

本文中の**赤文字**は測定器の破損やデータ不良に係わる重要事項
青文字は良いデータを得るための留意事項の意味付けで強調しています

観測孔の設置 第1章

第 1 章：観測孔の設置

観測孔の設置は、観測結果の精度に直結します。地盤の挙動が正確にガイド管に伝達することが重要です。設置作業は、ボーリング掘削前から始まっています。以下に観測孔設置のポイントについて解説します。なお、本章は挿入式孔内傾斜計を対象に記載していますが、設置式孔内傾斜計も設置作業は共通の部分が多いので、参考にして頂くようお願いします。

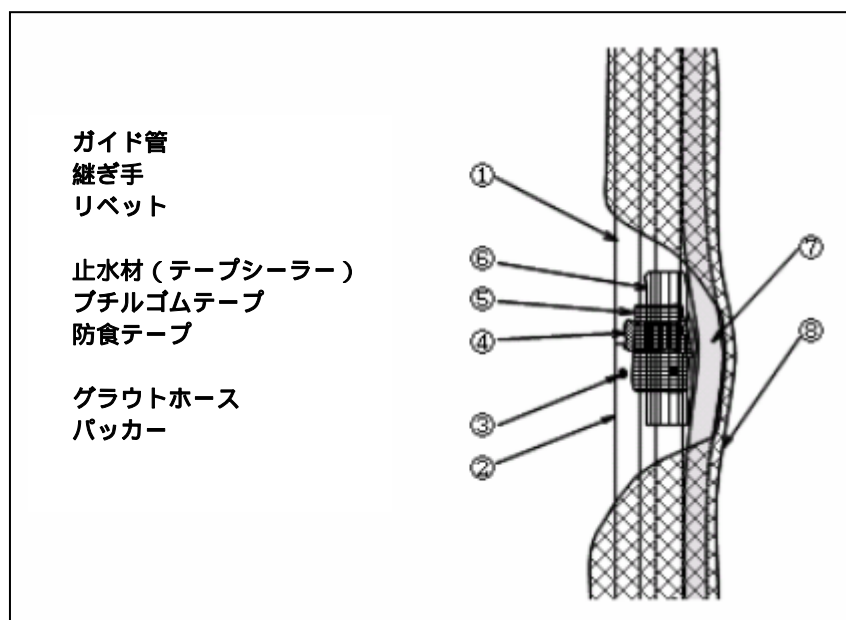
1 - 1 . 「設置孔」の孔径

○ $\phi 86\text{mm}$ が基本孔径（ $\phi 50\text{mm}$ 程度のガイド管の場合）

一般的には、設置孔の孔径をガイド管径 + 30mm 以上とします。 $\phi 50\text{mm}$ 程度のガイド管の場合は、最深部の孔径を $\phi 86\text{mm}$ として設置孔の掘削計画を立てます。

その他、特殊なガイド管についてはガイド管の直径に応じて検討します。

設置孔に挿入する一般的な材料はこれだけあります（ $\phi 50\text{mm}$ 程度のガイド管の場合）。



これらを束ねた時の最大径は、パッカーを使用した場合で 70mm～75mm になります。

このため、孔壁とのクリアランスを考慮すると、設置孔の孔径は 86mm となります。

なお、孔壁保護のためのケーシング（保孔管）を挿入した場合、 $\phi 86\text{mm}$ のケーシング内にこの材料を挿入できます。

深尺の孔や地盤が悪い場合は、孔壁保護のためにケーシングを挿入することから、特に地表部が大孔径になります。しかし、最深部の孔径は孔壁状況や地下水状況などに問題がなければ、 $\phi 86\text{mm}$ で計画して問題ありません。

○大孔径を用いる場合もある

最深部の孔径はφ86mmを基本としますが、以下のような場合はφ96mm～φ106mmに大きくすることを検討します。

- ・ 孔内水位が低い(漏水しやすい)

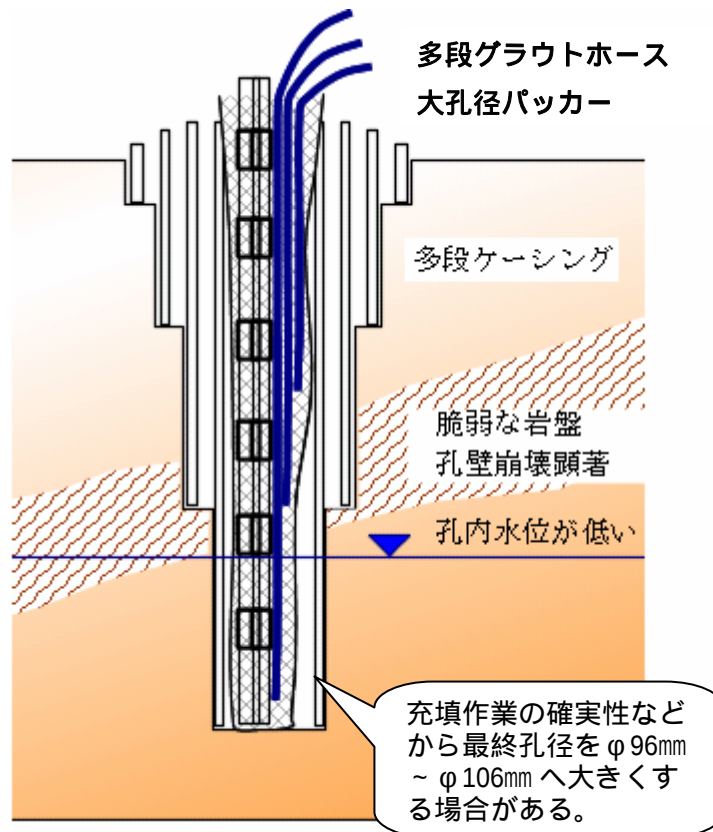
パッカーの使用が考えられ、挿入材料が多くなるため、孔径を大きくすることでガイド管挿入時の抵抗を少なくし、孔壁の崩壊などを防止する。

- ・ 孔壁の崩壊、押し出しが顕著

孔径を大きくすることでガイド管挿入時の抵抗を少なくし、孔壁の崩壊などを防止するとともに、充填材が流動する空間を確保する。

- ・ 深い観測孔の設置

深度50m以上の観測孔設置において、地盤状況および挿入作業・充填作業の確実性を考慮して、孔径を大きくする場合がある。



1 - 2 . 掘削作業からの地盤情報の収集

掘削作業中から地盤状況について把握するようにします。

順調に掘削できているようでも落とし穴はあります。

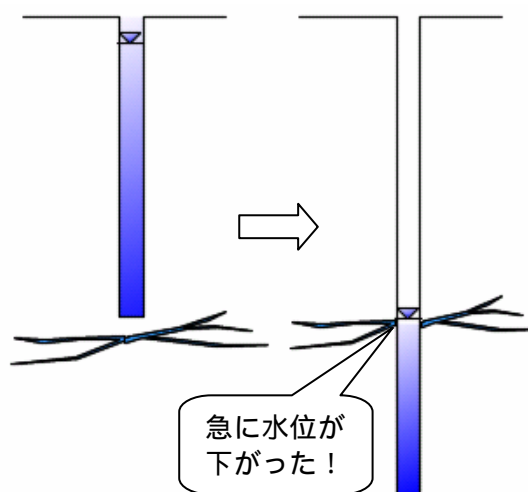
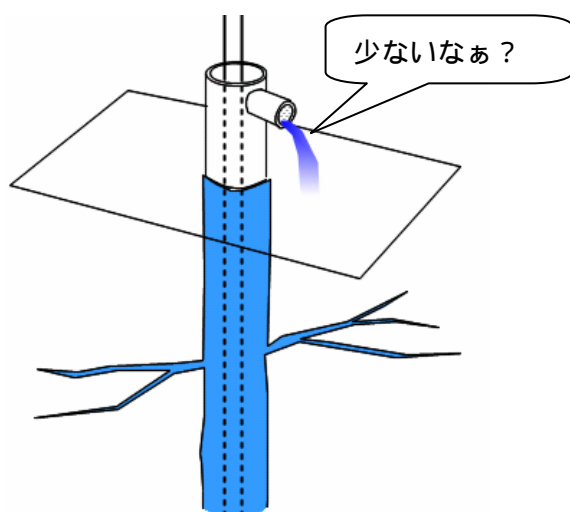
掘削作業中の情報から、その対処法を考えておくことが大事です。

以下の1)～4)は、基本的な確認事項です。

1) 掘削水が漏れていませんか？（漏水箇所の有無）

「いくら充填材を入れても充填できない」という状況になる場合があります。

- ・ 掘削水は漏れてないですか？
- ・ 孔内水位が急に低下していませんか？



漏水する地盤である可能性があります。

特に清水掘りの場合は注意が必要です。

泥水などを使用して漏水を止めるようにしましょう。

漏水が止まらなかった時は、パッカーを使用した観測孔の設置を検討します。

2) 地盤状況が良くない（空洞、亀裂密集）場合

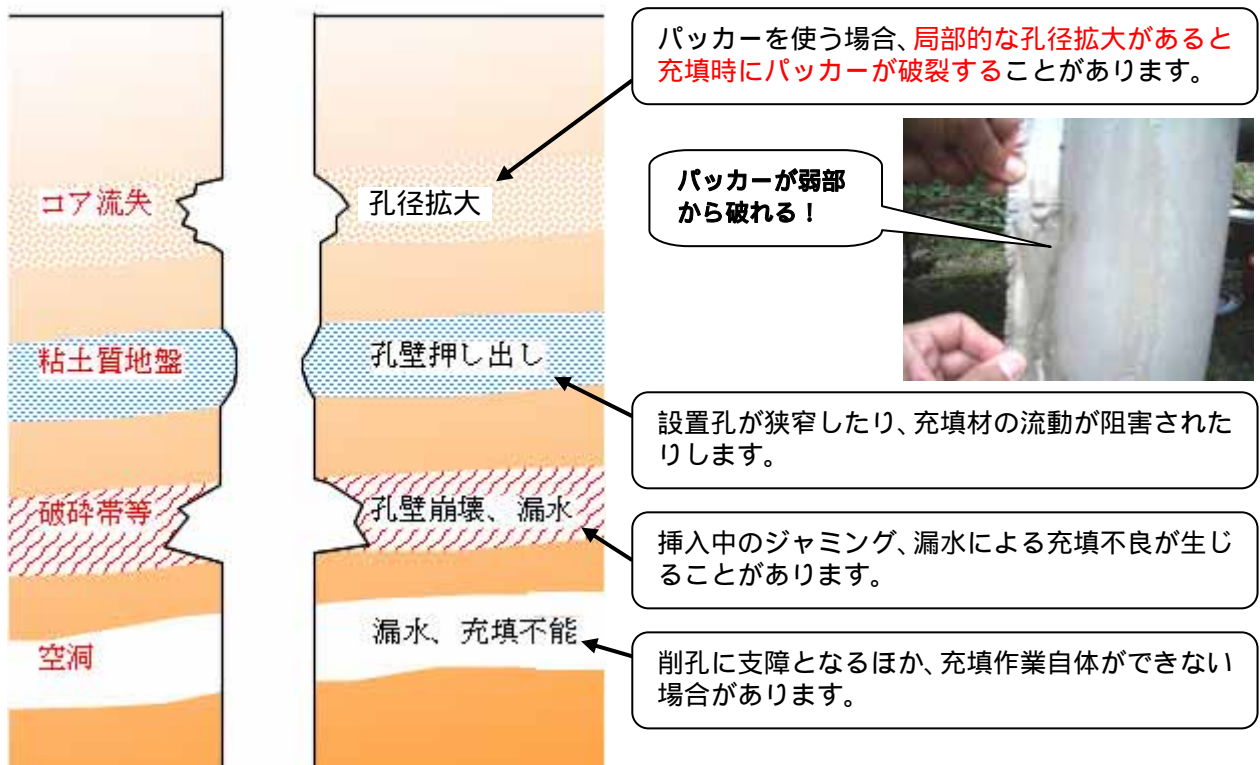
普通の設置手法では設置できない地盤状況に遭遇する場合があります。

「設置ができない…」となる前に…「ボーリングオペレータ」への確認と「地質」の確認が大事です。

- ・ 掘削中のロッド落下（空洞）はないですか？
- ・ 異常なコア（コア流失、粘土化帯、破砕帯）はないですか？



孔内カメラによる孔壁の開口亀裂の例



おかしいと思ったら掘削中から対策を考えておきましょう。

地盤に異常が予想されたら、裸孔区間は孔径(キャリパー)検層で孔径を確認しましょう。

- ・ 漏水が無いなら

漏水しなければ、孔径拡大や空洞があっても充填作業は可能なので、標準的な方法で設置が可能です。

- ・ 孔径拡大と漏水があれば

孔径拡大があれば、掘削中に早めにセメンテーションを行い、孔壁を保護します。

孔径拡大が進行する前にケーシングの挿入を行います。

漏水が止まらないなら、大孔径パッカーを使用して設置します。

- ・ 孔径狭窄するようなら

ケーシング抜管後、直ちに充填作業を行います。

狭窄部きょうさくの上下にグラウトホースを取り付けた多段式グラウトホースを使用します。

- ・ 空洞があるなら

空洞から多量の漏水がある場合は、充填作業自体が不可能です。

多段式パッカーなど特殊な作業が必要です。

3) 孔内水位はどこにありますか。確認しておきましょう。

孔内水位より上部の区間は、充填材が漏出して充填できないことがあります。

「1回で充填できるはずだったのに」となる前に、次のような事項に注意しましょう。

- ・掘削水は循環してくるが、作業前水位がかなり低い…という場合は要注意！

孔内水位より浅い区間は充填材が漏出するかもしれません。

掘削中に送水を止めて孔内水位の下がり方をみておきましょう。

- ・水位の下がり方がゆっくりなら、多段式グラウトホースで数回に分けて吹き上げる。

浅い位置まで充填材が溜まったら孔口から流し込む。

- ・水位の下がり方が速そうならパッカーを使う。

4) 地盤の挙動は止まっていますか？(掘削中の異常、孔詰まり、ジャミング)

観測を開始したら、変位の進行が速くて「観測孔がつぶれた！もう測れなくなった、どうするの？」となることがあります。

掘削中にジャミング、孔閉塞、孔曲り、地盤の締め付けなど、地盤の挙動が疑われる現象が生じていないか確認しておきましょう。

また、次のことを事前～掘削中に検討し協議しておきましょう。

- ・観測目的を明確にしておきましょう。
- ・すべり面の検出のみが目的なら、測定できなくなっても目的は達成しています。
- ・長期観測なら、孔内傾斜計ではなく他の測定器や観測方法への変更も考えましょう。

5) 孔曲がりの状況はどうですか？ できるだけ曲げずに掘削することが望めます。

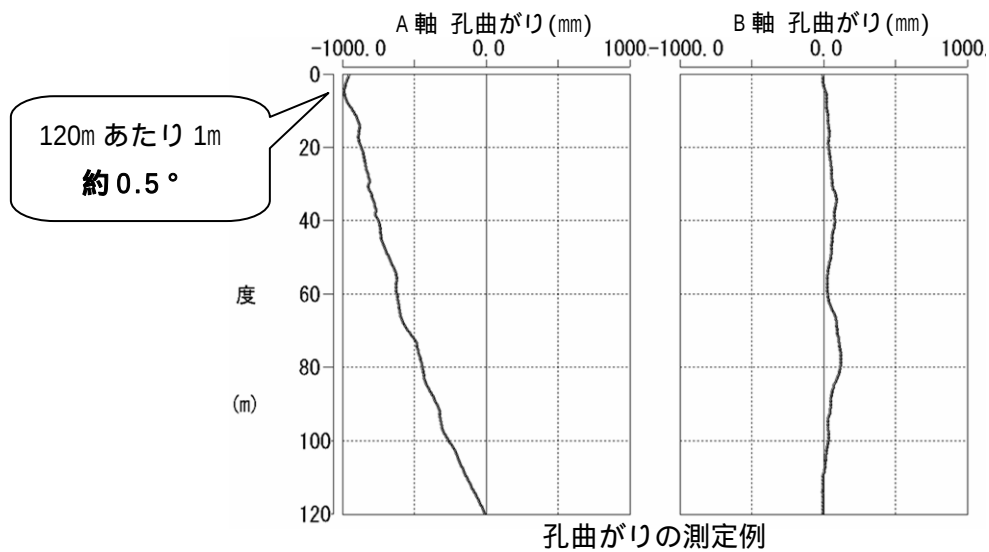
ボーリングでは、ボーリング機械の回転などの機械的条件、および割れ目の発達した地盤や崩壊層などの地質条件により、孔を曲げずに掘削することは非常に困難です。孔曲がりの目安は、掘削孔径やロッドの長さにより変わりますが、鉛直孔で100mあたり0.5～1°程度といわれています。また、孔曲がりの形状は「らせん状」に曲がることが多いといわれています(時計回り方向の回転で掘進するため)。

孔曲がり大きい場合には、曲がりによってガイド管がねじれて設置される場合があります。また、傾斜計測定値の固有誤差のバラツキが大きくなる可能性もあります。したがって、以下に示した方法でボーリング掘削時における孔曲がりをできるだけ防ぐ対処を行います。

孔曲がりの防止対策

- ・適正なビット回転や荷重で無理のない掘削を行い、送水量を調整してスライムの排除を心がける。
- ・磨耗の少ないビットやできるだけ長いコアチューブを使用する。
- ・必要に応じて、スタビライザーなどを有効に利用する。

(詳細は、社団法人全国地質調査業協会連合会発行 ボーリングポケットブックを参照)



ガイド管の設置作業、あるいは観測結果の解釈のために、以下の事項を整理することが望めます。

ボーリング掘削時の整理事項一覧

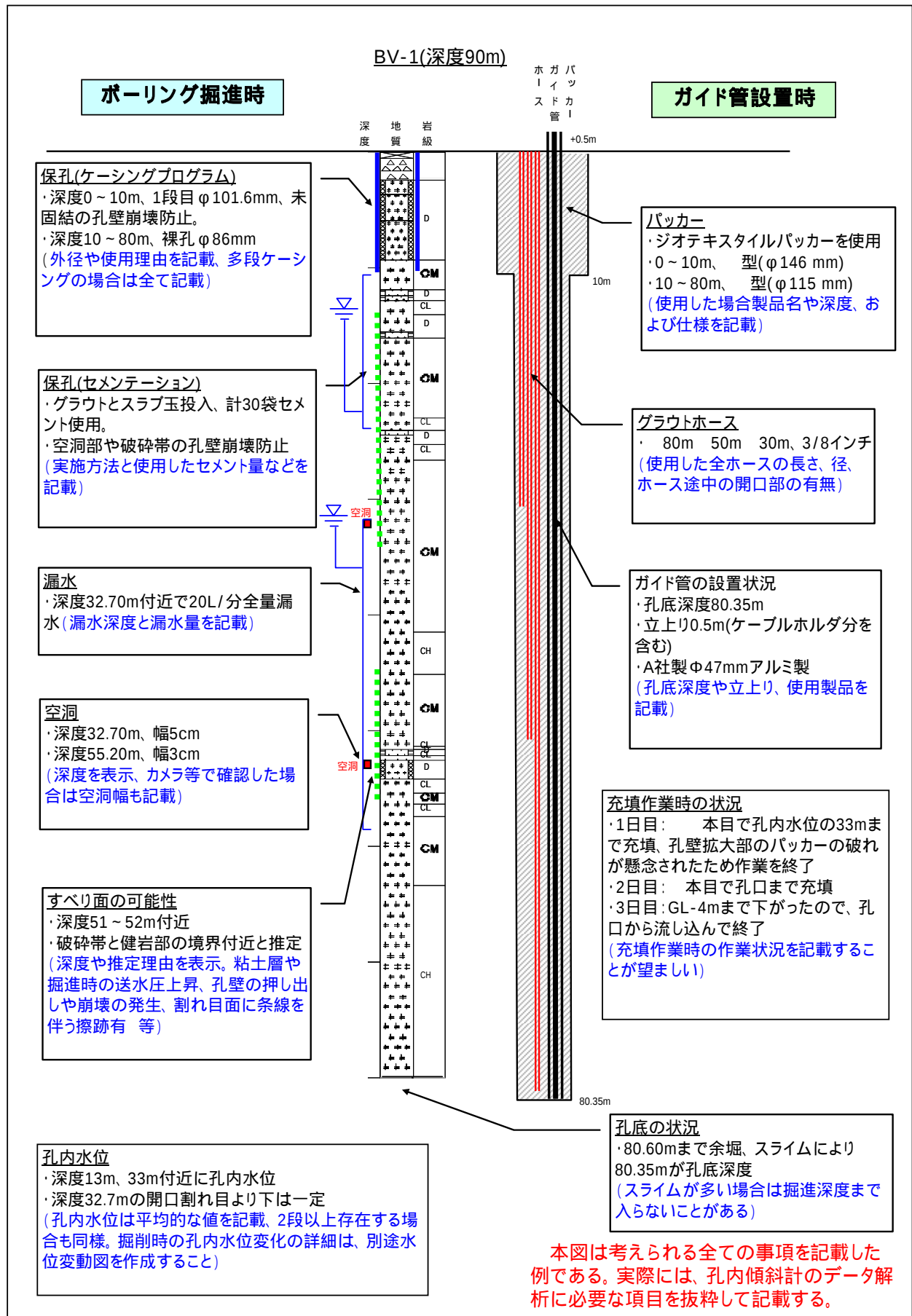
1) 掘削時

- ・空洞の有無やその深度を記載する。
- ・漏水の有無：深度および漏水量を整理する。充填作業時の貴重な情報となる。
- ・孔壁崩壊：ケーシング（保孔管）の挿入状況（ケーシングプログラム）を確認する。
- ・送水圧の変化：地すべり粘土で送水圧が上がることもある。
- ・孔内水位の変動：地すべり土塊内・すべり面付近・基盤岩内で水位が異なることがある。
- ・すべり面の可能性：すべり面周辺の粘土部分や破砕帯は比較的軟質なことがある。

2) ガイド管設置時

- ・充填作業時の状況：充填材の漏れや低下、孔口からの流し込みなど。
- ・グラウトホースの使用状況：段数や弁加工の有無。
- ・孔底のスライムの有無：スライムが多い場合は孔底までガイド管が入らないことがある。
- ・総掘削長とガイド管の設置延長：余掘りやスライムの状況により異なる場合がある。

次ページに、簡易柱状図の周囲にボーリング掘削時やガイド管設置時の状況を整理した事例を示します。記載事項が多いと煩雑になるので、孔内傾斜計のデータ解析に必要な項目を抜粋して記載することを推奨します。



孔内傾斜計に関する掘進時やガイド管設置時の状況整理例

1 - 3 . 準備段階（材料の使い分けが大事）

材料を間違えると観測目的に適さないことがあります。

目的に適した材料を選定しましょう。

1) ガイド管はどれを使えばいいの？

・ガイド管（目的、変位量、耐久性を考えよう）

地すべり観測では、φ50mm 程度のアルミ製の円形ガイド管が用いられることが多く、国内では右表の製品が入手可能です。

他にも径が大きいもの、ステンレスや樹脂製のものがありますので、観測目的や地すべりの変位量などを考慮して適切なものを選定します。

国内のガイド管 一覧(平成21年2月現在)

製品名	メーカー
塗装ケーシング	応用地質(株)
アルミガイドパイプ	(株)共和電業
傾斜計用アルミケーシング	川崎興業(株)
測定管	坂田電機(株)
アルミガイドパイプ	(株)測商技研
アルミガイド管	(株)東京測器研究所
アルミ測定管	(株)千葉測器

地すべり計測で使われるアルミ製のφ50mm程度の製品

地すべり（活動性：中～大）	大孔径ガイド管（その他の測定器の検討） 
地すべり（対策工完成まで）	アルミ 
地すべり（長期監視観測）	ステンレス(上) 樹脂(下) 
特殊条件（海水、塩水）	ステンレス 樹脂
特殊条件（酸性、アルカリ性）	ステンレス 樹脂

・グラウトホース（確実に充填材が注入できる方法と太さで）

浅い観測孔（30m 程度）	網入りナイロンホース等（軟質材料） ポリエチレンホース（3/8 インチ）外径 18mm
深い観測孔（50m 以上）	ポリエチレンホース（1/2 インチ）外径 21mm
〃 （多段式注入）	ポリエチレンホース（3/8 インチ）外径 18mm でも可

- ・ 充填材（目的、硬さ、耐久性を考えよう） セメント系の充填材が基本です。

セメント		普通ポルトランドセメント	
混和材	粉末粘土	木節粘土、シールド用粘土など 地域により入手できるものが異なります	
	ベントナイト	粉末状の製品を使用	
膨張材		充填材養生時の体積収縮を低減し、地盤とガイド管との間の空隙の発生を予防します	

