

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-023-01 改10
提出年月日	2022年12月19日

地盤の支持性能について

2022年12月

中国電力株式会社

目次

1. 概要
 2. 基本方針
 3. 対象施設周辺の地質等
 - 3.1 対象施設周辺の地質
 - 3.2 対象施設周辺の地質状況整理結果
 - 3.3 敷地の地下水位分布及び耐震評価における地下水位設定方針
 - 3.3.1 敷地の地下水位分布
 - 3.3.2 耐震評価における設計地下水位設定方針
 4. 地盤の解析用物性値
 - 4.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値
 - 4.2 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値
 - 4.2.1 有効応力解析に用いる解析用物性値
 - 4.2.2 改良地盤に用いる解析用物性値
 - 4.2.3 その他の解析用物性値
 - 4.2.4 地盤の物性のばらつきについて
 5. 極限支持力
 - 5.1 基礎地盤（岩盤）の極限支持力度
 - 5.2 直接基礎の支持力算定式
 - 5.3 杭基礎の支持力算定式
 6. 地盤の速度構造
 - 6.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル
 - 6.2 地震応答解析に用いる解析モデル
-
- 参考資料 1 浸透流解析に用いた解析コード「Dtransu-3D・EL」の適用性について
- 参考資料 2-1 浸透流解析に用いる透水係数について
- 参考資料 2-2 浸透流解析に用いる有効間隙率について
- 参考資料 3 地下水位低下設備（既設）について
- 参考資料 4 非定常解析の降雨に対する感度向上についての取り組み
- 参考資料 5 地下水位観測記録について
- 参考資料 6 予測解析における降雨条件について
- 参考資料 7 地下水位低下設備（新設）について
- 参考資料 8-1 1号機建物・構築物の地下水位について
- 参考資料 8-2 土木構造物の設計地下水位の設定方法
- 参考資料 9 砂礫層の解析用物性値について

参考資料 10	埋戻土（粘性土）の解析用物性値について
参考資料 11	基礎捨石及び被覆石の解析用物性値について
参考資料 12	液状化強度試験の詳細について
参考資料 13	改良地盤における補足
参考資料 14	碎石の解析用物性値について
参考資料 15	地震応答解析にて考慮する地盤物性のばらつき
参考資料 16	入力地震動の設定に用いる地下構造モデルのエリア区分について
参考資料 17	埋戻土の骨格曲線について
参考資料 18	基準地震動 S_s に対する液状化強度試験の妥当性確認
参考資料 19	輪谷湾における海底堆積物の分布状況及び解析用物性値について

(参考資料 19) 輪谷湾における海底堆積物の分布状況及び解析用物性値について

1. 輪谷湾における海底堆積物について

輪谷湾の海底面には砂礫層に分類される海底堆積物が分布している。この海底堆積物の分布状況を適切に解析モデルに取り入れる必要があることから、海底堆積物の分布状況を整理した上で、適切な解析用物性値を設定する。

2. 海底堆積物の分布範囲

2.1 確認方針

海底堆積物の分布範囲については、当該海域において実施した複数の調査（海底面探査、ボーリング調査及び海底地質調査）に基づき設定する。

2.2 調査結果

(1) 海底面探査

海底面探査として、サイドスキャンソナーの記録と複数地点において採取した試料に基づき、海底面の底質の判別を行い、推定した底質分布を図 2-1 に示す。探査の結果、輪谷湾北側には砂礫層が、南側には岩が分布することを確認した。



図 2-1 輪谷湾周辺の底質分布（自社調査（1995））

(2) ボーリング調査

輪谷湾内で実施しているボーリング調査位置図を図 2-2 に、ボーリング調査結果を図 2-3～図 2-8 に示す。

No. 110, No. 222 及び No. 225 では 2.55m～2.68m の層厚で海底堆積物が認められ、底質分布図の砂礫層分布範囲と整合する結果であることを確認した。

No. B-1 では最大礫径 ϕ 10cm の砂礫からなる海底堆積物が認められるが、厚さは 0.45m と薄いことから、当該地点を岩とする底質分布図とおおむね整合する。なお、海底堆積物下部の岩盤は、おおむね C_L 級以上の安山岩が確認されている。

No. 610 及び No. 611 では 3.0m～3.9m の海底堆積物が認められるが、当該地点のボーリング調査は取水管及び取水口の建設（1985 年着工）前に行われた調査であり、取水管及び取水口の施工により掘削されている。なお、海底堆積物下部の岩盤については C_M 級の安山岩（ボーリング柱状図上では玢岩）又は凝灰岩が確認されている。

以上より、ボーリング調査結果は「(1) 海底面探査」の底質分布とおおむね整合している。

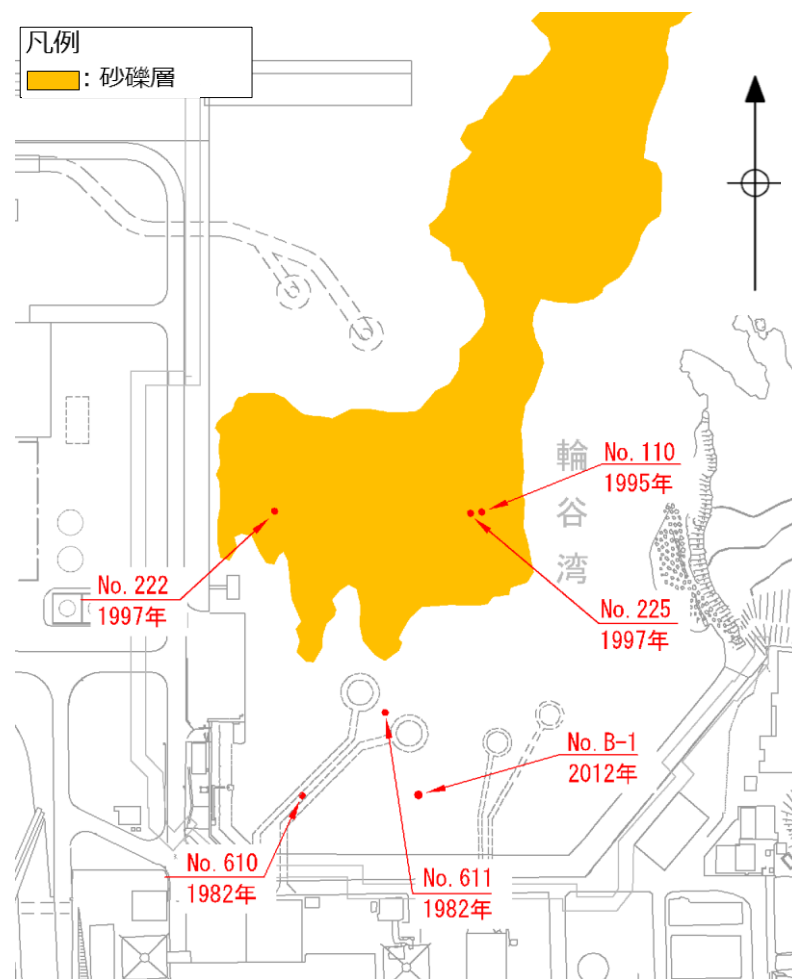


図 2-2 ボーリング調査位置図

標尺 (m)	深度 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	柱状図	地質種別	色調	岩盤区分	コア形状 短柱状 長柱状 片状 片状 片状	割れ目状態	風化程度	コア採取率 (%)	最大コア長 (cm)	RQD (%)	記 事
0														
1				△△△△△△△△	玉石混り砂礫	帯黄灰褐色								φ2~50mm程度の亜角礫を主とし、所々にφ10cm程度の黒色頁岩や凝灰岩の玉石を混入する。1.5m付近以後では貝殻片を多数混入する。
2	2.60	-22.32	2.60											
3				▲▲▲▲▲▲▲▲	火山礫 凝灰岩	黒と暗灰 雑色	D	4.00	4.00	Y	4	97	5	φ5mm程度の礫を多数混入し、コア長10~25cm程度の黒色頁岩を頻りに挟む。黒色頁岩は割れ目が発達し、割れ目や火山礫凝灰岩との境界線が強く酸化する。火山礫凝灰岩は岩質が脆く、指圧砕が可能である。
4	4.00	-24.26	1.40		黒色頁岩	黒								全体に割れ目が発達し、斜割れ目面が酸化する。
4	4.42	-24.68	0.42		火山礫 凝灰岩	灰		4.42				96	14	φ5~10mmの礫を多く混入する。岩質はやや脆い。5.03~5.11m間は割れ目の発達する黒色頁岩を挟む。
5	5.21	-25.47	0.79		黒色頁岩	黒	CL	5.27				98	12	全体に割れ目が発達する。5.53~5.59m間および6.31~6.60m間は岩質の脆い火山礫凝灰岩を挟む。5.70~



図 2-3 ボーリング結果 (No. 110) (自社調査 (1995))

標尺 (m)	深 度 (m)	標 高 T.P. (m)	層 厚 (m)	柱状図	地質種別	色 調	岩 級 区 分	コア形状 土短岩短柱長 砂片片柱 状状状状状	割れ目状態	風 化 程 度	コア採取率 (%)	最大コア長 (cm)	RQD (%)	記 事
0														
1	1.55	-11.37	1.55	△△△△△△△△	玉石・凝灰岩	雑褐色					100	-	-	海底堆積物。コア長15~37cmの玉石、凝灰岩を多数混入する。玉石、凝灰岩は凝灰岩より、コアは粗い。0.20m以浅及び0.75~1.09m間はφ30~70mm程度の硬質な黒色頁岩の角礫を多数混入する。
2	2.68	-12.50	1.13								98	-	-	海底堆積物。φ10~50mmの亜角礫を多数混入する。礫は黒色頁岩、凝灰質頁岩、凝灰岩等よりなる。基質は淡灰色の粗砂からなり、貝殻片をわずかに混入する。
3	3.26	-13.08	0.58	▲▲▲▲▲▲▲▲	凝灰質頁岩 凝灰角礫	雑黒灰褐色	2.68			2.68	3	9	0	灰白色流紋岩の角礫を全体に少量混入し、所々に黒色頁岩礫を含む。全体に褐色風化しており、部分的に脆い。一部に厚さ1~5mmの凝灰質頁岩を20°に挟むが、裏ね無層理状の岩盤。割れ目は30~50°の低角度が卓越するが、3.45~3.61m間及び3.85~4.48m間には85°位の緩方向のもののみみられる。割れ目は概ね褐色風化しており、汚染が周辺部にまで及んでいるものもみられる。上位境界は明瞭であるが、下位境界は漸移的である。
4	4.89	-14.71	1.63		黒色頁岩 帯褐色	黒	CL	4.89			2	9	0	
5							CM	5.76			3	16	29	φ5~30mm、最大50mmの礫を非常に多く混入する。礫は凝灰岩、黒色頁岩、安山岩からなり、最も多く混入する流紋岩にはやや円磨された亜角~亜円礫が認められる。下位境界は明瞭(10°)である。6.25~6.35m間は、割れ目が多いが、その他のものは岩質が褐色風化して、割れ目が多いが、35~50°



