土木研究所資料
第4389号　2019年9月

河川堤防の浸透対策工の長期安全性に係る開削調査

要　旨:

2016年度,2017年度に、地方整備局・事務所、土木研究所が協力し、河川堤防のドレーン工や川表遮水工の長期安全性に係る開削調査を全国15箇所で実施した。各箇所において、長期安全性として懸念される、ドレーン工を巻き込んでいるフィルタ材（吸出し防止シート）の目詰まりやフィルタ材の劣化、対策工周辺堤体土の変化、のり面に設置された遮水シートの劣化等を調査した。その結果、今回調査した範囲において、対策工の機能に影響を及ぼすような変化は確認できなかった。

キーワード:浸透対策、ドレーン工、目詰まり

執筆者及び調査担当者　一覧（2016 年度、2017 年度調査当時）

（国研）土木研究所　地質・地盤研究グループ	上席研究員	佐々木哲也
〃	主任研究員	石原　雅規
〃	主任研究員	東　　拓生
〃	研究員	佐々木　亨
〃	交流研究員	富澤　彰仁
〃	交流研究員	石村　陽介
中部地方整備局　河川工事課	課長	小池　　仁
〃	課長補佐	森　　敦史
〃	河川係長	小島　慎也
近畿地方整備局　河川工事課	課長	林　　和彦
〃	課長補佐	小長谷 健
〃	河川係長	堀　　祐樹
中国地方整備局　出雲河川事務所　工務課	課長	藤原　真一
〃	河川工務第二係長	土井　優作
九州地方整備局　河川工事課	課長	中村　星剛
	課長補佐	川邉　英明
	河川係長	清　　淳一
九州地方整備局　武雄河川事務所　嘉瀬川出張所	出張所長	久保　世紀
(一財)国土技術研究センター		柳畑　　亨

目次

1. まえがき 1
2. 調査内容 2
2.1 対象箇所 2
2.1.1 ドレーン工 2
2.1.2 遮水シート工 12
2.2 調査項目 19
2.2.1 背面土の調査 19
2.2.2 材料調査 20
2.3 調査方法 21
2.3.1 背面土調査 21
2.3.2 材料試験 22
3. 調査結果 23
3.1 背面土調査 23
3.1.1 ドレーン工 23
3.1.2 遮水シート工 36
3.2 材料試験 37
3.2.1 ドレーン工（吸出し防止材） 37
3.2.2 遮水シート工 39
4. 目詰まりのし易さに関する検討 42
4.1 浸透流解析による流況の検討 42
4.1.1 検討概要 42
4.1.2 検討結果 43
4.2 目詰まりに対する安定性検討 49
4.2.1 検討概要 49
4.2.2 検討結果 49
4.3 限界流速との比較 55
4.3.1 検討概要 55
4.3.2 検討結果 55
5. まとめ 59
謝　辞 60
参考文献 60

巻末資料 61

1. まえがき

河川堤防の浸透に対する安全性を評価・確保するために、わが国では、平成 8 年の「概略点検[1)]」をはじめ、平成 14 年の「河川堤防設計指針[2)]」や「河川堤防の構造検討の手引き[3)]」等に準じて浸透に対する安全性の検討を行い、所要の安全性を確保していない箇所については順次対策を実施してきた。設置された対策工は、長いもので約 20 年が経過し、その間、様々な外力を受けてきた。

裏のりすべり対策としてよく用いられている対策が、ドレーン工法である。裏のり尻に透水性の大きなドレーン工を設置することにより、ドレーン工周辺の堤体内浸潤線を低下させ、堤防の安定性を向上させるものである。ドレーン工の機能低下の状態としては、フィルタ材の目詰まり、フィルタ材の劣化、ドレーン工周辺堤体土の目詰まりが考えられる。

堤体浸透を抑制する対策としてよく用いられている対策が、表のり面被覆工法である。遮水シート等の透水性のない材料や透水性の極めて低い材料を川表のり面に敷設し、河川水の堤体への浸透を抑制するものである。遮水シート工の機能低下の状態としては、シートの劣化（地盤変位への追随性が低下し、破断等）が考えられる。

これまでのところ、対策工の機能低下が原因と考えられる変状事例は確認されていないものの、機能低下しないことを証明する根拠とはなりえない。このため、堤防を継続的に維持管理していくに当たっては、機能低下の有無や程度に関するデータ収集を継続し、点検における着目点の改善やライフサイクルコストの最適化、現況堤防の安全性の評価等に活用していくことが必要となる。

そこで、本資料は、対策工の機能低下の有無や程度に関するデータ収集の一環として、2016 年度、2017 年度に実施した開削調査の結果をとりまとめ、併せて、モデル断面の浸透流解析から得られた流速を参考に、調査箇所の堤体土の目詰まりのし易さに関する検討を実施したものである。

2. 調査内容

本調査は、堤防の浸透対策として代表的な「ドレーン工」、「遮水シート工」を対象として、対策工周辺状況を確認するとともに、対策材料の劣化状況を調査した。

2.1 対象箇所

2.1.1 ドレーン工

ドレーン工の調査対象箇所は、施工後の経過年数の他、氾濫危険水位の経験の有無にも着目して、表 2-1 のとおり選定した。

表 2-1 ドレーンの調査対象箇所

No.	河川名	調査地点	製品名(厚さ)	経過年数	氾濫危険水位の経験
D1	嘉瀬川	右岸 7.6k-50m	不明(10mm)	4	なし
D2	紀の川	右岸 11.2k+40m	ニードフルマット APS-10(10mm)	6	なし
D3	佐保川	右岸 0.8k	ニードフルマット APS-10(10mm)	6	あり
D4	木曽川	左岸 8.8k	不明(10mm)	12	なし
D5	斐伊川	右岸 7.5k	ニードフルマット APS-10(10mm)	10	なし
D6	紀の川	右岸 16.0k	ニードフルマット APS-10(10mm)	10	なし
D7	佐保川	右岸 3.0k-80m	ステラフェルト J4-10(10mm)	10	あり
D8	嘉瀬川	左岸 12.0k-32m	不明(10mm)	9	あり
D9	那珂川	左岸 18.5k-166m	不明(10mm)	20	あり

選定箇所の位置図および断面図は以下の通りである。

D1. 嘉瀬川右岸 7.6k-50m

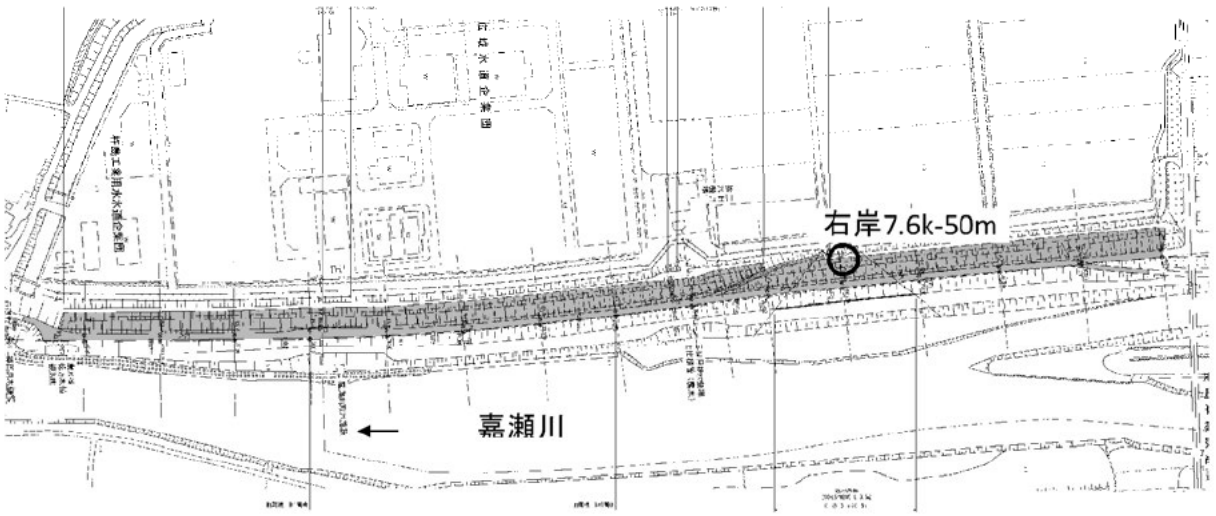


図 2-1　調査位置平面図

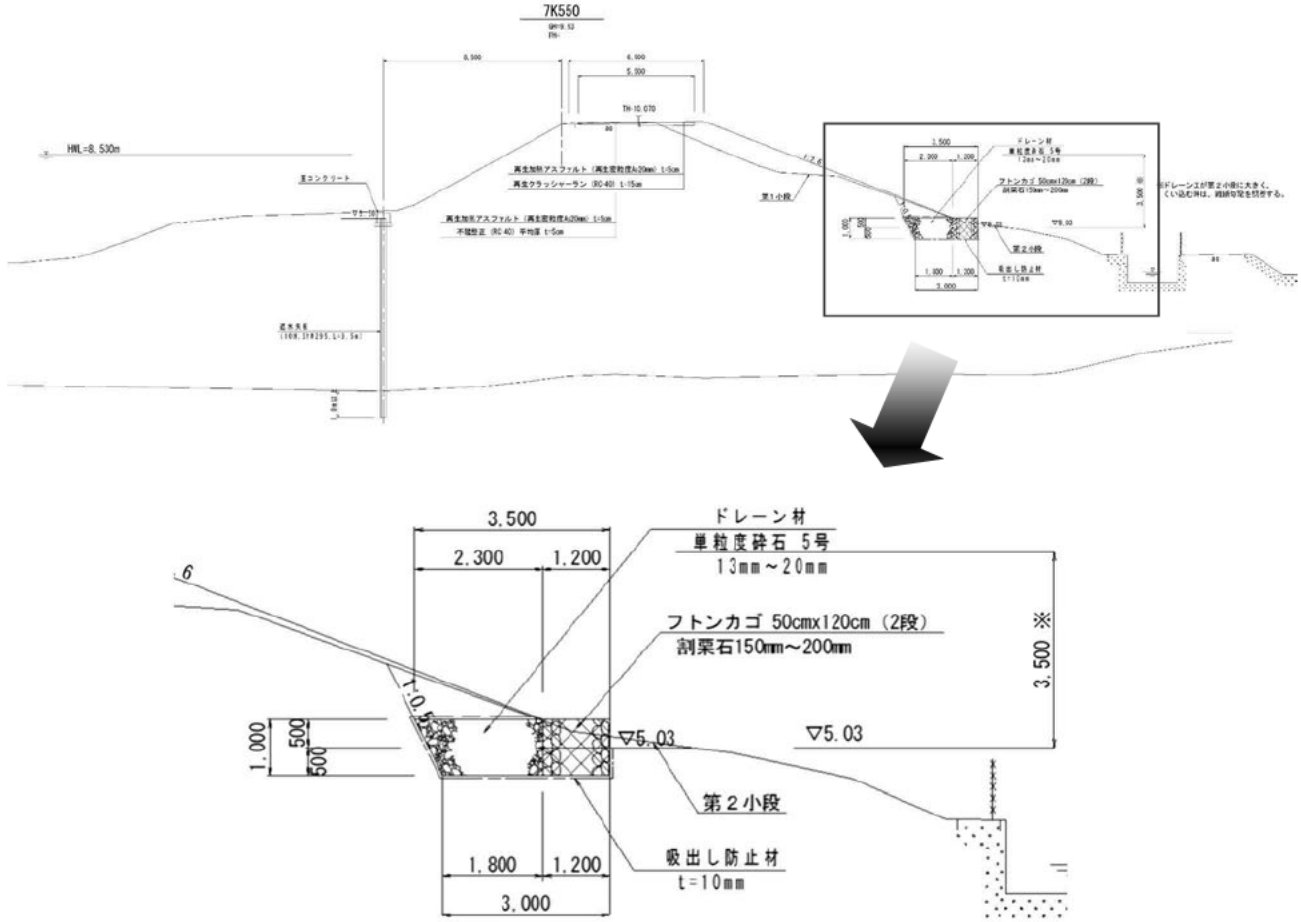


図 2-2　調査位置標準断面図

D2. 紀の川右岸 11.2k+40m

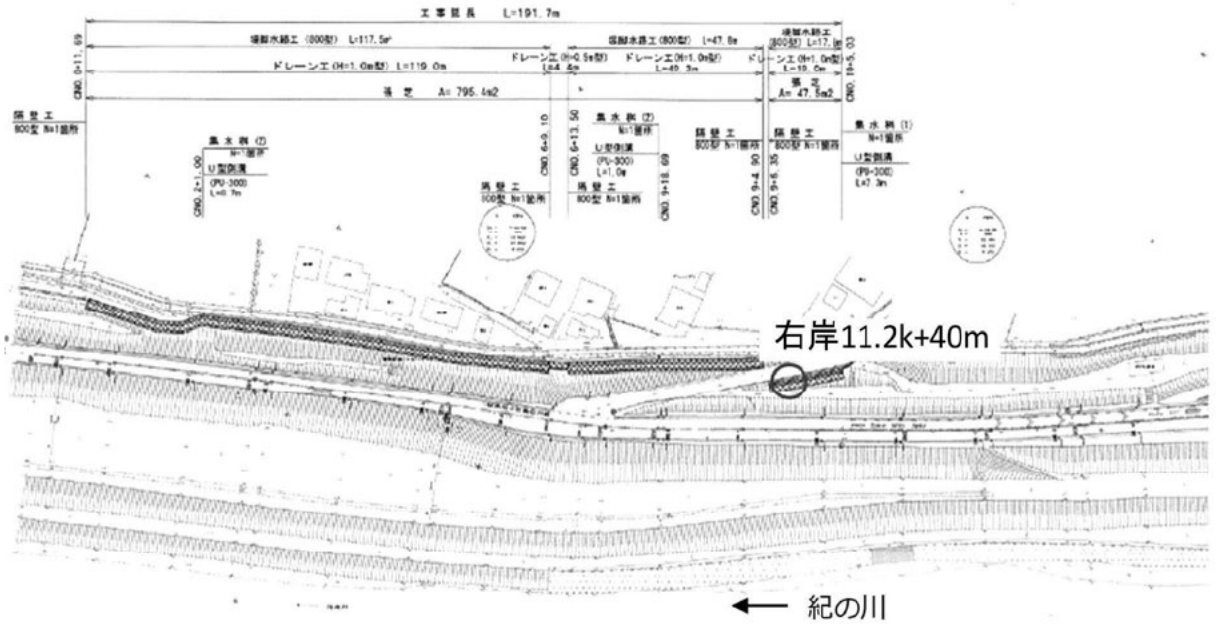


図 2-3　調査位置平面図

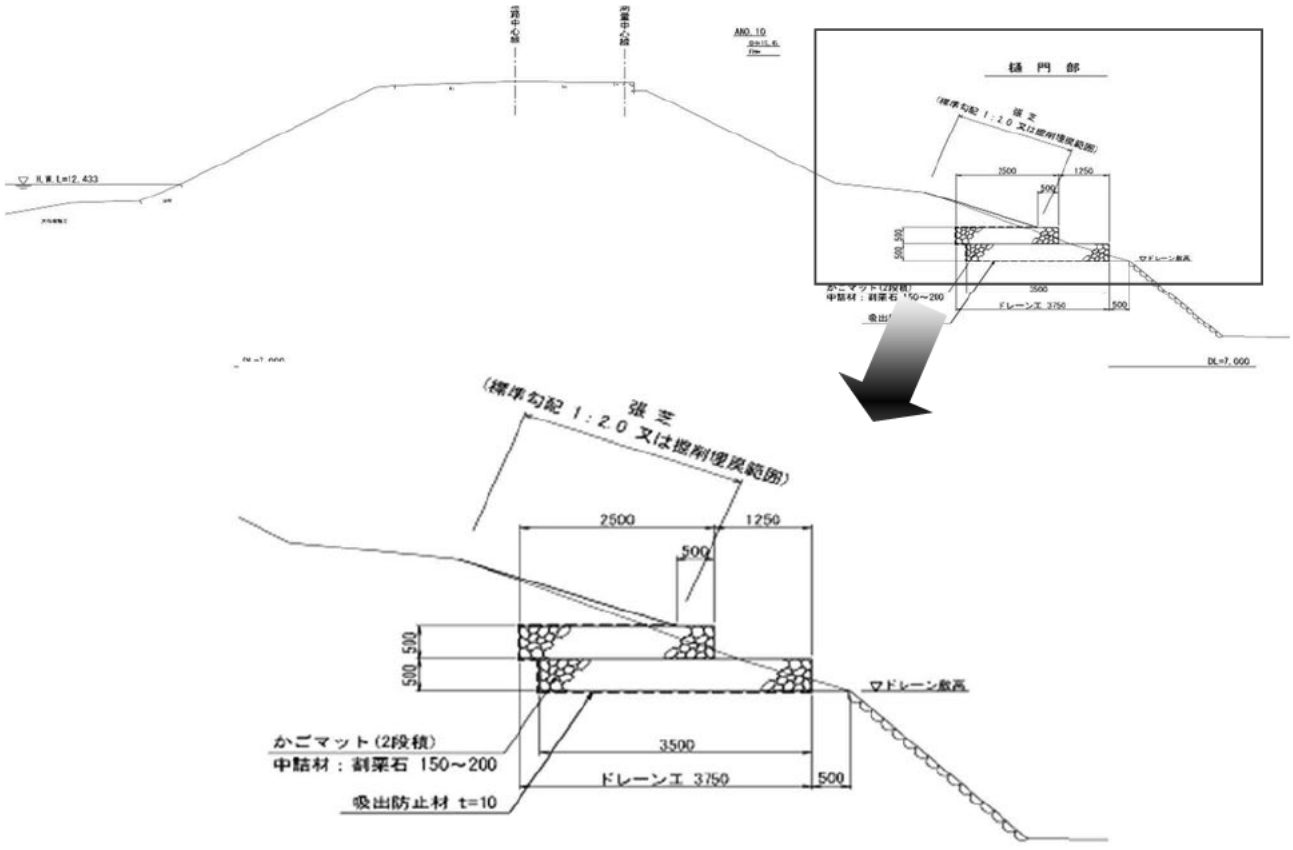


図 2-4　調査位置標準断面図

D3. 佐保川右岸 0.8k

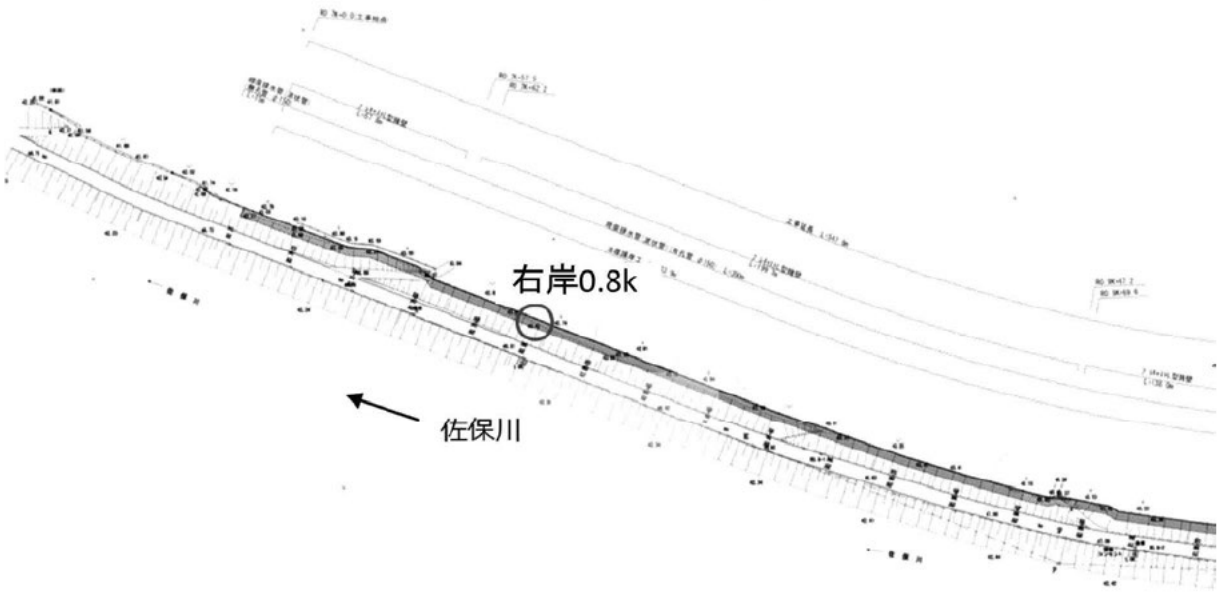


図 2-5　調査位置平面図

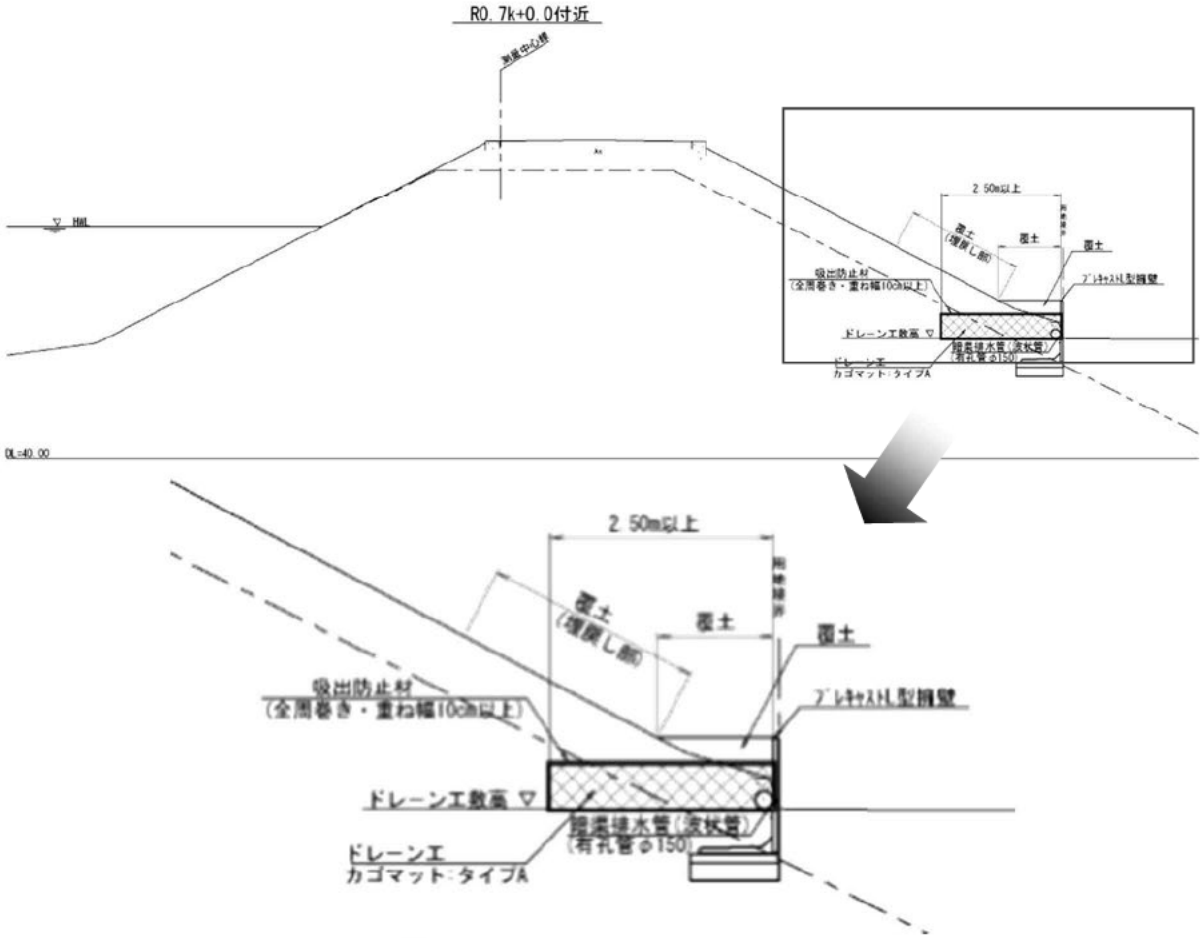


図 2-6　調査位置標準断面図

D4. 木曽川左岸 8. 8k

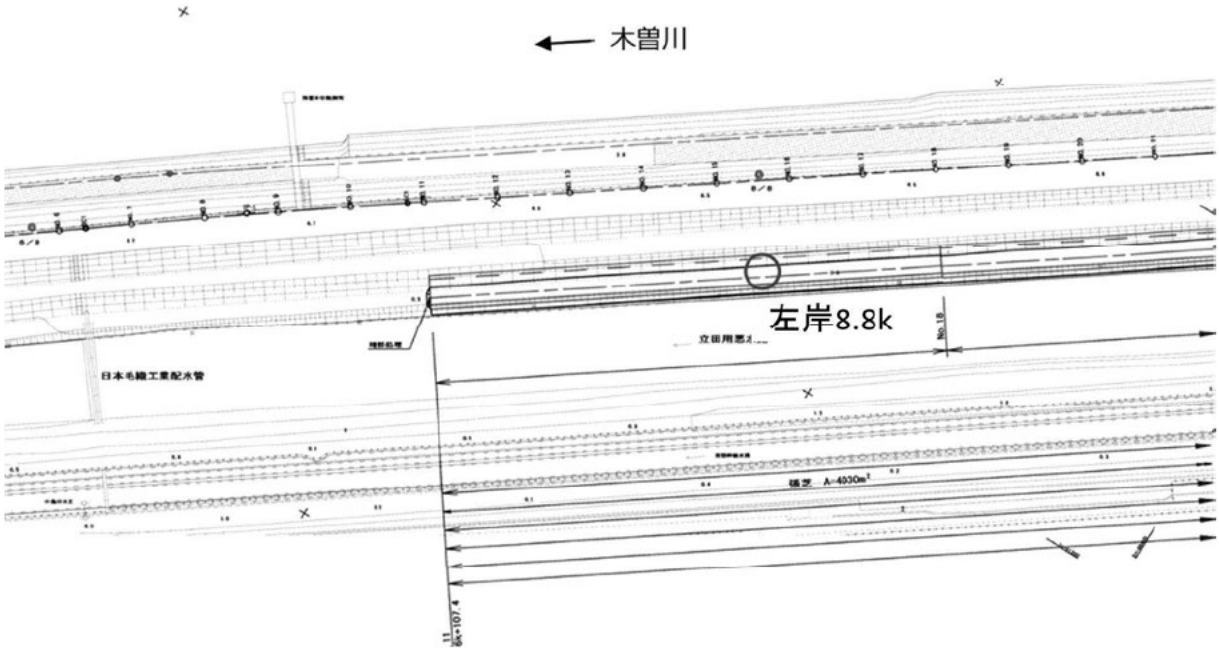


図 2-7　調査位置平面図

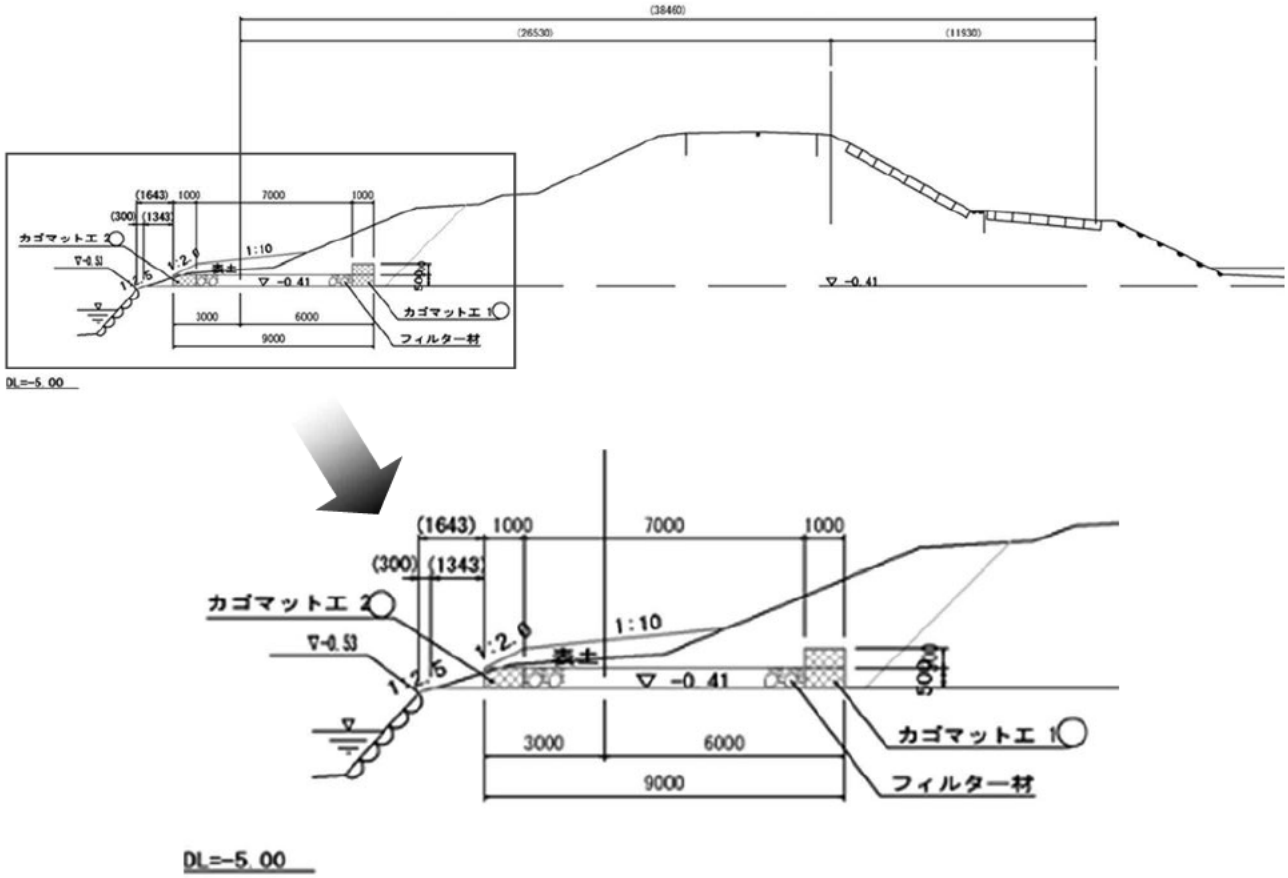


図 2-8　調査位置標準断面図

D5. 斐伊川右岸 7.5k

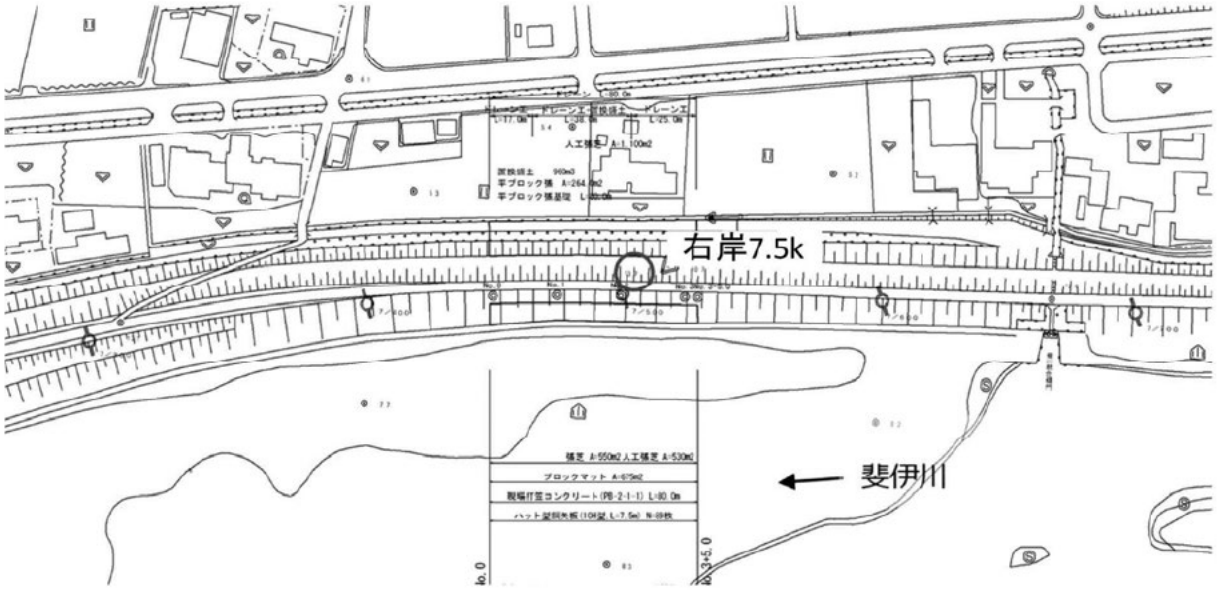


図 2-9　調査位置平面図

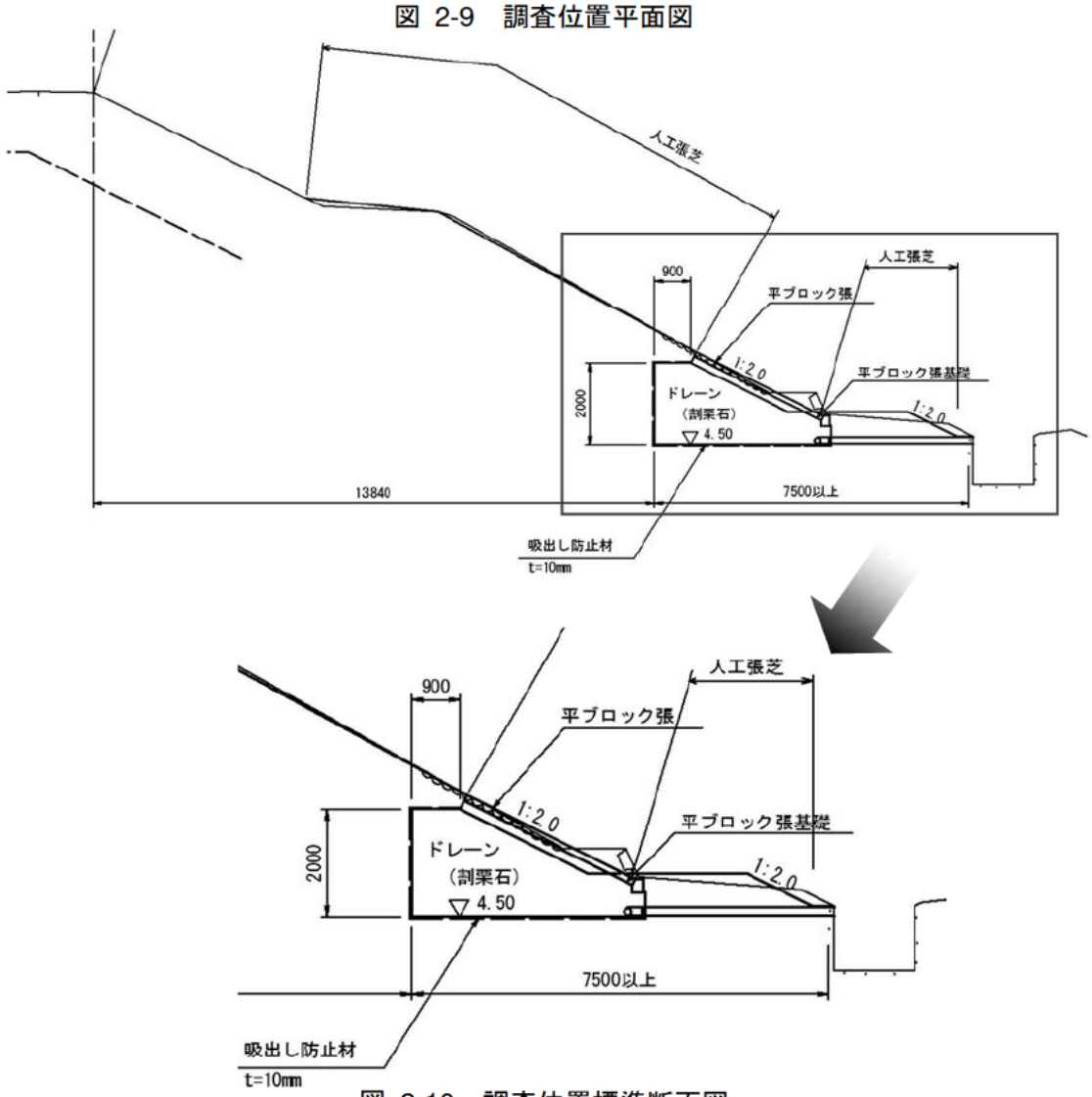


図 2-10　調査位置標準断面図

D6. 紀の川右岸 16. 0k

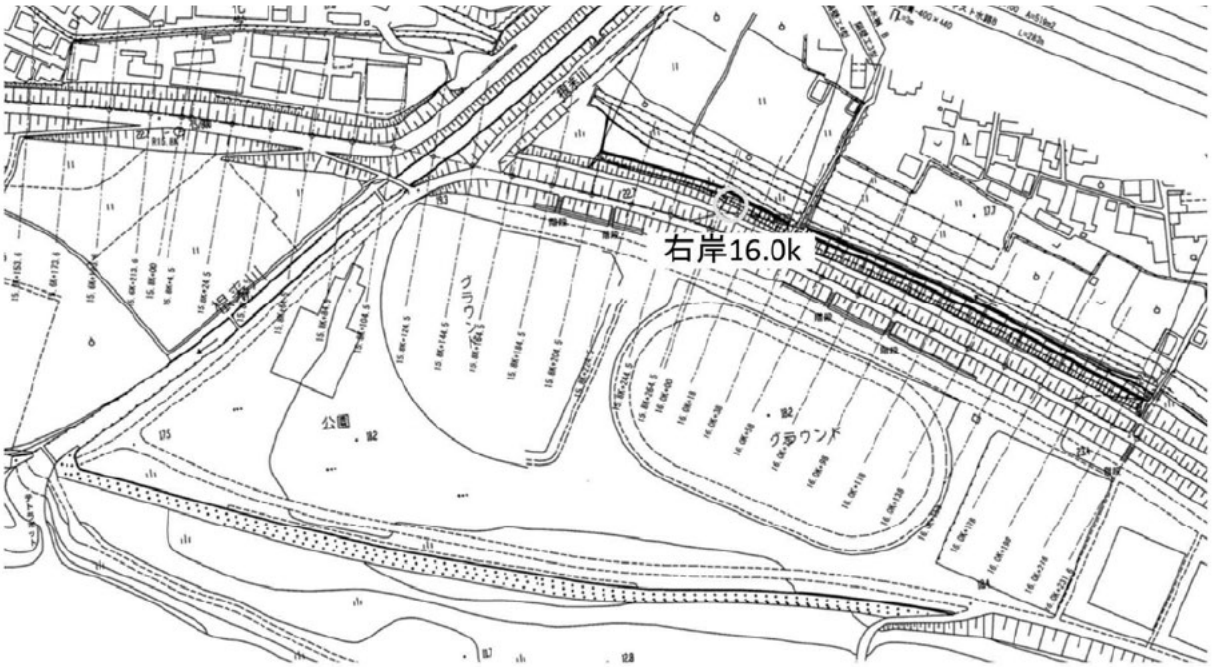


図 2-11　調査位置平面図

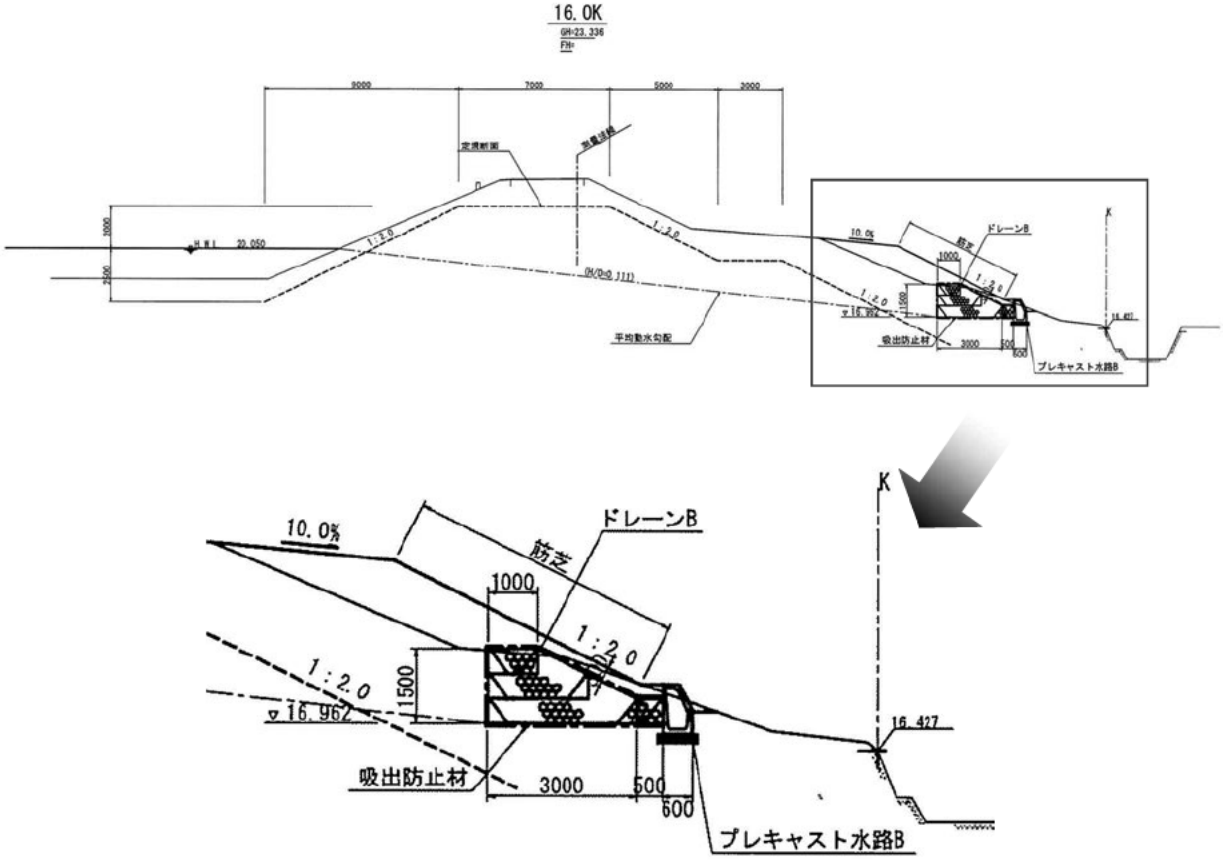


図 2-12　調査位置標準断面図

D7.佐保川右岸 3.0k-80m

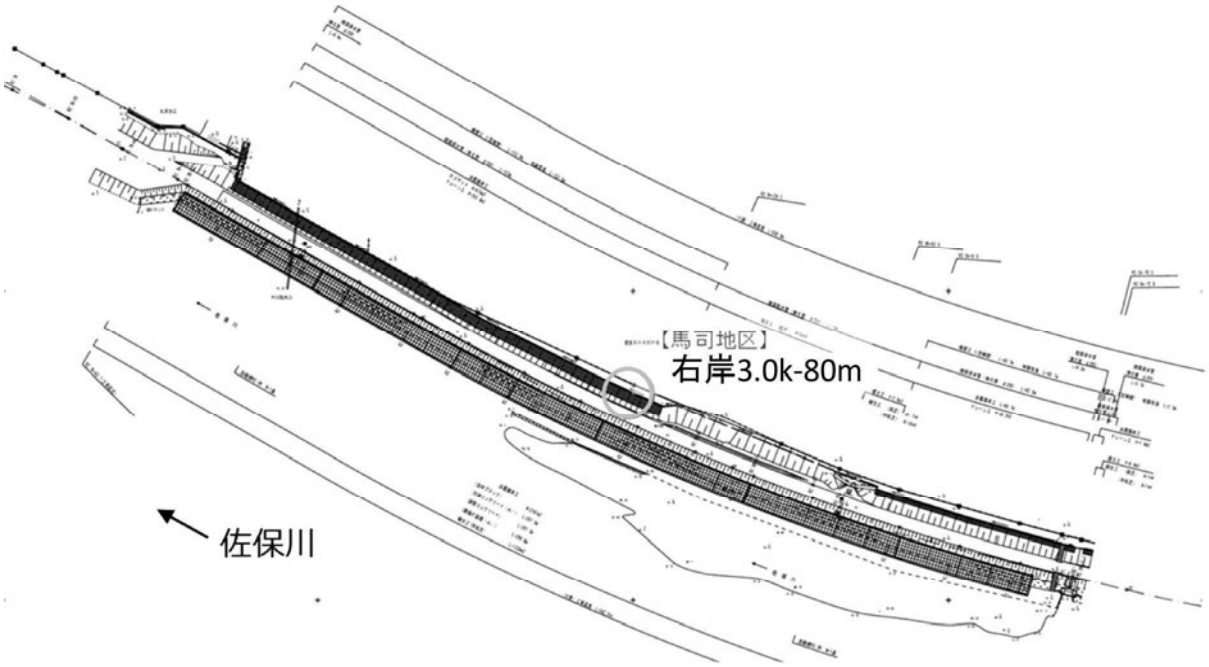


図 2-13　調査位置平面図

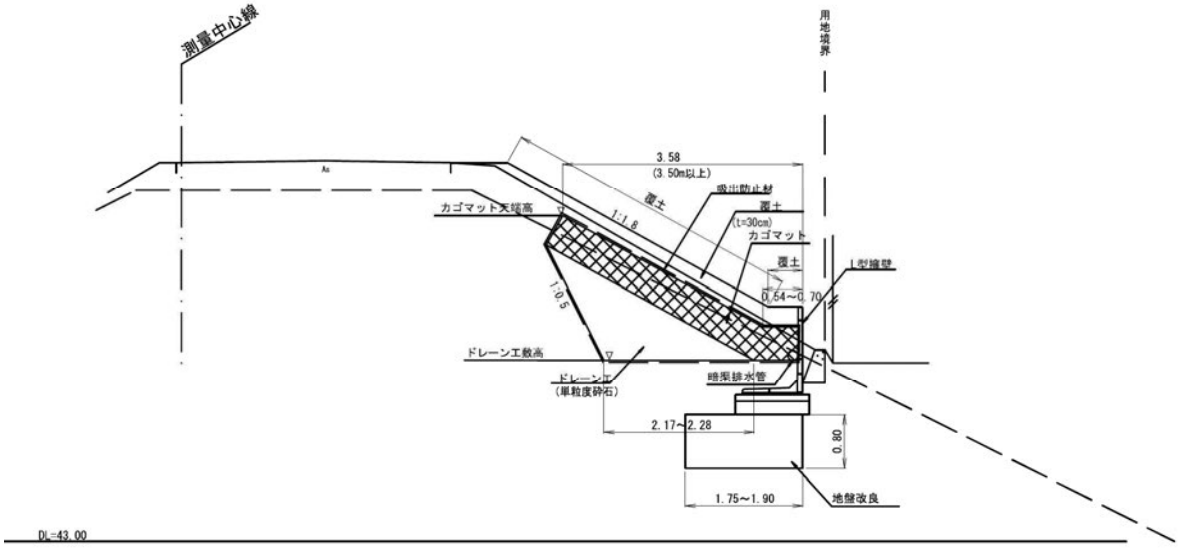
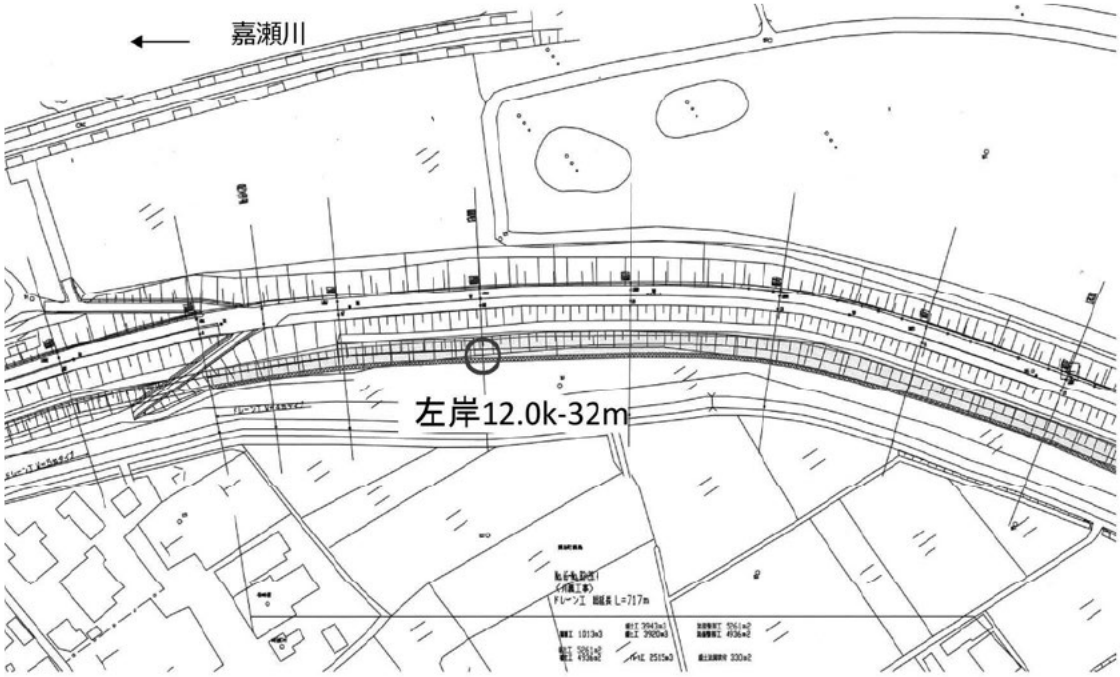


図 2-14　調査位置標準断面図

D8. 嘉瀬川左岸 12.0k-32m



2-15　調査位置平面図

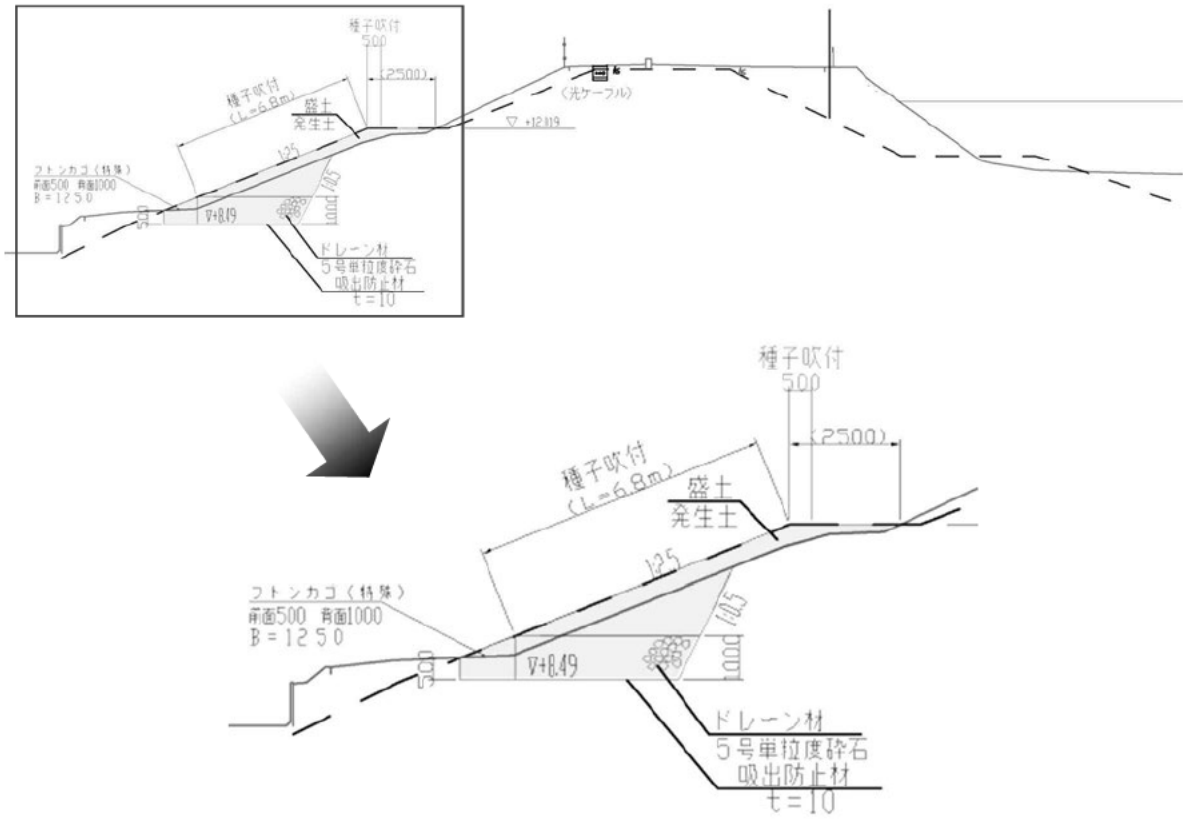


図 2-16　調査位置標準断面図

D9.那珂川左岸 18.5k-166m

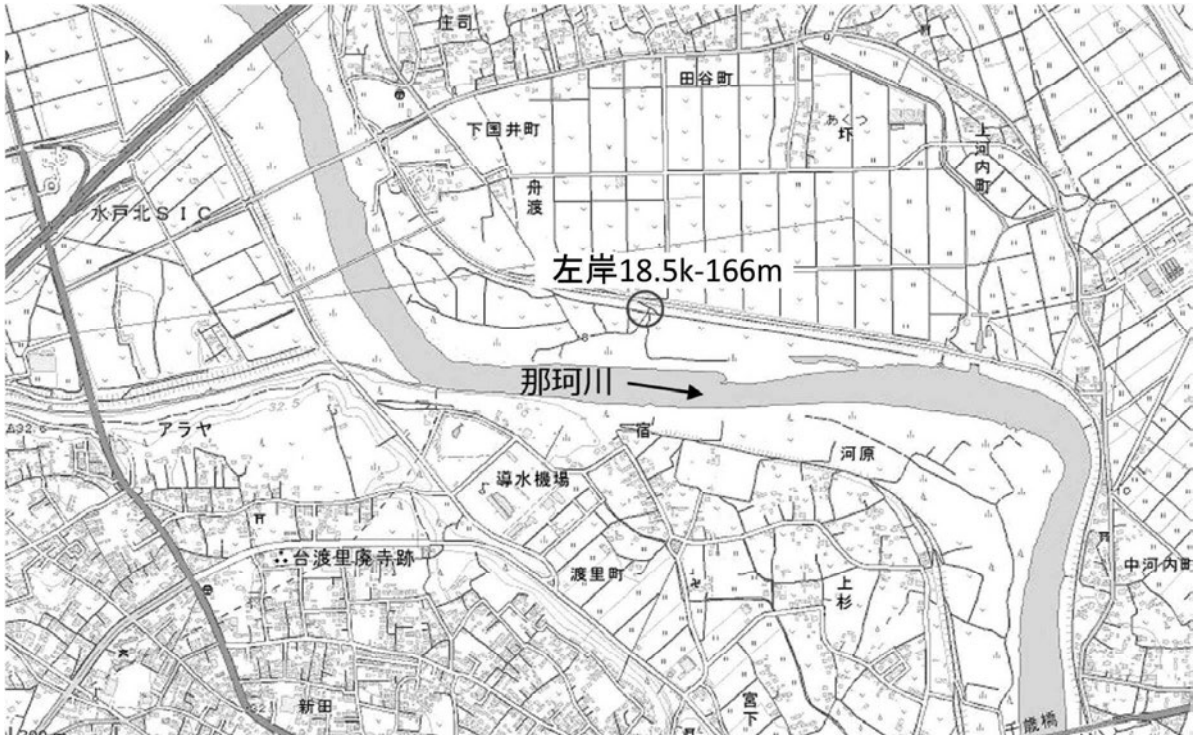


図 2-17　調査位置平面図

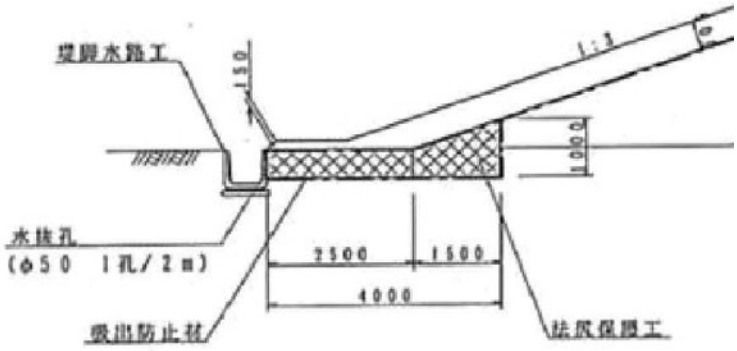


図 2-18　調査位置標準断面図

2.1.2　遮水シート工

遮水シート工は、調査対象箇所は、施工後の経過年数の他、表面被覆構造の違いによる遮水シートへの推定負荷程度※1にも着目して、表 2-2 のとおり選定した。

※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

表 2-2　遮水シートの調査対象箇所

No.	河川名	調査地点	材質(製品名)	経過年数	覆土厚(cm)
S1	庄内川	右岸 5.8k+21m	エチレン酢酸ビニール(ベーブマット PEV-10)	5	20
S2	佐保川	右岸 3.2k-20m	純ポリ塩化ビニール(サンドガード SG-10)	10	10
S3	佐保川	右岸 3.2k+10m	純ポリ塩化ビニール(サンドガード SG-10)	10	30
S4	庄内川	左岸 14.8k-83m	エチレン酢酸ビニール共重合体樹脂(ニードフル遮水マット)	11	20
S5	佐保川	右岸 3.2k-62m	純ポリ塩化ビニール(サンドガード SG-10)	10	20
S6	北川	右岸 3.6k+52m	純ポリ塩化ビニール(ニードフル遮水マット)	19	0

