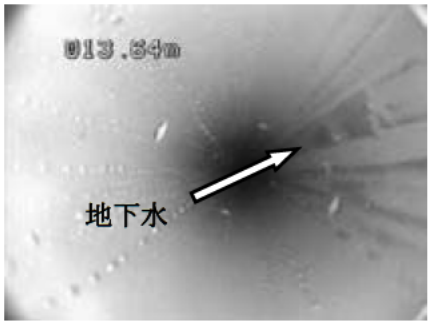
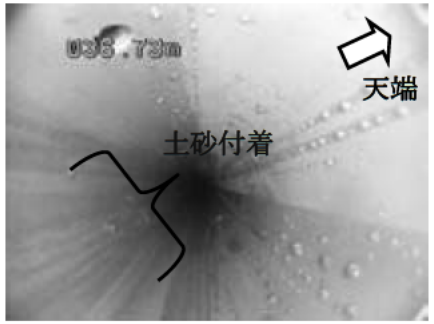


写真-3 土砂の付着状況(36.73m)

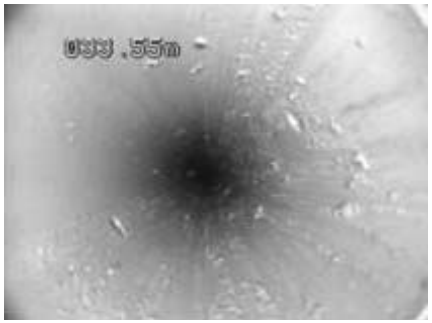


内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.7
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =58.14m		
排水状況	排水なし。		
特記事項	孔内は土砂の付着が認められるが、孔管の破損や変状は認められない。孔口から孔底(58.14m)付近までの区間で土砂分の付着がある。特に延長31.0～34.0m 付近の区間で土砂分の付着が著しい。現在地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 土砂の付着状況(33.55m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.8
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =57.81m		
排水状況	地下水の流入(Level1)は、延長 21.78m 地点で保孔管の右側のストレーナから認められる。 さらに 16.77～16.83m 地点では保孔管の右・左・上側のストレーナから、16.55m 付近では右・上側からの流入があった。 15.97m 地点で下側のストレーナから完全逸水しており、下流側での地下水の流下は認められない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 孔口～13.0m 付近までの区間、並びに孔底付近で土砂分の付着があり、現状地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 土砂の付着状況(6.42m)

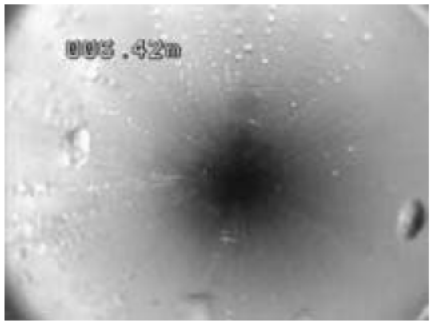


写真-3 湧水状況(16.77m)

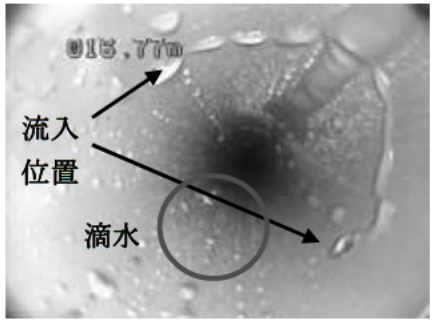


写真-4 滴水状況(16.83m)

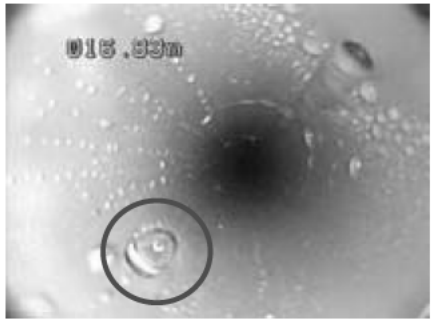
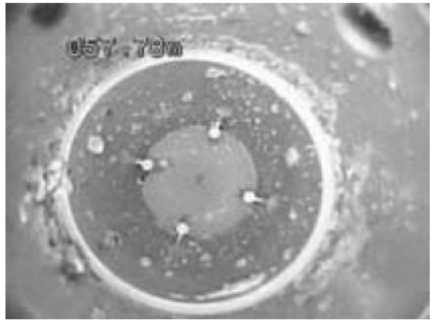


写真-5 土砂の付着状況(57.78m)



孔内観察記録票

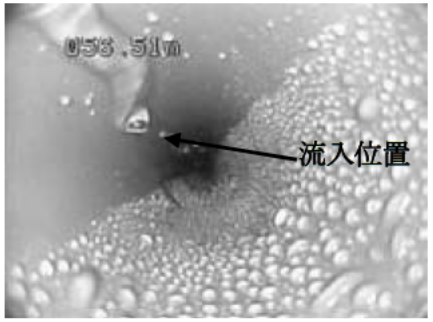
現場名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.9
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =58.31m		
排水状況	56.51m 地点で保孔管の下側のストレーナから地下水の流入が認められた(Level1)。50.7m 付近で流量が増えて 45.0m 付近まで Level2 となる。45.0m から流量が減少し、34.32m で完全に逸水していた。 再び、延長 31.2m 地点で保孔管の下側のストレーナから Level1 の地下水の流入があった。その後、28.0m 付近から流入量が増え Level2 となる。		
特記事項	孔内は綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 写真-7 湧水状況(56.51m) 		

写真-1 孔口排水状況(集水管)

写真-2 孔口排水状況(外管)

写真-3 Level2(25.58m)

写真-4 湧水状況(30.82m)

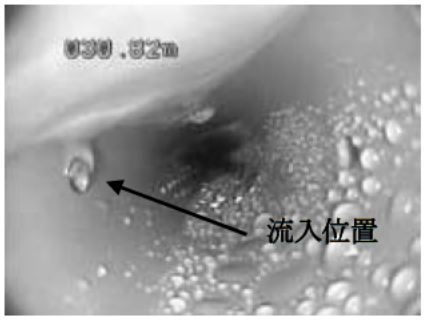


写真-5 逸水状況(34.32m)

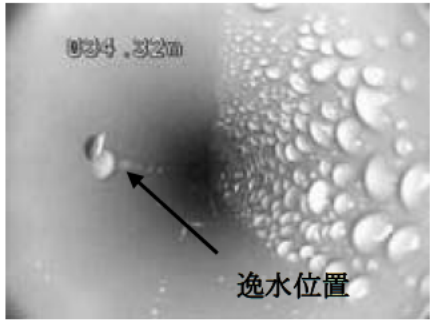


写真-6 Level2(48.95m)

孔内観察記録票

名	入谷地区地すべり対策工事	孔番	W-13 上　No.10
観察月日	平成 22 年 3 月 15-16 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =58.15m		
排水状況	地下水の流入(Level1)が、延長 33.55m 地点で保孔管の右側のストレーナから認められた。さらに 30.80～30.85m 地点では保孔管の右側・下側のストレーナからの流入があった。 22.20m 地点で下側のストレーナから逸水しており、下流側での地下水の流下は認められない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 孔口～22.50m 付近までの区間、並びに30.60～40.90m 付近の区間で土砂分の付着がある。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 土砂の付着状況(3.44m)

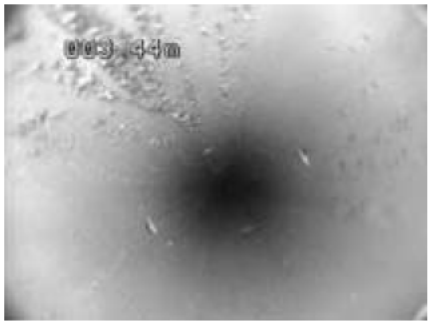


写真-3 逸水状況(22.20m)

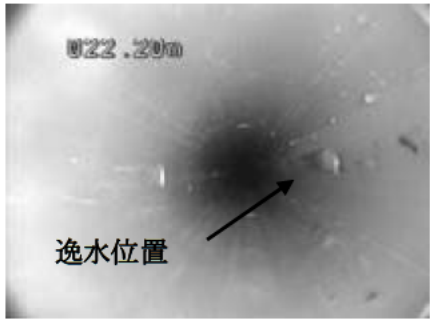


写真-4 流入状況(30.81m)

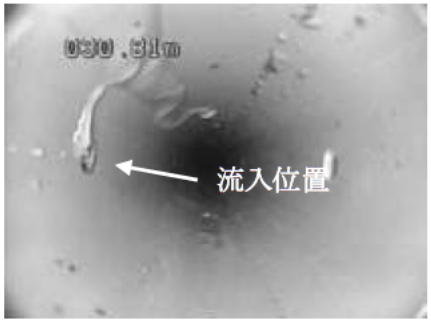


写真-5 流入状況(30.85m)

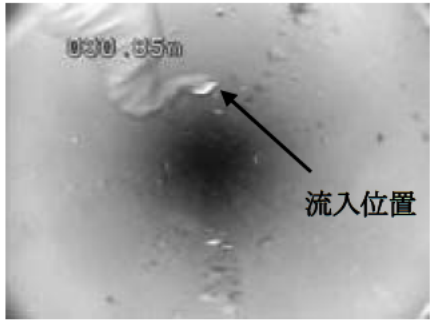
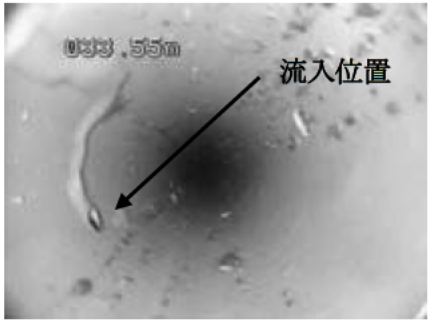


写真-6 流入状況(33.55m)

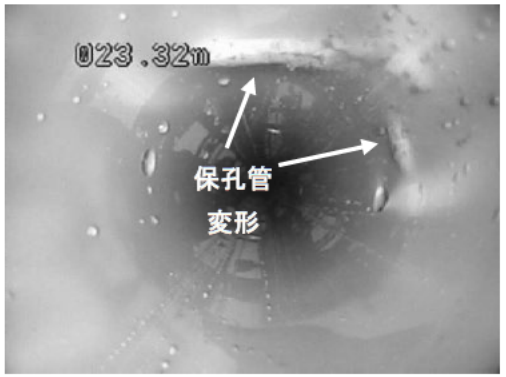


孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.1
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =23.30m（以降カメラ挿入不可）		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 ℓ/min 地下水は、孔口では外管より排水されているが、保孔管からは一切排水されていない。 観察範囲である 0～23.3m 間において保孔管に地下水の流入無し。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されている。 23.3m 付近で保孔管が変形しており、以降のカメラ挿入が不可能になっている。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　保孔管変形状況(23.3m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.2
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.20m 残尺 =0.30m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 8.07mおよび 7.94m地点で保孔管の下側から Level2 の顕著な流入があった。しかし、徐々に流量が減少していき、4.80m付近で水が完全に漏水していた。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認めらない。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　漏水状況（4.80m 付近）

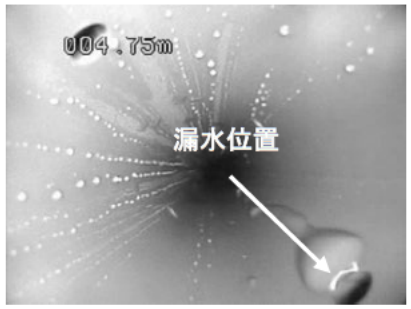


写真-3　流入状況(8.07m)