図 2-4 ボーリング結果 (No. 222) (自社調査 (1997))

標尺 (m)	深度 (m)	標高 T.P. (m)	層厚 (m)	柱状図	地質種別	色調	岩級区分	コア形状 土短岩短柱状 砂片状柱状 状状状状状	割れ目状態	風化程度	コア採取率 (%)	最大コア長 (cm)	RQD (%)	記 事
0														
1	1.60	-21.86	1.60		礫質土	褐灰	-				100	-	-	海底堆積物。φ10~50mm程度の亜角礫を全体に混入し、所々にφ10cm程度の玉石を混入する。基質は緩い粗砂を主とし、0.65m以下では細粒分を混入する。1.10m以下では貝殻片を多数混入する。
2	2.55	-22.81	0.95		礫混り粘土質砂	褐	2.55		2.55	2.55	100	-	-	海底堆積物。φ5~40mmの角礫を多数混入する。基質は細粒分に富み、全体によく締まっている。
3	3.85	-24.11	1.30		火山礫凝灰岩	暗褐色					100	12	12	φ2~20mm、最大40mmの角礫を多数混入する。3.52~3.80m間には凝灰質頁岩を挟む。下位境界は明瞭(25°)である。2.80m以下は岩体まで褐色風化し、土砂化している。2.80m以下は主に割れ目に沿って褐色風化しており、総じてコアが粗い。3.52~3.73m間は褐色風化が著しく、コアは短柱状を示す。
4	4.63	-24.89	0.78		黒色頁岩	黒灰	CL			3	100	10	10	ほぼ均質な無層理塊状岩盤。下位境界はやや漸移的。30~60°の割れ目が細かく発達し、割れ目は褐色風化を被っている。4.63mには砂状の風化物質を介在する。
5	5.05	-25.31	0.42		火山礫凝灰岩	褐灰				γ	100	18	18	φ2~25mmの角~亜角礫を多数混入する。4.90m以下は凝灰質頁岩。φ1~3mm程度の斜長石と黒色の有色鉱物を主成分とする塊状組織を示す。1R、50mのRQDの割れ目(傾斜方向)と25°と一致する。



図 2-5 ボーリング結果 (No. 225) (自社調査 (1997))

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記 事	岩級区分
1	-12.32	0.45	0.45		貝殻混り砂礫	暗褐	-	-	0.00~0.45m、海底堆積物。貝殻混りの砂礫で、最大粒径はφ10cm。	CL
2	-13.01	0.69	1.14		安山岩	暗褐色			0.45~2.65m、安山岩。全体に風化し、褐色化する。下位との境界は5°で明瞭。	CM
3	-13.70	0.79	1.92						0.45~1.14m、岩片状コア。CL級(IV β 3)。	D
4	-14.24	0.45	2.37						1.14~1.92m、タマネギ状風化の縁辺。潜在的な割れ目が多いが、長柱状コアとして採取される。CM級(1 β 3)。	CL
5	-14.52	0.28	2.65						1.92~2.37m、強風化により土砂状コアが主体。D級(V γ 5)。	CM
6	-14.74	0.22	2.87						2.37~2.65m、短柱状コア。CL級(III β 2)。	CL
7	-15.27	0.53	3.40		凝灰質頁岩	暗灰			2.65~4.40m、凝灰岩および黒色頁岩の薄層を挟む凝灰質頁岩。割れ目に沿って	CL
8	-15.83	0.26	3.66							
9	-16.97	0.74	4.40							



図 2-6 ボーリング結果 (No. B-1) (自社調査 (2012))

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	地質記号	地質名	色調	岩盤区分	最大コア長 (cm)	平均コア長 (cm)	コア採取率 (%)	節理頻度 (本/m)	R	Q	D	記	事
					海底堆積物	黄褐? 黄灰色										0.00~1.40m 正石、軽石混り砂 (コア未採取) 1.40~1.60m 正石、軽石混り砂、粗粒分は流出、 正石: 浸蝕灰色の珪石、硬質である。 1.60~1.80m コア未採取 1.80~2.00m 土: 風化した凝灰岩、平均径 30~50mm 2.00~2.50m 正石、軽石混り砂 2.50~3.00m コア未採取
	-15.31	3.00	3.00						1.40 1.60 1.80 2.00 2.50 3.00	100						3.00~3.50m 短柱状コア、新鮮、堅硬 3.50~5.30m 風化し、全体的に黄褐色化し、 割れ目は茶褐色化が著しい。
				V	珩	淡緑	CM	22	?	100	4.00	14	45			
				V		灰色			20	93	4.80	14	53			
				V					90	530	6.00	10	63			
				V			CM	52	?	100	7.30	8	32			6.20~6.40m 高角度の割れ目に長 2 幅 5mm 以下の白色 鉱物脈状茶道 6.50~6.90m 高角度の割れ目に茶道
				V			CH	28	?	90	7.30	11	51			7.30~8.30m 毎 30cm 割りに白色鉱物の脈状成長した 片状の 7.65~7.90m CL 凝灰岩、片状 7.88~8.30m 強風化した凝灰岩、茶褐色化が著しい
	-20.61	8.30	5.30	V			CL	6	?	90	8.30					8.30~9.00m 灰色細粒の凝灰岩、割れ目は茶褐色化

海底堆積物

図 2-7 ボーリング結果 (No. 610) (自社調査 (1982))

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	地質記号	地質名	色調	岩盤区分	最大コア長 (cm)	平均コア長 (cm)	コア採取率 (%)	節理頻度 (本/m)	R	Q	D	記	事
					海底堆積物	黄褐? 黄灰色										0.00~1.00m 土混り砂 ~ 細砂 1.00~2.58m 細砂 2.58~2.90m 黄褐色粘性土、凝灰岩が塊状風化 したものの、部分的に層状の粗粒が残り。 2.90~3.55m 土混り砂、粗粒分は流出、土中 灰色細粒の凝灰岩、灰色細粒の凝灰岩 3.55~3.90m 土混り砂、粗粒分は流出、土 は黒色頁岩の時
	-20.81	3.90	3.90					3.90	26 34	3.55 3.90						
	-21.61	4.70	0.80	X	凝灰岩	灰色			100	4.20	22+	22				3.90~4.00m 黄色頁岩、4.00~4.70m 明瞭な灰色の中粒 の凝灰岩、風化した凝灰岩。 4.70~4.90m CL 凝灰岩、平均径 4.70m CL near D 凝 灰岩 4.90~5.20m 灰色中粒の凝灰岩 5.20~5.50m CL 凝灰岩、硬質で脆く、非常に脆く、脆弱である 5.50~6.00m CL 凝灰岩、片状、灰色粘土付着。
				X	黒色頁岩	黒色	CM	16	?	100	4.90	12+	10			
	-23.41	6.50	1.80	X					100	5.50						6.00~6.50m CL 凝灰岩、粗粒片状
	-23.91	7.00	0.50	X	凝灰岩	灰色	CL		100	6.42	23+	17				灰色中粒の凝灰岩、粗粒片状、岩は堅硬である 6.50~6.80m CL 凝灰岩、粗粒片状、岩は堅硬である
	-24.31	7.40	0.40	X	凝灰質頁岩	暗灰色			100	7.27						7.10~7.18m 7.38~7.40m CL 凝灰岩片状、岩は堅硬である 7.48~7.55m 明瞭な中粒の凝灰岩、7.55~8.50m 灰色細粒 7.58~7.60m 7.72~7.60m 7.92~8.00m 8.35~8.50m CL 凝 灰岩片状、黄鉄鉱、片状。
	-25.41	8.50	1.10	X	凝灰岩	灰色			100	8.10	16+	29				

海底堆積物

図 2-8 ボーリング結果 (No. 611) (自社調査 (1982))

(3) 取水口・取水管周辺における海底地質調査（追加調査）

ボーリング調査 No. 610 及び 611 で比較的厚い海底堆積物が認められていたことから、取水管及び取水口の施工範囲外にわたり本地点で認められた海底堆積物が分布している可能性があるため、取水管及び取水口周辺の海底堆積物の分布状況を確認する目的として海底地質調査（貫入試験）を実施した。調査位置及び貫入試験結果を図 2-9 に、各調査地点の海底地盤写真について図 2-10 に示す。図 2-10 に示す海底地盤写真からは、黒色の箇所が岩盤で、白色の箇所が海底堆積物であると考えられる。海底地盤写真の結果より、1 枚の写真の中に海底堆積物と岩盤が確認されていることから、海底堆積物は面的に広がっているのではなく、岩盤の不陸に堆積したものであると考えられる。

海底地質調査（貫入試験）方法は、図 2-11 に示す鉄筋棒を使用し、潜水士が鉄筋棒を海底地盤に向けて貫入させた際の長さを計測した。この際、潜水士が人力により鉄筋棒を押し込み貫入させたのち、図 2-12 に示すようにハンマーによる打撃を加え、鉄筋棒が貫入しなくなった際の貫入長さを計測した。また、転石によって鉄筋棒が貫入しなかった可能性も考えられることから、1 測点につき周辺の 3 箇所以上を目途に計測を行い、整合性の確認を行った。

貫入試験の結果、ボーリング No. 610 及び 611 の周辺における堆積物の厚さは 0cm～43cm であり、堆積物はない、もしくは堆積物があっても薄いことから取水口及び取水管周辺の状況は「(1) 海底面探査」の底質分布とおおむね整合することを確認した。また、これらの結果はボーリング No. B-1 の結果ともおおむね整合することを確認した。