S1.庄内川右岸 5.8k+21m

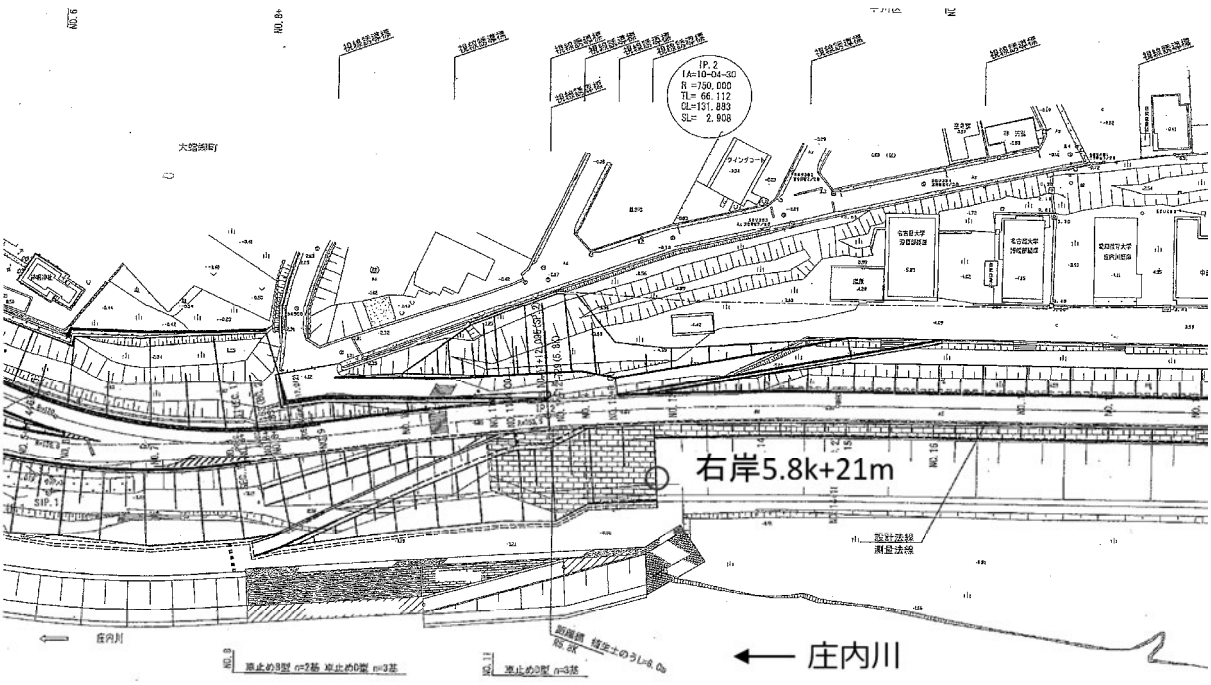


図 2-19　調査位置平面図

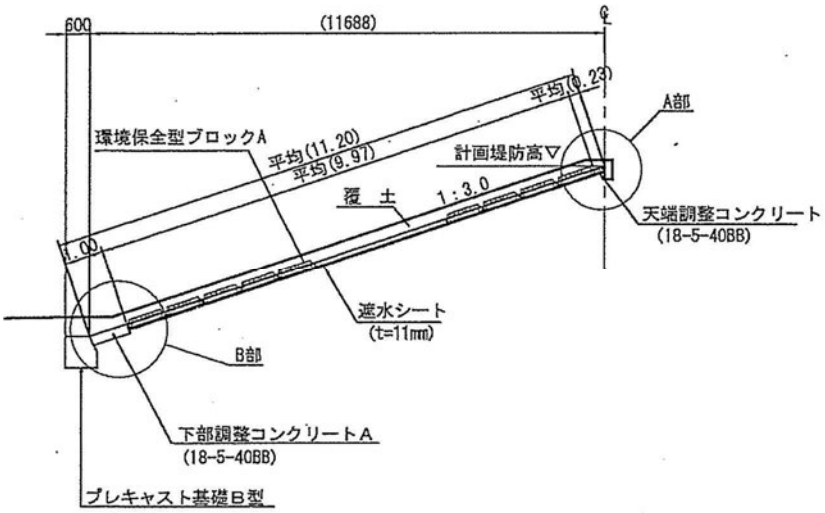


図 2-20　調査位置標準断面図

S2.佐保川右岸 3.2k-20m

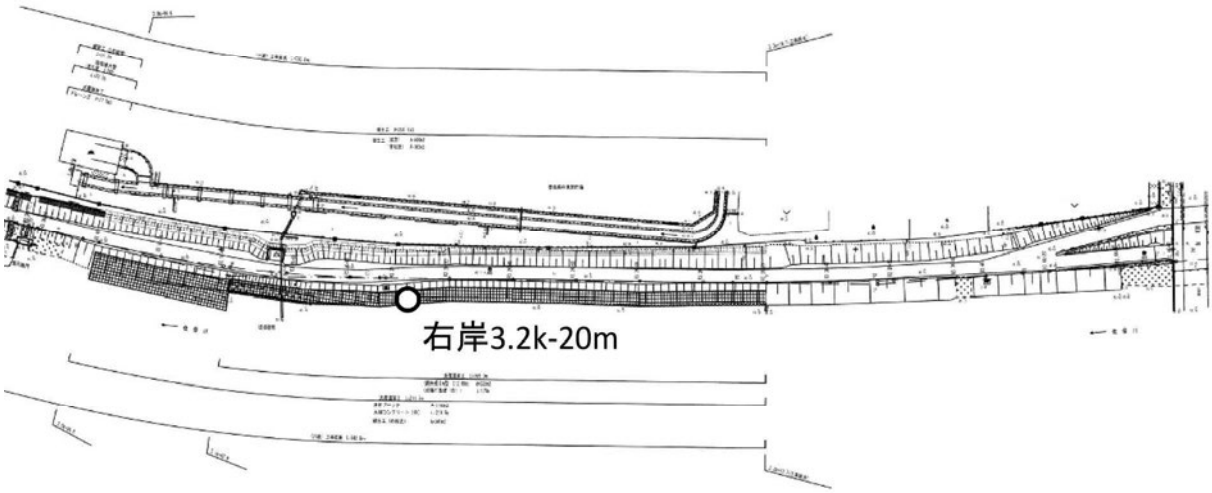


図 2-21　調査位置平面図

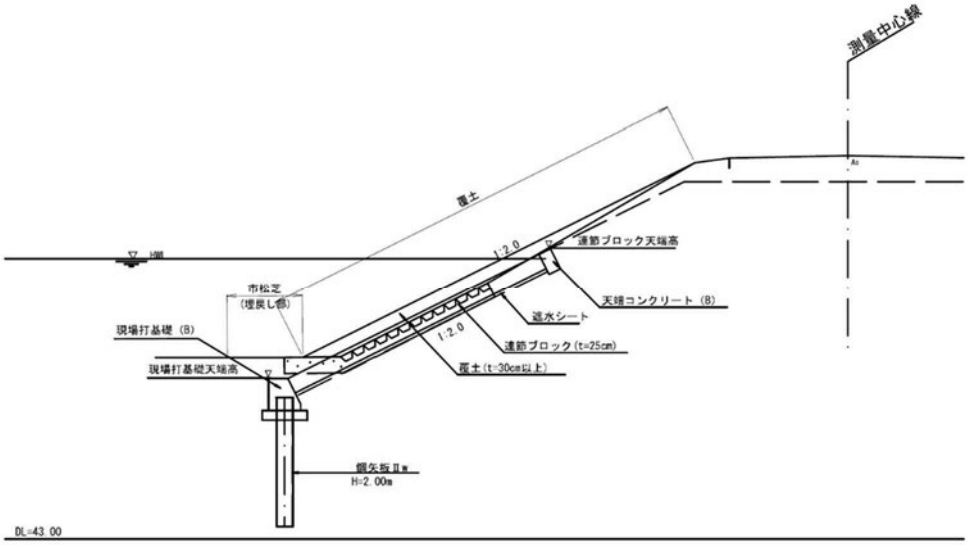


図 2-22　調査位置標準断面図

S3.佐保川右岸 3.2k+10m

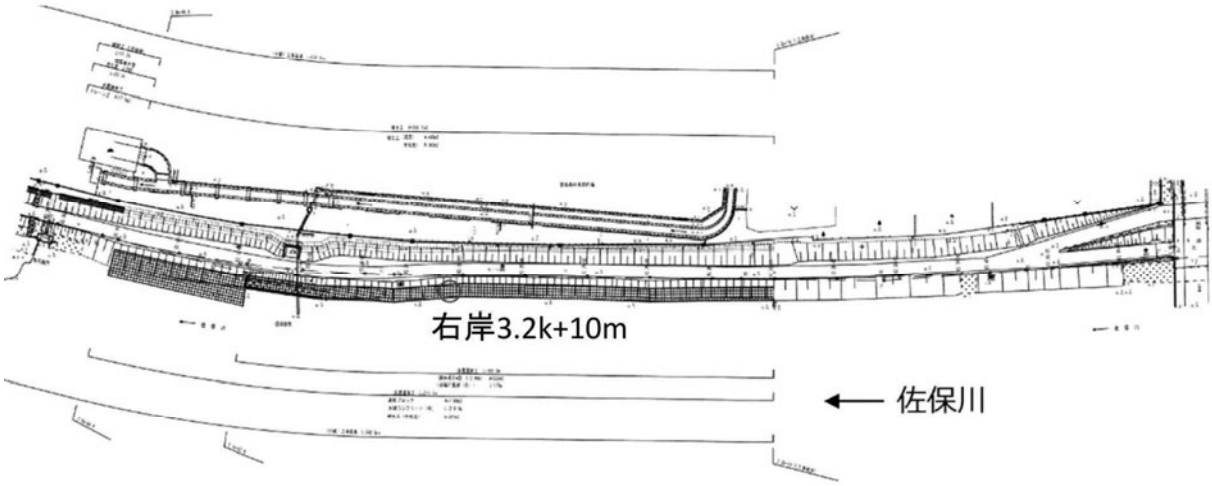


図 2-23　調査位置平面図

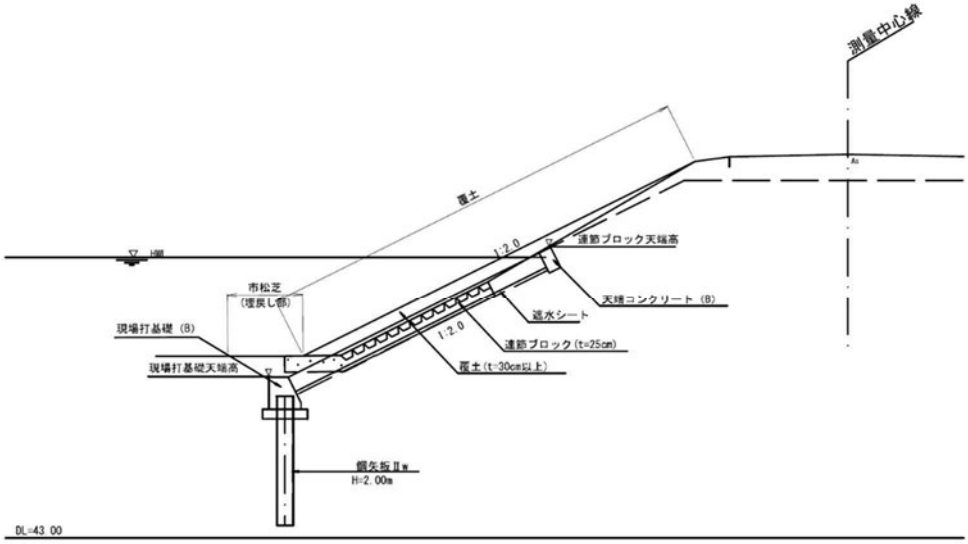


図 2-24　調査位置標準断面図

S4.庄内川左岸 14.8k-83m

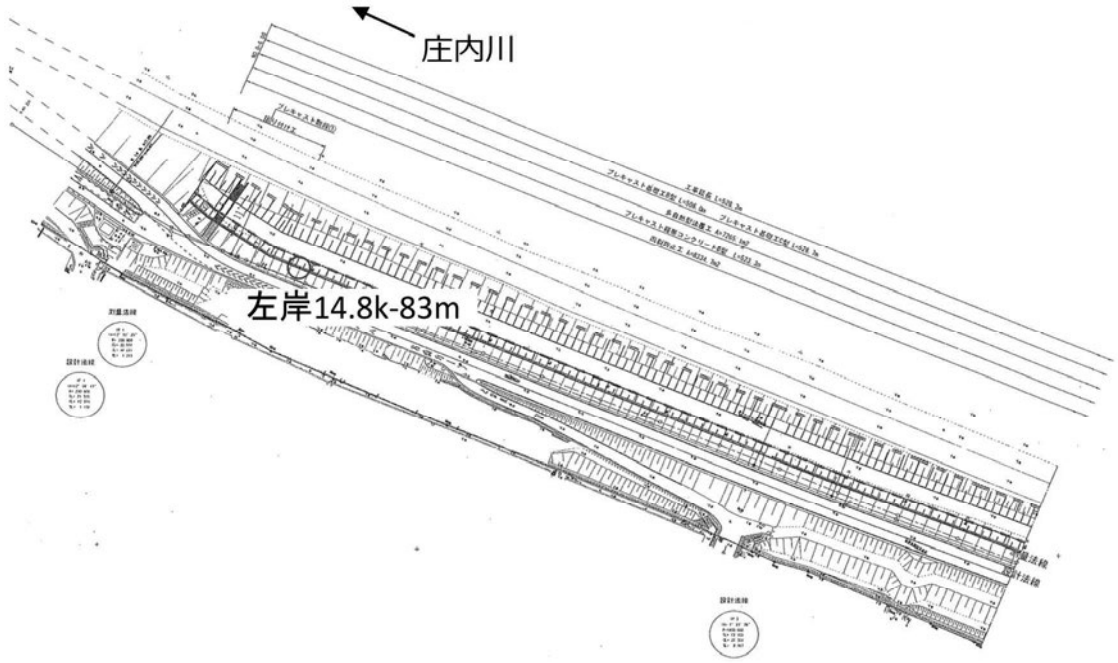
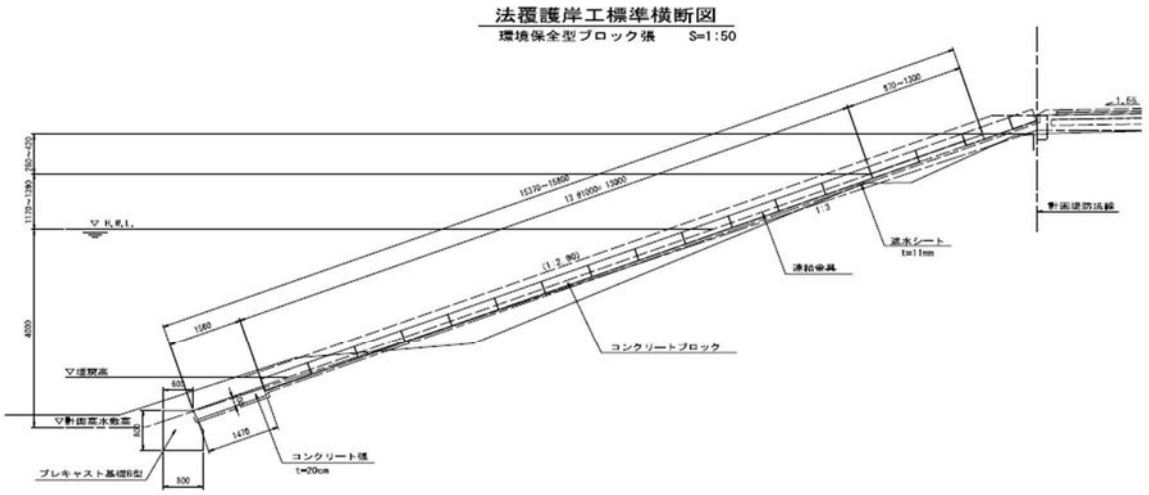


図 2-25　調査位置平面図



環境保全型ブロック張 材料表　100m²当り

名　称	規格・寸法	単位	数　量	摘　要
コンクリートブロック		m²	100	353kg/m²以上
連結金具		式(個)	1(118)	
遮水シート	t=1mm	m²	100	
法面整形		式(m²)	1(100)	河川土工 法面整形工にて計上

図 2-26　調査位置標準断面図

S5.佐保川右岸 3.2k-62m

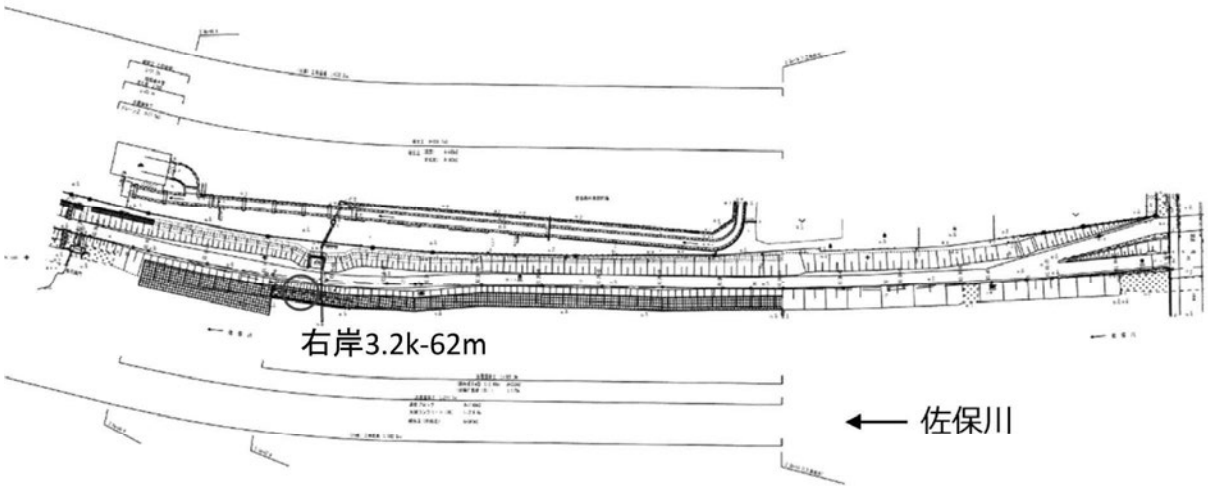


図 2-27　調査位置平面図

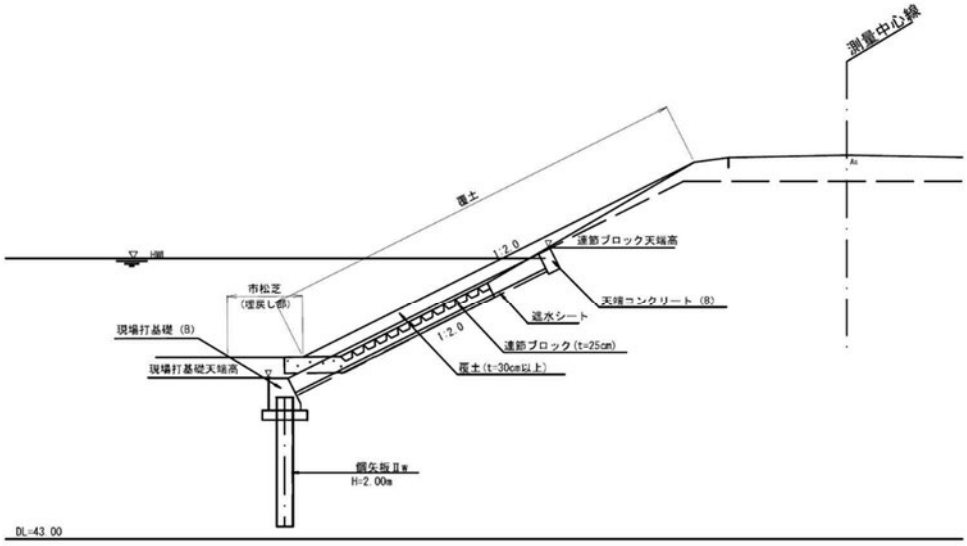


図 2-28　調査位置標準断面図

S6. 北川右岸 3.6k+52m

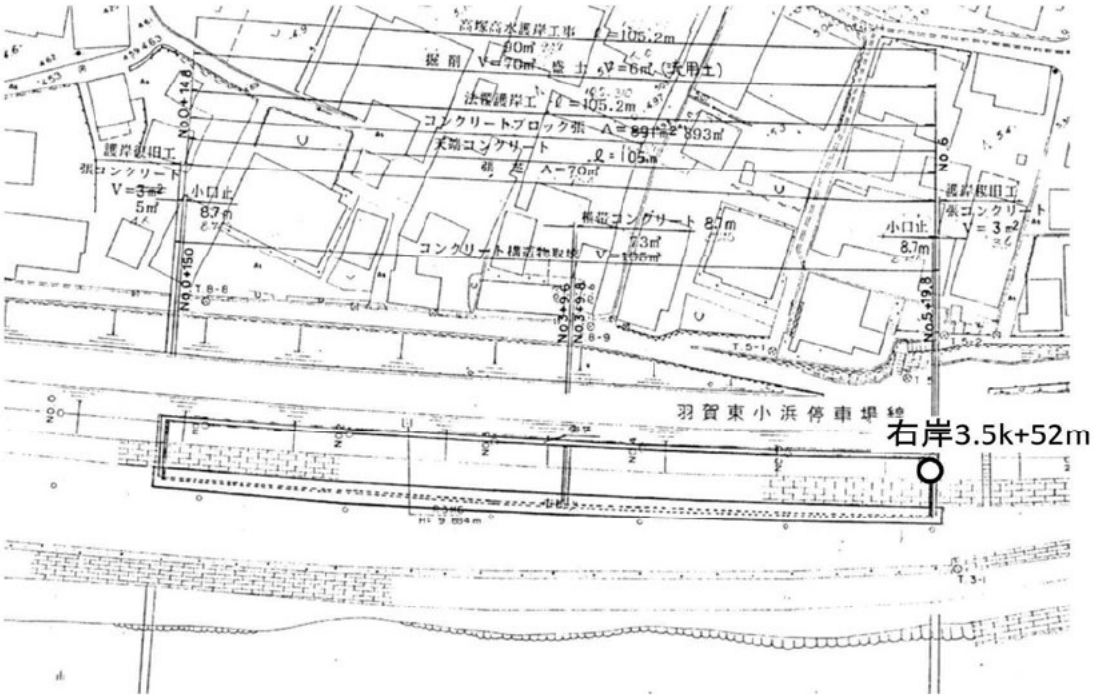


図 2-29　調査位置平面図

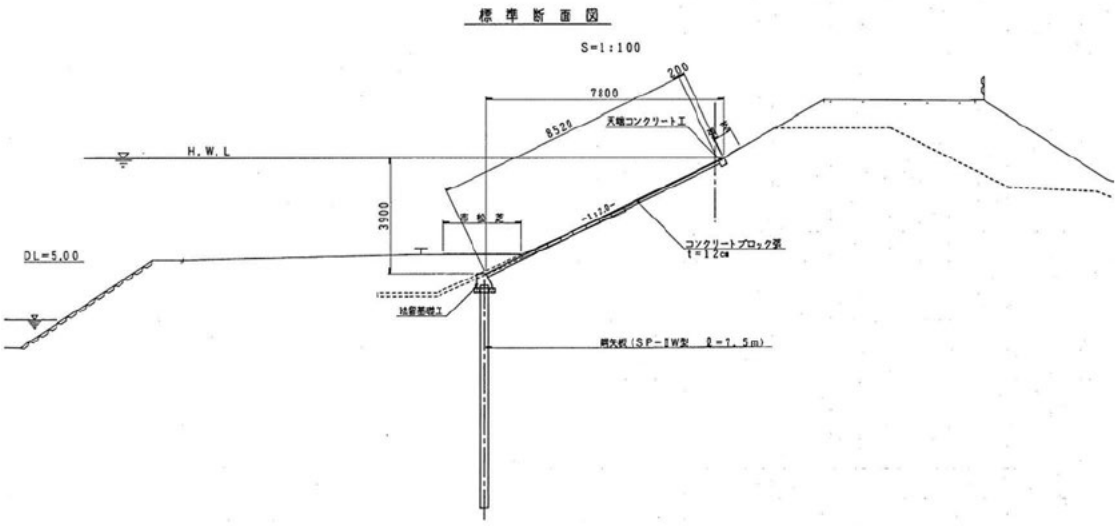


図 2-30　調査位置標準断面図

2.2　調査項目

ドレーン工は、堤体に浸透した水を排水することを、遮水シート工は堤体への水の浸透を抑制することを目的に設置されている。

ドレーン工に用いられる透水性の大きな砕石や石（ドレーン材）と、堤体土を長期的に分離しておくために、ジオテキスタイル（堤防では一般に吸出し防止材）が用いられる。ジオテキスタイルとこれに接する土に、ある動水勾配を与え続けた結果、透水係数が低下したとの既往研究[4)]が存在する。透水係数の低下要因は、ジオテキスタイルに近接する土粒子の再配列による目詰まりゾーンの形成であるとされている。

一方、遮水シート工は、河川水位の上昇時に、遮水シートを回り込むような流れが発生する可能性があり、遮水シートと土との境界部で土粒子が移動している可能性がある。

そこで、これらの影響を把握するために、対策工の背面土の調査を行うこととした。なお、対策工に用いられる材料自体の劣化も、対策工の機能に影響を及ぼすと考えられるため、ドレーン工における吸出し防止材と、遮水シートを対象とした材料試験も実施した。

2.2.1　背面土の調査

ドレーン工および遮水シート工の背面土を、以下の図の範囲でコアカッターにて採取し、現場密度を量るとともに、粒度試験を実施した。

ドレーン工の背面土では、上述の既往研究を参考に、目詰まりが生じている可能性が高い対策工直近箇所と目詰まりが生じていない可能性が高い対策工から数十センチ離れた箇所の密度および粒度特性を高さごとに比較した。

遮水シートの背面土では、シートと背面土の境界部において、数箇所の試料を採取し、局所的な粒度分布の変化を調査した。

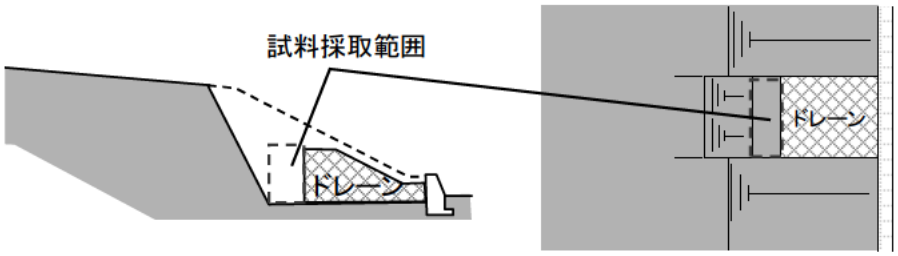


図 2-31　ドレーンエにおける背面土採取位置イメージ

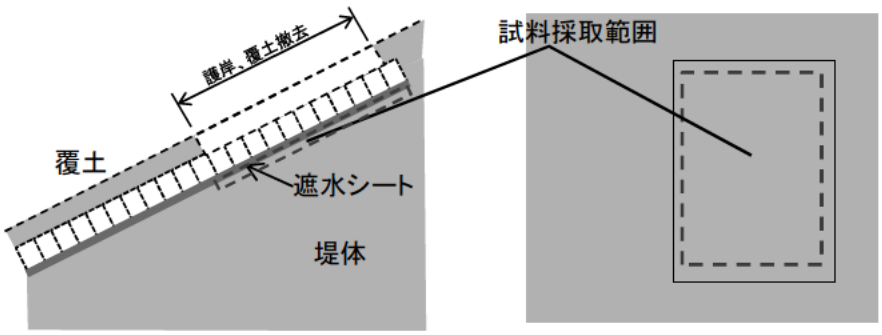


図 2-32　ドレーンエにおける背面土採取位置イメージ

2.2.2　材料調査

(1) ドレーンエ

ドレーン工は、写真 2-1 に示すように、ドレーン材とかご工、吸出し防止材からなる。いずれの箇所でも目視調査において、ドレーン材に材料自体の劣化が確認されず、かご工にも錆や変形が認められなかったことから調査対象外とし、吸出し防止材に対してのみ表 2-3 に示す材料試験を行った。

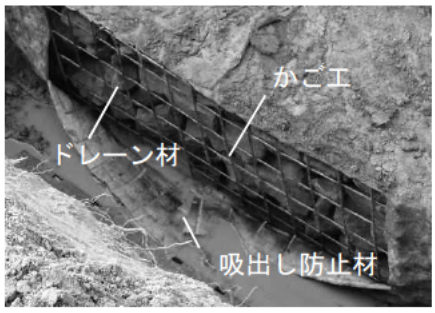


写真 2-1　一般的なドレーンエ

表 2-3　ドレーンエにおける材料調査

調査項目		規格値	試験方法
吸出し防止材	圧縮率	12%以下	JIS L 3204
	引張強さ	10kN/m 以上	JIS L 3204
	伸び率	50%以上	JIS L 3204
	透水係数	1.0×10^{-4}m/s 以上	JIS L 3204

※規格値は土木工事で用いられる一般的な値

(2) 遮水シートエ

遮水シート工に対しては、表 2-4 に示す材料試験を実施した。

表 2-4　遮水シートエにおける調査内容

調査項目		規格値	試験方法
遮水シート	硬さ	80±5 HDA 93±5 HDA	JIS K 6773
	引張強さ	11.8N/mm^2 以上 15.6N/mm^2 以上	JIS K 6773
	引裂強さ	58.8kN/m 以上 58.8kN/m 以上	JIS K 6252-1 JIS K 6252-2
	伸び率	290%以上 400%以上	JIS K 6773
	柔軟性	-30℃以下 -30℃以下	JIS K 6773

※規格値は土木工事で用いられる一般的な値

2.3　調査方法

2.3.1　背面土調査

ドレーン工における背面土調査では、堤防開削によりドレーン工の背面を露出させた後、ドレーン工周辺の目視調査、吸出し防止材および背面土を採取した。

遮水シートにおいては、覆土および護岸の撤去後に遮水シートの一部を切り取り、背面土を採取した。背面土調査のフローおよび状況写真を以下に示す。

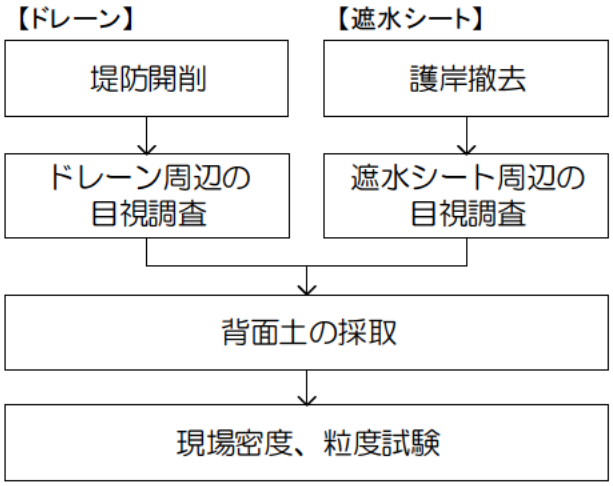


図 2-33　背面土調査のフロー

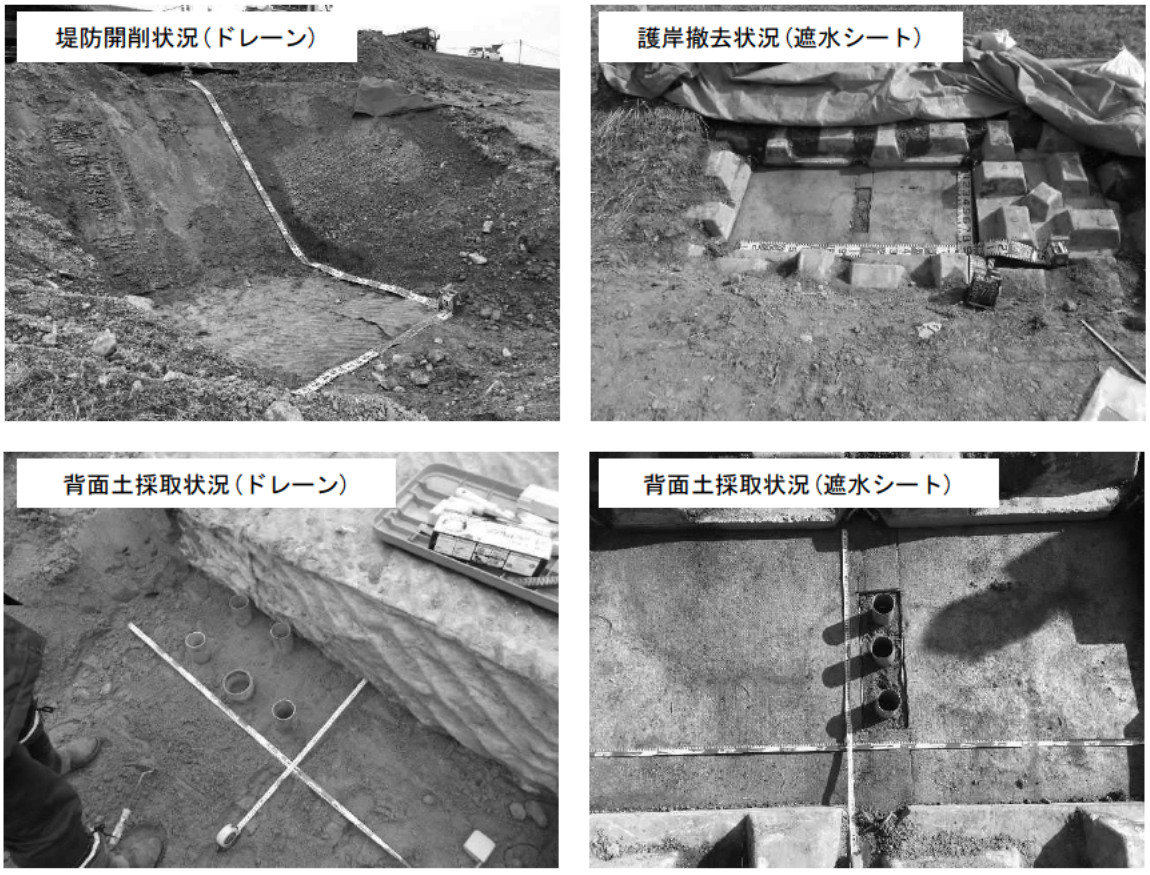


写真 2-2　背面土調査状況

2.3.2　材料試験

材料試験のフロー及び代表的な作業状況を以下の図及び写真に示す。

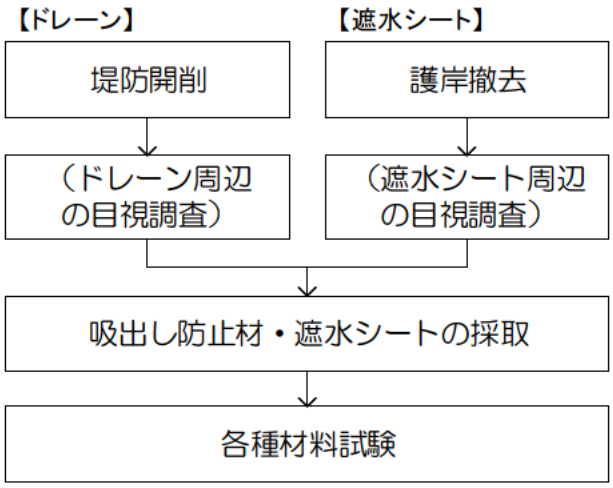


図 2-34　材料試験までのフロー

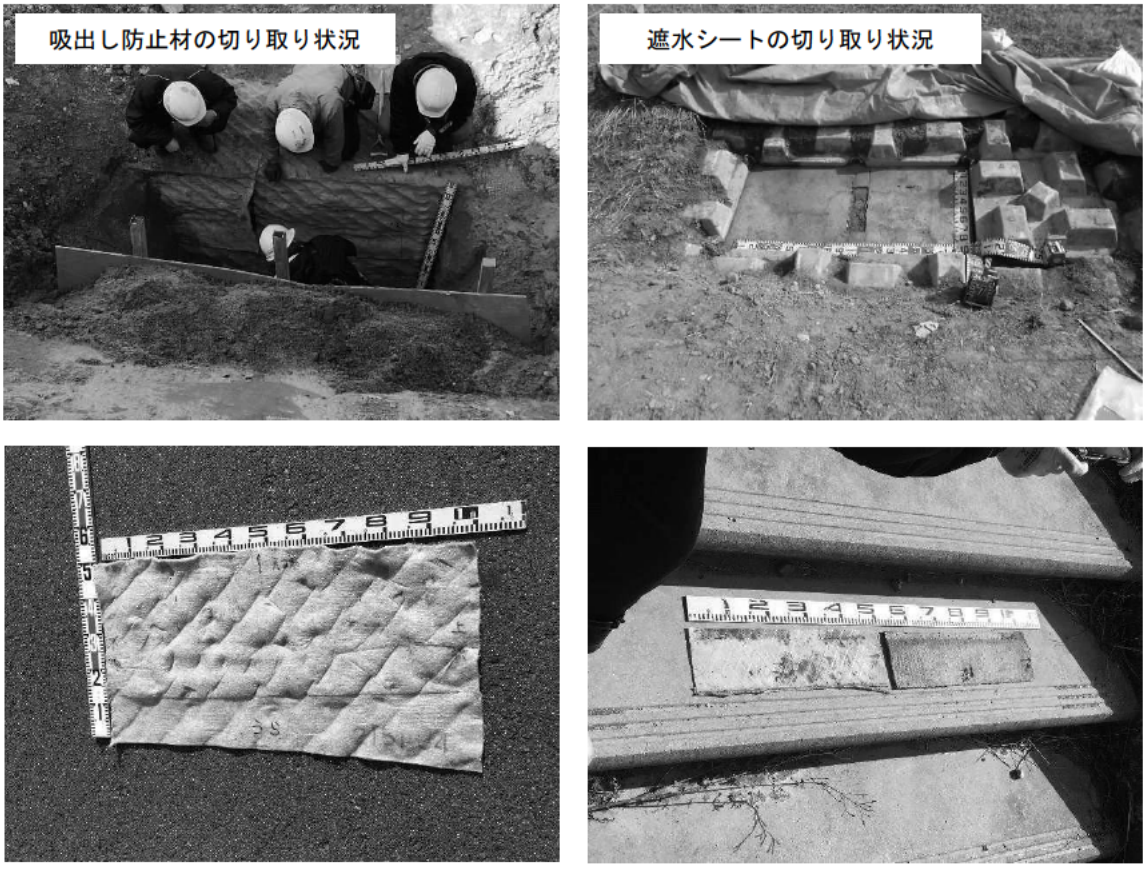


写真 2-3　吸出し防止材・遮水シートの採取状況

3. 調査結果

3.1 背面土調査

3.1.1 ドレーンエ

ドレーン工の背面土を、高さおよびドレーン工からの距離ごとに採取し、現場密度試験および粒度試験を実施した。試験結果を表 3-1～表 3-4 に示す。なお、粒径加積曲線は巻末資料にとりまとめた。

表 3-1 ドレーン背面土調査結果一覧（1/4）

No.	河川名	調査地点	経過年数	試料採取位置		試料番号	現場密度 ρt(g/cm3)	物理試験結果					
				高さ	対策工からの距離			Gc(%)	Sc(%)	Fc(%)	D_{50}(mm)	D_{20}(mm)	U_c
D1	嘉瀬川	右岸7.6k-50m	4	ドレーンエ 上段	対策工直近	上段１手前	—	29	39	32	0.463	0.012	694
					20cm	上段１奥	—	28	39	33	0.041	0.011	664
				ドレーンエ 中段	対策工直近	中段１手前	—	2	57	41	0.139	0.004	—
						中段２手前	—	4	45	51	0.066	0.003	—
						中段３手前	—	5	44	51	0.063	—	—
						中段４手前	—	6	38	56	0.039	—	—
					20cm	中段１奥	—	5	59	36	0.207	0.010	—
						中段２奥	—	7	38	55	0.040	—	—
						中段３奥	—	4	41	55	0.043	—	—
						中段４奥	—	6	39	55	0.042	—	—
				ドレーンエ 下段	対策工直近	下段１手前	—	5	57	38	0.225	0.004	—
						下段２手前	—	6	55	39	0.268	0.004	—
						下段３手前	—	8	61	31	0.37	0.009	—
						下段４手前	—	5	50	45	0.189	0.002	—
					20cm	下段１奥	—	6	61	33	0.285	0.015	—
						下段２奥	—	7	59	34	0.364	0.008	—
						下段３奥	—	5	55	40	0.276	0.005	—
						下段４奥	—	6	54	40	0.313	0.003	—
D2	紀の川	右岸11.2ｋ +40m	6	ドレーンエ 上端	対策工直近	上１	1.84	52	41	7	2.3	0.417	27.7
						上３	1.94	57	37	6	3.43	0.425	38.9
					20cm	上２	1.91	60	37	3	4.42	0.443	33.4
						上４	1.99	56	40	4	3.32	0.469	25.1
				ドレーンエ 中段	対策工直近	中１	1.97	47	47	6	1.55	0.281	23.5
						中３	1.83	51	45	4	2.1	0.454	16.9
					20cm	中２	1.91	58	39	3	3.61	0.479	22
						中４	1.89	62	36	2	4.67	0.557	23.1
				ドレーンエ 下端	対策工直近	下１	1.90	46	52	2	1.48	0.402	11.2
						下３	1.90	56	42	2	3.03	0.502	16.3
					20cm	下２	1.85	60	40	0	3.9	0.567	17.3
						下４	1.86	59	40	1	3.55	0.606	15.4
D3	佐保川	右岸0.8k	6	ドレーンエ 上端	対策工直近	1	2.04	8	67	25	0.286	0.029	96.9
						3	2.06	7	67	26	0.278	0.022	159.0
					10cm	9	1.98	2	67	31	0.213	0.013	178.0
					20cm	2	2.04	4	71	25	0.248	0.028	80.0
						4	2.01	1	68	31	0.200	0.016	128.0
				ドレーンエ 下端	対策工直近	5	1.97	7	74	19	0.365	0.084	41
						7	2.02	4	65	31	0.186	0.012	—
					20cm	6	2.06	3	57	40	0.120	0.009	—
						8	1.99	3	56	41	0.114	0.013	—

表 3-2　ドレーン背面土調査結果一覧（2/4）

No.	河川名	調査地点	経過年数	試料採取位置		試料番号	現場密度 ρt(g/cm3)	物理試験結果					
				高さ	対策工からの距離			Gc(%)	Sc(%)	Fc(%)	D_{50}(mm)	D_{20}(mm)	U_c
D4	木曽川	左岸8.8k	12	ドレーンエ上端	対策工直近	2	1.50	0	98	2	0.313	0.219	2.16
						4	1.51	0	98	2	0.322	0.237	1.78
						6	1.51	0	96	4	0.32	0.23	1.89
					20cm	1	1.49	0	98	2	0.32	0.234	1.81
						3	1.49	0	95	5	0.323	0.231	1.95
						5	1.53	0	94	6	0.32	0.225	2.1
				ドレーンエ中段	対策工直近	8	1.47	0	96	4	0.318	0.231	1.87
						10	1.52	0	95	5	0.314	0.222	2.01
						12	1.47	0	92	8	0.311	0.213	2.72
					10cm	7	1.51	0	95	5	0.316	0.225	2.02
						11	1.52	0	95	5	0.322	0.231	1.95
					20cm	9	1.51	0	93	7	0.308	0.208	2.73
				ドレーンエ下端	対策工直近	14	1.74	0	68	32	0.13	0.029	41.9
						16	1.73	0	62	38	0.112	0.024	24.3
						18	1.71	0	60	40	0.115	0.013	58.7
					20cm	13	1.74	0	64	36	0.145	0.013	—
						15	1.65	0	75	25	0.186	0.041	105
						17	1.61	0	78	22	0.196	0.061	19.2
D5	斐伊川	右岸7.5k	10	ドレーンエ上端	対策工直近	1	1.69	6	79	15	0.268	0.107	35.9
						3	1.70	5	79	16	0.259	0.107	30.4
						5	—	6	79	15	0.284	0.114	33
					20cm	2	1.63	6	78	16	0.267	0.107	20.2
						4	1.62	6	78	16	0.269	0.107	31.9
						6	1.63	5	79	16	0.266	0.108	16.4
				ドレーンエ上端-1.0m	対策工直近	7	1.89	7	65	28	0.197	0.033	75
						9	1.84	3	57	40	0.116	0.018	—
						11	1.88	5	59	36	0.136	0.017	102
					20cm	8	1.84	6	59	35	0.141	0.025	47.6
						10	1.88	6	55	39	0.121	0.022	44.4
						12	1.88	4	56	40	0.113	0.017	85.6
				ドレーンエ上端-1.2m	対策工直近	13	1.82	9	65	26	0.437	0.026	678
						15	1.81	10	71	19	0.621	0.459	75.7
					20cm	14	1.86	11	67	22	0.547	0.054	88
						16	1.86	11	65	24	0.087	0.047	253
D6	紀の川	右岸16.0k	10	ドレーンエ上端	対策工直近	上1	1.88	54	36	10	2.57	0.235	56.5
						上3	1.87	57	34	9	3.07	0.306	59.3
					20cm	上2	1.92	59	32	9	3.31	0.349	44.6
				ドレーンエ上段-0.5m	対策工直近	中1-1	1.74	65	30	5	4.33	0.713	24.1
						中1-3	1.80	62	32	6	4	0.64	28.2
					20cm	中1-2	1.91	62	31	7	3.89	0.547	34.7
				ドレーンエ上段-1.0m	対策工直近	中2-1	1.81	84	15	1	7.06	2.53	7.18
						中2-3	1.81	82	17	1	7.28	2.29	9.39
					20cm	中2-2	1.73	43	54	3	0.89	0.352	12.1
				ドレーンエ下端	対策工直近	下1	1.87	80	18	2	6.73	1.98	10.9
						下3	1.81	76	20	4	6.61	1.53	14.4
					20cm	下2	1.82	85	14	1	7.15	2.52	6.18

表 3-3　ドレーン背面土調査結果一覧（3/4）

No.	河川名	調査地点	経過年数	試料採取位置		試料番号	現場密度 ρt(g/cm3)	物理試験結果					
				高さ	対策工からの距離			Gc(%)	Sc(%)	Fc(%)	D_{50}(mm)	D_{20}(mm)	U_c
D7	佐保川	右岸3.0k-80m	10	ドレーン工上端	対策工直近	U-2	1.76	5	81	14	0.309	0.125	21.4
						U-4	1.90	15	58	27	0.266	0.024	169
					20cm	U-1	1.86	8	74	18	0.311	0.094	100
						U-3	1.85	10	71	19	0.302	0.081	72.4
				ドレーン工上端-20cm	対策工直近	M-2	1.74	9	41	50	0.285	0.078	53.2
						M-4	1.76	8	68	24	0.252	0.043	115
						M-6	1.78	9	70	21	0.285	0.060	97.2
						M-8	1.81	8	64	28	0.236	0.018	—
					20cm	M-1	1.68	6	78	16	0.335	0.124	36.6
						M-3	1.75	8	63	29	0.222	0.012	180
						M-5	1.68	8	71	21	0.278	0.064	92.8
						M-7	1.77	6	71	23	0.271	0.044	—
				ドレーン工上端-50cm	対策工直近	1	1.66	14	72	14	0.264	0.111	14.3
						4	1.66	6	76	18	0.216	0.087	28.7
						7	1.73	13	66	21	0.271	0.071	46
					10cm	3	1.74	13	60	27	0.264	0.022	183
						6	1.69	5	84	11	0.285	0.132	9
					20cm	2	1.66	14	73	13	0.308	0.122	14.6
						5	1.74	9	70	21	0.221	0.065	45
						8	1.62	4	85	11	0.275	0.144	6.42
				ドレーン工上端-150cm	対策工直近	9	1.64	5	84	11	0.257	0.130	5.46
						12	1.66	6	77	17	0.220	0.092	30.3
						15	1.61	1	93	6	0.291	0.168	2.84
					10cm	11	1.70	6	76	18	0.218	0.088	32.4
						14	1.67	1	72	27	0.193	0.019	—
					20cm	10	1.77	1	73	26	0.194	0.026	—
						13	1.80	0	56	44	0.103	0.006	—
						16	1.74	0	54	46	0.096	0.006	—
D8	嘉瀬川	右岸12.0k-32	9	ドレーン工上段	対策工直近	上段１手前	—	10	66	24	0.273	0.046	49.9
						上段２手前	—	18	63	19	0.339	0.077	35.1
						上段３手前	—	16	62	22	0.327	0.065	45.7
						上段４手前	—	10	69	21	0.326	0.060	56.4
					20cm	上段１奥	—	12	64	24	0.289	0.047	45.4
						上段２奥	—	8	72	20	0.29	0.071	34.9
						上段３奥	—	15	65	20	0.342	0.078	35.8
						上段４奥	—	14	66	20	0.325	0.069	41.1
				ドレーン工下段	対策工直近	下段１手前	—	10	74	16	0.293	0.099	19.5
						下段２手前	—	13	76	11	0.388	0.15	8.95
						下段３手前	—	10	82	8	0.47	0.203	6.51
						下段４手前	—	8	83	9	0.397	0.175	5.64
					20cm	下段１奥	—	15	73	12	0.353	0.137	9.07
						下段２奥	—	14	76	10	0.42	0.174	7.32
						下段３奥	—	12	79	9	0.431	0.176	7.28
						下段４奥	—	16	76	8	0.442	0	5.69

表 3-4　ドレーン背面土調査結果一覧（4/4）

No.	河川名	調査地点	経過年数	試料採取位置		試料番号	現場密度 ρt(g/cm3)	物理試験結果					
				高さ	対策工からの距離			Gc(%)	Sc(%)	Fc(%)	D_{50}(mm)	D_{20}(mm)	U_c
D9	那珂川	左岸18.5k-166	20	ドレーン工上段	対策工直近	A-1	—	11	55	34	—	—	—
					30cm	A-2	—	15	53	32	—	—	—
					50cm	A-3	—	32	44	24	—	—	—
				ドレーン工中段	対策工直近	B-1	—	31	48	21	—	—	—
					30cm	B-2	—	0	32	68	—	—	—
					50cm	B-3	—	0	41	59	—	—	—
				ドレーン工下段	対策工直近	C-1	—	14	40	46	—	—	—
					30cm	C-2	—	0	52	48	—	—	—
					50cm	C-3	—	0	65	35	—	—	—

ドレーン工周辺では、ドレーン工直近の目詰まりの可能性が高い位置と、横断方向にやや離れた目詰まりの可能性が低い位置において採取した土の現場密度および粒度特性を比較した。

細粒分含有率および粘土分含有率に着目して整理した結果を図 3-1 に示す。細粒分・粘土分含有率は、ドレーン近傍とドレーン遠方で試験値が一致する図中の 45 度の線（破線）付近に分布することから、吸出しに伴う土粒子の移動が生じている可能性は低いものと考えられる。その一方で、佐保川のように、ドレーン近傍の細粒分・粘土分含有率が遠方と比較して小さい、目詰まりの逆の例もみられた。

しかし、いずれの試験結果も、経過年数あるいは氾濫危険水位の経験有無に対する傾向は見られない。

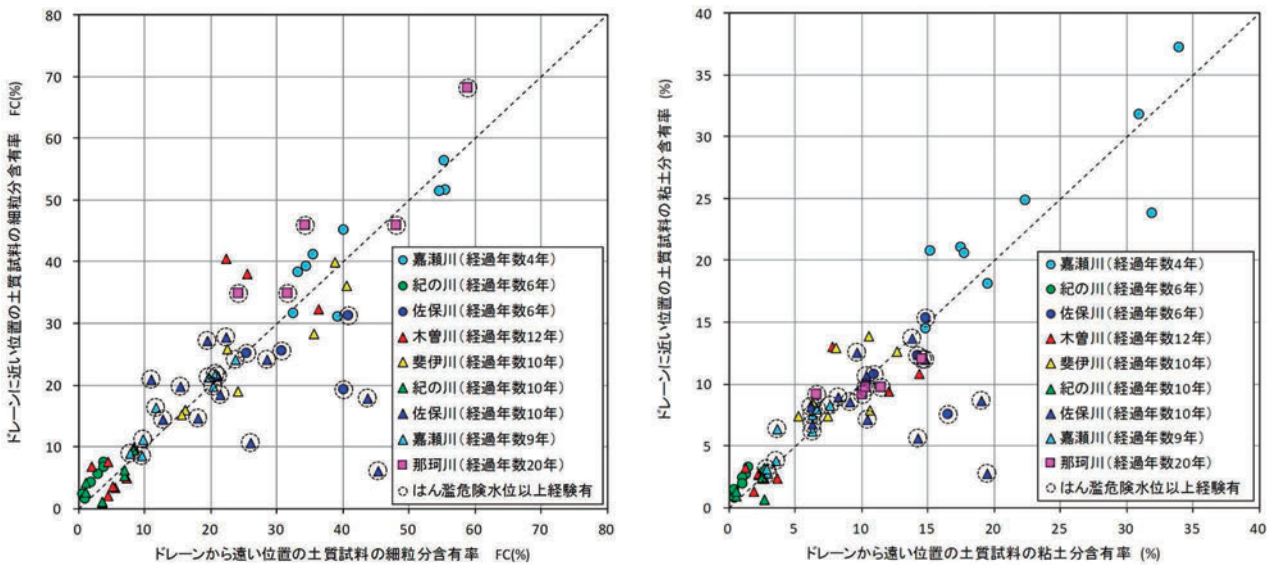


図 3-1　ドレーンからの距離による比較（細粒分、粘土分）

試料は、ドレーン背面の高さ別で採取していることから、ドレーンからの距離および高さによる現場密度および粒度特性の比較結果を次頁以降に取りまとめた。（ただし、各地点のサンプル数は限られていることに留意が必要）

(1) 嘉瀬川右岸 7.6k-50m（D1）

当該箇所において、ドレーン背面土はシルト質砂～砂質シルトである。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、ドレーンからの距離によらず同様の含有率となるとから、粒度特性の違いは見られない結果となった。なお、当該箇所において現場密度試験は実施していない。

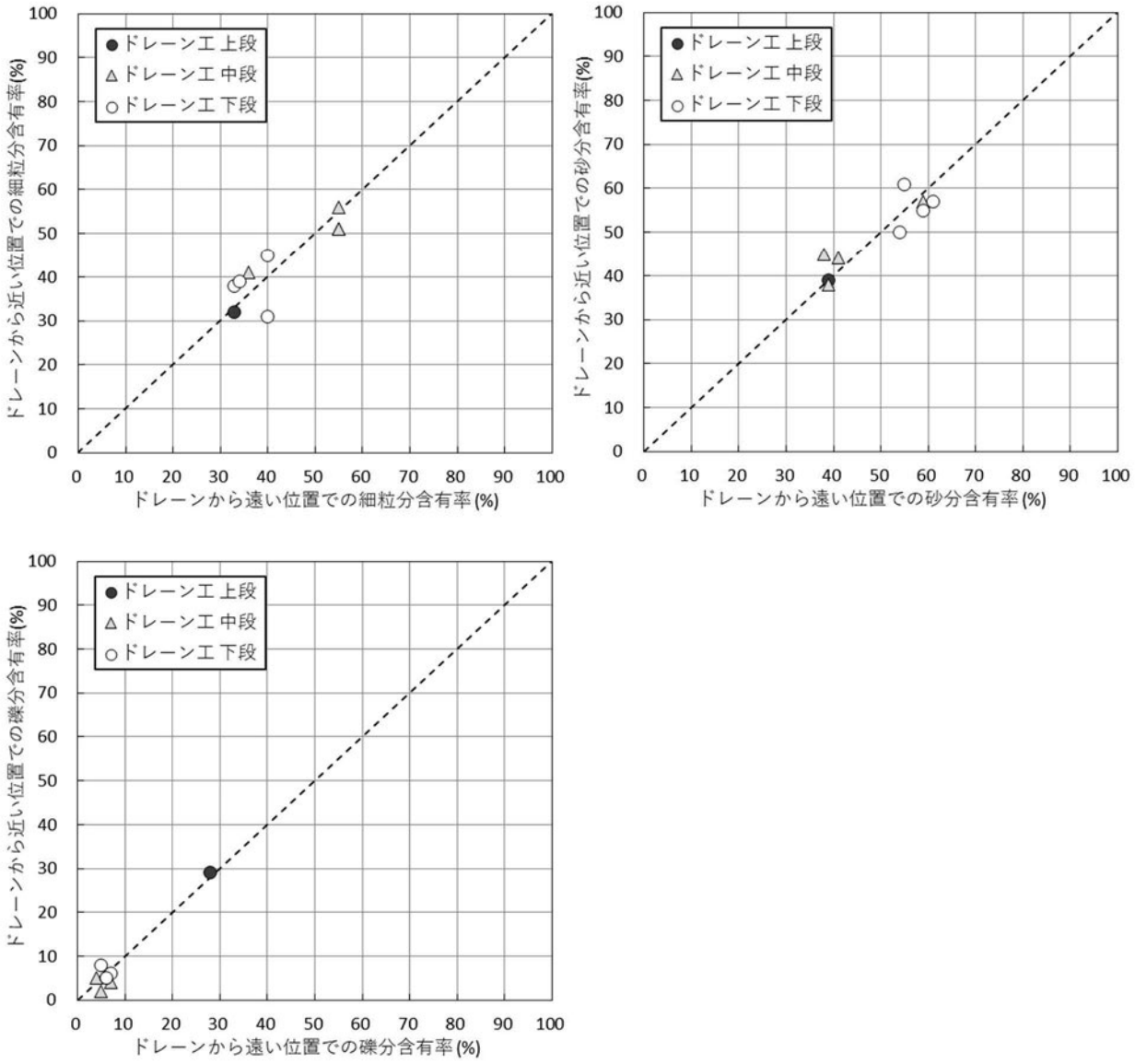


図 3-2　ドレーンからの距離による粒度特性の比較

(2) 紀の川右岸 11.2k+40m（D2）

当該箇所において、ドレーン背面土は砂礫である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分含有率は、ドレーン遠方と比較して近傍箇所で高いこと、ドレーン工の下段では、現場密度が近傍箇所で高いことから、遠方の細粒分がドレーン近傍へ移動している可能性がある。