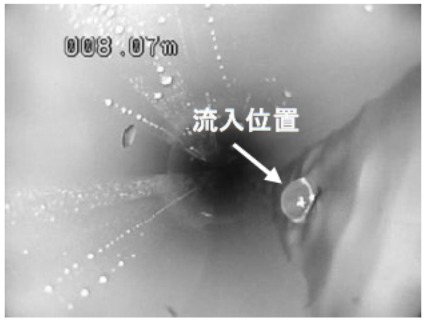
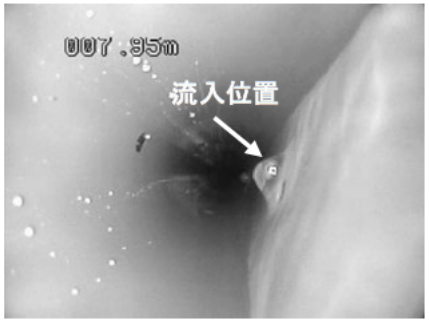


写真-4　流入状況(7.94m)

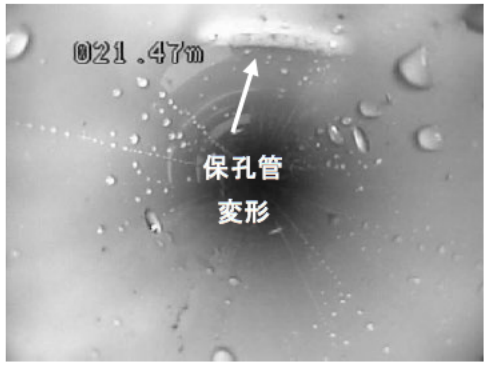


孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.3
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.40m 残尺 =0.10m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 また観察範囲内全長にわたって保孔管への地下水の流入無し。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されている。 21.47m 付近で保孔管が変形している。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　保孔管変形状況(21.47m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.4
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.40m 残尺 =0.10m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 また観察範囲内全長にわたって保孔管への地下水の流入無し。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 4.70m～6.0m付近にかけて、地下水の流下跡が認められる。		

写真-1　孔口排水状況

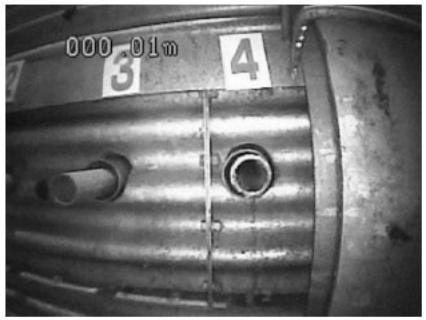
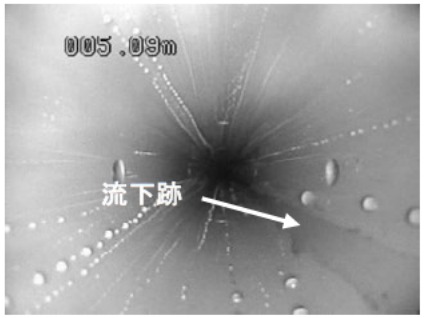


写真-2　流下跡（5.0m 付近）



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.5
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.40m 残尺 =0.10m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 13.90m付近で保孔管の側部および下側から地下水の流入があった。しかし、徐々に流量が減少していき、11.16m付近で漏水を確認。以降は水の流下はなし。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されている。 23.50m 付近で保孔管が変形している。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　漏水状況（11.16m）

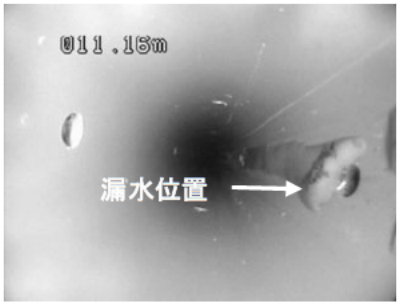


写真-3　流入状況(13.90m)

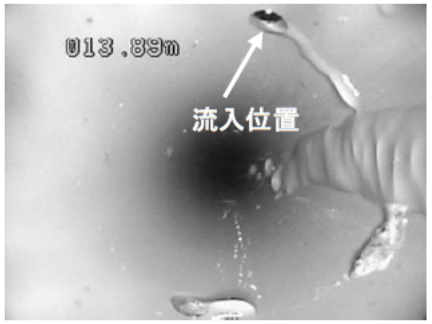


写真-4　流入状況(13.90m)

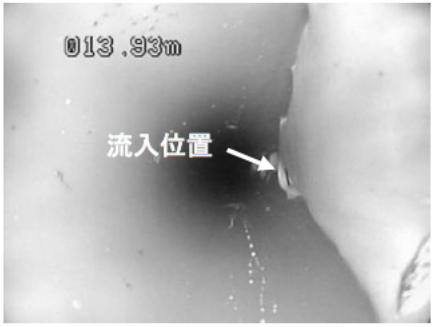
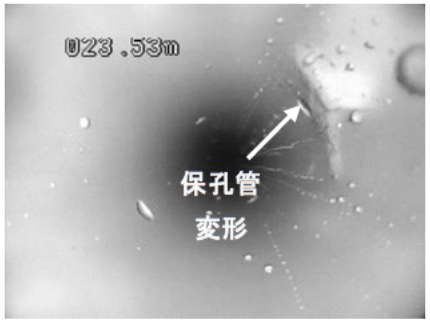


写真-3　保孔管変形状況(23.53m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.6
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.10m 残尺 =0.40m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 30.50m～31.00m付近で保孔管の下側および斜め下から地下水の流入が確認できる。28m付近で最大流量となり、徐々に流量が減少していき、26.07m付近で水が完全に漏水していた。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されている。 13.16m 付近で保孔管が変形している。 また、孔口から 10.0m付近にかけて、地下水の流下跡が認められる。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流下跡（9.50m 付近）

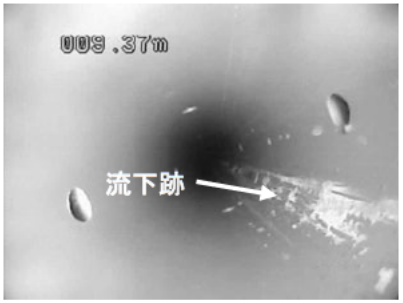


写真-3　保孔管変形状況(13.16m)

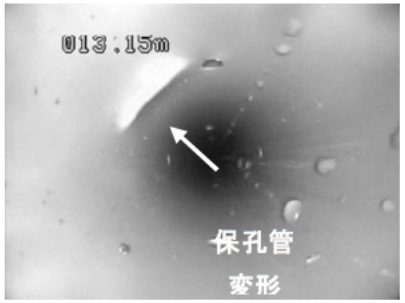


写真-4　流入状況(26.07m)

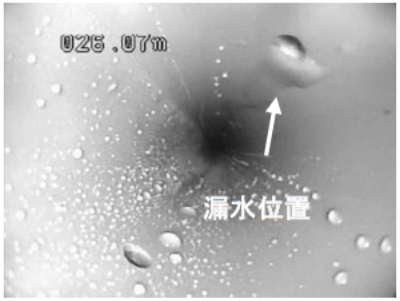


写真-5　最大水量状況(28.0m 付近)

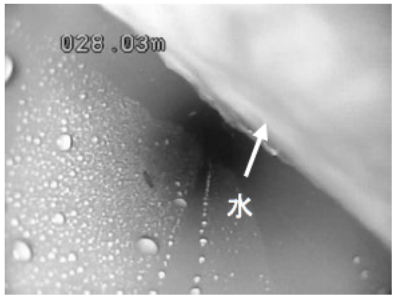
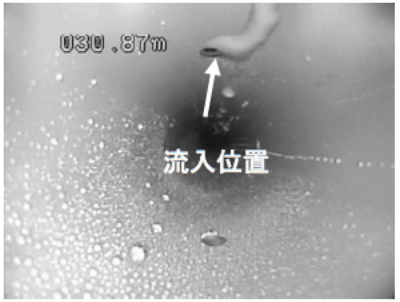


写真-4　流入状況(30.87m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.7
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =37.40m 残尺 =0.10m		
排水状況	保孔管口元排水量 ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では保孔管より若干の排水あり。 18.0m付近から孔口まで Level1 程度の地下水の流下が確認できる。また、18.01mおよび 18.05mでは、保孔管の斜め下より地下水が保孔管内に流入している。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流下状況（10.00m 付近）

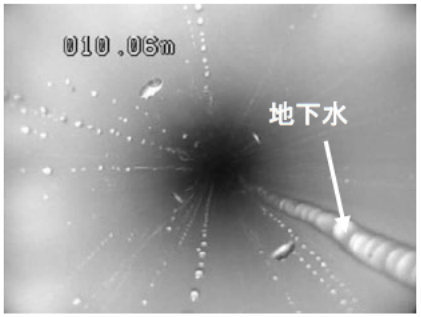
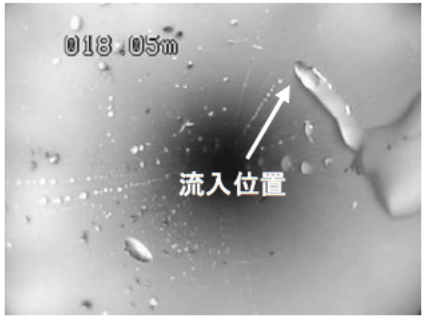


写真-3　流入状況(18.05m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	W-13　下段 No.8
観察月日	平成 22 年 3 月 17 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5° 観察延長 =9.80m 残尺 =不明		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0ℓ/min 外管排水量 0.0ℓ/min 孔口では外管、内管とも排水されていない。 観察範囲である 0～9.80m 間において地下水の流入がない。		
特記事項	孔内から 9.80mまでの全長にわたって、粘土の様な付着物が保孔管内面全体に付着していた。この物体は、時折、塊として存在しカメラで押すと変形する。9.30m付近に大きな塊があり、それ以降の観察が不可能となっている。		

写真-1　孔口排水状況

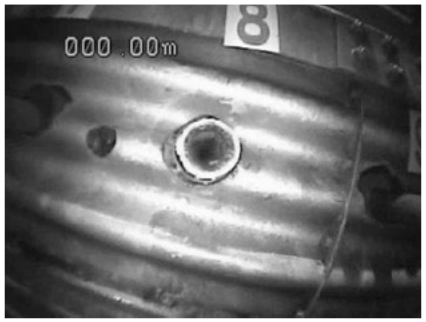


写真-2　付着物状況（孔口付近）

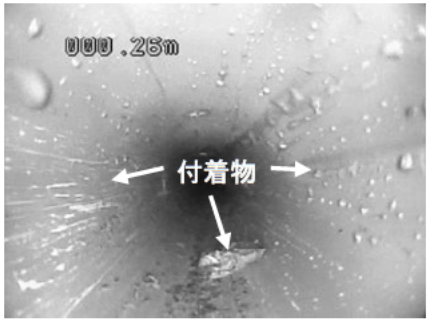


写真-3　付着物状況(5.14m)

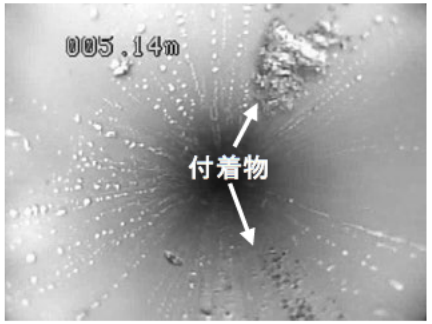
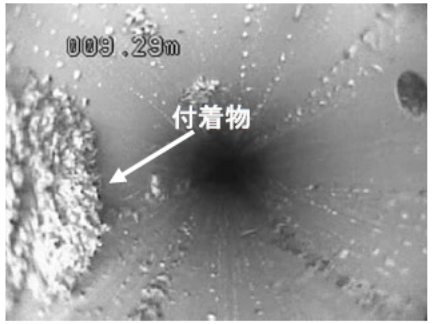