観測対象の地盤が崩積土などの未固結地盤の場合や軟質な岩盤の場合は、粉末粘土やベントナイトなどの混和材を配合して、充填材固結時の弾性係数を下げるように調整します。

- ・ リベット（埋設するガイド管の種類と材質で使い分けます）

アルミ用	
ステンレス用	

他に特殊パイプ（塩ビ管）用もあります

- ・ テープ類

ジョイント部の隙間の密閉と保護のために使用します。

以下の3種類があり、役割と使い方が異なりますのですべて必要です。

防食テープ	下記の表面を保護するため一番外側に巻く	
ブチルゴムテープ	止水材を固定する	
テープシーラー	止水材、ガイド管の継ぎ目やリベット穴に巻く	

・パッカー

土木工事の盛土補強材や土粒子流出防止、グラウンドアンカーの定着部、鋼管矢板の止水用などに使用する化学繊維で作成したパッカーです。国内で入手が可能な実績のある製品を下表に示します。

国内のパッカー製品一覧(平成 20 年 11 月現在)

名称	ジオテキスタイルパッカー ダイトー物産(株)		ストロングパッカー スペースエンジニアリング(株)		フリクションパッカー 弘和産業(株)	
写真						
種別	型	φ max115mm	TE-150	φ 95mm × 30m/ 巻	FP80	φ 105mm
	型	φ max150mm	SE-90	φ 57mm × 50m/ 巻	FP100	φ 120mm
	特注型	オーダー	SE-120	φ 76mm × 50m/ 巻	FP125	φ 140mm
	長さ	25m, 50m, 100m/ 巻	SE-150	φ 95mm × 50m/ 巻	FP150	φ 160mm
			SK-230	φ 146mm × 50m/ 巻	FP175	φ 175mm
材質	ポリエステル繊維(タイレ)		TE-150: アラミド繊維 テクノーラ(帝人(株))製 SE-90 ~ 150, SK-230: アクリル繊維 テクタス(東洋紡績(株))製		ポリプロピレン繊維(パイレン)	

名称	HPバック(ハイバック) 新技術工営(株)		グラウトジャケット 旭化成ジオテック(株)		布パッカー 弘和産業(株)		シームレスパッカー 弘和産業(株)	
写真								
種別					上の 2 本		下の 2 本	
	HP100	削孔径 φ 86 ~ 96mm	W-840B-190	φ 165mm	布パ° ッカ-190	φ 120mm 最大100m巻	シームレスパ° ッカ-140	φ 90mm 最大50m巻
	HP120	削孔径 φ 95 ~ 101mm	W-840B-250	φ 200mm	布パ° ッカ-250	φ 160mm 最大100m巻	シームレスパ° ッカ-140(灰)	φ 90mm 最大50m巻
	HP140	削孔径 φ 115 ~ 132mm					シームレスパ° ッカ-350	φ 220mm 最大50m巻
材質	アラミド繊維テクノーラ (帝人(株))製		高強度ポリエステル		ポリエステル繊維		ポリエステル繊維	

2) 工具類について

忘れ物はないですか？ 工具を忘れると現場で苦労します。

- ・リベッター（必ず必要）
- ・ドリル（リベット穴の開け直し、リベットを外す時）
- ・ノコギリ（ガイド管材料に合ったもの。替え刃も忘れずに）
- ・カッター類（グラウトホースの加工などに使用します）
- ・ペンキ、ペイントスプレー（アルミガイド管の傷補修などに使用します）

パッカーを使用した設置の際は、別途必要な工具や資材があります。その詳細は、後述の「パッカーの使用」を参照ください。

1 - 4 . ガイド管の取扱い

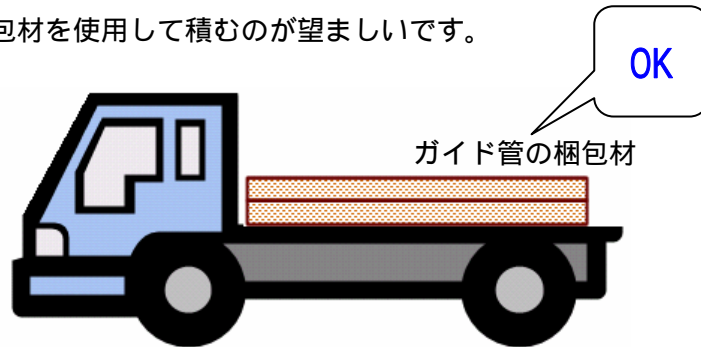
ガイド管は測定精度に直接影響する材料です。丁寧に扱しましょう。

1) 輸送するときの注意

・斜めに立てかけない

できるだけ荷台に横にして置きましょう。

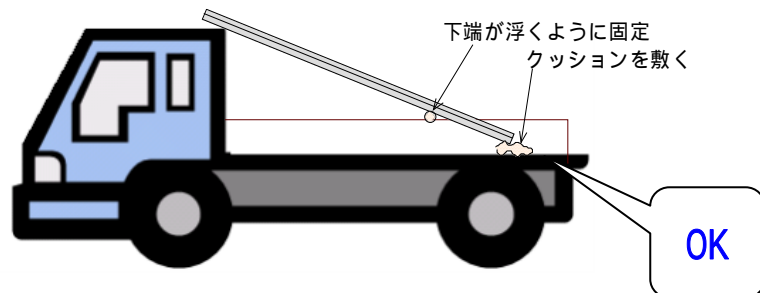
工場出荷時の梱包材を使用して積むのが望ましいです。



！ ガイド管を立てかけるなら、下端部を保護するようにしましょう。

柔らかいクッションを置く。

端部が荷台に当たらないように浮かして縛る。



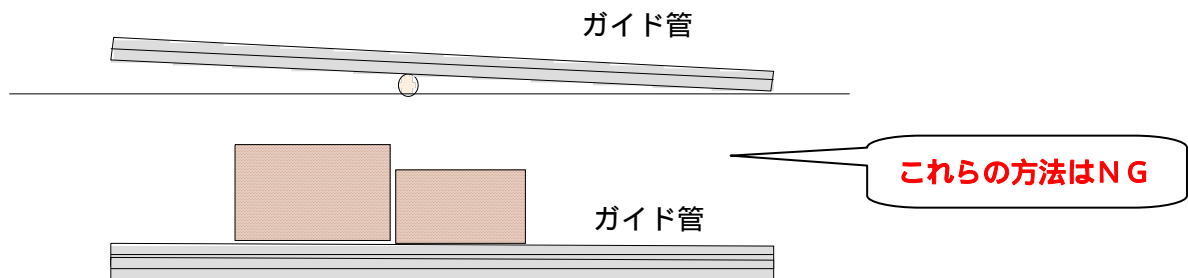
・やじろべえ状態にしないこと

1点だけの支点になるものを下に置いていませんか？

・重いものを上にのせないこと

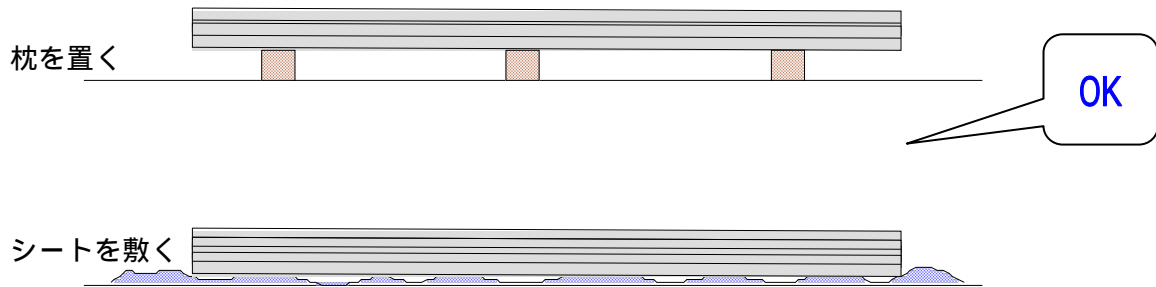
楕円に変形したり曲がったりします。

微少な変形も誤差の原因になります。



2) 現場でのガイド管の置き方

- ・ 両端が地面に直接触れないようにする。
(土砂が付着します。)
! シートを敷いたり、枕を置いたりして、その上に並べる。
- ・ 固いもの、尖ったものの上に置かない
(保護膜、塗料のはがれや傷が付くことがあります。)
! 防食皮膜(塗料など)が剥がれたら塗料を塗って補修します。



3) 切断したガイド管はむやみに使わないこと

- 切れ端はもったいないですが、不用意に使うと測定精度に影響する場合があります。
むやみに使うことは避けましょう。
- ・ 原則として切断したガイド管は使わない(孔口の最上端に使える場合があります)。
片側端部が工場出荷時のままなら孔口部の最後の1本に使えます。
ただし、仕上げの残尺を合わせる時に注意して下さい。次項 1 - 5 . 参照
 - ・ 両端を現場で切断したものは使わない。
現場で切断した場合の切り口はギサギサしているため、両端を切断したガイド管は使わないことが原則です。
 - ・ 端部が変形したガイド管は使わない。
段差ができるので、プローブ通過時に衝撃が与えられ、誤差の原因となることがあります。

1 - 5 . ガイド管の組立と設置

最も大事な作業です。

失敗すると充填材が浸入して測定できなくなります。

！設置に失敗するとボーリングを掘り直さなければならないことがあります。

1) 継ぎ手部分の取り付け方

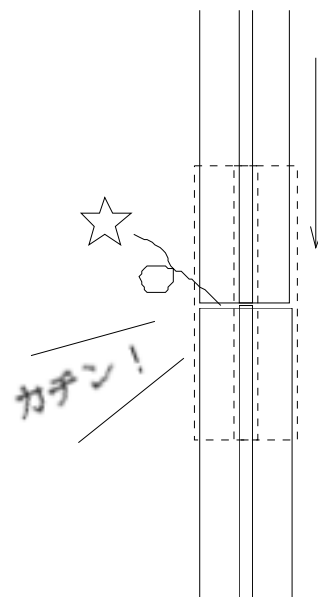
- ・ガイド管の端部同士が当たるまでしっかりと継ぎ手に差し込みます。

- ・リベット穴（継ぎ手とガイド管）は一致していますか？

ガイド管をしっかりと差し込んだ状態でリベット穴がずれている場合は、ドリルで再加工しましょう。

完全にずれている場合は、継ぎ手側の既設穴に合わせて加工します。

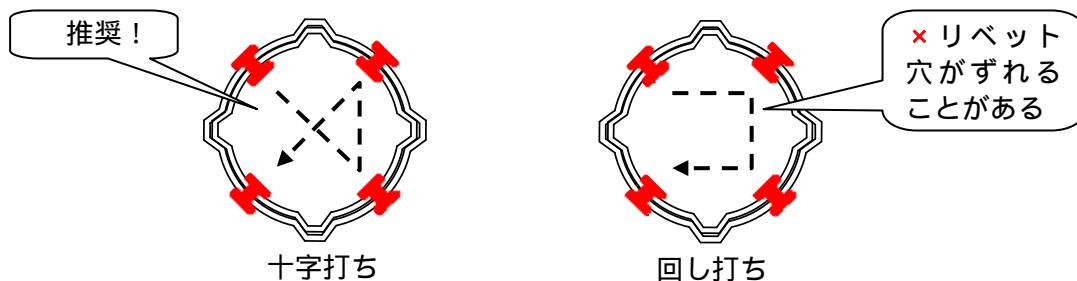
微少なずれの場合は、再加工でリベット穴が広がり、あそびができてしまいます。その場合は、既設リベット穴の上下1 cm くらいのところに新しい穴を開けます。



2) リベットの打ち方

！リベットは十字方向の順番に打つ。

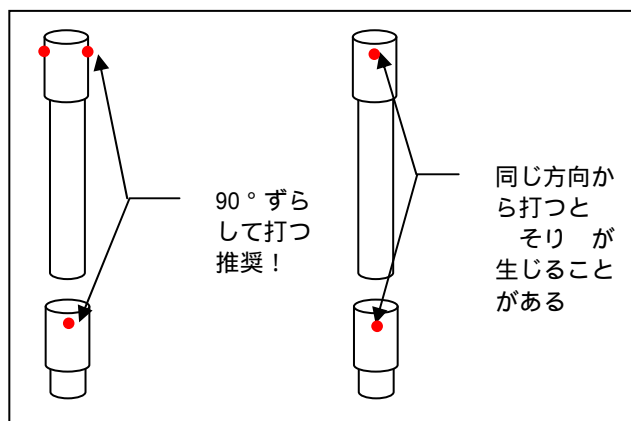
リベットの打設順序を右（左）回りに順番にすると、最後のリベット穴が微妙にずれてリベットを打ちにくくなることがあります。ガイド管の変形の原因にもなります。



また、リベット留めの上下方向の順序は、右下図のようにガイド管のそりを防ぐために、90° づつずらして打つことが望まれます。



リベットの打設状況



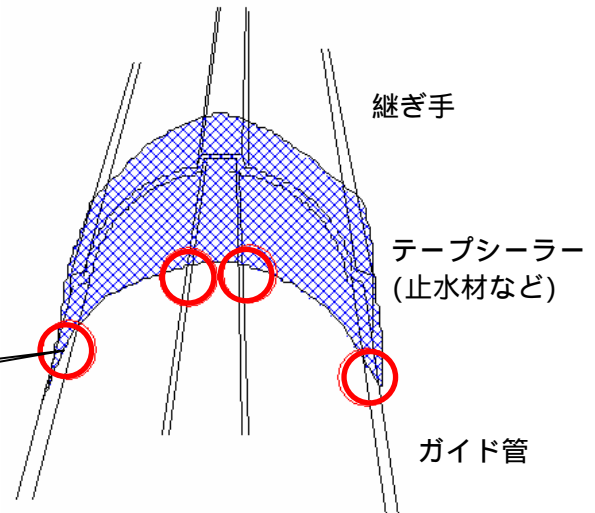
リベットの打設順序

3) テープシーラー（止水材など）は必要？

テープ類を継ぎ手部に巻くだけでは、ガイド管の溝の肩部に隙間ができ、そこから充填材が浸入します。

テープシーラー（止水材など）は、この溝の肩部の隙間を埋めるために使用します。

ここを埋める！



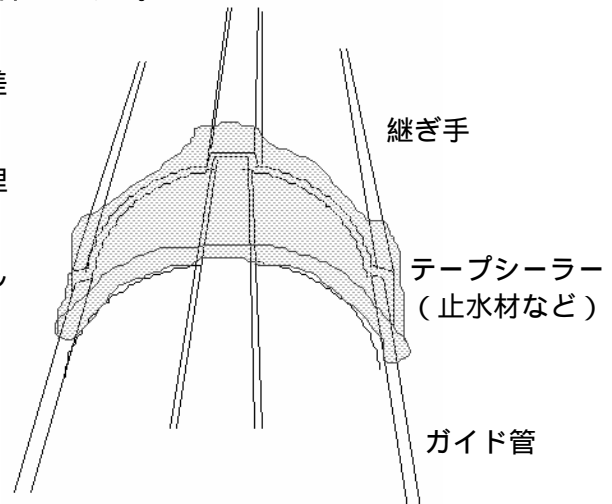
！ 継ぎ手とガイド管の段差の部分に軽く引き延ばしながら巻く。

！ 巻いたあと、段差を埋めるように押しつける。

溝沿いの段差や、継ぎ手とガイド管の段差を埋めるのが目的です。

ぐるぐる巻き付けるのではなく、段差を埋めるように張付けるのがコツです。

次の作業（ブチルゴムテープを巻く）をしてからもう一度押しつけます。



止水性をさらに高めるために、リベット部にテープシーラーを少量巻いたり、継ぎ手部やリベット穴にコーキング材を塗布したりすることもあります。

段差を埋めるように押し付ける！



止水材の巻きつけ状況



コーキング材の塗布状況

4) ブチルゴムテープは必要？

！ ブチルゴムテープだけでは止水できません。

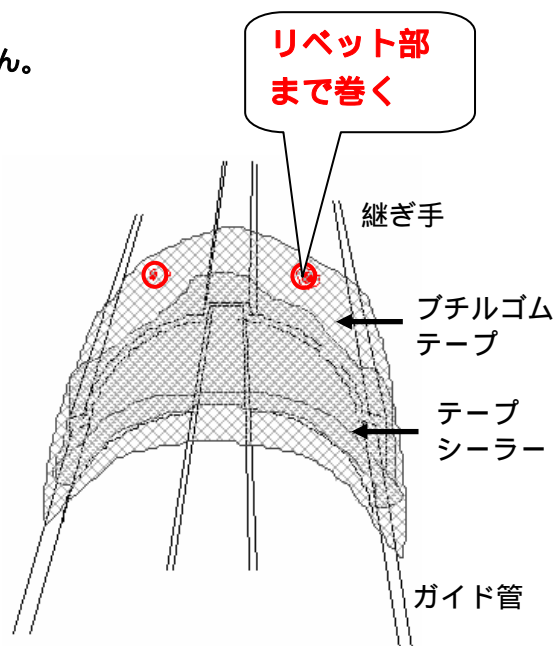
！ 引き伸ばして張力を効かせながら巻く。

！ 伸ばさないと自己融着しません。

止水の役割はテープシーラーにあります。その位置と形を保持し、剥がれ防止をするのがブチルゴムテープです。よく伸びて薄くなりますがかなり丈夫です。三重くらい巻けば十分です。

なお、ブチルゴムテープはリベット打設箇所まで巻くことをお勧めします。

(リベットの種類により、リベット孔が開くものがあるほか、閉塞するタイプでも穴が開いている場合があります。)



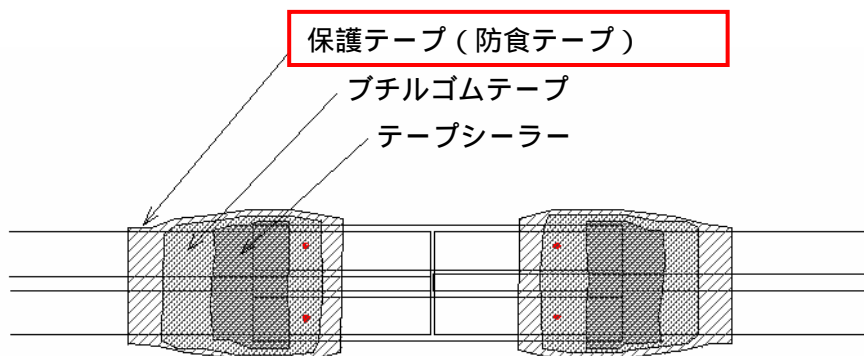
ブチルゴムテープの巻きつけ状況

5) 保護テープ(防食テープ)の役割と使用法について

分厚く巻いても効果はあまり変わりません。スリムに仕上げましょう。

テープシーラーとブチルゴムテープの剥がれや、継ぎ手の段差が孔壁等に当たって止水効果がなくなることを防止します。

ブチルゴムテープを巻いた範囲(継ぎ手の段差部分～リベット打設位置)より少し広い(テープ幅の半分程度)範囲を二～三重に巻く程度で十分です。写真のように上下を連続して巻く場合もあります。



保護テープの巻きつけ状況

6) 軟質プラスチック継ぎ手付きガイド管の接続方法

ガイド管の継ぎ手には、軟質プラスチックを使用しているものもあります。下記に、このガイド管を使用した場合の接続手順を示します。

上下のガイド管継ぎ手部の雄雌をはめ込む。
合わせ目に隙間ができないように確実に
接合すること。



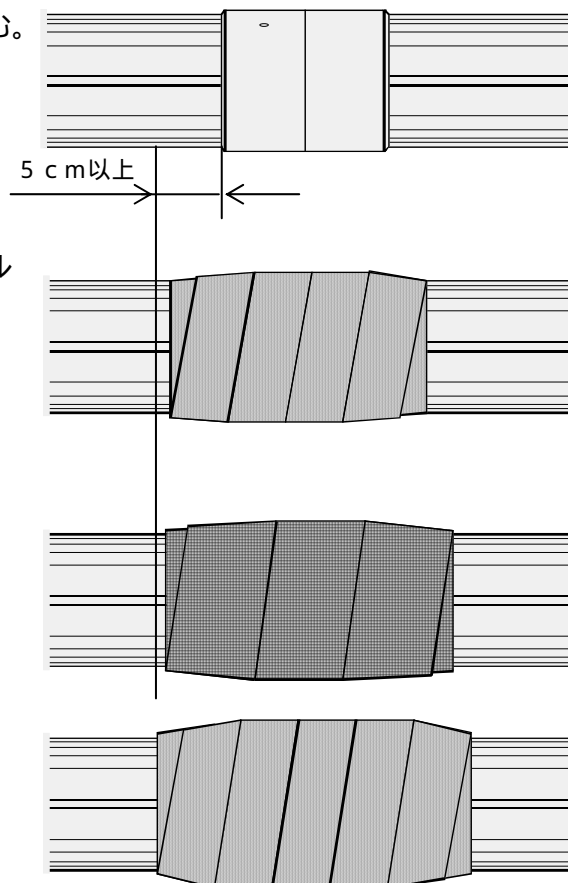
継ぎ手部全体を覆うように、幅広ビニール
テープを螺旋状に5層巻く。
合わせ目から巻き始めること。
しわができないように巻くこと。



上記で巻いたビニールテープを覆うよう
に布粘着テープを螺旋状に2層巻く。



上記で巻いた布粘着テープを覆うように
幅広ビニールテープを螺旋状に2層巻く。
継ぎ手部から、5 cm以上巻くこと。



なお、このガイド管の設置方法は、孔内水位が高い場合に用いられます。設置孔の孔内水位が低い場合は、落下防止用のロープなどを取り付けて設置します。

7) ガイド管のA軸方向の調整

ガイド管孔口部のA軸方向を、地すべりの移動方向（主測線）に調整します。その際は、ガイド管にねじれが生じないように、ガイド管の底を浮かせた状態でゆっくり回して合わせます。パイプレンチの使用は、ガイド管のねじれの発生につながりますので推奨しません。

また、地すべりの移動方向は斜面の最大傾斜方向とは限りませんので、あらかじめ主測線の方角を作業足場などにマーキングしておくことが望まれます。

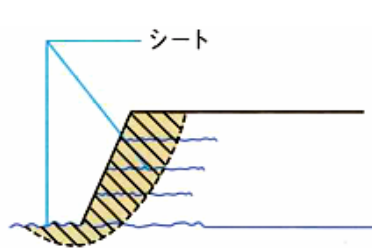


× ガイド管を強く
回してはいけません

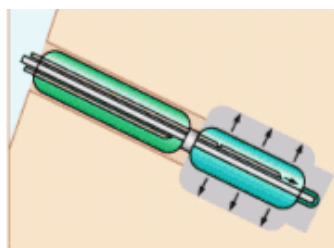
8) パッカーの使用

パッカーの概要

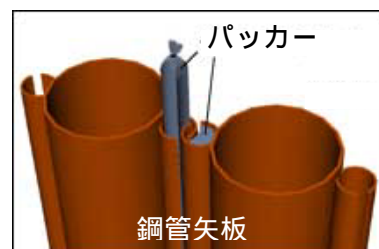
パッカーは、土木工事の盛土等の補強材や土粒子流出防止などに使用する繊維シートを筒状に縫合したもの、グラウンドアンカーのアンカー定着部・自由長部に用いるもの、および鋼管矢板止水用のパッカーがあります。以下、土木工事におけるシートやパッカーの使用例を示します。