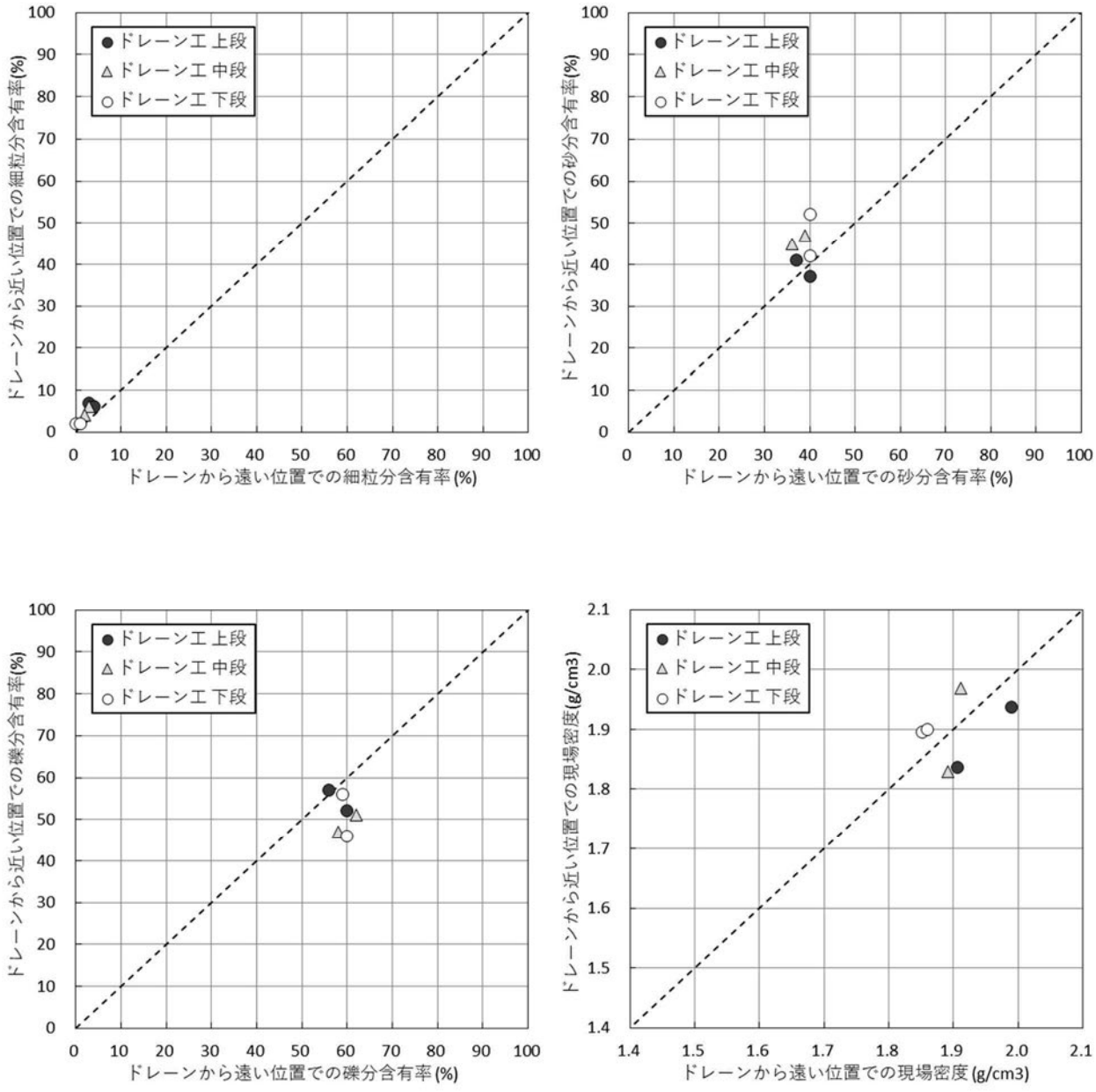


図 3-3　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(3) 佐保川右岸 0.8k（D3）

当該箇所において、ドレーン背面土はシルト質砂である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分含有率は、ドレーン遠方と比較して近傍箇所で低い結果となったことから、近傍箇所の細粒分がドレーン方向へ吸出させるように移動している可能性がある。現場密度はドレーン近傍で小さな値を示すことから、細粒分の分布傾向と一致する。

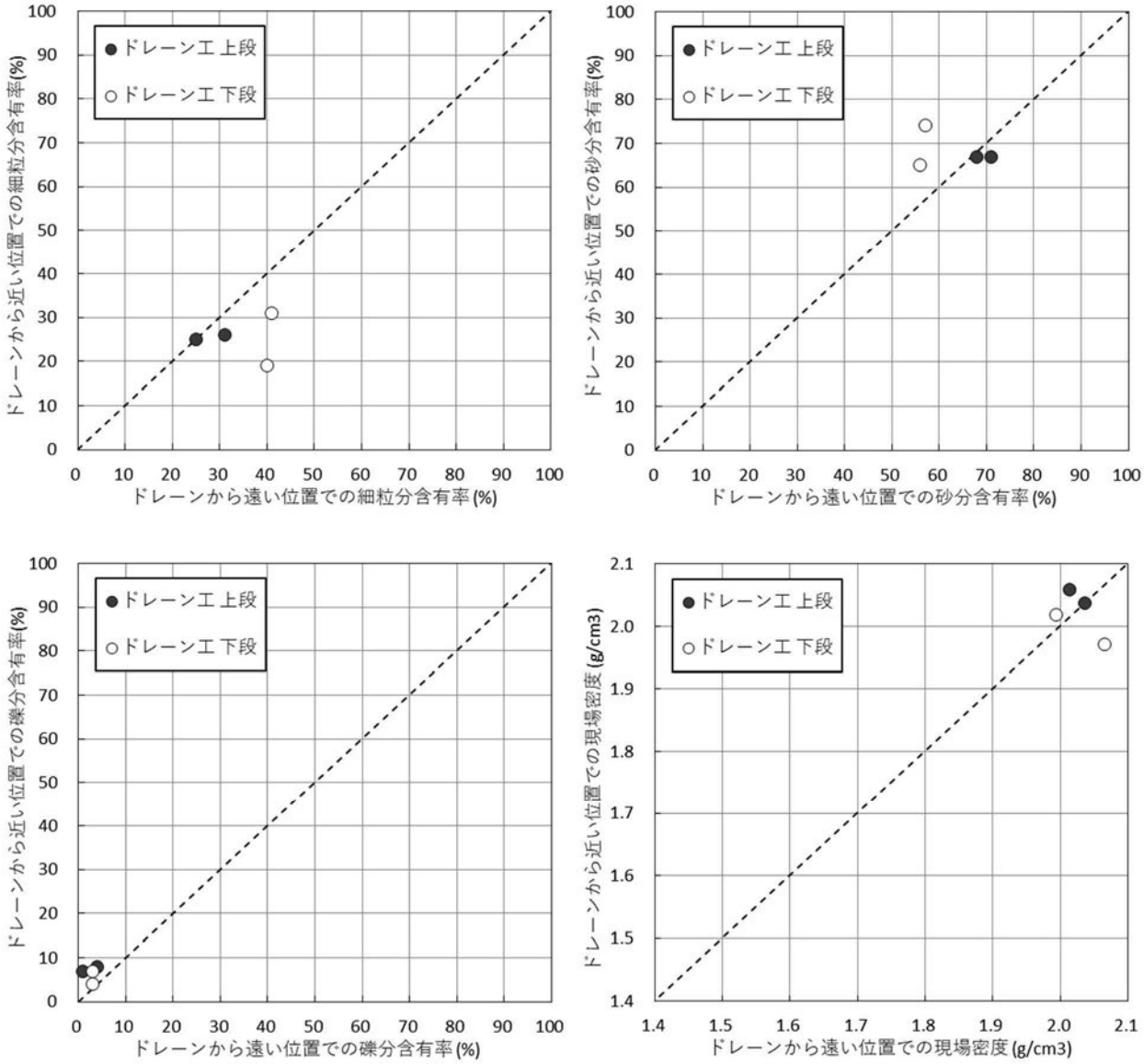


図 3-4　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(4) 木曽川右岸 8.8k（D4）

当該箇所において、ドレーン背面土は中～上段でシルト混じり砂、下段でシルト質砂となり、深度によりやや土性が異なる。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分含有率は、中段～上段では明確な変化は見られないが、下段ではドレーン遠方と比較して近傍箇所で低い結果となったことから、近傍箇所の細粒分がドレーン方向へ吸出させるように移動している可能性がある。現場密度はドレーン近傍で小さな値を示すことから、細粒分の分布傾向と一致する。

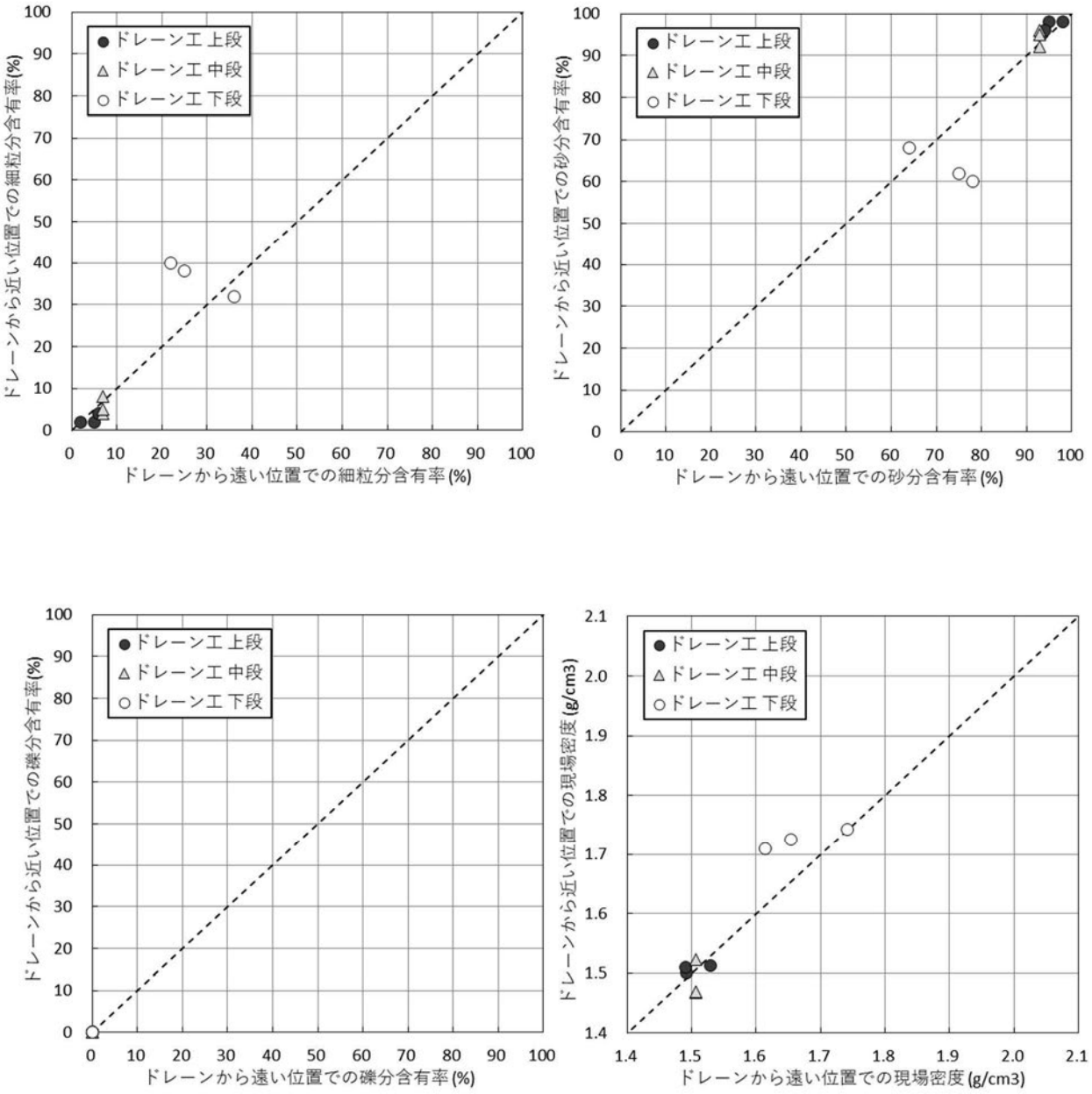


図 3-5　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(5) 斐伊川右岸 7.5k（D5）

当該箇所において、ドレーン背面土はシルト質砂である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分含有率は、明確な変化は見られず、土粒子が移動している可能性は低いものと考えられる。現場密度はドレーン上段で小さい値を示しており、締固めが十分でない可能性があるものの、ドレーンからの距離による差は見られない。

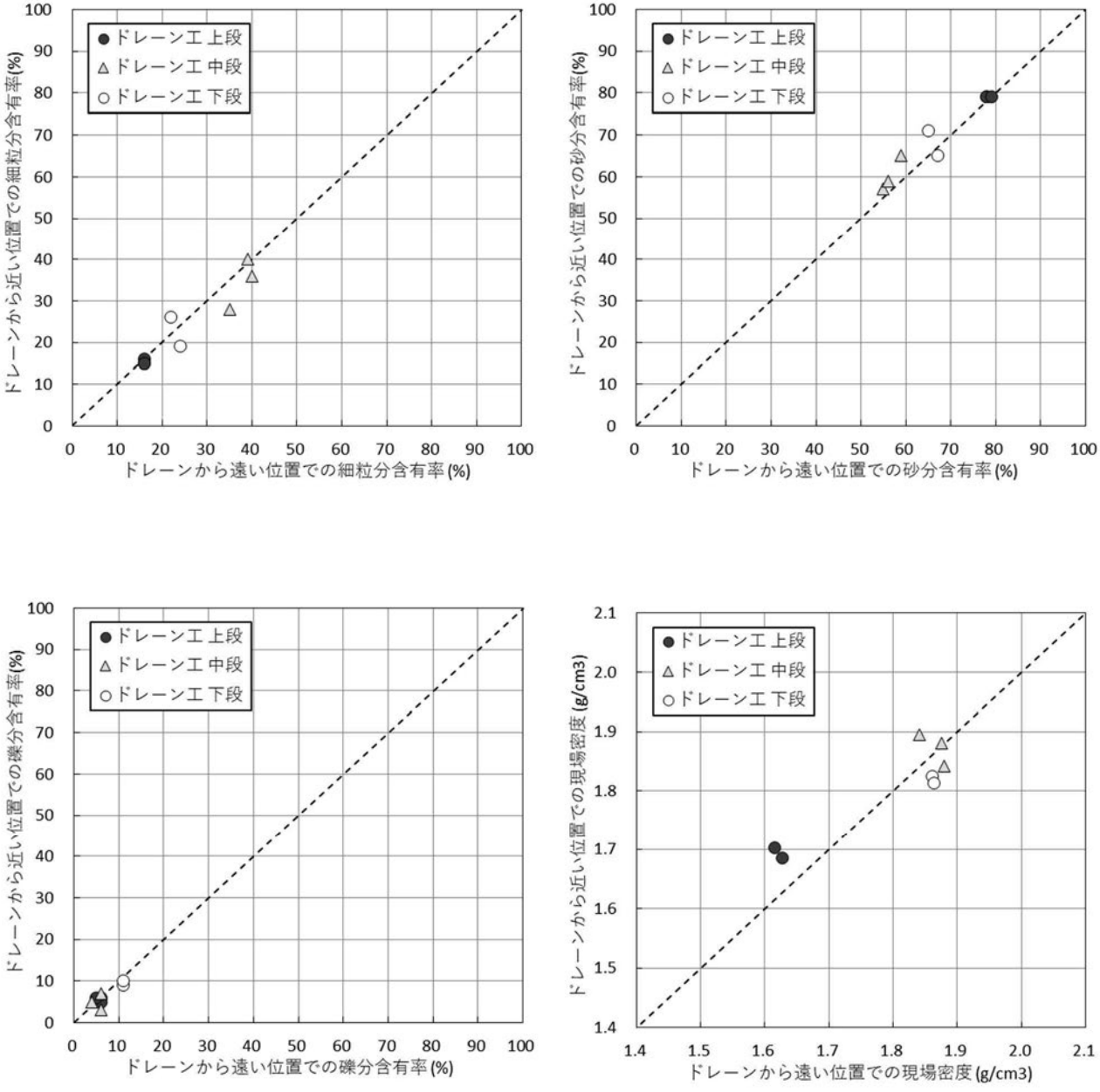


図 3-6　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(6) 紀の川右岸 16.0k（D6）

当該箇所において、ドレーン背面土は細粒分を僅かに含む砂礫である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分は含有率が小さくドレーンからの距離によらず同様の傾向である一方、砂分含有率はドレーン遠方と比較して近傍箇所で低い結果となったことから、近傍箇所の砂分がドレーン方向へ吸出されるように移動している可能性がある。現場密度はドレーン近傍の方が小さな値を示すことから、砂分の分布傾向と一致する。

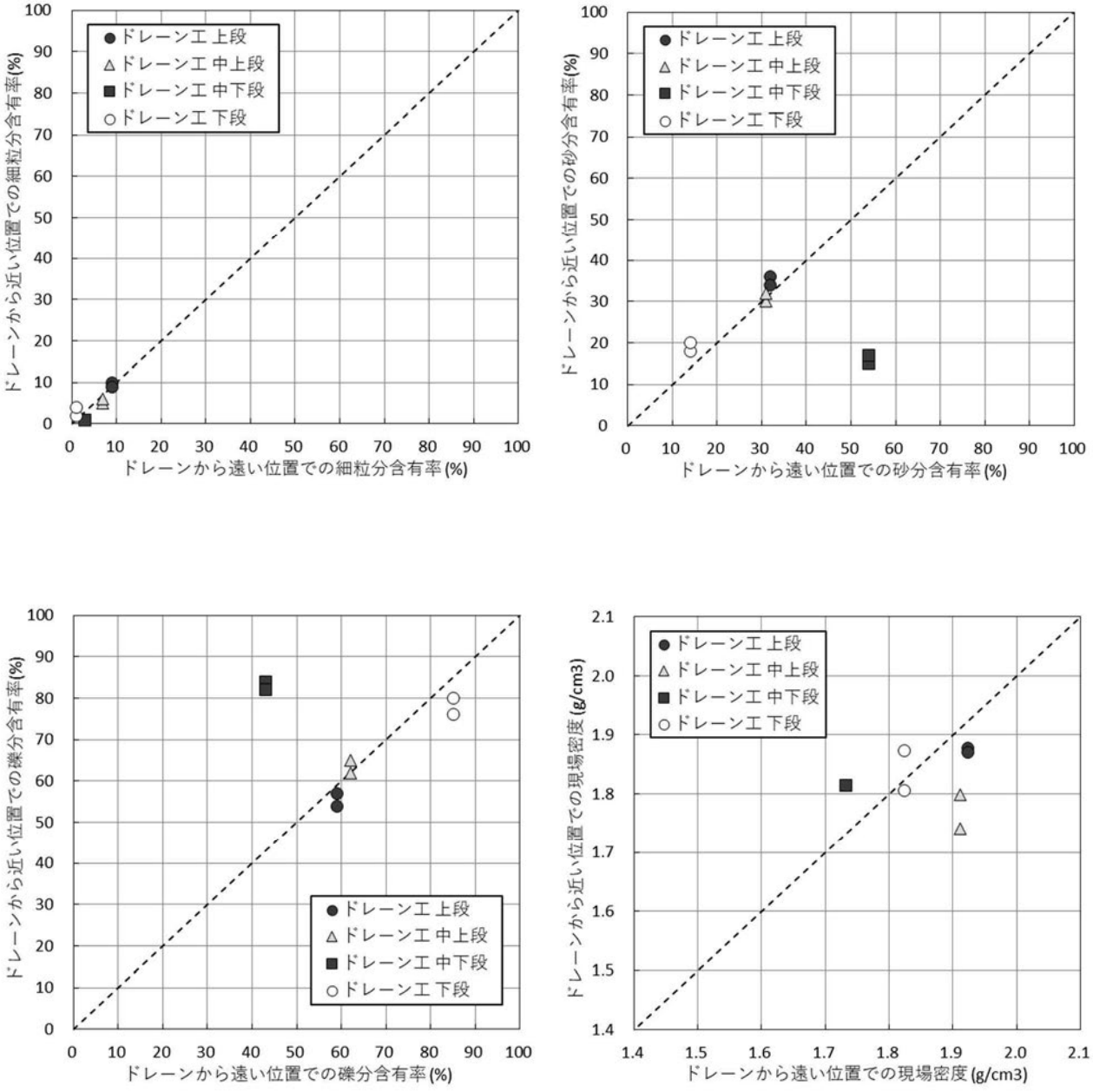


図 3-7　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(7) 佐保川右岸 3.0k-80m（D7）

当該箇所において、ドレーン背面土は礫分を僅かに含むシルト質砂である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、下段を除いた高さでは、同様の値である一方、下段においては、細粒分含有率は、ドレーン遠方と比較して近傍箇所で低い結果となったことから、近傍箇所の細粒分がドレーン方向へ吸出されるように移動している可能性がある。その結果、砂分含有率は相対的に近傍箇所で高くなったものと考えられ、現場密度はドレーン近傍で小さな値を示すことから、粒度分布の傾向と一致する。

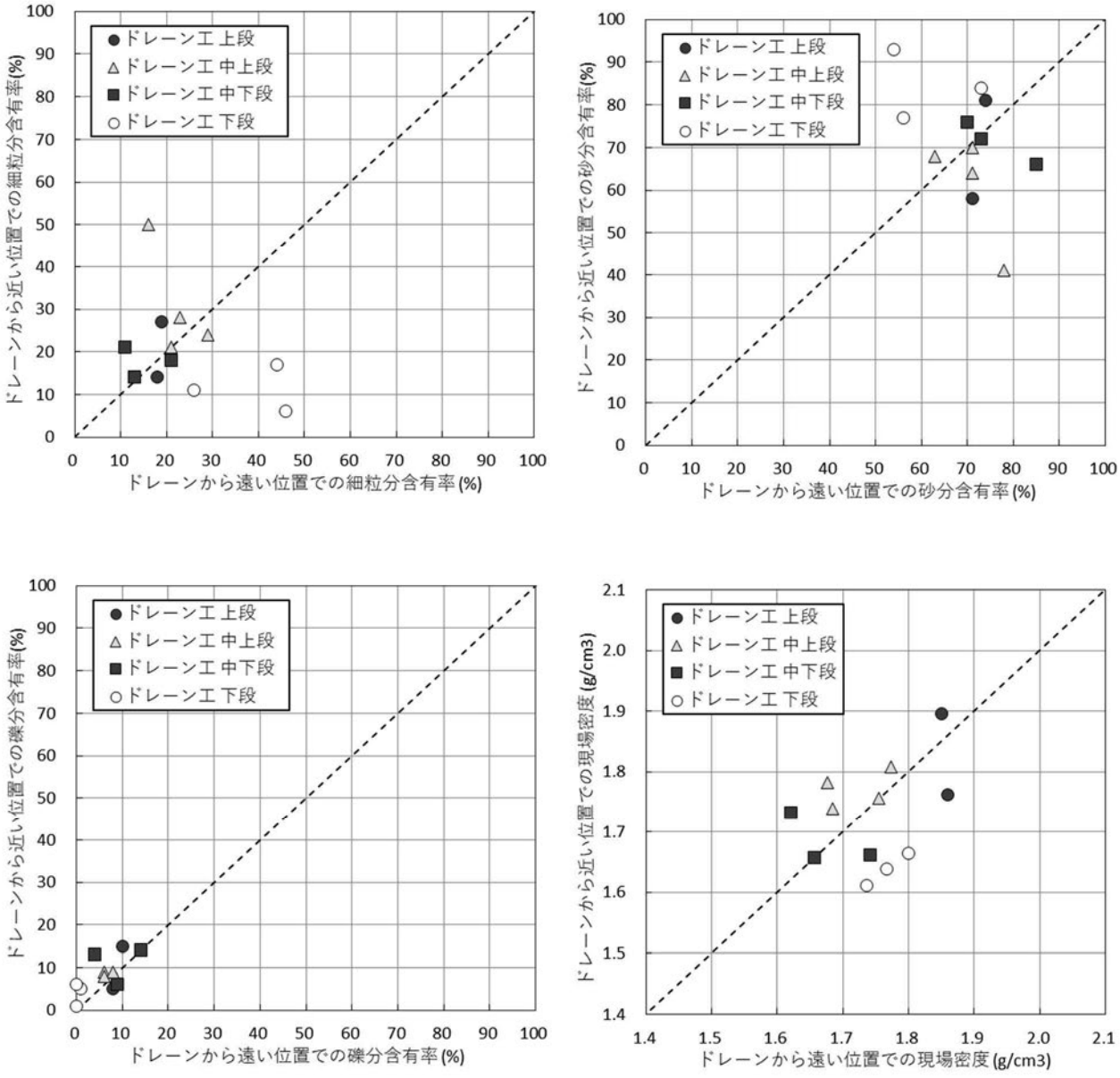


図 3-8　ドレーンからの距離による粒度特性・現場密度の比較

(8) 嘉瀬川左岸 12.0k-32m（D8）

当該箇所において、ドレーン背面土は礫分を僅かに含むシルト質砂である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、どの粒径区分においてもドレーンからの距離によらず同様の値を示すことから、土粒子は移動していないものと想定される。なお、当該箇所において現場密度試験は実施していない。

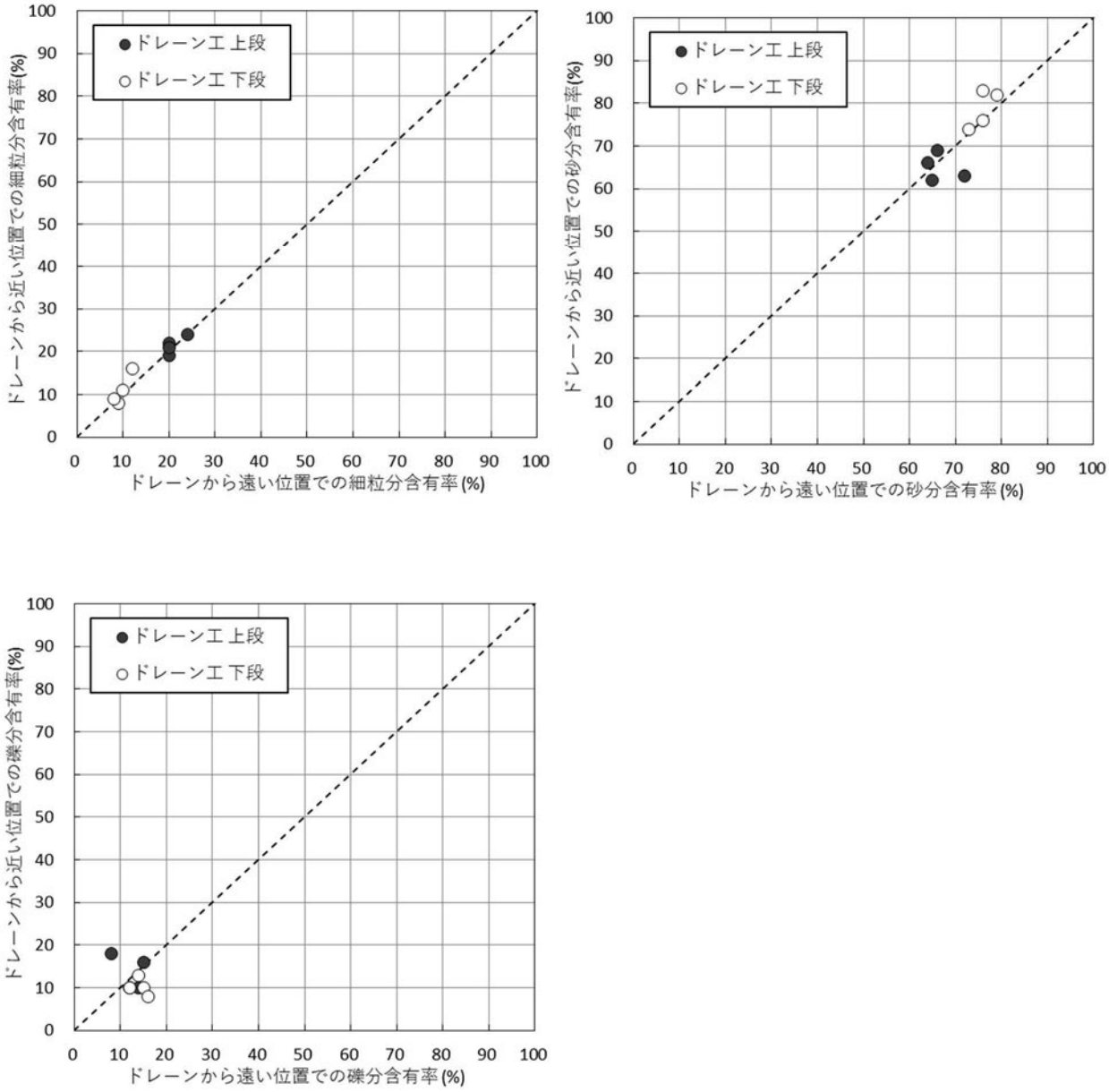


図 3-9　ドレーンからの距離による粒度特性の比較

(9) 那珂川左岸 18.5k-166m（D9）

当該箇所において、ドレーン背面土は細粒分を 20～70%程度含む砂質シルト～シルト質砂である。粒径区分ごとの含有率を、ドレーンからの距離で整理した結果、細粒分含有率は、ドレーンから近い位置で相対的に大きな値を示す一方、砂分含有率および礫分含有率はドレーンからの距離による傾向は見られなかった。なお、当該箇所において現場密度試験は実施していない。

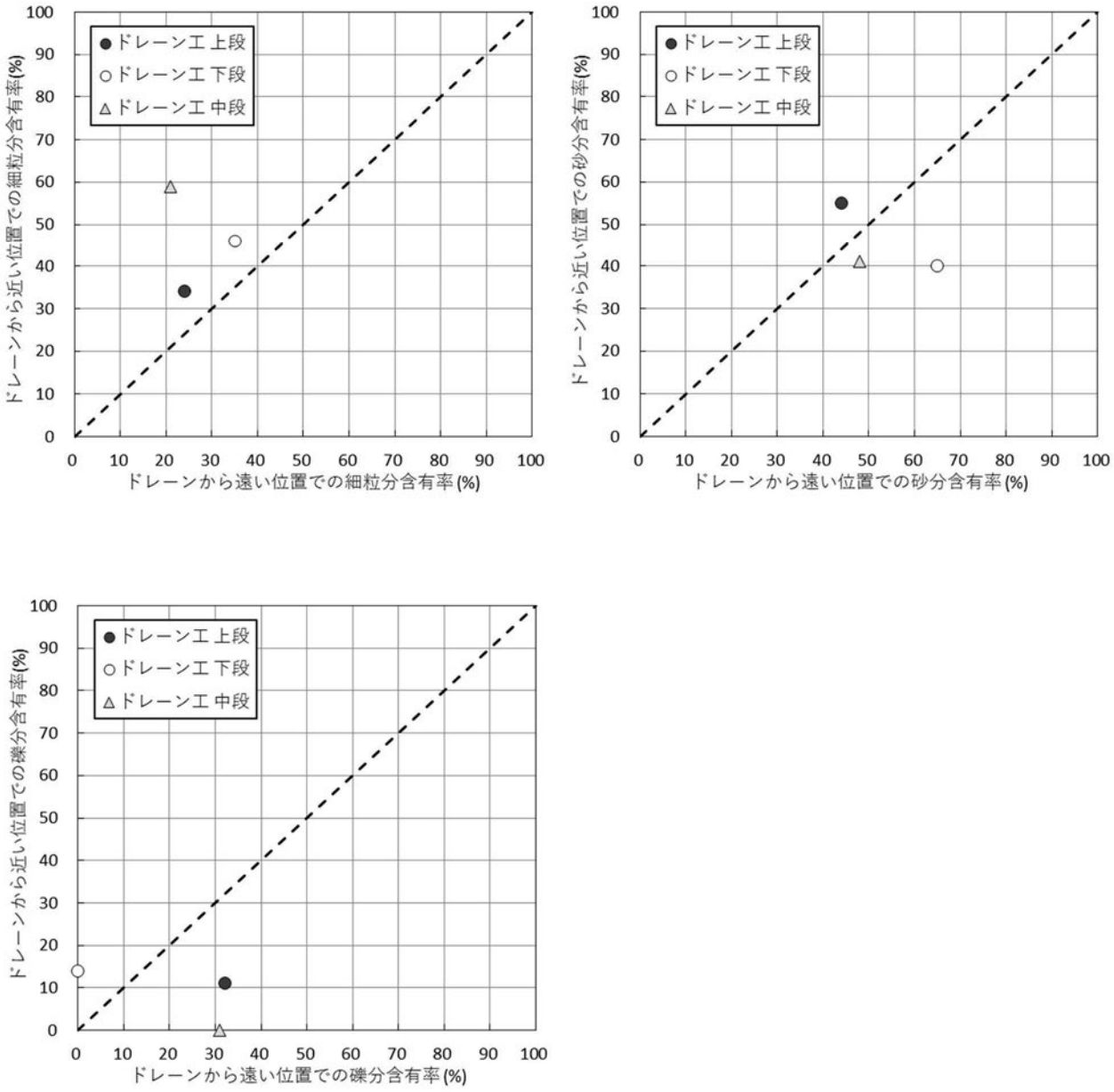


図 3-10　ドレーンからの距離による粒度特性の比較

3.1.2　遮水シートエ

遮水シートの背面土を採取し、粒度試験を実施した。試験結果を表 3-5 に示す。

各地点で採取した試料（3 箇所）を比較した結果、粒度分布（礫分含有率（Gc）、砂分含有率（Sc）、細粒分含有率（Fc））は同様であることから、遮水シート背面土に局所的な乱れは見られない。

表 3-5　遮水シート背面土調査結果一覧

No.	河川名	調査地点	経過年数	試料採取位置	試料番号	現場密度 ρ t(g/cm3)	物理試験結果					
							Gc(%)	Sc(%)	Fc(%)	D_{50}(mm)	D_{20}(mm)	U_c
S1	庄内川	右岸5.8k+21m	5	遮水シート背面	1	1.97	16	45	39	0.129	0.011	—
					2	1.89	15	46	39	0.126	0.007	—
					3	1.90	18	45	37	0.141	0.009	—
S2	佐保川	右岸3.2k-20m	10	遮水シート背面	1	1.80	15	69	16	0.461	0.139	275
					2	1.74	25	59	16	0.569	0.141	113
					3	1.71	27	63	10	0.821	0.286	15
S3	佐保川	右岸3.2k+10m	10	遮水シート背面	1	2.05	2	57	41	0.127	0.005	—
					2	1.79	2	66	32	0.218	0.014	—
					3	2.00	1	55	44	0.116	0.003	—
S4	庄内川	左岸14.8k-83m	11	遮水シート背面	1	1.94	5	45	50	0.077	0.003	—
					2	1.77	7	42	51	0.070	0.004	—
					3	1.88	3	37	60	0.04	0.003	—
S5	佐保川	右岸3.2k-62m	10	遮水シート背面	1	1.91	20	56	24	0.315	0.031	225
					2	1.64	20	56	24	0.297	0.032	152
					3	1.97	12	61	27	0.250	0.015	—
S6	北川	右岸3.6k+52m	19	遮水シート背面	重なり部-0.8m	2.00	51	33	16	2.160	0.137	195
					重なり部-0.4m	1.82	43	36	21	1.130	0.066	269
					重なり部	1.92	43	37	20	1.190	0.078	272

3.2　材料試験

3.2.1　ドレーン工（吸出し防止材）

ドレーン工の吸出し防止材を対象に実施した材料試験結果を表 3-6 に示す。

「引張強さ」および「伸び率」で規格値を一部満足していない箇所があるものの、ドレーン工の機能（排水性）に影響を及ぼす「透水係数」については、全箇所で規格値を満足する結果となった。

表 3-6　吸出し防止材の材料試験結果一覧

No.	河川名	調査実施地点	経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
						厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
D1	嘉瀬川	右岸7.6k-50m	4	なし	不明（t=10mm）	8.9	10	7.6	76	5.0E-04
D2	紀の川	右岸11.2k+40m	6	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	8.7	5	9.3	78	3.0E-04
D3	佐保川	右岸0.8k	6	あり	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	8.9	12	5.7	84	3.0E-04
D4	木曽川	左岸8.8k	12	なし	不明（t=10mm）	9.2	7	7.4	124	4.0E-04
D5	斐伊川	右岸7.5k	10	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	10.7	8	8.0	111	5.0E-04
D6	紀の川	右岸16.0k	10	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	11.3	4	11.3	130	7.0E-04
D7	佐保川	右岸3.0k-80m	10	あり	ステラフェルトJ4-10（t=10mm）	12.8	10	39.4	46	4.0E-04
D8	嘉瀬川	左岸12.0k-32m	9	あり	不明（t=10mm）	9.7	7	5.8	72	7.0E-04
D9	那珂川	左岸18.5k-166m	20	あり	不明（t=10mm）	ー	10	ー	10	7.0E-04
規格値						ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

次に、実施した試験項目について、経過年数および氾濫危険水位の経験有無で整理した結果を図 3-11 に示す。

それぞれの試験項目で試験結果のバラツキが大きく、経過年数あるいは、氾濫危険水位経験の有無に対する傾向は見られない結果となった。

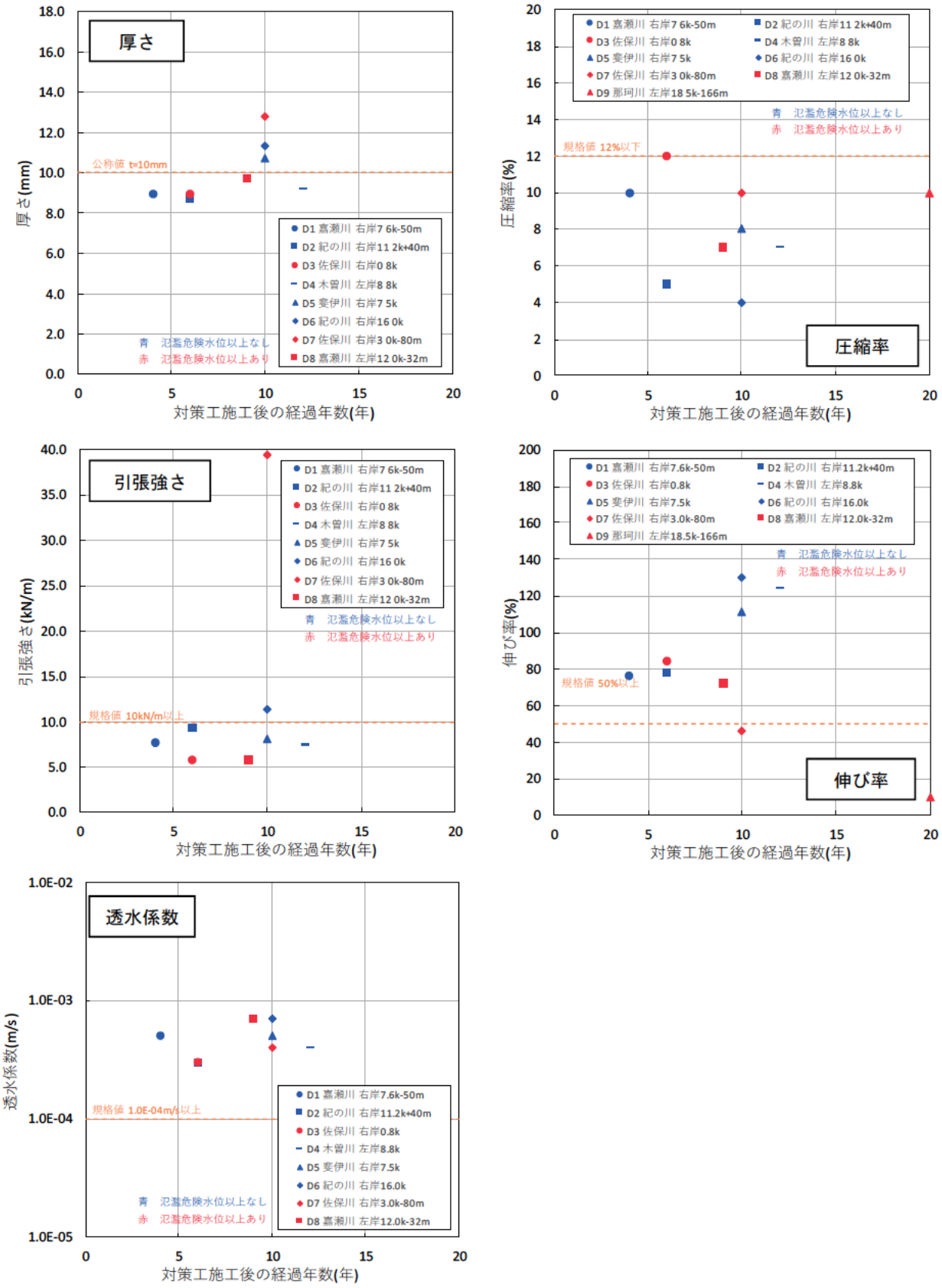


図 3-11　経過年数による各材料試験結果（吸出し防止材）

3.2.2　遮水シート工

遮水シートの材料試験結果を表 3-7 以下に示す。

「硬さ」、「引張強さ」、「伸び率」および「柔軟性」で規格値を一部満足していない箇所がある結果となった。ただし、規格値に対する不足は僅かであることから、調査時点においては、遮水シートの機能に問題はないものと考えられる。

表 3-7　遮水シートの材料試験結果一覧

No.	河川名	調査実施地点	経過年数	覆土厚（cm）	材質（製品名）	試験結果				
						硬さ（HDA）	引張強さ（N/mm^2）	引裂強さ（kN/m）	伸び率（%）	柔軟性（℃）
S1	庄内川	右岸5.8k+21m	5	20	エチレン酢酸ビニール（ベーブマットPEV-10）	92	19.7	73.3	560	-42
S2	佐保川	右岸3.2k-20m	10	10	純ポリ塩化ビニール（サンドガードSG-10）	89	23.7	99.2	270	-8
S3	佐保川	右岸3.2k+10m	10	30	純ポリ塩化ビニール（サンドガードSG-10）	88	22.9	96.0	270	-14
S4	庄内川	左岸14.8k-83m	11	20	エチレン酢酸ビニール共重合体樹脂（ニードフル遮水マット）	89	13.9	69.1	530	-54
S5	佐保川	右岸3.2k-62m	10	20	純ポリ塩化ビニール（サンドガードSG-10）	87	21.8	86.0	280	-15
S6	北川	右岸3.6k+52m	19	0	純ポリ塩化ビニール（ニードフル遮水マット）	97	28.0	123.7	260	5
規格値					上段：純ポリ塩化ビニール 下段：エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

次に、実施した試験項目について、経過年数および覆土厚で整理した結果を図 3-12、図 3-13 に示す。

「硬さ」、「引張強さ」、「引裂強さ」については、経過年数の増加に伴い、値が大きくなる傾向が見られ、材料の経過年数にともなう劣化は見られなかった。一方、上記 3 項目の覆土厚に着目すると、20cm の場合に最も値が小さくなるものの、覆土厚の増加に伴い、値が大きくなる傾向が確認された。

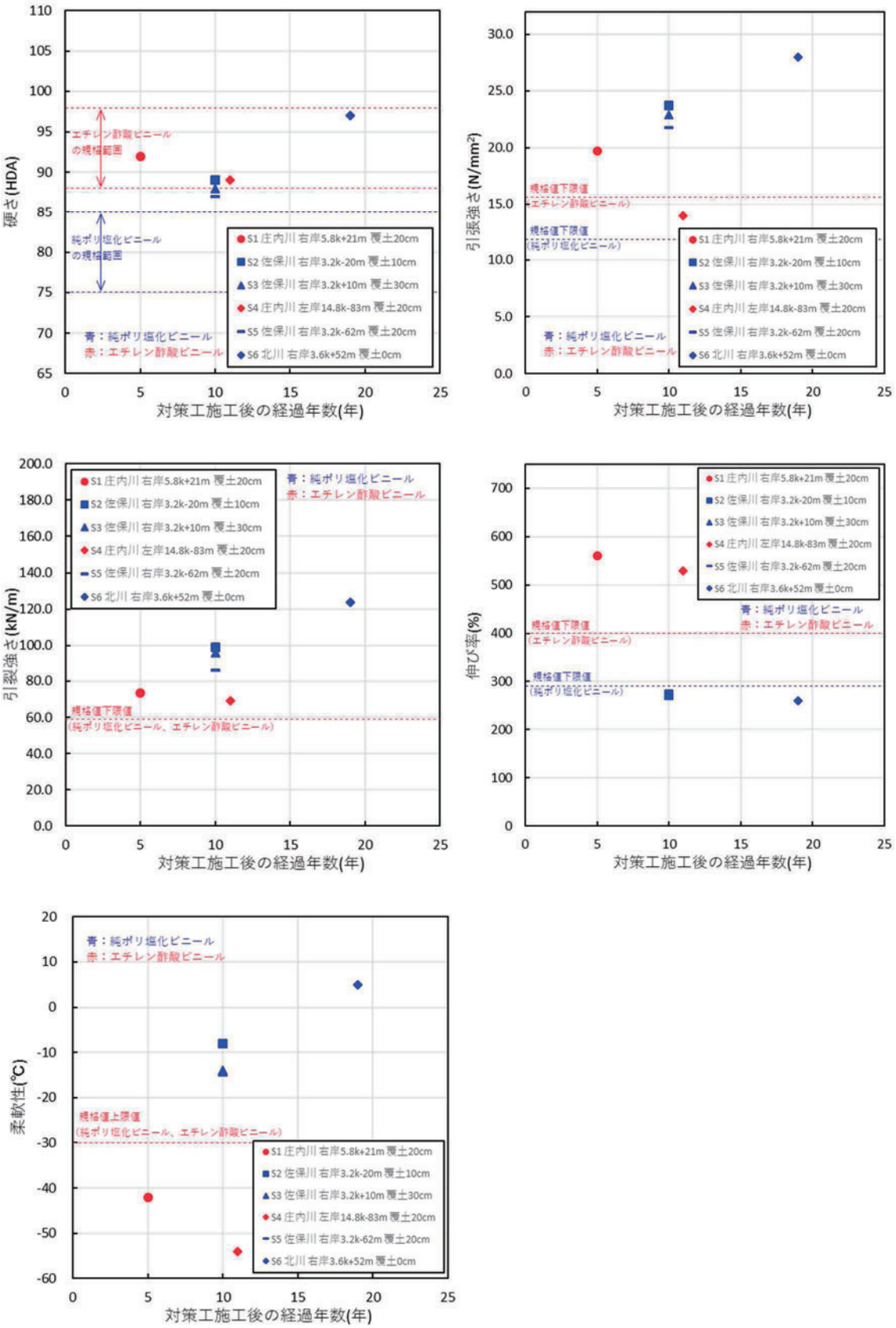


図 3-12　経過年数による各材料試験結果（遮水シート）

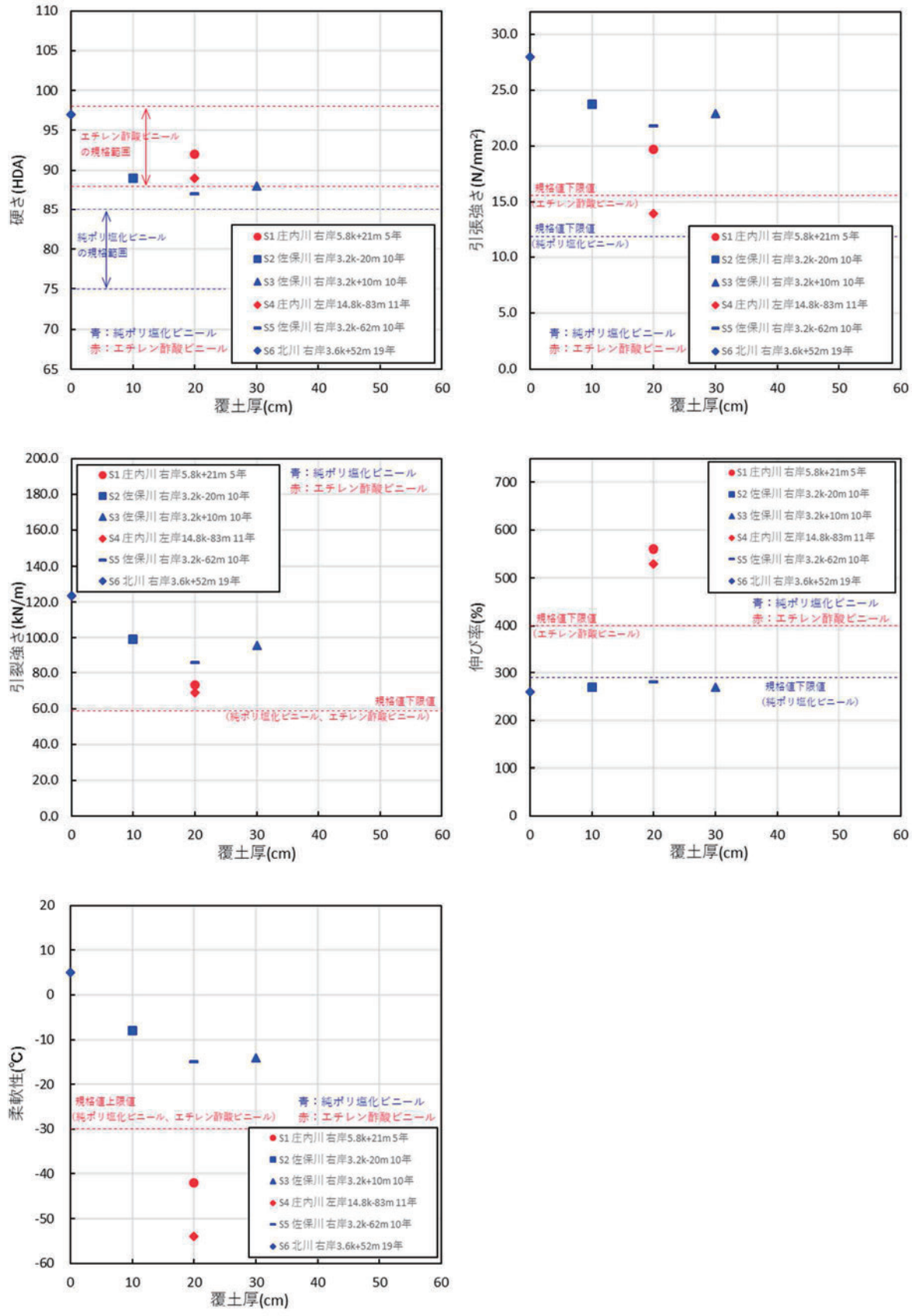


図 3-13　覆土厚による各材料試験結果（遮水シート）

4.　目詰まりのし易さに関する検討

ドレーン工の施工により、堤体内に浸透した水の排水性が向上することから、のり尻付近（特に、ドレーン工背面）の浸透流速は無対策時と比べて大きくなる。その影響範囲はドレーン工と背面土の透水性およびその比に大きく依存する。さらには、土粒子の再配列に伴う目詰まり現象を考えた場合、流速のみならず、移動する土粒子の粒径や全体の粒度分布も重要であると考えられる。本章では、一般的な堤防の出水時を想定した浸透流解析により、幾つかの堤体土質条件による浸透状況を確認するとともに、調査結果との比較を行い、粒子の移動に関する考察を行った。

4.1　浸透流解析による流況の検討

4.1.1　検討概要

浸透流解析は、図 4-1 に示す半断面のモデルを採用し、平均動水勾配が 0.2 となるように水位を上昇させた。

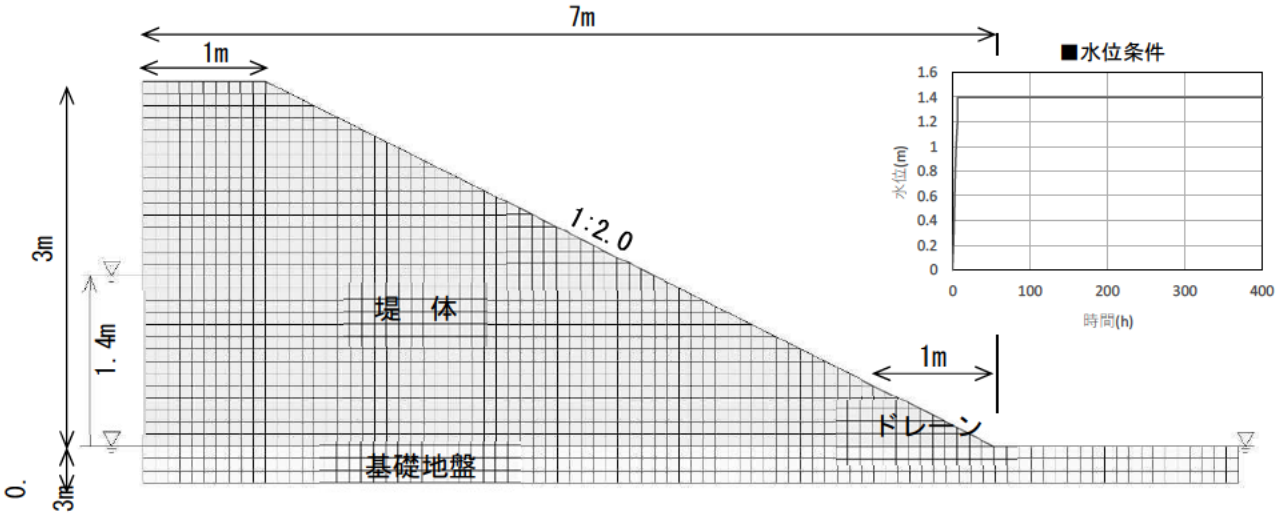


図 4-1　検討モデル図

基礎地盤は難透水条件とし、堤体内での浸透挙動のみに着目した。検討ケースを表 4-1 に示す。堤体の透水性は 1.0×10^{-4}～1.0×10^{-2}(cm/s)の 3 ケース、ドレーンは経年的な透水性の変化を考慮して、1.0×10^{-1}(cm/s)、1.0×10^{-2}(cm/s)の 2 ケースとし、堤体の透水性とドレーンの透水性が同一となる場合を除外した計 5 ケースを対象とした。

表 4-1　検討ケース

CASE	堤体 k_s（cm/s）		ドレーン k_d（cm/s）	Kd/ks
CASE1	粘性土	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-2}	100
CASE2			1.0×10^{-1}	1000
CASE3	砂質土	1.0×10^{-3}	1.0×10^{-2}	10
CASE4			1.0×10^{-1}	100
CASE5	礫質土	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}	10

※堤体の土性に対して無対策としたケースも実施した

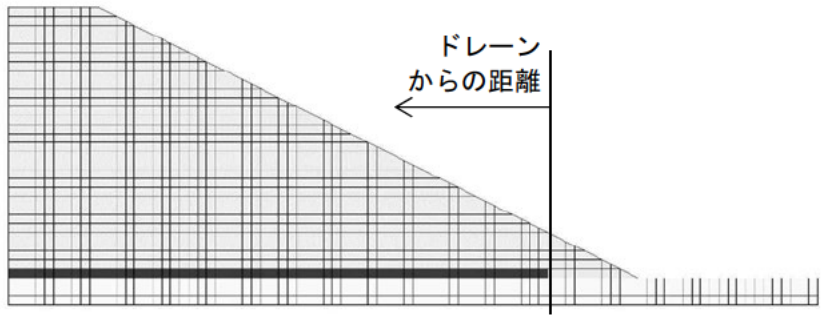
4.1.2　検討結果

CASE1～CASE5 の条件にて浸透流解析を実施し、最終時刻（t=400h）における背面土のドレーン底高位置（下図の水平太線位置）における流速分布及び対策の有無による流速分布を整理した。