写真-4　付着物状況(9.30m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	WG-13 下段 No.9
観察月日	平成 22 年 3 月	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =9.93m		
排水状況	・ ストレーナからの流入や筋状の流下は見られない。 ・ 保孔管の周囲に線状の水滴が認められる。		
特記事項	・ 孔内は孔口付近で何かを引きずったような跡が見られる。 ・ 所々ストレーナに土砂と思われる灰色状のものが付着している。 ・ 孔内には、筋状の苔が付着しており、以前に流下した痕跡が見られる。 ・ 9.0m 付近から土砂（？）が筋状に付着している量が多くなり 9.93m 付近で観察不能となっている。		

写真-1 孔口排水状況

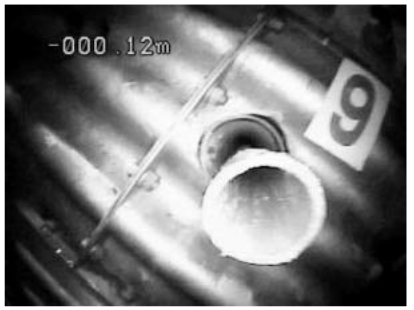


写真-2 流下の痕跡(2.91m)

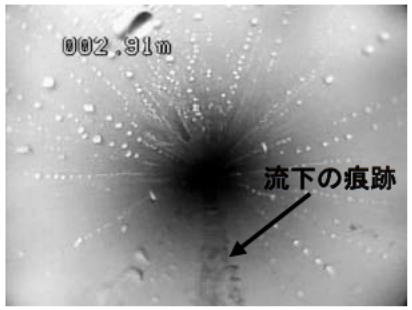
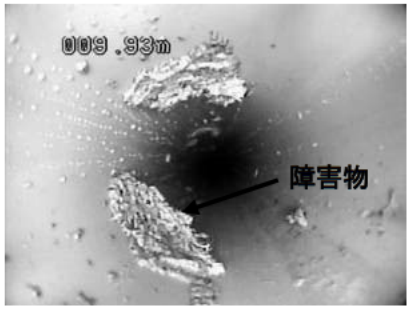


写真-3 障害物状況(9.93m)



孔内観察記録票

現場名	入谷地すべり	孔番	WG-13 下段 No.10
観察月日	平成 22 年 3 月	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =37.32m		
排水状況	・ 集水管の孔口から勢いよく排水されている。 ・ 孔口から 10.01m まで連続的に流下が見られ、特に 9.30m付近で左側のストレーナからの非常に顕著な流入により level2 の流下が孔口まで続いている。 ・ 9.57m 付近では、左右と上部のストレーナから滴状の流入が見られる。 ・ 25.25m 付近から level1 の流下が生じており、24m 付近より徐々に漏水し、断続的に大粒状化している。		
特記事項	・ 孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 ・ 土砂混じりの水滴や土砂の付着は殆ど見当たらない。 ・ Level2 の流下区間では、天端に無数の水滴が存在する。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況（9.30m）

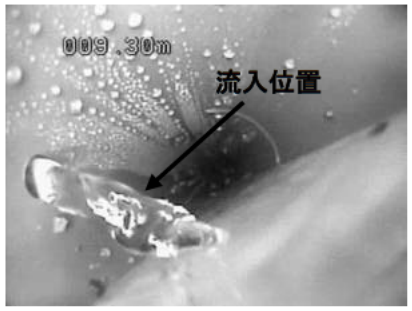


写真-3　流入状況(9.57m)

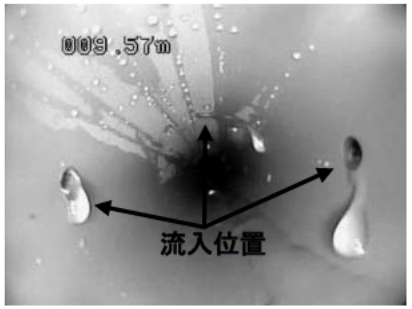


写真-4　流入状況(9.88m)

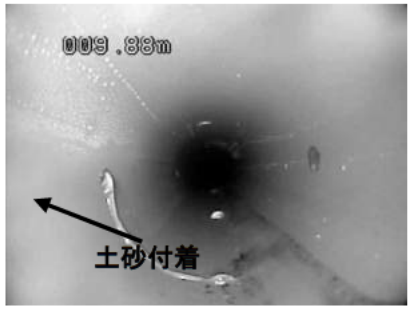
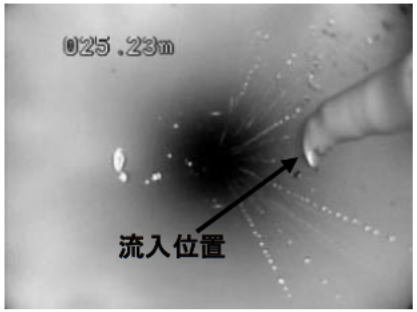


写真-5 流入状況(25.23m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.1
観察月日	平成 22 年〇月〇日	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =51.73m 残尺 =0.3m		
排水状況	保孔管口元排水量 -　ℓ/min 外管排水量 -　ℓ/min カメラ挿入時には、地下水は確認されない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 所々、土砂と思われる付着物が確認される		

写真-1　孔口排水状況

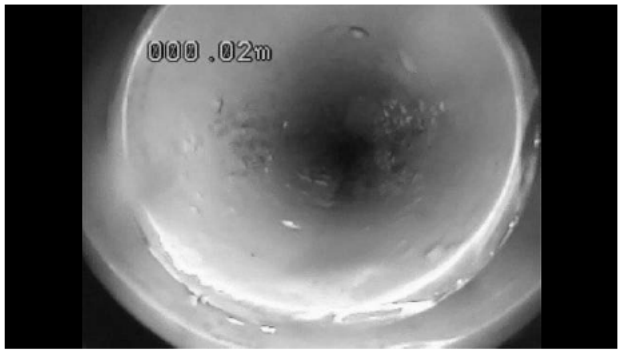
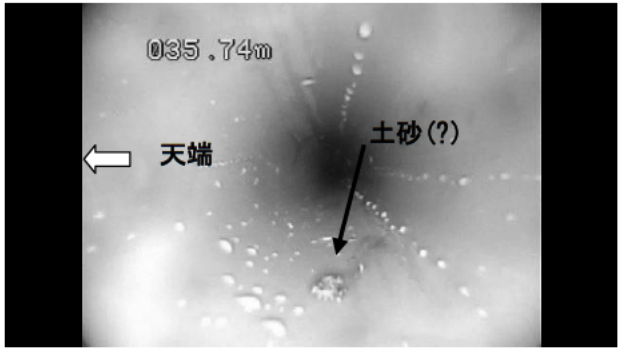


写真-2　土砂（？）状の付着物(35.74m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.3
観察月日	平成 22 年〇月〇日	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.02m 残尺 =不明		
排水状況	保孔管口元排水量 -　ℓ/min 外管排水量 -　ℓ/min 延長 33.1m 付近で水深はほとんどないが、保孔管の右下側のストレーナから Level1 の地下水の流入が確認される。 その他、18.3m 付近で水深はほとんどないが、地下水の流入が認められたが(Level1)、10.0m 付近で漏水し、それより手前では地下水が確認されない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 所々、土砂と思われる付着物が確認される。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　地下水の流入状況(33.11m)

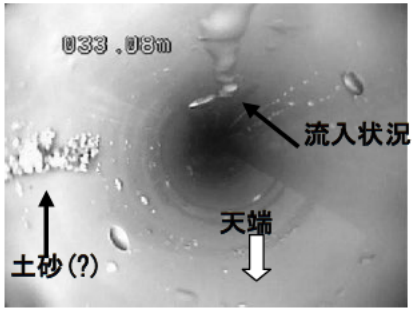
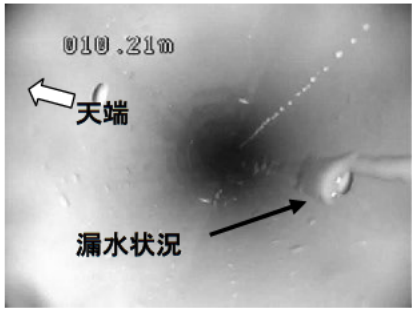


写真-3　地下水の漏水状況(10.21m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.5
観察月日	平成 22 年〇月〇日	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.08m 残尺 =不明		
排水状況	保孔管口元排水量 －　ℓ/min 外管排水量 －　ℓ/min 延長 28.0m 前後で保孔管のほぼ下側のストレーナから水深がみられる地下水の流入が確認される。 13.0m 付近から流下する地下水が減少し水深がみられなくなる。さらに、孔口付近で漏水し、孔口付近は地下水が確認されない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

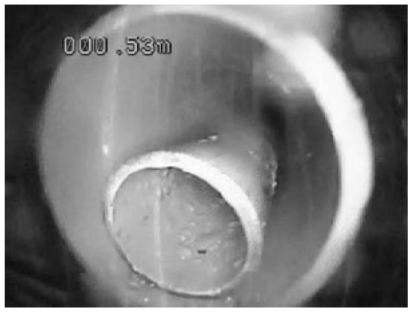


写真-2　地下水の流入状況(28.02m)

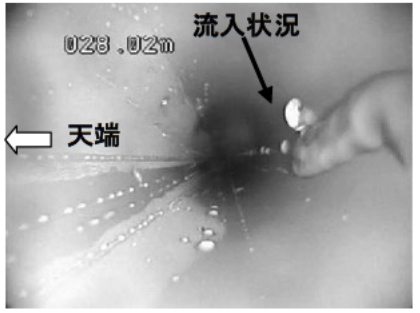


写真-3 地下水の流入状況(27.92m)

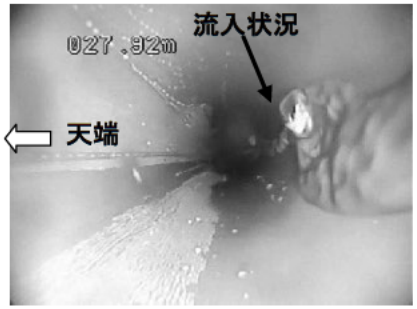


写真-4 地下水の流入状況(13.31m)

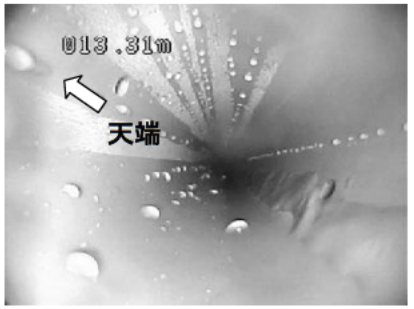
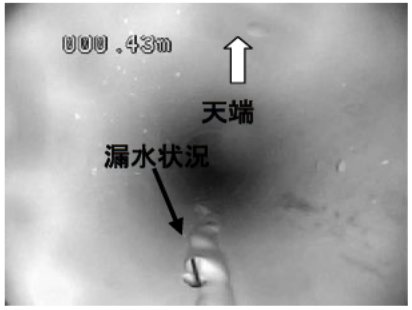


写真-5　漏水状況(0.48m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.7
観察月日	平成 22 年〇月〇日	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =51.93m 残尺 =不明		
排水状況	保孔管口元排水量 -　ℓ/min 外管排水量 -　ℓ/min 延長 30～31m 付近で保孔管の左下側および右下側のストレーナから水深はみられないが、地下水の流入が確認される。それらが集められ、延長 29m 付近で水深がみられる。 22.5m 付近から流下する地下水が減少し、22m 付近では水深がみられなくなり、孔口～20m 付近は地下水が確認されない。		
特記事項	孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