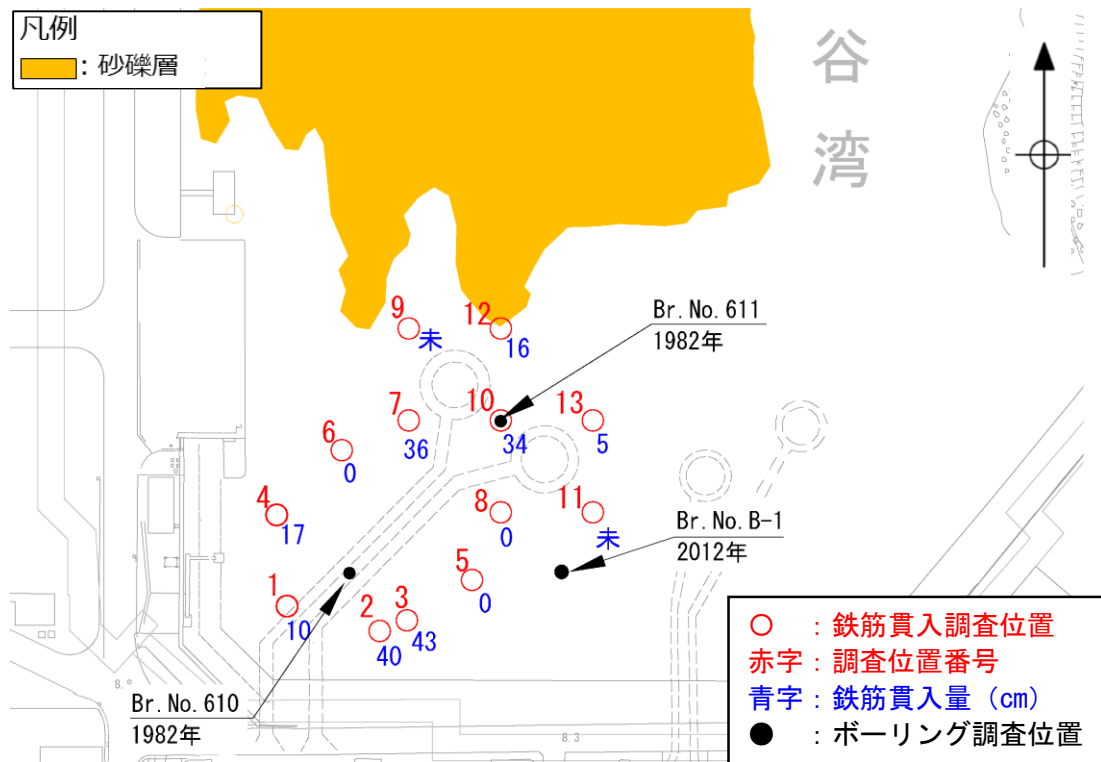
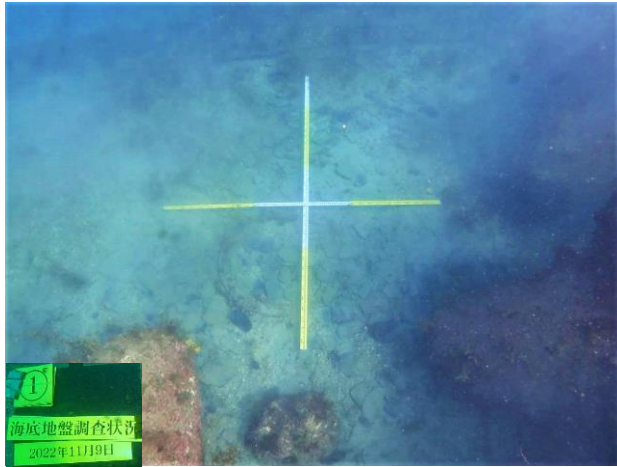
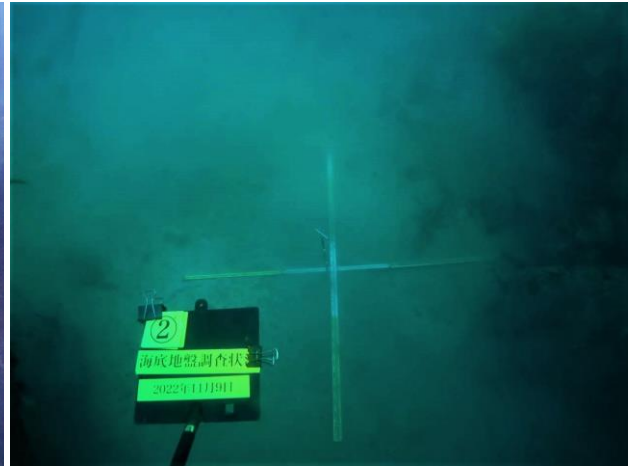


図 2-9 鉄筋貫入調査位置図及び貫入試験結果 (自社調査 (2022))

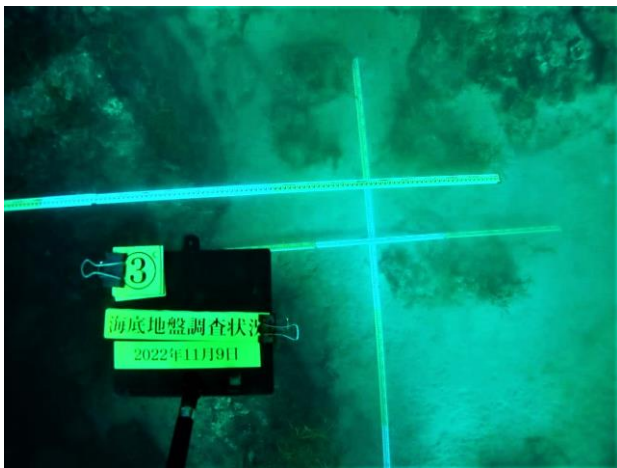
注 : 調査位置番号 9 及び 11 は調査時間の制約により未実施



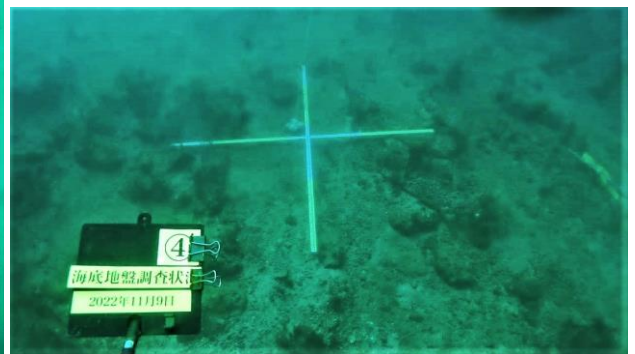
No. 1 海底地盤写真
(上方より望む)



No. 2 海底地盤写真
(上方より望む)

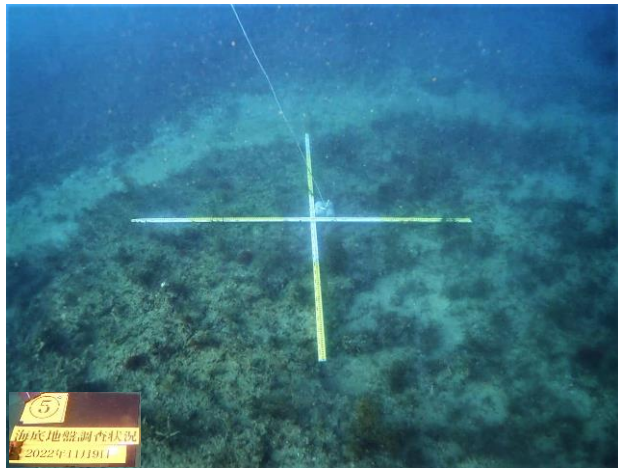


No. 3 海底地盤写真
(上方より望む)

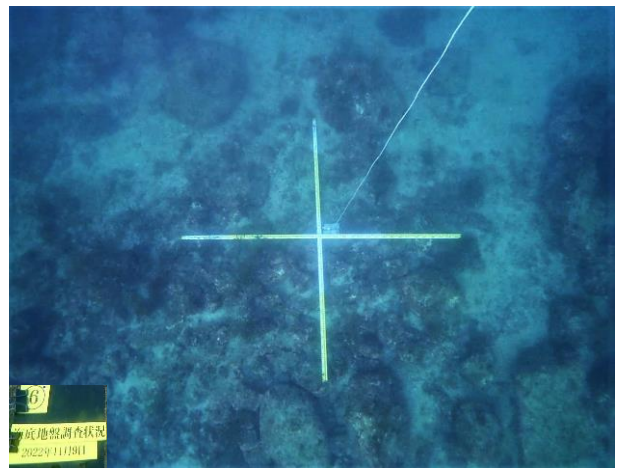


No. 4 海底地盤写真
(上方より望む)

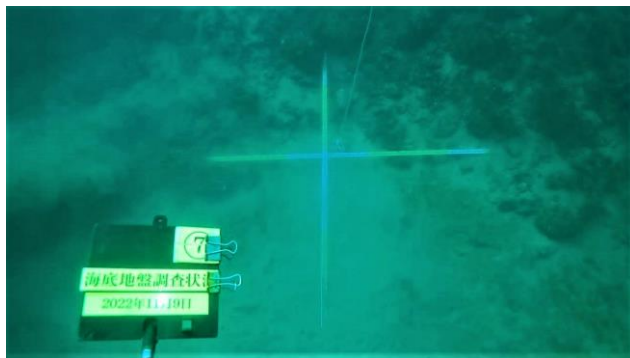
図 2-10 (1) 海底地盤写真 (自社調査 (2022))



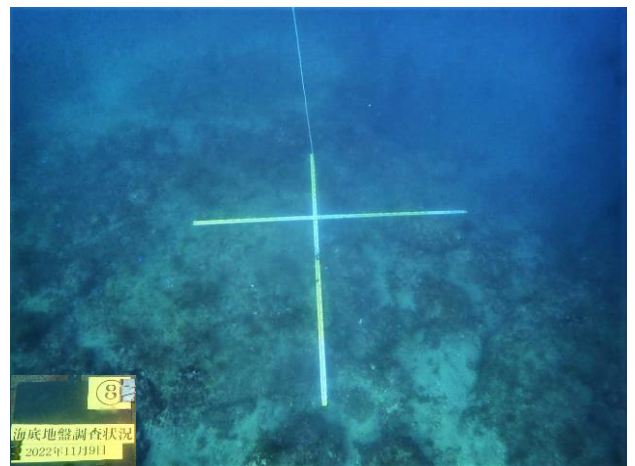
No. 5 海底地盤写真
(上方より望む)



No. 6 海底地盤写真
(上方より望む)

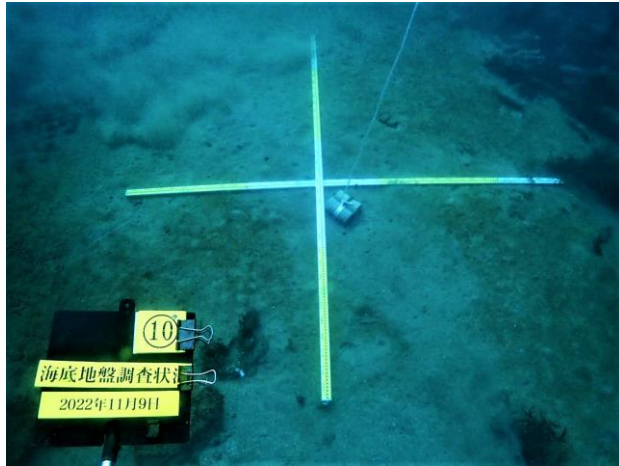


No. 7 海底地盤写真
(上方より望む)