流速は、当然ながら背面土の透水性に大きく依存するが、図 4-2 のように縦軸を対数として整理すると、設定した透水係数に応じて平行移動したような結果となる。すなわち、ドレーン工近傍位置における流速変化の絶対量は、透水性が高い場合で大きくなる。ドレーン近傍の流速は、粘性土で $6.0\sim6.2\times10^{-5}$(cm/s)、砂質土で $5.1\sim6.8\times10^{-4}$(cm/s)、礫質土で 5.1×10^{-3}(cm/s)となる。

一方、ドレーンの有無による流速比に着目した場合、ドレーンと背面土の透水係数比 kd/ks に大きく依存し、比が 100 倍で流速は約 2 倍、比が 10 倍で流速は約 1.5 倍となった。

次頁以降に各ケースの検討結果図を示す。



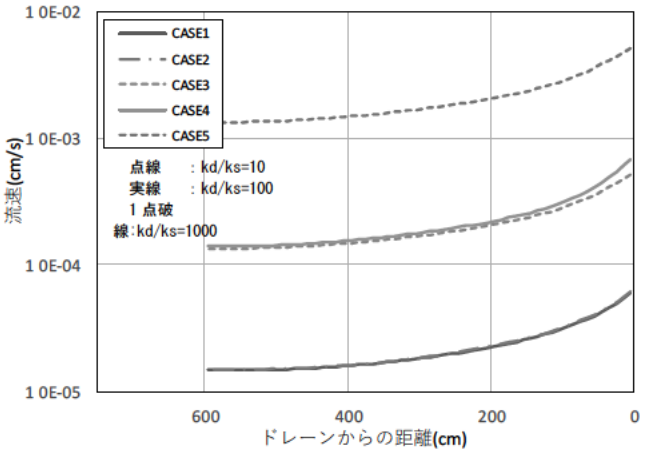


図 4-2　ドレーンからの距離と流速

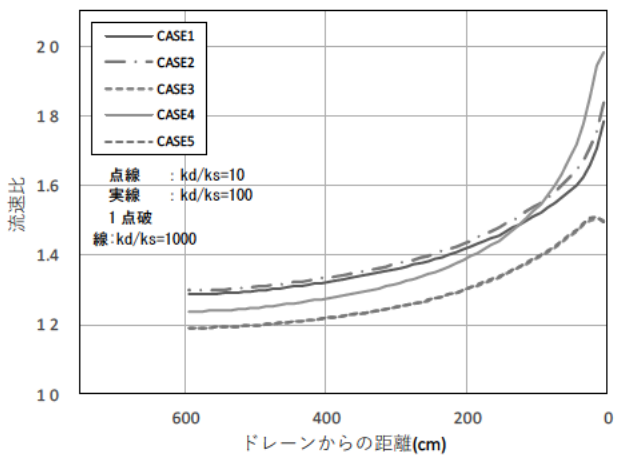


図 4-3　ドレーンの有無による流速比

＜CASE1＞　ks=1.0×10^{-4}(cm/s)、kd=1.0×10^{-2}(cm/s)

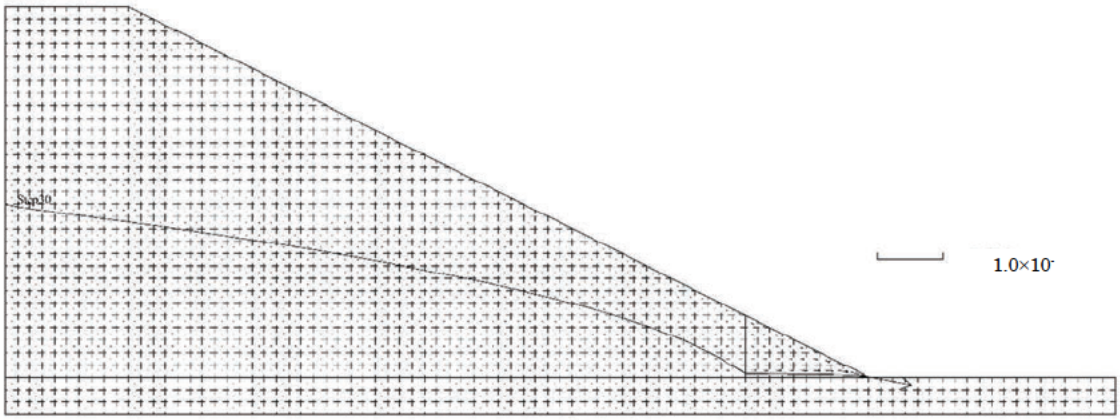


図 4-4　流速ベクトル図

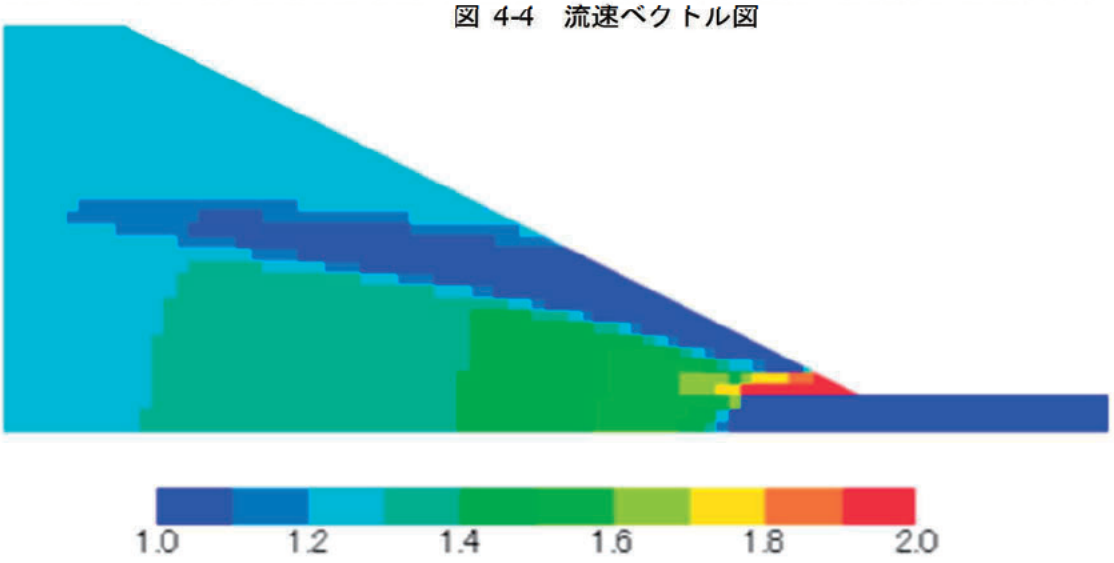


図 4-5　対策の有無による流速比コンター図

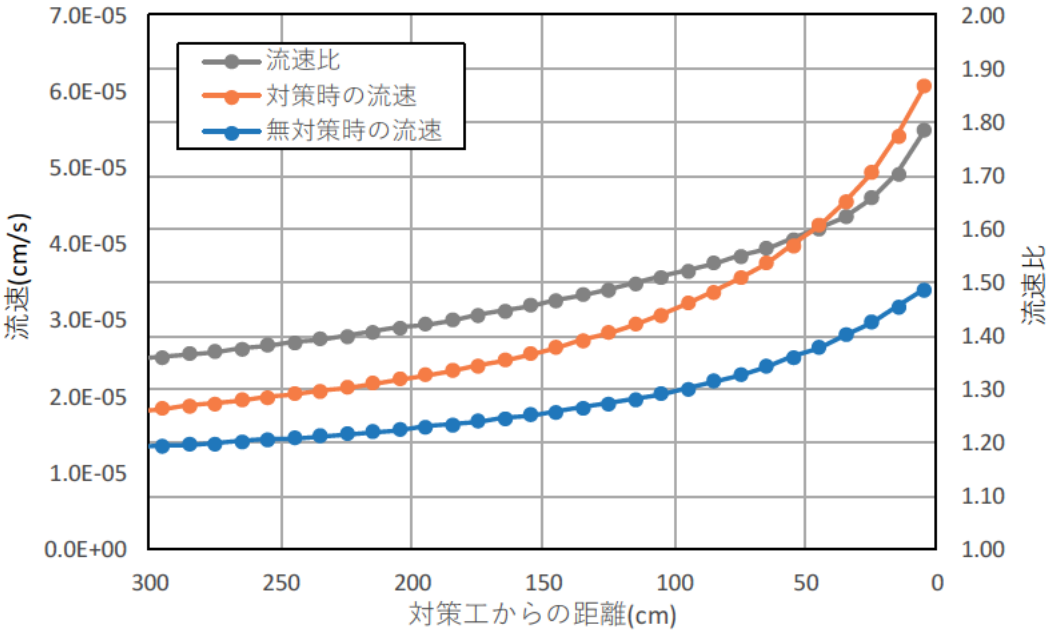


図 4-6　対策の有無による流速分布（ドレーン工底面高さ）

＜CASE2＞　ks=1.0×10^{-4}(cm/s)、kd=1.0×10^{-1}(cm/s)

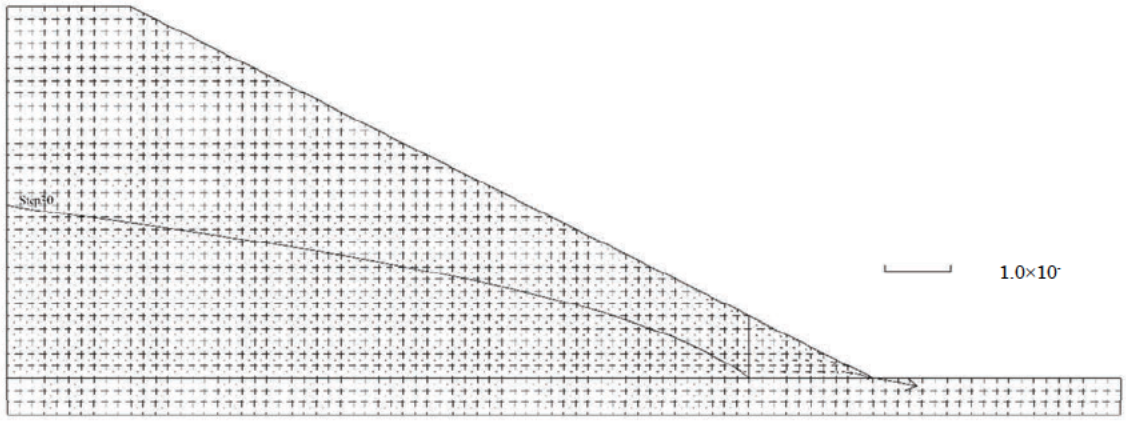


図 4-7　流速ベクトル図

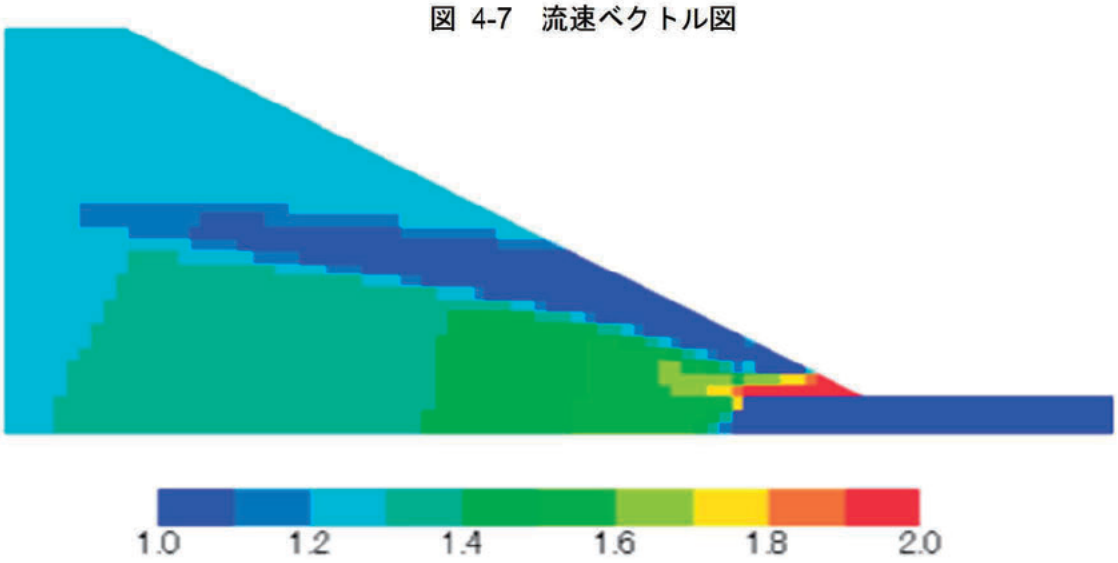


図 4-8　対策の有無による流速比コンター図

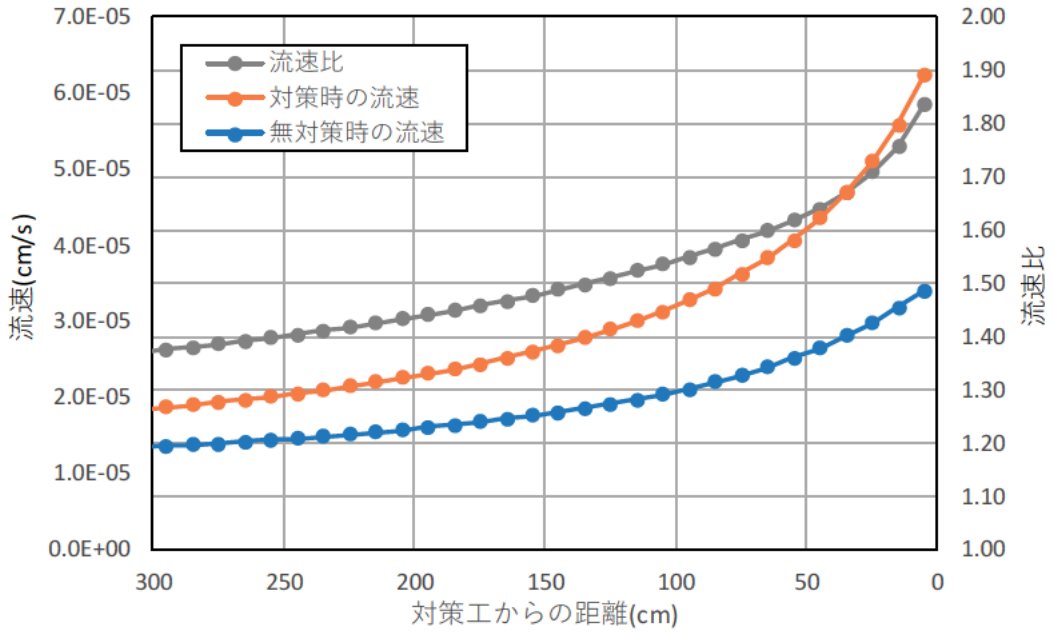


図 4-9　対策の有無による流速分布（ドレーン工底面高さ）

＜CASE3＞　ks=1.0×10^{-3}(cm/s)、kd=1.0×10^{-2}(cm/s)

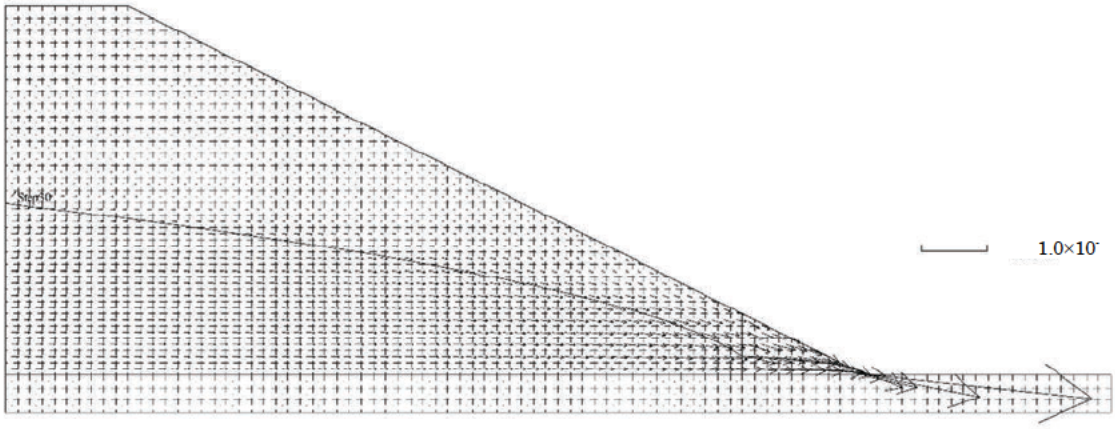


図 4-10　流速ベクトル図

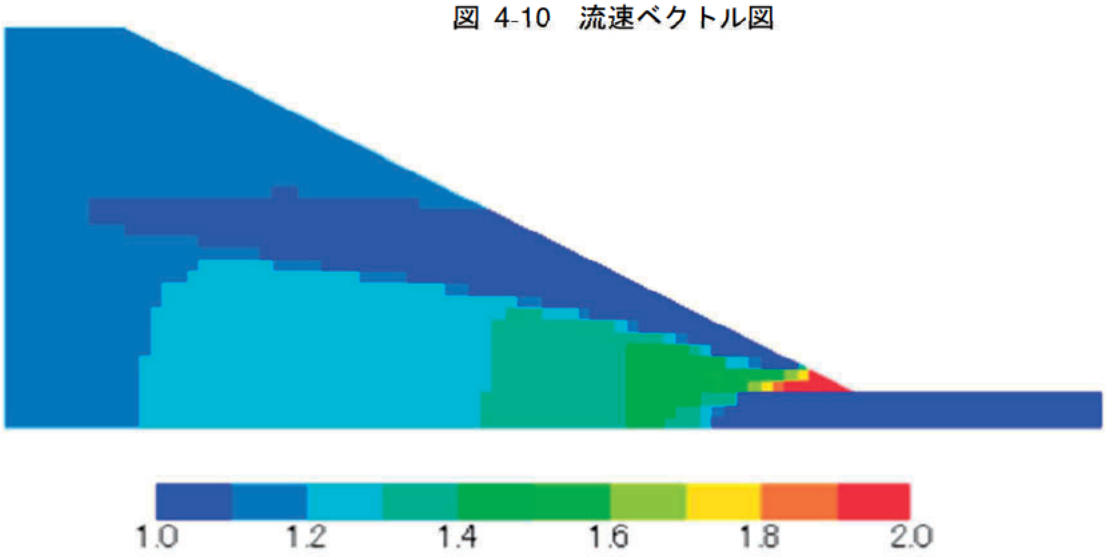


図 4-11　対策の有無による流速比コンター図

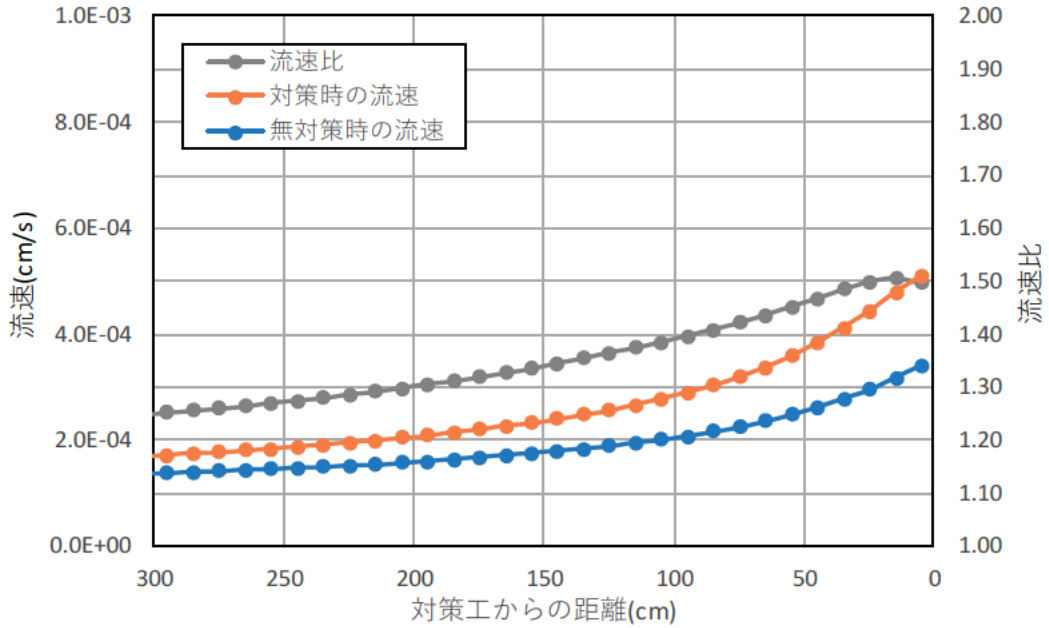


図 4-12　対策の有無による流速分布（ドレーン工底面高さ）

＜CASE4＞　ks=1.0×10^{-3}(cm/s)、kd=1.0×10^{-1}(cm/s)

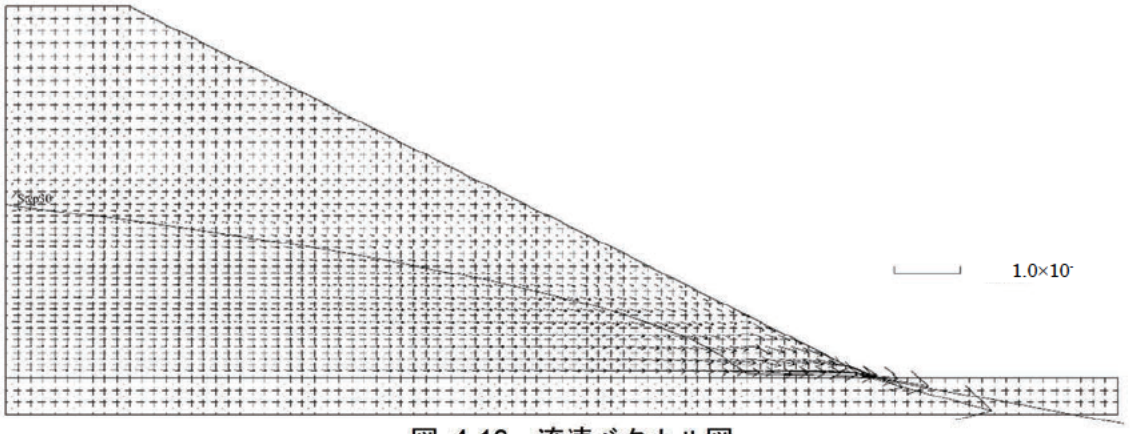


図 4-13　流速ベクトル図

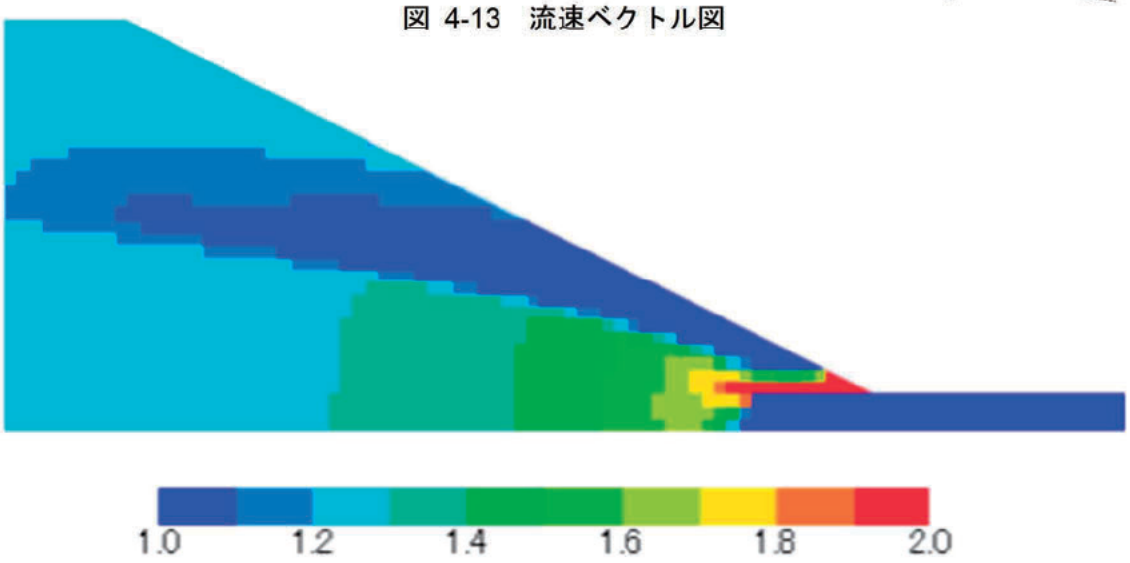


図 4-14　対策の有無による流速比コンター図

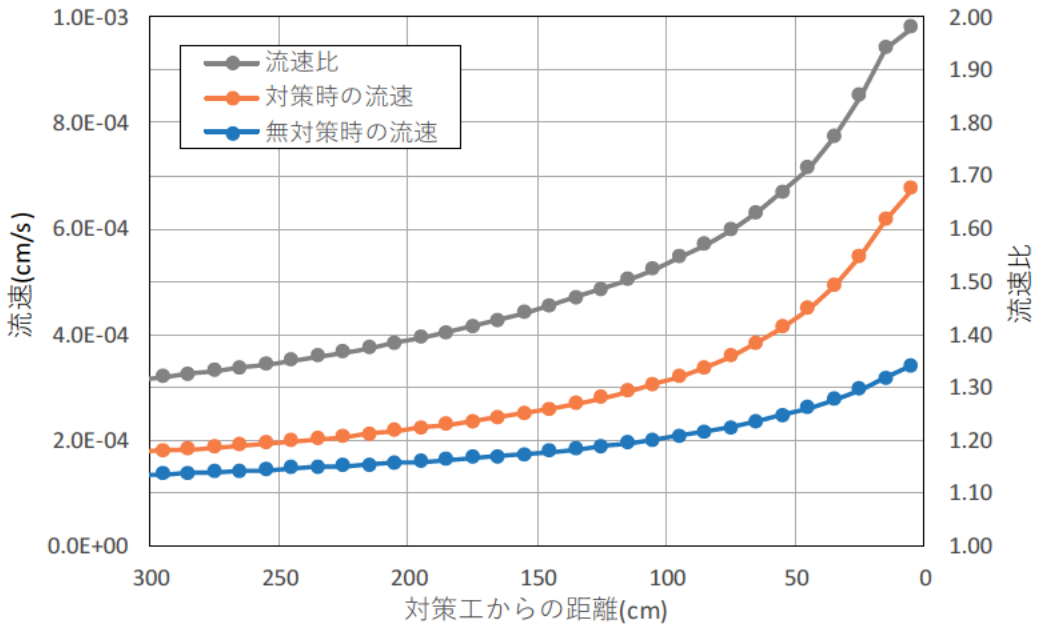


図 4-15　対策の有無による流速分布（ドレーン工底面高さ）

＜CASE5＞　ks=1.0×10^{-2}(cm/s)、kd=1.0×10^{-1}(cm/s)

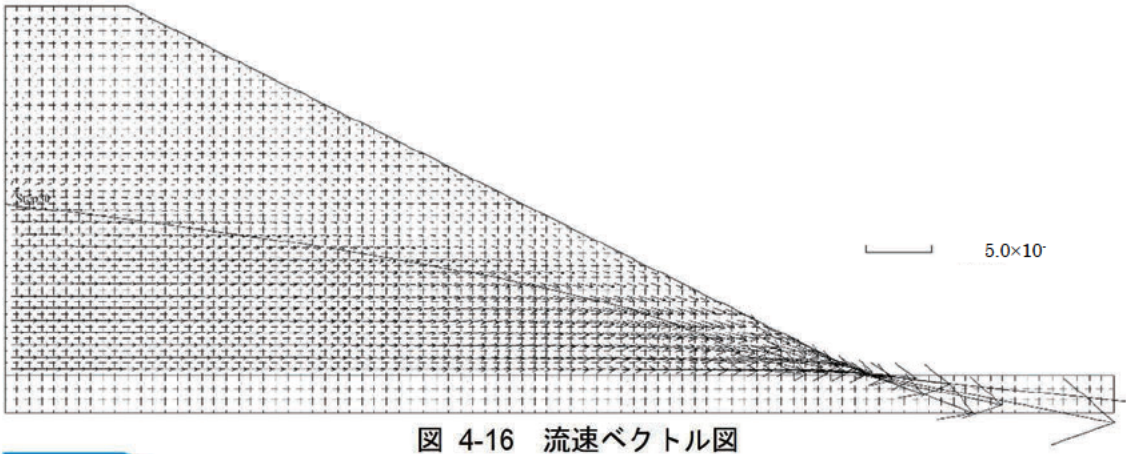


図 4-16　流速ベクトル図

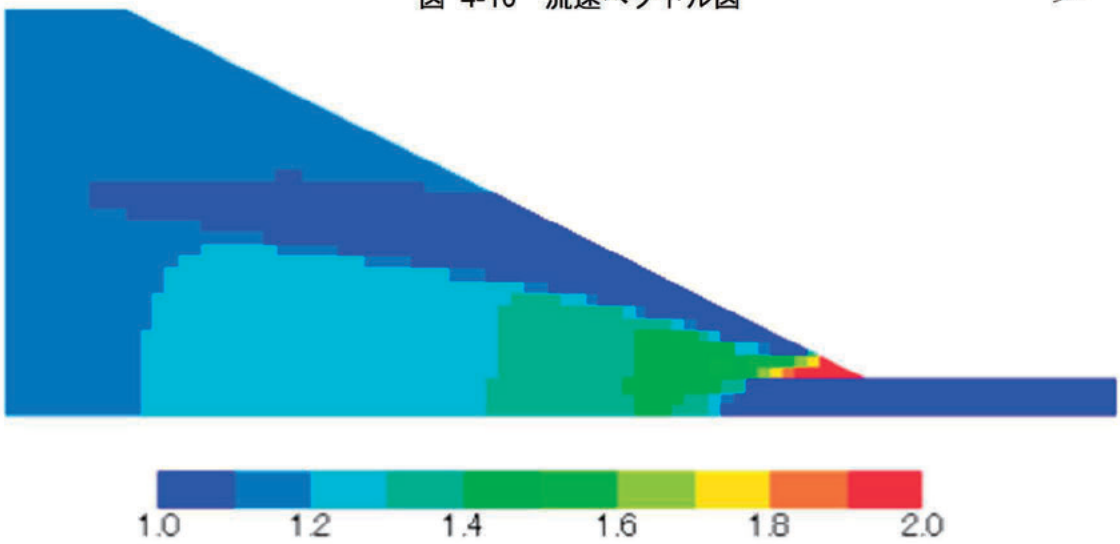


図 4-17　対策の有無による流速比コンター図

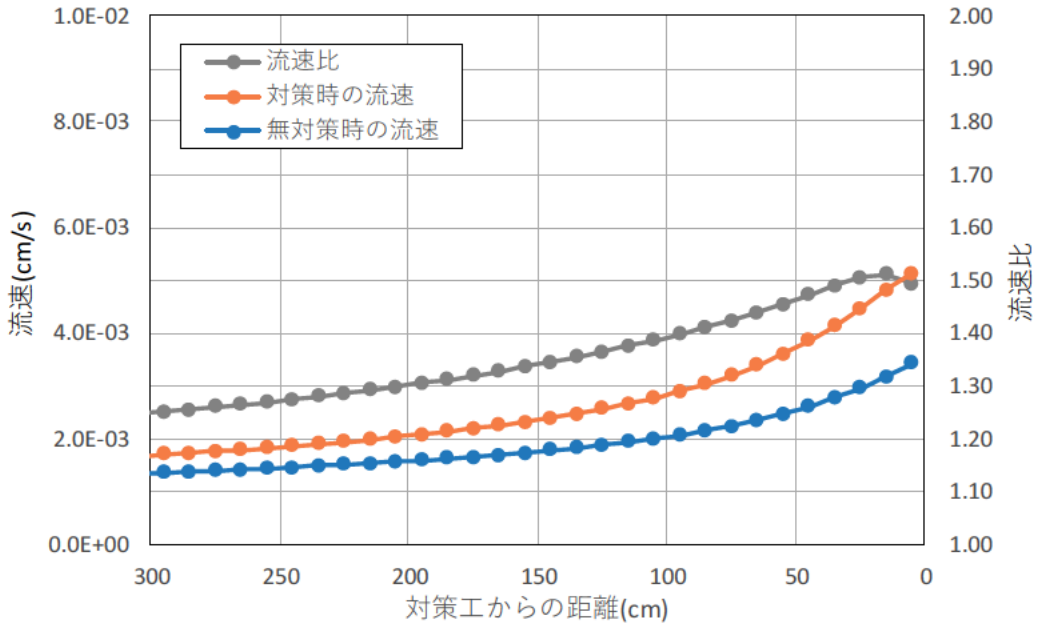


図 4-18　対策の有無による流速分布（ドレーン工底面高さ）

4.2　目詰まりに対する安定性検討

4.2.1　検討概要

土の目詰まりに関する研究は種々あるが、代表的なものとして Kenny の間隙くびれ径に関する研究 [5]が挙げられる。これは、フィルタ材が内部侵食を起こさないためには、対象とする粒径 D の通過百分率（F）に対して、4 倍粒径 4D の粒子質量含有率（H）が F 以上存在すること、すなわち、H/F≧1 である必要があるとするものである。

ここでは、ドレーン工周辺における目詰まりのし易さを把握するため、この間隙くびれ径に着目し、目詰まりを生じやすいと考えられる粒径を、各河川の代表的な粒径加積曲線に対して検討した。

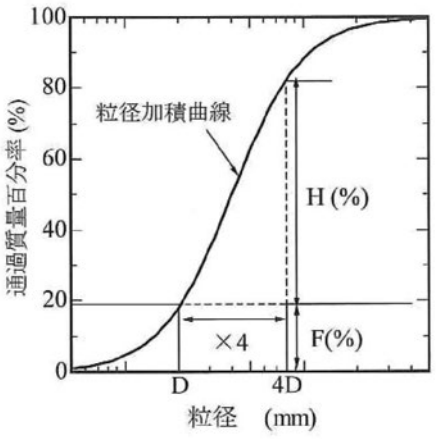


図 4-19　Kenny の H/F 指標の定義

4.2.2　検討結果

各地点において採取した代表的な試料に関する粒度試験結果および H/F の検討結果を、表 4-2 に示す。対象とする背面土は、細粒分を含む砂質土が大半であるが、一部の地点では砂礫であった。全ての土に対して、土粒子の移動が生じやすいと考えられる H/F<1 を確認することができ、H/F が最小となる粒径は、D2 地点を除き、0.002mm～0.07mm の範囲であった。

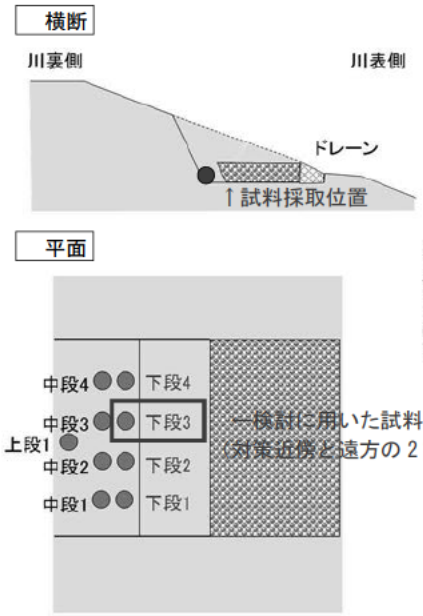
次頁以降に、各地点における整理結果を示す。

表 4-2　粒度試験結果および H/F の検討結果

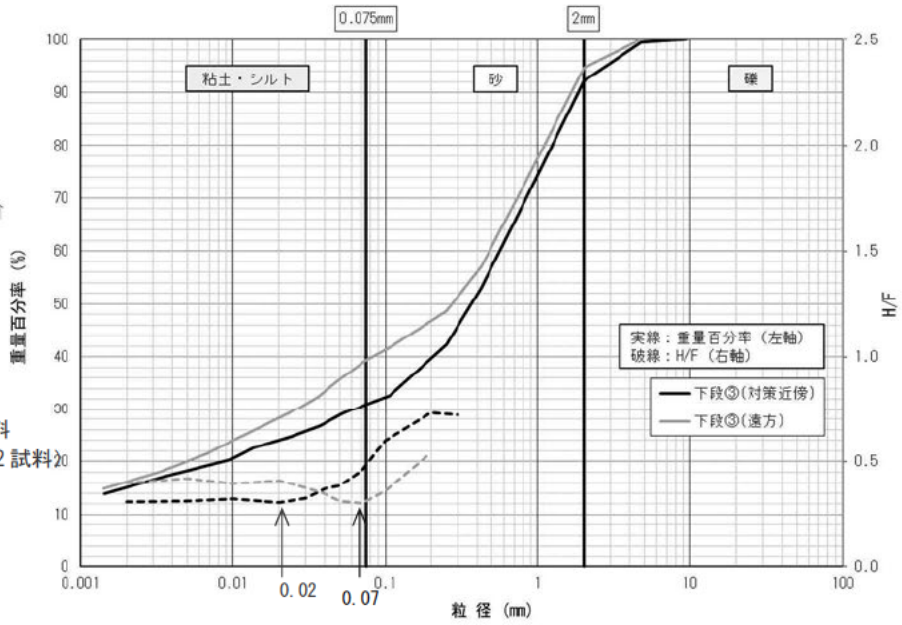
No	調査地点	ドレーンからの距離	粒度試験結果			H/Fの検討		
			Fc(%)	Sc(%)	Gc(%)	H/Fの最小値	最小となる粒径(mm)	H/F<1となる粒径範囲(mm)
D1	嘉瀬川右岸 7.6k-50m	近傍	31	61	8	0.31	0.02	0.01～0.3
		遠方	40	55	5	0.30	0.07	0.01～0.2
D2	紀の川右岸 11.2k+40m	近傍	2	52	46	0.43	1.5	0.6～1.5
		遠方	1	40	59	0.61	1.2	0.7～3.7
D3	佐保川右岸 0.8k	近傍	19	74	7	0.63	0.01	0.01～0.03
		遠方	40	57	3	0.50	0.01	0.01～0.1
D4	木曽川左岸 8.8k	近傍	38	62	0	0.98	0.01	0.01
		遠方	25	75	0	0.39	0.01	0.01～0.03
D5	斐伊川右岸 7.5k	近傍	19	71	10	0.55	0.02	0.01～0.5
		遠方	22	11	67	0.65	0.02	0.01～0.5
D6	紀の川右岸 16.0k	近傍	4	20	76	0.59	0.07	0.01～0.1
		遠方	1	14	85	0.16	0.02	0.01～0.1
D7	佐保川右岸 3.0k-80m	近傍	11	84	5	0.28	0.02	0.01～0.02
		遠方	26	73	1	0.33	0.01	0.01～0.03
D8	嘉瀬川左岸 12.0k-32m	近傍	16	74	10	0.53	0.01	0.01～0.02
		遠方	12	73	15	0.84	0.01	0.01～0.02
D9	那珂川左岸 18.5k-166m	近傍	46	40	14	0.70	0.07	0.07
		遠方	35	65	0	0.82	0.01	0.01～0.02

＜D1＞　嘉瀬川右岸 7.6k-50m

・調査位置



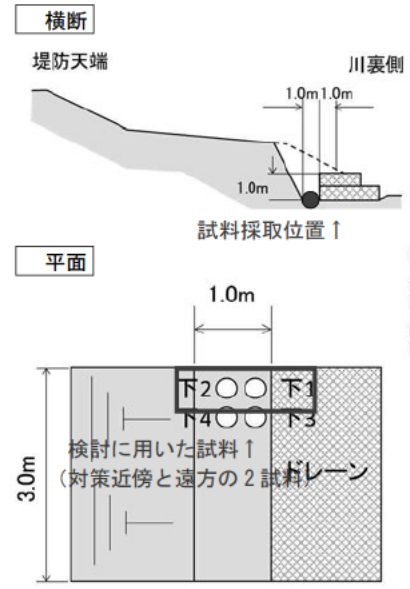
・粒度分布および H/F 検討結果



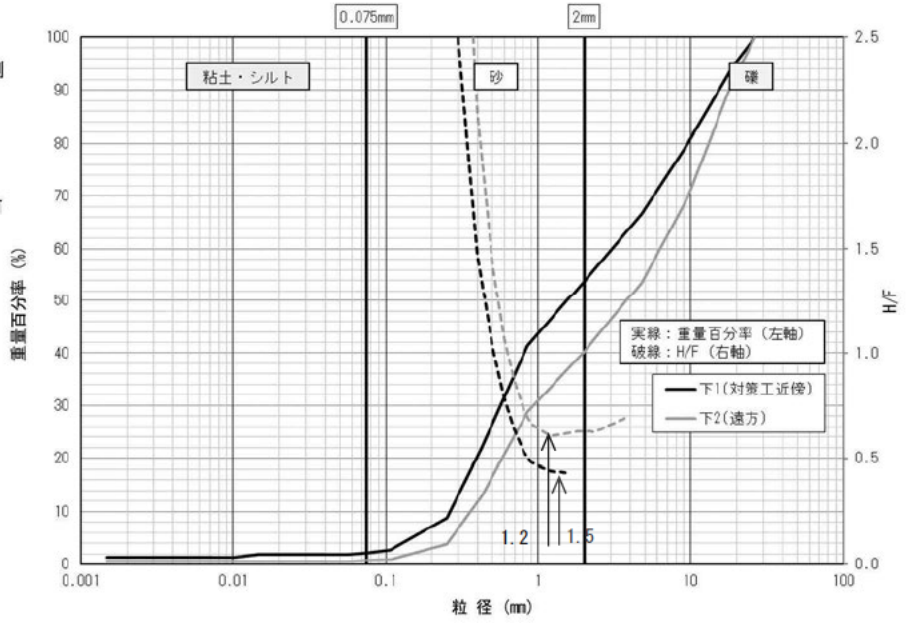
ドレーンの背面土は、細粒分が 30%程度のシルト質砂であり、細粒分含有率をドレーンからの距離で比較すると、近傍で少ない。H/F は検討した全ての粒径で 1 以下となり、値が最小となる粒径はそれぞれ、対策近傍で 0.02mm、遠方で 0.07mm である。

＜D2＞　紀の川右岸 11.2k+40m

・調査位置



・粒度分布および H/F 検討結果

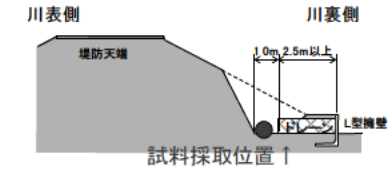


ドレーンの背面土は、砂分が 50%程度の砂礫である。砂分含有率をドレーンからの距離で比較すると、遠方で少ない。H/F は、粒径が 0.05mm 以上の範囲で 1 以下となり、値が最小となる粒径はそれぞれ、対策近傍で 1.5mm、遠方で 1.2m であり、比較的粗い粒径となった。

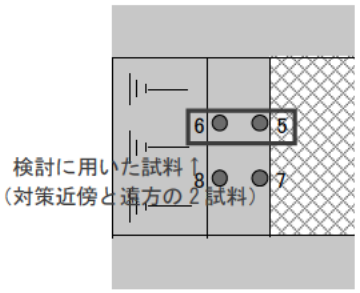
＜D3＞　佐保川右岸 0.8k

・調査位置

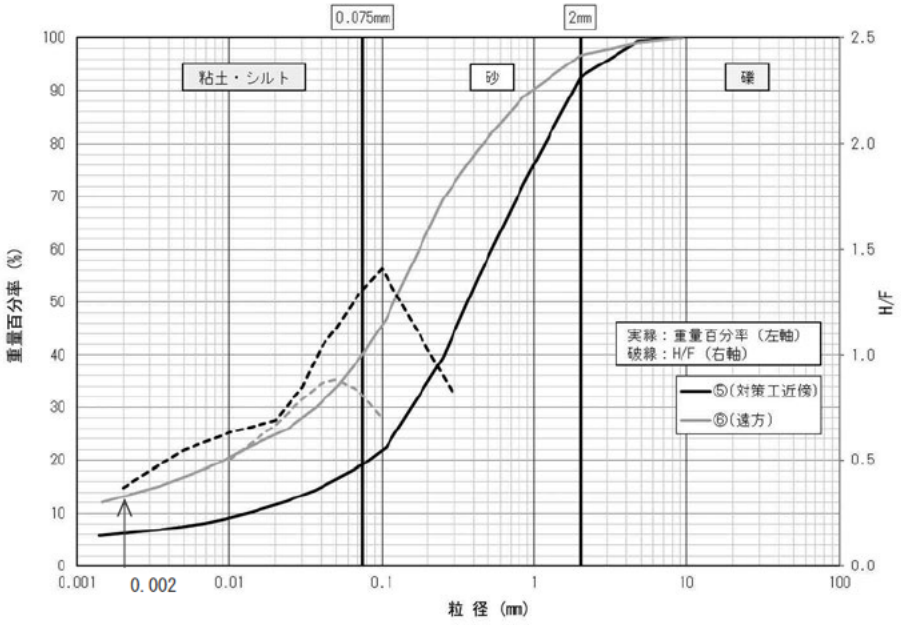
横断



平面



・粒度分布および H/F 検討結果

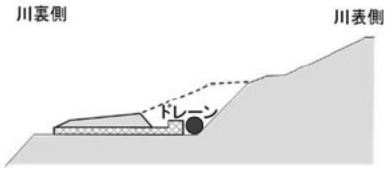


ドレーンの背面土は、細粒分が 20～40%程度のシルト質砂であり、細粒分含有率をドレーンからの距離で比較すると、近傍で少ない。H/F は概ね細粒分の粒径範囲で 1 以下となり、値が最小となる粒径はそれぞれ、対策近傍、遠方ともに 0.002mm と小さい。

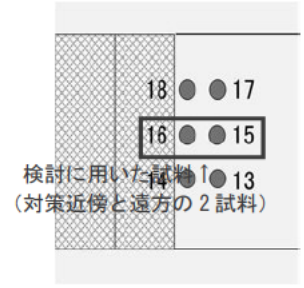
＜D4＞　木曽川左岸 8.8k

・調査位置

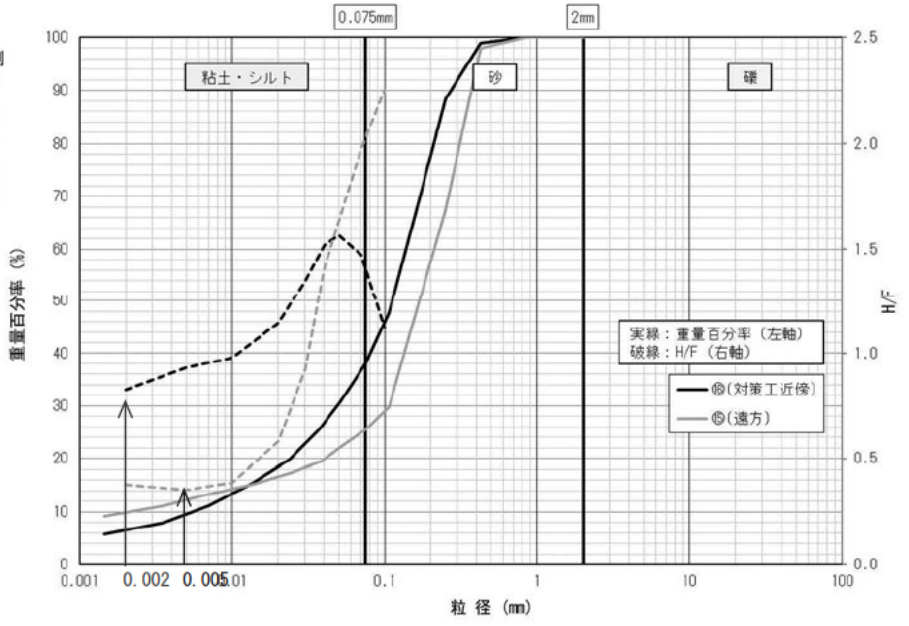
横断



平面　試料採取位置↑



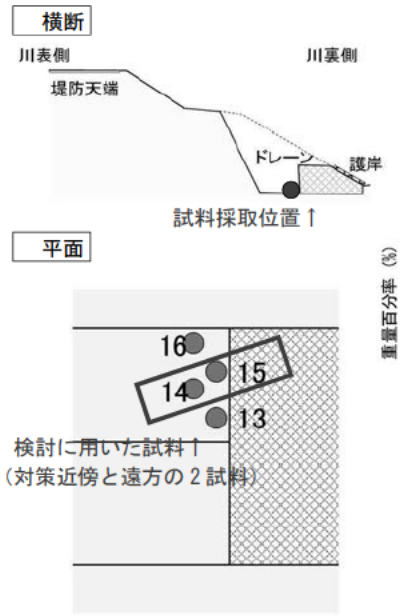
・粒度分布および H/F 検討結果



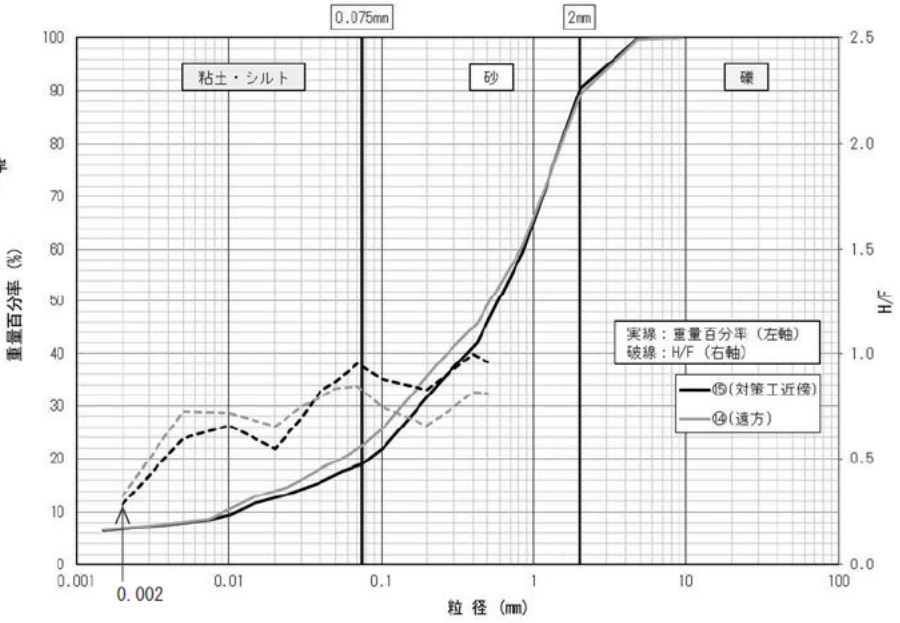
ドレーンの背面土は、細粒分が 30%程度のシルト質砂である。ドレーンからの距離で、細粒分含有率を比較すると、粒径 0.01mm を境に、小さい粒径では近傍で少なく、大きい粒径では多い。H/F は 0.02mm 以下の粒径範囲で 1 以下となり、値が最小となる粒径は、対策近傍で 0.002mm、遠方で 0.005mm と小さい。

＜D5＞　斐伊川右岸 7.5k

・調査位置



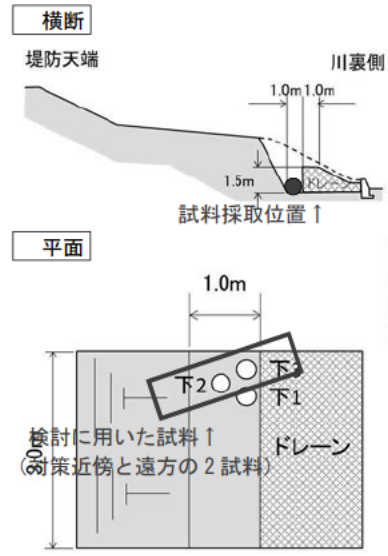
・粒度分布および H/F 検討結果



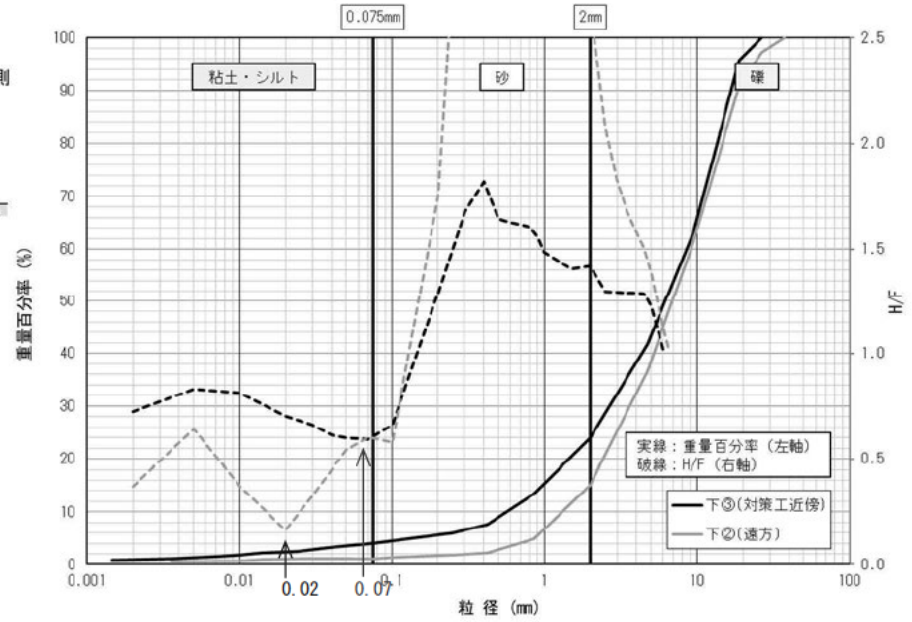
ドレーンの背面土は、細粒分が 20%程度のシルト質砂である。ドレーンからの距離で、細粒分含有率を比較すると、近傍で少ない。H/F は検討した全ての粒径で 1 以下となり、値が最小となる粒径は、対策近傍および遠方ともに 0.002mm と小さい。

＜D6＞　紀の川右岸 16.0k

・調査位置



・粒度分布および H/F 検討結果

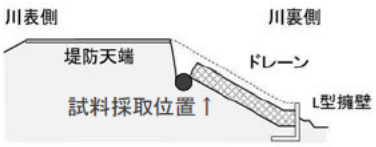


ドレーンの背面土は、砂分が 15～25%程度の砂礫である。ドレーンからの距離で、砂分以下の含有率を比較すると、遠方で少ない。H/F は 0.02mm より小さい粒径で 1 以下となり、値が最小となる粒径は、対策近傍で 0.07mm、遠方で 0.02mm となる。

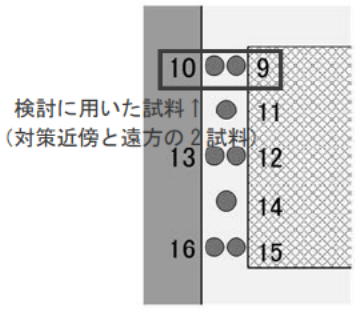
＜D7＞　佐保川右岸 3.0k-80m

・調査位置

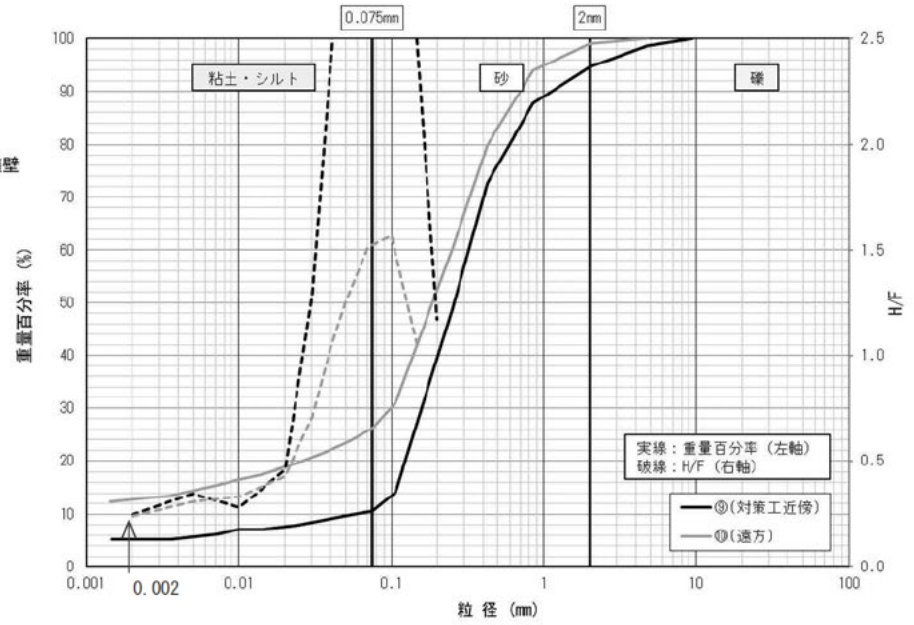
横断



平面



・粒度分布およびH/F 検討結果

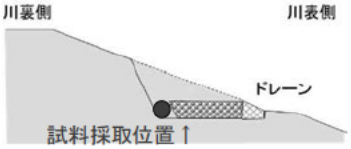


ドレーンの背面土は、砂分が 10～25%程度のシルト質砂である。ドレーンからの距離で、細粒分含有率を比較すると、近傍で少ない。H/F は 0.04mm より小さい粒径で 1 以下となり、値が最小となる粒径は、対策近傍および遠方ともに、0.002mm となる。