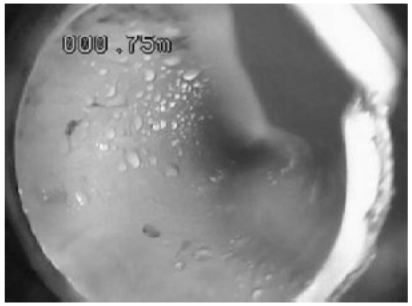


写真-2　地下水の流入状況(30.79m)

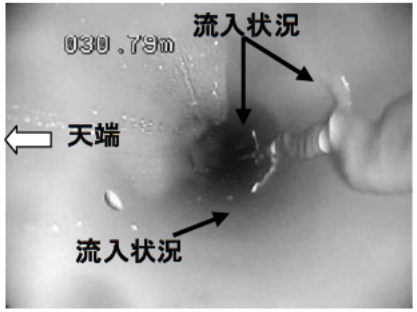
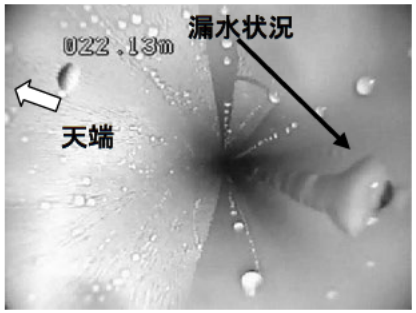


写真-3 漏水状況(22.13m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.9
観察月日	平成 22 年 3 月 25 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.20m 残尺 =0.0m		
排水状況	保孔管口元排水量　　ℓ/min 外管排水量　　ℓ/min 口元からの排水はあるものの、保孔管からの排水はない。 地下水は、45.3m付近で右斜め下方から流入した地下水が 41.3m まで認められた(Level1)。		
特記事項	管内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められず正常に機能している。 ほぼ全区間にわたって、水滴が数条に断続的に観察される。 延長 50.0m 付近に土砂分の付着が認められた。		

孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.11
観察月日	平成 22 年 3 月 25 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.00m 残尺 =0.0m		
排水状況	保孔管口元排水量　　ℓ/min 外管排水量　　ℓ/min 孔口からの排水はあるものの、保孔管からの排水はない。 Level1 以上に相当する排水は認められない。		
特記事項	管内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 孔口から延長 5.5m間は水滴跡が数条認められる。 延長 5.5m～50.5mの区間で、水滴が数条に断続的に観察される。		

孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-3　No.13
観察月日	平成 22 年 3 月 25 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =51.97m 残尺 =0.0m		
排水状況	保孔管口元排水量　　ℓ/min 外管排水量　　ℓ/min 口元からの排水はあるものの、保孔管からの排水はない。 Level1 以上に相当する排水は認められない。		
特記事項	管内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認めらない。 ほぼ全区間にわたって、水滴が数条に断続的に観察される。		

孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.1
観察月日	平成 22 年 3 月 23 日	天候	曇時々晴
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =?°（水平 =?°） 観察延長 =52.26m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0 ℓ/min 外管排水量 0.0 ℓ/min ・全長にわたり、排水は認められない。 ・至るところで濁った水滴や筋状の土砂付着が確認されており、現状地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡が認められる。		
特記事項	・孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口状況

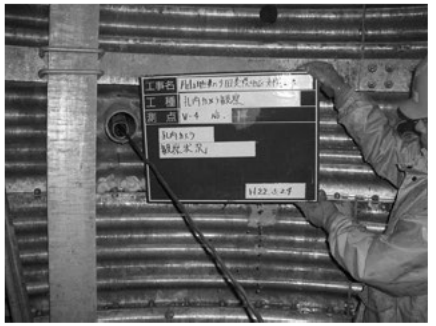


写真-2　孔口状況

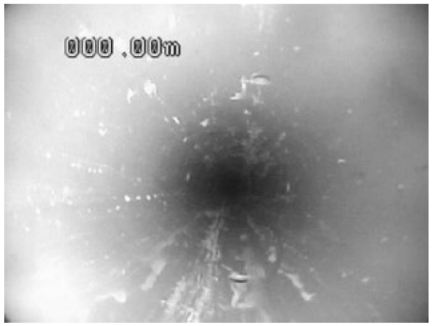


写真-2　水滴付着状況(5.05m)

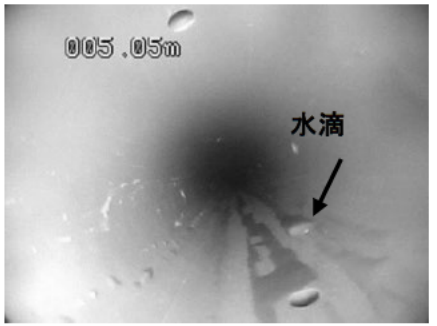
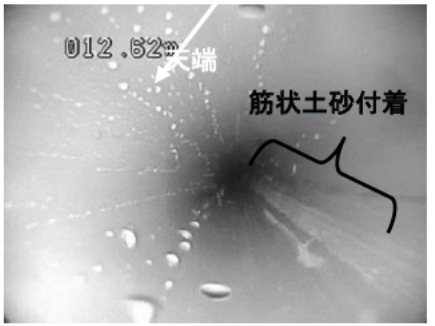


写真-3　筋状土砂状況(12.62m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.3
観察月日	平成 22 年 3 月 23 日	天候	曇時々晴
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =?°（水平 =?°） 観察延長 =52.28m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.0 ℓ/min 外管排水量 2.0 ℓ/min ・孔口～3m 付近までは管内の排水は認められないが、3m～50m は、排水が確認される。 ・特に 16m～19.5m、26m～48m の区間は LEVEL2 の流下状況である。 ・18.9m～19.4m 付近に真下あるいは斜め下の孔より明瞭な湧出点が確認された。 ・26m～48m の LEVEL2 区間は、それに相当する明瞭な湧出点が確認できなかったため、恐らく各所で真下から湧出していると推察される。 （49m 付近の湧出点は極少量）		
特記事項	・孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口状況

写真-2　湧水状況(3.98m)

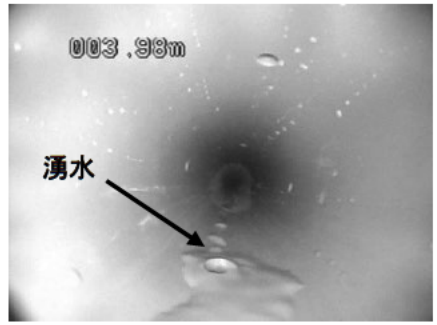


写真-3　湧水状況(18.97m)

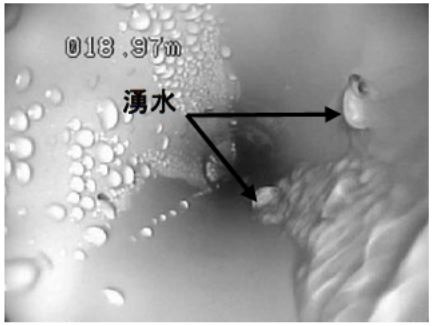
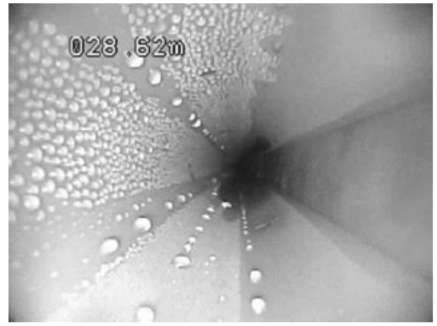


写真-4 LEVEL2 流下状況(28.62m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.5
観察月日	平成 22 年 3 月 23 日	天候	曇時々晴
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =?°（水平 =?°） 観察延長 =52.36m		
排水状況	保孔管口元排水量 0.2 ℓ/min 外管排水量 3.0 ℓ/min ・孔口～4m 付近、18.8m～21.8m 付近、49.5m～50.0m 付近で排水が確認できる。 ・その中で 1.8m～4.0m 付近は水深がみられる排水量である。 ・3.5～3.9m で数箇所、斜め下側からの湧水が認められる。		
特記事項	・　孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 ・　数箇所で写真-4 に示すような土砂の付着区間が確認されたが、いずれの場合も塩ビ管継ぎ目付近で確認されており、施工時に付着した土砂の可能性がある。		

写真-1　孔口状況

写真-2　湧水状況(3.78m)

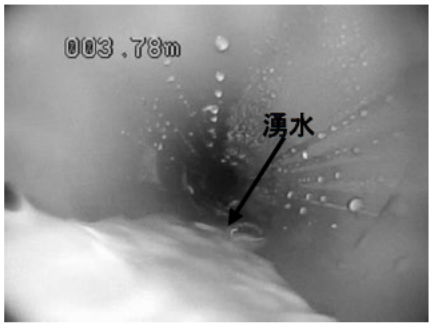


写真-3　流下状況(20.66m)

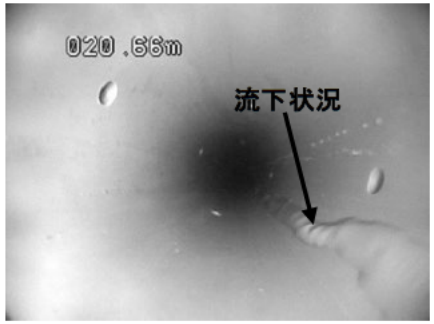
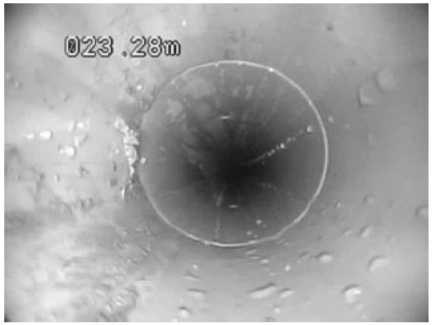


写真-4　土砂付着状況(23.28m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.7
観察月日	平成 22 年 3 月 23 日	天候	曇時々晴
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =?°（水平 =?°） 観察延長 =52.25m		
排水状況	保孔管口元排水量 10.0 ℓ/min 外管排水量 2.1 ℓ/min ・孔口～31m 付近で排水が確認できる。 ・排水が確認できる上記区間は LEVEL2 の排水量である。 ・特に孔口～11m 付近までは、カメラ画面を覆うほど排水量が多く湧水位置の特定はできない。 ・14.3m 付近、21.7～21.8m 付近、22.7m 付近、28.5～31m 付近で湧水が確認される。底に排水が流れているため、湧水が確認されるのは斜め下からのものが多いが、写真-6 のように管側面からの湧水も確認できた。		
特記事項	・　孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口状況

写真-2　LEVEL2 湧水状況(5.72m)

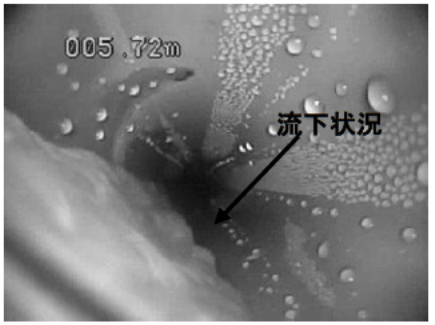


写真-3　湧水状況(14.27m)

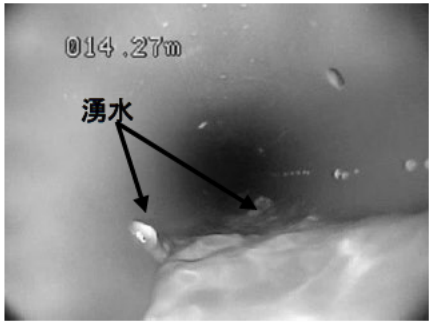


写真-4　湧水状況(21.69m)