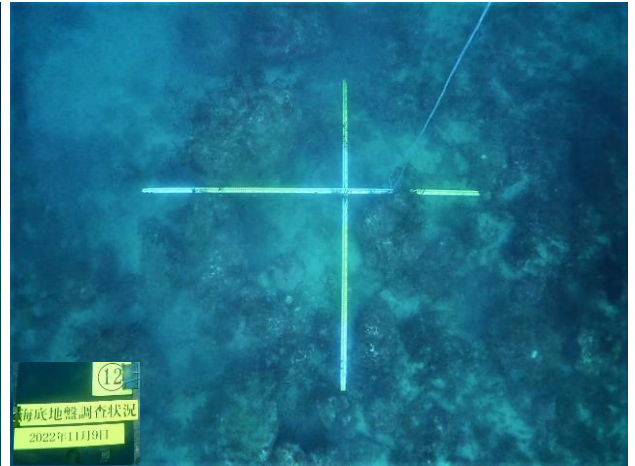


No. 8 海底地盤写真
(上方より望む)

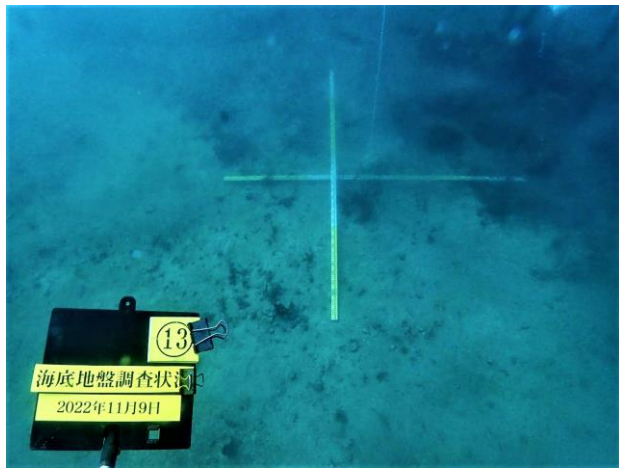
図 2-10 (2) 海底地盤写真 (自社調査 (2022))



No. 10 海底地盤写真
(上方より望む)



No. 12 海底地盤写真
(上方より望む)

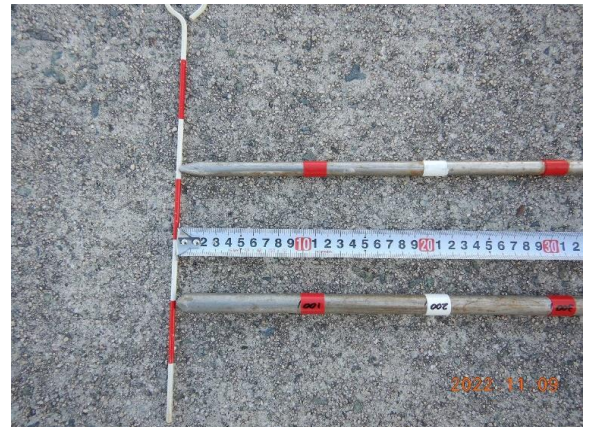


No. 13 海底地盤写真
(上方より望む)

図 2-10 (3) 海底地盤写真 (自社調査 (2022))



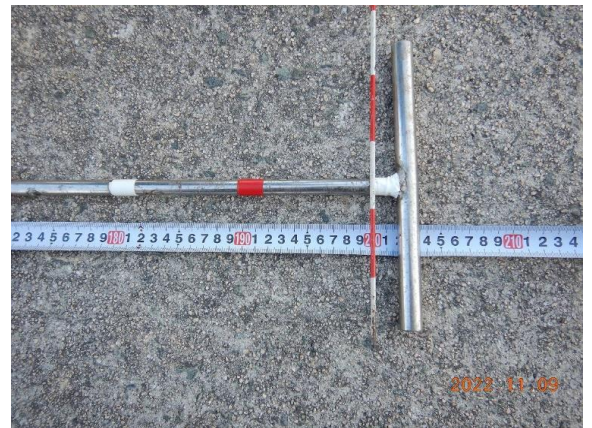
(a) 使用鉄筋棒全景



(b) 使用鉄筋棒先端



(c) 使用鉄筋棒延長確認



(d) 使用鉄筋棒延長確認

図 2-11 貫入調査使用鉄筋棒写真



図 2-12 鉄筋棒貫入状況 (ハンマー使用)
(参考) 19-11

海底面の鉄筋貫入量調査については、調査方法が JIS 規格等に規定されていないため、調査方法の妥当性確認試験を陸上にて行った。確認試験は表層に崖錐堆積物が覆われている箇所を選定し、3箇所の試験を行った。確認試験実施箇所については図 2-13～図 2-15 に示す。

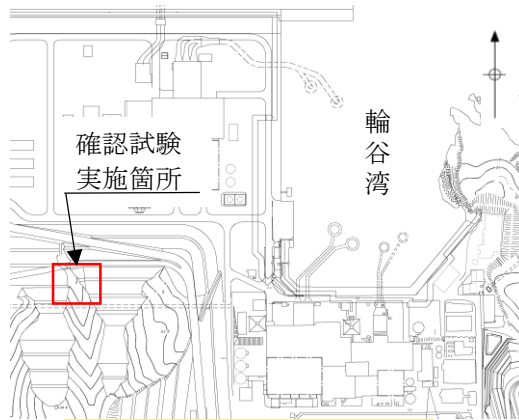


図 2-13 確認試験実施箇所



図 2-14 確認試験実施箇所拡大写真

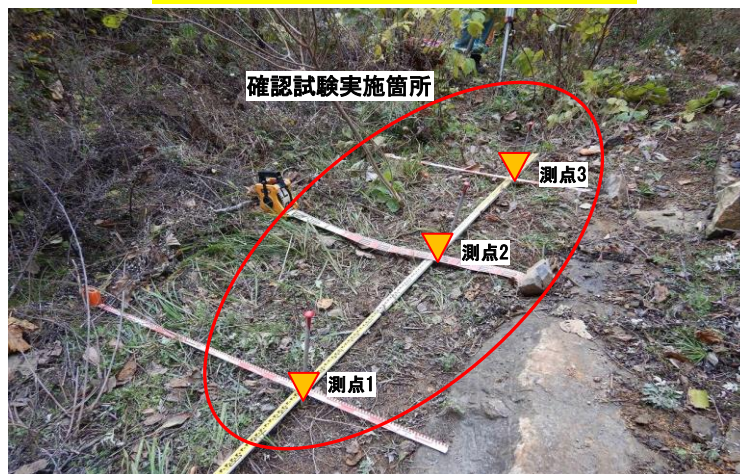


図 2-15 確認試験実施箇所近接写真

確認試験実施方法としては、海中での貫入量調査と同様の手法で、鉄筋棒（1.0m）を地盤に向けて貫入させた際の長さを計測した。この際、海中での調査と同様に人力で鉄筋棒を貫入させたのち、ハンマーによる打撃を加え、鉄筋棒が貫入しなくなった際の貫入長さを計測した。調査実施状況写真を図 2-16 に示す。



図 2-16 確認試験調査実施状況写真

確認試験実施後、試掘調査により堆積物の状況や貫入不可となった岩盤の状況を確認した。また、水準測量により試掘調査前後で下部岩盤高さ及び表土盤高さを計測し、それぞれを比較することで下部岩盤上部に堆積した表土厚さを確認した。確認結果を図2-17に示す。

計測点名	測点1	計測点名	測点2
下部岩盤写真			
鉄筋貫入量 (直接計測)	18cm	鉄筋貫入量 (直接計測)	33cm
表土厚さ (水準測量)	19cm	表土厚さ (水準測量)	28cm
上部堆積物性状	崖錐堆積物。 礫混じり砂。 φ 2mm～20mmの亜角礫を 含む。 木根が混入する。	上部堆積物性状	崖錐堆積物。 礫混じり砂。 φ 2mm～20mmの亜角礫を 含む。 木根が混入する。
貫入不可となった 岩盤面性状	凝灰岩。 CL級岩盤 (割れ目間隔：Ⅳ， 割れ目状態：β， 風化程度：3)	貫入不可となった 岩盤面性状	凝灰岩。 CL級岩盤 (割れ目間隔：Ⅲ， 割れ目状態：β， 風化程度：3)

図 2-17 (1) 下部岩盤写真及び性状一覧

計測点名	測点3
下部岩盤写真	
	
鉄筋貫入量 (直接計測)	31cm
表土厚さ (水準測量)	27cm
上部堆積物性状	崖錐堆積物。 礫混じり砂。 φ 2mm～20mmの亜角礫を 含む。 木根が混入する。
貫入不可となった 岩盤面性状	凝灰岩。 CL級岩盤 (割れ目間隔：IV， 割れ目状態：β， 風化程度：3)

図 2-17 (2) 下部岩盤写真及び性状一覧

3 測点での計測結果より、すべての測点で鉄筋貫入量（直接計測）と表土厚さ（水準測量）の値がおおむね一致しており、貫入不可となった地盤性状はCL級岩盤であることが確認された。

また、海底堆積物追加調査範囲のボーリングデータ（ボーリング No. 610, 611 及び B-1）によると海底堆積物の主体となっているものは砂であることが確認されている。また、陸上で行った確認試験の上部堆積物の主体となっているものについても礫混じり砂

であることが確認されており、陸上で行った確認試験は海底地盤を模擬できていたと考えられる。

以上より、海底で行った鉄筋貫入量調査について、海底とおおむね同様の地質状況下である陸上において、海底と同様の調査手法により確認試験を行い、堆積物の厚さを正確に測定できたことから、海底で行った鉄筋貫入量調査は岩盤上部の海底堆積物の厚さを計測する手法として妥当であると判断した。

2.3 まとめ

海底堆積物（砂礫層）の分布範囲については、（2）ボーリング調査及び（3）取水口・取水管周辺における海底地質調査（追加調査）の結果より、（1）海底面調査の結果を裏付けることができたが、追加調査実施範囲は、取水口・取水管周辺を重点的に実施したものである。また、追加調査では海底面調査において、海底堆積物（砂礫層）がないとする箇所も海底堆積物が薄く確認されているが、岩盤の不陸部分に堆積したものであり、海底堆積物が面的に分布していないことを確認した。