盛土のり面の崩壊防止用

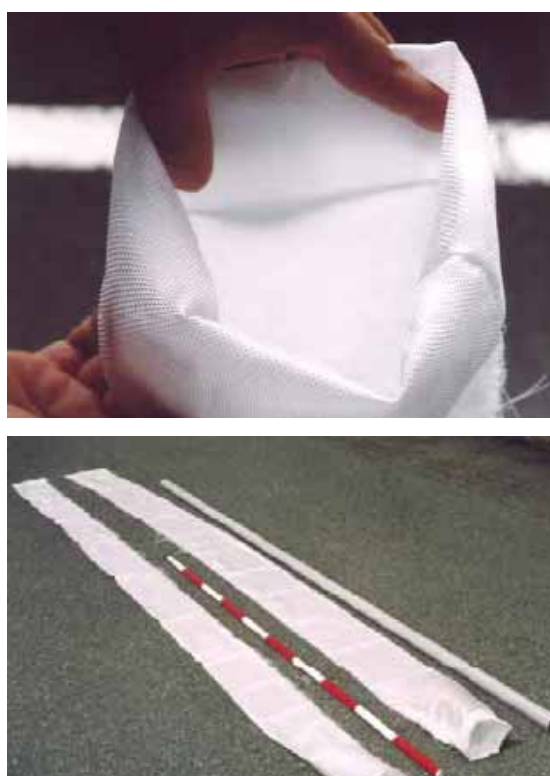
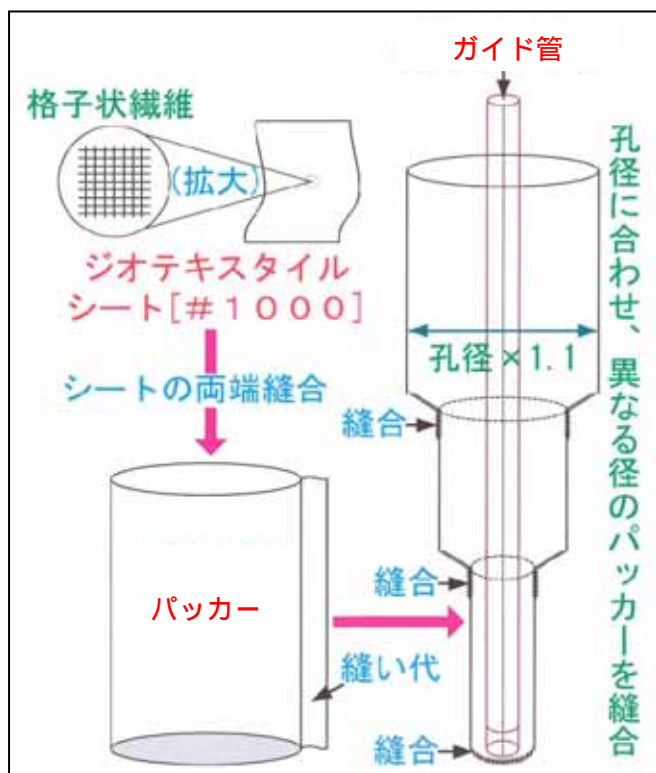


グラウンドアンカー用



鋼管矢板の止水用

各種パッカーは、先に述べた製品一覧表のように、規格品として複数の径の製品が販売されていますので、設置孔径に合わせて選択します。孔壁崩壊などにより孔径の拡大が懸念される場合は、1サイズ大きいパッカーを選定します。多段ケーシングで孔径が特に大きい場合は、大孔径のタイプを選択可能な製品もあります。



パッカーの概要(ジオテキスタイルパッカーの例)

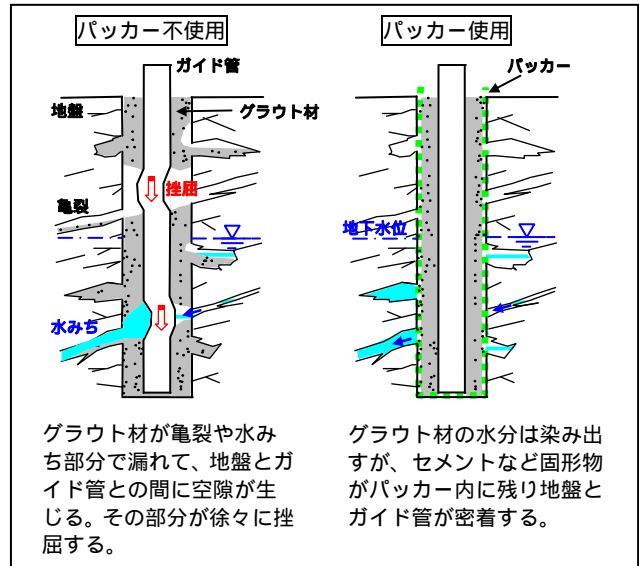
パッカーの特徴

パッカーの特徴は、液体は通すがセメントや粘土などの固形物は通し難いことから、パッカーに充填した充填材は、外側には漏れずに内側に固形分が残ります。そのため、漏水するような亀裂の多い地盤においても、パッカーを用いることで確実な充填作業ができます(右図)。

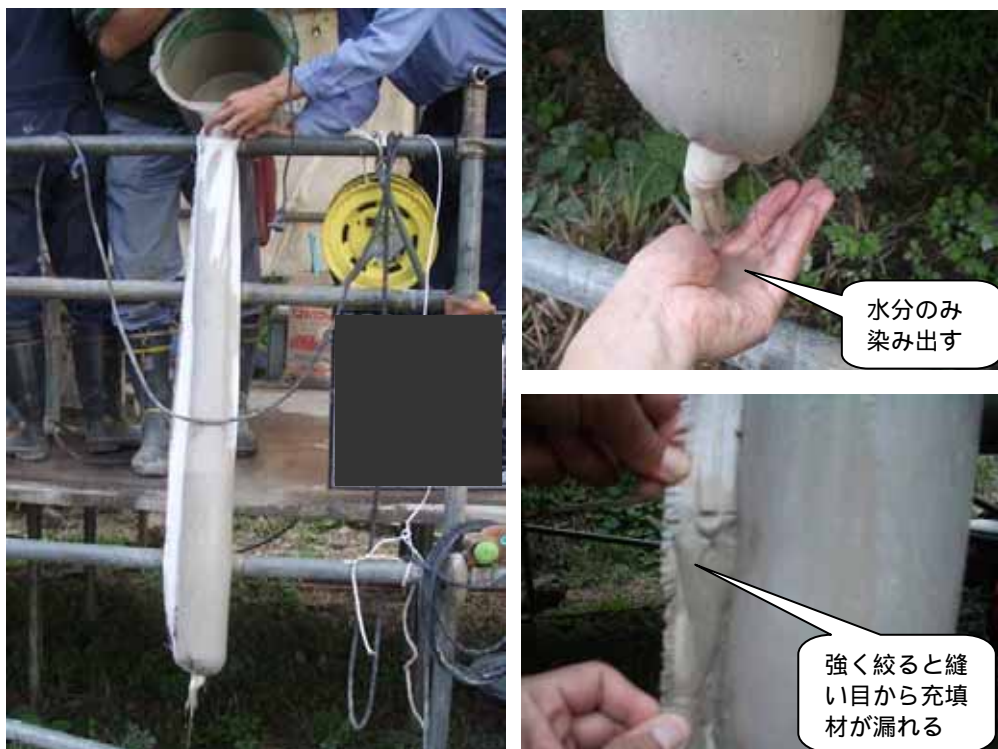
グラウンドアンカーの定着部に用いる製品は、周面摩擦を確保するためにグラウト材が若干漏出し、繊維シートの強度が強いことが特徴です。逆に、鋼管矢板の止水用のものは透水性が低く横方向の伸張性が良い特徴があります。

なお、繊維シート自体は引っ張りには強いのですが、局部的な孔壁の拡大や空洞が存在する場合はその区間が広がって充填材が漏れたり、さらに充填材の注入を続けると圧力によって破れたりすることがあります。糸による縫合を行って筒状にしている製品は、その部分が弱部となる可能性が考えられます。

そこで、**空洞区間などから充填材が漏れている可能性がある場合は、その日の作業を終了し、充填材の固結が始まった翌日以降に充填作業を継続する**などの対応を行い、パッカーの破損を予防する必要があります。



パッカーを用いたガイド管設置の改良手法模式図

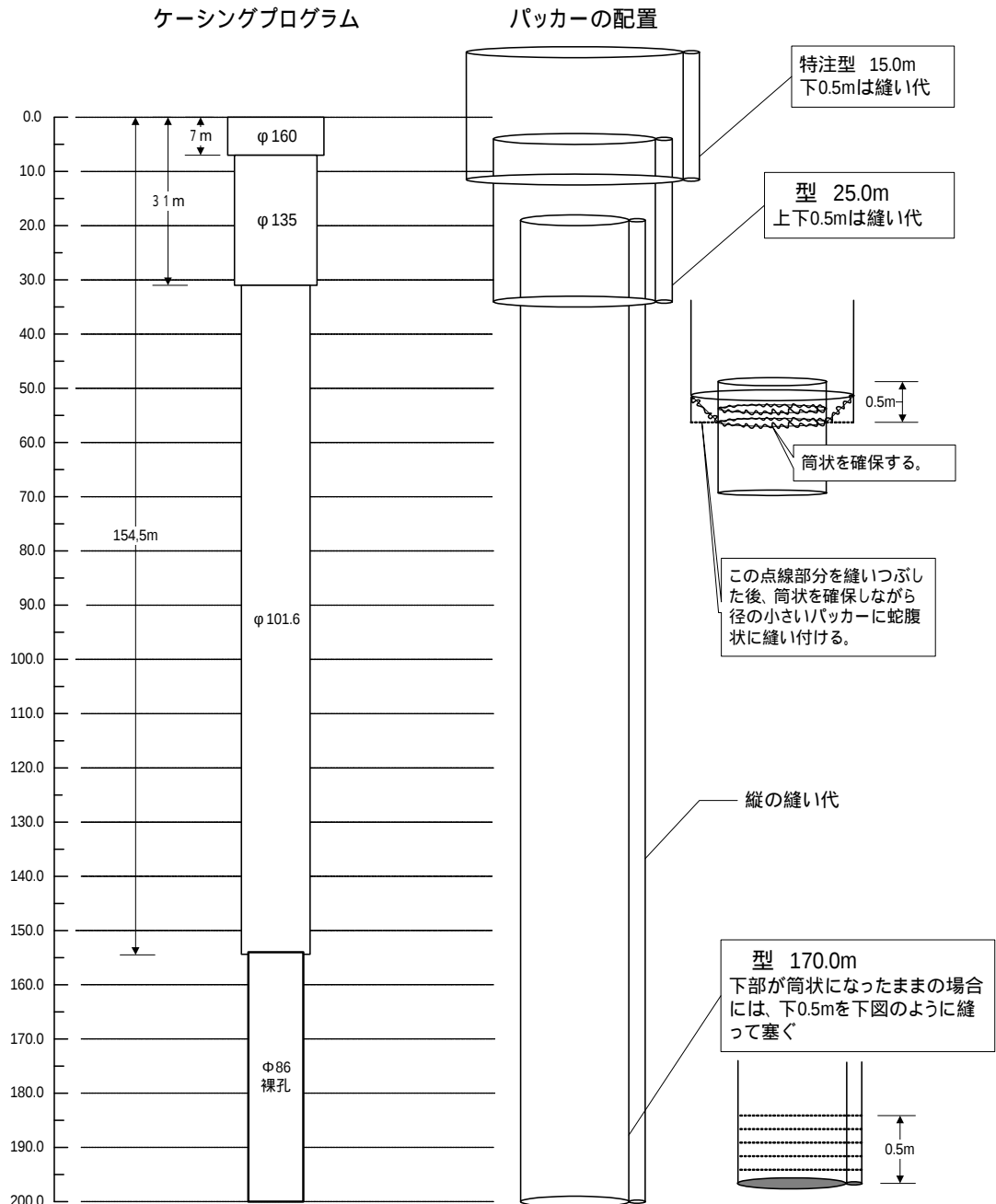


充填材の注入テスト(ジオテキスタイルパッカーの例)

パッカーの選定

パッカーは、孔径やケーシング（保孔管）の径にあわせて、使用する大きさを選定します。孔径の異なる部分は、糸で細かく縫合して接続します。

パッカーの選定と径の異なるパッカーの接続例



- 1) 特注型のパッカーを15m用意。
下 0.5mは縫い代(繋ぎ代)のため、有効長は14.5m
- 2) 型のパッカーを25m用意。
上下 0.5mは縫い代(繋ぎ代)のため、有効長は24m
- 3) 型のパッカーを170m用意。
パッカーの下部0.5mは縫って塞ぐ。
上0.5mは縫い代(繋ぎ代)のため、有効長は169m
- 4) **糸はタコ糸などの強度のあるものを使用。**
- 5) **各サイズのパッカーを繋ぐ際には、縦の縫い代を同じ方向にする。**
- 6) 一番上の部分(図では特注型)は、余った部分を設置完了後に切り取る。

必要資材

下表に、パッカーを用いたガイド管の設置に必要な資機材の例を示します。準備していれば便利なものまで一通り示していますが、設置深度や地盤の状況に応じて適宜選定します。

資機材の中には量販店では入手が困難なものもあることから、設置作業を始める前に不足するものがないか、もう一度確かめましょう。

パッカー使用時の準備資材一覧表

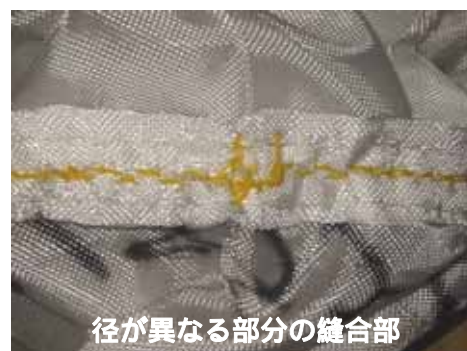
部材名		備 考
充填材	セメント	普通ポルトランドセメントで可。
	混和材	粉末粘土（木節粘土・シールド用粘土）、ベントナイトなど。
	膨張材	充填材養生時の収縮による空隙の発生を防ぐ（デンカCSA#20など）。
	水	海水はセメント固結に影響有。
傾斜計埋設用資材	パッカー	孔径に合わせてパッカーの径を選択する。
	ガイド管	L=3m, Φ50mm程度の製品が多い。
	リベット	ガイド管に合わせて、アルミ・ステンレスを選択。
	キャップ	異物の混入防止用。必要に応じて施錠する。
	ボトムキャップ	長尺の場合はワイヤー取り付け加工が望ましい。
	テープシーラー	継ぎ手端部とリベット部の止水効果を図る。
	ブチルゴムテープ	テープシーラーの固定用。
	保護(防食)テープ	上記テープの剥がれや破れを防止する。
	グラウトホース	1/2, 3/8インチを選定。浅尺は網入りナイロンホースで代用可。
	シンフレックスチューブ	φ6mm程度の細いチューブ、エア抜き用に穴開け加工。
	ワイヤー	深尺の場合などにガイド管の吊り下げ用として使用。
	VU塩ビ管	パッカー埋設時に使用。4mで100m程度のパッカーを束ねられる。ケーシング径に合わせて太さを選定（86mmの場合はVU75が良い）。
	コーキング材, コーキングガン	継ぎ手やリベット部に塗布、有機溶剤を含まないバスボンドが良い。
	たこ糸、畳針	パッカー縫い合わせ用（ハンドミシンがあるとなお良い）。
	水道用ホース、接着剤	グラウトホースの接続用、1m程度あれば良い。
	ビニールテープ	グラウトホースなどの固定用、必要数準備。用途は多い。
傾斜計関係資材	ハンドミキサー	先端はスクリュータイプが作業しやすい。
	グラウトポンプ	手押し式や動力式がある。圧力計が付いているものが良い。
	増粘材	ガイド管挿入時の摩擦低減を図る。ガイド管挿入直前に投入。
	手計り水位計	地下水位に応じた深度の手計式水位計。
	ガスバーナー	パッカーのほつれ焼き用。簡易なもので可。
	孔内カメラ	設置前の孔壁状態、設置後の管内状況の確認。
	ハンドリベッター	リベット留め用。
	ハンドドリル, 刃先	リベット穴が合わない場合に使用。φ3.8mm, φ3.4mm。
	ノコギリ	ガイド管材料に合ったもの。替え刃もあった方が良い。
	カッター類	グラウトホースの加工やテープの切断などに使用。
	ペンキ、スプレー	アルミガイド管の傷補修などに使用。
	防塵メガネ、マスク	グラウト材の攪拌時に多量の粉塵がでるため。
	発電機、照明	100V, 夜間作業用（手元・全体）。

必ず必要なもの

作業手順

ガイド管の挿入作業は、一旦始めると途中で作業を中断できません。したがって事前に入念に作業計画を立てて、手戻りが無いようにする必要があります。

- ・計画掘進長 + 10m 程度のパッカーを用意する。パッカー径は、孔径 $\times 1.1$ 程度とするが、孔壁の拡大が懸念される場合は 1 サイズ大きいパッカーを用意すると良い。また、深度によって孔径が異なる場合は、孔径に応じて径の異なるパッカーを、タコ糸などの強い糸でしっかりと縫合する。パッカーの下端部は縫合あるいは結び合わせる



- ・グラウトホースは、孔底に達する長さのものの他に数本用意し (30m に 1 本程度)、各ホースの先端位置は漏水箇所を跨ぐように設置すると良い。設置深度がグラウトホースの長さ (1 巻 120m の製品が多い) を越える場合は、グラウトホースを継ぎ手金具や水道用ホースなどで接続し、それらを接着剤などで固定する。

参考までに、グラウトホースに 5m に 1 箇所程度切れ込み部 (弁) を設けて、孔壁崩壊などによるグラウトポンプへの負荷の低減や崩壊箇所上方の充填を図る場合がある。また、数 m に 1 箇所程度穴あけ加工を施した $\phi 6\text{mm}$ 程度の細いチューブをグラウトホースと共に設置し、孔壁崩壊時のエア抜きの効果を図ることもある。

- ・掘削が計画深度に到達後、孔内洗浄を行う。泥水により孔壁を保護している場合には、泥水の比重が充填材の比重よりも軽くなるまで孔内洗浄を実施する (確実に孔底から充填材に置き換えるため)。ただし、清水による掘削の場合は孔内洗浄が不要である。

- ・地盤に開口亀裂や空洞の存在が懸念される場合は、孔内カメラで孔壁の観察を行うことが望ましい。また、孔壁の拡大が懸念される場合は孔径の測定 (キャリパー検層)、深尺の場合は孔曲がり測定の実施を検討する。孔曲がり状況は、ガイド管設置後の初期値観測でも把握できるが、あらかじめ行うことでガイド管設置作業の基礎データになる。



孔内カメラと開口亀裂の例

- ・孔内水が清水の場合には、ガイド管を挿入する前に増粘材を少量溶かした水を孔内に注入すると、引っ掛かりが少なくなり挿入作業がスムーズになって良い。

増粘材



- ・最初に挿入するガイド管にパッカーを被せて蛇腹状に束ねておく。ガイド管を順次接続して孔内に挿入する際、パッカーを下からたくし上げながら被せていく。この時、グラウトホースはガイド管に固定して同時に挿入し、その固定位置はガイド管のねじれを防ぐために常に同じ方向とする。ガイド管は、設置作業の効率化を図るために、あらかじめ2本繋ぎにしておくが良い。

なお、ガイド管にパッカーを被せる方法として、孔口に立てた塩ビ管にパッカーを蛇腹状に被せて、その中にガイド管を挿入する方法もある(下図・写真参照、塩ビ管4mで約100m分のパッカーを束ねられる)。



ガイド管の2本繋ぎと蛇腹状のパッカー



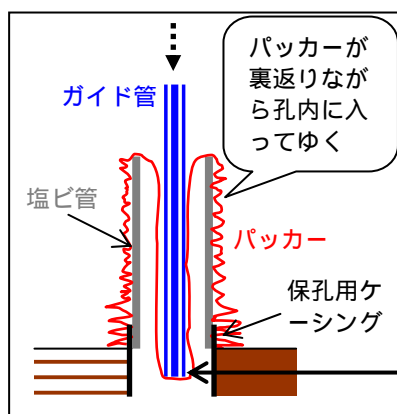
塩ビ管に被せたパッカー(写真は80m分)



塩ビ管に被せたパッカーの孔口取り付け状況



ガイド管の挿入状況



挿入状況の模式図(本図はグラウトホースやワイヤーを省略)



ガイド管の下端は、挿入開始時にテープで固定する(忘れないように)

- ・設置孔の孔内水位が低い場合には、ガイド管の自重を手で支えることが困難となる。そのため、ワイヤーをガイド管の下端部に固定して、ウィンチなどを利用してガイド管を支持できるようにする。ワイヤーの固定位置は、ガイド管のねじれを防ぐために常に同じ方向とする。



また、ガイド管が孔内水位以下の深度まで入ってガイド管に浮力が作用し始めたときには、ガイド管内に水を入れて浮力とのバランスをとりながら挿入する。**浮力とのバランスを無視すると、挿入中にガイド管が座屈する場合や（内圧＜外圧）、水を入れすぎるとガイド管外部との連通が起こる場合がある（内圧＞外圧）**ので注意が必要。

- ・パッカーを被せたガイド管が孔底まで達した後、ケーシング（保孔管）を抜管する。ケーシングの抜管はモンケンの逆打ちや油圧、またはワイヤーで行い、ボーリング機械のスピンドルによる回転トルクは絶対に与えないようにする。ケーシング抜管の際、ガイド管が共上がりしていないか確認し、共上がりが見られた場合はガイド管内への注水や人力による押し込みを行う。

- ・ケーシングを抜管した後は、ガイド管の孔口部をワイヤーで固定し、**ガイド管の下端が浮かない程度で適度に吊り上げる**ことが望ましい（孔壁崩壊している場合にはその限りではない）。

自重で曲がった状態での充填材固化を防ぐため。

- ・パッカーとガイド管の間に設置したグラウトホースにて、充填材を注入する。グラウトホースを複数設置している場合は、孔底まで挿入した長いホースから順次充填材を注入する。深尺の場合は、孔壁崩壊による注入圧の異常な上昇を防ぐために、エア抜きホースの設置や注水により、ガイド管内外の圧力のバランスを保つことが望ましい（**注入圧が異常に上昇すると、ガイド管が内部に押しつぶされる事故が発生することがあるため**）。



ハンドミキサーによる
充填材攪拌状況



手押しポンプによる
充填材の注入状況

- ・孔口部に充填材が上昇してくるまで注入を行う（パッカー表面から水分が漏出するため、充填材は沈降するのが普通である）。GL + 0.5m 程度までパッカー内に充填材を注入する（ある程度の充填材低下に対応するため）。

グラウトホースを複数設置している場合の確認方法は次の2つの方法がある（例文は1段目充填作業終了確認の場合）。

- ・水を張ったバケツに2段目ホースの口元を入れる。あぶくがでると充填材が2段目まで上がっていることを示す。
- ・2段目ホースを口にくわえて息を吹き込む。充填材が2段目ホースの孔底まで上がっていないと容易に吹き込める。



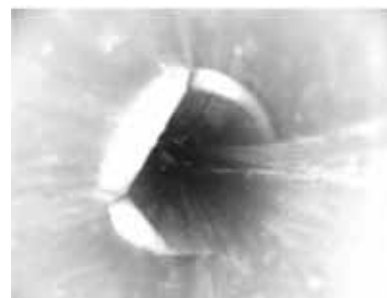
ガイド管挿入後の孔口の状況

- ・充填材を注入しても上昇しない場合は、孔壁が拡大している箇所では充填材が漏れている可能性がある。**無理に注入を続けるとパッカーが破れることがある**（その際は充填材の注入圧が低下するため分かる）。したがって、その日の**作業を終了して充填材の固結が始まった翌日以降に充填作業を続ける**ことが望ましい。

- ・充填作業終了後は、水位計やダミープローブなどをガイド管に入れて挿入の可否を確認する。ガイド管内部への連続注水は、継手部の止水性を破壊して水が漏出し、充填材を薄めてしまう可能性があるため、原則として行わない。