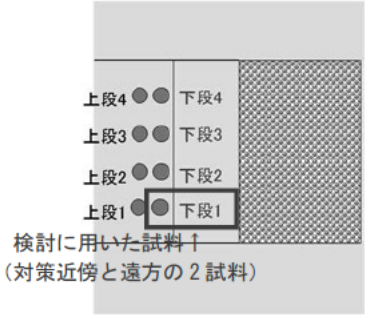
＜D8＞　嘉瀬川左岸 12.0k-32m

・調査位置

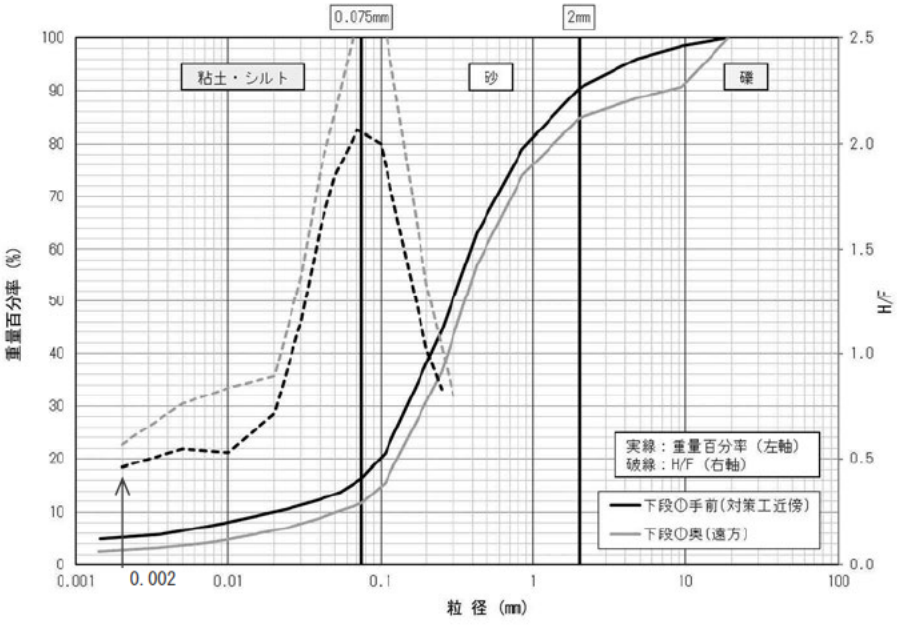
横断



平面



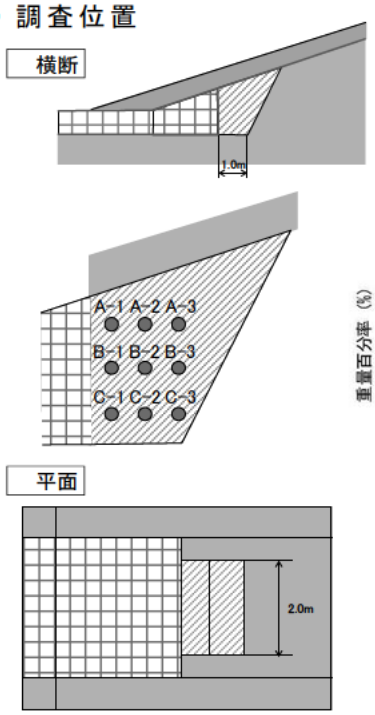
・粒度分布およびH/F 検討結果



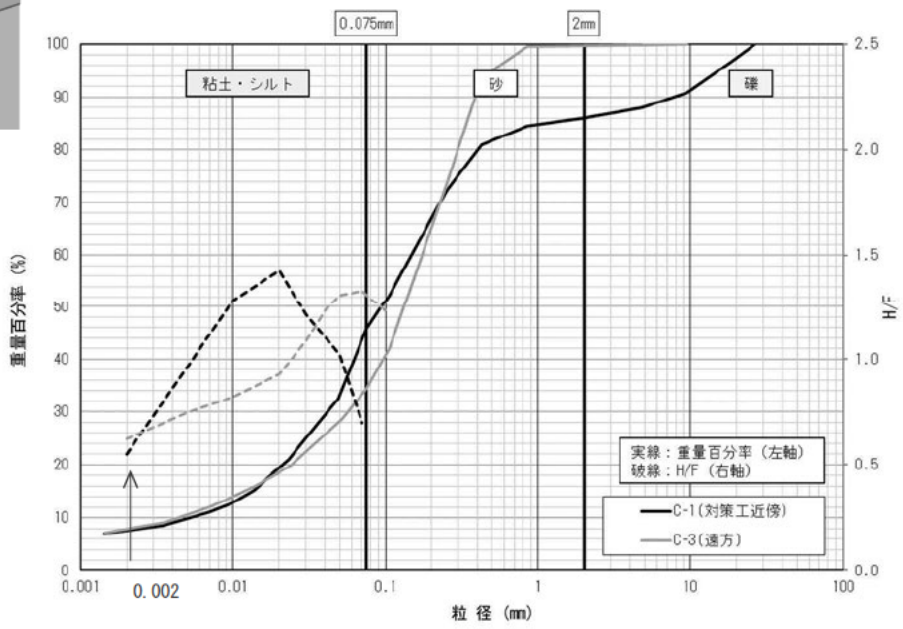
ドレーンの背面土は、砂分が 10～15%程度のシルト混じり砂である。ドレーンからの距離で、細粒分含有率を比較すると、近傍で少ない。H/F は 0.03mm より小さい粒径で 1 以下となり、値が最小となる粒径は、対策近傍および遠方ともに、0.002mm となる。

＜D9＞　那珂川左岸 18.5k-166m

・調査位置



・粒度分布および H/F 検討結果



ドレーンの背面土は、細粒分を 30%以上含むシルト質砂～砂質シルトである。ドレーンからの距離で、細粒分含有率を比較すると、近傍でやや多い。近傍における H/F は、0.01～0.02mm と 0.005mm 以下の範囲で 1 以下となる。また、遠方における H/F は、0.02mm 以下の範囲で 1 以下となる。いずれも 0.002mm で H/F が最小となる。

4.3　限界流速との比較

4.3.1　検討概要

間隙くびれ径による目詰まりの安定性指標（H/F）は、粒度分布のみを用いて算出したものであり、流速や動水勾配は考慮していない。一方で、H/F が最小となる粒径は、他の粒径と比較して相対的に土粒子が移動しやすく、目詰まりの原因となる可能性があると考えることもできる。

そこで、粒度試験結果を用いてクレーガーによる推定法（D_{20} より推定）で、背面土の透水性を推定した上で、同様の透水性とした浸透流解析における背面土の流速を抽出し、目詰まりが生じやすいと考えられる粒径（0.01mm 以上の範囲で H/F が最小となる粒径）および、既往の研究で種々提唱されている粒径と限界流速の関係（種々の関係を整理した図[6)]）と比較した。

4.3.2　検討結果

背面土の透水性、浸透流解析から想定されるドレーン背面の流速、および目詰まりが生じやすい粒径（0.01mm 以上の範囲で H/F が最小となる粒径）の限界流速の関係を表 4-3 に示す。

D1 および D4 地点では、堤防の透水性が低いことから、D2 地点では、堤体が砂礫であり粒径が大きく、限界流速が大きくなることから、ドレーン背面の流速は、限界流速よりも小さくなり、目詰まりの可能性が少ないと考えられる。

一方、D3、D5、D6、D7、D8 の各地点では、背面土の透水性が概ね 1.0×10^{-3}(cm/s)程度以上であり、ドレーン背面での流速が限界流速を上回るため、目詰まりの可能性が高いものと考えられる。次頁以降に、検討結果図を示す。

表 4-3　背面土の流速と限界流速の比較結果

No	調査地点	ドレーンからの距離	D_{20} (mm)	透水係数 ks (cm/s)	ドレーン背面で想定される流速の最大値(cm/s)	H/F＜1となる粒径範囲 (mm)	H/Fが最小となる粒径 Dmin (mm)	Dminに対する限界流速の最小値 (cm/s)	ドレーン背面流速と限界流速の比較
D1	嘉瀬川右岸 7.6k-50m	近傍	0.009	6.2E-06	6.1E-05 以下	0.01～0.3	0.02	1.00E-03	OK
		遠方	0.005	1.6E-06		0.01～0.2	0.07	5.00E-03	OK
D2	紀の川右岸 11.2k+40m	近傍	0.402	4.3E-02	5.1E-03 以上	0.6～1.5	1.5	1.10E-01	OK
		遠方	0.567	9.6E-02		0.7～3.7	1.2	1.00E-01	OK
D3	佐保川右岸 0.8k	近傍	0.084	1.1E-03	5.1E-04 ～5.1E-03	0.01～0.03	0.01	1.00E-03	NG
		遠方	0.009	6.2E-06		0.01～0.1	0.01		NG
D4	木曽川左岸 8.8k	近傍	0.024	6.1E-05	6.1E-05 ～6.8E-04	0.01	0.01	1.00E-03	OK
		遠方	0.041	2.1E-04		0.01～0.03	0.01		OK
D5	斐伊川右岸 7.5k	近傍	0.0867	1.2E-03	5.1E-04 ～5.1E-03	0.01～0.5	0.02	1.00E-03	NG
		遠方	0.0542	4.1E-04		0.01～0.5	0.02		NG
D6	紀の川右岸 16.0k	近傍	1.53	9.7E-01	5.1E-03 以上	0.01～0.1	0.07	5.00E-03	NG
		遠方	2.52	3.1E+00		0.01～0.1	0.02	1.00E-03	NG
D7	佐保川右岸 3.0k-80m	近傍	0.13	3.1E-03	5.1E-04 ～5.1E-03	0.01～0.02	0.02	1.00E-03	NG
		遠方	0.026	7.4E-05		0.01～0.03	0.01		NG
D8	嘉瀬川左岸 12.0k-32m	近傍	0.099	1.7E-03	5.1E-04 ～5.1E-03	0.01～0.02	0.01	1.00E-03	NG
		遠方	0.137	3.5E-03		0.01～0.02	0.01		NG
D9	那珂川左岸 18.5k-166m	近傍	0.021	4.5E-05	6.1E-05 以下	0.07	0.07	1.00E-03	OK
		遠方	0.024	6.2E-05		0.01～0.02	0.01		OK

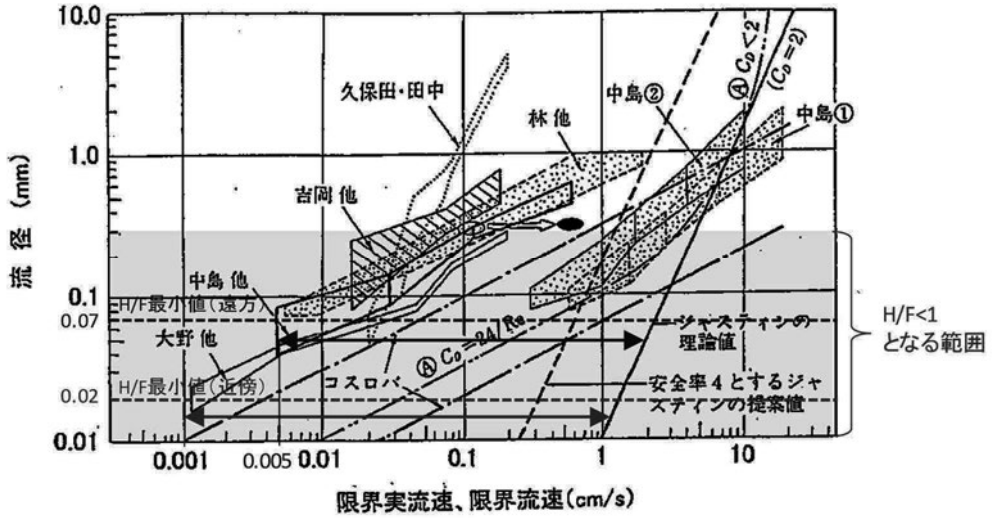


図 4-20　D1　嘉瀬川右岸 7.6k-50m

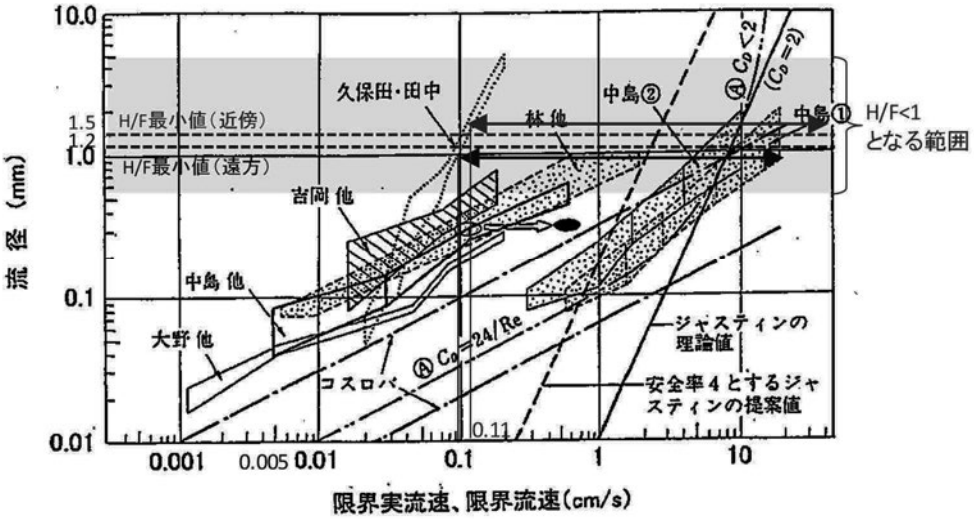


図 4-21　D2　紀の川右岸 11.2k+40m

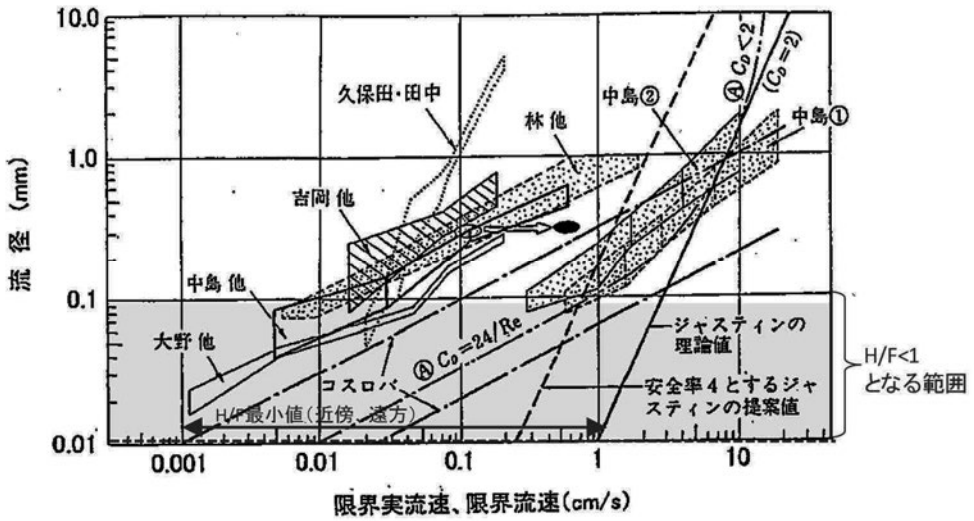


図 4-22　D3　佐保川右岸 0.8k

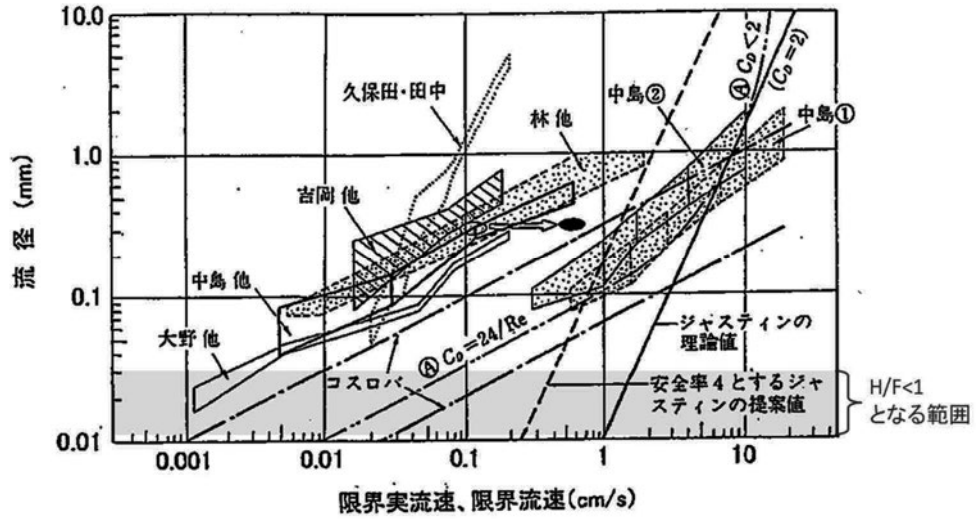


図 4-23　D4　木曽川左岸 8.8k

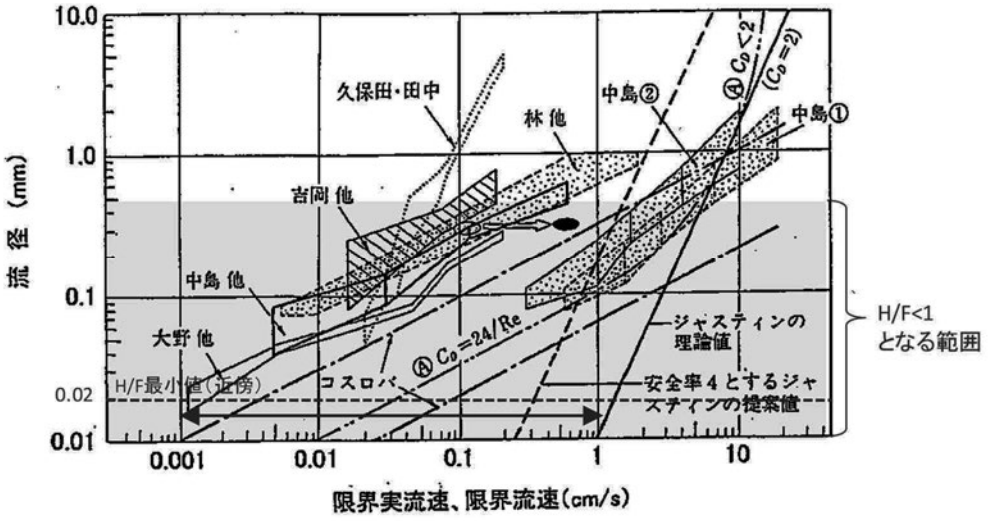


図 4-24　D5　斐伊川右岸 7.5k

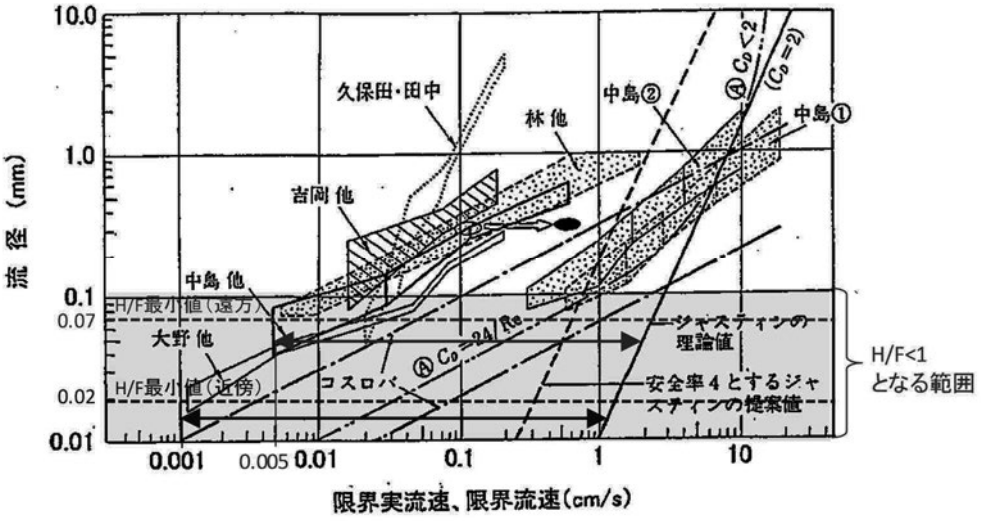


図 4-25　D6　紀の川右岸 16.0k

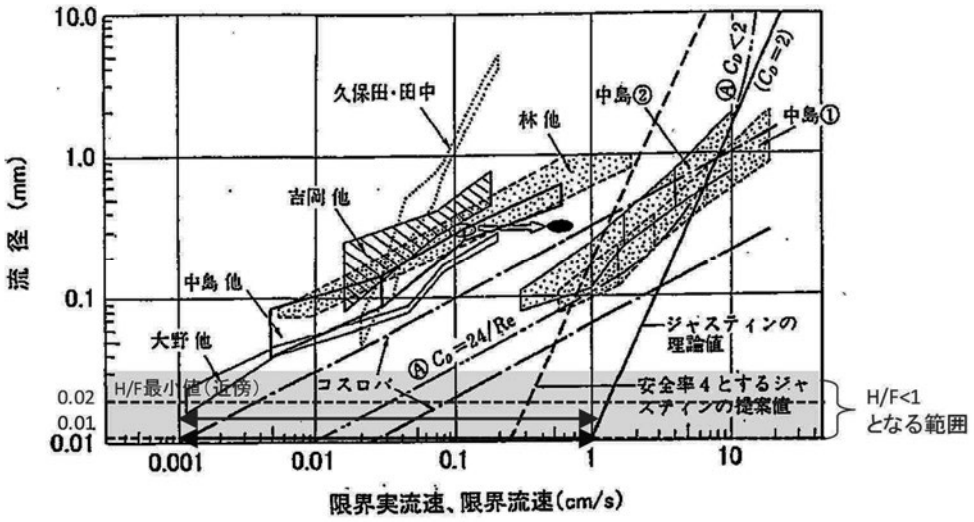


図 4-26　D7　佐保川右岸 3.0k-80m

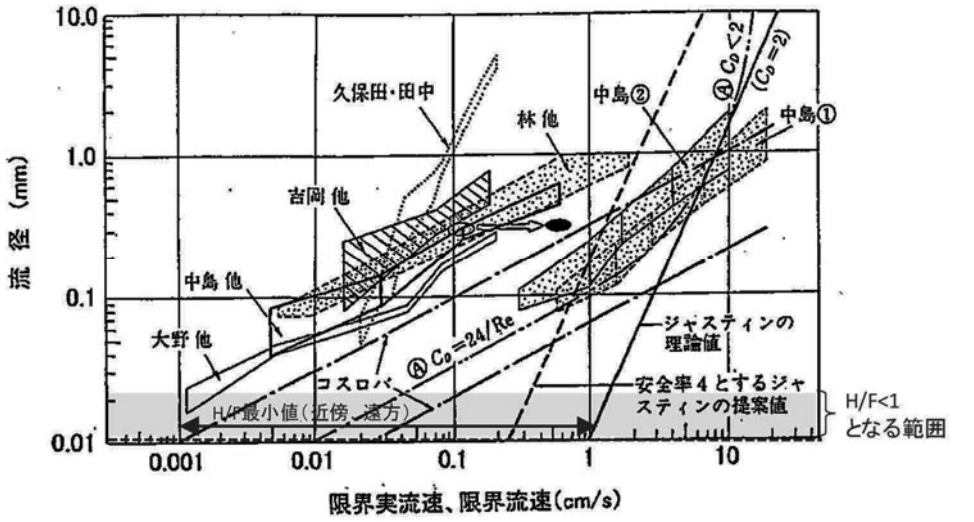


図 4-27　D8　嘉瀬川左岸 12.0k-32m

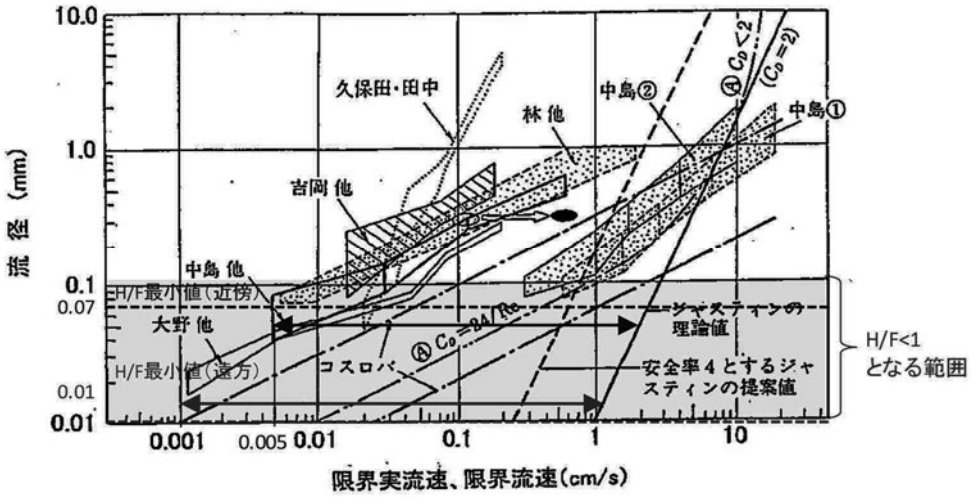


図 4-28　D9　那珂川左岸 18.5k-166m

5. まとめ

本資料では、2016,2017 年度に、地方整備局・事務所、土木研究所が協力して実施した、河川堤防のドレーン工や川表遮水工の長期安全性に係る開削調査をとりまとめた。これらから得られた知見および今後の課題をまとめると、次のとおりである。

・ドレーン工における背面土調査の結果、経過年数や外力規模が細粒分の分布傾向に与える影響は見られなかった。一方で、サンプル数は少ないものの、各地点ごとのドレーン近傍と遠方の粒度分布および現場密度を比較すると、粒径の小さい土が移動している可能性を否定できないことから、サンプル数を増やすとともに、バラツキを考慮した整理が必要であると考えられる。

・ドレーンの吸出し防止材に対する材料試験結果では、「引張強さ」および「伸び率」で規格値を満足しない箇所があるものの、「透水係数」は全ての箇所で規格値を上回る結果となった。また、経過年数あるいは、経験した外力の程度に対する傾向は見られなかった。
遮水シートに対する材料試験結果では、「硬さ」、「引張強さ」、「伸び率」および「柔軟性」で僅かではあるが、規格値を満足しない箇所があった。

・調査箇所は、経過年数に幅を持たせて選定している。ただし、ドレーンの背面土は、施工時の埋戻し範囲や用いる土によって施工段階時にすでに、部分的に土性が変化している可能性が有り、施工時における状態が不明であること、吸出し防止材や遮水シートも、施工時において材料試験を実施していないことから、各地点における経年的な変化は不明である。今後、これらの対策を新規に施工する場合は、対策工の機能に関する初期値を把握することを目的に、施工段階において調査、試験をすることが望ましいと考えれられる。

・浸透流解析および目詰まりに関する粒径、流速の検討を行った結果、背面土がシルト分を有し、透水係数が 1.0×10^{-3}cm 程度ある場合に、目詰まりを生じる可能性がある結果となった。

・材料試験で一部規格値を下回る試験結果もあったが、堤防機能に影響を及ぼすような箇所は確認できなかった。

謝　辞

本資料は、近畿地方整備局を筆頭に、関東地方整備局、中部地方整備局、中国地方整備局、九州地方整備局及び土木研究所が協力し、開削調査を実施した成果を取りまとめたものである。

ドレーン工や川表遮水対策の長期安定性に着目し、これだけ多くの箇所で開削調査が行われることは初めてのことであり、極めて貴重な調査結果をとりまとめることができた。

ここに、調査にご協力・ご参画いただいた行政関係者、施工業者、調査・試験関係者の皆様に感謝の意を表する。

参考文献

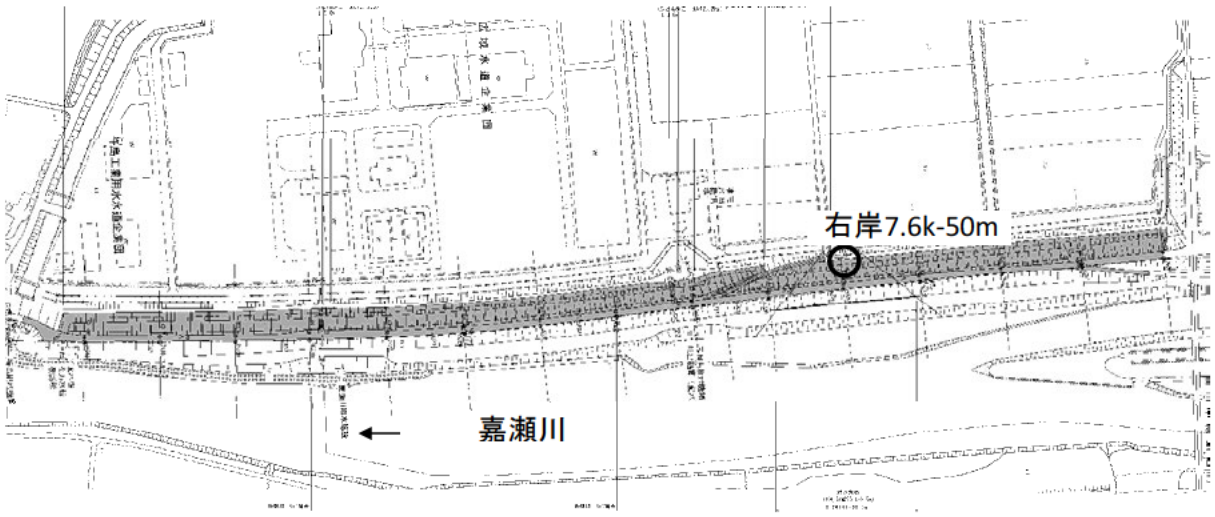
1) 建設省河川局治水課：河川堤防の浸透に対する安全性の概略点検について, 1996.
2) 国土交通省河川局治水課：河川堤防設計指針, 2007.
3) 国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き(改訂版), 2012.
4) 山岡一三・西形達明・坪井康之：ジオテキスタイルのろ過機能と目詰まり現象，第 30 回土質工学シンポジウム発表論文集，1985.
5) Kenny, T. C. and Lau, D.: Internal stability of granular filters, Canadian Geotechnical Journal, Vol.22,pp.215-225, 1985.
6) 中島秀雄：図説　河川堤防，技報堂出版, p109, 2003.

巻末資料

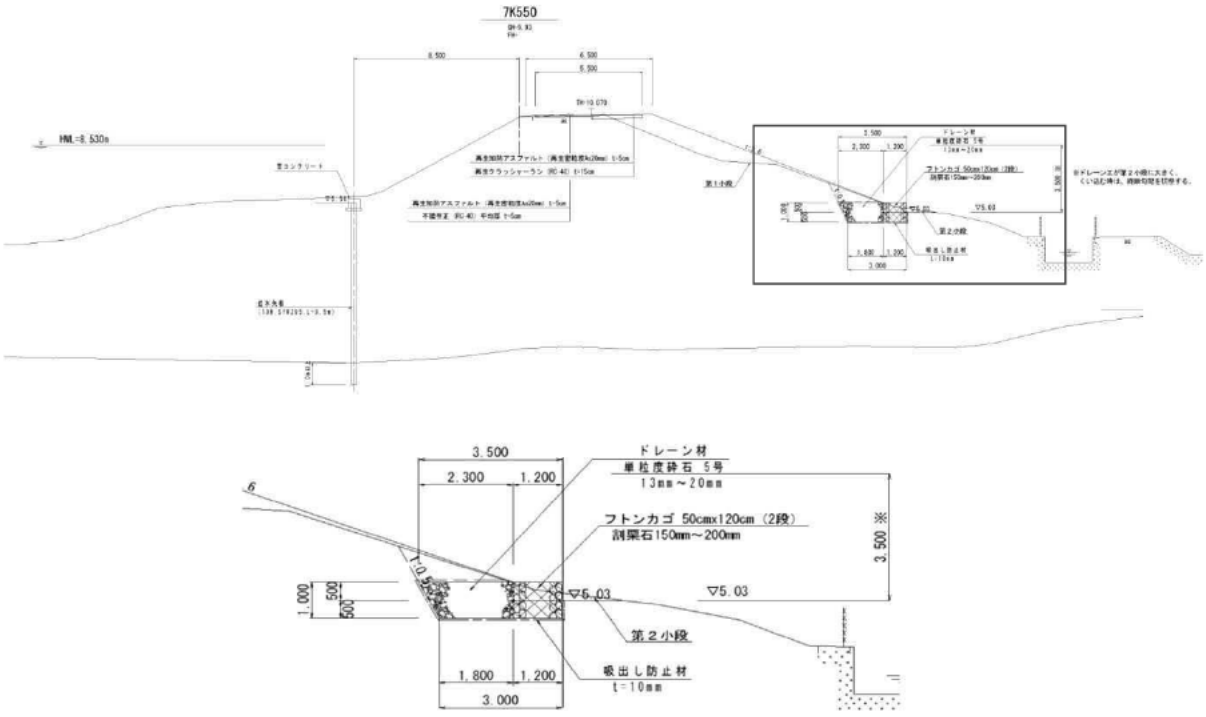
調査箇所毎の調査概要・調査結果整理

河川名	嘉瀬川	距離標	右岸7.6k-50m	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		4	なし		溶接金網

位置図

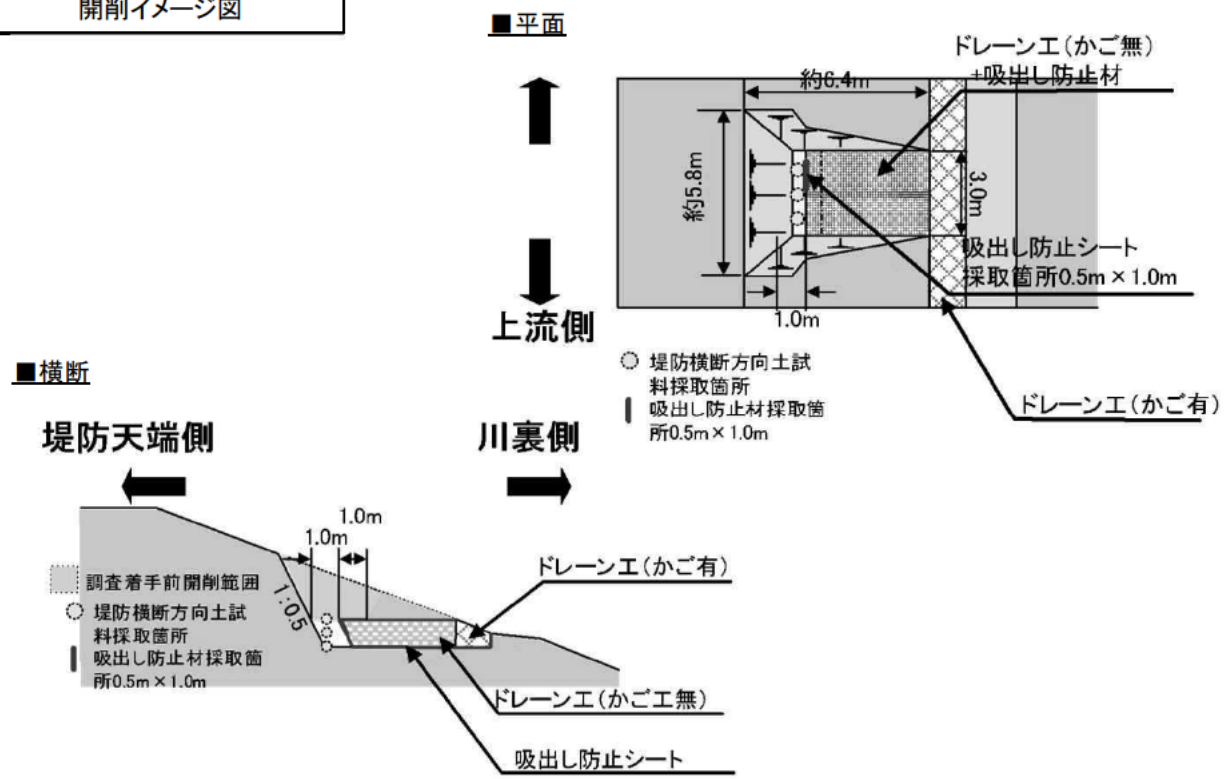


標準断面図



河川名	嘉瀬川	距離標	右岸7.6k-50m	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図



状況写真

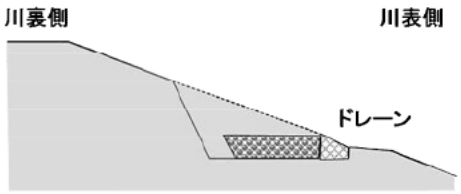
河川名	嘉瀬川	距離標	右岸7.6k-50m	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

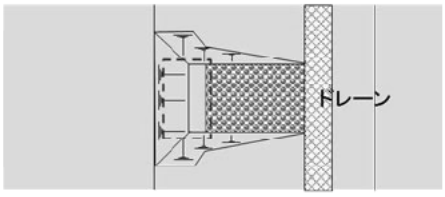
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
4	なし	不明（t=10mm）	8.9	10	7.6	76	5.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果

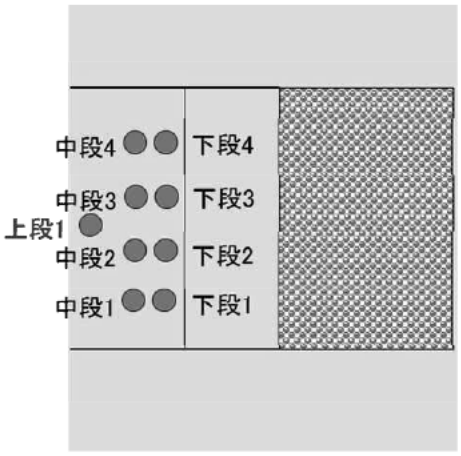
横断図



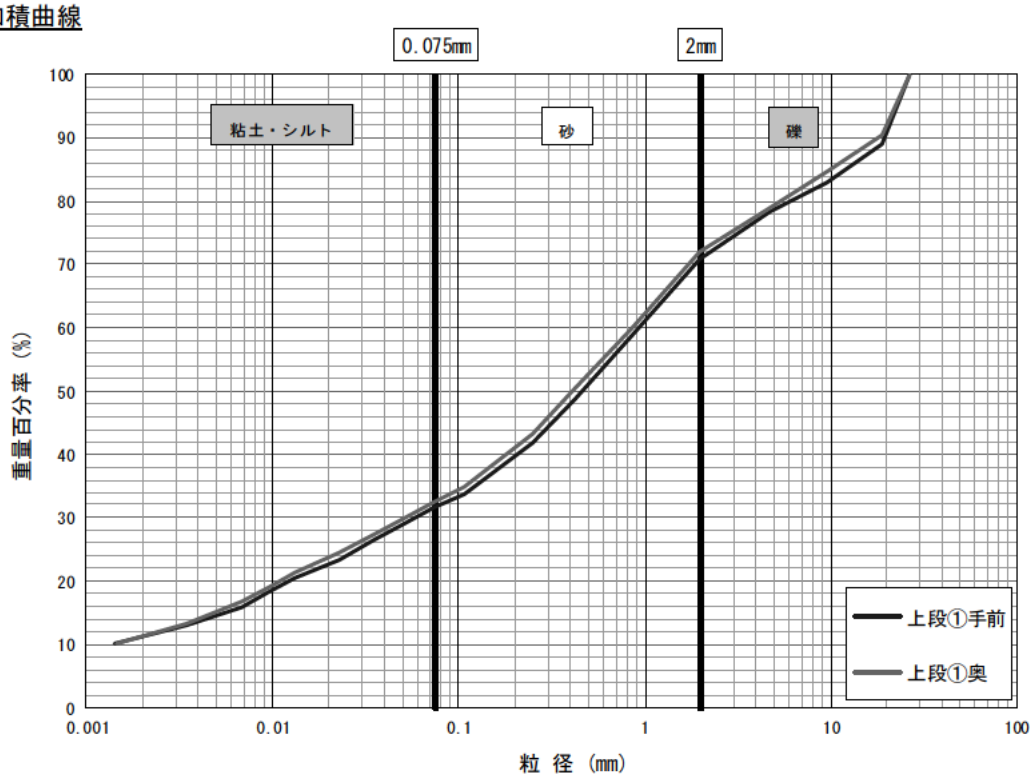
平面図



平面拡大図

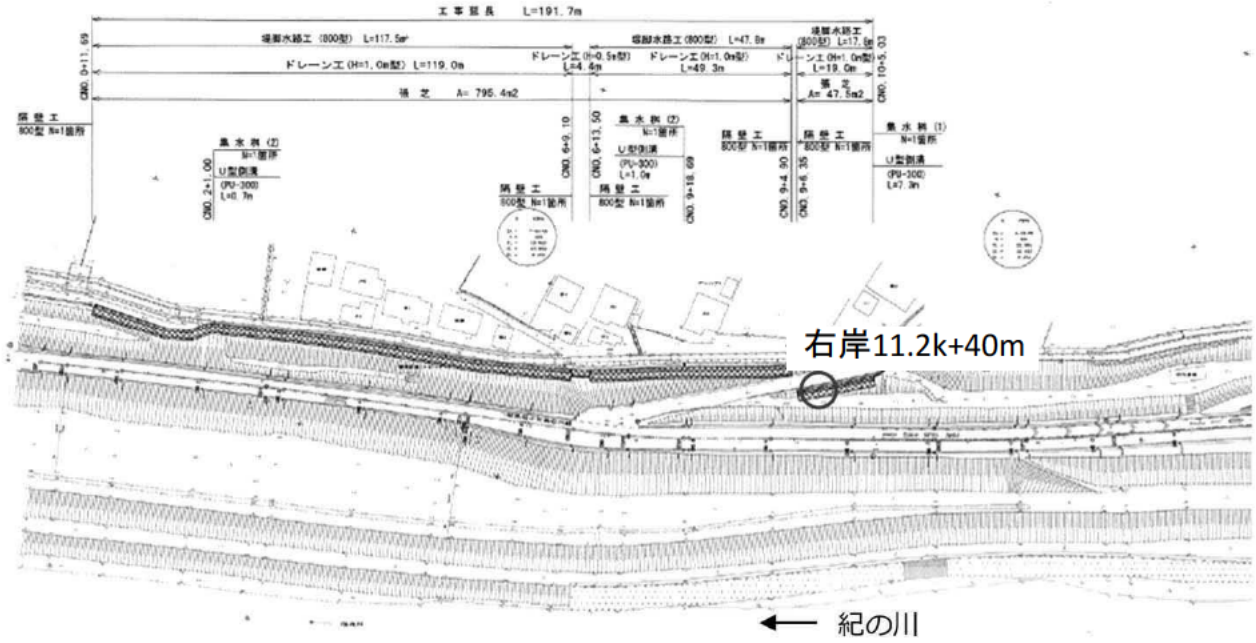


粒径加積曲線

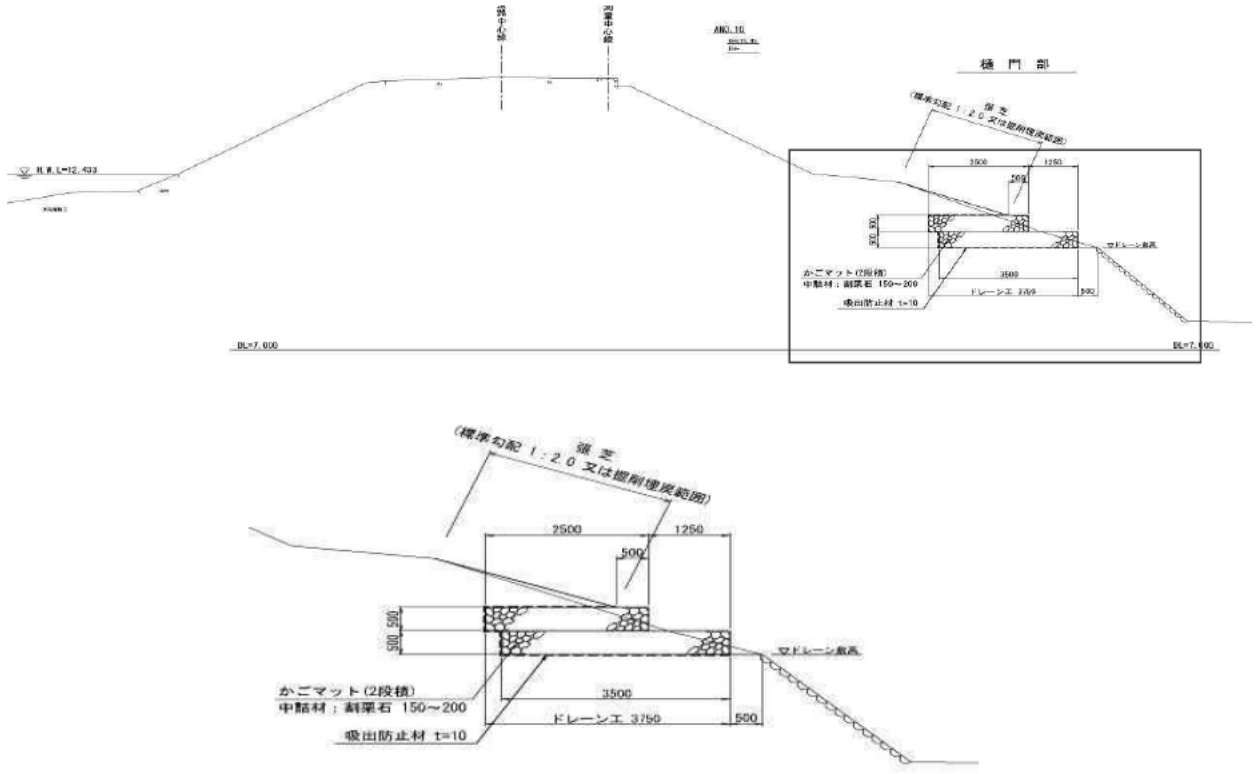


河川名	紀の川	距離標	右岸11.2k+40m	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かごエ部材
		6	なし		溶接金網

位置図



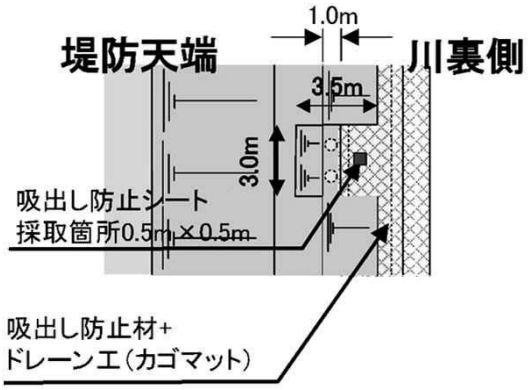
標準断面図



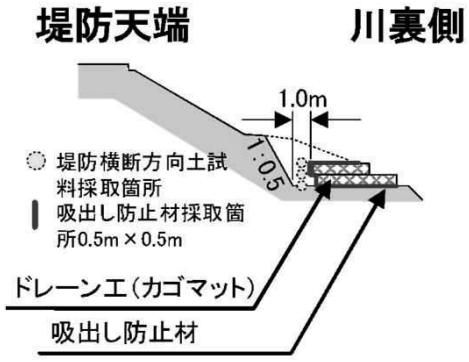
河川名	紀の川	距離標	右岸11.2k+40m	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



状況写真

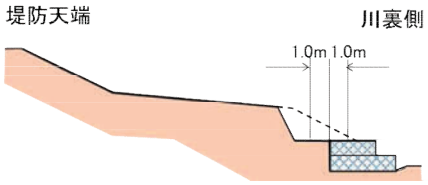
河川名	紀の川	距離標	右岸11.2k+40m	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

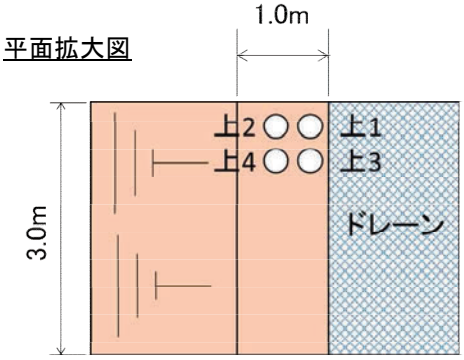
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
6	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	8.7	5	9.3	78	3.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーン工上端

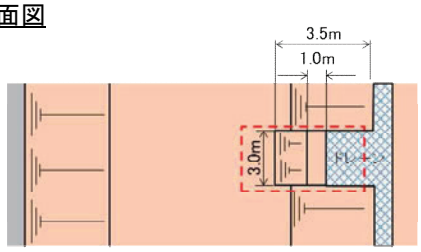
横断図



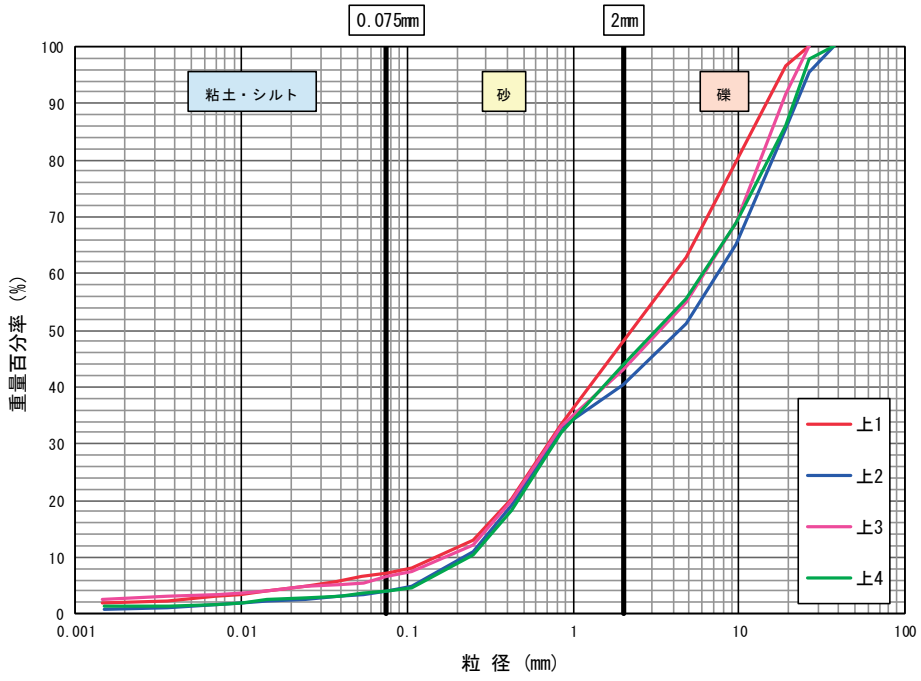
平面拡大図



平面図



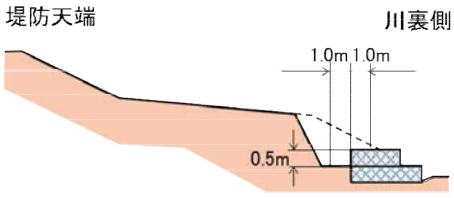
粒径加積曲線



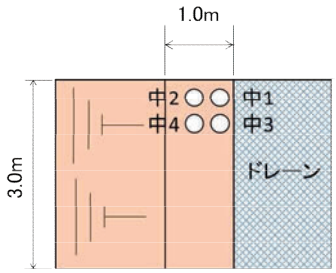
河川名	紀の川	距離標	右岸11.2k+40m	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ中段

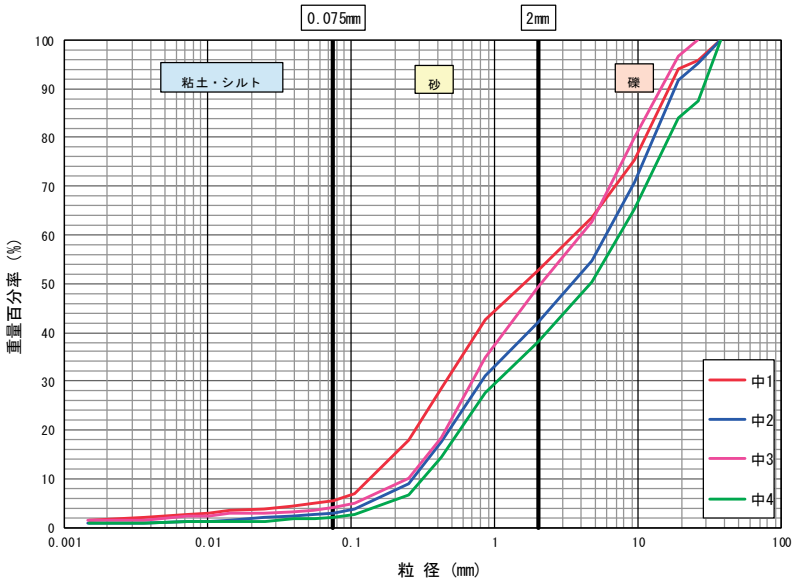
横断図



平面拡大図

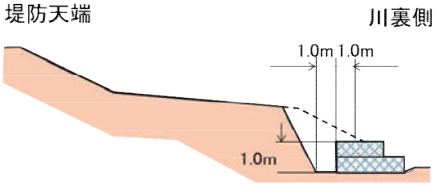


粒径加積曲線

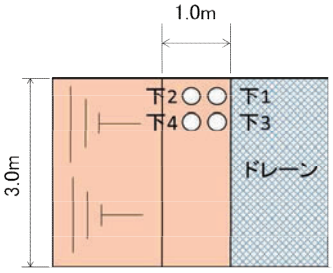


粒度試験結果 ドレーンエ下端

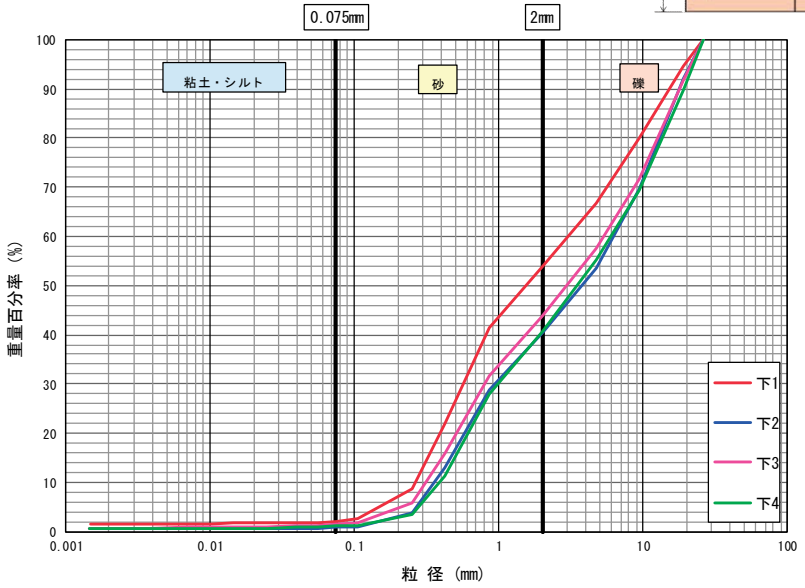
横断図



平面拡大図

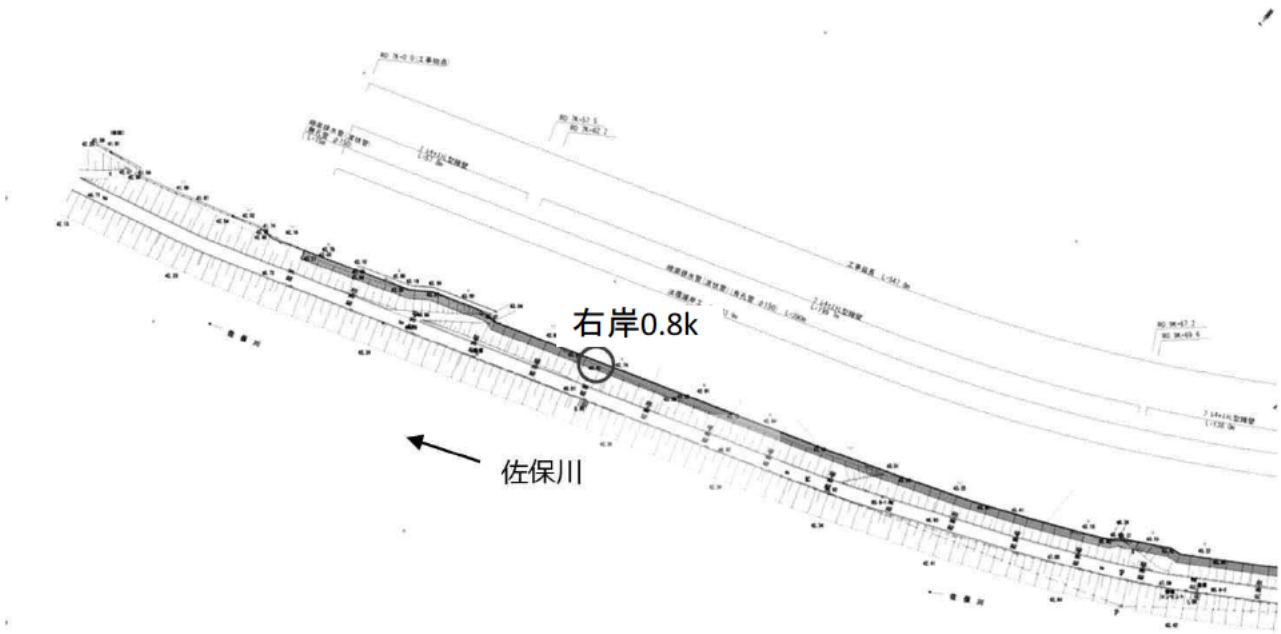


粒径加積曲線

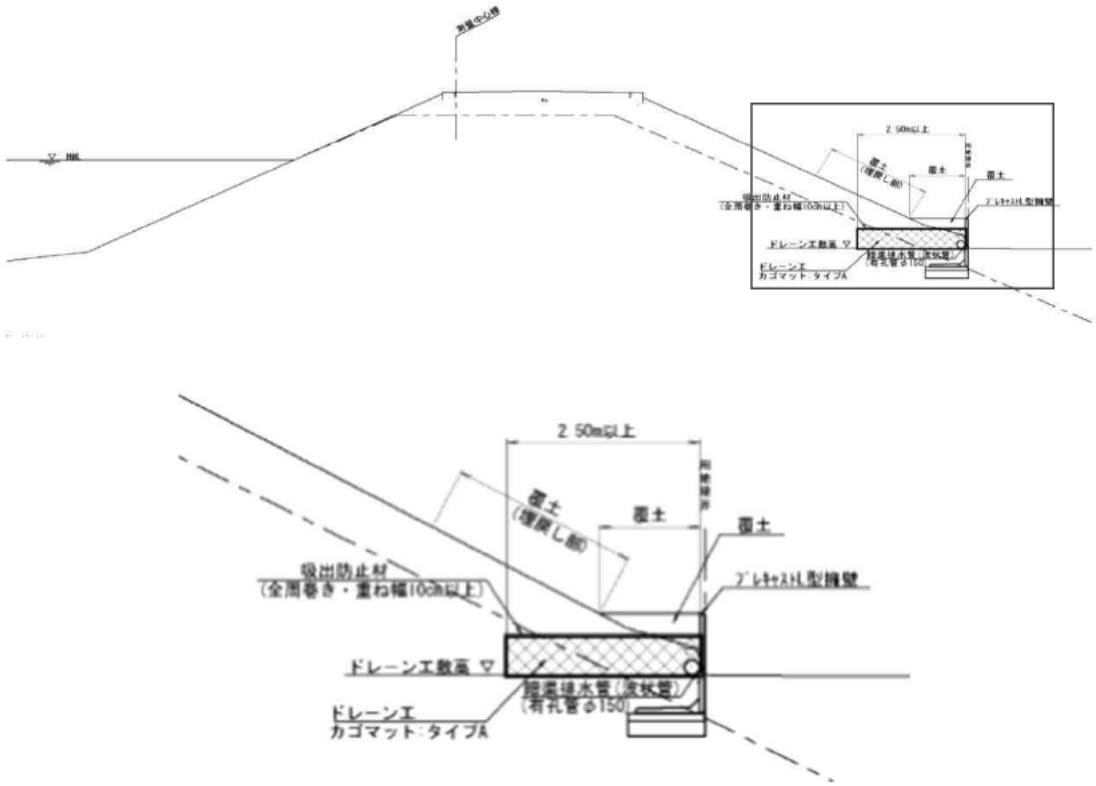


河川名	佐保川	距離標	右岸0.8k	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		6	あり		ひし形金網