そのため、少なくとも図 2-13 の海底面調査結果図の中に示した、追加調査範囲については海底堆積物が面的に分布していないことを確認した。

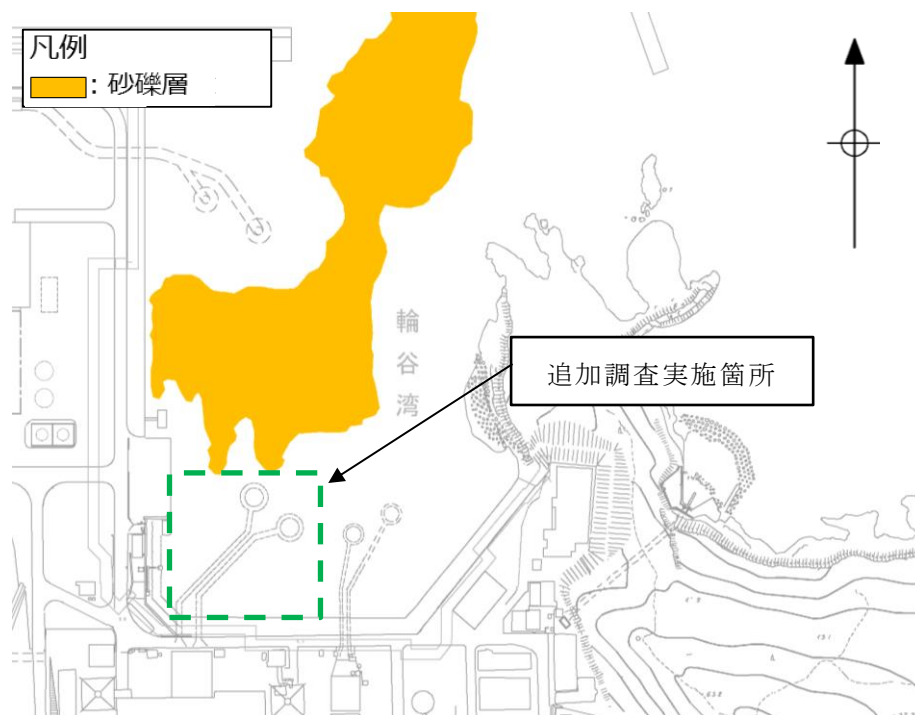


図 2-13 輪谷湾の砂礫層分布範囲図

3. 地質断面図

3.1 作成方針

輪谷湾の底質分布を解析モデルに取り入れる必要のある構造物として、浸水防護施設である防波壁（多重鋼管杭式擁壁）、防波壁（逆T擁壁）及び非常用取水設備である取水口、取水管並びに漂流防止装置が挙げられる。追加調査実施箇所については岩盤の不陸に海底堆積物が分布しているため、当該箇所の海底面については海底堆積物と岩盤が混在している。また、下部岩盤についてはボーリング結果(No. B-1, No. 610 及び No. 611)よりおおむねC_L級以上の安山岩（ボーリング柱状図上では玢岩）又は凝灰岩であることが確認されているものの、当該箇所の岩盤の扱いは、保守的に強度特性及び変形特性を落とした風化岩と設定し、追加調査範囲は「海底堆積物・風化岩」とする。なお、図3-1に示す追加調査実施箇所以外の箇所については、明確な調査により海底堆積物が面的に広がっていないことを確認できていないため保守的に「海底堆積物」として整理する。

対象構造物の地質断面図作成位置を図3-1に示す。

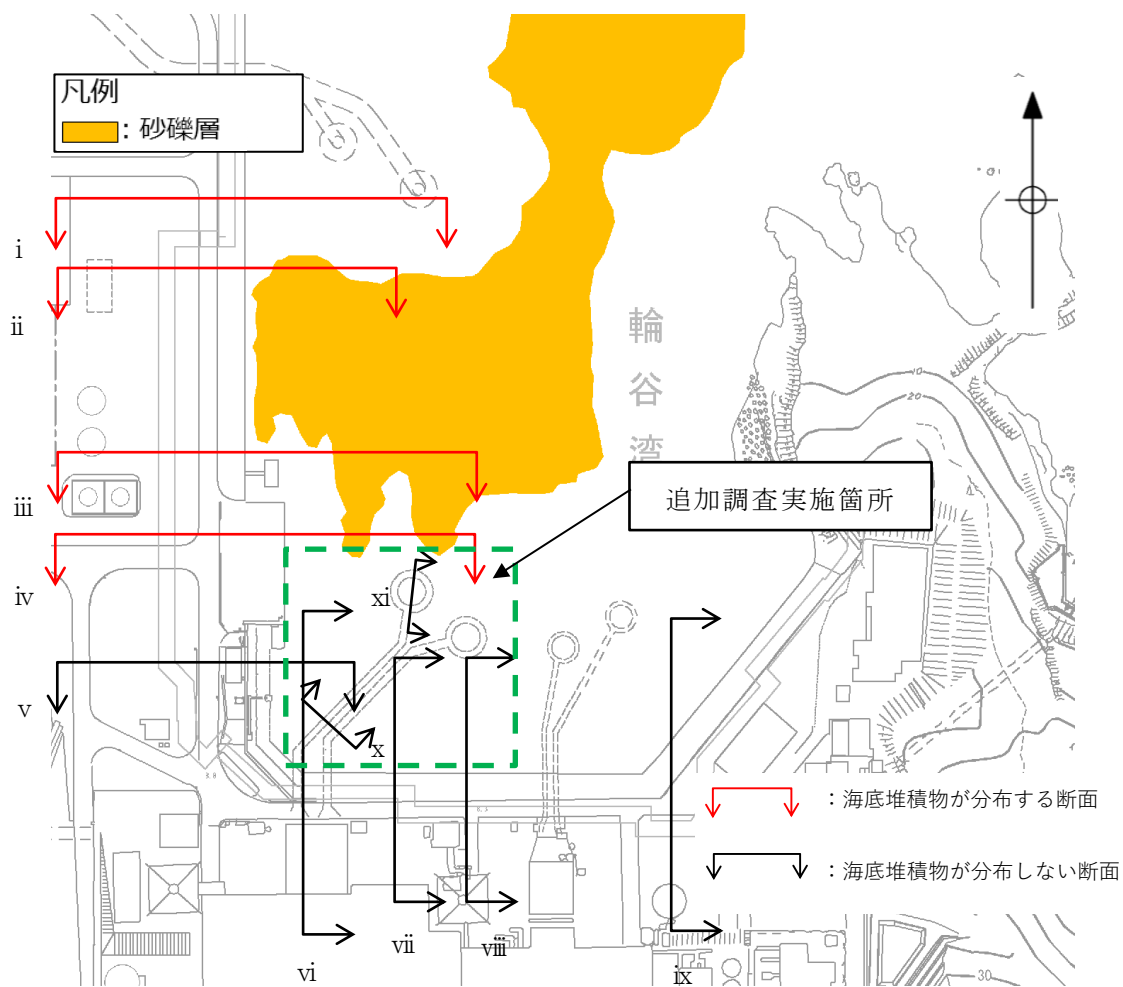
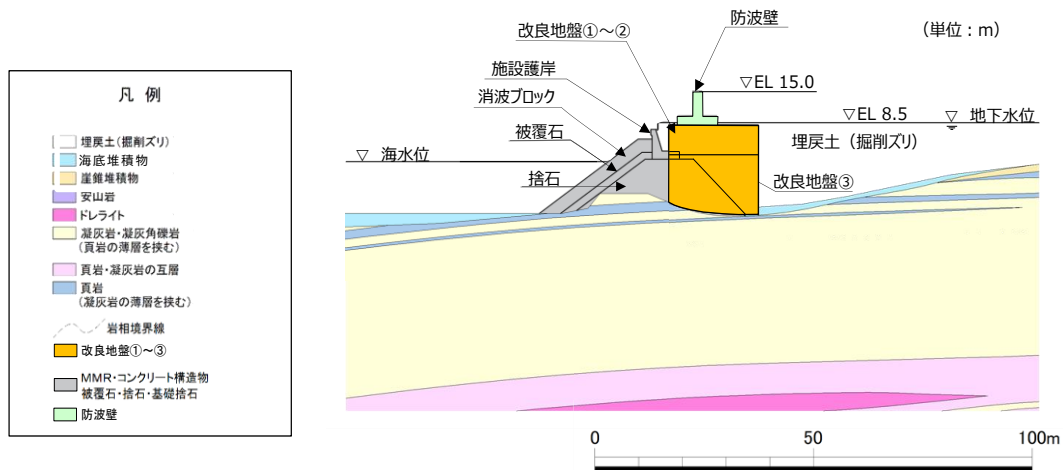