また、孔内カメラを使用して次の2点の確認が望ましい。

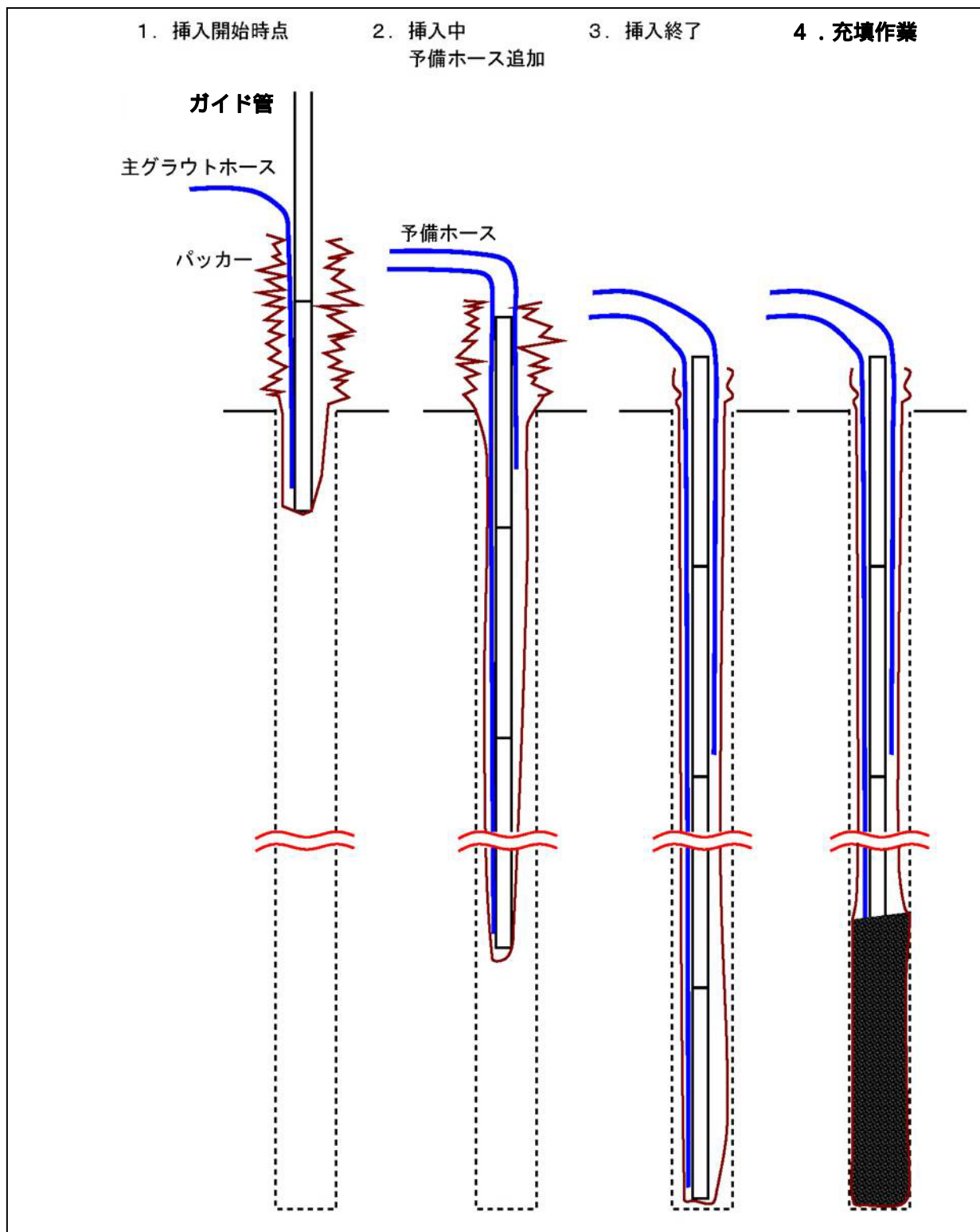
- ・充填材のガイド管内部への漏れやガイド間の曲がりの有無
- ・ガイド管のA0方向の測定 次節で測定方法を解説



ガイド管の曲がりの例

- ・充填作業の2～3日後にワイヤーをほどいてガイド管の設置が完了。三又等を現場から早期に撤去する場合には、単管パイプにてガイド管孔口部を吊り下げた状態にする。

現場では、パッカーの破れや設置途中での孔壁崩壊による再挿入など、様々なトラブルの発生が予想されます。したがって、早急に手に入らないもの（パッカーやリベット等）については、予備を準備しておくことが望まれます。



パッカーを用いた設置の概要図

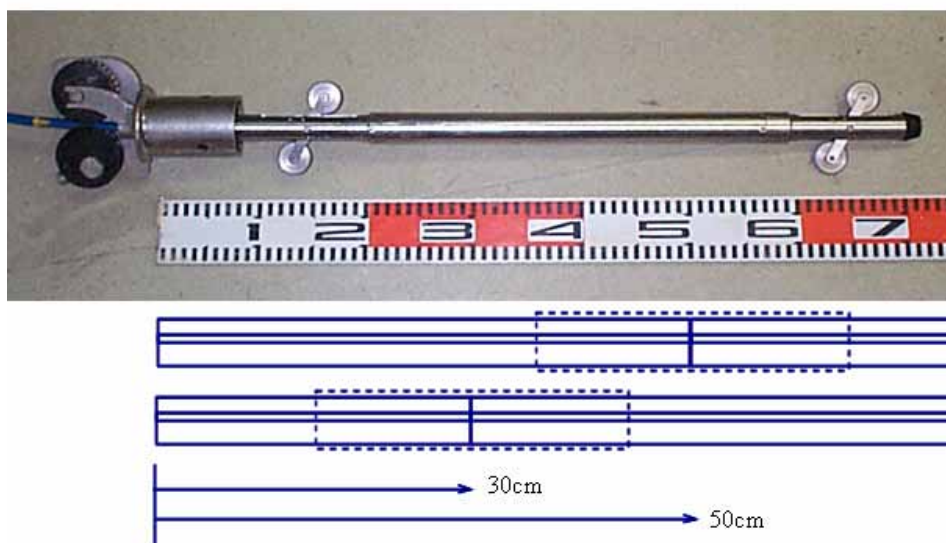
9) ガイド管の残尺(地表部の余分はどこで切断するか)

地表部の残尺部分を無造作に切ってはいけない。

基本は孔口から 0.5m~0.7m、1.0m~1.2m、~の位置で切断すること。

一般的には、測定ガイド管の孔口(+ホルダ)の位置を測定深度0mとしますが、残尺が適切でないと、プローブの車輪が継ぎ手部に位置することで、継ぎ手部の段差による誤差が発生することがあります。

下の写真に示した状態は、最上部のガイド管を最も短く切った場合に相当します。ホルダを使用してホルダ上端にケーブルマーカーを合わせた状態だと、継ぎ手の位置が孔口から0.3m~0.5mの範囲になれば、0.1mの余裕(写真では0.2m~0.3m、0.5m~0.6m)を残してプローブ胴体部分に継ぎ手が位置することがわかります。



これより孔口側には0.5m単位で延長した範囲が適切な切断位置になります。したがって、地表部の残尺部分を切断するときは下図に示す長さの位置で切れば良いことになります。

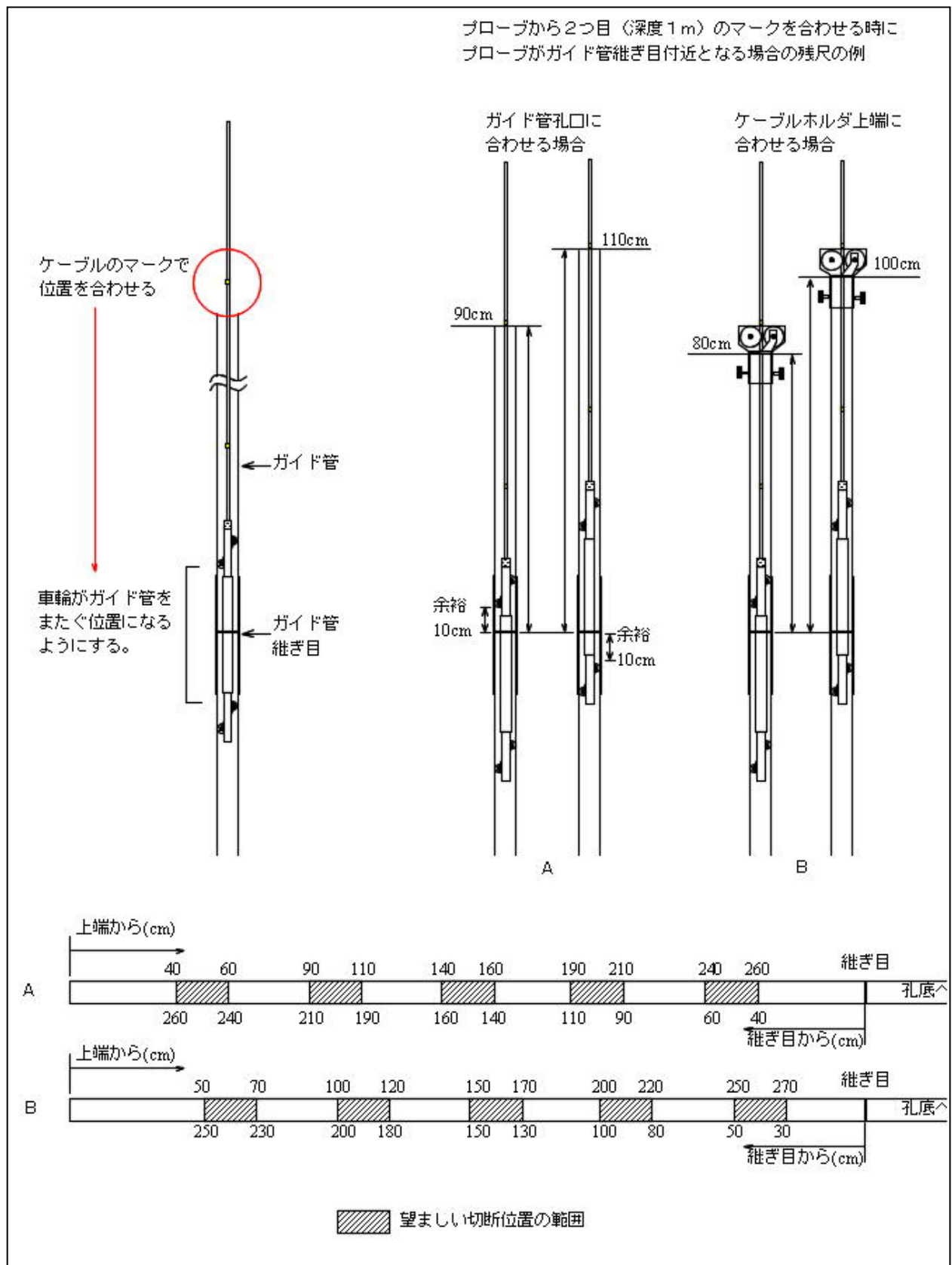
設置作業前に、この範囲をガイド管にマーキングしておけば便利です。

なお、孔口の1本に切断したガイド管(下端部が良好な切断面であること)を使用した場合は、継ぎ手から測定した長さで考えます。どうしても適正範囲で切断できない時(地表に突起物が出せない場合など)は、測定時に次のような工夫をして深度を合わせましょう。

- ・測定時に取り外し可能な短いガイド管を孔口に接続する。
- ・深度あわせの目印を別に立ててマーカーを合わせるようにする。

なお、常に同じ深度で測定できるように、ガイド管は金ノコ等できるだけ水平に切断し、また切断面のバリは金ヤスリ等できれいに除去しましょう。





孔口におけるガイド管の切断位置

1 - 6 . A0 方向の測定

孔内傾斜計観測から得られた地中の変位方向は、地すべり機構を検討する上で重要なデータになることから、ガイド管設置後には、**孔口部の A0 方向の測定を測量やクリノコンパスで把握**します。しかし、以下の原因によりガイド管にねじれが生じていることがあります。

ガイド管のねじれの原因

- ・ボーリング掘削時の孔曲がりに伴い発生するもの（孔曲がりは深尺になると必ず発生）
- ・ガイド管設置時に加えたねじり方向の力によるもの
- ・ガイド管設置時のワイヤーやグラウトホースとガイド管のズレの影響によるもの
- ・ガイド管製作時に生じる公差内の微小なねじれが累積するもの など

孔曲がりは深度が深いほど大きくなるため、孔口と深部では A0 方向が異なることがあります。経験的には 30m を超えると孔曲がりが発生し始めることが多いです。そこで、本節ではガイド管設置後に行うことが望まれる A0 方向の測定方法について述べます。

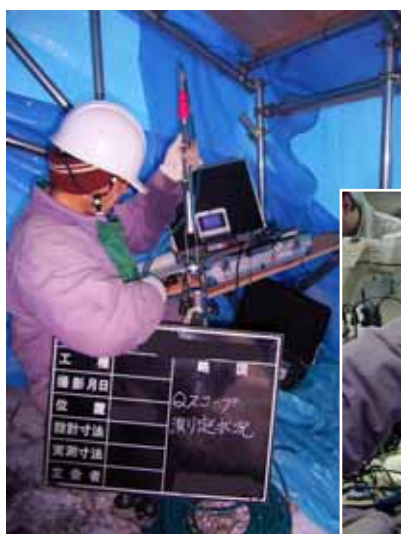
すべり面がどの深度が把握されていなく、かつ深度が深い場合は全深度を測定して、地中変位検出時に備えることが望まれます（以下の例では 1～2m ごと測定）。

A0 方向の測定手順（孔内カメラと方位磁石で測定する場合） 1

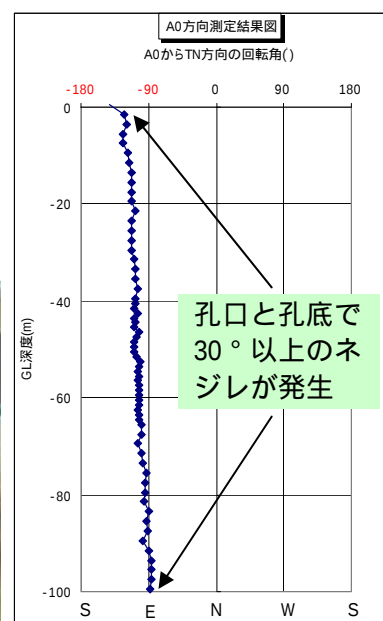
先端に方位磁石を取り付けた孔内カメラを、ガイド管の A0 方向の溝に合わせてセットし、孔底まで慎重に降ろす。

ガイド管の A0 方向を孔底から全深度撮影する。その際、後のデータ整理のために付属のマイクで測定深度をビデオに吹き込む。

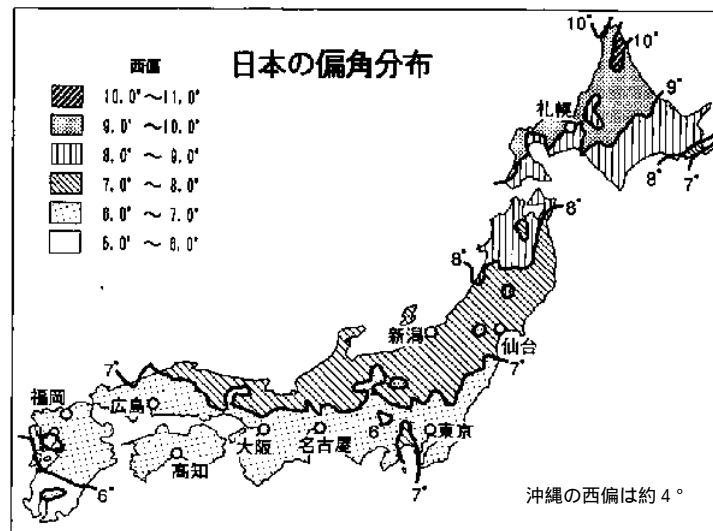
ビデオを再生し、モニターで A0 方向と磁石の北方向を分度器で測定する。その際、対象地区の西偏も考慮して真北からの A0 方向を求める（日本の西偏は $4 \sim 10^\circ$ ）。



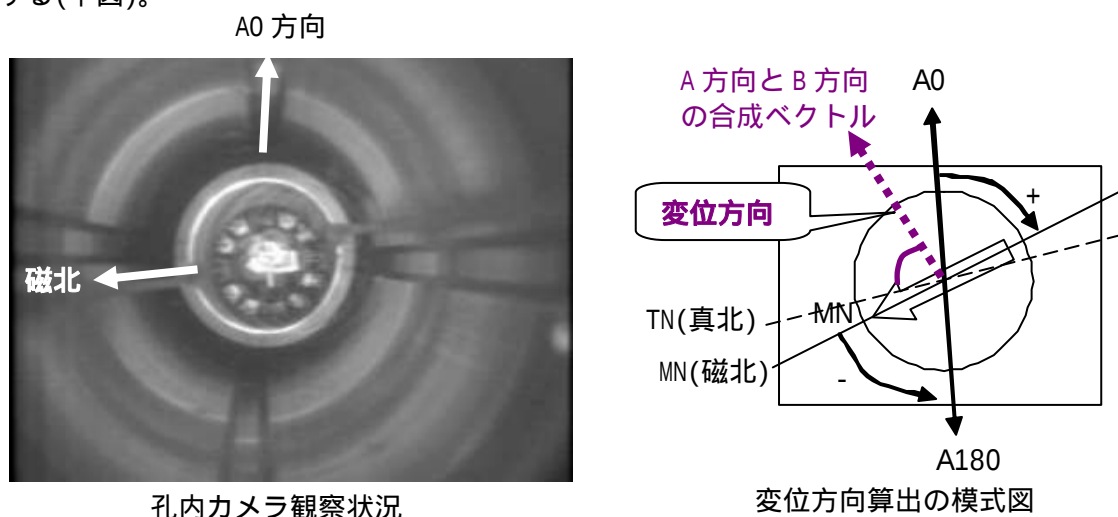
A0 方向測定の例



A0 方向測定結果の例



孔内傾斜計観測で変位が検出された場合は、A方向とB方向を合成してA0方向に対する相対的な変位方向を求め、その後で把握したA0方向の真北と合成して、地中の変位方向を算出する(下図)。



1 地山が蛇紋岩などの磁性を有する地質では、磁北が正確に測定できない場合がある。

1 - 7 . 充填材の養生

最低1週間は養生する

1) どのくらい養生してから初期値を図れば良いの？

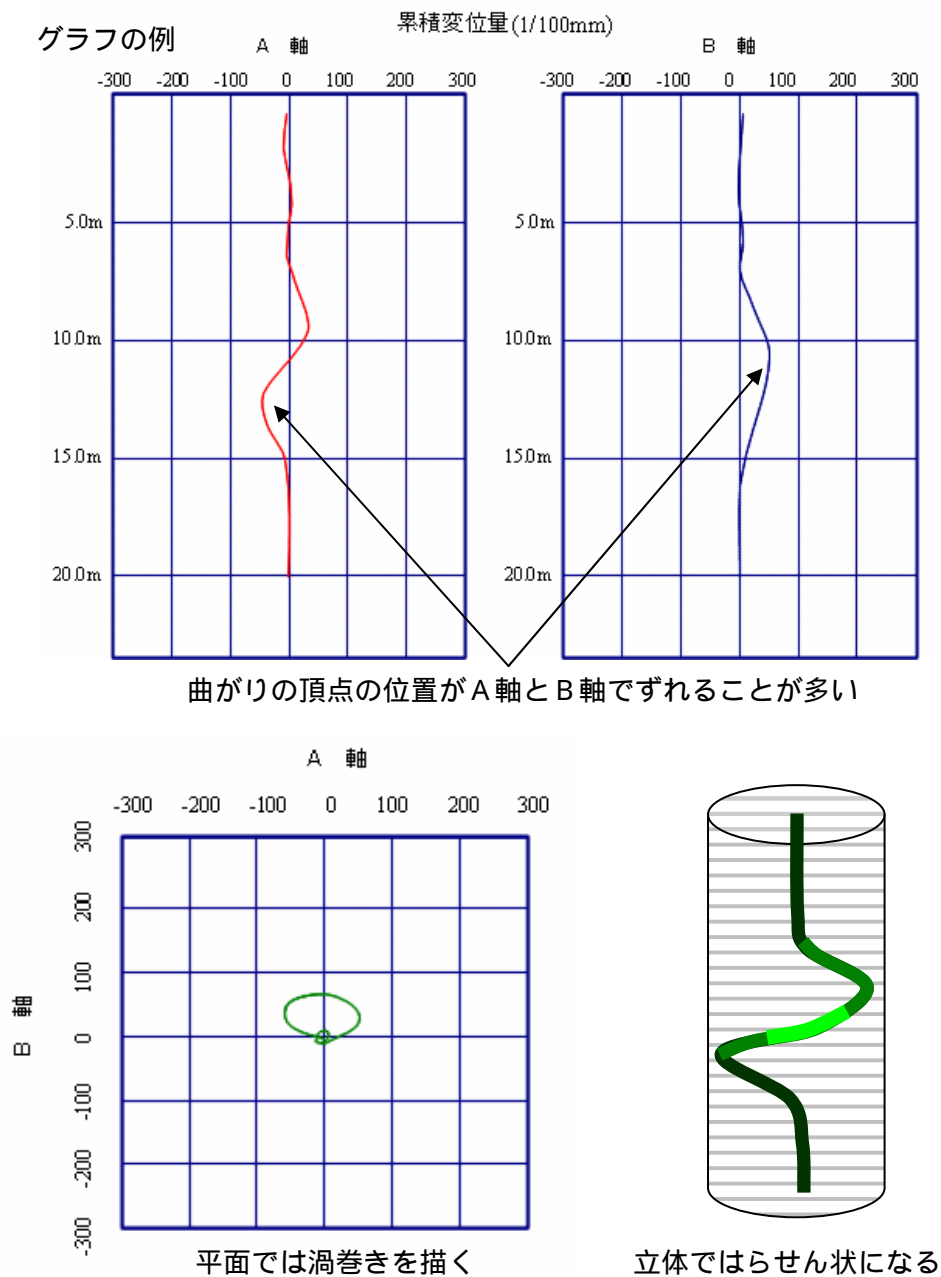
初期値は、充填材が十分に固結してから測定する必要があります。一般的に使用するセメント系充填材の場合、**充填作業から1週間以上の養生が必要**です。これは、充填材の固結過程において、充填材の温度変化や膨張収縮があるため、ガイド管が安定しない可能性があるためです。

2) 初期値が安定しない場合どうするの？

気温や地下水の流動状況、および水-セメント比の配合などにより、1週間程度では充填材が十分に固結しないことがあります。そこで、初期値の測定で値が安定していなかった場合は、養生期間を最大2週間程度として、再度初期値の測定を行いましょう(詳細は第2章の初期値観測を参照)。

コラム：充填作業が十分でないと、観測結果にどう影響するの？

- ・グラフの一部が大きく左右にS字状に曲がって、その区間の固有誤差がその他区間に比べてばらつきます。上部地盤の荷重により、充填が十分でない区間が沈下することでガイド管が座屈する現象を生じたことが考えられます（地盤の変位を捉えたものではない動き）。
- ・A軸とB軸の累積変位グラフが弓形やS字型になり、A軸とB軸の曲りの頂点の深度のずれや、曲りの頂点が測定ごとに移動するなどの現象を起こしていればこの現象と考えられます。
- ・孔を上から見た状態にしてA軸変位とB軸変位を合成したグラフを描くと、ガイド管が円を描き、立体的にはらせん状になるのが特徴です。



第 2 章：観測

国内では下表のような挿入式孔内傾斜計の製品が入手可能です。基本的な計器の取り扱いについては、各メーカーの取り扱い説明書を参照してください。本章では、現場での使用を通じて経験的に得られた、測定器取り扱い時の留意点を中心に解説します。

国内の挿入式孔内傾斜計製品一覧(平成20年11月現在)

製品名	メーカー	傾斜センサの変換方式
デジタルQティルト-200	応用地質(株)	サーボアクセロメータ式
BK-G	(株)共和電業	歪変換式
EIN-5000G	坂田電機(株)	差動トランス式
DRK-40MMW	(株)千葉測器	差動トランス式
KB-GC、KB-HC	(株)東京測器研究所	歪変換式
DC-300I	(株)東横エルメス	差動トランス式

2 - 1 . 測定手順

「概要編」に示した事項について留意しながら測定してください。

測定手順が間違っていると正しい測定ができなくなります。また、取り扱いが間違っていると、測定誤差の発生や測定器の損傷などの原因になります。

2 - 2 . 測定器のクイックチェック

「概要編」に示した事項について留意して、測定器の点検を行ってください。

観測に出る前日から測定器はチェックしておきましょう。

測定器の保守点検が不良だと正しい観測ができなくなります。また、取り扱いが間違っていると測定器の故障の原因になります。

2 - 3 . 測定器の取扱いについて

現場に出る前にもう一度測定器を確認しましょう。

○ 測定器の組み合わせが変わっていませんか？（プローブ、ケーブル、指示計など）

測定器は同じ組み合わせで使うことが原則です。

測定器は、出荷時や定期検定時に調整されます。調整・検定は、その時の測定器の組み合わせ（プローブ、ケーブル、ロガーなど）におけるものです。

組み合わせを変えると0点ドリフトや測定値のばらつきの原因になります。

○ 同じ観測孔を違う測定器で測定しようとしていませんか？

観測孔と測定器の関係は変えないことが原則です。

前項にのべたように、測定器は出荷時や定期検定時に調整されていますが、微少な差があるほか、使用に伴って徐々に変化する要因があります。

したがって、測定器を検定調整した場合にも検定前と値が微妙に変わる場合があります。

測定器の変更や検定保守に出す場合は、別の測定器を用意して連続して2台を測定し、初期値の再測定を行います。

○ ホルダなどを点検しましょう（ホルダを使用する場合）

ホルダは、測定時に深度あわせをした状態を保つのに便利です。また、ガイド管上端を覆うことでケーブルがガイド管の角で損傷することを防止しています。

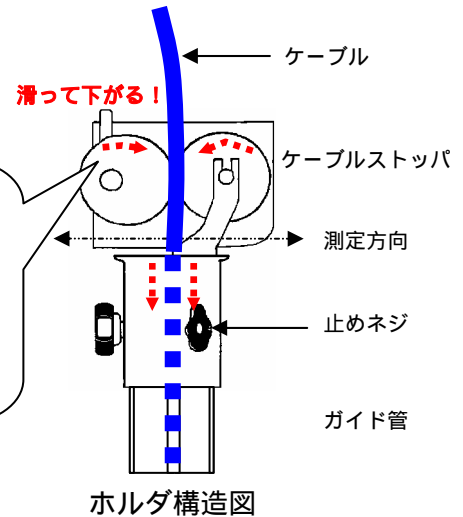
しかし、ケーブルストッパーのバネが弱いとケーブルがしっかり挟まれないためにずれやすいほか、ケーブルがすべて被覆を損傷することもあります。また、深い観測孔ではケーブルの重さで引き込まれマーカがうまく合わないことがあります。