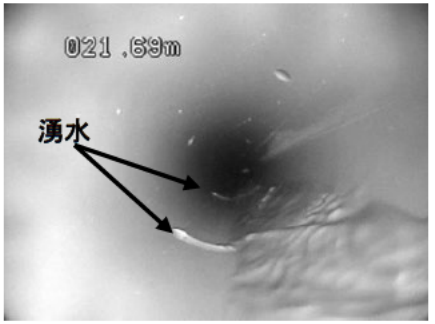


写真-5　湧水状況(22.64m)

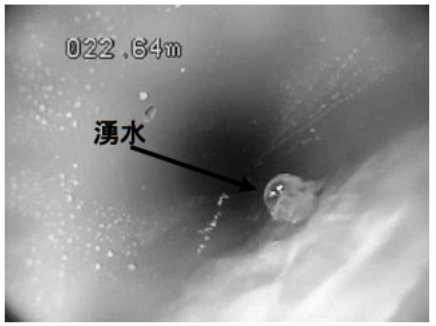
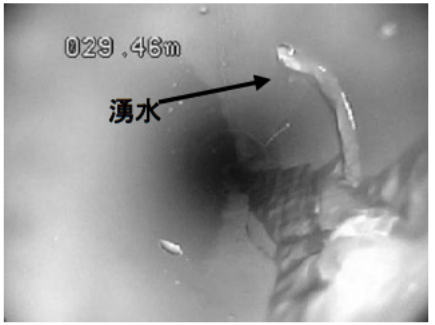


写真-6　湧水状況(29.46m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.9
観察月日	平成 22 年 5 月 29 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.36m		
排水状況	・ 延長 2.39m 地点で保孔管の左側および下側のストレーナから Level2 の顕著な流入があり、孔口から排水されている。 ・ 7.0m から地下水の流入があり（level1）、2.39 まで流下している ・ 25.2m～50.0m 間では水深がみとめられないが流水（パイプ下半分側からのみ流入）があるが 27.0 付近より徐々に漏水していた。		
特記事項	・ 孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 ・ 延長 15.0～19.0m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現状地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況（2.39m）

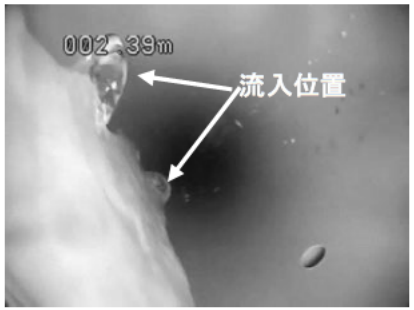


写真-3　流入状況（7.03m）

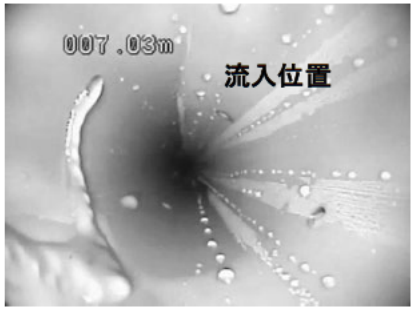


写真-4　土砂の付着状況（21.07m）

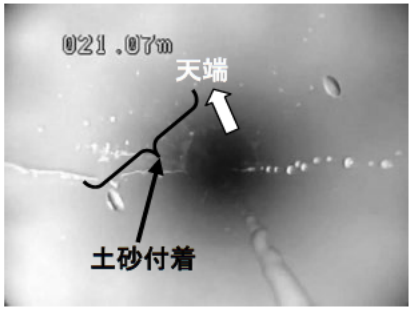


写真-5　流入状況（32.15m）

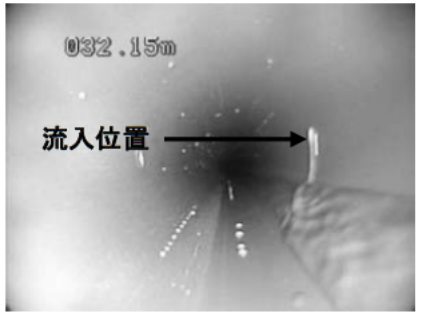
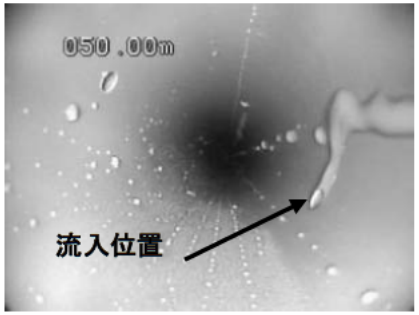


写真-6　流入状況（50.00m）



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4　No.11
観察月日	平成 22 年 5 月 29 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.35m		
排水状況	・ 5.25m 地点より水深は認められないが、の流下が見られ、徐々に流量が増えて 9.92m、10.04m 付近で保孔管の左側のストレーナからの流入箇所で最も流量が多くなりそれより上部で微量となる。 ・ 5.25m の流れは延々と上部から続いているが 30.41m～30.72m 間は水深が認められる流れとなっている。 ・ 31.0 地点の水深が認められない地下水は上部に向けて徐々に増え 40.0m の流入部で最も多い流量となっている(level2)。 ・ 40.50m よりも上部では間で level1 程度の流水(パイプ下半分側からのみ流入)があるが 27.0m 付近より徐々に漏水していた。		
特記事項	・ 孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。ただし上流部（40.00m 以上）では土砂の付着等、汚れが見られる。 ・ 10.90m から 11.90m の間の水深が認められないが、所々土砂の付着が見られる。 ・ 25.39m、27.5m、29.5 箇所で水深が認められる流れがみられパイプ上面に土砂の付着が見られる。(流量 Level2) ・ 43.50～48.0m 間は流下は見られないが孔上円部に水滴の付着が多くみられ、かつ 44.50～47.30m 間ではその水滴が泥状態となっている。		

写真-1　孔口排水状況

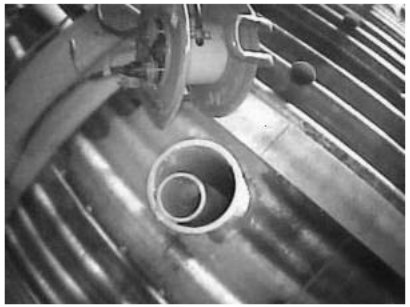


写真-2　土砂･さび？の付着(8.83m)

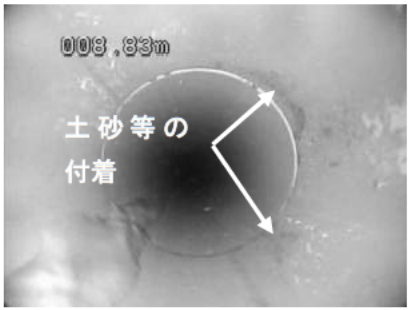


写真-3　流入状況(9.92m)

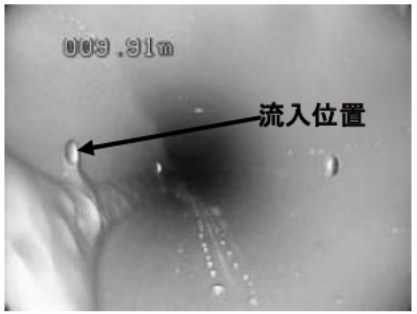


写真-4　土砂の付着状況(11.21m)

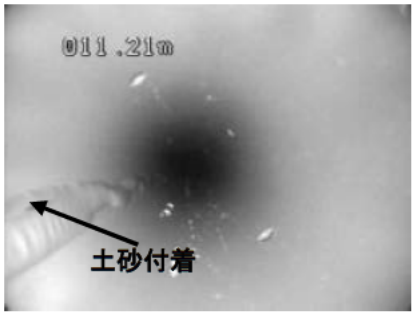


写真-5 流下･土砂付着状況(25.39m)

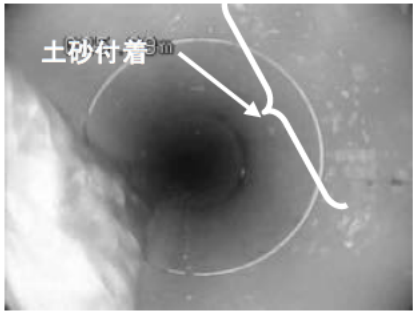
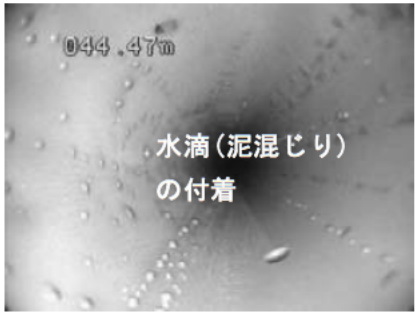


写真-6 パイプ内状況(44.50m)



孔内観察記録票

現場名	月山地すべり　田麦俣地区 地すべり対策工事	孔番	W-4 No.13
観察月日	平成 22 年 5 月 29 日	天候	ー
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =0°） 観察延長 =52.51m		
排水状況	・ 孔口から level1 の流下が見られ、5.11m 付近における保孔管の左側のストレーナからの流入が最も多い。 ・ 流下は孔口から 35.06m 付近まで断続的に続いており、5.00～12.46m と 18.45～35.17m 間は水深が認められる流れとなっている ・ 5.00～12.49m間の水深が認められる流れは、12.34m 付近における左下側のストレーナから流入が大部分を占めている。		
特記事項	・ 孔内は比較的綺麗な状態が保持されており、保孔管の破損や変状は認められない。 ・ 孔内全域に土砂混じりの水滴や土砂の付着が見られる。 ・ 28.96～34.61m 間では、保孔管の天端部に無数の水滴が見られる。		

写真-1 孔口排水状況

写真-2 水滴（土砂混じり）(3.91m)

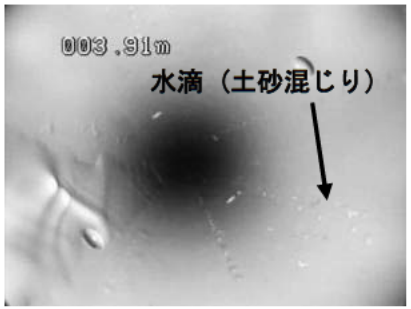


写真-3 流入状況(5.11m)

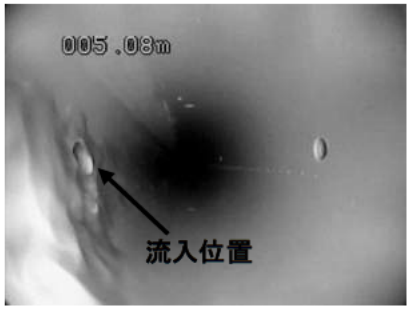


写真-4 土砂の付着 (8.30m)

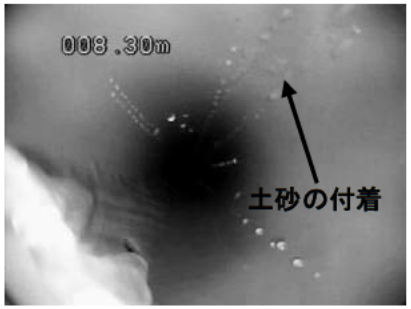


写真-5 流入状況（12.34m）

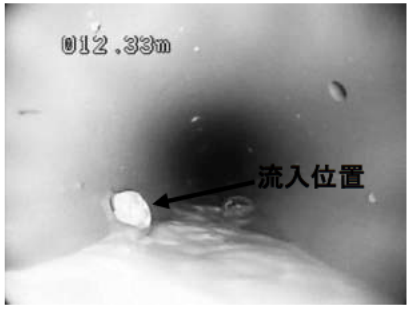
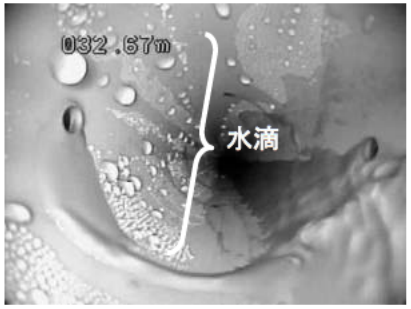