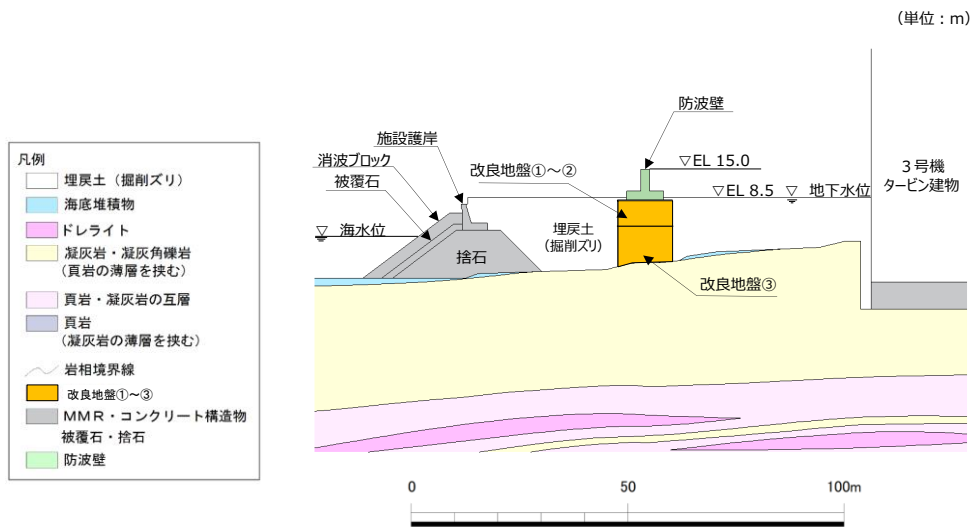
図 3-1 地質断面図作成位置図

3.2 地質断面図

「3.1 作成方針」に基づき作成した地質断面図を図 3-2 に示す。

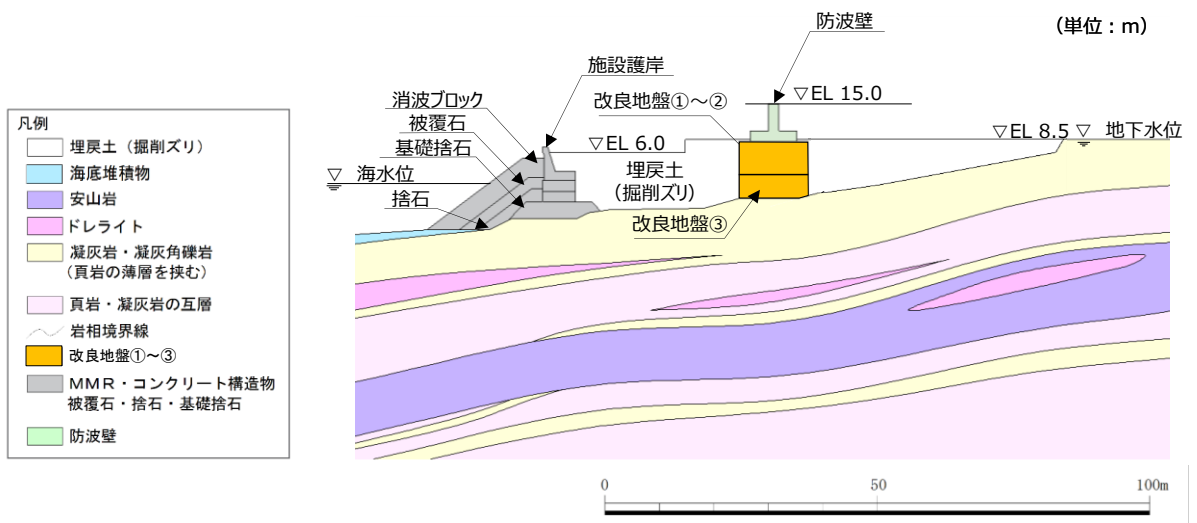


(i 断面 (防波壁 (逆 T 擁壁 (⑤-⑤断面))))

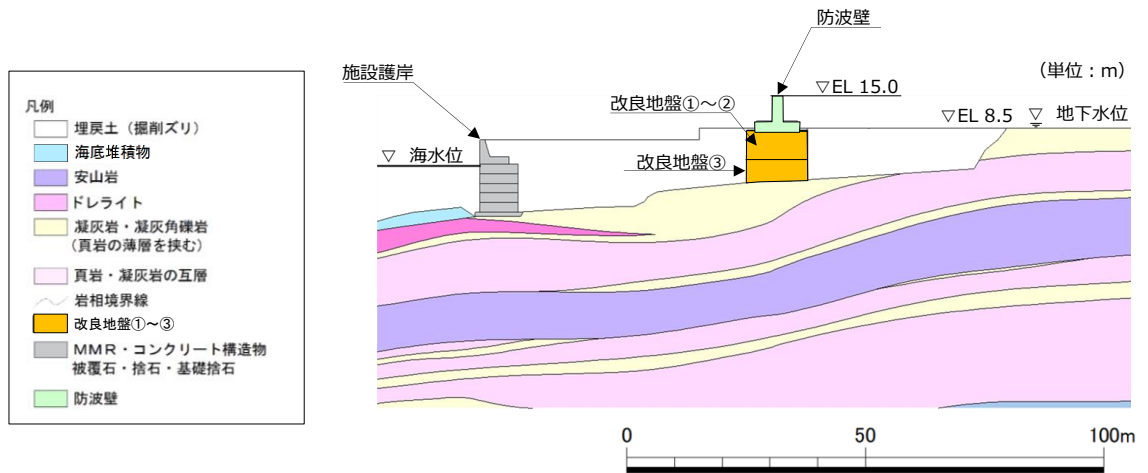


(ii 断面 (防波壁 (逆 T 擁壁 (④-④断面))))

図 3-2 (1) 地質断面図



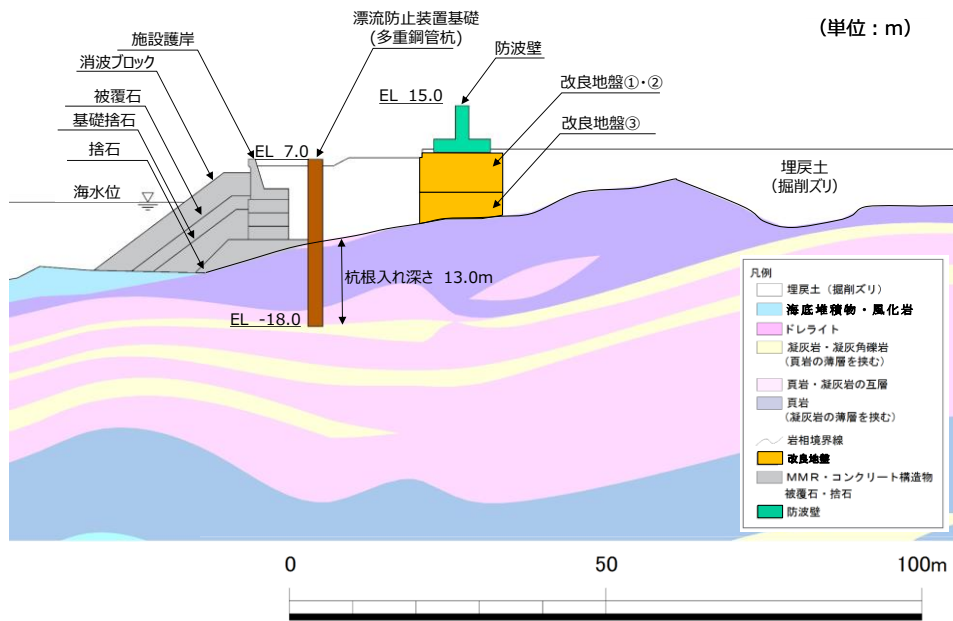
(iii 断面 (防波壁 (逆 T 擁壁 (①-①断面)))



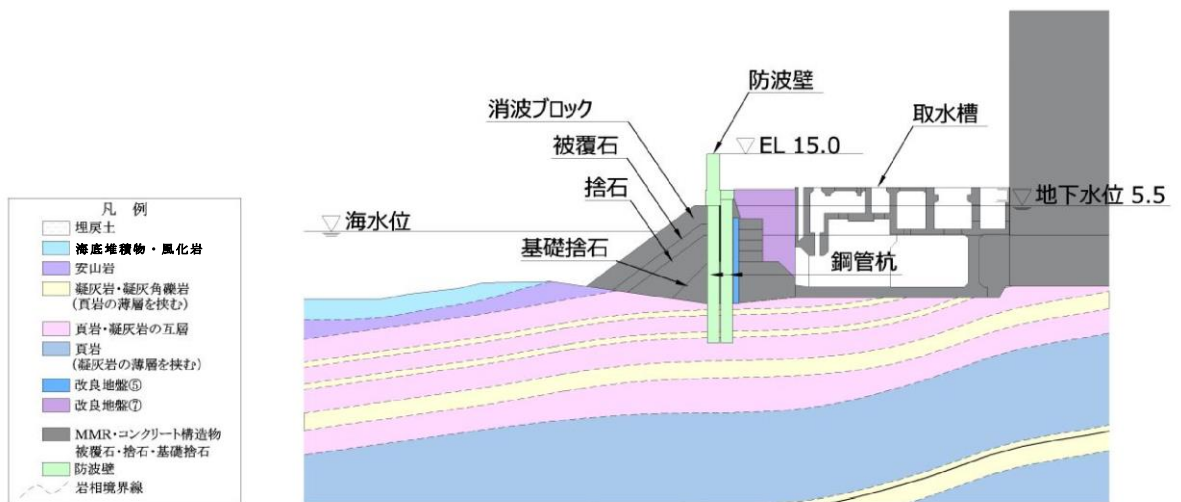
(iv 断面 (漂流防止装置基礎 (荷揚護岸部))

(防波壁 (逆 T 擁壁) (⑥-⑥断面)))

図 3-2 (2) 地質断面図

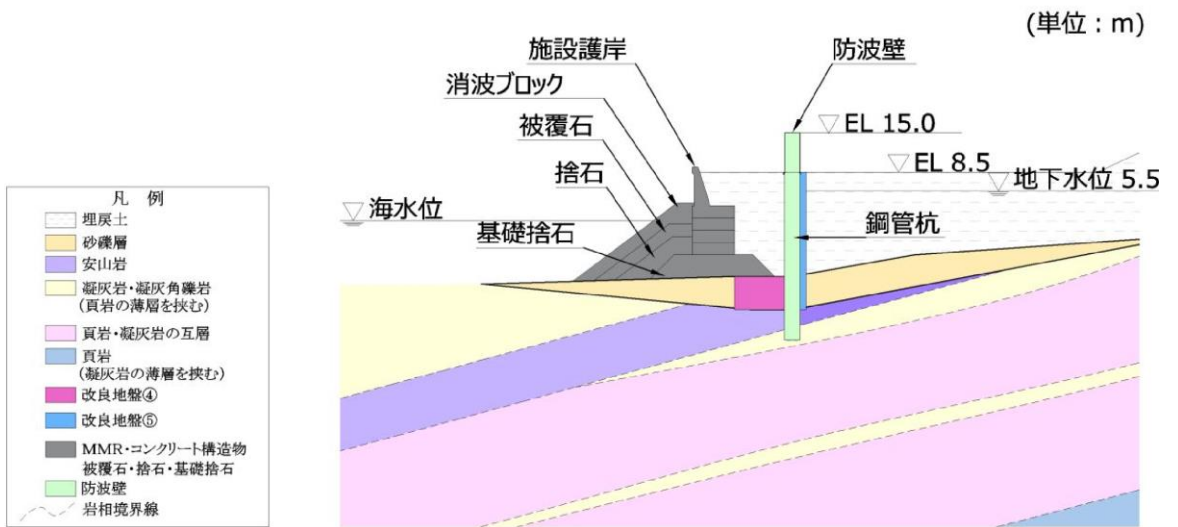


(v 断面 (漂流防止装置基礎 (多重鋼管杭) (①-①断面))
(防波壁 (逆T擁壁) (②-②断面)))