バネが弱っている時や、深い観測孔の場合は、ケーブルストッパーに頼らない測定方法（手でつり下げた状態を保つ）で深度合わせを試す必要があります。

また、ホルダに角やバリができていないかを点検しましょう。その部分にケーブルが当たると損傷する原因になります。



この部分の磨耗やバネの劣化やあると、ケーブルを固定した位置から徐々に下がる可能性があります。



ホルダ構造図

○ バッテリー電圧は適正範囲ですか？

測定器の種類により、適正な電圧があります。バッテリー電圧が適正範囲から外れると測定作業に影響することがありますので、取り扱い説明書などで確認しておきましょう。

また、バッテリーは室内では十分に充電しておいてもかまいません（過充電には注意）。電圧の安定化回路があるものは電圧が自動調整され、また安定化回路がない測定器においても、測定前の孔底保持前に電源スイッチを入れてウォームアップを行えば適正電圧に落ち着きます。

応用地質(株)製 Q ティルトでは、[11.6V ~ 12.4V]、坂田電機(株)製傾斜計では、[4.8V ~ 5.6V] が測定器の安定する電圧です。

現場に着いたら確認しましょう。

○ 現場の周りで測定に影響するものは無いですか？（工事など）

いつまでもたっても測定値が安定しないことがあります。そのような時に、観測孔の周りで工事などにより重機が動いていませんか？

孔内傾斜計のプローブは精密機器です。地盤の振動などによりプローブのセンサー部分が振動し、測定結果に影響する場合があります。

昼休みなどの作業の合間を見計らって測定してみましょう。その時の測定値が安定するならば、工事の影響が疑われますので測定時間を考えましょう。

○ 測定前に再点検しましょう。

現場に着いて測定しようとしたら測定器が動かなかったことはありませんか？

現場に出る前に点検していても、輸送中に何かの故障が発生することは否定できません。

現場に着いたら、まず測定器を接続して観測孔を測定する状態まで設定します。これによりロガーには測定値が表示されているはずですが、

プローブをA0度側に挿入し、観測孔の浅い区間で模擬測定をします。このとき、測定値をサンプリングする必要はありません。表示されている値が正常かを確認します。

孔底保持前ですので、多少の測定値の変化は発生しますが、値がみるみる変わっていく、値がふらつくなどの場合は異常と考えられます。

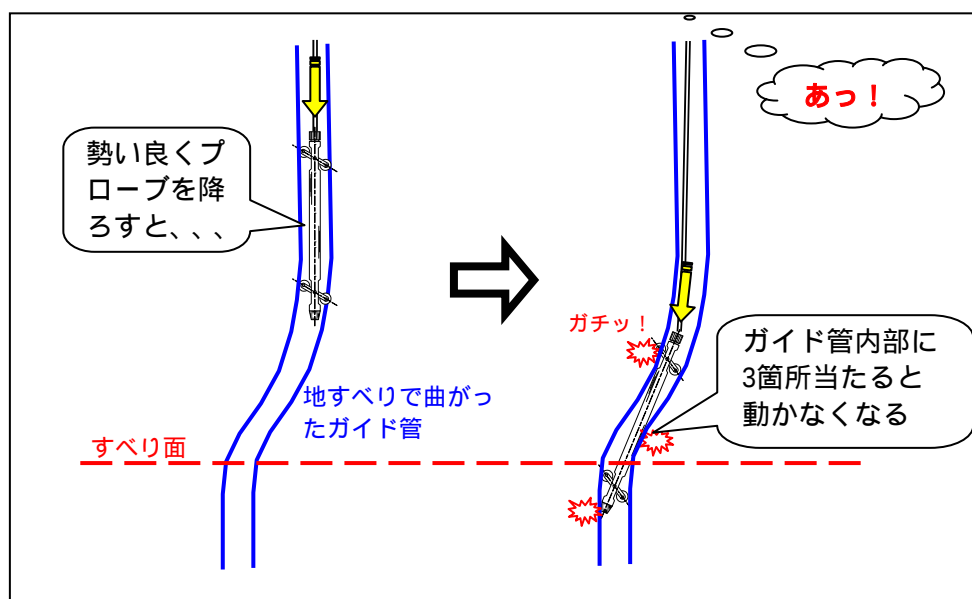
○ プローブはゆっくり入れましょう。

模擬測定が正常に行われたら、プローブを降下させます。このとき、模擬測定においてすでにその観測孔での測定状態が設定されていますが、スイッチはオンにしたままにします。

ここで、留意すべきは「観測孔は前と同じ状態では無い」ということです。何が起きているかわかりませんので、挿入時の原則は「ゆっくり降下させる」ことです。

例えば、動いている地すべりでは、ケーシングの曲がりによりプローブとのクリアランスが狭くなっていることがあります。勢いよくプローブを入れた場合、そのような箇所にプローブが挟まってしまい孔内事故(ジャミング)を起こす危険があります。

特に、今までの観測ですべり面がわかっている観測孔、あるいは動きが大きい地すべりでの観測孔は、プローブの挿入を慎重に行いましょう。



プローブ挿入時の孔内事故発生模式図

○ もしプローブが入らなかったら？

地すべりが動いたために、すべり面の部分でプローブが入らなくなることがあります。経験的な変位量の目安は、せん断的な変位で 2～4cm 程度 / 50cm です。

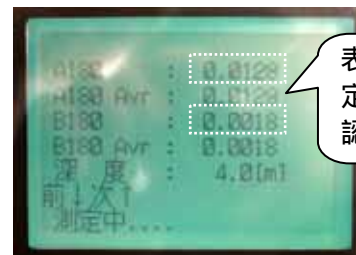
そのような場合には、プローブを 90° 回転させて、B 軸方向の溝で慎重に挿入すると、プローブが入ることがあります。A 方向と B 方向を逆にすれば、すべり面の変位進行(区間変位量)のデータ整理はできる可能性がありますので、緊急的処置として試してみても良いでしょう。なお、根本的な対応策は測定孔の再設置です。

○ 孔底まで降ろしたら一休み。

挿入式孔内傾斜計は精密機器です。測定器(測定値)は、その時の色々な影響で変化します。変化する主なものは、測定器の形状や電気回路の状態などで、影響要因は、以下のことがあるとされています。

- ・ 温度 (プローブの温度)
- ・ 電圧

これらを安定させるために、経験的な方法として孔底保持が推奨されています。プローブ挿入時に、すでに測定状態が設定されてスイッチがオンになっていますが、孔底までプローブを降ろしたら、**その状態で 30 分間以上の孔底保持が推奨**されています。



測定開始状態の表示画面の例

測定開始状態にして表示画面の測定値を時々確認し、表示値の安定具合を確認します。

○ 深度合わせは慎重に！

ケーブルを引き上げたら、ケーブルをホルダで固定するか、手で保持して**目印とする位置にケーブルのマーカーを合わせます**。

この深度合わせがずれていると測定値に誤差が発生します。

特に孔曲がり強い区間では、少しの深度ずれが測定値のずれになりますので、慎重にする必要があります。

また、**深度合わせを間違えて引き上げすぎた場合は、一旦前の測定位置までプローブを下げ、もう一度引き上げるようにします**。これは、観測孔の状態やプローブの状態が影響し、プローブを上げる場合と下げる場合でプローブの姿勢が変わることがあるためです。常に引き上げる状態で深度合わせをします。



ホルダ上端で合わせた場合



ガイド管の孔口で合わせた場合

ケーブルのマーカー位置とホルダの位置関係 (応用地質(株)製)

○ 測定値を注意して見るようにしましょう

測定値が前回測定時の値と大きく異なる場合や、一つ前の深度の値と大きく変わる場合は、測定器の0点ドリフトが著しいか、突発的な異常値発生可能性があります。

測定位置を少し上下させて値を再確認しましょう。

○ サンプリング（測定）は慎重にしましょう

測定値のサンプリング方法は、ロガー（測定器・データー収録器）の機種により違いがあります。

サンプリングは、測定器に組み込まれたソフトによって制御されています。プローブを次の測定位置に引き上げても、すぐに測定器は安定しませんし測定値も不安定です。

A 軸も B 軸も値が変化しなくなるまで待ってからサンプリングします。

○ ケーブルの扱いは丁寧に！

ケーブルは、多くの場合、地表に置いて測定しています。

このとき、ケーブルを地表に直接置くとゴミや砂粒がケーブルに付着して孔内に持ち込まれ、誤差の原因となります。

タライを利用したり、ブルーシートを敷いた上に巻いたりして清潔に扱うようにします。

プローブを降下させる時は、タオルなどでケーブルを拭きながら降ろすと異物の侵入を防げます。

また、**ケーブルは8の字巻きで扱うことが妥当**です。この巻き方だとケーブルのねじれが生じにくいので、ケーブルの絡みやねじれによる深度ずれが発生しません。



○ A 0 度側と A180 度側の入れ替えは慎重におこないましょう

現状の測定方法においては、A 0 度側と A180 度側の入れ替えは、プローブを観測孔から抜いて反転させる方法となっています。

このときに、車輪アームが孔口で跳ねてプローブの胴体をホルダまたはガイド管（ホルダを使用しない場合）に「カン！」と強く当てることがあります。これはセンサーに対して非常に強い衝撃を与えることになります。また、プローブを抜くと車輪アームを一旦開くため、アームや車輪のガタツキ（不良）があると機械的な0点のずれが発生させます。

入れ替えるときは、アームが跳ねないように車輪を手で押さえてプローブをゆっくり慎重に抜くようにしましょう。



**車輪をしっかり
と押さえる！**

○ 次の観測孔に移動したら

同じ現場内で移動時間が短い場合は、孔底放置の時間を短くできます。

移動した時間の分だけ温度変化を受けているので、基本的には移動時間相当の孔底保持が必要ということになります。

プローブを孔底に降下させ、測定状態にして測定値を確認します。

5～10分程度様子を見て、測定値が落ち着いていたら測定を開始しても大丈夫です。

○ 測定が終わったら

・ ケーブル

プローブから外す前に、タオルでソケット部の水気を拭き取ります。

ケーブルとプローブを外したら、ソケット部にキャップをします。（同時にプローブのソケット部にもキャップをします。）

ケーブル全体の水気を拭き取りながら巻き直します。

・ プローブ

ケーブルを外す前に、タオルでソケット部と全体の水を拭き取ります。

プローブとケーブルを外したら、ソケット部にキャップをします。（同時にケーブルのソケット部にもキャップをします。）

車輪、アーム、バネ部分の水気をさらに拭き取り潤滑油を差します。

グリースを塗るのも一つの方法ですが、ゴミや砂粒が付着するほど厚く塗ると逆効果です。隙間に塗り込む程度として、はみ出した分は拭き取りましょう。



初期値の測定

挿入式孔内傾斜計の測定結果は、初期値と測定値の差をグラフで表現することから、その基準となる初期値は精度が保たれたデータである必要があります。本節では、十分な精度を有する初期値を得るために必要となるガイド管設置作業後の養生、ガイド管の慣らし、および測定データの確認方法について説明します。

○ 設置作業後の養生期間

初期値は、ガイド管が充填材で十分に安定してから測定する必要があります。

セメント系の充填材を使用した場合は、充填材が固結してガイド管がぐらつかなくなるまで養生する必要があります。充填作業から1週間以上の養生期間をとることが望めます。これは、グラウト材の固結過程において、グラウト材の固化熱による温度変化や膨張収縮が起きること、ガイド管が安定していない可能性があるためです。

初期値の測定で値が安定していなかった場合は、養生期間を最大2週間程度設けて再度初期値の測定を行います。

○ 空測定

初期値測定は、初めてガイド管にプローブを通す作業となります。

通常に使用されるガイド管は、工場から出荷されたままの製品であり、特殊な条件を除けば一度使用されたものが再利用されることはありません。このため、製造時の細かな段差や角などがある場合があります。また、設置までの取り扱いで内壁にゴミや粉塵が付着していることも考えられます。

経験的なこととして測定結果の状態（ばらつき、累積変位グラフの傾動、湾曲）は測定回数（2回以上）を経ると安定することが知られています。その原因として、ガイド管の溝とプローブの車輪の馴染みの問題が考えられ、プローブを通すことで溝が均され車輪と溝との接触に起因する誤差がなくなると推定されています。また、プローブの通過により、内壁に付着した細かなゴミや粉塵を除去する効果も期待できます。

このようなことから、**初期値の測定前に空測定を行うことは、ガイド管の状態に起因する誤差を少なくするとともに、観測孔の状態を確認するものです。**

なお、空測定時にはプローブの通過不良、引き上げ抵抗の有無および段差による衝撃の有無などについて、ケーブルを通じて手応えで確認しておくことも重要です。

○ 本測定

初期値は、測定値と比較するための基準となる値です。このため、初期値測定時にデータのばらつきや不安定性があると、以後の測定結果にそれらの誤差を常に反映してしまうことから、測定業務全体の品質に影響を及ぼすこととなります。このため、初期値は安定した精度の高いデータであることが必要です。

また、挿入式孔内傾斜計の測定値を評価するには1回分のデータでは正確な判断が難しく、数回分のデータを相互に比較することで検定が可能です。このため、**初期値測定については、同日に連続して最低2回の測定を行うことが必要です。**

○ データ確認

2回の測定データを比較し、固有誤差、区間変位、累積変位を算出します。この作業においては、どちらを仮の初期値としてもよいのですが、通常は先に測定したデータを初期値として2回目のデータに対して解析処理を行います。

以下の1)～3)により以下の事項を評価して、初期値として用いることに問題が無いことを確認します。

初期値の評価事項

- ・ 測定器の不安定性の有無
- ・ 測定方法が適正であるか
- ・ 観測孔の状態の良否

1) 固有誤差の検定

2回のデータについて固有誤差を算出し、測定値の安定性を確認する。検定は第3部に述べる方法を適用し、固有誤差のばらつきが基準以上である場合は再測定とする。

2) 区間変位の検定

区間変位を算出し、区間変位のばらつきや、ある深度に異常な値がないかを確認する。2回のデータは、同日に連続して測定されたものであるから、よほど活動性の高い地盤が対象でない限り、同じ状態を測定したと考えられる。

したがって、区間変位のばらつきや、特定の深度に異常値がある場合は、観測孔や測定方法が不適切であると考えられる。

ばらつきについての基準は、固有誤差と同じ基準を適用する。

3) 累積変位量の検定

区間変位より累積変位を算出し、累積変位グラフを作成する。2回のデータは、同日に連続して測定されたものであるから、理論的には変位がないため変位量0の軸に直線状となって一致するはずである。ただし、一般的には累積変位グラフにおいて微少な湾曲や傾動が認められる。これは、測定器の精度として検定基準以下(第3章に述べる基準値)のずれは発生する可能性があるため、基準以内のずれであることが確認できればよい。

○ 再測定

2回の測定値は、測定後に現地でデータ確認することが望めます。これは、再測定を容易にするほか、活発な動きのある地盤を測定対象とすると、時間が経てば地盤の動きが発生する可能性があるためです。

したがって、時間において(翌日など)再測定をするのであれば、2回の測定をすることが確実な方法となります。同日に直ちに再測定が可能であれば、状況によりもう1回の測定で済ませることで問題ありません。それについては、以下に述べるようなことを考慮して判断します。

- ・固有誤差検定において、一方が異常値である場合はもう1回の再測定を行い、両方が異常値である場合は2回の再測定を行う。
- ・区間変位に異常値があった場合、2回のデータのどちらに原因があるかは確定できないため、もう1回の再測定を行い3つのデータの相互比較により異常値の生じないデータの組み合わせを選定する。
- ・累積変位グラフが基準以上に傾く場合は、1回の再測定を行い3つのデータの相互比較で基準値内となるデータの組み合わせを選定する。

つまり、固有誤差、区間変位、累積変位のすべてが異常でないデータを2回揃えるまで再測定を行うことが必要となります。

○ その他

観測期間中に、測定器の交換を実施する場合、あるいは修理等に出す場合があります。

このような場合においては、その前後で変位が発生したような累積変位のグラフが得られることが多くあります。これは、プローブ、ケーブル、ロガーを含めたセットで測定器の特性があり、1セットごとに特性が異なるためです。このため、違う組み合わせでの測定、あるいはプローブの修理を行った場合は、その特性が変わるために見かけ上は変位が発生したようになります。

これを防ぐため、本マニュアル(案)では、観測期間中の測定器交換や修理を行う場合は初期値を取り直すことを推奨します。

設置深度により留意する事項

- 測定方法は、浅くても深くても基本は同じです。
、 で述べたことを基本事項に測定作業を行います。
- 深くなるとケーブルの重さが増大します。
以下のような状況が生じますので、測定作業に注意が必要です。
 - ・ ケーブルが 100m 以上だとかなりの重量と大きさになる。
道路近傍や平坦地では問題にならないですが、急斜面や長距離を人肩で運搬する場合は、背負子を使い複数人で小分けして運搬します。
 - ・ プローブが孔底に着いたことがわかりにくい。
孔底に勢いよく落ちると、ケーブルの荷重がプローブに衝撃を与えます。
深度を確認し、10m 単位のマーカーに気をつけて孔底が近づいたらゆっくりと降下させます。
 - ・ 孔口の角でケーブルを損傷する。
ケーブルホルダーなどにより孔口を保護してから挿入しましょう。
重量が重いので、ガイド管などの尖った切り口にケーブルが当たると簡単に損傷します。
 - ・ ホルダのストッパーでケーブルを噛み込む。
ケーブルストッパーにはギザギザの噛み込みがあります。
ケーブルストッパーに挟んだ状態で急にケーブルを離すと、ケーブルの被覆を強く噛み込んで損傷する場合があります。
深度合わせの時に、ゆっくりとケーブルを緩めてケーブルストッパーに挟ませるようにしましょう。
 - ・ ケーブルのねじれなどによりケーブルを損傷する。
プローブ降下時に、ケーブルがガイド管の孔口で絞り込まれてケーブルが強く捻れ、配線を損傷することがあります。
深い観測孔では、特にゆっくりと降下させるように心がけましょう。
- ・ 測定時のケーブル引き上げが重い。
深尺の測定を行う場合はケーブルが重くて時間もかかるので、腕だけでケーブルを上げるのではなく、ひざを使って体全体でケーブルを上げるようにすると楽です。ただし、測定者の違いによる影響を避ける観点から、測定途中での人員の交代は望ましくありません。
- ・ 測定時間が長くなる。
測定時間が長くなると、測定器のバッテリー電圧が低下する場合があります。
深い観測孔の測定時には、充電が十分された測定器を用い、予備の測定器の準備も考えましょう。また、外部バッテリーによる補給が可能ならばバッテリーを携行しましょう。

第 3 章：測定値の検定・補正

測定値の検定・補正の目的は、観測値が適正な値を示しているかを検定し、適正な値でない場合は、補正あるいは再測定などを行うかを判断するものです。

本マニュアル(案)では、固有誤差検定および累積変位グラフを利用する方法により、以下の項目の検定方法について解説します。

固有誤差検定方法

- ・ある深度だけ固有誤差が異常
- ・深度方向に固有誤差が変化
- ・固有誤差が変化しグループ化する

累積変位グラフからの検定方法

- ・せん断変位（本当に地盤の変位か？）
- ・累積変位グラフが前回測定結果と同じ形状で全体に傾く
- ・累積変位グラフが折れ線グラフのように折れ曲がる
- ・グラフが全体に釣り竿状に湾曲する
- ・グラフが全体にふらふら曲がる

3 - 1 . 判定の流れ

判定は、固有誤差値と累積変位グラフ形状で行ないます。

判定には 0 点補正を併用する場合があります。

別添した「解析支援ソフト(Microsoft Excel)」を用いると 0 点補正が行なえます。

なお、この流れ図では **0 点ドリフトのみが原因の誤差を含むデータを見分け、補正する**ことを目的としています。

したがって、途中で「再測定」「区間変位のみを評価」と判断された誤差現象については、原則として再測定を行なうものとします。

検定の手順は、本編に示した流れ図に従って行います。

3 - 2 . 測定値の検定、補正

1) 測定値からの判定

○ 測定値の固有誤差検定法

固有誤差とは、本来はプローブとセンサーの中心軸のずれを指します。

孔内傾斜計は、測定時にプローブを反転させ 0° 側と 180° 側の 2 回の測定を行い、測定値の解析は、各深度の 0° 側から 180° 側を引き算して測定値を算出します。（製品により、内部演算で 1/2 の指示値が表示されています。下式は指示値が 1/2 の場合です。）

$$D0 = (+Dt + \alpha) / 2 \quad (0^\circ \text{側})$$

$$D180 = (-Dt + \alpha) / 2 \quad (180^\circ \text{側})$$

ここに $D0$ 、 $D180$: 0° 側と 180° 側の指示値

Dt : 真の値 α : 固有誤差

$$D0 - D180 = (Dt + \alpha - (-Dt + \alpha)) / 2$$

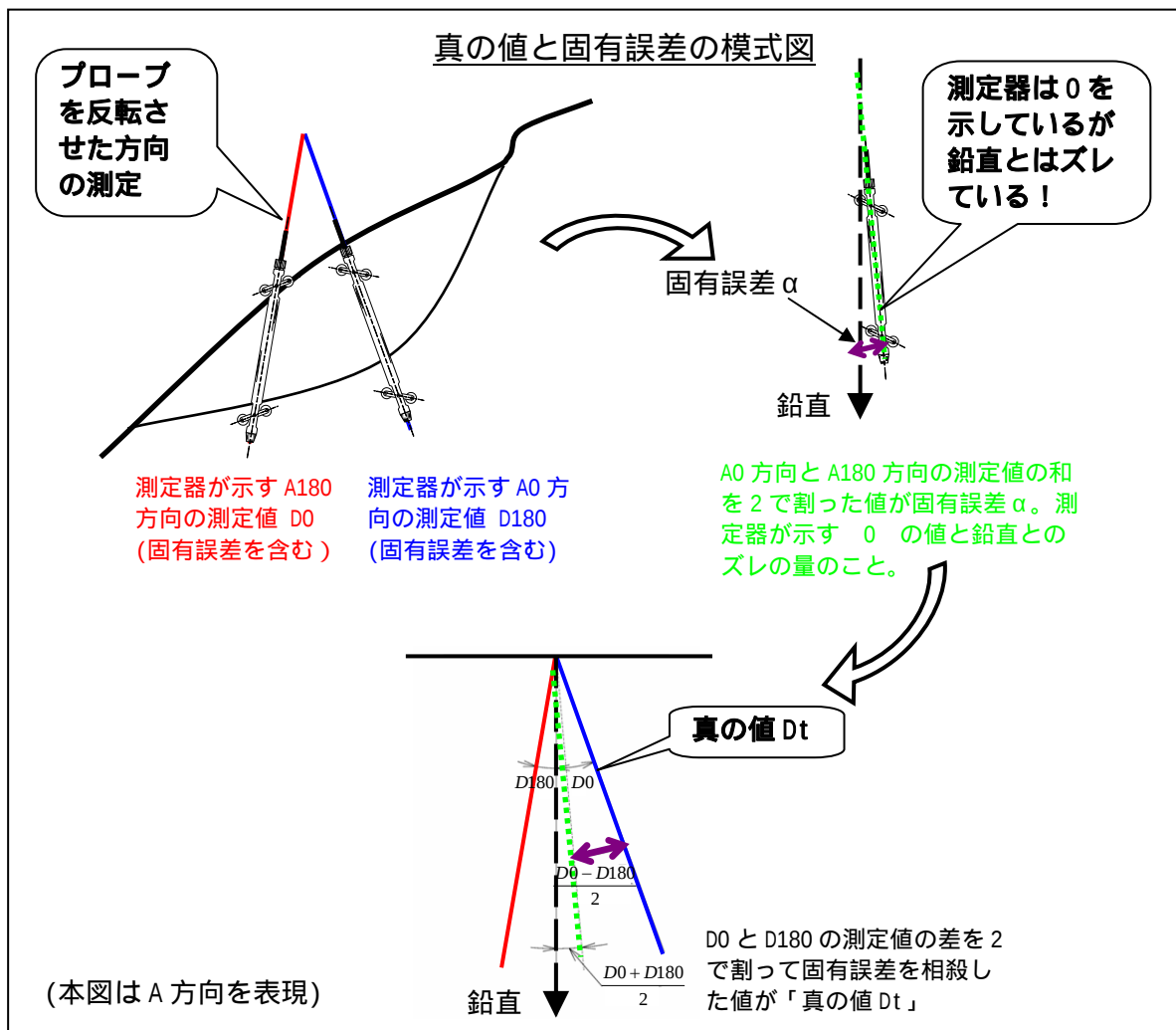
$$= Dt$$

逆に 0° 側と 180° 側の測定値を足し算すると固有誤差が残ります。

$$D0 + D180 = (Dt + \alpha + (-Dt + \alpha)) / 2$$

$$= \alpha$$

この固有誤差は固有値ですから、理論的には測定深度が変わっても同じ値となります。



次に固有誤差検定の事例を示します。 α は固有誤差で、 $\Delta \alpha$ は α の平均値との差(固有偏差)を示しています。

深度	A0	A180	α	$\Delta \alpha$
0.5	-173	140	-33	6
1.0	-197	164	-33	6
1.5	-174	139	-35	4
2.0	-187	152	-35	4
2.5	-192	155	-37	2
3.0	-185	145	-40	-1
3.5	-184	144	-40	-1
4.0	-165	125	-40	-1
4.5	-163	123	-40	-1
5.0	-168	128	-40	-1
5.5	-193	152	-41	-2
6.0	-176	136	-40	-1