写真-6 流入状況（32.67m）



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-1　No1
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =249.76°） 観察延長 =41.47m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 2.0ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 地下水は、延長 1.51m 地点で保孔管の下側のストレーナから水深が認められる顕著な流入があった。 その他、25.39m 地点で地下水の流入が認められ、25.39m から孔口まで地下水の流れが確認出来た。 25.39m から 33.75m で地下水が溜まっており孔口への流出にはつながらない（地下水の流れは確認出来なかった）。		
特記事項	孔内は、孔口から 31m 付近まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められず正常に機能している。 28.5m 以降ﾌｨﾙﾀｰ材が装着されている部分は土砂の浸入が少なく比較的綺麗な状態を保っている。		

写真-1　孔口排水状況

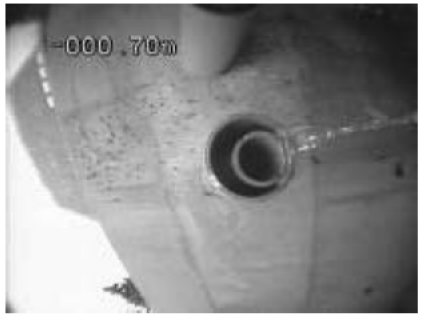


写真-2　流入状況(1.51m)

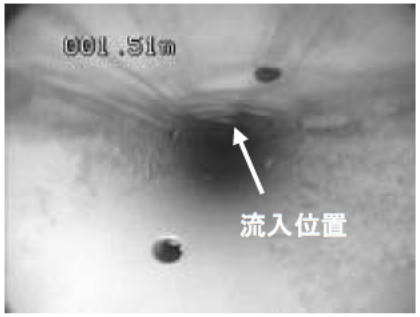
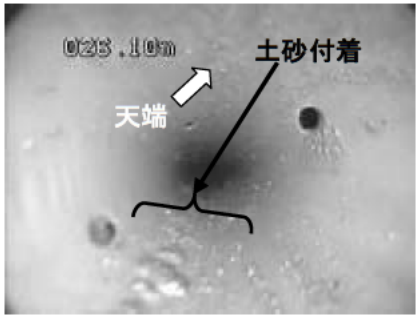


写真-3　流入状況(25.39m)

写真-4　土砂の付着状況(26.10m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-1　No2
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =261.76°） 観察延長 =41.19m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 3.7ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 地下水は、延長 25.09m 及び 25.64m 地点で保孔管の上下左右側のストレーナから Level2 の顕著な流入があり、25.64m から孔口まで湧水の流れが確認出来た。		
特記事項	孔内は、孔口から孔底 41.19m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められず正常に機能している。 延長 25.64m～孔底 41.19m 付近までの区間で土砂分の付着があり、現状地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡がある。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(25.09m)

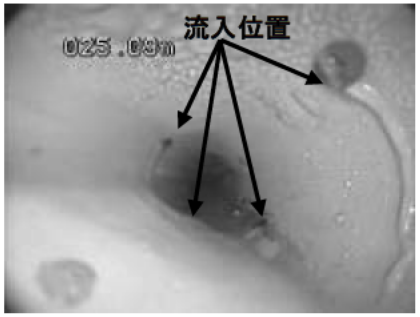


写真-3　流入状況(25.64m)

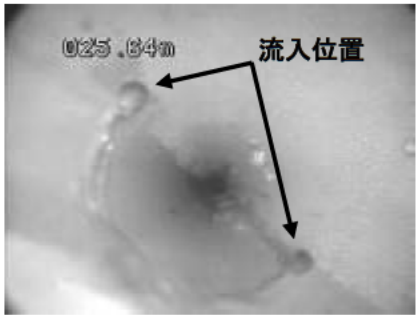
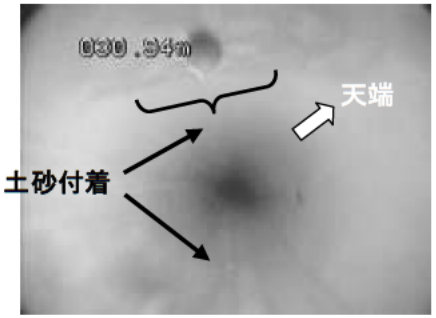


写真-4　土砂の付着状況(30.94m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-1　No3
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =273.76°） 観察延長 =41.37m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 2.0ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 25.0m～孔底 地下水は、延長 22.56m 地点で保孔管の左側および下側のストレーナから水深が認められる顕著な流入があった。 その他、24.04m 地点で地下水の流入が認められた(水深は認めれない)、24.04m 以降、孔底まで地下水の流入は確認出来なかった。		
特記事項	孔内は、孔口から 30.0m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められず正常に機能している。 24.0m～38.5m 付近までの区間で、現状地下水の流下はないものの、過去に地下水が流れた痕跡があった。 28.5m 以降ﾌｨﾙﾀｰ材が装着されている部分は土砂の浸入が比較的少なく綺麗な状態を保っている。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(22.56m)

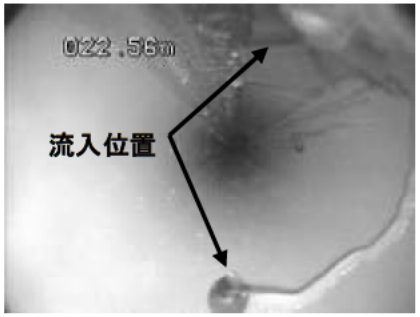


写真-3　流入状況(24.04m)

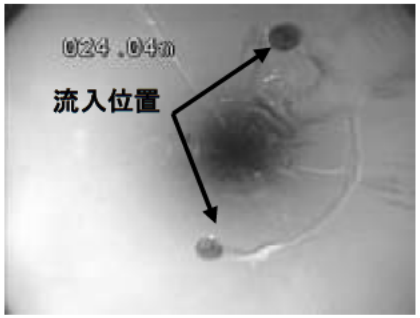
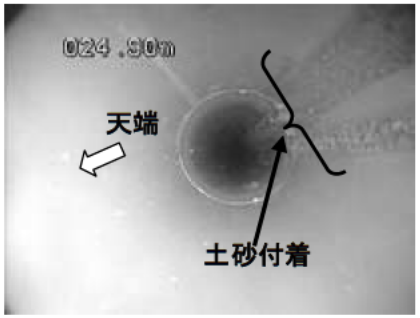


写真-4　土砂の付着状況(24.90m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-1　No4
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =285.76°） 観察延長 =41.22m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 4.0ℓ/min 外管排水量　-.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 地下水は、延長 0.75m 地点で保孔管の下側のストレーナから Level2 の顕著な流入があった。 その後、3.00m 地点まで地下水が筋状に流下し、3.0m～5.5m 区間で再び地下水が多くなり、水深が認められ又、5.5m～13.0m で地下水が筋状に流下し(水深が認められない)、三度 13.0m～20.5m 区間で再び水深が認められるほどの地下水量になった この No4 孔は 3 ヶ所で地下水の流入と流出が繰り替えされ、孔口 4.0L/min の排水量は 0.75m に流入した地下水がほとんどである。		
特記事項	孔内は、20.88m から 33.00m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(0.75m)

写真-3　流入状況(5.50m)

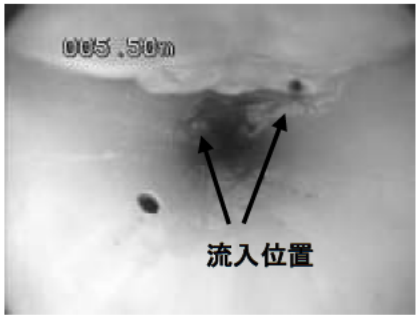


写真-4　流入状況(19.94m)

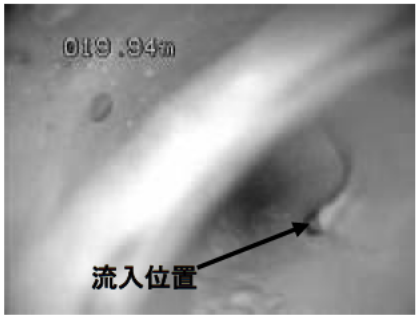
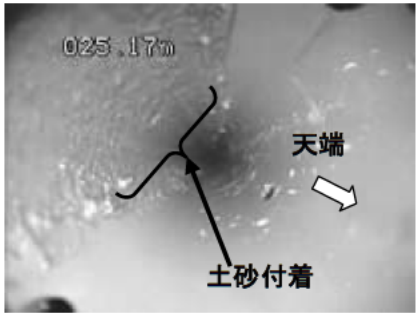


写真-5　土砂の付着状況(25.17m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-2　No1
観察月日	平成 22 年 11 月 10 日(水)	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリングエ 仰角 =7°（水平 =303.95°） 観察延長 =41.49m 残尺 =0.3m 降水量=57mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.06ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 無し 地下水は、延長 21.50m 地点で保孔管の右側のストレーナから水深が認められないほどの少量な流入があり、この地下水が孔口への流出につながっている。 以下 21.5m 以降、孔底にかけて地下水の流入は確認されなかった。		
特記事項	孔内は、21.50m から孔底まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(21.50m)

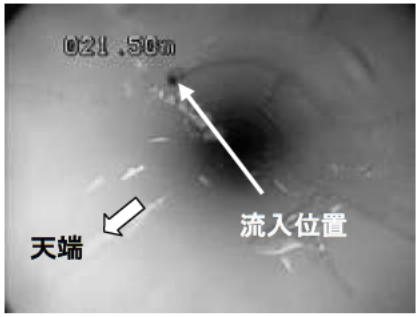
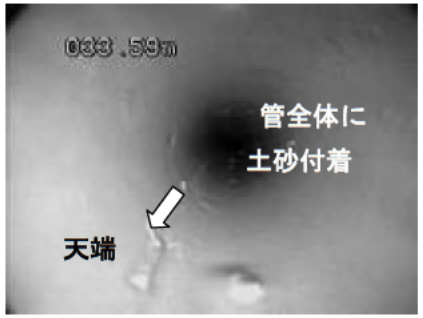


写真-3　土砂の付着状況(33.59m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-2　No2
観察月日	平成 22 年 11 月 10 日(水)	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =7°（水平 =312.95°） 観察延長 =41.49m 残尺 =0.3m 降水量=57mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.1ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 地下水は、延長 5.05m 地点で保孔管の左側のストレーナから水深が認められないほどの少量な流入があり、15.29m 地点でも保孔管の右側のストレーナから水深が認められないほどの少量な流入があって、この地下水が孔口への流出につながっている。 以下 15.29m 以降、孔底にかけて地下水の流入は確認されなかったが、ほんのわずか、地下水が筋状に溜まっているのが確認でき、過去に地下水が流れた様子が確認できた。		
特記事項	孔内は、孔口から孔底 41.49m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認めらない。		

写真-1　孔口排水状況

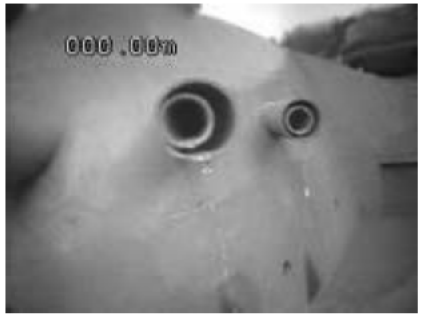


写真-2　流入状況(5.05m)