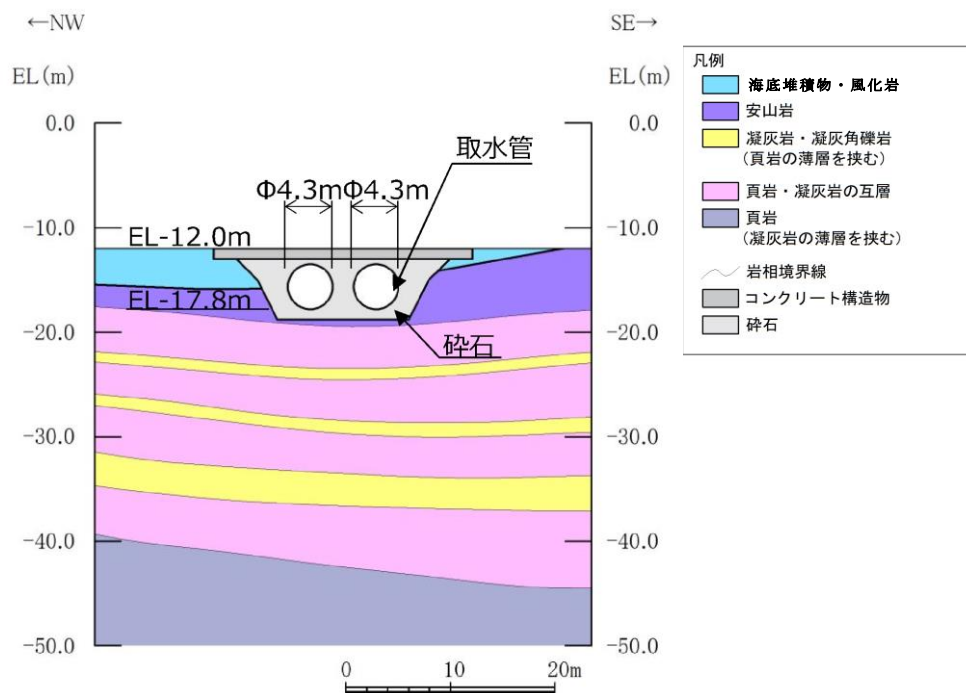


(vi 断面 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁 (④-④断面)))

図 3-2 (3) 地質断面図

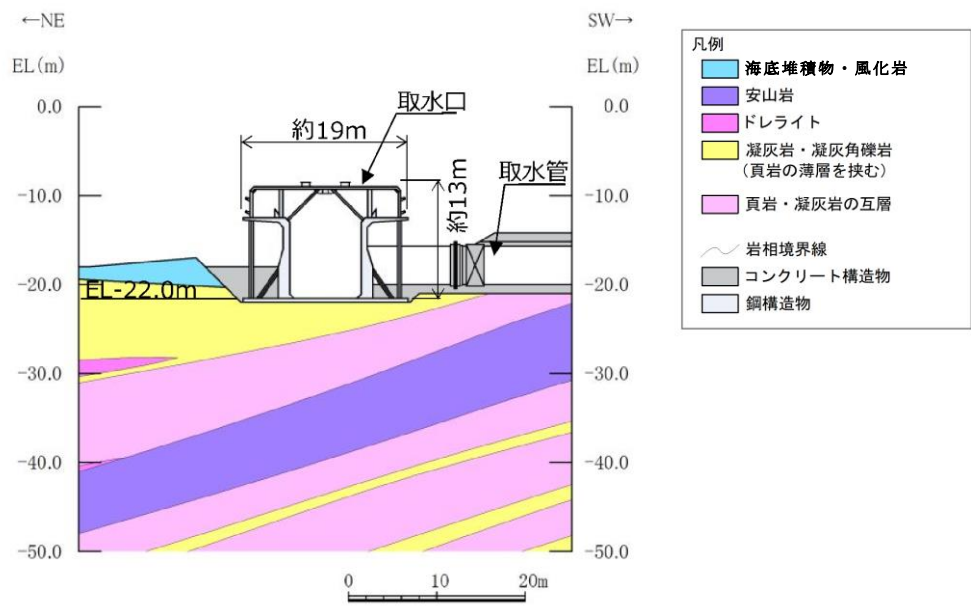


(ix 断面 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁 (②-②断面)))



(x 断面 (取水管 (C-C断面)))

図 3-2 (5) 地質断面図



(xi 断面 (取水口 (A-A 断面)))

図 3-2 (6) 地質断面図

4. 解析用物性値

4.1 設定方針

地質断面図における「海底堆積物」「海底堆積物・風化岩」について、それぞれの性状等を踏まえ、解析用物性値を設定する。

4.2 各地質の解析用物性値

(1) 海底堆積物

海底堆積物について、地質調査による性状、物性及び分布を踏まえ、解析用物性値を設定する。

a. 地質調査（底質分析）による海底堆積物の性状及び物性

サイドスキャンソナーによる海底探査（平成7年）の際に、底質試料を採取し、粒度試験を実施した。

試料採取位置を図4-1に、採取試料の写真を図4-2に、粒度試験結果を図4-3に示す。

粒度試験結果より海底堆積物は、細粒分含有率が5%であり、おおむね砂礫で構成されること、及び海中に分布することから、液状化検討対象層とする。

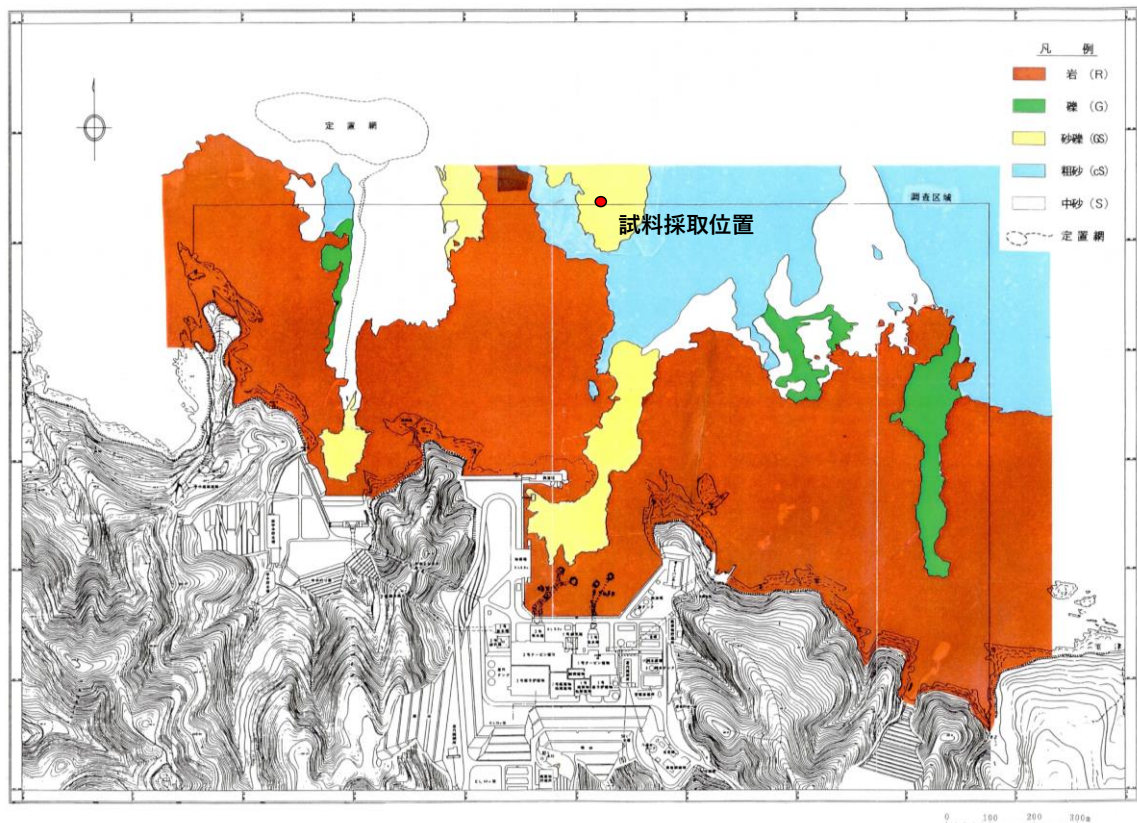


図4-1 試料採取位置図



図 4-2 採取試料の写真 (1995 年撮影)