応用地質(株)製

測定深度 (m)	A 軸		固有誤差 α (mm)	固有偏差 α (mm)
	0°側	180°側		
1.0	21.52	-24.68	-1.58	0.01
2.0	24.05	-27.23	-1.59	0.00
3.0	20.00	-23.26	-1.63	-0.04
4.0	18.69	-21.86	-1.59	0.01
5.0	19.07	-22.29	-1.61	-0.02
6.0	18.79	-21.96	-1.59	0.01
7.0	19.10	-22.30	-1.60	-0.01
8.0	23.47	-26.68	-1.61	-0.01
9.0	19.69	-22.89	-1.60	-0.01
10.0	18.53	-21.68	-1.58	0.02

坂田電機(株)製

固有誤差だけでなく、固有偏差を算出するとばらつき具合がよくわかります。

なお、孔内傾斜計のメーカーによって、上表に示すように測定値の単位が異なります。

測定値の単位

応用地質(株)製：算出後の値が 1/100mm (指示値 100 = 1mm) 単位。

坂田電機(株)製：算出後の値が 1mm (指示値 1 = 1mm) 単位。

0 度側 ~ 180 度側の反転測定をする手法においては、固有誤差の算出原理は同じです。

各メーカーの取扱説明書に記載されている表示方法に合わせて対応してください。

次頁以降の記述において、凡例や単位が無い場合については応用地質(株)製の指示値 1/100mm 単位 (指示値 100 = 1mm) としています。

検定値の評価（こんな現象はありませんか？）

・固有誤差値が揃っていない

この現象については、固有誤差が乱数的にばらついている場合と、徐々に変化している場合があります。各深度の固有誤差を算出して全体の標準偏差値を計算し、不揃いの程度を検定します。

固有誤差の標準偏差検定基準（応用地質(株)製）

表 3-1-1 固有誤差の標準偏差 検定基準表

観測孔深度 (m)	固有誤差の標準偏差	
	基準 A	基準 B
～ 30 m	～ 5 以下	～ 10 以下
～ 50 m	～ 10 以下	～ 15 以下
～ 80 m	～ 15 以下	～ 20 以下
80 m以上	～ 20 以下	～ 25 以下

標準偏差の算出は、表計算ソフトのエクセルでは標準偏差の関数 " STDEV " を利用する。

基準 A：測定器と観測孔の状態に問題が無く、測定作業状況も良好と判断できる基準。

基準 B：問題のある可能性が考えられるが、速報的な区間変位の評価には利用できると判断できる基準。

累積変位量グラフ傾動に対する基準（不動層区間に適用する）

固有誤差検定と併用し、測定器あるいは測定方法が適切であったと判断できる基準。

～30m の基準 B を適用し $10 \times 10\text{m}$ （観測点 20） $= 200 = 2\text{mm}/10\text{m}$ 以下とする。

それ以上の傾動を示す場合は、原則として再測定とする。

固有偏差検定基準（坂田電機(株)製）

全観測点の固有誤差平均値と各観測点の固有誤差を比較し、固有偏差を下式で求める。

$$\text{固有偏差} = (D0 + D180) / 2 - \Sigma ((D0 + D180) / 2) / n$$

ここに、D0：正の読み値 D180：反転方向の読み値 n：測点数

表 3-1-2 固有偏差検定基準表（坂田電機(株)製）

固有偏差	基準 A	基準 B
	～ 0.2 mm以下	～ 0.3 mm以下

基準 A：測定器の状態、観測孔の状態に問題が無く、測定状況も良好と判断できる基準。

基準 B：上記いずれかの事項に問題がある可能性が考えられるが、区間変位の評価には利用できると判断できる基準。

この基準は、観測孔の深度が 100m 以内であることを目安とする。

どちらのメーカーの場合も基準 B 以上の標準偏差、あるいは固有偏差の不揃いがあった場合は再測定とします。

表 3-2-1 固有誤差計算の例 (応用地質(株)製)

正常な測定値の例

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0 + A180
	0° 側	180° 側	
0.5	56	-52	4
1.0	71	-67	4
1.5	84	-81	3
2.0	89	-83	6
2.5	32	-24	8
3.0	35	-27	8
3.5	26	-18	8
4.0	21	-12	9
4.5	17	-8	9
5.0	4	3	7
5.5	14	-7	7
～	～	～	～

標準偏差 2.1

固有誤差がばらついた測定値の例

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0 + A180
	0° 側	180° 側	
0.5	58	-57	1
1.0	61	-58	3
1.5	85	-92	-7
2.0	88	-93	-5
2.5	27	-34	-7
3.0	33	-28	5
3.5	24	-10	14
4.0	16	2	18
4.5	23	-17	6
5.0	6	8	14
5.5	20	-10	10
～	～	～	～

標準偏差 8.7

表 3-2-2 固有偏差計算の例 (坂田電機(株)製)

正常な測定値の例

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)
	0° 側	180° 側	
1.0	21.52	-24.68	0.01
2.0	24.05	-27.23	0.00
3.0	20.00	-23.26	-0.04
4.0	18.69	-21.86	0.01
5.0	19.07	-22.29	-0.02
6.0	18.79	-21.96	0.01
7.0	19.10	-22.30	-0.01
8.0	23.47	-26.68	-0.01
9.0	19.69	-22.89	-0.01
10.0	18.53	-21.68	0.02
11.0	19.19	-22.37	0.00
12.0	19.83	-23.02	0.00
13.0	19.87	-23.04	0.01
14.0	21.06	-24.23	0.01
15.0	22.93	-26.13	-0.01

標準偏差 0.01

固有誤差がばらついた測定値の例

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)
	0° 側	180° 側	
1.0	21.82	-24.28	0.21
2.0	24.05	-27.43	-0.25
3.0	20.60	-23.26	0.11
4.0	18.88	-21.46	0.15
5.0	19.87	-22.29	0.23
6.0	18.79	-21.96	-0.14
7.0	19.80	-22.30	0.19
8.0	24.27	-26.68	0.24
9.0	19.69	-22.49	0.04
10.0	18.53	-21.98	-0.28
11.0	19.59	-22.07	0.20
12.0	20.33	-23.02	0.10
13.0	19.87	-23.04	-0.14
14.0	21.06	-24.83	-0.44
15.0	22.73	-26.13	-0.26

標準偏差 0.23

なお、測定器が安定している → 固有誤差が揃っている と言えますが、固有誤差が揃っている → 測定器が安定している とは言えません。

2) 項に述べる累積変位グラフの形状からの判断と合わせて最終評価を行います。

・ある深度だけ固有誤差値が異常

固有誤差が異常値をしめすと、その深度において区間変位が発生し累積変位グラフにせん断変位が表れます。

0°側と180°側を別々に初期値と比較してみましょう。

その深度の0°側か180°側のどちらかに大きな区間変位が出ています。つまり、セン断変位の出ている深度の測定時に、何らかの原因で誤差値が発生しサンプリングされたものです。

表 3-3-1 に示すように、深度 3.0m の 0 度側の測定値 5 は異常値の可能性がありますが。

表 3-3-1 固有誤差の局部異常の例（応用地質(株)製）

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180	初期値との比較	
	0° 側	180° 側		0° 側	180° 側
0.5	53	-52	1	-3	0
1.0	72	-68	4	1	-1
1.5	83	-81	2	-1	0
2.0	89	-83	6	0	0
2.5	35	-24	11	3	0
3.0	5	-28	-23	-30	-1
3.5	27	-20	7	1	-2
4.0	22	-12	10	1	0

表 3-3-2 固有誤差の局部異常の例（坂田電機(株)製）

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)	初期値との比較	
	0° 側	180° 側		0° 側	180° 側
1.0	21.52	-24.68	0.00	0.00	0.00
2.0	24.05	-27.23	-0.01	0.00	0.00
3.0	20.00	-23.26	-0.05	0.00	0.00
4.0	18.69	-21.86	-0.01	0.00	0.00
5.0	19.07	-22.29	-0.03	0.00	0.00
6.0	18.79	-21.96	-0.01	0.00	0.00
7.0	19.10	-22.30	-0.02	0.00	0.00
8.0	23.47	-26.68	-0.03	0.00	0.00
9.0	19.69	-22.89	-0.02	0.00	0.00
10.0	18.53	-21.68	0.00	0.00	0.00
11.0	19.19	-21.85	0.25	0.00	0.52
12.0	19.83	-23.02	-0.02	0.00	0.00
13.0	19.87	-23.04	-0.01	0.00	0.00
14.0	21.06	-24.23	-0.01	0.00	0.00
15.0	22.93	-26.13	-0.02	0.00	0.00

ただし、すべり面などでガイド管の変形が大きいと、反転時の車輪の位置が異なるので固有誤差に異常値が出ます。そのような可能性もありますので、局部的な固有誤差の異常が発生した場合には、早期の再測定が望ましいといえます。

・深度方向に固有誤差値が変化する

測定中に測定器の状態が徐々に変化している場合で、測定器の不安定状態を示します。

このような場合は、固有誤差の変化に対応して累積変位グラフの湾曲が生じることが多いですが、固有誤差の変化量と累積変位グラフの湾曲度は必ずしも整合しません。

測定値については、すべり面の区間変位量を暫定的には利用できますが、地盤全体としての変形評価には支障があります。

不動層（一般的には孔底区間）において、10m あたり 2mm 以上の曲りがあるようだと、再測定や測定器の検定が望ましいといえます。

表 3-4-1 固有誤差が変化する例

応用地質(株)製

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180
	0° 側	180° 側	
0.5	65	-47	18
1.0	79	-63	16
1.5	90	-80	10
2.0	95	-82	13
2.5	38	-25	13
3.0	40	-27	13
3.5	28	-21	7
4.0	22	-15	7
4.5	18	-13	5
5.0	5	-3	2
5.5	13	-12	1

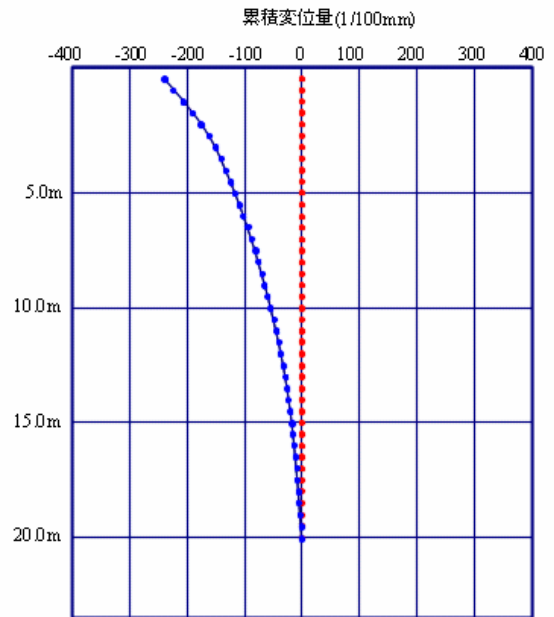
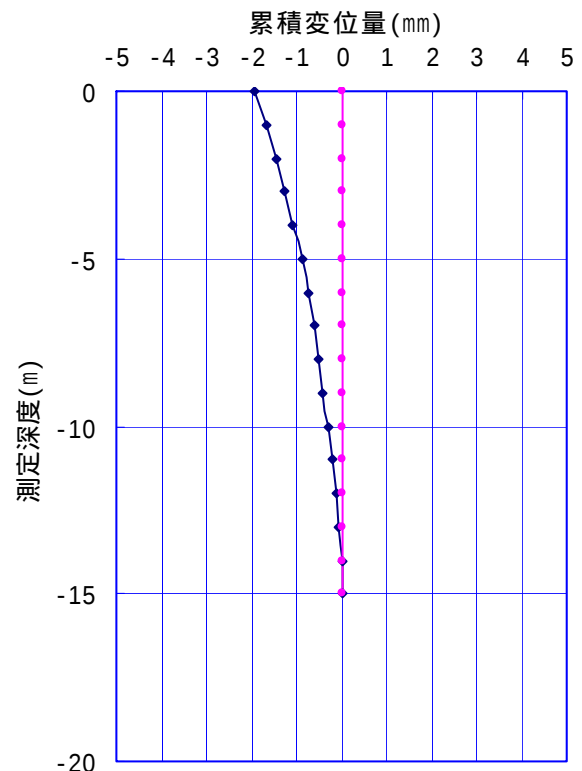


表 3-4-2 固有偏差が変化する例

坂田電機(株)製

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)
	0° 側	180° 側	
1.0	21.52	-25.18	-0.11
2.0	24.05	-27.73	-0.12
3.0	20.00	-23.56	-0.06
4.0	18.69	-22.26	-0.06
5.0	19.07	-22.69	-0.09
6.0	18.79	-22.26	-0.01
7.0	19.10	-22.60	-0.03
8.0	23.47	-26.84	0.04
9.0	19.69	-23.09	0.02
10.0	18.53	-21.88	0.05
11.0	19.19	-22.57	0.03
12.0	19.83	-23.22	0.03
13.0	19.87	-23.14	0.09
14.0	21.06	-24.33	0.09
15.0	22.93	-26.13	0.12



・固有誤差が2つ以上のグループに分かれる

測定中に固有誤差が変化したものです。累積変位グラフも途中で「折れ線グラフ」のような折れ曲がりの形状を示します。

測定中に測定器の固有誤差が変化することが原因です。

固有誤差とは、本来はプローブとセンサーの中心軸のずれを指しますが、これには機械誤差が含まれており、観測孔内の段差(継手部、屈曲部)や異物をプローブが通過したときに、機械誤差が発生した可能性があります。

すべり面の区間変位量の評価に対する評価には利用できますが、地盤全体としての挙動評価には支障があります。

折れ曲り位置を区切りとしてグループ分けした場合に、各グループの固有誤差が揃っていれば区間別に0点補正法が適用できる可能性があります。本マニュアル(案)では早期の再測定を行うこととします。また、このような現象が頻繁に発生する場合には、プローブに異常が発生している可能性が考えられるため、保守・検定をする必要があります。

表 3-5-1 固有誤差がグループ分けできる例(応用地質(株)製)

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180
	0° 側	180° 側	
0.5	28	-59	-31
1.0	41	-75	-34
1.5	55	-87	-32
2.0	60	-89	-29
2.5	2	-32	-30
3.0	5	-34	-29
3.5	25	-26	-1
4.0	20	-19	1
4.5	16	-16	0
5.0	1	-5	-4
5.5	13	-13	0
～	～	～	～

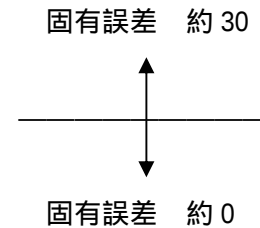
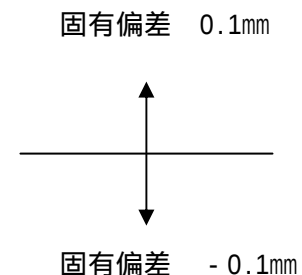


表 3-5-2 固有偏差がグループ分けできる例(坂田電機(株)製)

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)
	0° 側	180° 側	
1.0	21.52	-24.28	0.07
2.0	24.05	-26.83	0.06
3.0	20.00	-22.86	0.02
4.0	18.69	-21.46	0.07
5.0	19.07	-21.89	0.04
6.0	18.79	-21.56	0.07
7.0	19.10	-21.90	0.05
8.0	23.47	-26.28	0.05
9.0	19.69	-22.49	0.05
10.0	18.53	-21.28	0.08
11.0	19.19	-22.37	-0.14
12.0	19.83	-23.02	-0.14
13.0	19.87	-23.04	-0.13
14.0	21.06	-24.23	-0.13
～	～	～	～



2) 解析グラフからの判定

- 累積変位グラフからの判定 (こんな現象が出たら固有誤差検定値を見直そう)

測定値から算出した固有誤差だけではなく、累積変位グラフを利用した方がわかりやすい場合があります。

- ・ セン断変位が発生したと思われる現象だが……

慌てる前に一呼吸おきましょう。

固有誤差がその深度だけ異常になっていませんか？

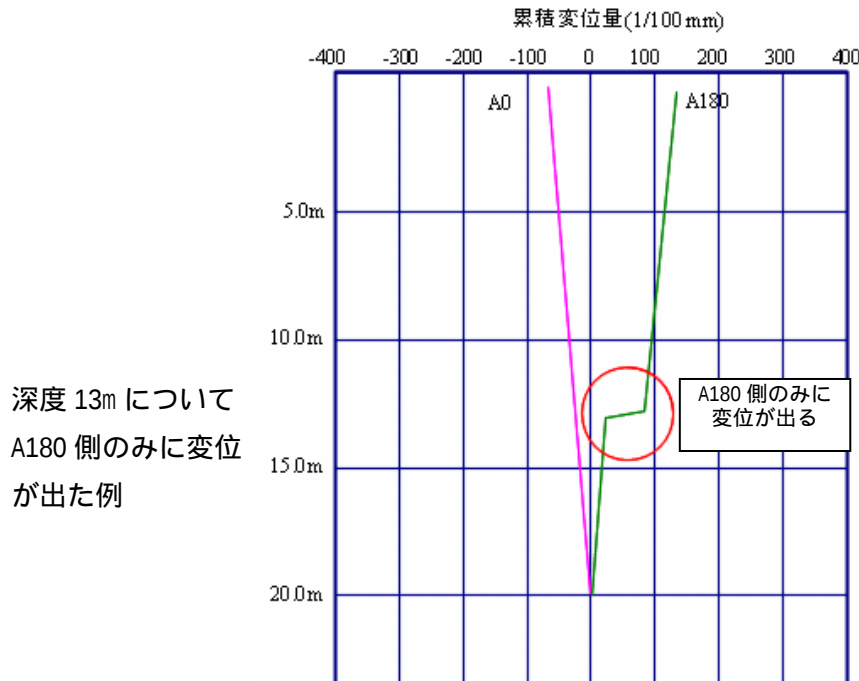
0°側と180°側を別々に初期値と比較してみましょう。

本当にせん断変位が出たのなら、0°側と180°側の両方で変位が発生するはずです。

片側のみに変位が出ていたら、それは突発的な誤差による異常値の可能性が高いです。

せん断変位が発生したからといって、慌てて発注者に連絡してはいけません！

グラフの例 (応用地質(株)製)



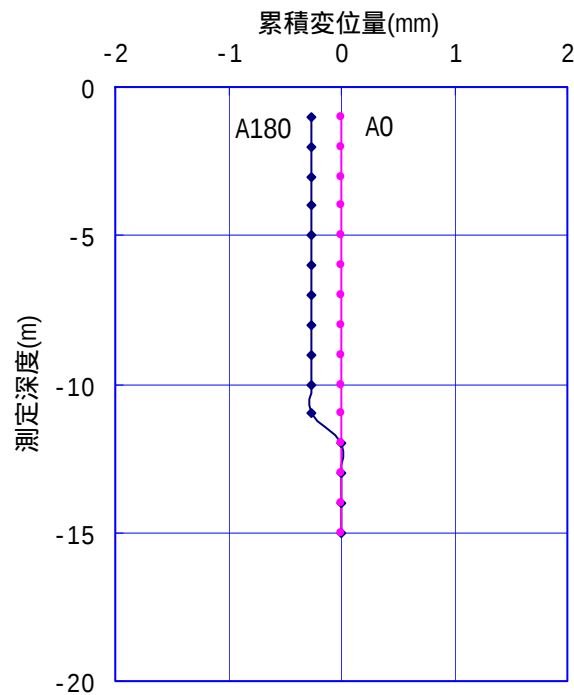
測定値の例

前節の表 3-3-1 (再掲)

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180
	0° 側	180° 側	
0.5	53	-52	1
1.0	72	-68	4
1.5	83	-81	2
2.0	89	-83	6
2.5	35	-24	11
3.0	5	-28	-23
3.5	27	-20	7
4.0	22	-12	10

初期値との比較	
0° 側	180° 側
-3	0
1	-1
-1	0
0	0
3	0
-30	-1
1	-2
1	0

グラフの例 (坂田電機(株)製)



測定値の例

前節の表 3-3-2 (再掲)

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)	初期値との比較	
	0° 側	180° 側		0° 側	180° 側
1.0	21.52	-24.68	0.00	0.00	0.00
2.0	24.05	-27.23	-0.01	0.00	0.00
3.0	20.00	-23.26	-0.05	0.00	0.00
4.0	18.69	-21.86	-0.01	0.00	0.00
5.0	19.07	-22.29	-0.03	0.00	0.00
6.0	18.79	-21.96	-0.01	0.00	0.00
7.0	19.10	-22.30	-0.02	0.00	0.00
8.0	23.47	-26.68	-0.03	0.00	0.00
9.0	19.69	-22.89	-0.02	0.00	0.00
10.0	18.53	-21.68	0.00	0.00	0.00
11.0	19.19	-21.85	0.25	0.00	0.52
12.0	19.83	-23.02	-0.02	0.00	0.00
13.0	19.87	-23.04	-0.01	0.00	0.00
14.0	21.06	-24.23	-0.01	0.00	0.00
15.0	22.93	-26.13	-0.02	0.00	0.00

実際の変動であれば、符号は逆で
同等量の数値変化が見られる。

・累積変位グラフが前回測定結果と同じ形状で全体に傾く

固有誤差は揃っていますか？

このような場合は、測定器の0点ドリフトが発生しており、全ての深度の測定値に同じずれ（0点ドリフト）が含まれているため、累積変位グラフが傾動します。

したがって、全深度の測定値に同じ値を加減することでグラフの傾きを調整し、**不動層を目安に0点補正をすることが**できます。ただし、生データにおいて不動層の傾動が10mあたり2mm以下である場合とし、それをこえる場合は**再測定や測定器の点検を行います**。