位置図



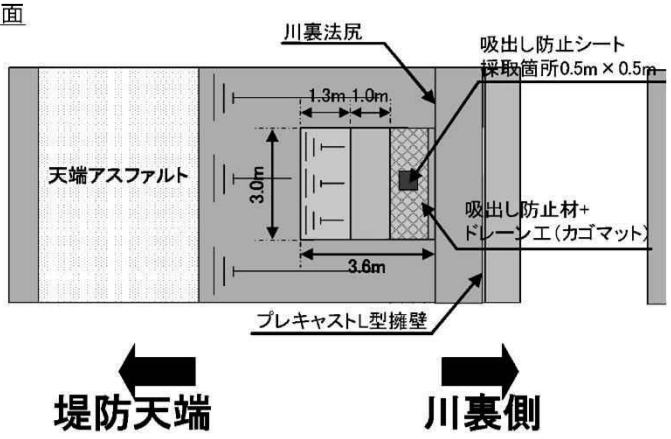
標準断面図



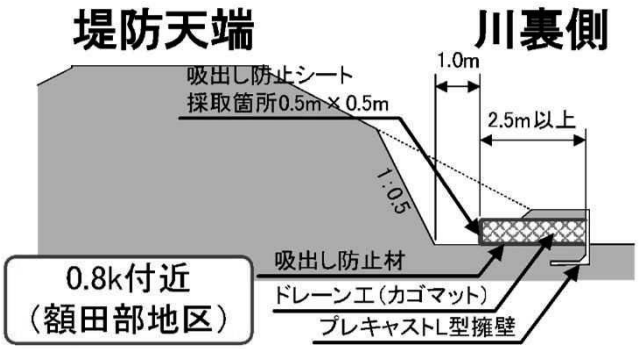
河川名	佐保川	距離標	右岸0.8k	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



状況写真

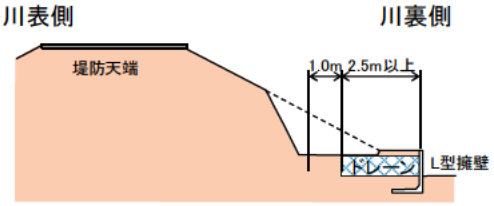
河川名	佐保川	距離標	右岸0.8k	対策工	ドレーン工

材料試験結果(吸出し防止材)

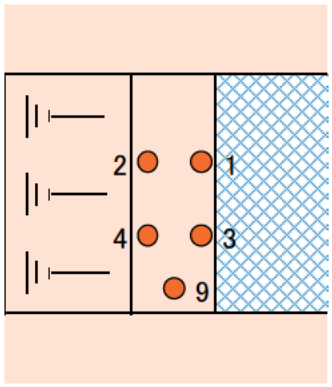
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
6	あり	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	8.9	12	5.7	84	3.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーン工上端

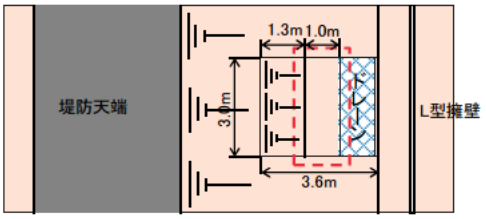
横断図



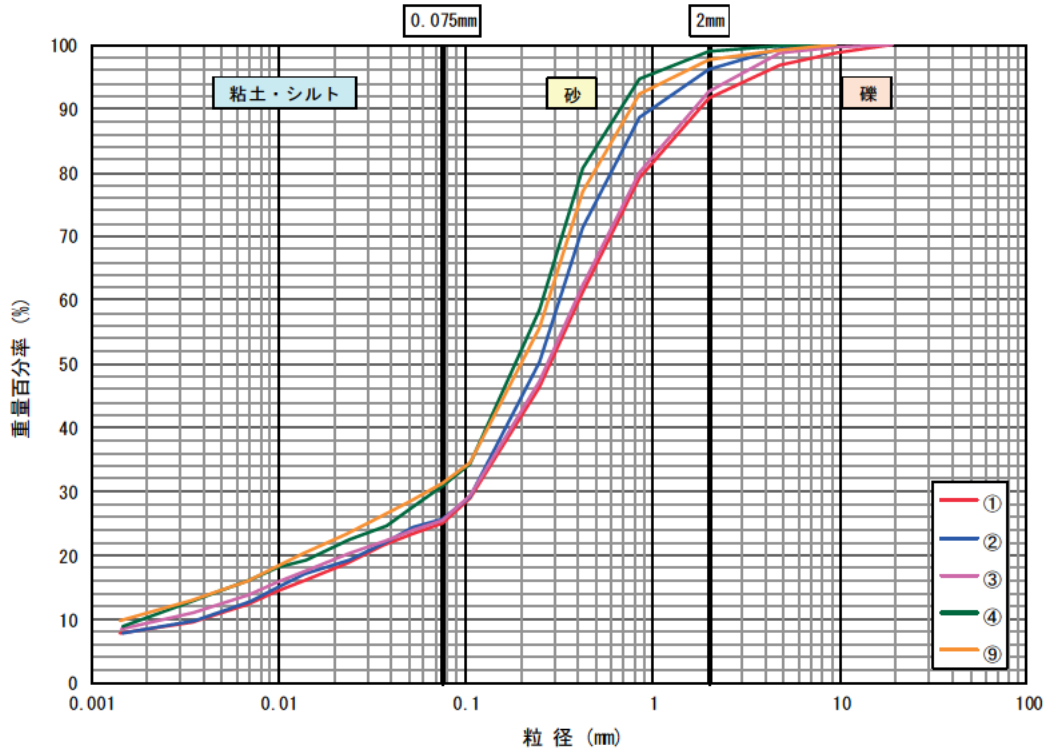
平面拡大図



平面図



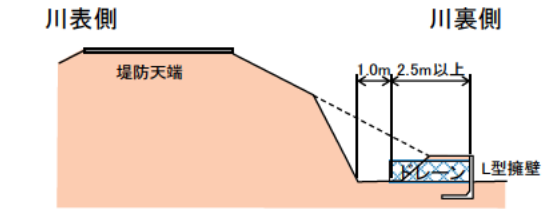
粒径加積曲線



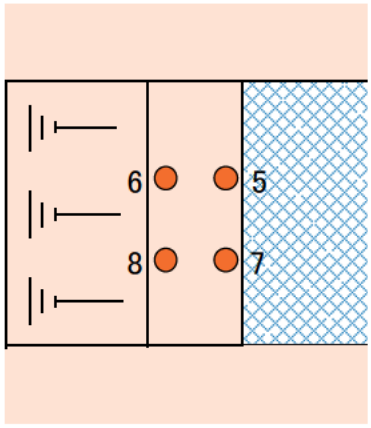
河川名	佐保川	距離標	右岸0.8k	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ下端

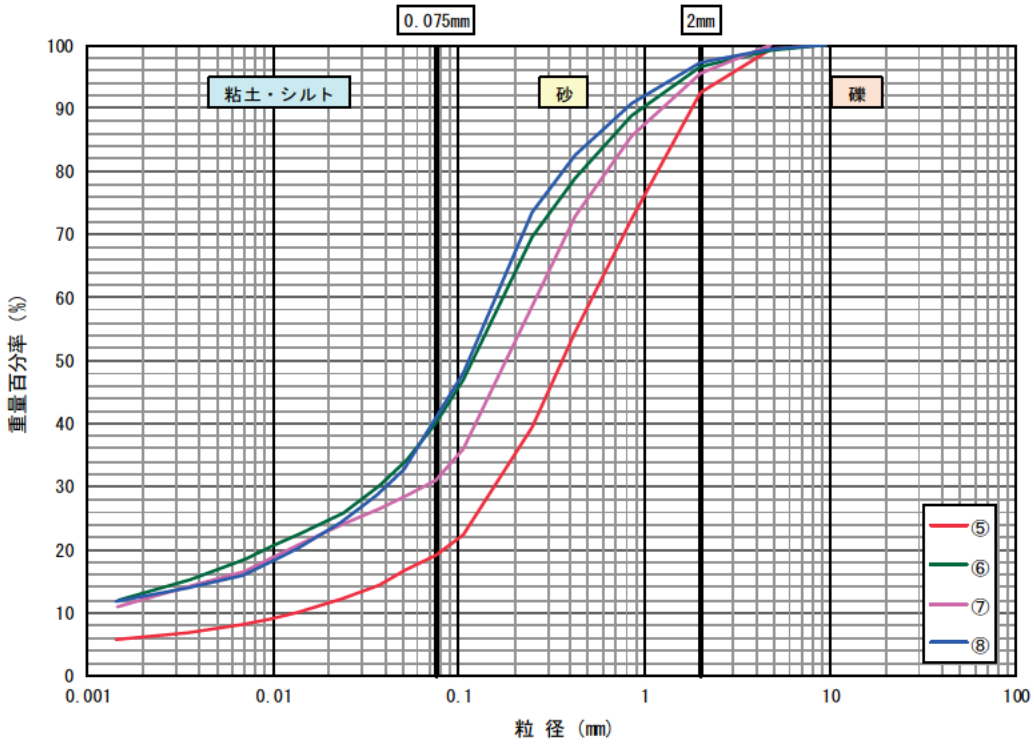
横断図



平面拡大図

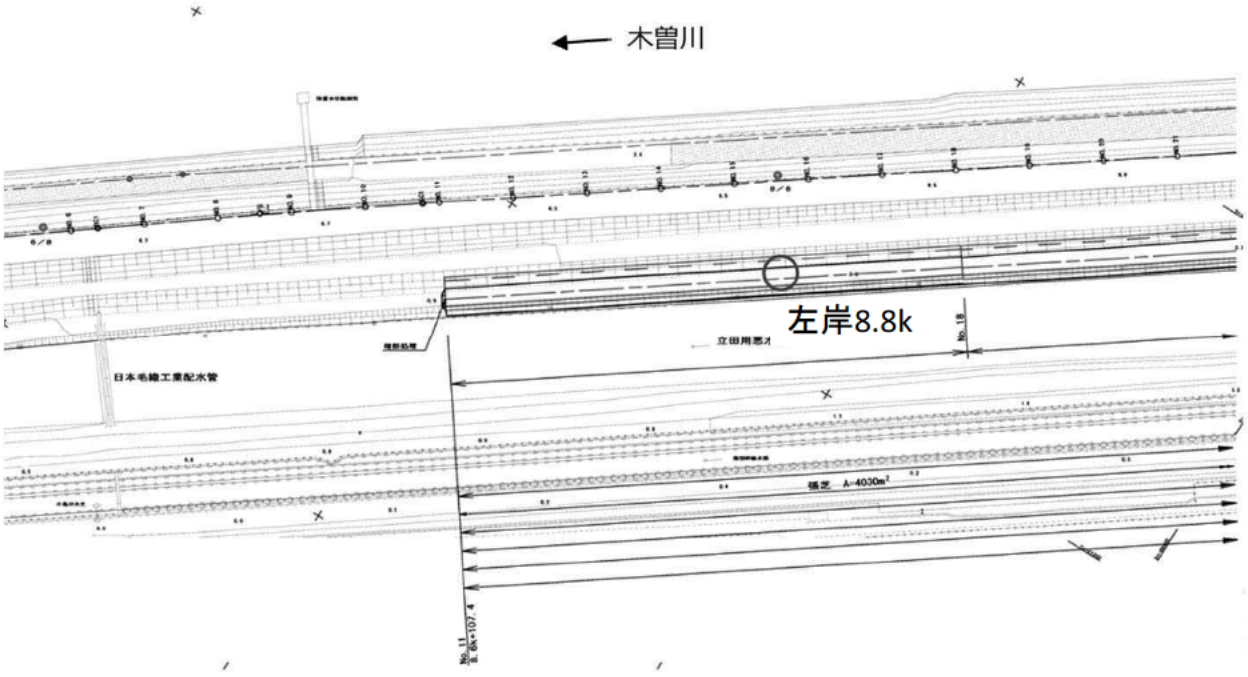


粒径加積曲線

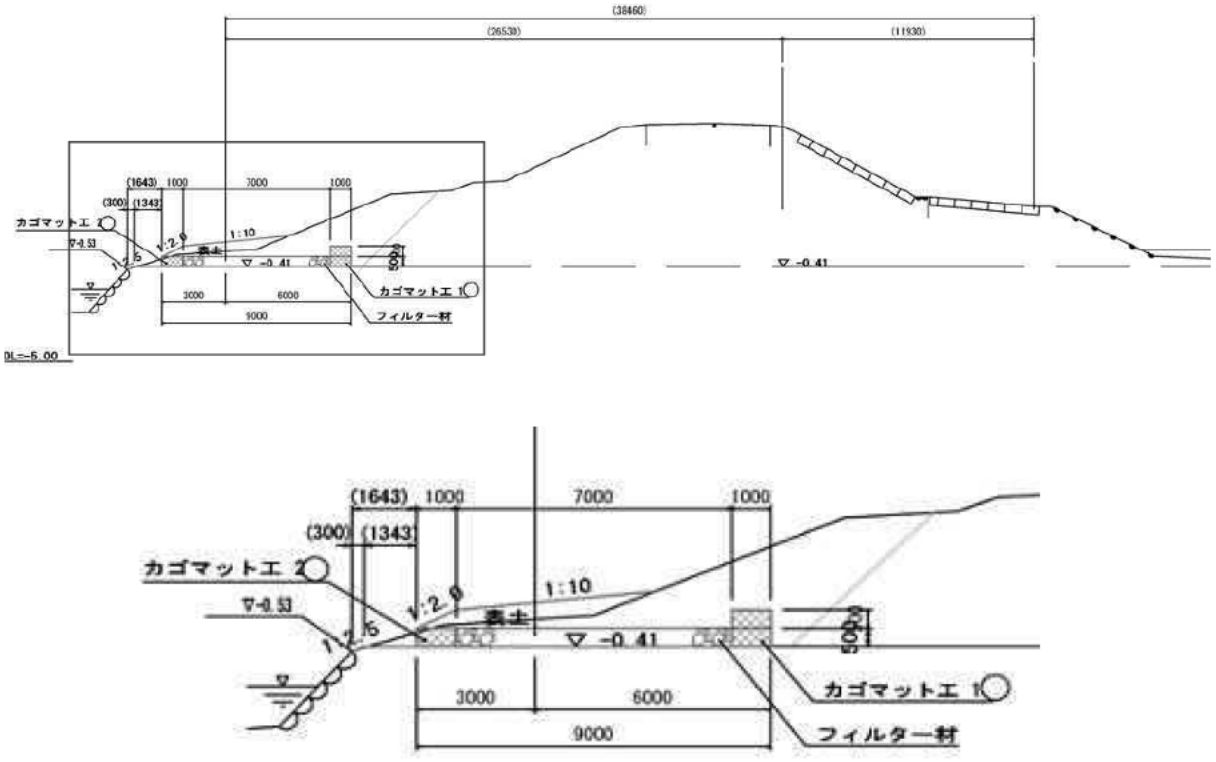


河川名	木曽川	距離標	左岸8.8k	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		12	なし		ひし形金網

位置図



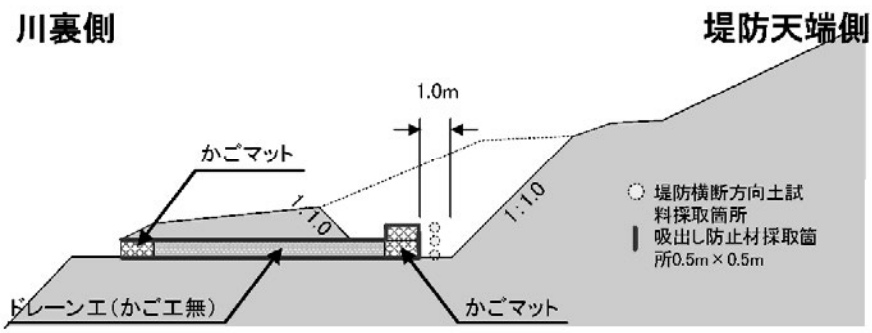
標準断面図



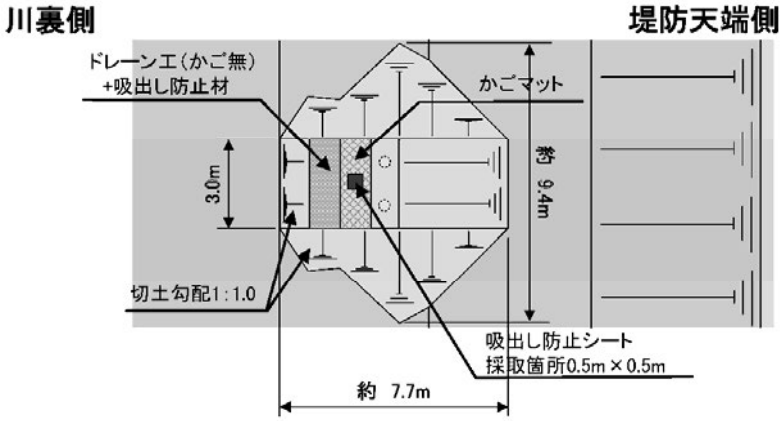
河川名	木曽川	距離標	左岸8.8k	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■横断



■平面



状況写真

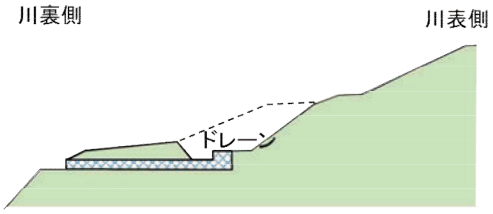
河川名	木曽川	距離標	左岸8.8k	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

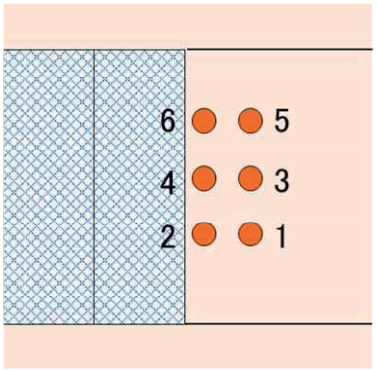
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
12	なし	不明（t=10mm）	9.2	7	7.4	124	4.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーン工上端

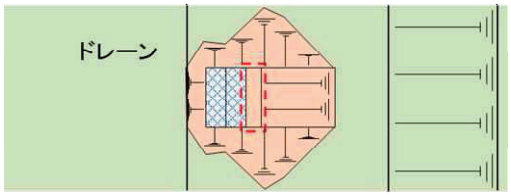
横断図



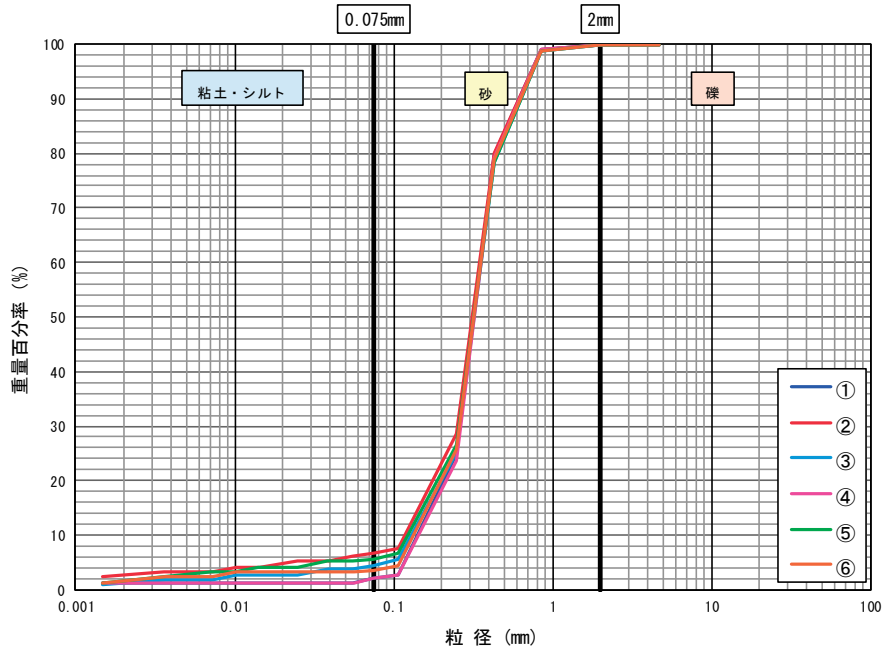
平面拡大図



平面図



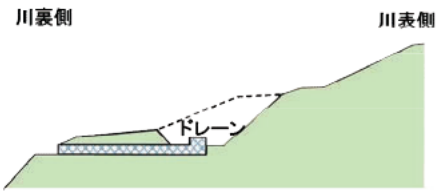
粒径加積曲線



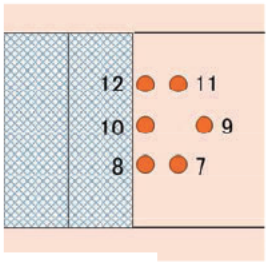
河川名	木曽川	距離標	左岸8.8k	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ中段

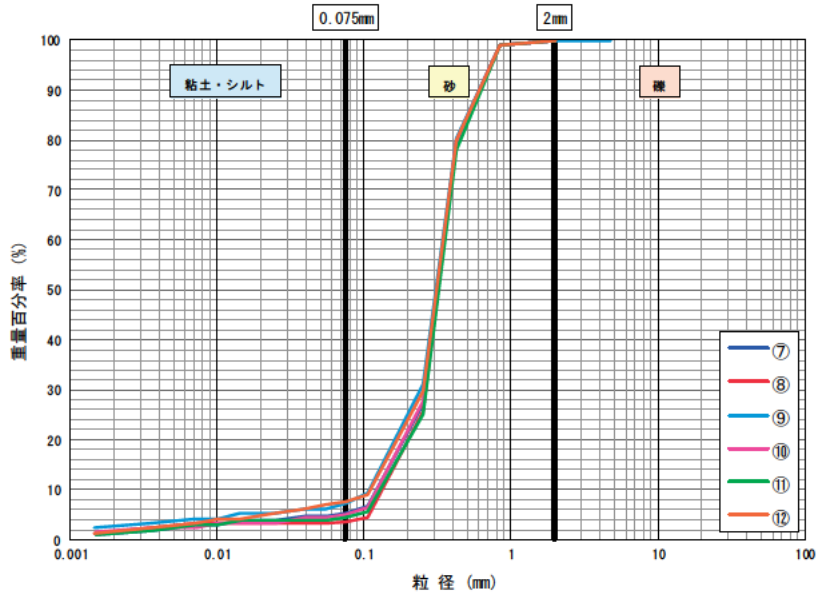
横断図



平面拡大図

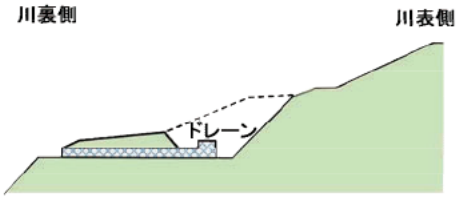


粒径加積曲線

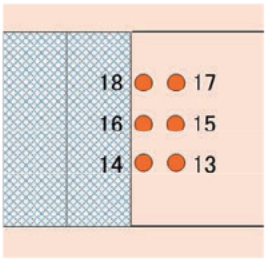


粒度試験結果 ドレーンエ下段

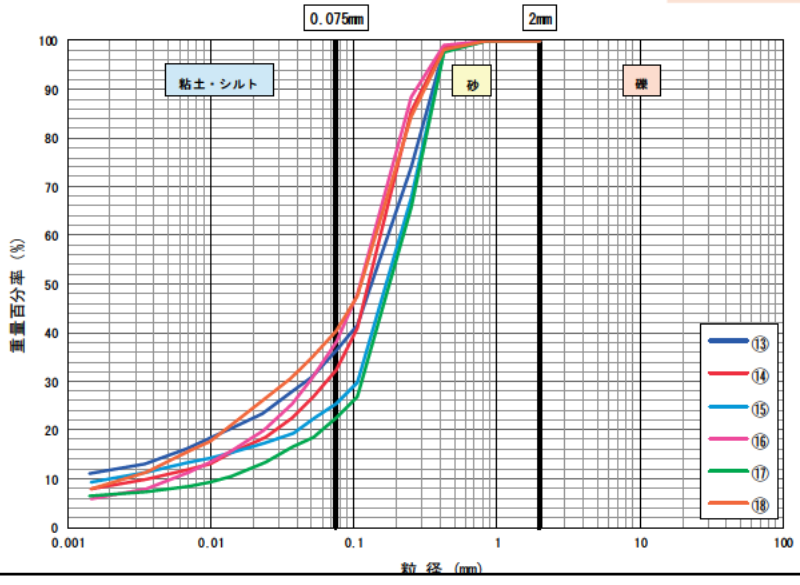
横断図



平面拡大図

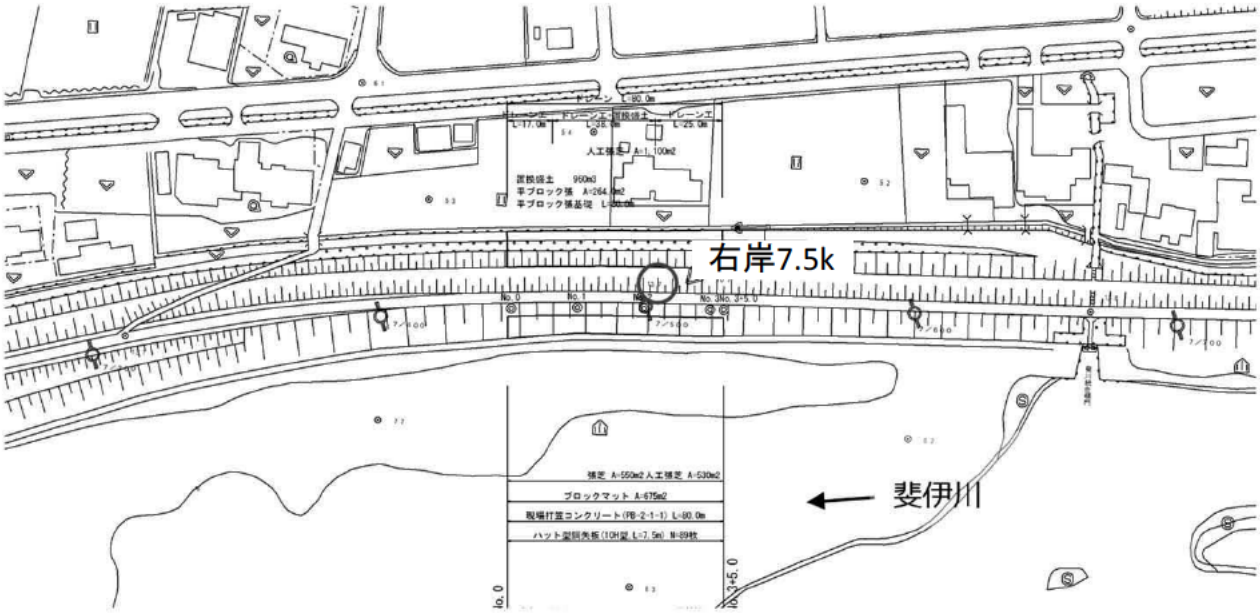


粒径加積曲線

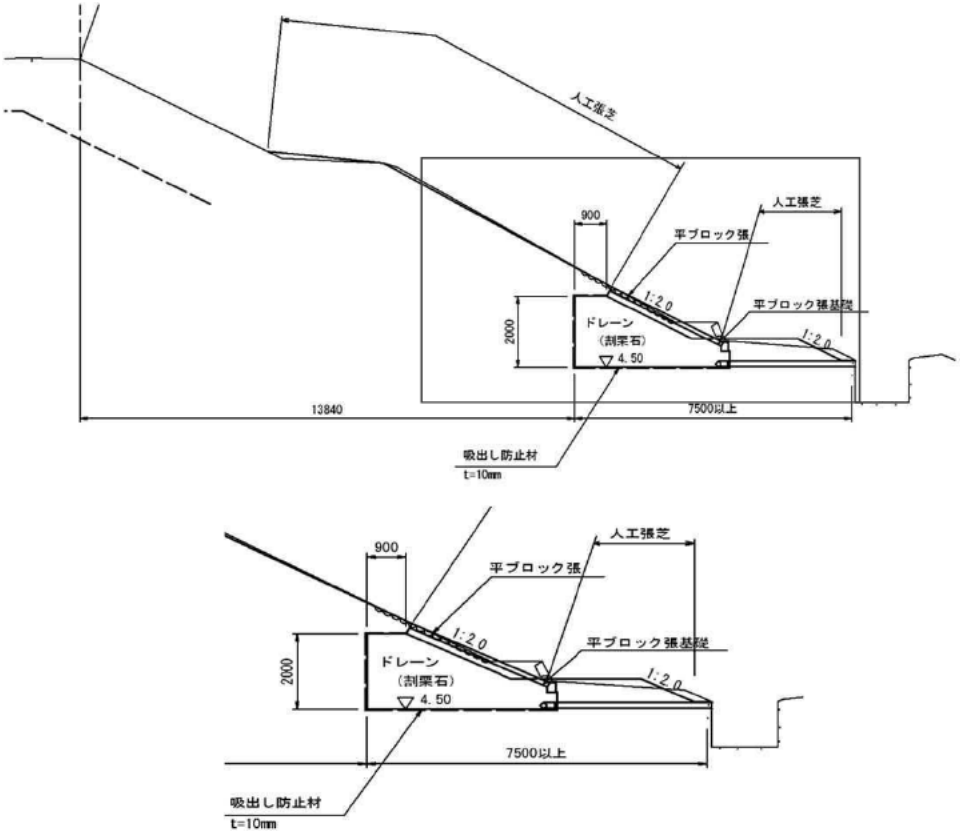


河川名	斐伊川	距離標	右岸7.5k	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		10	なし		ひし形金網

位置図



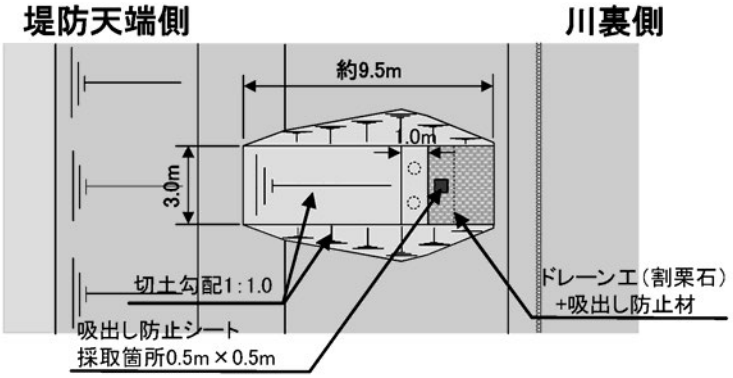
標準断面図



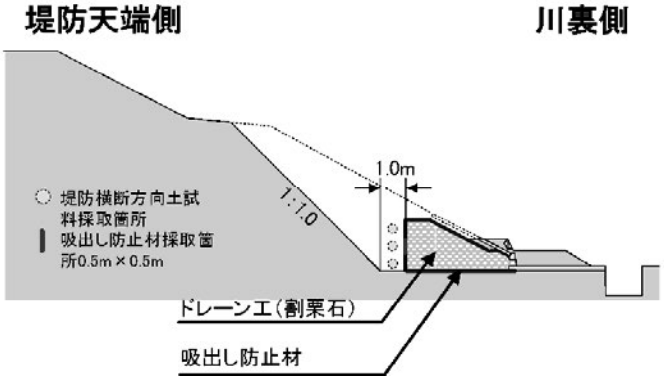
河川名	斐伊川	距離標	右岸7.5k	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



状況写真

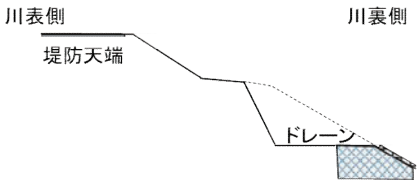
河川名	斐伊川	距離標	右岸7.5k	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

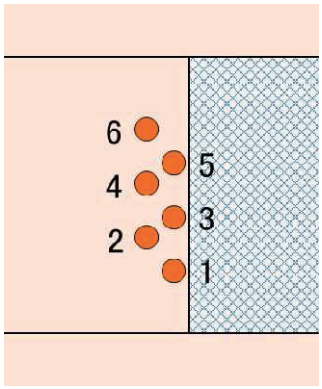
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
10	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	10.7	8	8.0	111	5.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーンエ上端

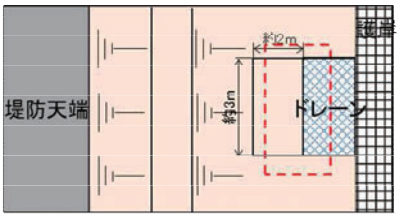
横断図



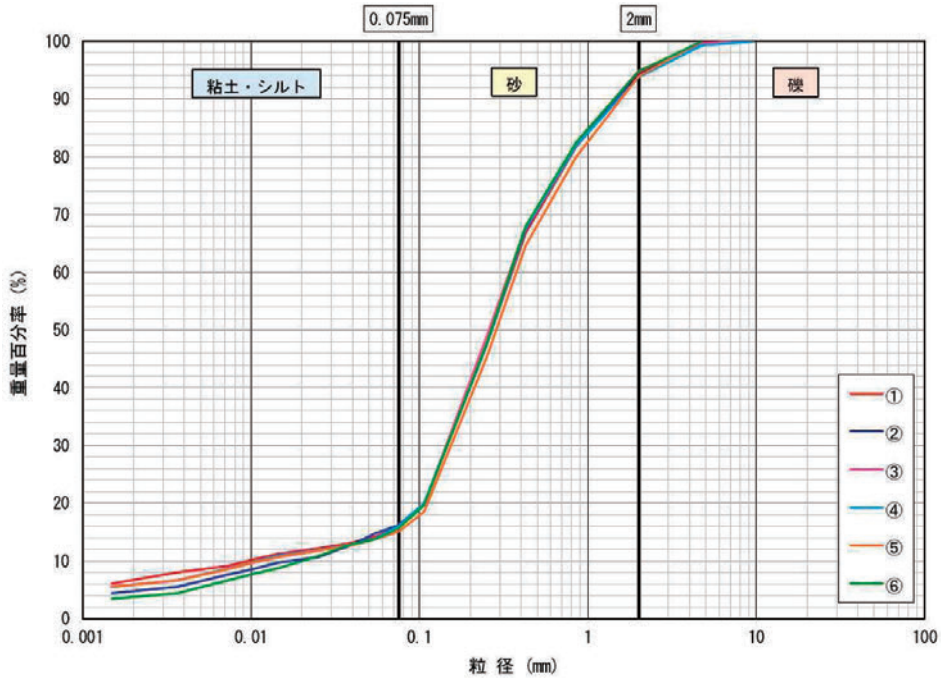
平面拡大図



平面図



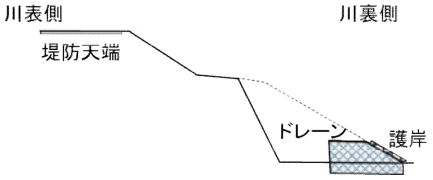
粒径加積曲線



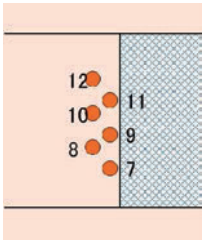
河川名	斐伊川	距離標	右岸7.5k	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ中段

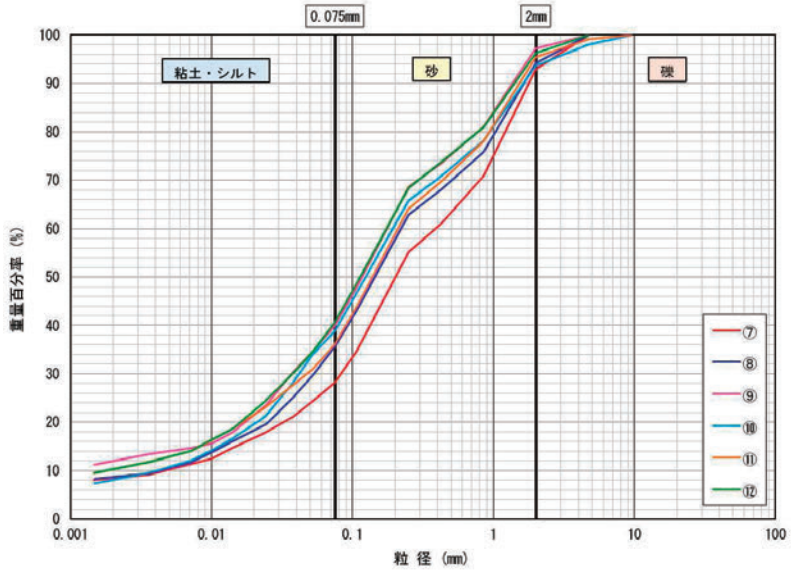
横断図



平面拡大図

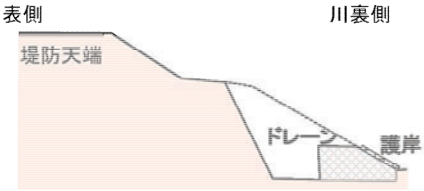


粒径加積曲線

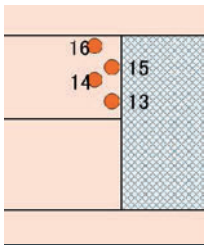


粒度試験結果 ドレーンエ下端

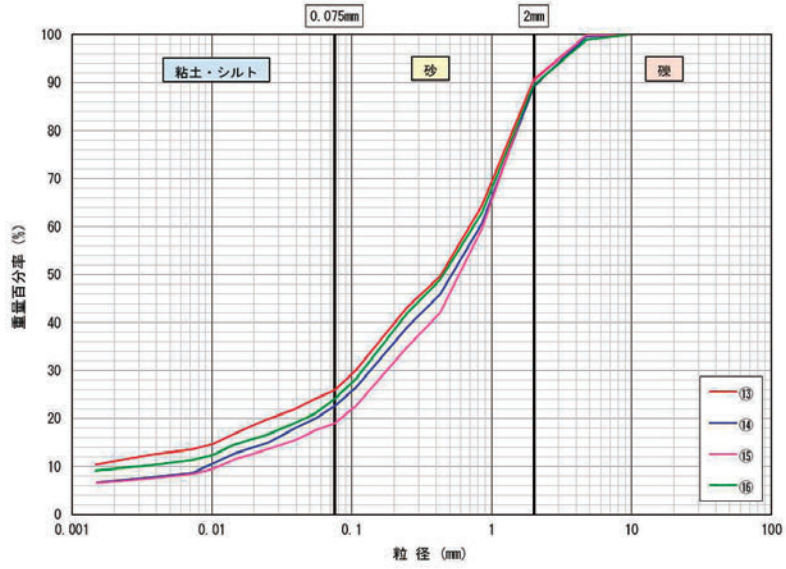
横断図



平面拡大図

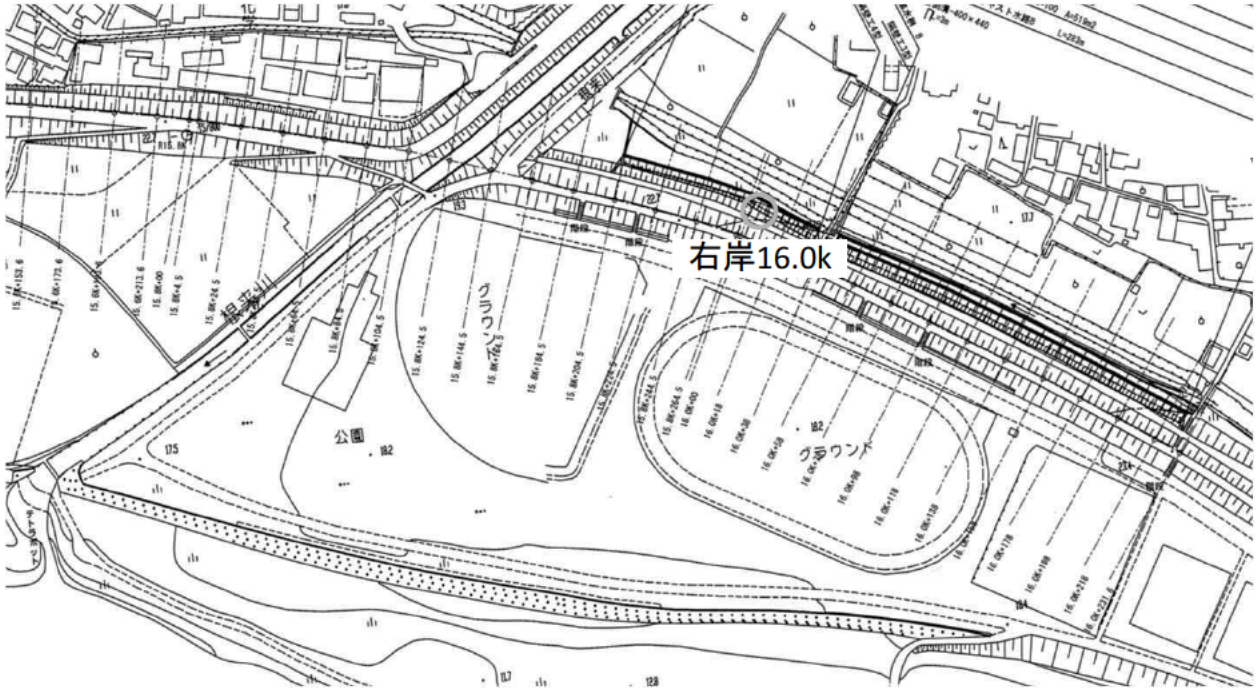


粒径加積曲線

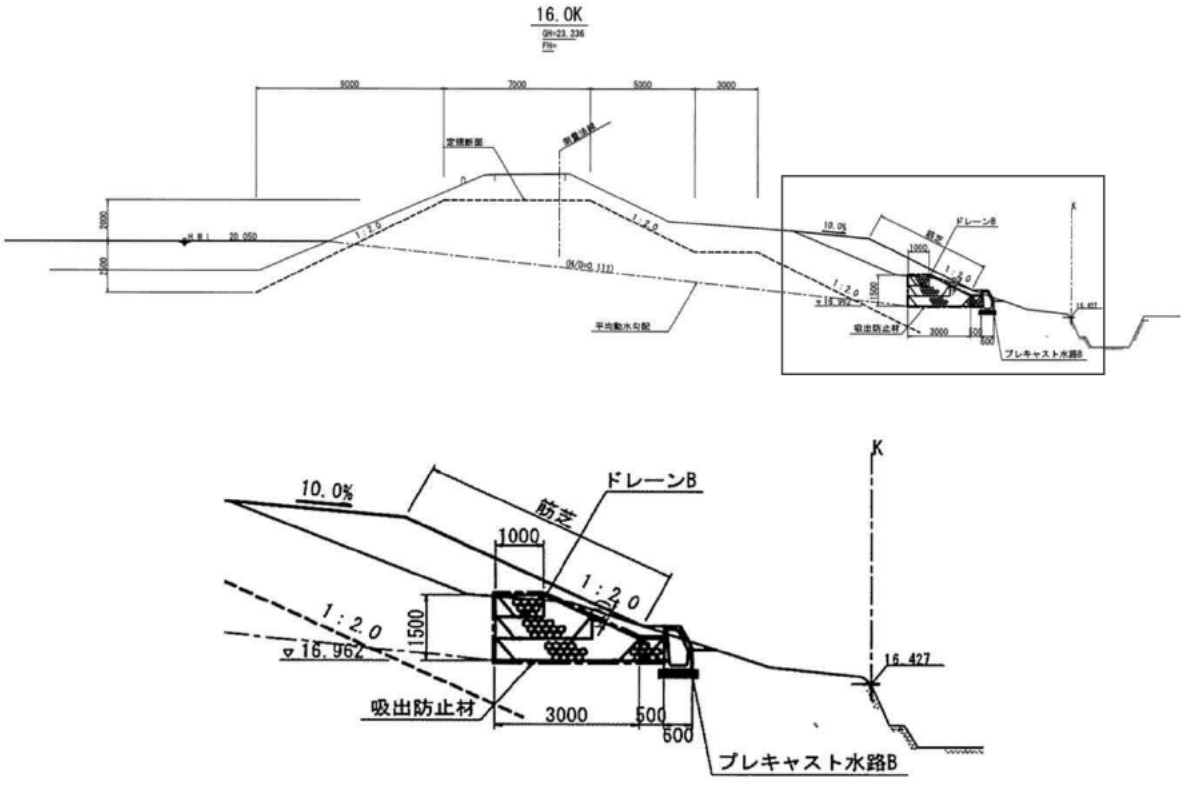


河川名	紀の川	距離標	右岸16.0k	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		10	なし		溶接金網

位置図



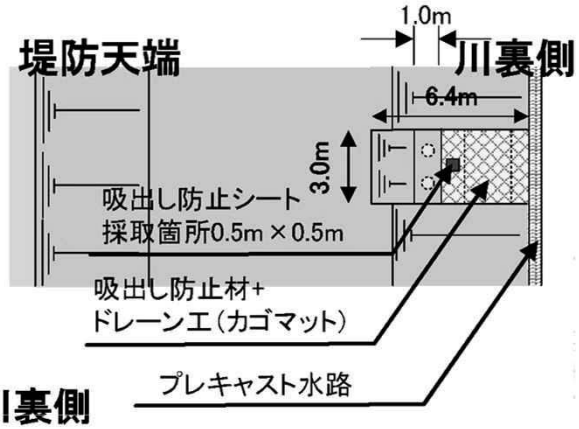
標準断面図



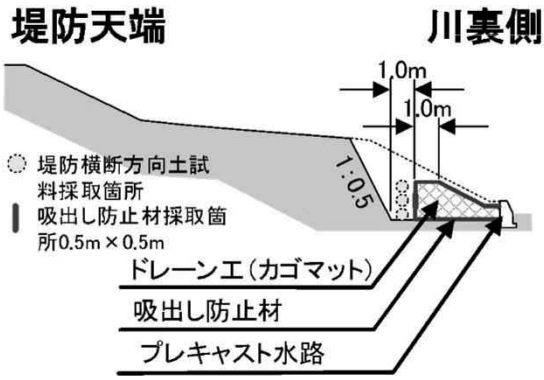
河川名	紀の川	距離標	右岸16.0k	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



状況写真

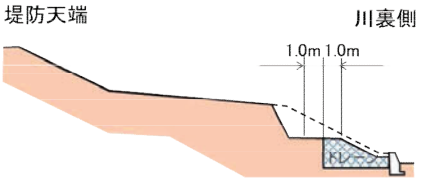
河川名	紀の川	距離標	右岸16.0k	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

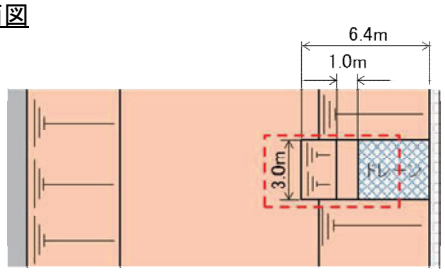
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
10	なし	ニードフルマットAPS-10（t=10mm）	11.3	4	11.3	130	7.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーンエ上端

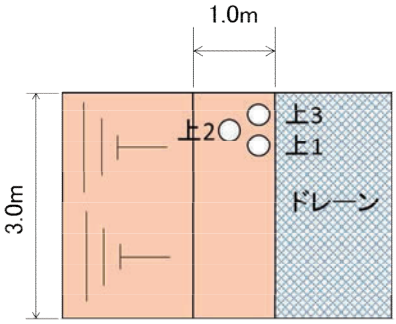
横断図



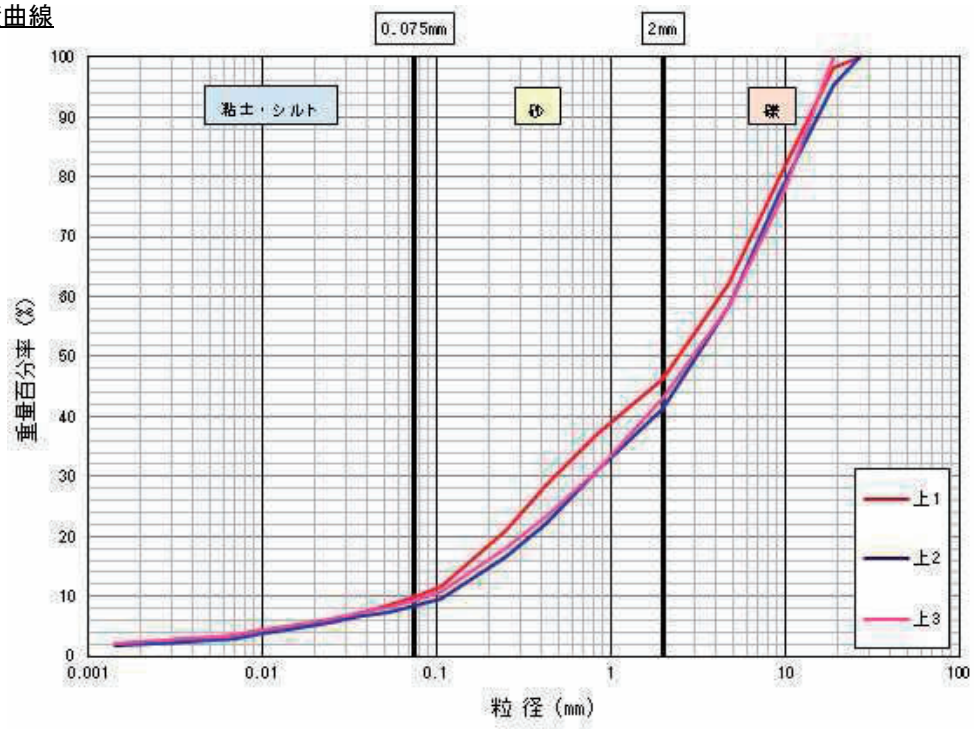
平面図



平面拡大図



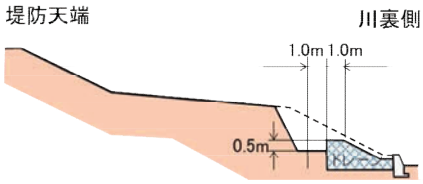
粒径加積曲線



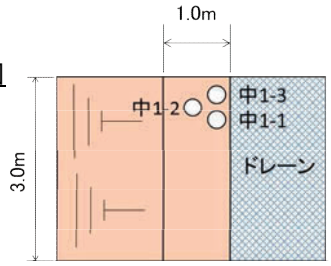
河川名	紀の川	距離標	右岸16.0k	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ中段1

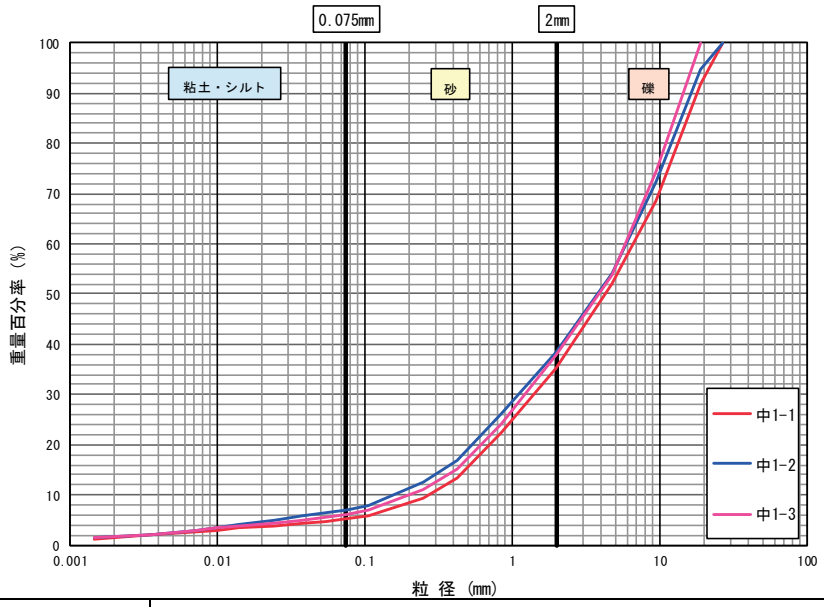
横断図



平面拡大図

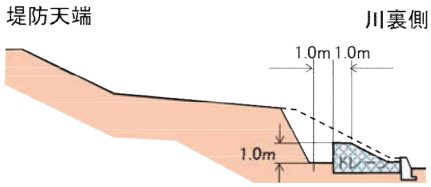


粒径加積曲線

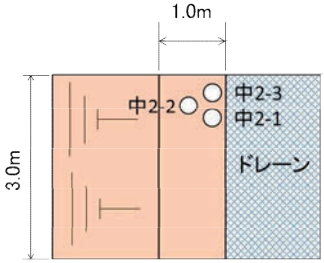


粒度試験結果 ドレーンエ中段2

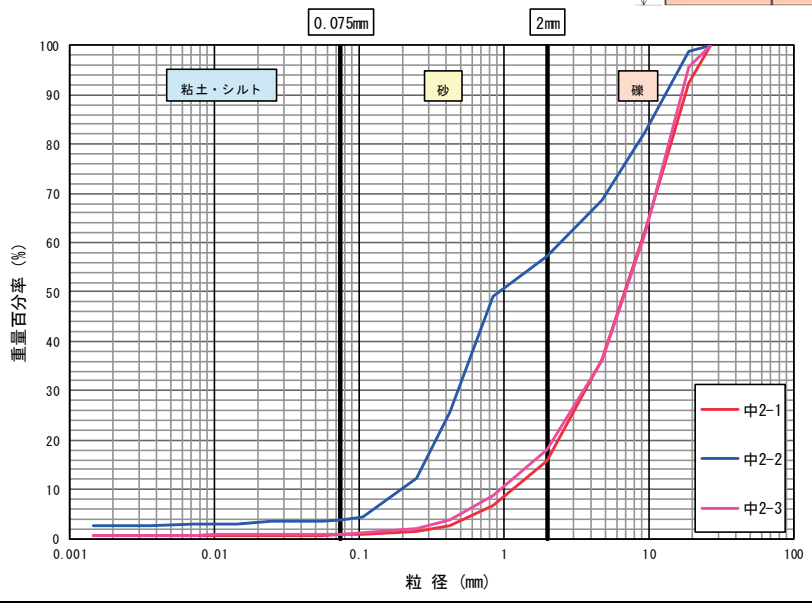
横断図



平面拡大図



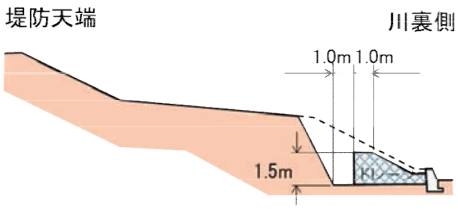
粒径加積曲線



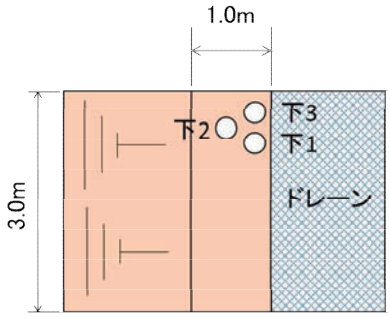
河川名	紀の川	距離標	右岸16.0k	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ下端