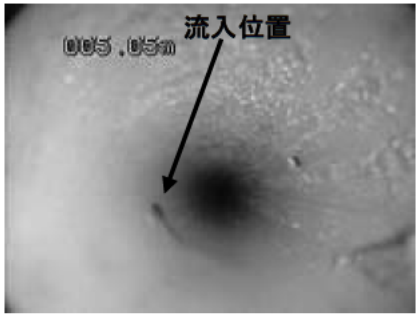


写真-3　流入状況(15.29m)

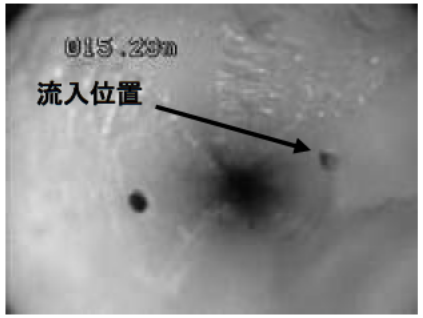
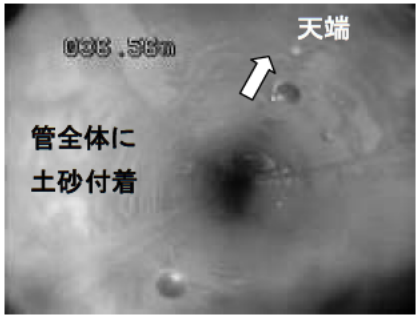


写真-4　土砂の付着状況(30.94m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-2　No3
観察月日	平成 22 年 11 月 10 日(水)	天候	雨
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =7°（水平 =321.95°） 観察延長 =34.73m 残尺 =0.3m 降水量=57mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.1ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 37.0m～孔底 地下水は、12.57m 保孔管左側と 21.40m 保孔管左側と 27.62m 保孔管右側地点のストレーナから水深が認められないほどの少量な流入があり、この地下水が孔口への流出につながっていた。 以下 27.62m～34.73m にかけて地下水の流入は確認出来なかったが、地下水の流れは、ほんのわずか確認出来て、その先にわずかではあるが地下水の流入があると推測される。		
特記事項	孔内は、孔口から 34.73m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。 カメラ観測中 34.73m 付近にて大粒の砂が存在し、その粒子によりカメラヘッドが挟まりその先への観測は危険と判断し中止した。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(12.57m)

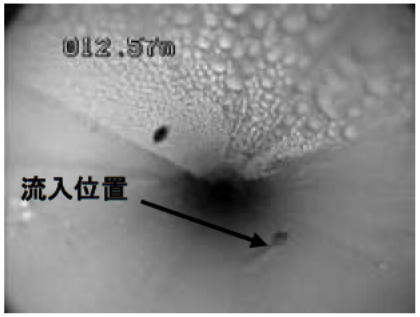


写真-3　流入状況(21.40m)

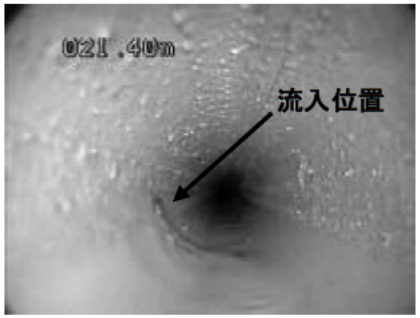


写真-4　流入状況(27.62m)

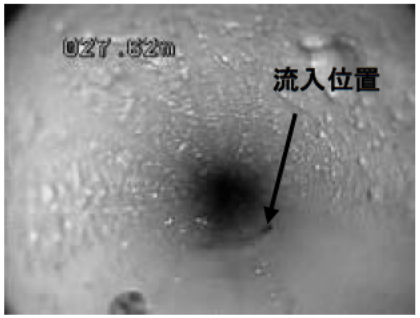
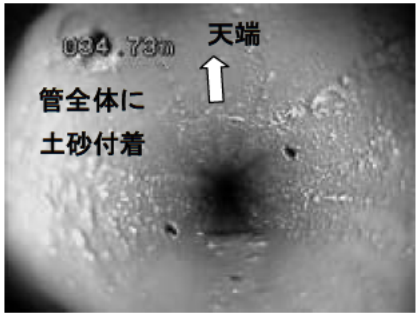


写真-3　土砂の付着状況(34.73m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-3　No1
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =301.13°） 観察延長 =41.42m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.4ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 20.0m～孔底 地下水は、延長 3.92m と 9.34m 地点で保孔管の左側のストレーナから Level2 の顕著な流入があり、 その他、9.34m 地点で地下水の流入が少量認められ、21.46m 地点で、わずかではあるが地下水の流入が確認された。 21.46m から孔底まで水深の低い地下水が溜まり(Level1)孔口への流出にはつながらず地下水の流れは確認出来なかった。		
特記事項	20.0m 以降ﾌｨﾙﾀｰ材が装着されている部分で地下水の流れの無い 21.46m～孔底の区間いたるところで流入痕跡が確認された。(写真 5) 孔内は、孔口から孔底 41.42m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(3.92m)

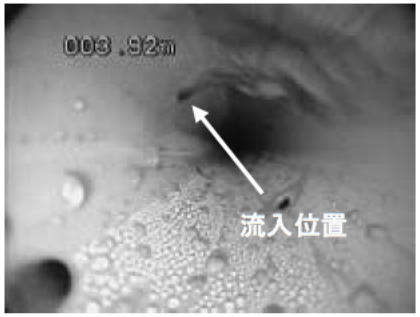


写真-3　流入状況(9.34m)

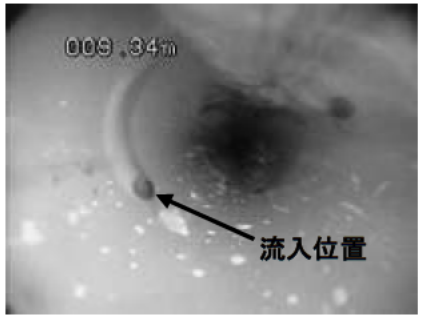


写真-4　土砂の付着状況(21.46m)

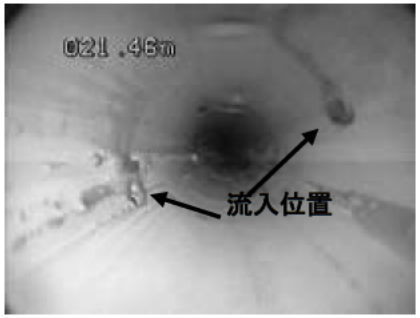
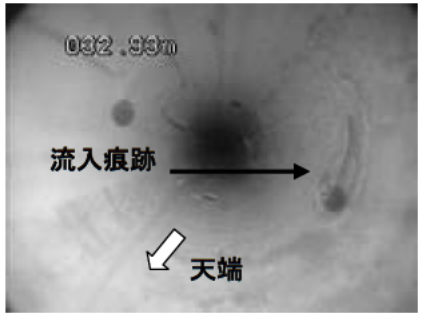


写真-5　流入痕跡(32.93m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-3　No2
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =313.13°） 観察延長 =41.30m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.3ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 20.0m～孔底 地下水は、延長 3.77m 及び 7.64m 地点で保孔管の左側のストレーナから Level1 の微量な流入があり、22.0m から孔口まで地下水の流れが確認出来た。 22.0m から孔底にかけて、ところどころ過去に地下水が流入した痕跡がある。(写真-4)		
特記事項	孔内は、孔口から 26.0m 付近まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。 20.0m 以降ﾌｨﾙﾀｰ材が装着されている部分は比較的土砂の浸入は少なく 30.21m 付近過去に地下水が流入した痕跡がある。		

写真-1　孔口排水状況

写真-2　流入状況(3.77m)

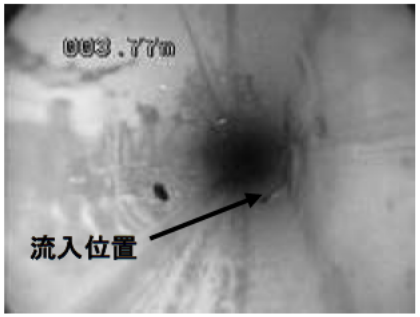


写真-3　流入状況(7.64m)

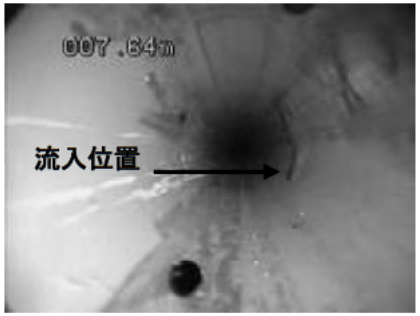


写真-4　流入痕跡(22.61m)

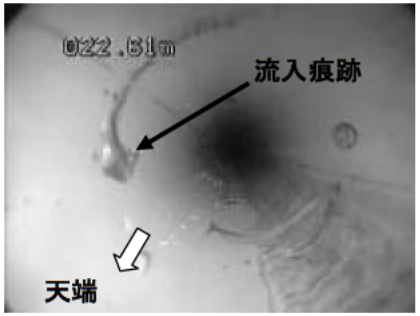


写真-5　土砂の付着状況(18.45m)

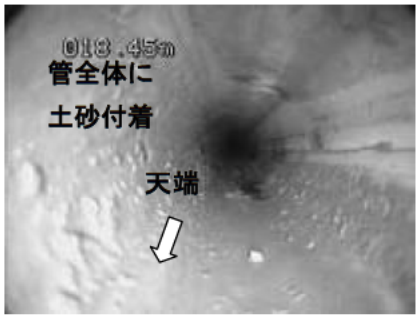
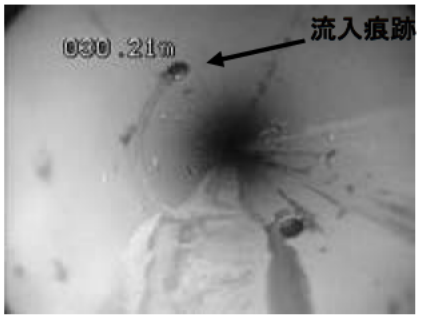


写真-6　流入痕跡(30.21m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-3　No3
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =325.13°） 観察延長 =41.42m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.3ℓ/min 外管排水量 -.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 25.0m～孔底 地下水は、4.17m、17.09m、21.14m、41.10m 各地点で保孔管の右側のストレーナから水深が認められないほどの少量の流入があり、この地下水の流入が孔口への流出 につながっていた。 この No3 孔は少量ではあるが孔口から孔底まで地下水の流れが確認できた。		
特記事項	孔内は、孔口から 26.0m まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。 25.0m 以降ﾌｨﾙﾀｰ材が装着されている部分は比較的土砂の浸入は少なく地下水の流入状況が明確に確認できた。		

写真-1　孔口排水状況

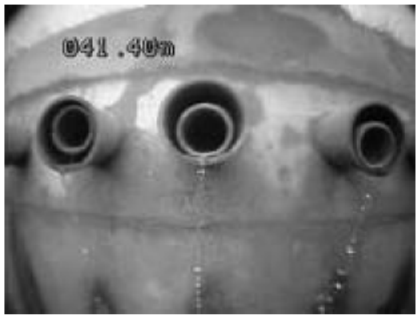


写真-2　流入状況(4.17m)

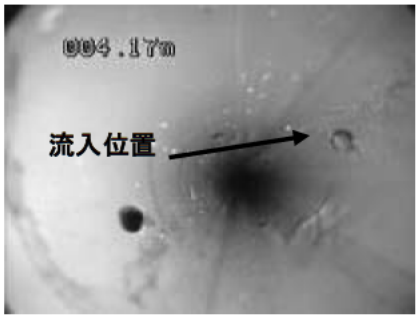


写真-3　流入状況(17.09m)