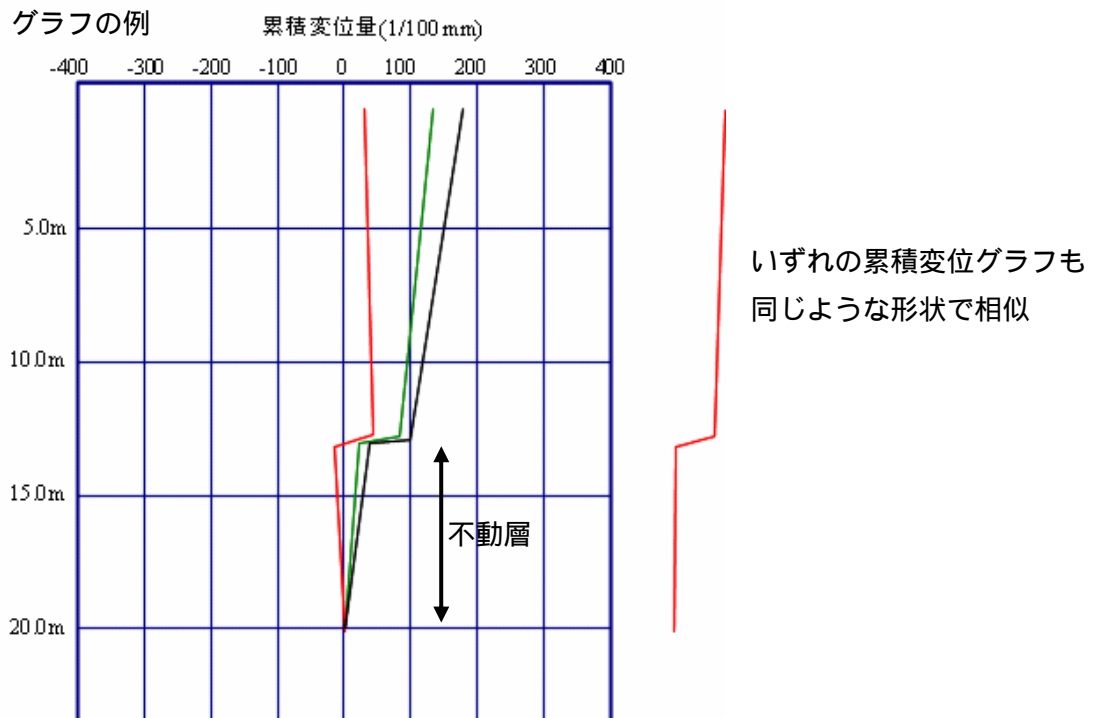


表 3-6-1 累積変位グラフの傾動と固有誤差値の例（応用地質(株)製）

初期値			
測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0 + A180
	0° 側	180° 側	
0.5	56	-52	4
1.0	71	-67	4
1.5	84	-81	3
2.0	89	-83	6
2.5	32	-24	8
3.0	35	-27	8
3.5	26	-18	8
4.0	21	-12	9
4.5	17	-8	9
5.0	4	3	7
5.5	14	-7	7
～	～	～	～

N回目測定値			
	A軸測定値		固有誤差 A0 + A180
	0° 側	180° 側	
10	-70	-60	
25	-87	-62	
35	-98	-63	
39	-99	-60	
-14	-41	-55	
-12	-47	-59	
-24	-37	-61	
-29	-30	-59	
-32	-24	-56	
-42	-13	-55	
-36	-26	-62	
～	～	～	

標準偏差	2.1
------	-----

標準偏差	2.8
------	-----

表 3-6-2 累積変位グラフの傾動と固有偏差値の例 (坂田電機(株)製)

初期値					N回目測定値				
測定深度 (m)	A軸		固有誤差 α (mm)	固有偏差 α (mm)	測定深度 (m)	A軸		固有誤差 α (mm)	固有偏差 α (mm)
	0°側	180°側				0°側	180°側		
1.0	21.52	-24.68	-1.58	0.01	1.0	21.12	-24.86	-1.87	0.05
2.0	24.05	-27.23	-1.59	0.00	2.0	23.59	-27.43	-1.92	0.00
3.0	20.00	-23.26	-1.63	-0.04	3.0	19.51	-23.43	-1.96	-0.04
4.0	18.69	-21.86	-1.59	0.01	4.0	18.19	-22.02	-1.92	0.00
5.0	19.07	-22.29	-1.61	-0.02	5.0	18.61	-22.46	-1.93	-0.01
6.0	18.79	-21.96	-1.59	0.01	6.0	18.32	-22.16	-1.92	0.00
7.0	19.10	-22.30	-1.60	-0.01	7.0	18.60	-22.49	-1.95	-0.03
8.0	23.47	-26.68	-1.61	-0.01	8.0	22.97	-26.86	-1.95	-0.03
9.0	19.69	-22.89	-1.60	-0.01	9.0	19.20	-23.05	-1.93	-0.01
10.0	18.53	-21.68	-1.58	0.02	10.0	18.07	-21.84	-1.89	0.03
11.0	19.19	-22.37	-1.59	0.00	11.0	18.69	-22.56	-1.94	-0.02
○ 12.0	19.83	-23.02	-1.60	0.00	12.0	19.43	-23.20	-1.89	0.03
13.0	19.87	-23.04	-1.59	0.01	13.0	19.41	-23.24	-1.92	0.00
14.0	21.06	-24.23	-1.59	0.01	14.0	20.57	-24.40	-1.92	0.00
15.0	22.93	-26.13	-1.60	-0.01	15.0	22.43	-26.29	-1.93	-0.01
固有誤差平均値			-1.59		固有誤差平均値			-1.92	
標準偏差			0.01		標準偏差			0.02	

標準偏差や固有偏差を比較しただけでは、違いが分からない
 場合が多いため、固有誤差の平均値を比較しましょう。
 初期値または前回測定値と比較して、どのように変化してい
 るかを確認しましょう。

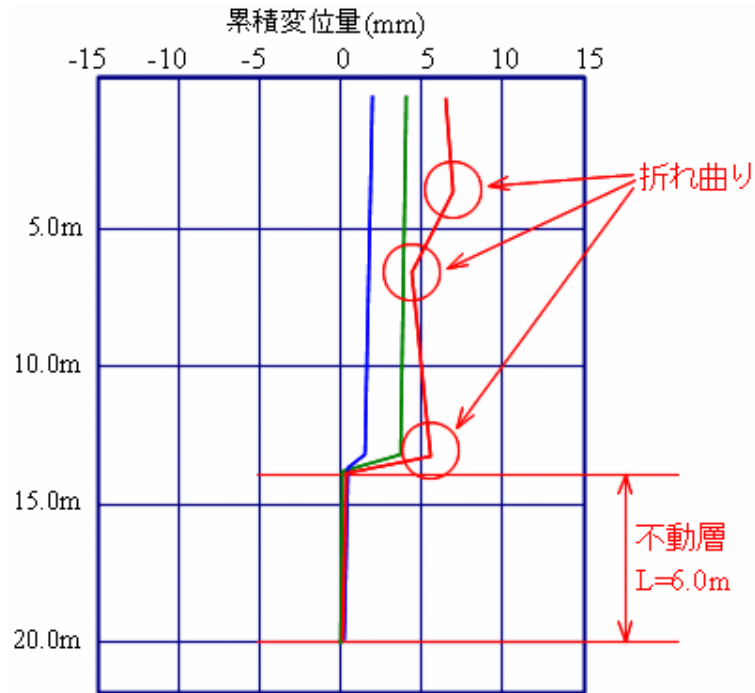
・累積変位グラフが折れ線グラフのように折れる

固有誤差が2つ以上のグループに分かれる場合に相当します。

測定中に機械誤差が発生して、途中で0点ドリフトが変化した可能性があります。

本マニュアル(案)では再測定が必要であるとします。

グラフの例



測定値の例(応用地質(株)製)

前節の表 3-5-1 (再掲)

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180
	0°側	180°側	
0.5	28	-59	-31
1.0	41	-75	-34
1.5	55	-87	-32
2.0	60	-89	-29
2.5	2	-32	-30
3.0	5	-34	-29
3.5	25	-26	-1
4.0	20	-19	1
4.5	16	-16	0
5.0	1	-5	-4
5.5	13	-13	0
~	~	~	~

測定値の例(坂田電機(株)製)

前節の表 3-5-2 (再掲)

測定深度 (m)	A軸		固有偏差 α (mm)
	0°側	180°側	
1.0	21.52	-24.28	0.07
2.0	24.05	-26.83	0.06
3.0	20.00	-22.86	0.02
4.0	18.69	-21.46	0.07
5.0	19.07	-21.89	0.04
6.0	18.79	-21.56	0.07
7.0	19.10	-21.90	0.05
8.0	23.47	-26.28	0.05
9.0	19.69	-22.49	0.05
10.0	18.53	-21.28	0.08
11.0	19.19	-22.37	-0.14
12.0	19.83	-23.02	-0.14
13.0	19.87	-23.04	-0.13
14.0	21.06	-24.23	-0.13
~	~	~	~

・グラフが全体に釣り竿状に湾曲する

固有誤差が深度方向に徐々に増減していませんか？

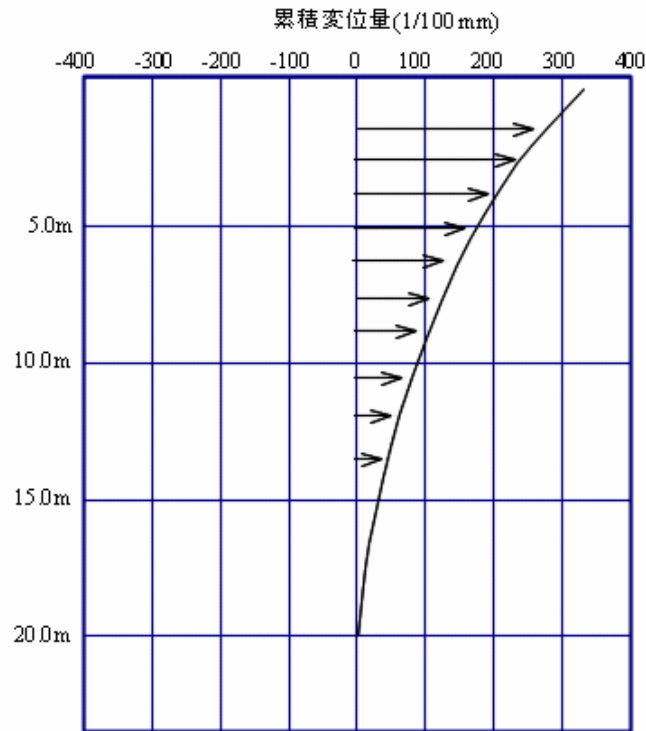
測定中に測定器の状態が徐々に変化したものです。

つまり、徐々に変化する誤差が含まれていることになります。

少しずつ異なる誤差が累積するので累積変位グラフが湾曲することになります。

不動層の湾曲が 10m あたり 2mm 以上を超えて湾曲する場合は、再測定を行います。

グラフの例



測定値の例（応用地質(株)製）

前節の表 3-4-1（再掲）

測定深度 (m)	A軸測定値		固有誤差 A0+A180
	0° 側	180° 側	
0.5	65	-47	18
1.0	79	-63	16
1.5	90	-80	10
2.0	95	-82	13
2.5	38	-25	13
3.0	40	-27	13
3.5	28	-21	7
4.0	22	-15	7
4.5	18	-13	5
5.0	5	-3	2
5.5	13	-12	1

固有誤差が徐々に変化する

測定値の例（坂田電機(株)製）

前節の表 3-4-2（再掲）

測定深度 (m)	A 軸		固有偏差 α (mm)
	0° 側	180° 側	
1.0	21.52	-25.18	-0.11
2.0	24.05	-27.73	-0.12
3.0	20.00	-23.56	-0.06
4.0	18.69	-22.26	-0.06
5.0	19.07	-22.69	-0.09
6.0	18.79	-22.26	-0.01
7.0	19.10	-22.60	-0.03
8.0	23.47	-26.84	0.04
9.0	19.69	-23.09	0.02
10.0	18.53	-21.88	0.05
11.0	19.19	-22.57	0.03
12.0	19.83	-23.22	0.03
13.0	19.87	-23.14	0.09
14.0	21.06	-24.33	0.09
15.0	22.93	-26.13	0.12

・グラフが全体にふらふら曲がる

固有誤差が揃っている場合が多いのが特徴です。

孔曲り(=ガイド管の設置姿図)のグラフを用意して形状を比べてみましょう。

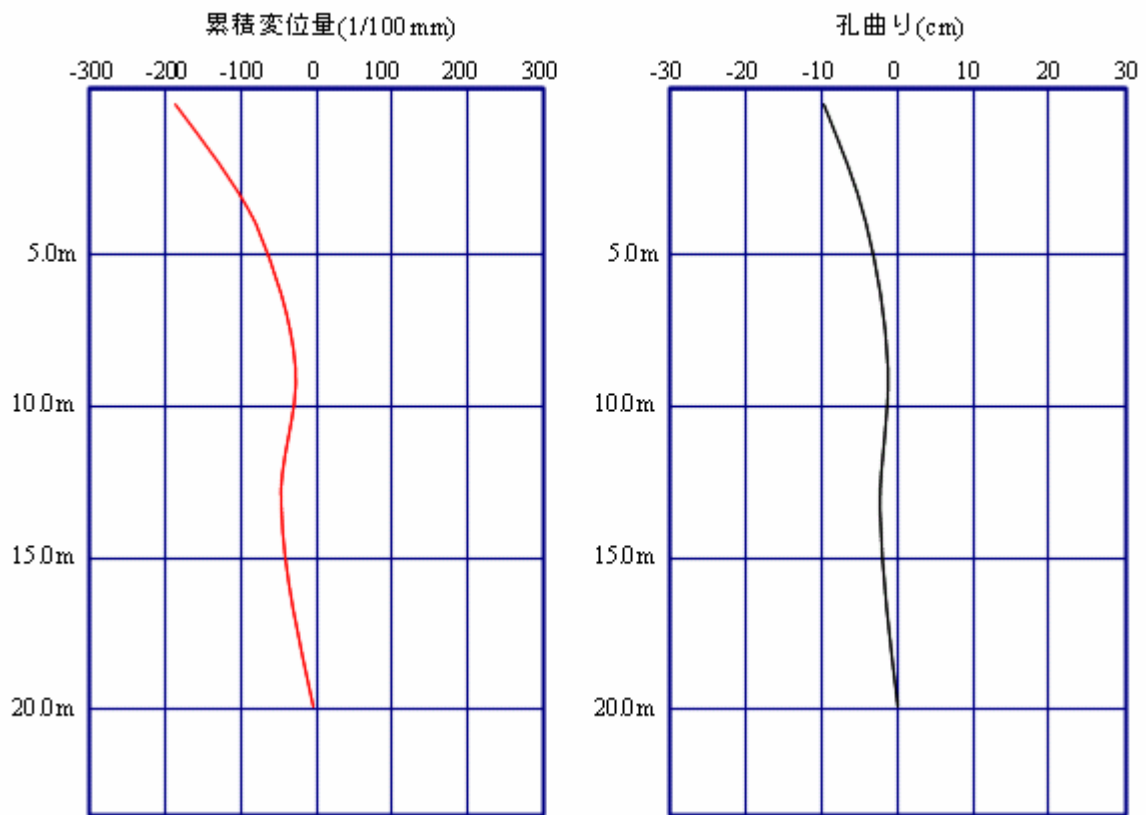
孔曲がりの形状と変位グラフとが似ている場合は、以下の原因が考えられます。

- ・測定器の A/D 変換(アナログ-デジタル)時の係数のずれ
- ・深度合わせがずれている(測定者が変わった)

極端なふらつきでなければ問題は小さいですが再測定が望ましいといえます。

頻発するようであれば、測定器の保守・検定が必要です。

グラフの例



3) 測定値の補正 (このような場合は0点ドリフトで補正ができます。)

これまでに述べたことより、本マニュアル(案)では「0点補正が可能である測定値は次の条件が揃っているもの」とします。

0点補正が可能な条件

- ・ 確実な不動層¹がある。
(原則として不動層に5m以上入っていると判断される場合。)
(不動層をキャリブレーション区間として使用できることを示す。)
- ・ 固有誤差が揃っている。
(固有誤差のばらつきが表3-1-1~2の基準値A以下である。)
(測定器が安定していたことを示す。)
(測定方法が適切であり、測定器が正常であったことを示す。)
- ・ 不動層¹の累積変位グラフが大きな湾曲を示さず、累積変位量が2mm/10m以下²である。
(測定値には0点ドリフトしか含まれていないことを示す。)
(測定器が安定していたことを示す。)
- ・ 累積変位グラフの形状が以前の測定結果と相似形である。
(すべり面などの変形が大きい区間を除く)
(測定方法が適切で前回と同様であったことを示す。)
(測定中に0点ドリフトが変化していないことを示す。)
 - 1 不動層は、一般的には孔底部の根入れ区間となる。
 - 2 不動層の区間が10m以下の場合は、累積変位量を10mあたりに換算する。

以上の条件を満たしている場合は、0点補正を行い累積変位グラフの傾きを補正できます。
原則として不動層の累積変位グラフが変位量0軸にほぼ一致する状態にします。

上記の条件を満たしていない場合は、再測定をすることが必要です。

ただし、固有誤差のばらつきが表3-1~2の基準値B以下である場合は、地盤全体の挙動の判断はしないものとしませんが、区間変位について速報的に評価できる場合があります。

なお、累積変位グラフの湾曲や折れ曲がり現象については再測定を原則とします。

そして、そのような現象が頻発する場合は、観測孔や測定器の異常が疑われますので、孔内カメラによる観測孔の状態の確認や、測定器の保守・点検などを行ってください。

4) 0点補正方法

0点補正は、累積変位グラフの傾きについて不動区間を一致するように調整するものです。

補正値は、指示値の最小桁以下の値を用いても差し支えありません。

(例：指示値の最小桁が1の位の製品について0.1や0.01を加減する。)

補正は、累積変位グラフを表示して前回までのグラフを参考にし、不動層の累積変位が0に近くなるように調整するようにします。補正値は、0度側か180度側のどちらかに加減する方法と、0度側と180度側に振り分ける方法があります。どちらも、補正後の計算結果は同じになりますが、本マニュアル(案)では0度側と180度側に振り分けることを推奨します。このようにすると、固有誤差値が変わりませんので生データとの整合がとれます。

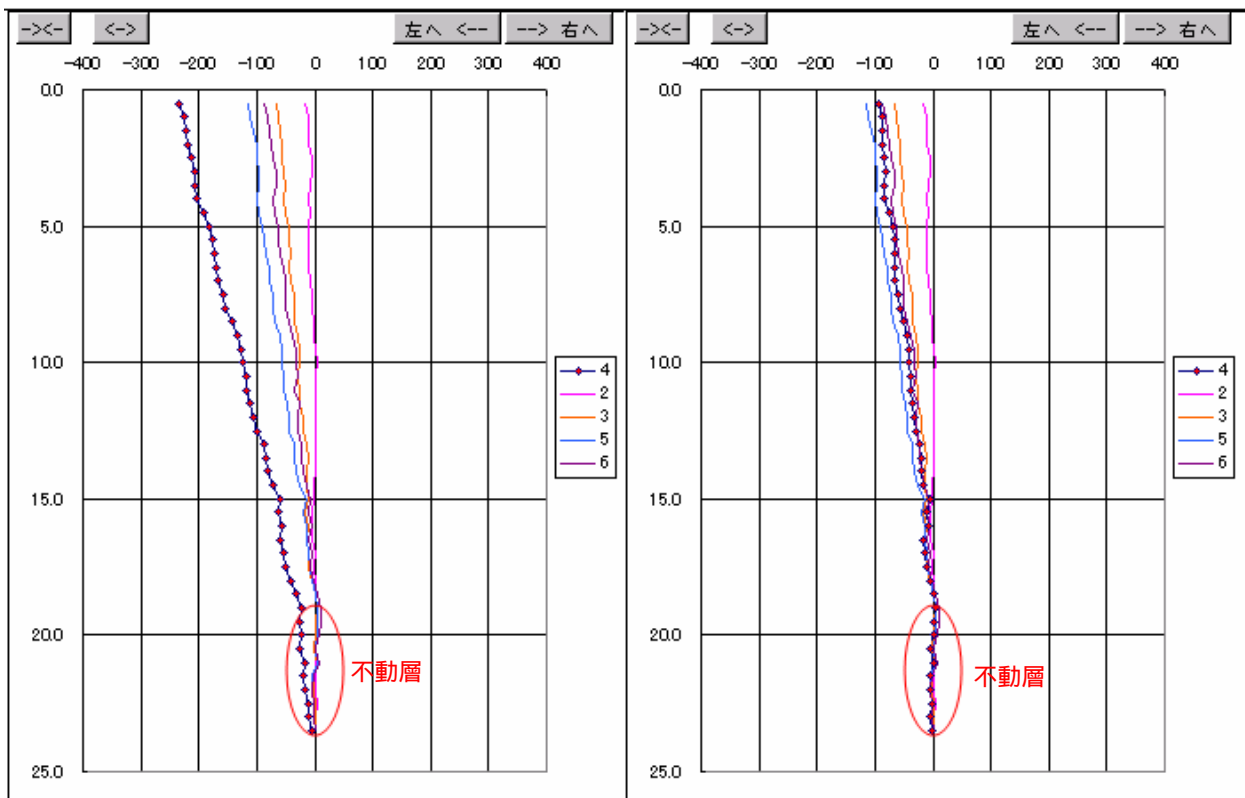
4を補正

A0	A180	固有誤差
6	-10	-4
93	-94	-1
11	-13	-2
21	-26	-5
42	-45	-3
42	-43	-1
34	-37	-3
14	-18	-4
7	-8	-1
-1	-2	-3
32	-33	-1
13	-18	-5

→ 4を振り分け加減する

補正値		
2	-2	
A0	A180	固有誤差
8	-12	-4
95	-96	-1
13	-15	-2
23	-28	-5
44	-47	-3
44	-45	-1
36	-39	-3
16	-20	-4
9	-10	-1
1	-4	-3
34	-35	-1
15	-20	-5

付属の0点補正ソフトを用いた補正の例



0点補正前の状態

赤丸の区間を不動層として補正した状態

第 4 章：観測結果の報告方法

4 - 1 . 0 点補正の基本原理

0 点補正（累積変位グラフの傾動補正）の解説について、以下に例文を示します。

----- 以下例文 -----

孔内傾斜計は、較正器がない測定器であるため、測定時の補正量を求めることができない。これは、孔内傾斜計が重力方向（垂直）をゼロとする測定器であるため、較正器には精密に垂直が再現できる機構と極めて剛性が高く安定した構造が求められることから、現場に手軽に持ち運べる較正器ができない事情によるものである。

このため、孔内傾斜計は工場での較正が行われた状態で現場計測に用いられているが、孔内傾斜計のような測定器は、その場その時における安定状態が必ずしも同じではない。つまり、次式に示すような 2 つの変数（ a 、 α ）を伴った式で表現できるものとなる。

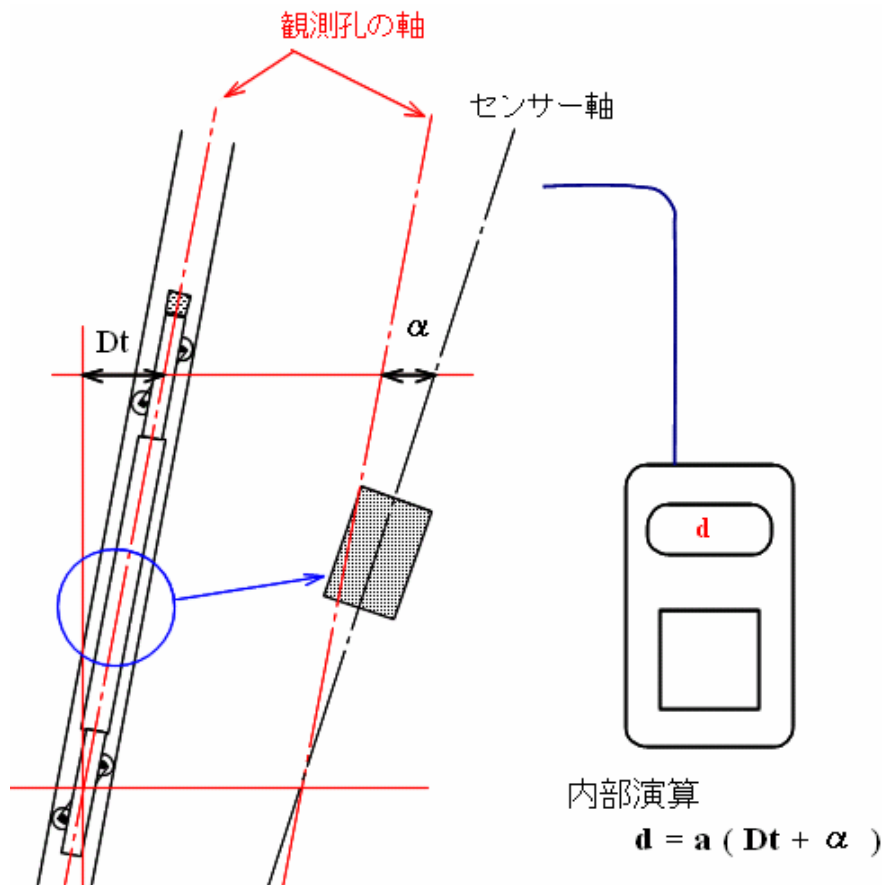
$$d = a (Dt + \alpha) \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

d ：指示値（測定値）

Dt ：真の値

a ：変換係数

α ：固有誤差



これらのうち、 a の変化は測定回路の状態が主原因であるが、変動量は極めて小さいため測定結果に大きく影響することはないことから、 $a = 1$ として固定して考えることができる。