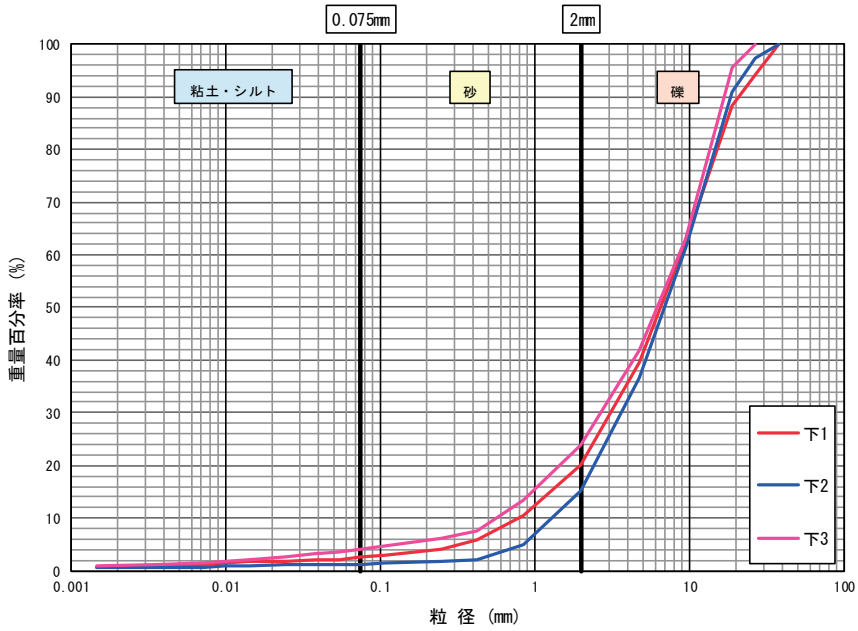
横断図



平面拡大図

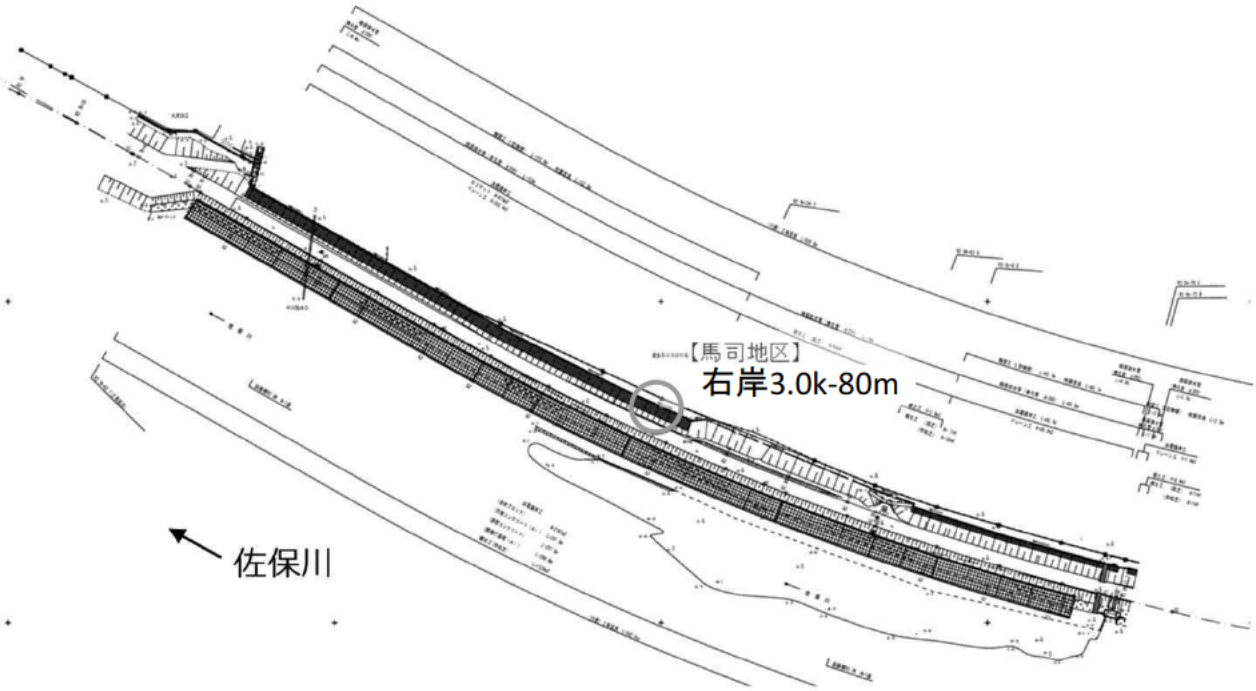


粒径加積曲線

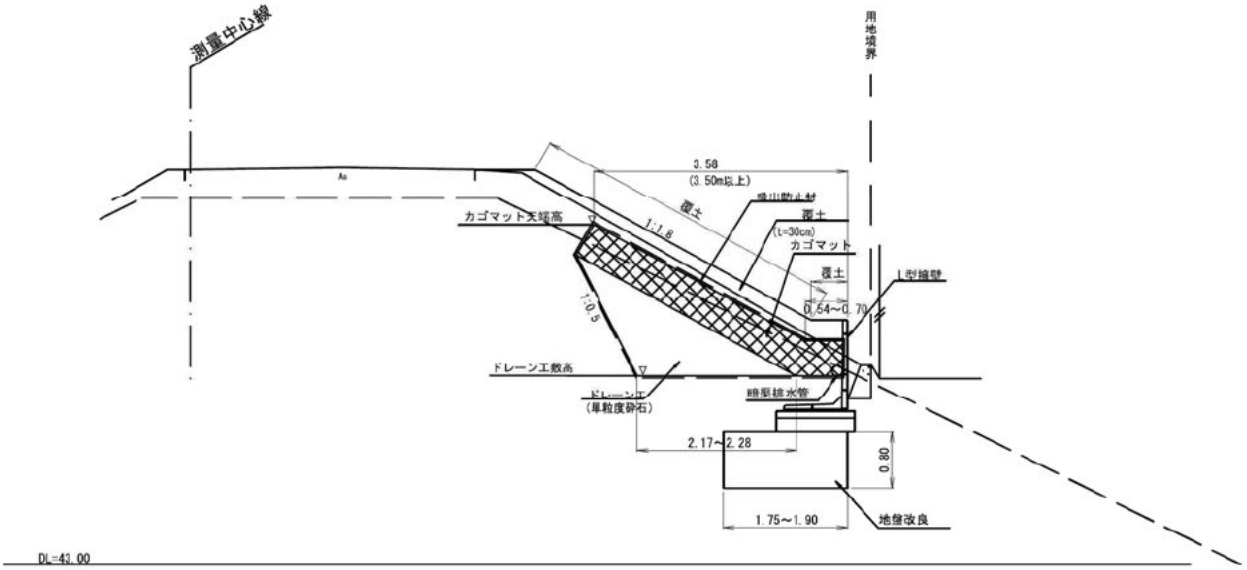


河川名	佐保川	距離標	右岸3.0k-80m	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		10	あり		ひし形金網

位置図



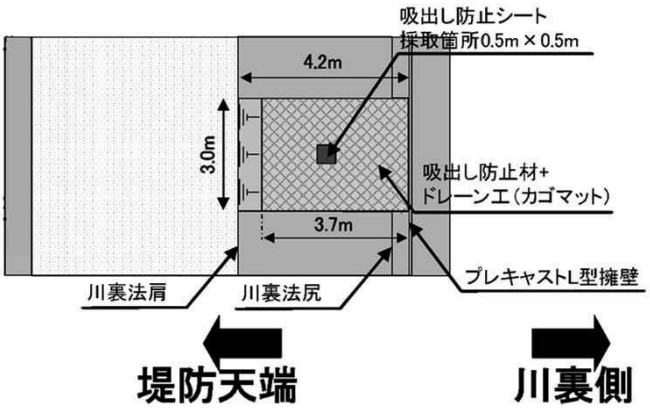
標準断面図



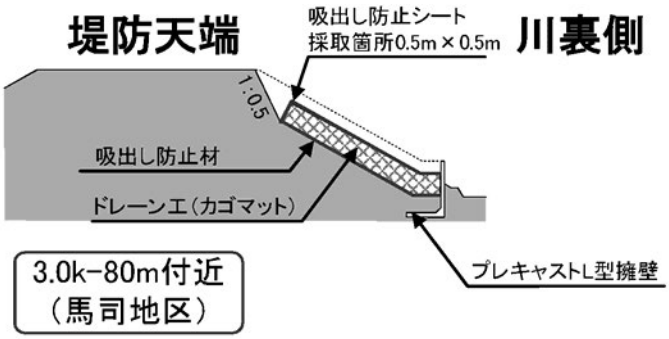
河川名	佐保川	距離標	右岸3.0k-80m	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



3.0k-80m付近
（馬司地区）

状況写真

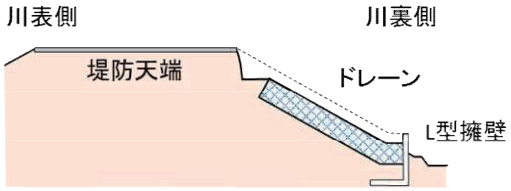
河川名	佐保川	距離標	右岸3.0k-80m	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

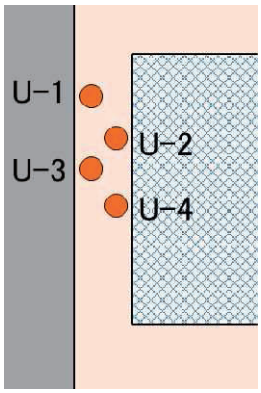
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
10	あり	ステラフェルトJ4-10（t=10mm）	12.8	10	39.4	46	4.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーンエ上端

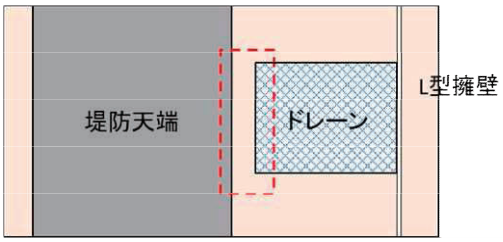
横断図



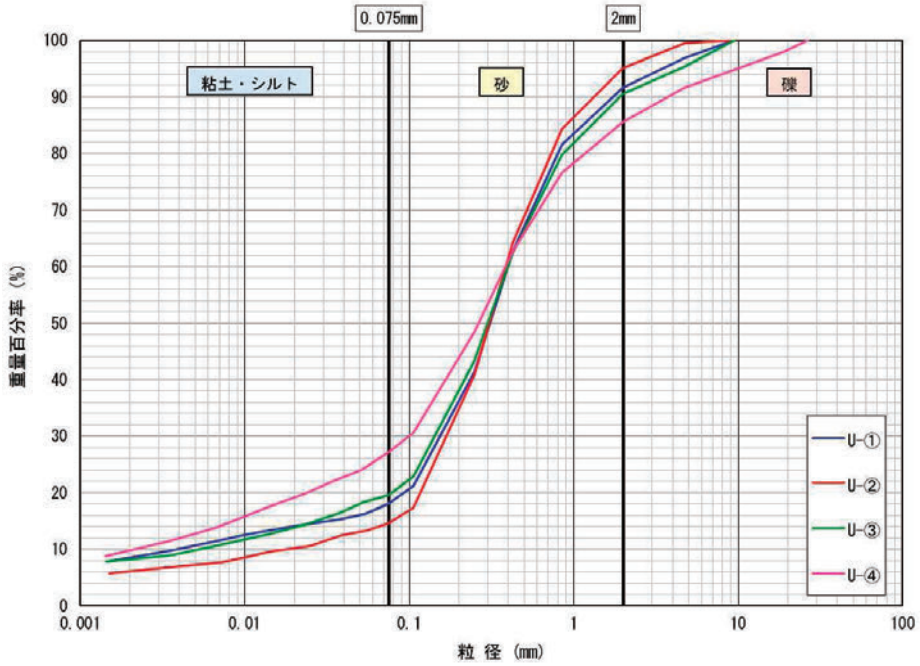
平面拡大図



平面図



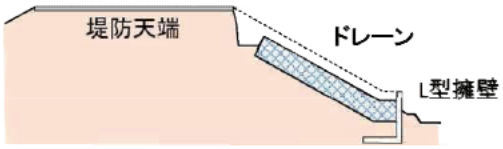
粒径加積曲線



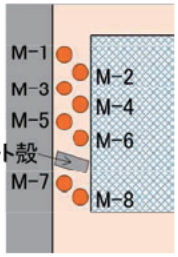
河川名	佐保川	距離標	右岸3.0k-80m	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーン工上端-20cm

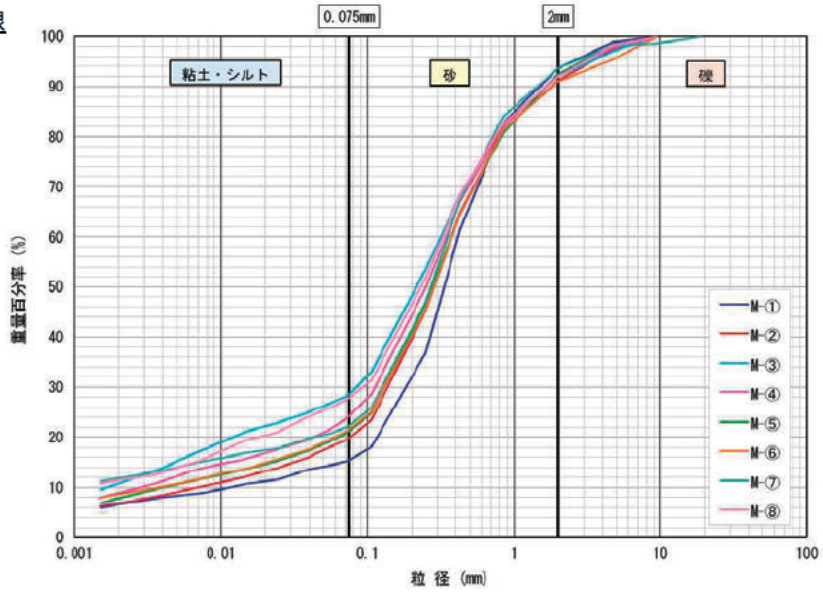
横断図



平面拡大図

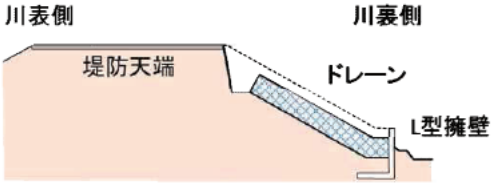


粒径加積曲線

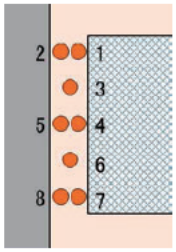


粒度試験結果 ドレーン工上端-50cm

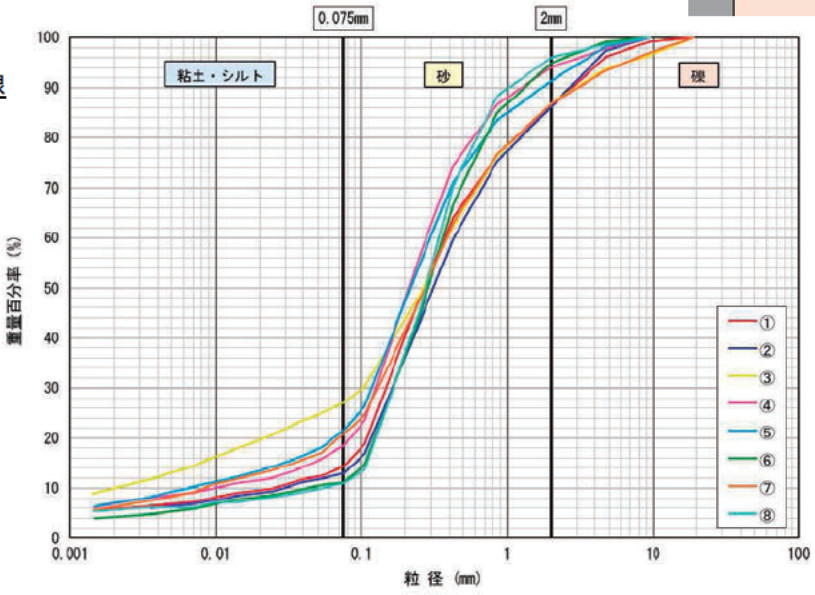
横断図



平面拡大図

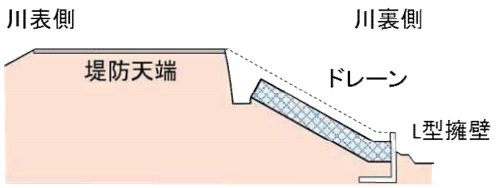


粒径加積曲線

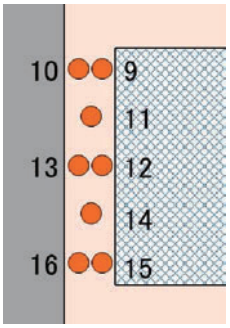


河川名	佐保川	距離標	右岸3.0k-80m	対策工	ドレーンエ
粒度試験結果 ドレーンエ上端-150cm					

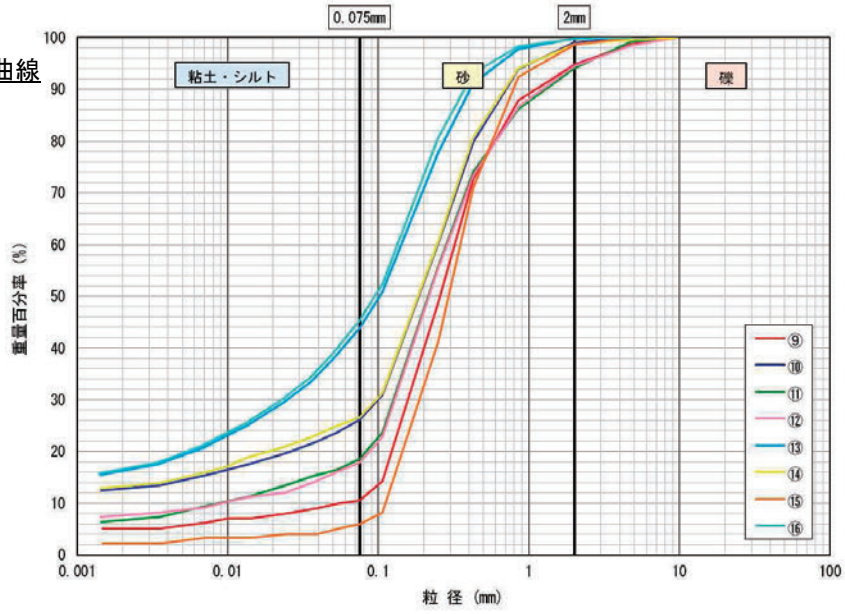
横断図



平面拡大図

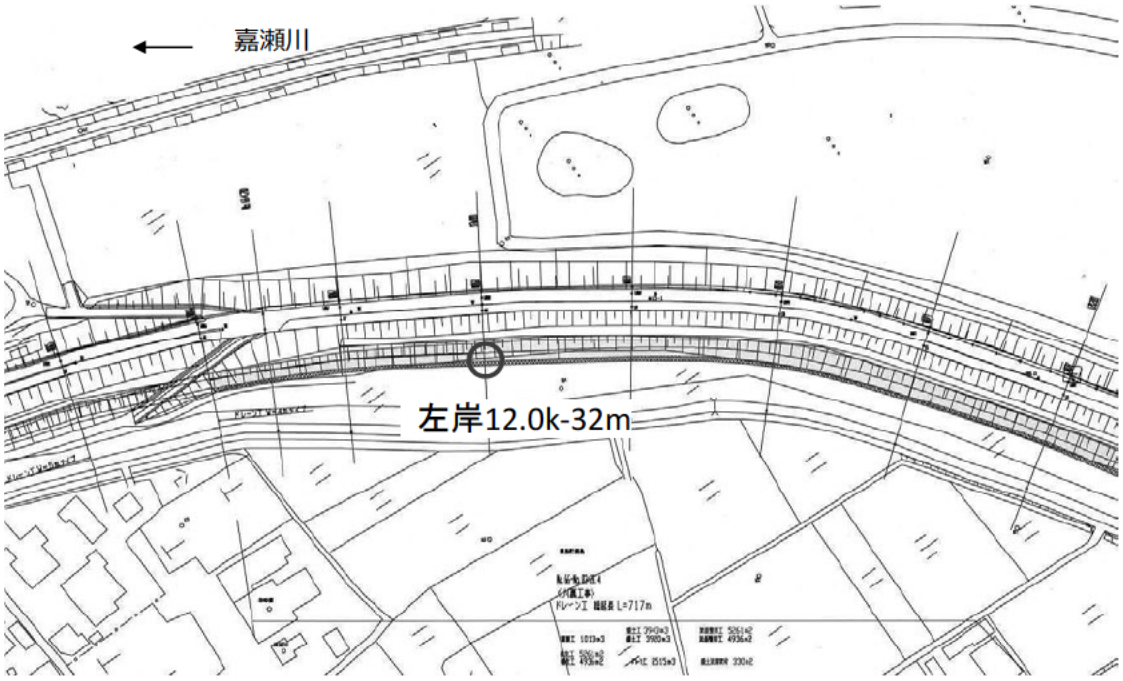


粒径加積曲線

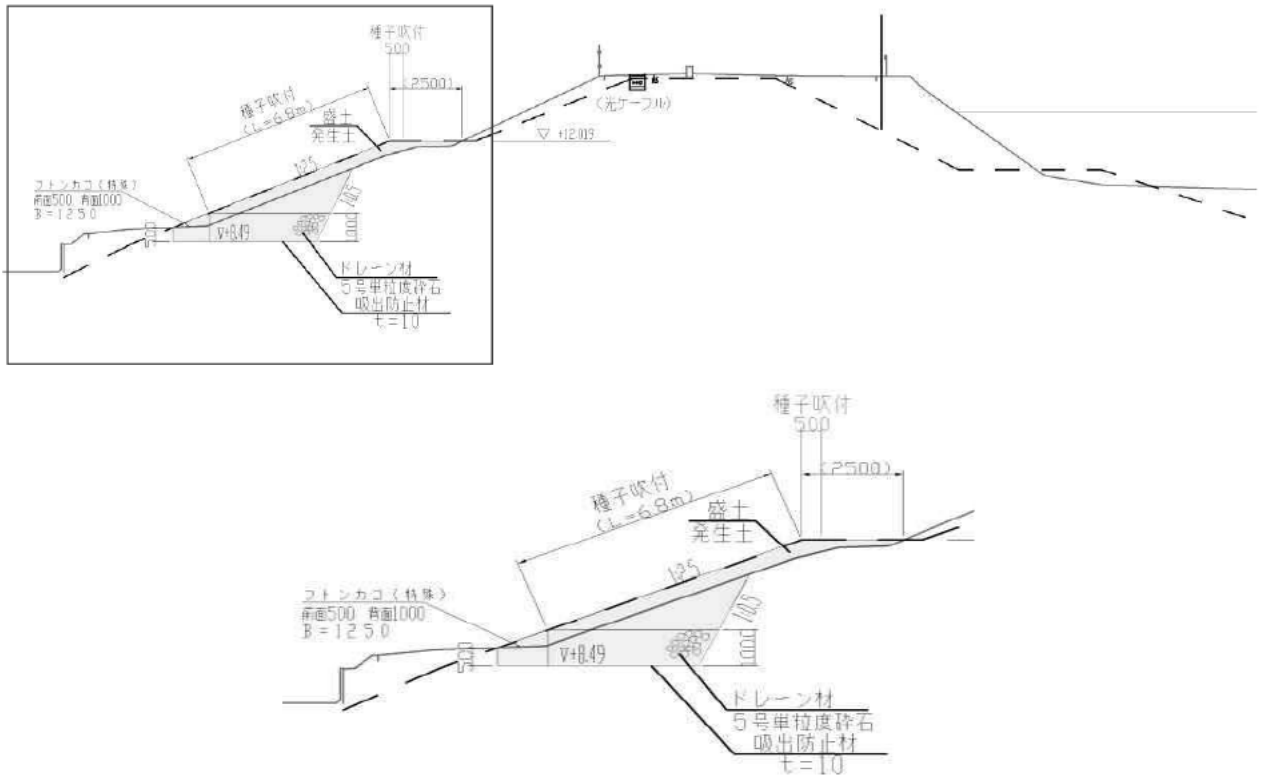


河川名	嘉瀬川	距離標	左岸12.0k-32m	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		9	あり		ひし形金網

位置図



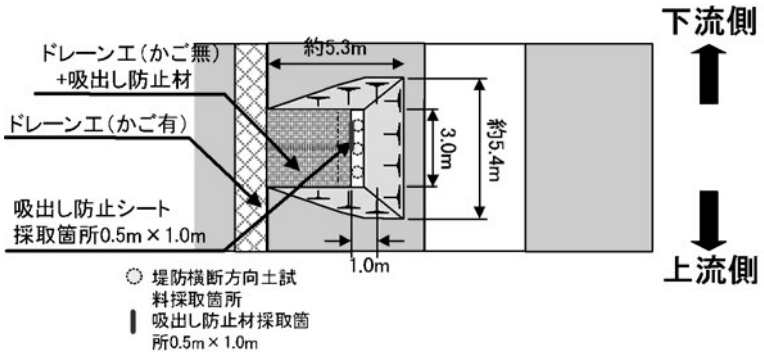
標準断面図



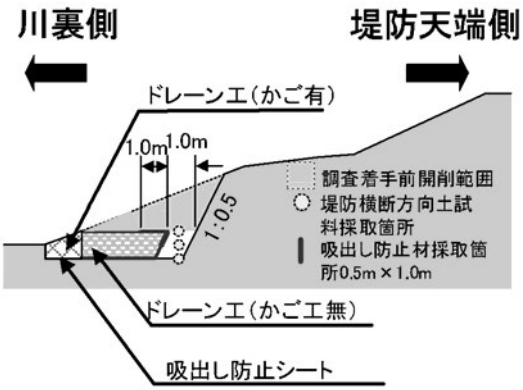
河川名	嘉瀬川	距離標	左岸12.0k-32m	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

■平面



■横断



状況写真

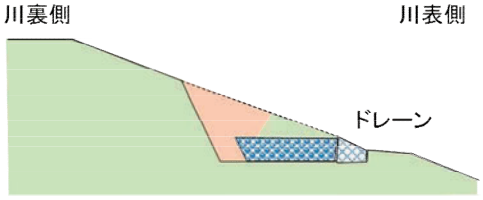
河川名	嘉瀬川	距離標	左岸12.0k-32m	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

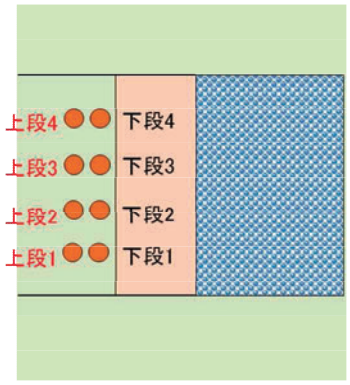
経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
			厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
9	あり	不明（t=10mm）	9.7	7	5.8	72	7.0E-04
規格値			ー	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーン工上端

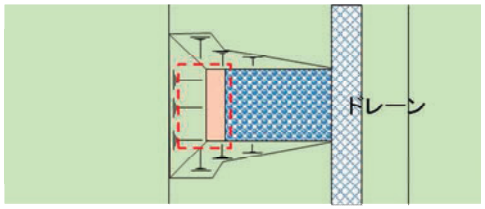
横断図



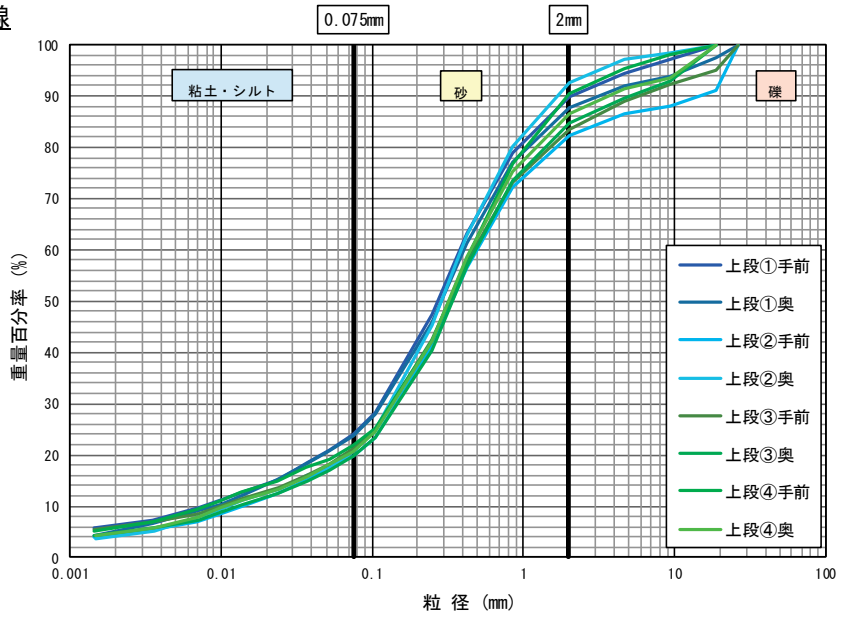
平面拡大図



平面図



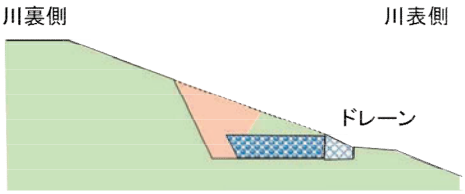
粒径加積曲線



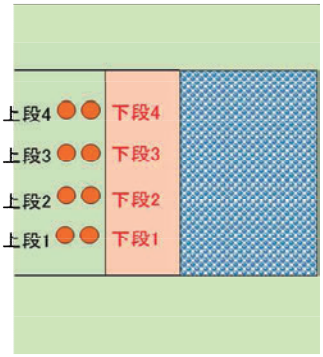
河川名	嘉瀬川	距離標	左岸12.0k-32m	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーン工下段

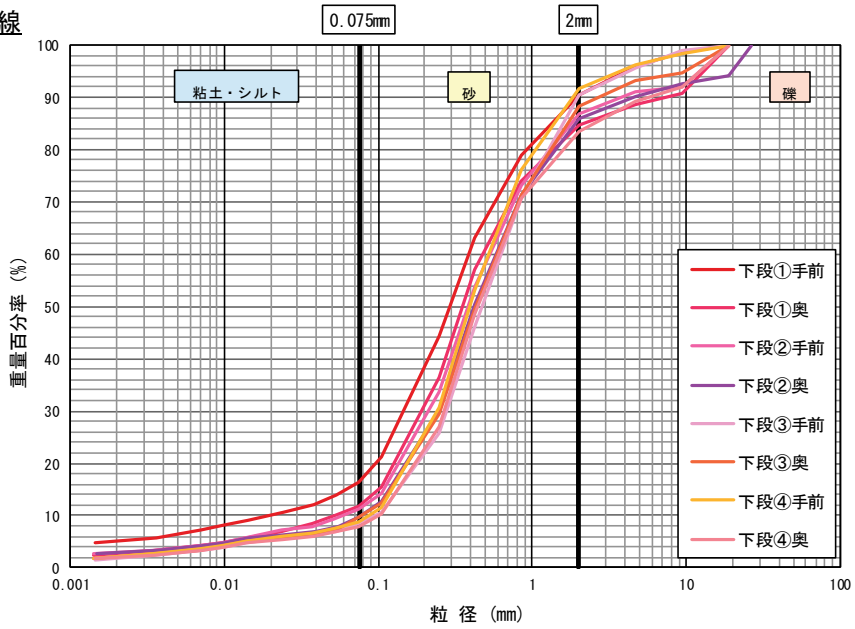
横断図



平面拡大図

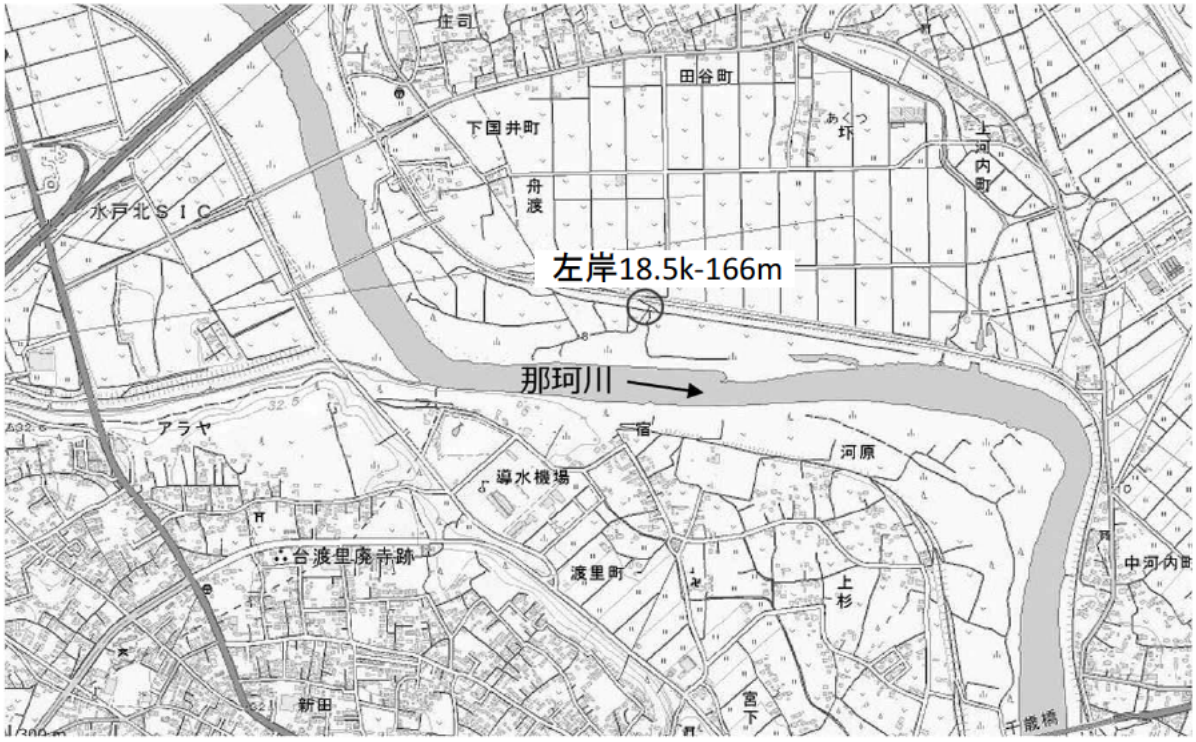


粒径加積曲線

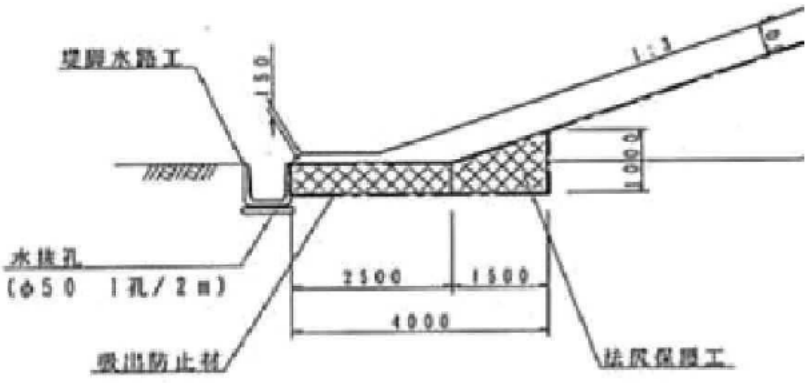


河川名	那珂川	距離標	左岸18.5k-166m	対策工	ドレーンエ
対策工の分類		経過年数	氾濫危険水位の経験		かご工部材
		20	あり		ひし形金網

位置図



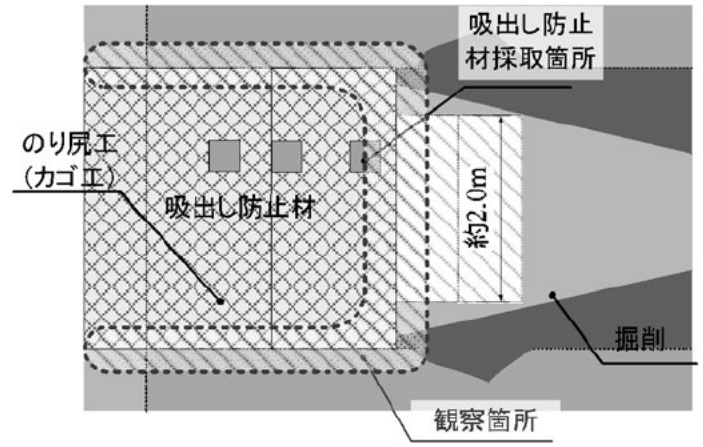
標準断面図



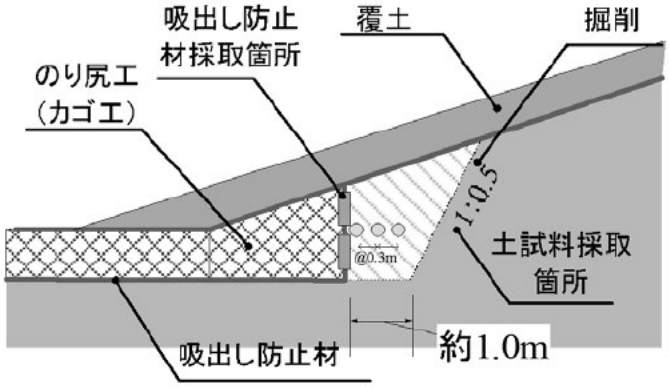
河川名	那珂川	距離標	左岸18.5k-166m	対策工	ドレーンエ

開削イメージ図

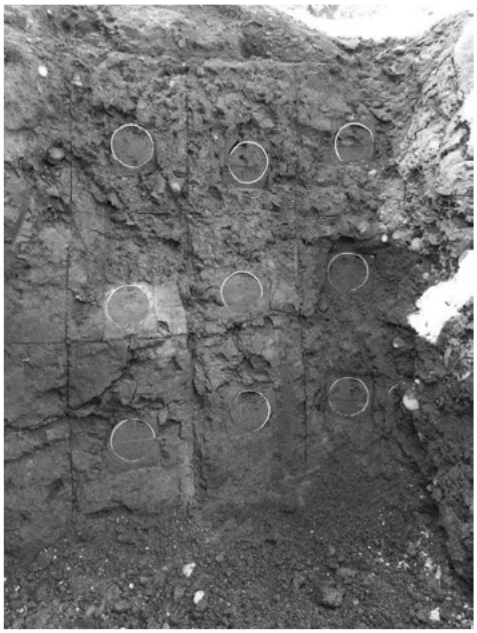
■平面



■横断



状況写真



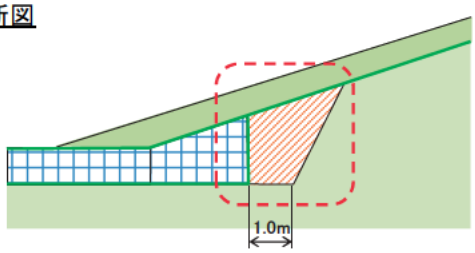
河川名	那珂川	距離標	左岸18.5k-166m	対策工	ドレーンエ

材料試験結果(吸出し防止材)

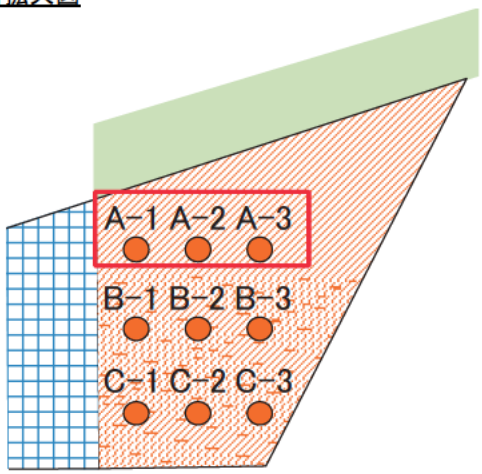
No.	河川名	調査実施地点	経過年数	氾濫危険水位以上	製品名（厚さ）	試験結果				
						厚さ（mm）	圧縮率（%）	引張強さ（kN/m）	伸び率（%）	透水係数（m/s）
D9	那珂川	左岸18.5k-166m	20	あり	不明（t=10mm）	－	10	－	10	7.0E-04
規格値						－	12以下	10以上	50以上	1.0E-04以上

粒度試験結果 ドレーン工上段

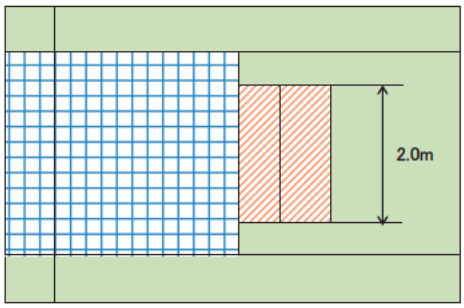
横断図



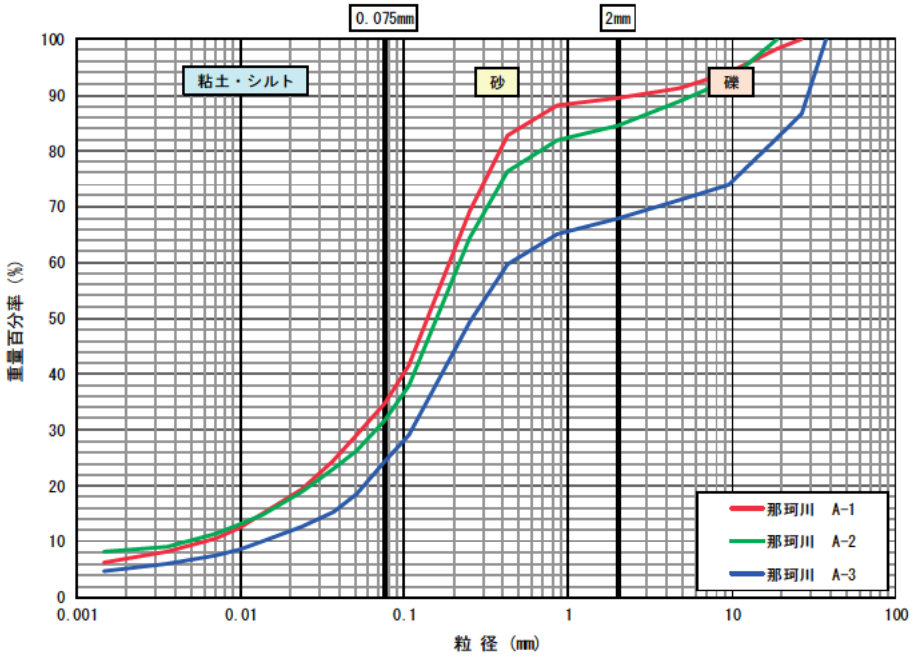
横断拡大図



平面図



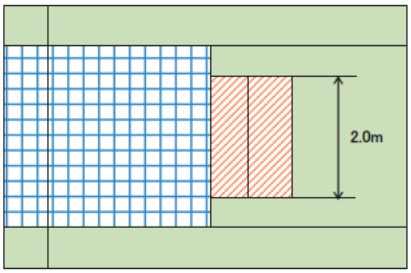
粒径加積曲線



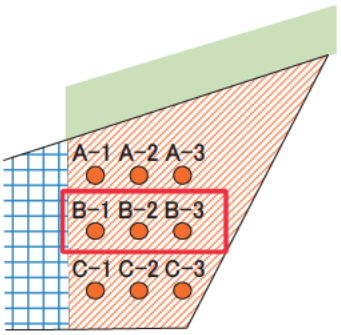
河川名	那珂川	距離標	左岸18.5k-166m	対策工	ドレーンエ

粒度試験結果 ドレーンエ中段

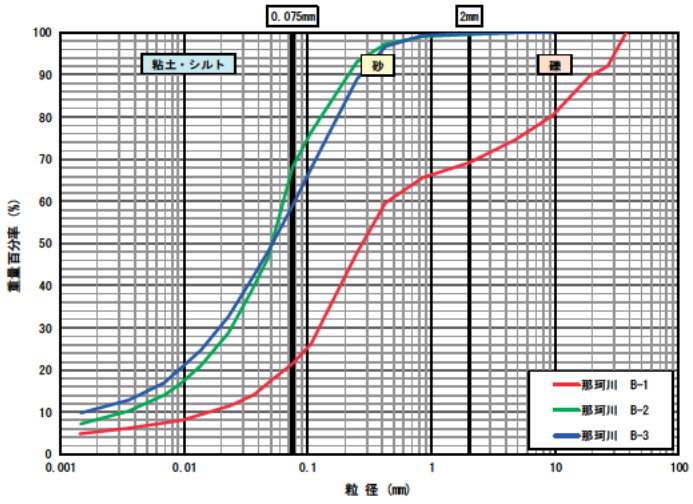
平面図



横断拡大図

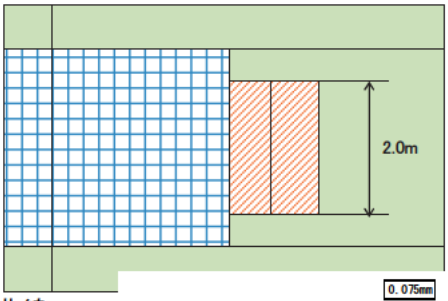


粒径加積曲線

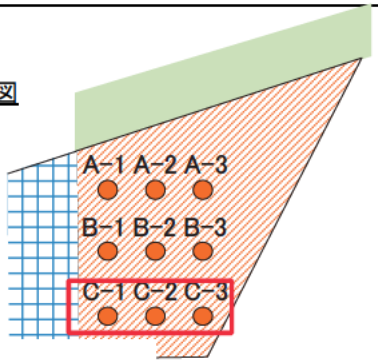


粒度試験結果 ドレーンエ下段

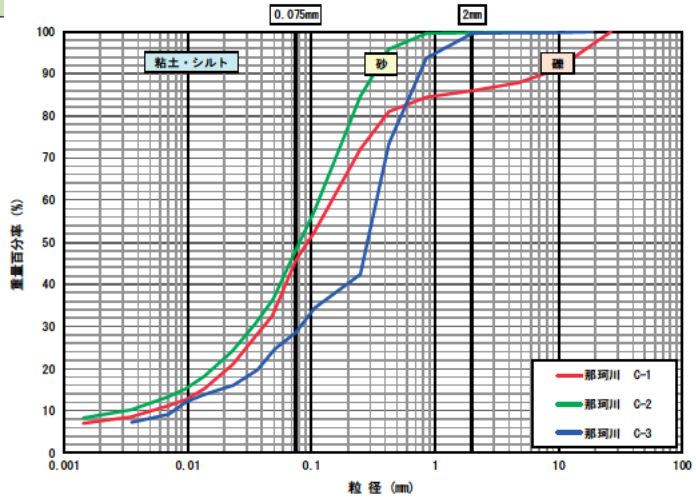
平面図



横断拡大図



粒径加積曲線

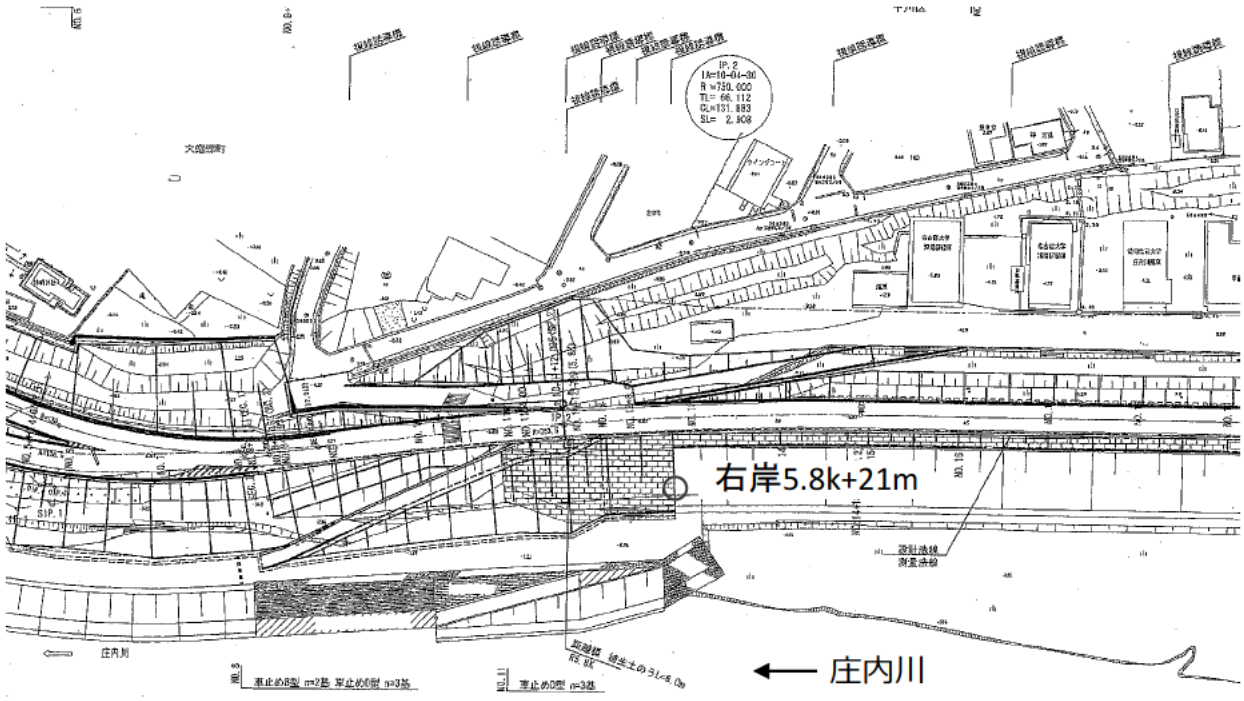


河川名	庄内川	距離標	右岸5.8k+21m	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		5	20	C	

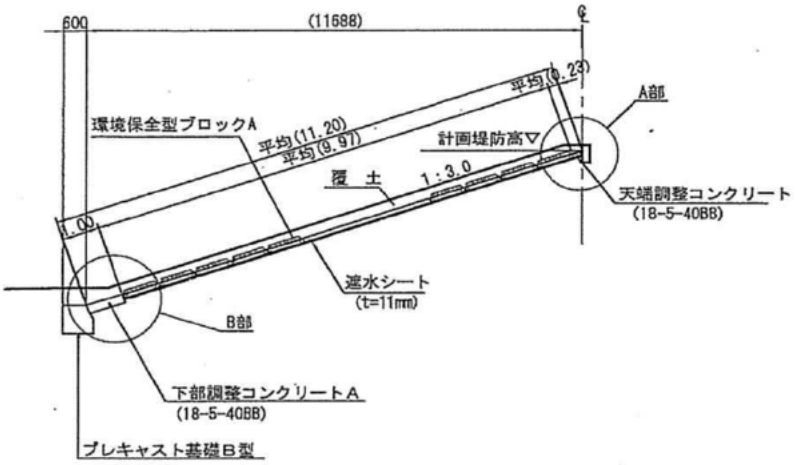
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

位置図

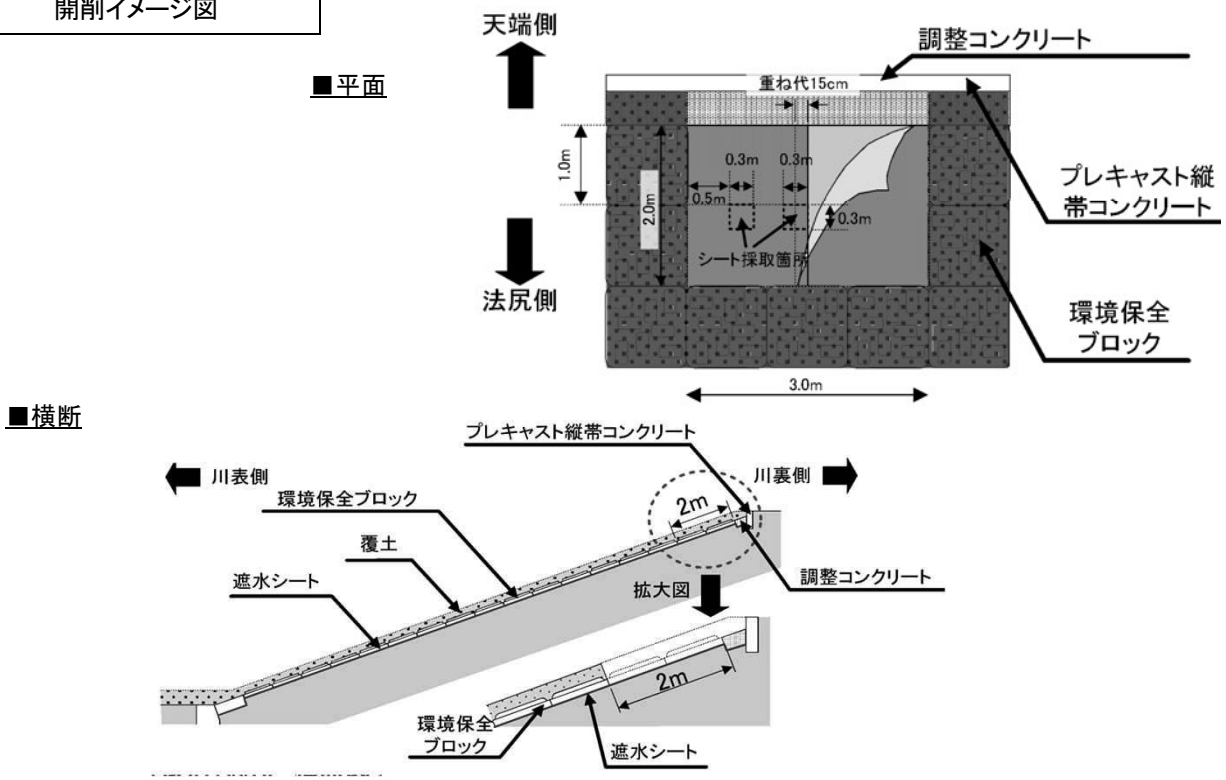


標準断面図

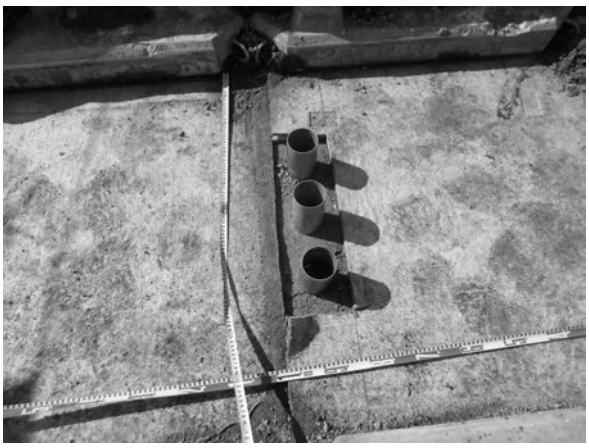


河川名	庄内川	距離標	右岸5.8k+21m	対策工	遮水シート

開削イメージ図



状況写真



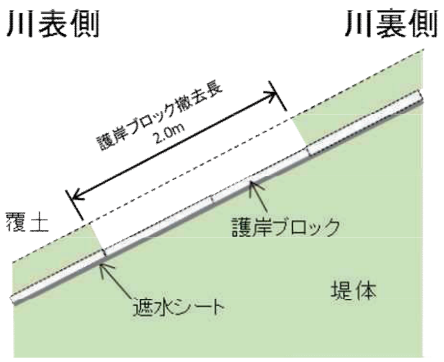
河川名	庄内川	距離標	右岸5.8k+21m	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