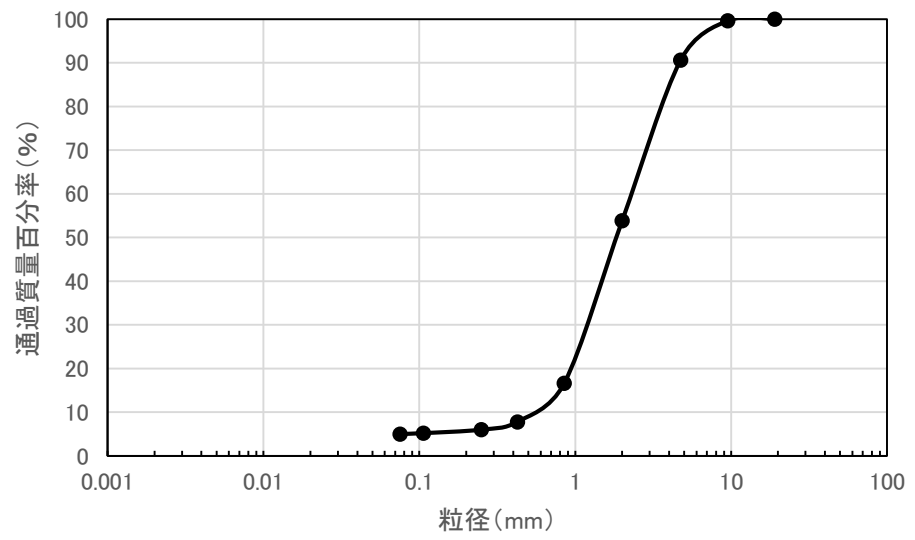


図 4-3 粒度試験結果

また，図 4-4 のとおり，砂礫及び埋戻土の粒度試験結果との比較を実施した結果，海底堆積物の粒度分布は液状化検討対象層であること確認した。

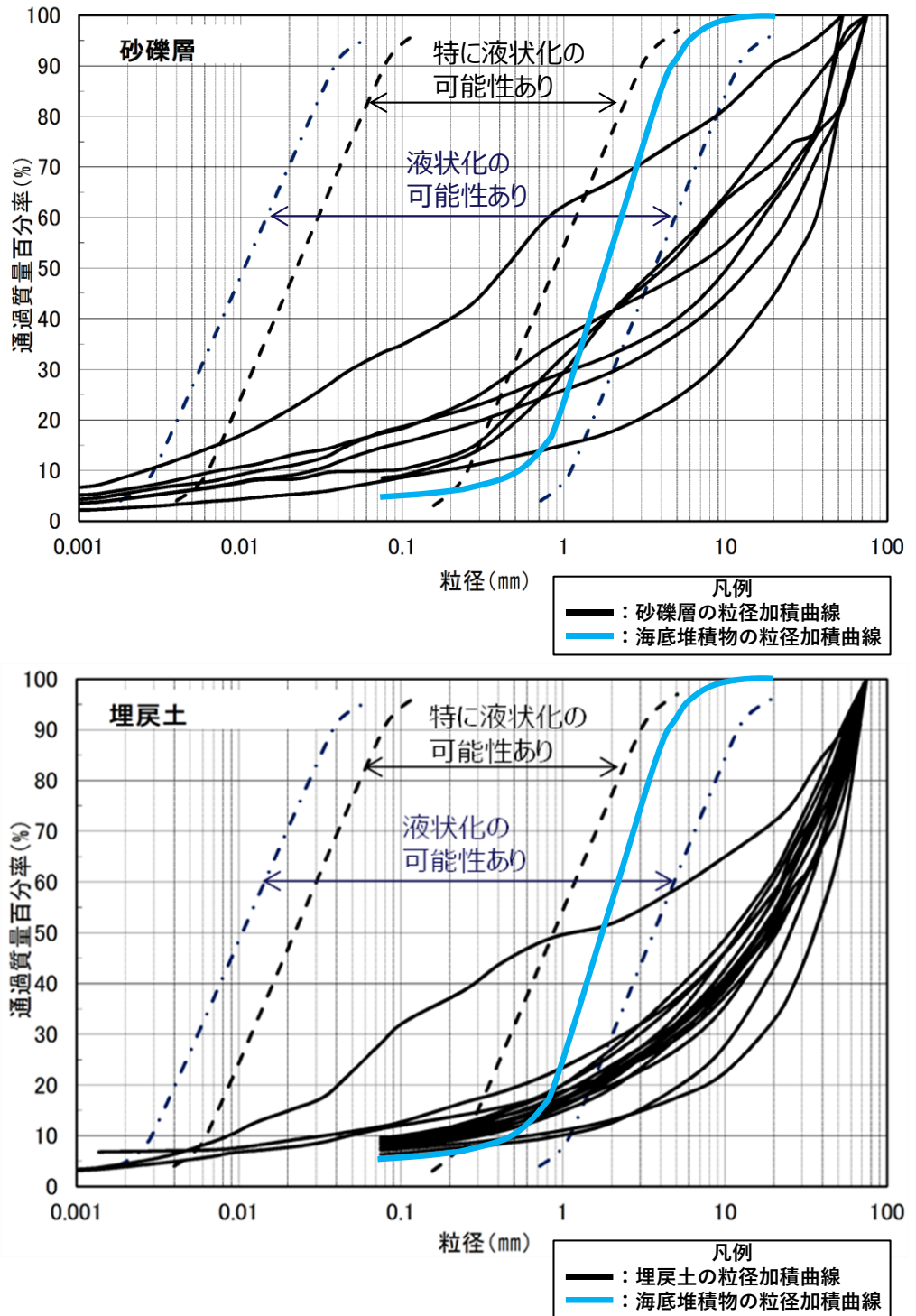


図 4-4 砂礫及び埋戻土の粒度試験結果との比較検討結果

b. 解析用物性値の設定

海底堆積物は、液状化検討対象層であることから、液状化検討対象層である「埋戻土」と「砂礫層」の解析用物性値を比較検討した。

(a) 解析用物性値の比較検討

表 4-1 に示すとおり、埋戻土及び砂礫層の解析用物性値の比較したところ、いずれの物性値もおおむね同等であるが、動せん断弾性係数については埋戻土の方が若干低いことを確認した。

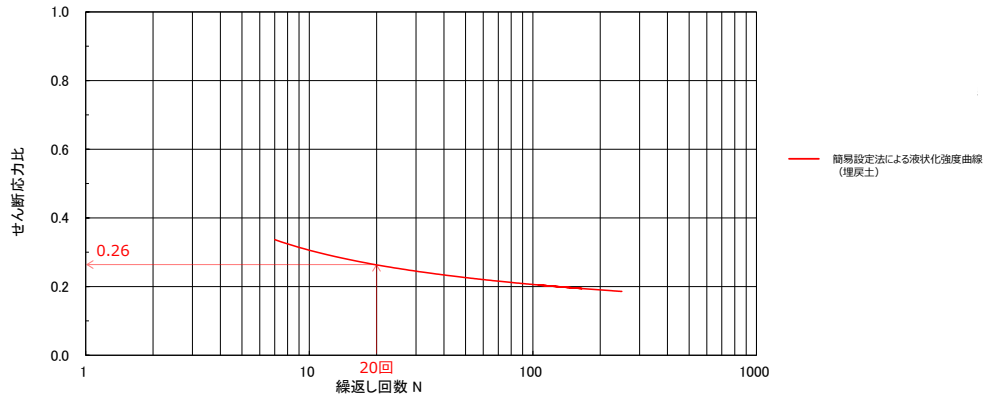
表 4-1 埋戻土及び砂礫層の解析用物性値の比較結果

		埋戻土	砂礫層	
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	2.11 【2.00】	2.05	
	間隙率 n	0.45	0.45	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ma} (kN/m ²)	154,600	225,400	
	基準平均有効拘束圧 σ_{ma}' (kN/m ²)	98	98	
	ポアソン比 ν	0.33	0.33	
	減衰定数の上限値 h_{max}	0.095	0.095	
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)	0	0	
	内部摩擦角 ϕ' (°)	40.17	38.74	
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)	28	28	
	液状化パラメータ	S1	0.005	0.005
		w1	4.080	4.020
		P1	0.5	0.5
		P2	0.990	1.100
C1		2.006	1.916	

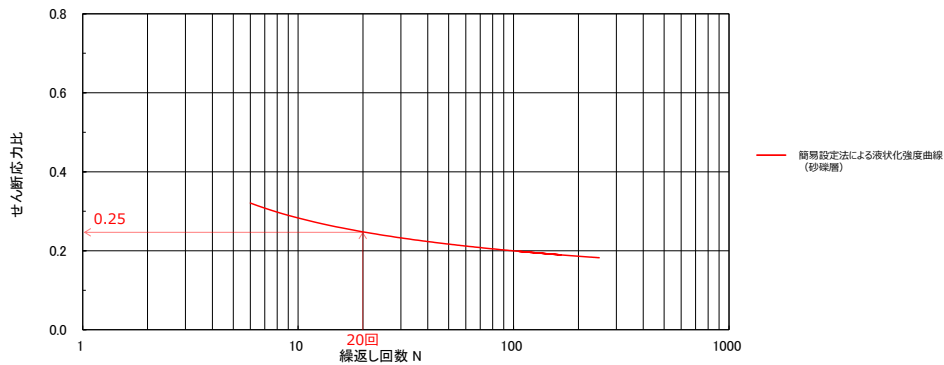
注：括弧内【】の数字は地下水位以浅の数値を示す。

動せん断弾性係数、内部摩擦角及び液状化パラメータは代表的な数値を示す。

また、図 4-5 に示すとおり、埋戻土及び砂礫層の液状化強度曲線の比較したところ、同等であることを確認した。



【埋戻土の液状化強度曲線】



【砂礫層の液状化強度曲線】

図 4-5 埋戻土及び砂礫層の液状化強度曲線の比較結果

(b) 比較を踏まえた解析用物性値の設定

(a)より、埋戻土及び砂礫層の比較検討を実施した結果、液状化強度については同等であるが、動せん断弾性係数については埋戻土の方が若干小さいことから、埋戻土の解析用物性値の方が、地震時応答が保守的になると考えられる。

また、海底堆積物は、前述のとおり、分布は海底に薄く分布しており、地震時応答への影響は軽微である。

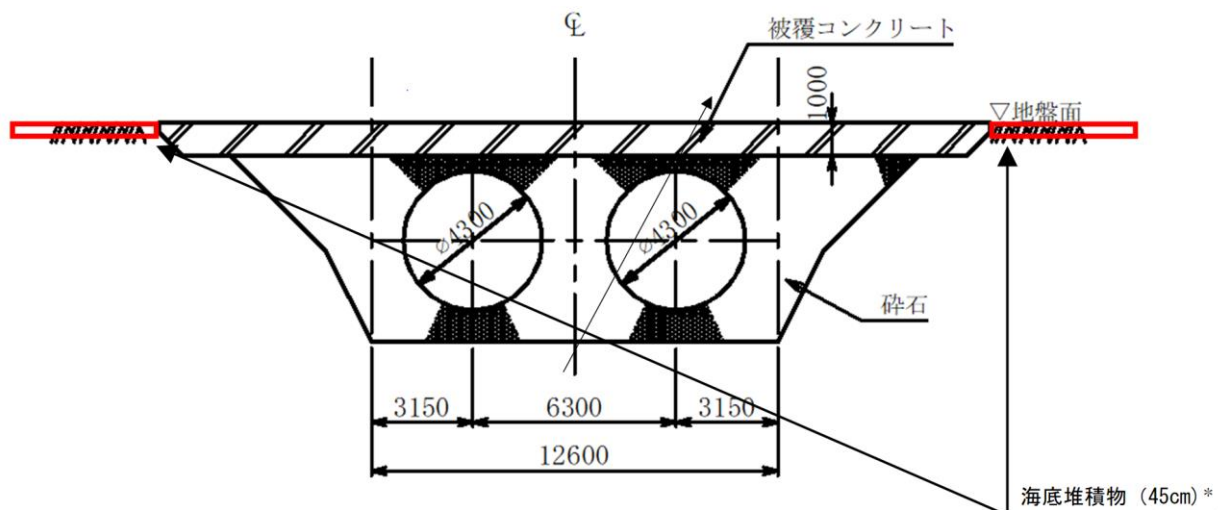
以上のことから、海底堆積物の解析用物性値は、埋戻土の物性値を流用する。

(2) 海底堆積物・風化岩

地質断面図上「海底堆積物・風化岩」と記載した箇所は「3.1 作成方針」に記載の通り、おおむねC_L級以上の安山岩又は凝灰岩であることが確認されているものの、保守的に強度特性及び変形特性を落とした風化岩と設定している。そのため、解析用物性値の設定については、岩盤の中で最も保守的な第1層の解析用物性値を設定する。

なお、漂流防止装置基礎（多重鋼管杭）（①-①断面）については、「海底堆積物・風化岩」としていた範囲と評価対象構造物との位置関係等を踏まえると、評価結果に与える影響が小さいと考えられるため、保守的に埋戻土の解析用物性値を流用する。

また、仮に追加調査で確認された最大厚さ 45cm の海底堆積物が面的に分布する際の影響について検討した結果、取水管以外の構造物については、海底堆積物と対象構造物が十分に離れており、かつ海底堆積物の層厚が薄いことから影響は小さいと判断した。また、海底堆積物と近接する取水管については、図 4-6 に示すとおり被覆コンクリート（1.0m）と接しているが、海底堆積物の層厚が薄いため、影響は小さいと判断した。



注記*：最大厚さで面的に分布していた場合

図 4-6 取水管断面図