一方、 α のずれは機械的なことが主原因のため変動する場合がある。

これら 2 つの変数は較正器により知ることができるが、前述の通り現場で検定できる較正器が無い場合、孔内傾斜計は測定値がそのまま測定結果として用いられている。これについて、孔内傾斜計はプローブを反転させて 2 回の測定を行い、次に示す計算処理を行うことで α を打ち消し、較正作業を省略するようにしている。

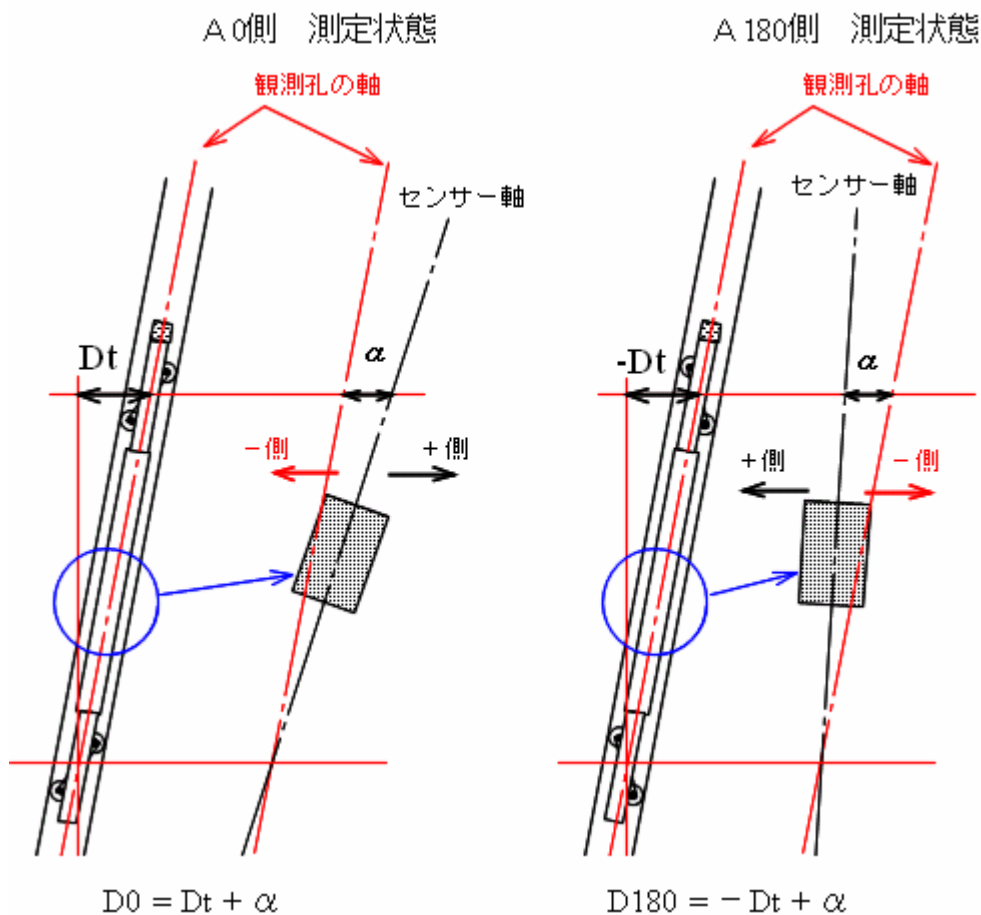
(メーカーにより指示値の表示方法が異なる。下式は指示値が 1/2 の値に演算されて表示される場合を示す。)

$$D0 = (Dt + \alpha) / 2 \quad \dots \dots \dots (2) \quad 0 \text{ 度側の測定}$$

$$D180 = (-Dt + \alpha) / 2 \quad \dots \dots \dots (3) \quad 180 \text{ 度側の測定}$$

$$\begin{aligned} D0 - (D180) &= (Dt + \alpha) / 2 - (-Dt + \alpha) / 2 \\ &= Dt \end{aligned}$$

$D0$ 、 $D180$: ある深度の 0 度側と 180 度側の指示値



$$\begin{aligned} D0 &= (Dt + \alpha) / 2 && \dots \dots \dots (4) \quad 0 \text{ 度側} \\ D180 &= (-Dt + \alpha) / 2 && \dots \dots \dots (5) \quad 180 \text{ 度側} \\ D0 - (D180) &= (Dt + \alpha) / 2 - (-Dt + \alpha) / 2 \\ &= Dt + \alpha - \alpha \end{aligned}$$

Figure 1: Measurement principle of the sensor. The figure consists of two diagrams, (a) and (b), illustrating the measurement principle of the sensor. Both diagrams show a sensor axis (センサー軸) and an observation axis (観測孔の軸) intersecting at a point. A horizontal line represents the reference axis. In diagram (a), the sensor axis is tilted at an angle α from the horizontal, and the observation axis is tilted at an angle α from the horizontal. The distance between the sensor axis and the observation axis is labeled Dt . The sensor axis is labeled 'センサー軸' and the observation axis is labeled '観測孔の軸'. A blue circle highlights the intersection point. In diagram (b), the sensor axis is tilted at an angle α' from the horizontal, and the observation axis is tilted at an angle α' from the horizontal. The distance between the sensor axis and the observation axis is labeled $-Dt$. The sensor axis is labeled 'センサー軸' and the observation axis is labeled '観測孔の軸'. A blue circle highlights the intersection point. Below diagram (a) is the formula $D0 = Dt + \alpha$. Below diagram (b) is the formula $D180 = -Dt + \alpha'$.

$$\begin{aligned} D_0 - (D_{180}) &= D_t + \alpha - \alpha \\ &= D_t + \alpha - (\alpha + \Delta \alpha) \\ &= D_t - \Delta \alpha \end{aligned}$$

つまり、 α がプローブ反転時に変化した $\Delta \alpha$ が打ち消されずに残ることとなり、各測定深度の区間変位に $\Delta \alpha$ が含まれることになる。この $\Delta \alpha$ は、区間変位に表れる誤差量としては小さいが、累積変位にすると 10m あたり 20 回（測定間隔が 50cm の場合）が累積されることから累積変位グラフを左右に傾動させた状態を生じる。

以上のとおり、相似形の累積変位グラフが左右に傾動する現象は、上記の $\Delta \alpha$ が原因である。

この $\Delta \alpha$ を 0 に近づける作業が「0 点補正」である。

補正は不動層（一般的には孔底部の根入れ区間）が動いていないとして行うものであるため、理論的には不動層の区間変位平均値が補正量に相当する。しかし、測定値のばらつきによる影響があるため、必ずしも算出した補正量が適正值ではないことがある。このため、理論補正量を参考値として、補正值の入力に連動して変化する累積変位グラフを作成し、不動層の区間が 0 軸（初期値）に一致するように調整する方法を用いる。

なお、補正できる測定値は正常に測定されたものである必要があり、傾動の幅が正常な計測作業の誤差範囲内であることが条件である。傾動が大きい場合は、0 度測定時と 180 度測定時の測定器の状態がかなり異なることを示すため、何らかの異常が発生した可能性があることから再測定や測定器の点検が必要である。

----- 以上例文 -----

4 - 2 . 0点補正の説明

測定データを0点補正した場合には、各観測孔について補正をどのように行ったかの説明を添付することが必要です。その記載方法について例を示します。

記載する内容は以下のとおりとします。なお、説明に用いる深度は測定深度^{注1)}のままにし、測定値の図表と一致させるものとします。

注1) ガイド管孔口の残尺(地表面からの立ち上げ長)について表記しておきます。

----- 以下解説例 -----

観測孔名 : Inc-10
 測定延長 : 60.0m 孔口残尺^{注1)} 0m (ガイド管孔口を地表面に合わせて設置)
 不動層とする区間 : 測定深度 50.0m ~ 60.0m (孔底)
 不動層と判断する理由: (累積変位グラフの状態、区間変位の進行性などを述べる。)

・地質状況

地質調査結果より、GL. -49m ~ 50m 付近に破碎帯が認められる。その上下のコアには特に顕著な破碎帯や粘土層は認められない。本孔は、測定深度と実深度が一致するので、測定深度 49.5m 付近に地すべり面があると推定する。



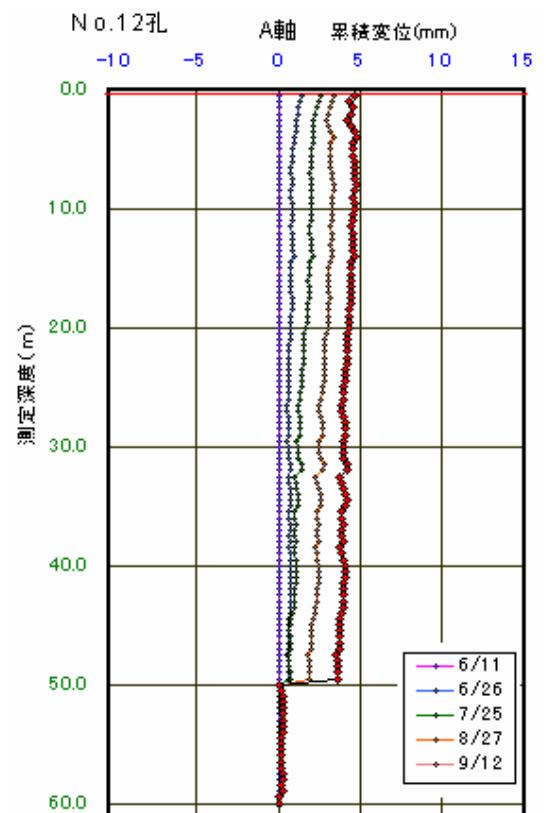
・測定値整理結果の図表からの判断

破碎帯より下位の測定深度 50.0m ~ 60.0m (孔底) の累積変位グラフは、いずれの測定回もほぼ直線を示しており、0点補正により変位量0の軸に一致する。

測定深度 49.5m にセン断変位がみられ、測定回を追うごとに区間変位量が増加する傾向にある。また、セン断変位の位置 49.0m より上位の地盤は全体に+側(川側)に移動する形状を示し、変位量が増加する傾向にある。

・判断

以上より、測定深度 50.0m ~ 60.0m (孔底) は地すべり土塊の下位にある基盤と判断し、この区間を不動層として測定値の0点補正を行う。



----- 以上解説例 -----

4 - 3 . 0点補正を行ったデータの記載方法の説明

本マニュアルにおいては、全測定区間の0点ドリフト補正を行うことを前提として説明します。

1)ファイル形式

現在の電子納品等への対応として、データ類についてはMicrosoft社製のExcel等の表計算ソフトや専用ソフトで整理されることが多くなっています。したがって、孔内傾斜計の観測データはExcelで読めるファイル形式で整理することが適切です。

・拡張子 .xls .csv .txt など

測定値は、生データと補正データを収録することを原則とします。なお、**生データと補正データは別ファイル(エクセルの場合は別シートで分けてもよい)に整理し、それらが混在しないようにします。**

2)記載情報

測定値には、測定回毎に以下の情報を併記することを原則とします。

- ・測定回数(通し番号)
- ・測定年月日、時間
- ・補正データには、補正量を記載する。

その他の情報として、以下の記録を記載することが望まれます。

- ・測定者氏名
- ・測定器番号(各測定者が決めた管理番号や名称でよい: №1 号 ID-001 など)

3)図表類の作成

解析結果を示す図表類(区間変位、累積変位、一覧表、グラフ類)は補正データで作成し、**混乱を防ぐために生データは測定値一覧表のみ**とします(生データのグラフは作成しない)。

補正データの表示は、機種における測定値(表示値)の最小桁より下1桁~2桁までとし、目的や精度により適切なものを選びます。

なお、表示桁以下の桁について四捨五入が行われるため、計算結果が合わない場合があります。これについては計算上の誤差としてそのままにします。

次ページ以降に生データや補正データの整理例(表4-1~3)、グラフの表示例(図4-1)を示します。

4) 生データの整理例

データは、測定値の一覧表のみとします。

値は1つの表(Excelでは1シート)に整理することが望ましいですが、別ファイル、別シートで整理しても良いです。

表 4-1-1 生データの一覧表の例(応用地質社製)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N												
1	生データ収録																									
2																										
3	業務名		〇〇地区地すべり観測業務																							
4																										
5	観測孔名		A-10																							
6																										
7																										
8	観測回		1				2				3															
9	測定年月日		2008/5/1				2008/6/2				2008/7/5															
10	測定時間		11:30				10:25				11:10															
11	測定者		〇〇〇〇				〇〇〇〇				〇〇〇〇															
12	測定器番号		ID-01				ID-01				ID-01															
13	測定深度(m)		A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180												
14			0.5	8	-12	85	-85	7	-7	91	-93	6	-10	90	-91											
15			1.0	94	-94	82	-83	94	-95	88	-91	93	-94	88	-89											
16			1.5	14	-14	69	-69	13	-15	76	-79	11	-13	76	-80											
17			2.0	22	-26	73	-76	21	-22	80	-82	21	-26	80	-81											
18			2.5	44	-46	86	-89	44	-46	93	-93	42	-45	92	-92											
19			3.0	43	-43	73	-74	44	-45	78	-81	42	-43	76	-78											
20			3.5	33	-35	46	-49	34	-37	52	-52	34	-37	51	-54											
21			4.0	16	-19	0	-2	15	-17	5	-5	14	-18	4	-5											
22			4.5	9	-12	65	-69	9	-13	71	-73	7	-8	71	-74											
23			5.0	0	-2	23	-27	1	-3	30	-30	-1	-2	28	-28											

表 4-1-2 生データの一覧表の例(坂田電機社製)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N												
1	生データ収録																									
2																										
3	業務名		〇〇地区地すべり観測業務																							
4																										
5	観測孔名		B-10																							
6																										
7																										
8	観測回		1				2				3															
9	測定年月日		2008/5/1				2008/6/2				2008/7/5															
10	測定時間		11:30				10:25				11:10															
11	測定者		〇〇〇〇				〇〇〇〇				〇〇〇〇															
12	測定器名		FIN-5180GNY				FIN-5180GNY				FIN-5180GNY															
13																										

5)補正データの整理例 1

補正データは、一覧表と観測回毎の解析データを作成します。

表示桁数は、測定値の桁より下の桁を表示してもよく、観測目的や対象物により事前に発注者と協議することが望めます。一覧表は、観測毎の測定補正值のみを示したもの（表 4-2）、あるいは測定補正值や初期値との差分から求めた変位量を記載したもの（表 4-3）を作成します。

表 4-2-1 補正データの一覧表の例 1（応用地質社製）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	補正データ収録														
2															
3	業務名		〇〇地区地すべり観測業務												
4															
5	観測孔名		A-10												
6															
7	観測回		1				2				3				
8	測定年月日		2008/5/1				2008/6/2				2008/7/5				
9	測定時間		11:30				10:25				11:10				
10	測定者		〇〇〇〇				〇〇〇〇				〇〇〇〇				
11	測定器番号		ID-01				ID-01				ID-01				
12	補正值		0.0		0.0		8.6		12.3		-2.3		4.3		
13	測定深度(m)		A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180	
14			0.5	8.0	-12.0	85.0	-85.0	11.3	-11.3	97.2	-99.2	4.9	-8.9	92.2	-93.2
15			1.0	94.0	-94.0	82.0	-83.0	98.3	-99.3	94.2	-97.2	91.9	-92.9	90.2	-91.2
16			1.5	14.0	-14.0	69.0	-69.0	17.3	-19.3	82.2	-85.2	9.9	-11.9	78.2	-82.2
17			2.0	22.0	-26.0	73.0	-76.0	25.3	-26.3	86.2	-88.2	19.9	-24.9	82.2	-83.2
18			2.5	44.0	-46.0	86.0	-89.0	48.3	-50.3	99.2	-99.2	40.9	-43.9	94.2	-94.2
19			3.0	43.0	-43.0	73.0	-74.0	48.3	-49.3	84.2	-87.2	40.9	-41.9	78.2	-80.2
20			3.5	33.0	-35.0	46.0	-49.0	38.3	-41.3	58.2	-58.2	32.9	-35.9	53.2	-56.2
21			4.0	16.0	-19.0	0.0	-2.0	19.3	-21.3	11.2	-11.2	12.9	-16.9	6.2	-7.2
22			4.5	9.0	-12.0	65.0	-69.0	13.3	-17.3	77.2	-79.2	5.9	-6.9	73.2	-76.2
23			5.0	0.0	-2.0	23.0	-27.0	5.3	-7.3	36.2	-36.2	-2.2	-0.9	30.2	-30.2

表 4-3-1 補正データの一覧表の例 2（応用地質社製）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	解析データ例													
2														
3	業務名		〇〇地区地すべり観測業務											
4														
5	観測孔名		A-10											
6														
7	観測回		2											
8	測定年月日		2008/6/2											

表 4-2-2 補正データの一覧表の例 1 (坂田電機社製)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N												
1		補正データ収録																								
2																										
3		業務名	〇〇地区地すべり観測業務																							
4																										
5		観測孔名	B-10																							
6																										
7																										
8		観測回	1				2				3															
9		測定年月日	2008/5/1				2008/6/2				2008/7/5															
10		測定時間	11:30				10:25				11:10															
11		測定者	〇〇〇〇				〇〇〇〇				〇〇〇〇															
12		測定機器名	EIN-5180GNY				EIN-5180GNY				EIN-5180GNY															
13			EL-201B				EL-201B				EL-201B															
14		補正值	0.0			0.0			-0.012			-0.02														
15		測定深度(m)	A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180	A0	A180	B0	B180												
16		1.0	0.21	2.70	3.03	-0.11	0.52	2.85	3.25	0.11	0.53	2.84	3.26	0.10												
17		2.0	-0.84	3.72	2.85	-0.09	-0.61	3.98	3.11	0.17	-0.60	3.97	3.12	0.16												
18		3.0	-1.69	4.67	2.30	0.53	-1.53	4.92	2.52	0.75	-1.52	4.91	2.53	0.74												
19		4.0	2.48	0.34	3.72	-0.90	2.69	0.59	3.95	-0.65	2.70	0.58	3.96	-0.66												
20		5.0	2.93	0.04	3.90	-1.17	3.24	0.28	4.10	-0.93	3.25	0.27	4.11	-0.94												
21		6.0	4.67	-1.84	3.09	0.00	4.86	-1.74	3.30	0.26	4.87	-1.75	3.31	0.25												
22		7.0	4.02	-1.15	0.42	2.39	4.27	-0.93	0.57	2.70	4.28	-0.94	0.58	2.69												
23		8.0	5.68	-2.78	1.39	1.54	5.90	-2.53	1.55	1.84	5.91	-2.54	1.56	1.83												
24		9.0	7.02	-4.04	2.24	0.63	7.16	-3.81	2.43	0.85	7.17	-3.82	2.44	0.84												
25		10.0	2.57	0.34	0.54	2.38	2.78	0.52	0.66	2.62	2.79	0.51	0.67	2.61												
26		11.0	3.44	-0.54	-0.03	2.95	3.71	-0.33	0.14	3.18	3.72	-0.34	0.15	3.17												
27		12.0	4.56	-1.61	1.67	1.23	4.79	-1.46	1.87	1.49	4.80	-1.47	1.88	1.48												

表 4-3-2 補正データの一覧表の例 2 (坂田電機社製)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		解析データ例												
2														
3		業務名	〇〇地区地すべり観測業務											
4														
5		観測孔名	B-10											
6														
7		観測回	2				3							
8		測定年月日	2008/6/2				2008/7/5							

6) グラフの表示例

累積変位グラフ、区間変位グラフなどのグラフ類には、以下に示す項目を表示します。補正量はグラフに表示しなくてもよいのですが、**不動層と判断した区間を表示**します。

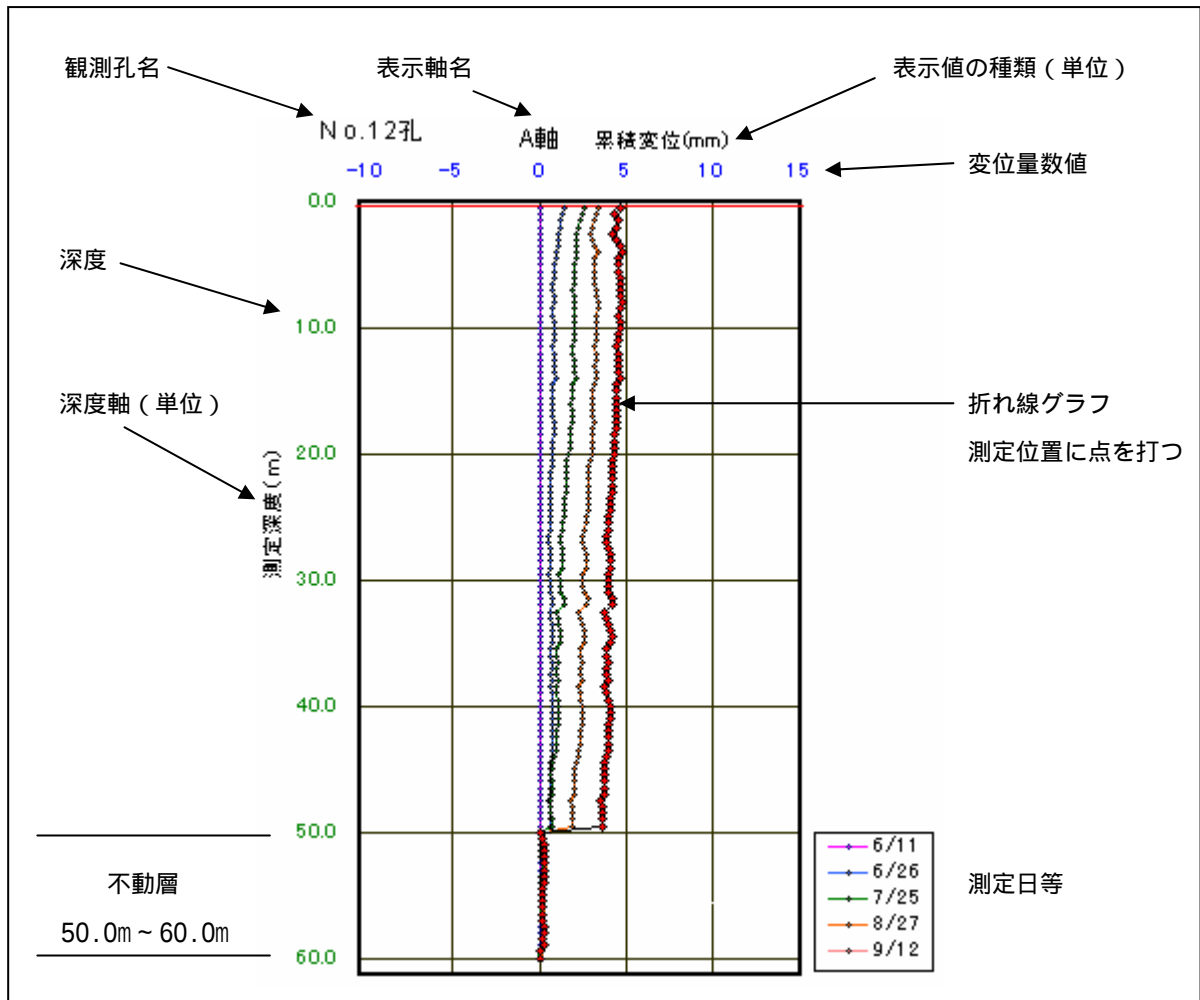


図 4-1 グラフの表示例

- 以上 -

著作権

本マニュアル(案)は、挿入式孔内傾斜計を使用している実務者の方を対象に、観測孔の設置や実験過程で得られた重要な事項を早期に公開する目的で作成したものです。したがって、業務報告書などへの本マニュアル(案)の全部又は一部の転載、および複製を行っても結構です。

なお、学会誌や技術書などの刊行物に本マニュアル(案)の全部又は一部の転載する場合、またはホームページにリンクを貼る場合は、事前に(独)土木研究所 地すべりチームまでご一報下さい。

(著作権法)

第32条 公表された著作物は、引用して利用することができる。この場合において、その引用は、公正な慣行に合致するものであり、かつ、報道、批評、研究その他の引用の目的上正当な範囲内で行なわれるものでなければならない。

2 国若しくは地方公共団体の機関、独立行政法人又は地方独立行政法人が一般に周知させることを目的として作成し、その著作の名義の下に公表する広報資料、調査統計資料、報告書その他これらに類する著作物は、説明の材料として新聞紙、雑誌その他の刊行物に転載することができる。ただし、これを禁止する旨の表示がある場合は、この限りでない。

問合せ先

独立行政法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 地すべりチーム

孔内傾斜計マニュアル(案)担当 小原嬢子・千葉伸一

TEL : 029-879-6787

E-mail : ohara@pwri.go.jp s-chiba44@pwri.go.jp