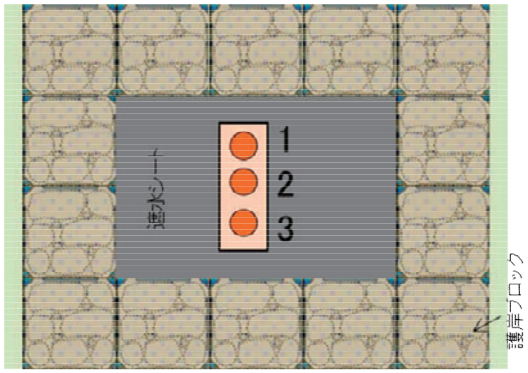
経過年数	覆土厚(cm)	材質(製品名)	試験結果				
			硬さ(HDA)	引張強さ(N/mm^2)	引裂強さ(kN/m)	伸び率(%)	柔軟性(℃)
5	20	エチレン酢酸ビニール(ベーブマットPEV-10)	92	19.7	73.3	560	-42
規格値		上段:純ポリ塩化ビニール 下段:エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

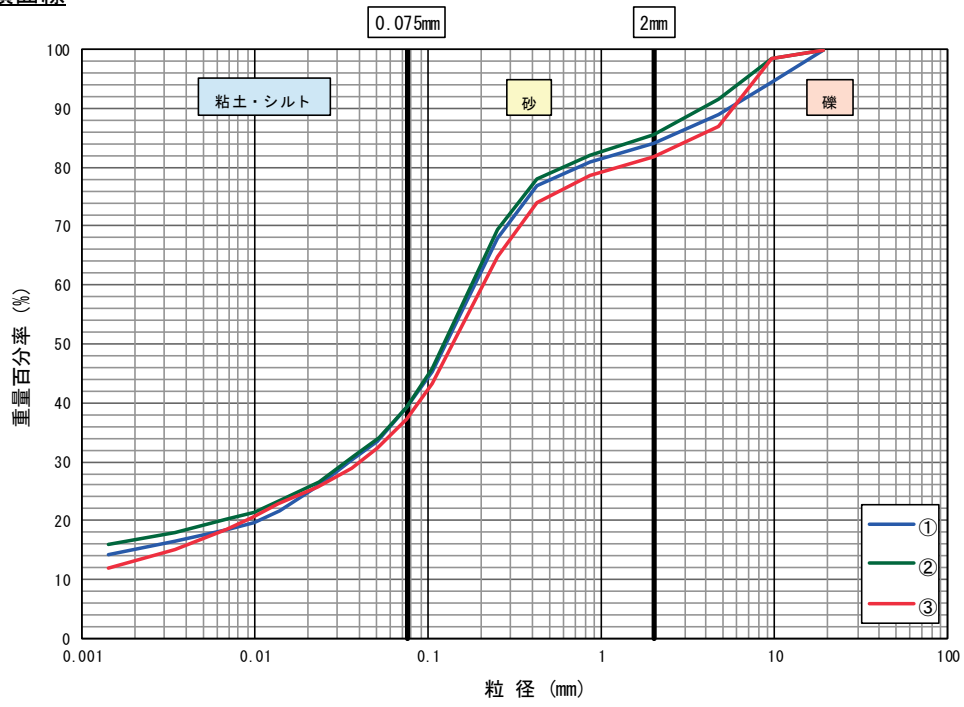
横断図



平面図



粒径加積曲線

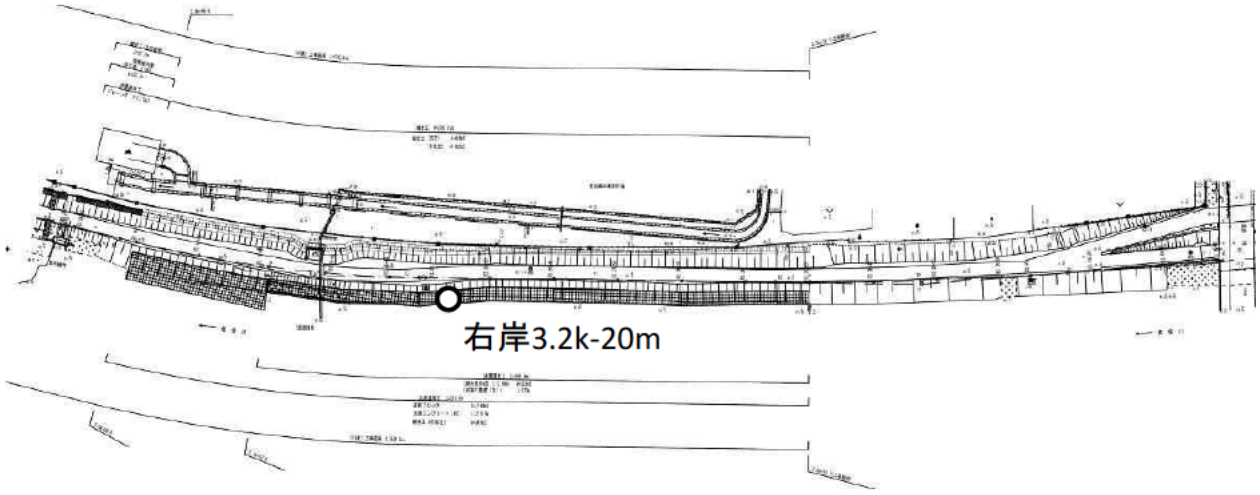


河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-20m	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		10	10	B	

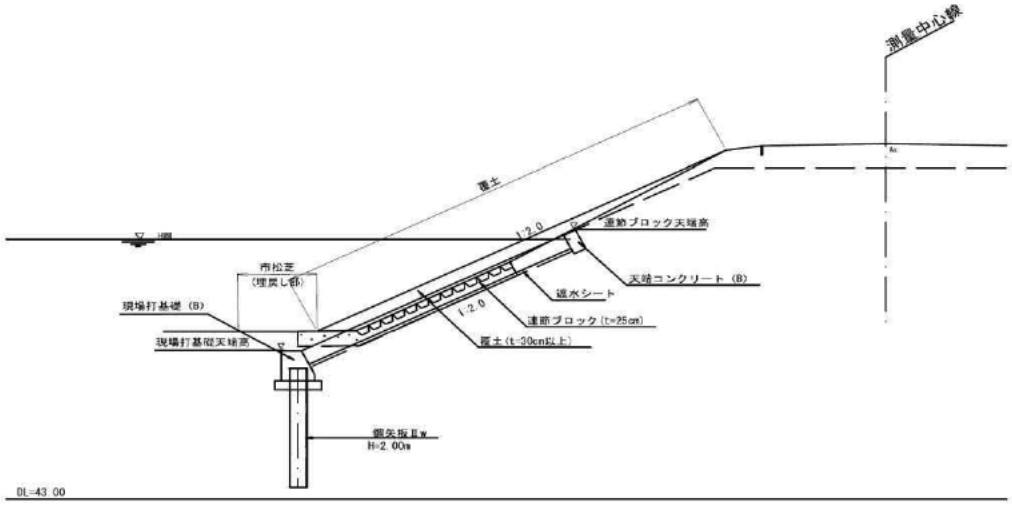
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大 ・・・ ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大 ・・・ 連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小 ・・・ 連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小 ・・・ コンクリートブロック張

位置図



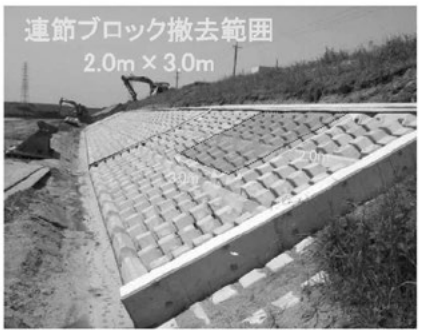
標準断面図

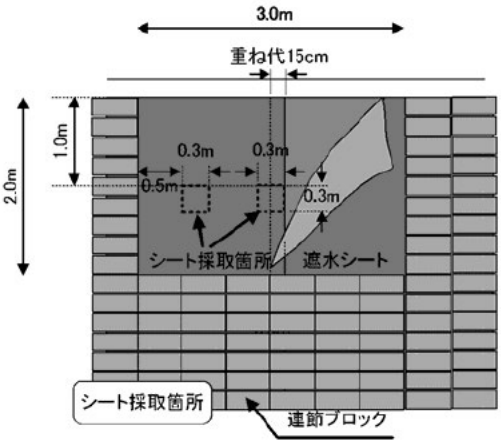


河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-20m	対策工	遮水シート

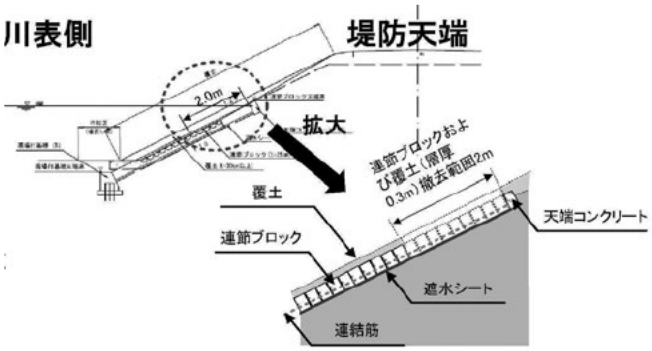
開削イメージ図

■平面





■横断



状況写真

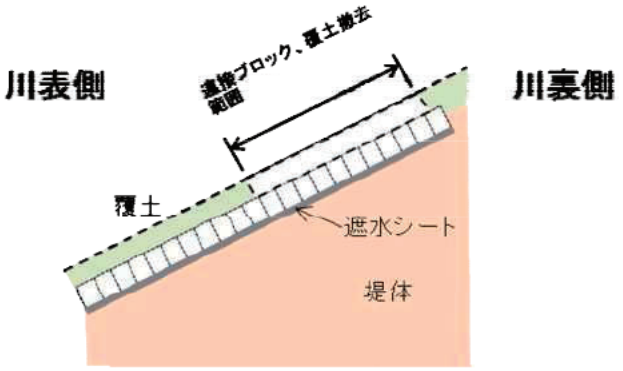
河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-20m	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

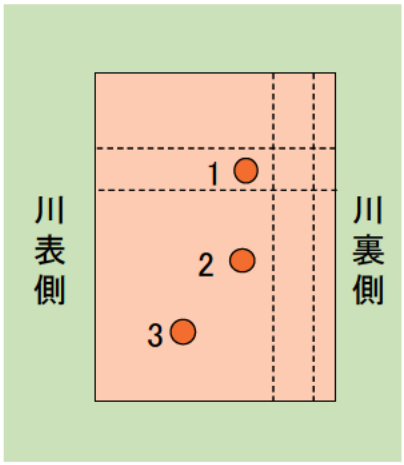
経過年数	覆土厚(cm)	材質(製品名)	試験結果				
			硬さ(HDA)	引張強さ(N/mm^2)	引裂強さ(kN/m)	伸び率(%)	柔軟性(℃)
10	10	純ポリ塩化ビニール(サンドガードSG-10)	89	23.7	99.2	270	-8
規格値		上段:純ポリ塩化ビニール 下段:エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

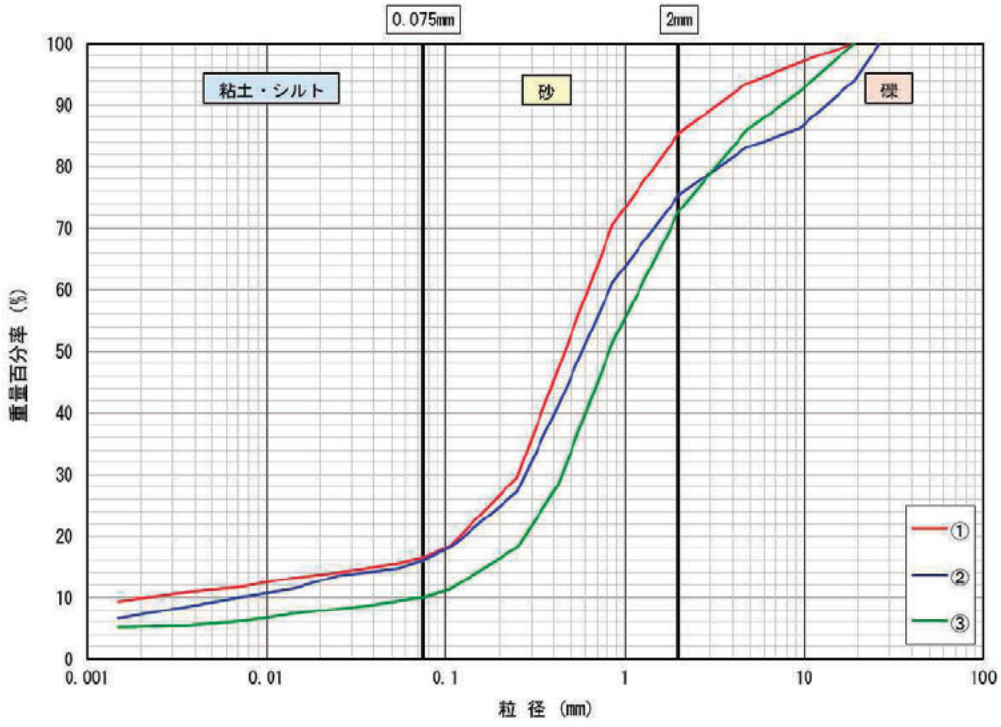
横断図



平面図



粒径加積曲線

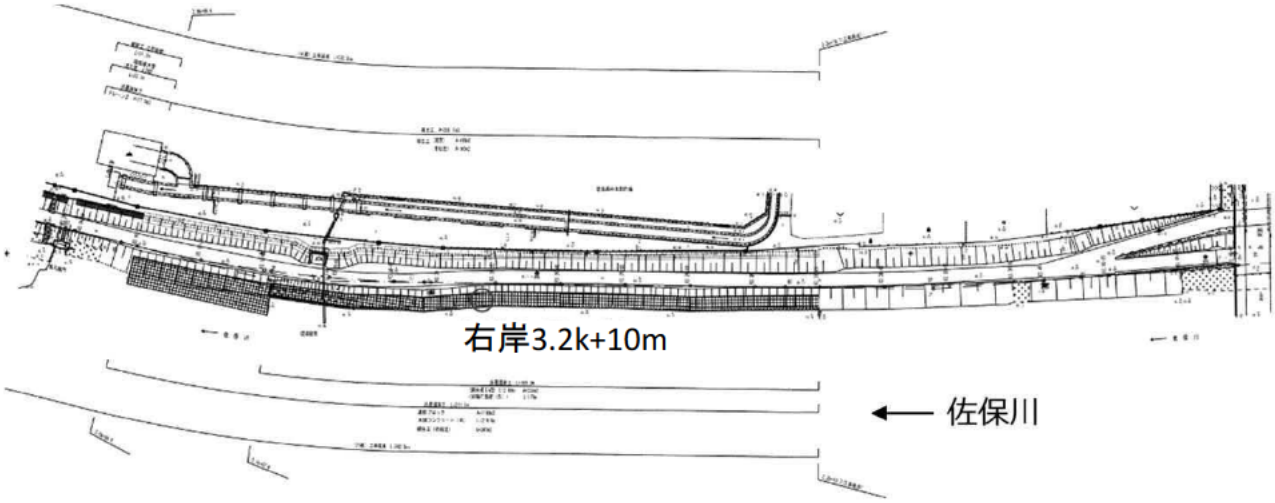


河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k+10m付近	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		10	30	C	

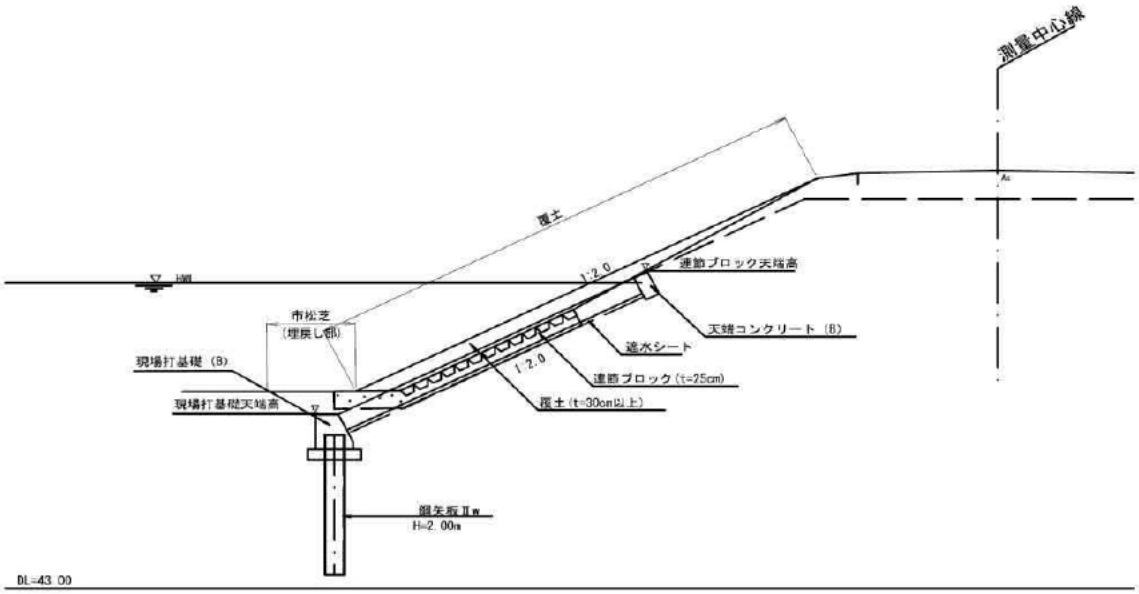
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

位置図



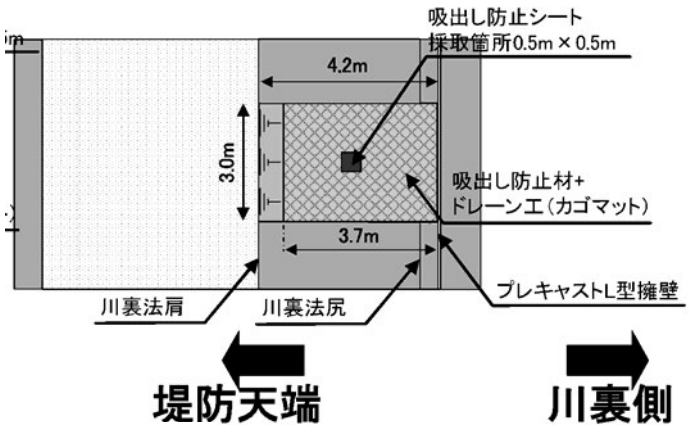
標準断面図



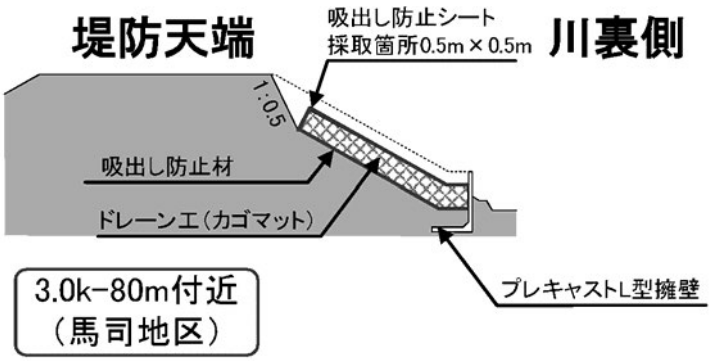
河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k+10m付近	対策工	遮水シート

調査イメージ図

■平面



■横断



3.0k-80m付近
(馬司地区)

状況写真

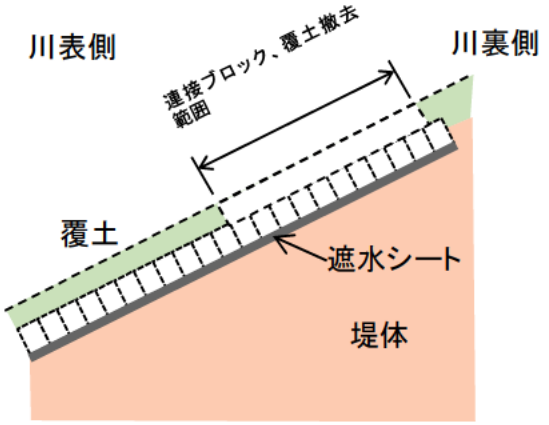
河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k+10m付近	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

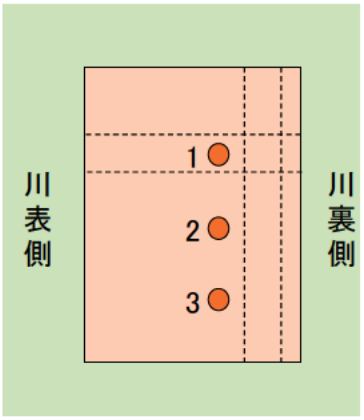
経過年数	覆土厚（cm）	材質（製品名）	試験結果				
			硬さ（HDA）	引張強さ（N/mm^2）	引裂強さ（kN/m）	伸び率（%）	柔軟性（℃）
10	30	純ポリ塩化ビニール（サンドガードSG-10）	88	22.9	96.0	270	-14
規格値		上段：純ポリ塩化ビニール 下段：エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

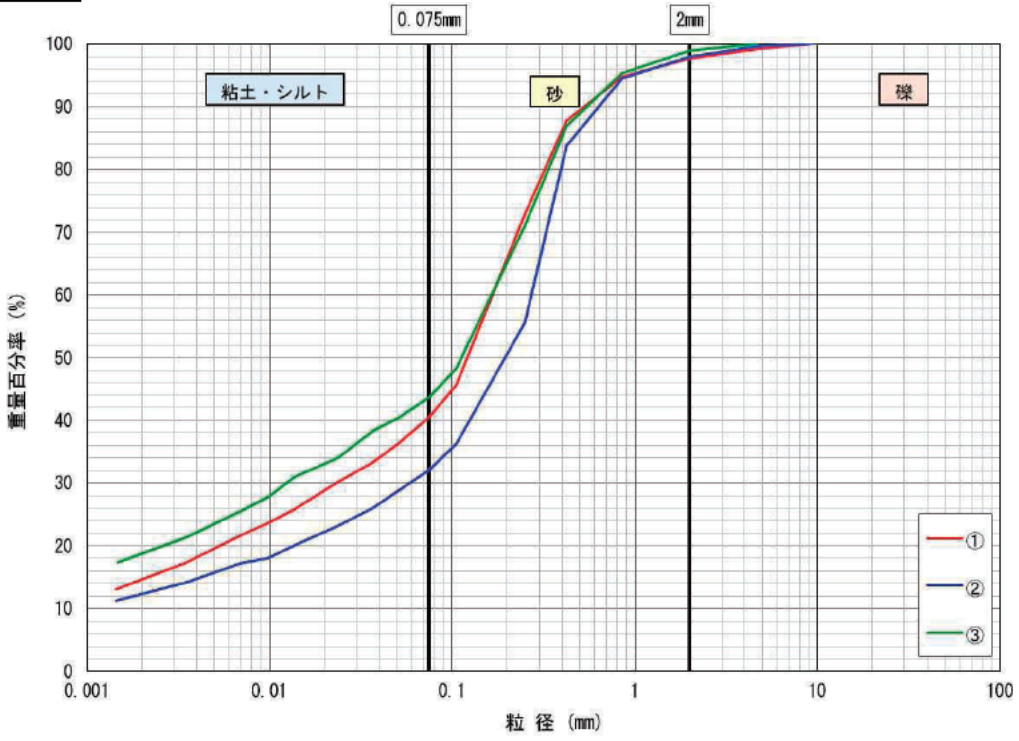
横断図



平面図



粒径加積曲線

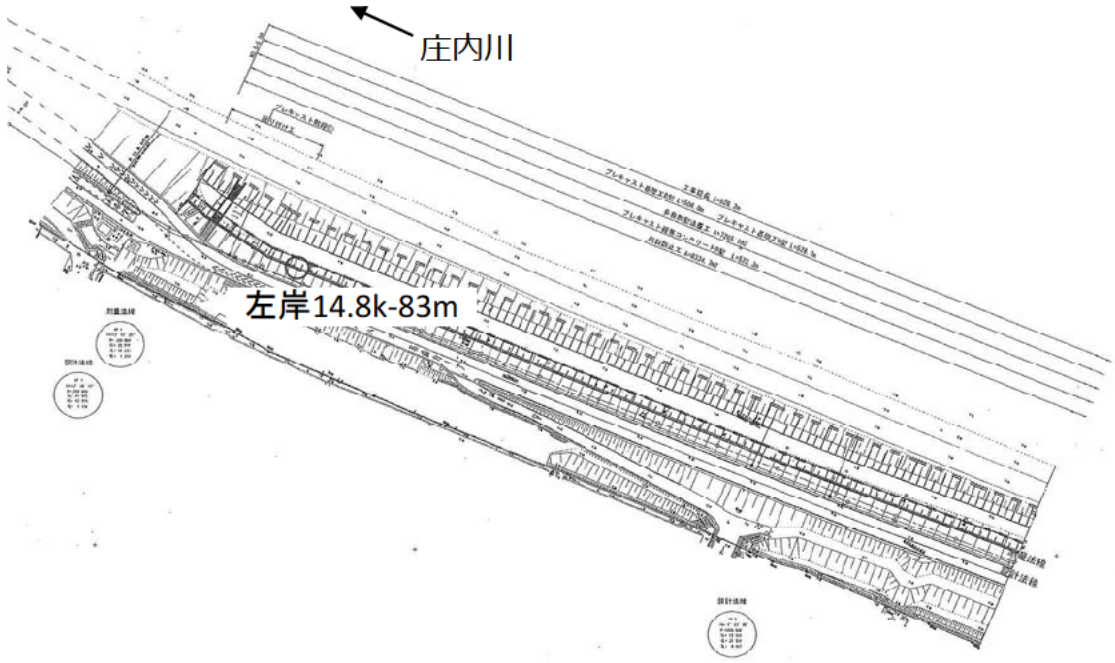


河川名	庄内川	距離標	左岸14.8k-83m	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		11	20	C	

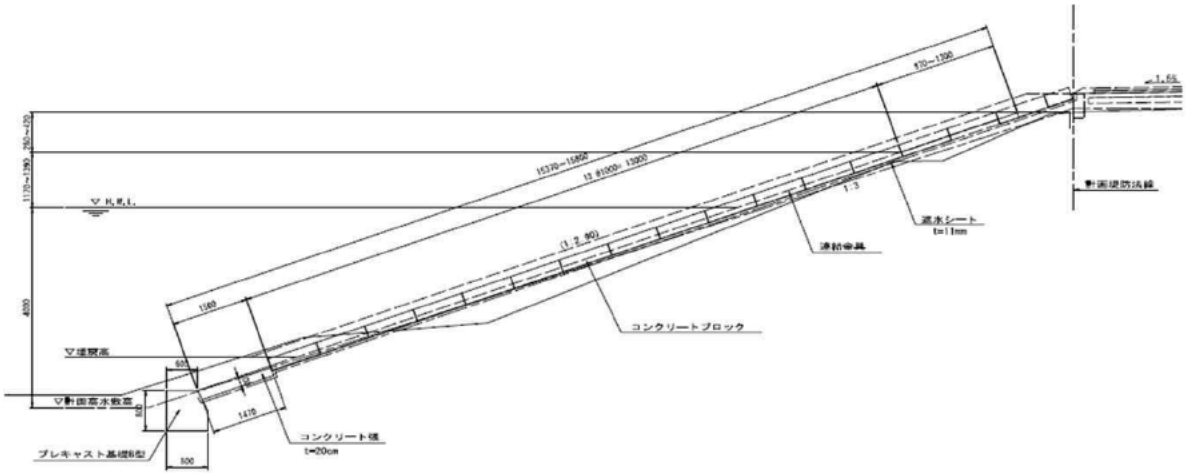
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

位置図



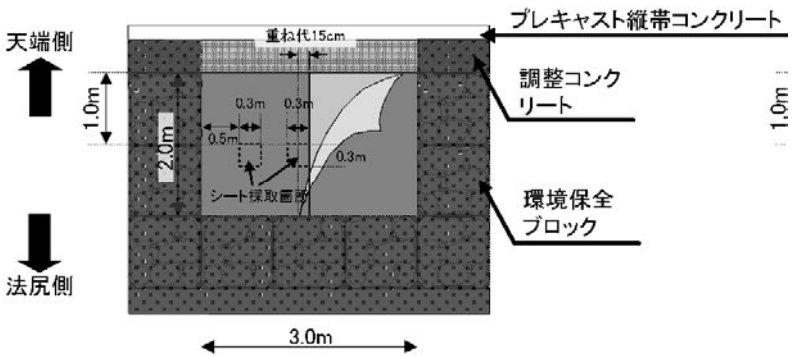
標準断面図



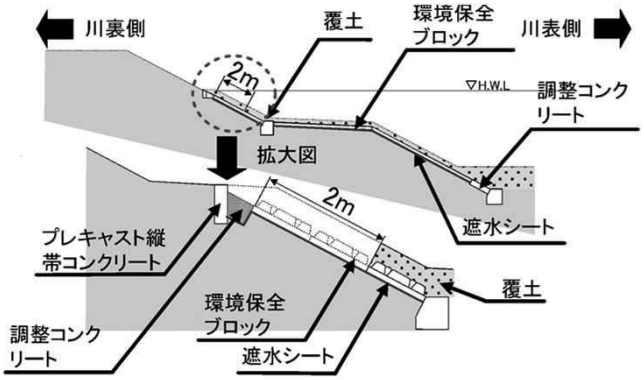
河川名	庄内川	距離標	左岸14.8k-83m	対策工	遮水シート

開削イメージ図

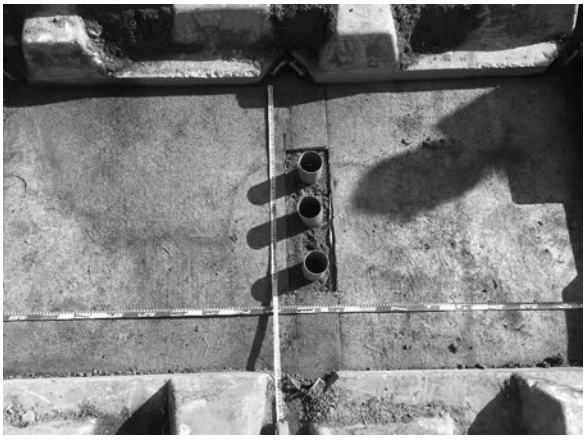
■平面



■横断



状況写真



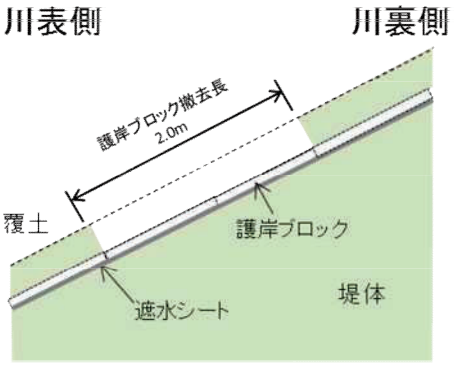
河川名	庄内川	距離標	左岸14.8k-83m	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

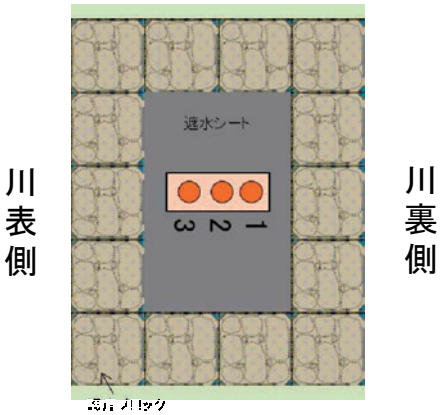
経過年数	覆土厚（cm）	材質（製品名）	試験結果				
			硬さ（HDA）	引張強さ（N/mm^2）	引裂強さ（kN/m）	伸び率（%）	柔軟性（℃）
11	20	エチレン酢酸ビニール共重合体樹脂（ニードフル遮水マット）	89	13.9	69.1	530	-54
規格値		上段：純ポリ塩化ビニール 下段：エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

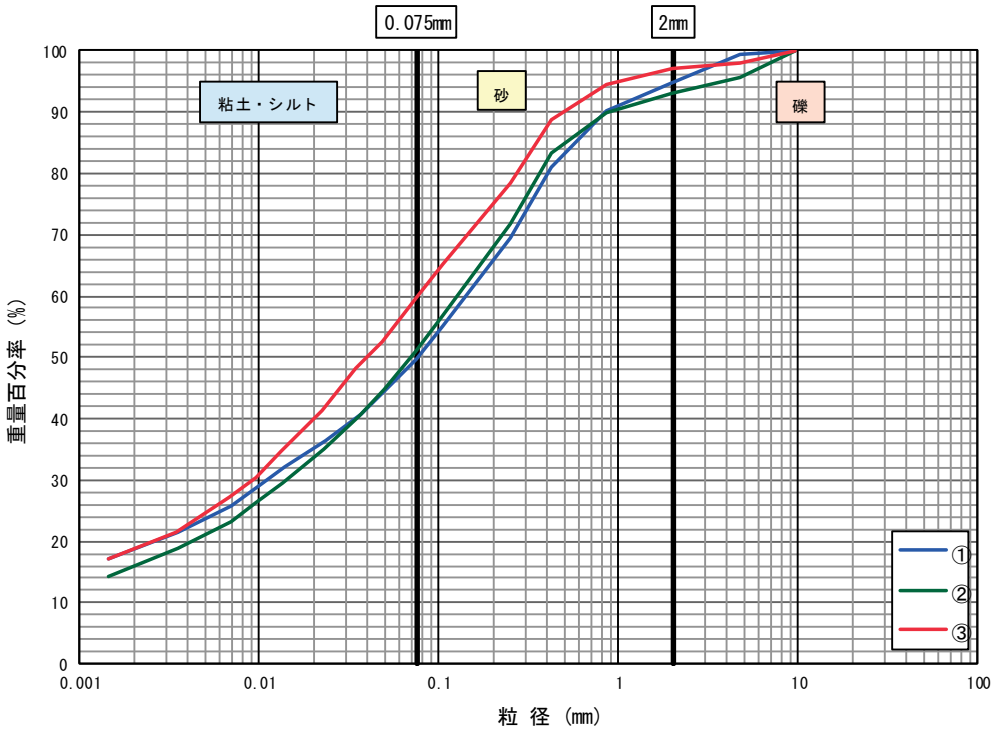
横断図



平面図



粒径加積曲線

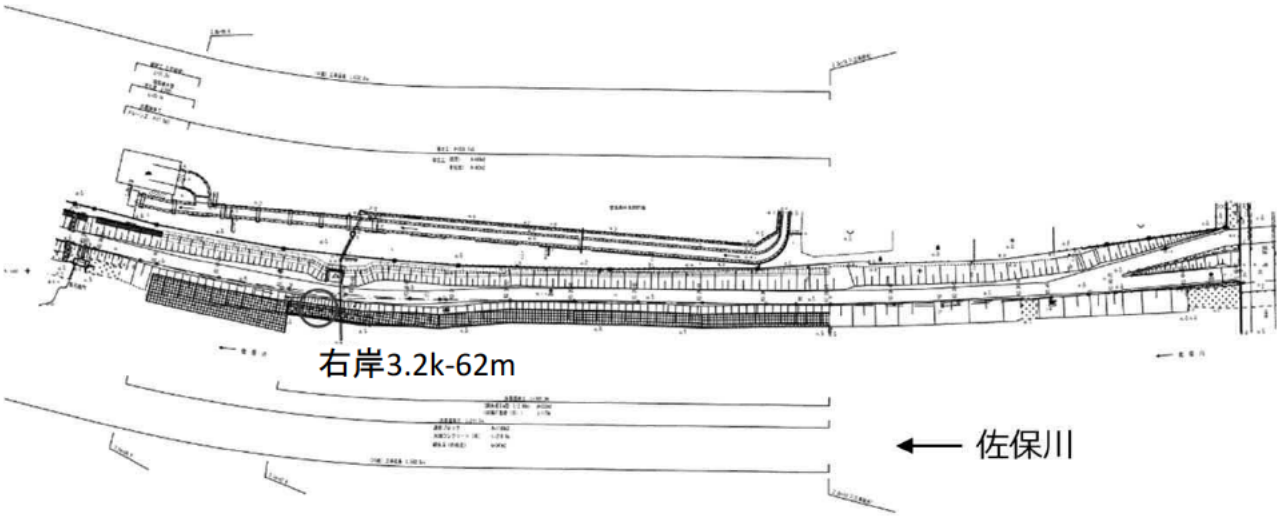


河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-62m	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		10	20	B～C	

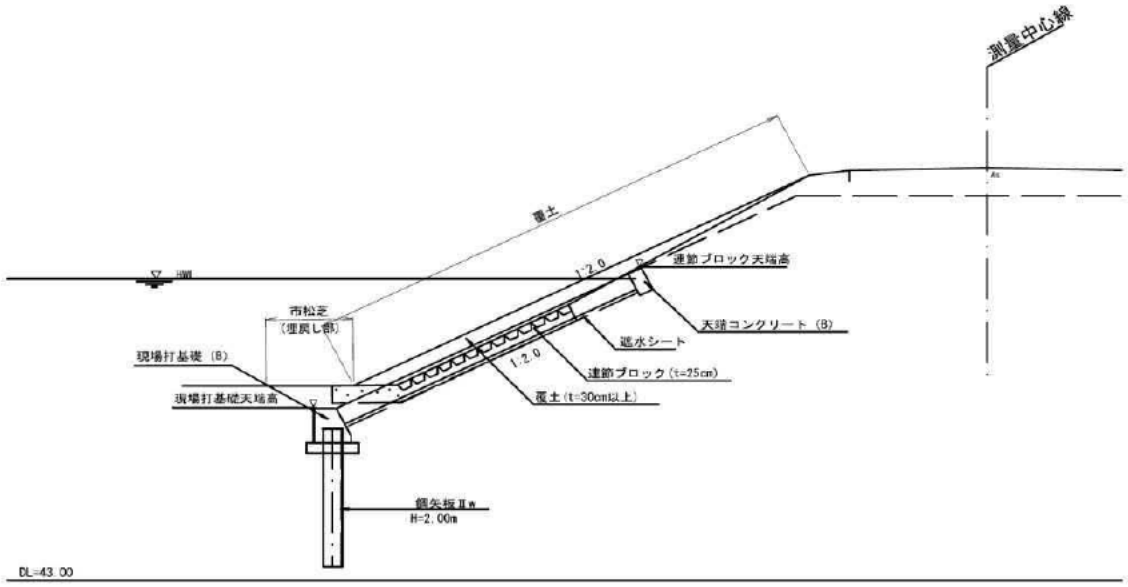
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

位置図



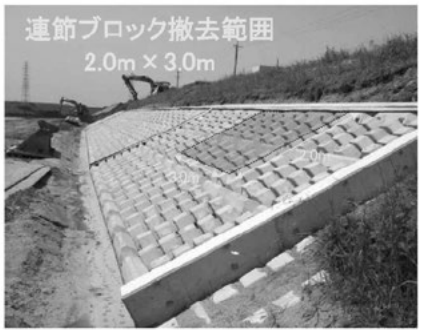
標準断面図

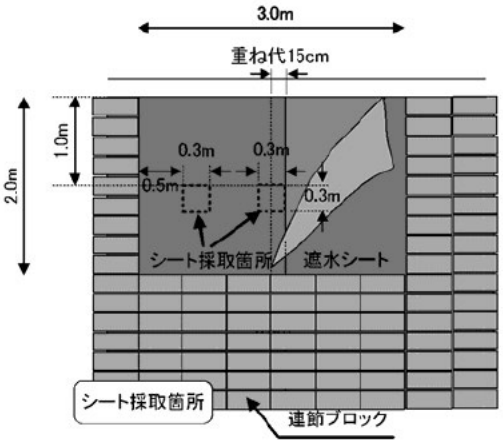


河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-62m	対策工	遮水シート

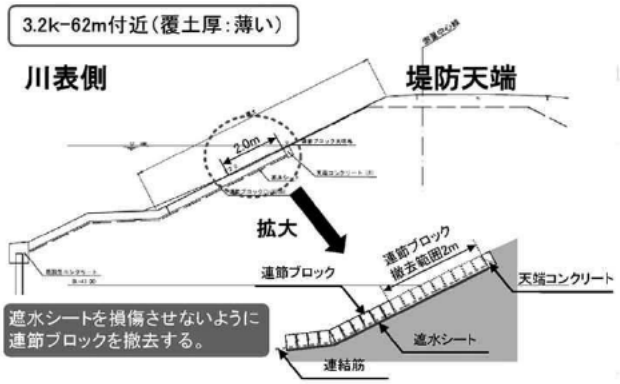
開削イメージ図

■平面





■横断



状況写真

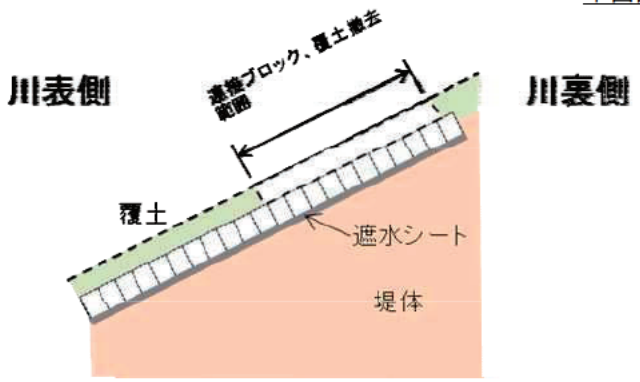
河川名	佐保川	距離標	右岸3.2k-62m	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

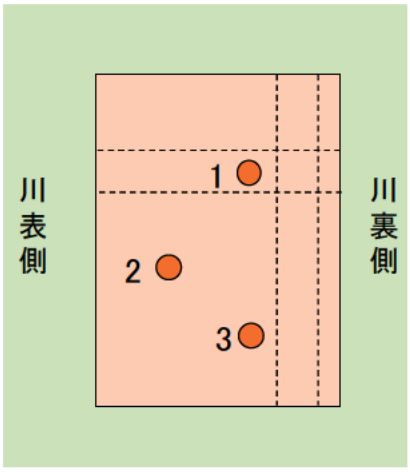
経過年数	覆土厚(cm)	材質(製品名)	試験結果				
			硬さ(HDA)	引張強さ(N/mm^2)	引裂強さ(kN/m)	伸び率(%)	柔軟性(℃)
10	20	純ポリ塩化ビニール(サンドガードSG-10)	87	21.8	86.0	280	-15
規格値		上段:純ポリ塩化ビニール 下段:エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

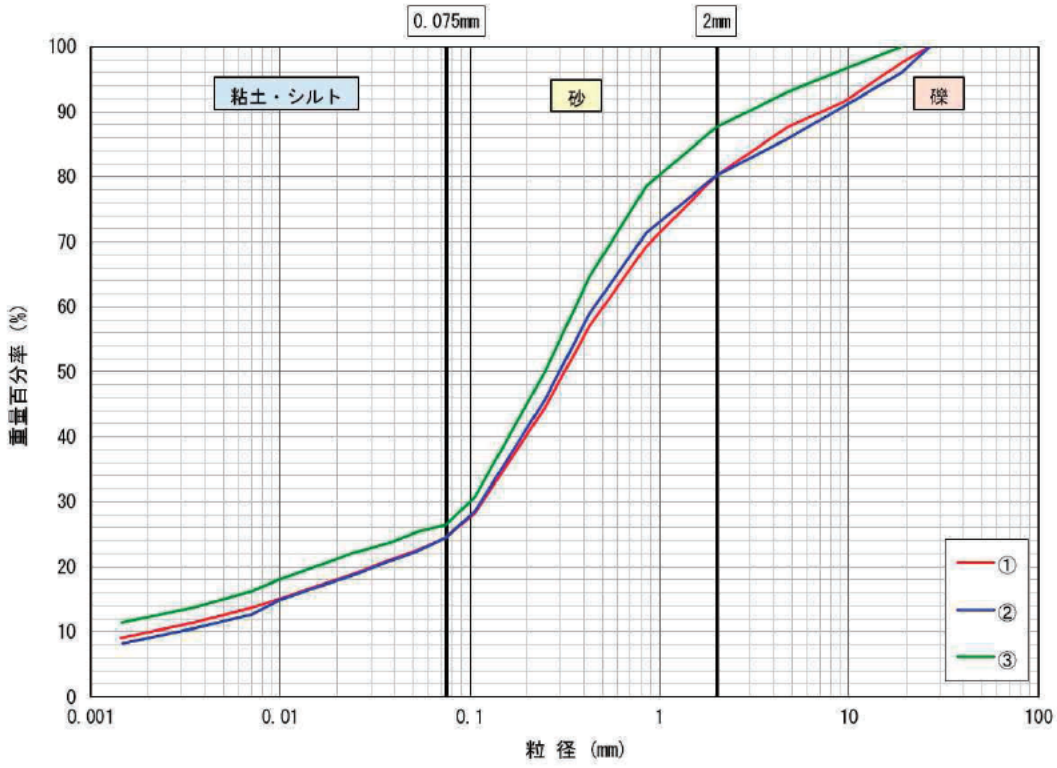
横断図



平面図



粒径加積曲線

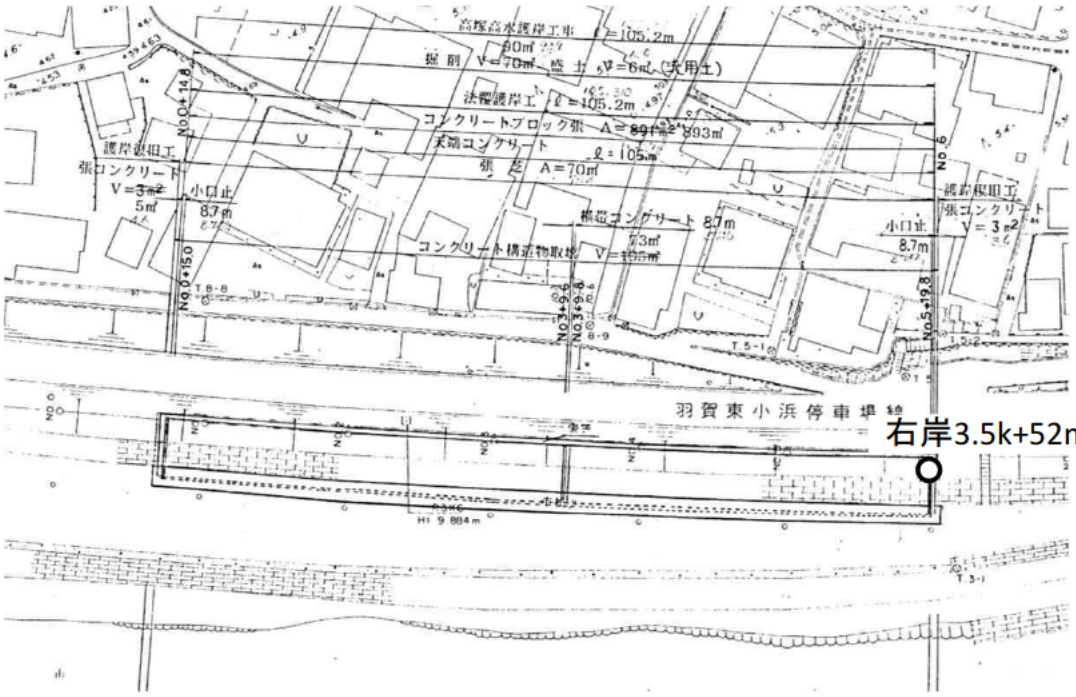


河川名	北川	距離標	右岸3.5k+52m	対策工	遮水シート
対策工の分類		経過年数	覆土厚(cm)	遮水シートへの負荷程度※1	
		19	0	D	

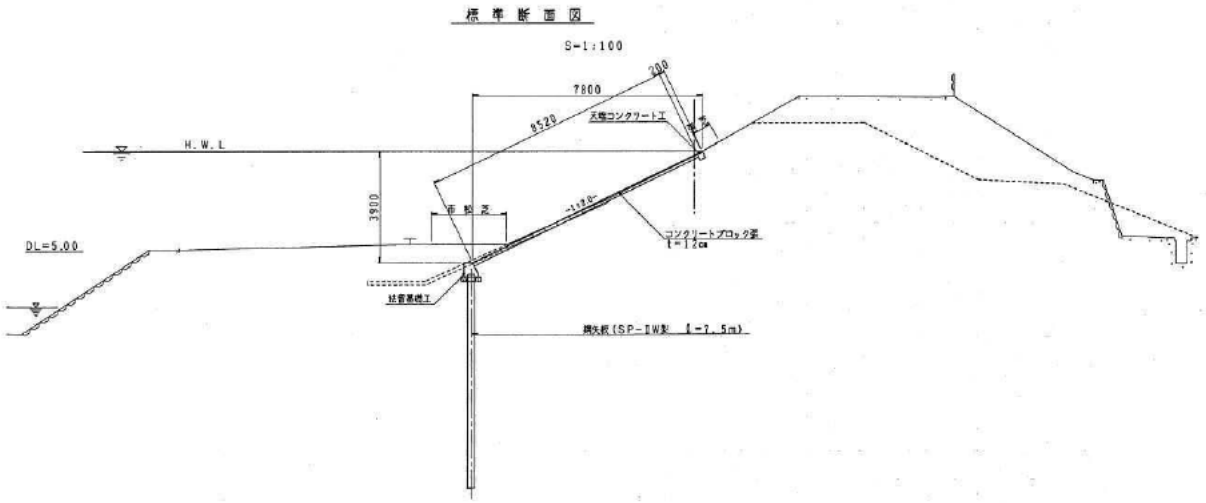
※1
表面被覆構造の違いによる遮水シートへの負荷程度

A：光(紫外線)透過大・通水性極大　・・・　ブロック無・覆土無
B：光(紫外線)透過小・通水性大　・・・　連節タイプのブロック有・覆土無
C：光(紫外線)透過小・通水性小　・・・　連節タイプのブロック有・覆土有
D：光(紫外線)透過極小・通水性極小　・・・　コンクリートブロック張

位置図



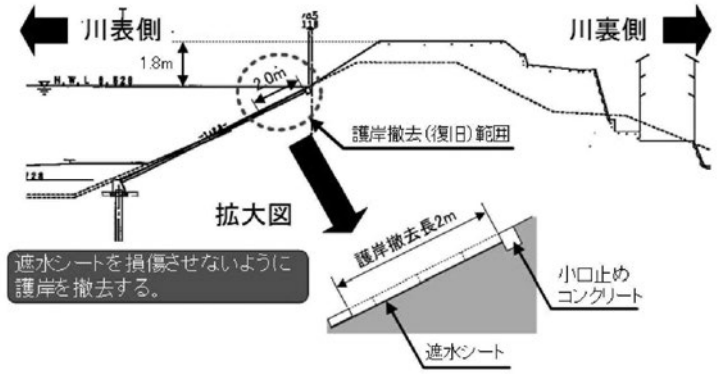
標準断面図



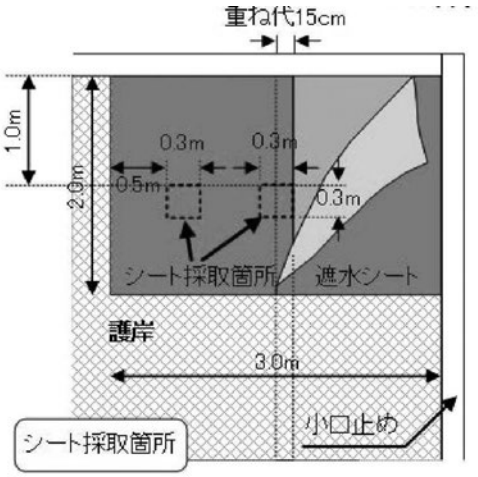
河川名	北川	距離標	右岸3.5k+52m	対策工	遮水シート

開削イメージ図

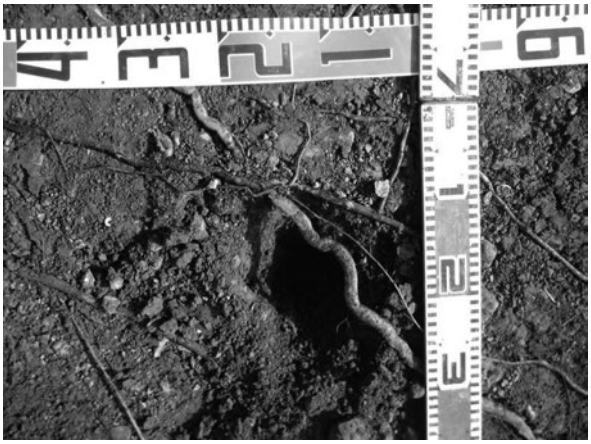
■横断



■平面



状況写真



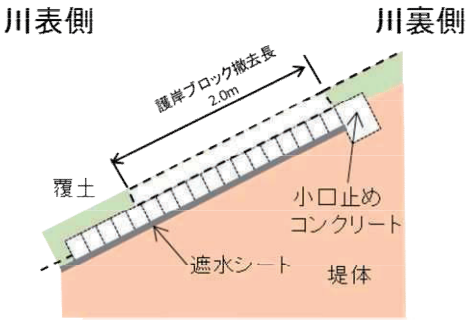
河川名	北川	距離標	右岸3.5k+52m	対策工	遮水シート

材料試験結果(シート材)

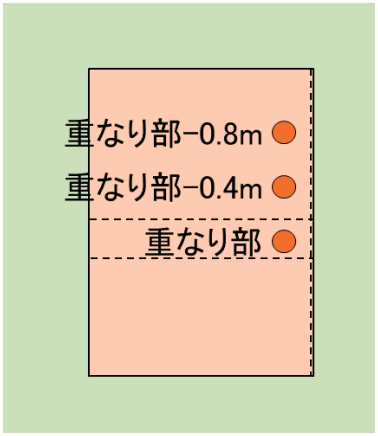
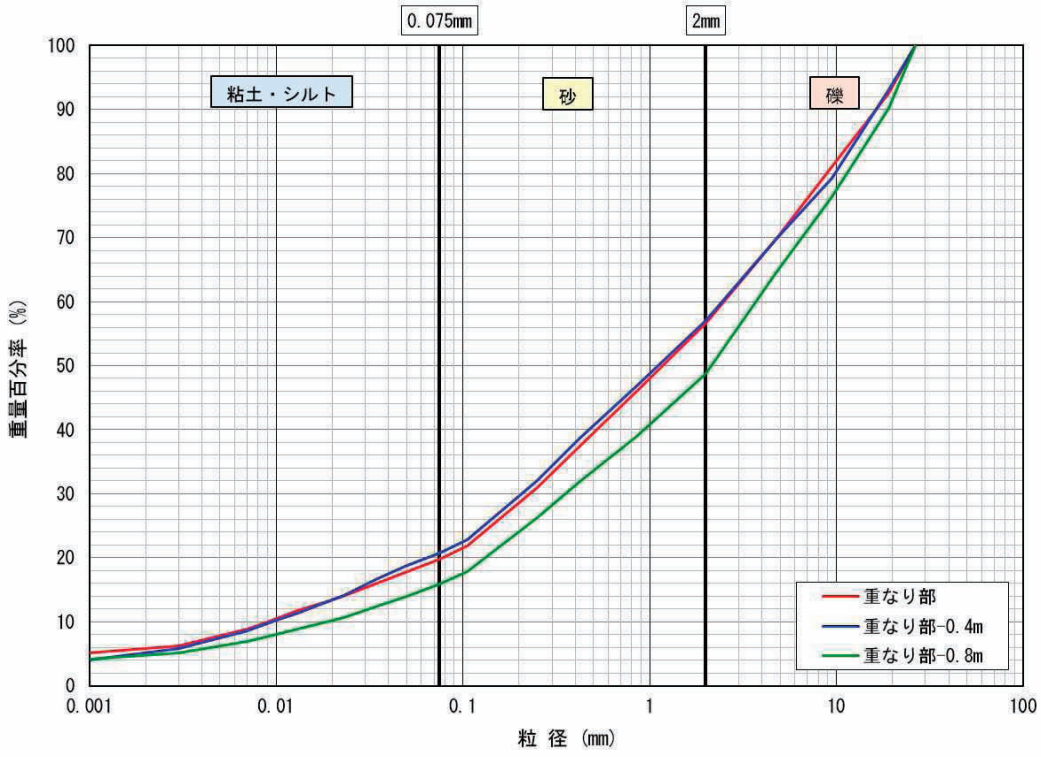
経過年数	覆土厚（cm）	材質（製品名）	試験結果				
			硬さ（HDA）	引張強さ（N/mm^2）	引裂強さ（kN/m）	伸び率（%）	柔軟性（℃）
19	0	純ポリ塩化ビニール（ニードフル遮水マット）	97	28.0	123.7	260	5
規格値		上段：純ポリ塩化ビニール 下段：エチレン酢酸ビニール	75～85 88～98	11.8以上 15.6以上	58.8以上 同上	290以上 400以上	-30℃以下 同上

粒度試験結果　遮水シート背面

横断図



平面図



粒径加積曲線