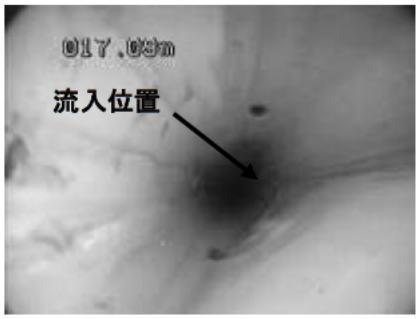


写真-4　流入状況(21.14m)

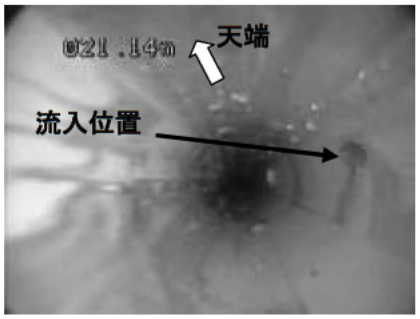
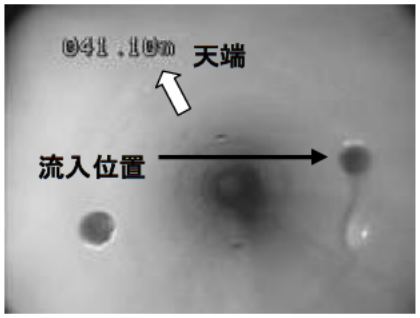


写真-5　流入状況(41.10m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-3　No4
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =337.13°） 観察延長 =41.45m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 -.-ℓ/min 外管排水量　0.6ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 この孔では、保孔管孔口からの地下水の流出が確認できず、外管からの流出が確認できた。 外管の流出は保孔管 1.0m 付近から流出した地下水が外管に伝わり流出しているのが確認できた。 地下水の流入は 4.71m から 5.05m 地点で保孔管の上下左右側のストレーナから水深が認められないほどの少量の流入があった。 19.5m から孔底区間で地下水の流入及び地下水の流れは、確認できなかった。		
特記事項	孔内は、19.5m から孔底まで細砂の付着が確認されているが、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

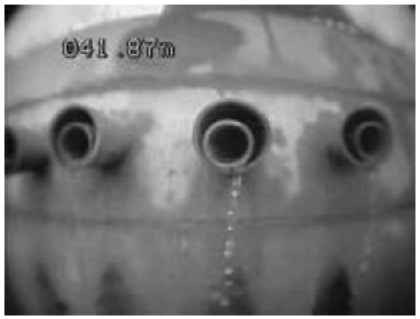


写真-2　流入状況(4.71m)

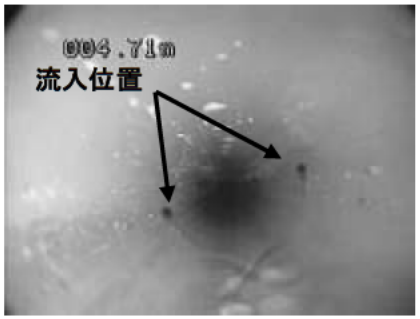


写真-3　流入状況(5.05m)

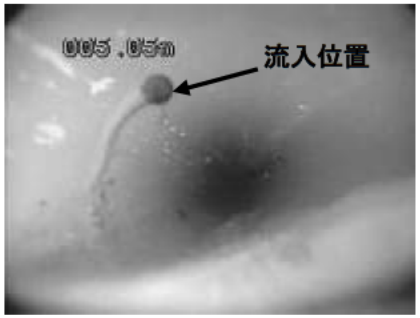


写真-4　流入状況(18.37m)

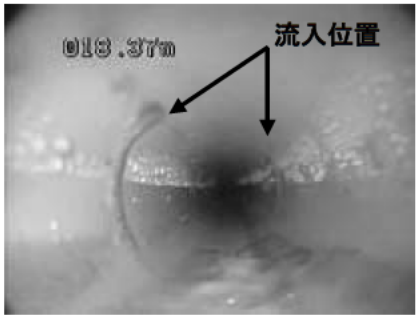
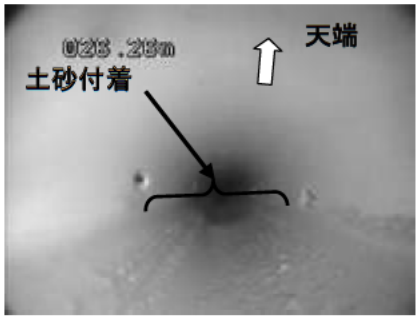


写真-5　土砂の付着状況(26.26m)



孔内観察記録票

現場名	下塩谷地区地すべり対策（その４）工事	孔番	14-6-3　No5
観察月日	平成 22 年 11 月 11 日(木)	天候	雨のち曇り
ボーリング仕様	集水ボーリング工 仰角 =5°（水平 =349.13°） 観察延長 =41.37m 残尺 =0.3m 降水量=10mm/日		
排水状況	保孔管口元排水量 0.8ℓ/min 外管排水量　-.-ℓ/min　　ﾌｨﾙﾀｰ材装着 28.5m～孔底 地下水は、延長 6.13m 地点で保孔管の左下側のストレーナから Level2 の顕著な流入があった。 その後、6.13m から 13.06m 地点まで地下水が筋状に流下し、17.0m～28.77m 区間で再び地下水が筋状に流下した。 この No4 孔は 2 ヶ所で地下水の流入と流出が繰り替えされ最終的には孔口の 8.0ℓ/min の排水量は 6.13m で流入した地下水がほとんどであった。 孔底付近の 40.87m で過去に地下水が流入した痕跡が確認できた。		
特記事項	孔内は、孔口から 10.0m 付近まで細砂の付着が微量確認されているが、10m から孔底までは比較的汚れの少ない綺麗な状態を保ち、保孔管の破損や変状は認められない。		

写真-1　孔口排水状況

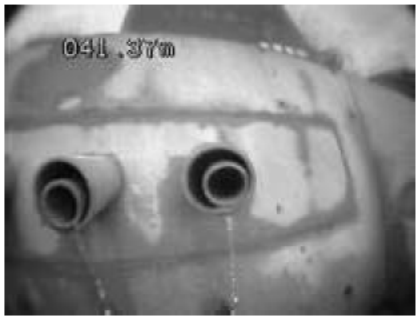


写真-2　流入状況(6.13m)

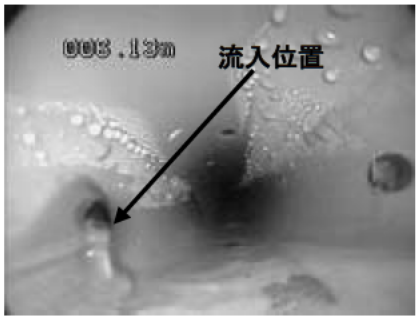


写真-3　流入状況(13.06m)

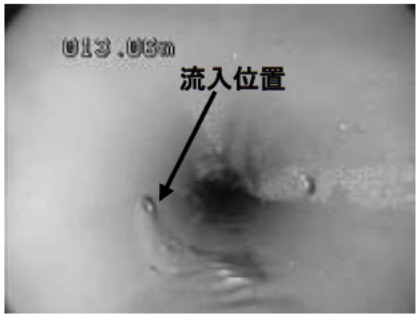


写真-4　流入状況(28.77m)

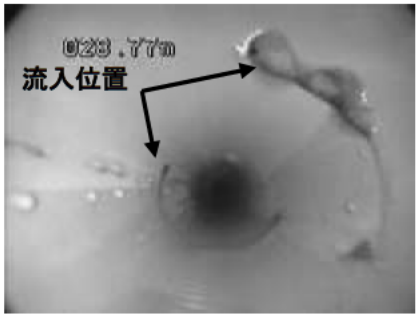
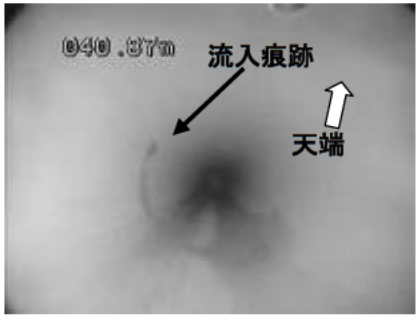


写真-5　土砂の付着状況(40.87m)



3. 用語について

【用語について】

１．基本方針

本共同研究報告書では、地下水排除ボーリング工に関する用語について下記の方針とした。

① 基本的には「地すべり防止技術指針及び同解説 [1)]（以下、指針及び同解説）」と同じ用語を使用する。

② 現場で実際に使われている用語を使用する。

２．用語

用語については、基本方針をもとに共同研究全体会議にて使用する用語を検討し定めた。下記に用語を示す。

（１）地下水排除工

地下水排除工に関する用語は、指針及び同解説に基づき下記の通りとする。

・地下水排除工 ⇒ 浅層地下水排除工
→ 暗渠工
→ 明暗渠工
→ 横ボーリング工
⇒ 深層地下水排除工
→ 横ボーリング工
→ 集水井工
→ 排水ボーリング
→ 集水ボーリング
→ 排水トンネル工

（２）ボーリング等について

ボーリングの作業に関する諸元は、指針及び同解説と「道路土工 切土・斜面安定工指針 [2)]」を踏まえて現場で実際に使用される用語を検討し、次の通りとした。

1) 掘進及び削孔等について

ボーリング作業時の掘進及び削孔等については、「削孔」を使用する。

Ex).

・掘進角度 [1)] or 削孔角度
・掘進孔径 [1)] or 削孔径

技術指針及び同解説では掘進を使用しているが、現場で用いられている削孔を使用する。

ボーリング削孔に関連する用語として「孔曲がり」および「共上がり」を使用する。

Ex).

・孔曲り[1)]（あなまがり）　　×（こうまがり）

・共上がり（ともあがり）

2) ボーリングの寸法等について

寸法や角度等については、「長さ[1)]」または「延長」を使用する。深度は、使用しない。孔曲がり等ボーリングの方向を表現する場合には、「水平方向」「鉛直方向」とし、さらに具体に示す場合については、「仰角」および「俯角」を使用する。

Ex).

・長さ[1)]、　延長、　深度

→　上向き、下向き　or　仰角[1)]、俯角

3) 保孔管等について

指針上、集水管と保孔管の双方が用いられているが、ここでは「保孔管」を使用する。排水パイプは使用しない。継ぎ手の種類は「ソケット[1)]」、「ネジ」、「印籠」、「スリーブ」及び「突き合わせ[1)]」を用いる。ストレーナの形状については「円形[1)]」または「スリット[1)]」を使用する。

Ex).

・保孔管[2)]（ほこうかん）→ 集水管[1)]（しゅうすいかん）　　× 排水パイプ

→ 排水管（はいすいかん）

・スリーブ加工　：塩ビ管の片方を熱し膨張させ、口径を大きくして、もう一方の塩ビ感にかぶせてつなげる方法。

4) 孔内カメラ観察の凡例について

孔内カメラ観察にて保孔管内を流れる水の位置等の表現は下記を使用する。

・「流入位置」：水の流入が明らかにわかるところ。

・「流下区間」：水が流れているところ 。

・「流量」：ある地点で流下している水の量。

なお、「逸水」とは、ボーリング孔内の地下水がボーリング孔外に逃げることであり、「漏水」とは保孔管内の地下水が保孔管外に漏れることである。

5) 保孔管の排水性能試験について

保孔管の排水性能試験の試験条件については下記を使用する。

・「集水」：水を集める

・「通水」：水を漏らさず流す

・流量の単位表記　「ℓ/min」

［参考文献］

1) 国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所：地すべり防止技術指針及び同解説，社団法人全国治水砂防協会, 2008.

2) （社）日本道路協会：道路土工のり面工・斜面安定工指針, 2009.

共同研究報告書
Cooperative Research Report of PWRI
No.453 May 2013

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305－8516 茨城県つくば市南原1－6 電話029－879－6754