

10.8 地盤

調査区域の地盤において、土地または工作物の存在及び供用として道路（地下式または地下式）の存在に係る影響、工事の実施として切土工等又は既存の工作物の除去工事に係る影響が考えられるため、地盤沈下の調査、予測及び評価を行いました。

10.8.1 道路（地表式、地下式）の存在、切土工等又は既存の工作物の除去に係る地盤

1) 調査結果の概要

(1) 調査した情報

調査した情報は以下のとおりです。

- ・ 地下水の状況
- ・ 帯水層の地質・水理の状況
- ・ 軟弱地盤層の状況

(2) 調査の手法

調査は現地調査により行いました。

調査の手法を表 10.8.1-1 に示します。

表 10.8.1-1 地盤沈下の調査方法（現地調査）

調査項目		調査手法	
地下水	地下水の状況	ボーリング ^注 掘削後に地下水観測井を設置し、半自動観測計器を設置し、毎日の連続データを取得する方法、既存井戸の触針式水位計による地下水観測	
	帯水層の地質・水理の状況	ボーリングによる地層コア採取とコア観察による方法、原位置試験による方法	
地盤	軟弱地盤層の状況	ボーリングによる地層コア採取とコア観察による方法	
		ボーリングにより採取した地盤試料の室内土質試験	日本産業規格（JIS）に基づく試験方法

注)特殊な機械を用いて地中に孔を掘り、地層の試料（コア）を採取することにより、地層の分布状況の調査や、室内土質試験に供する試料が得られる。

(3) 調査地域及び調査地点

調査地域は、地下水位の変動により、地盤沈下が生じるおそれのあると認められる地域で、住居、田圃等の保全対象が存在する地域としました。

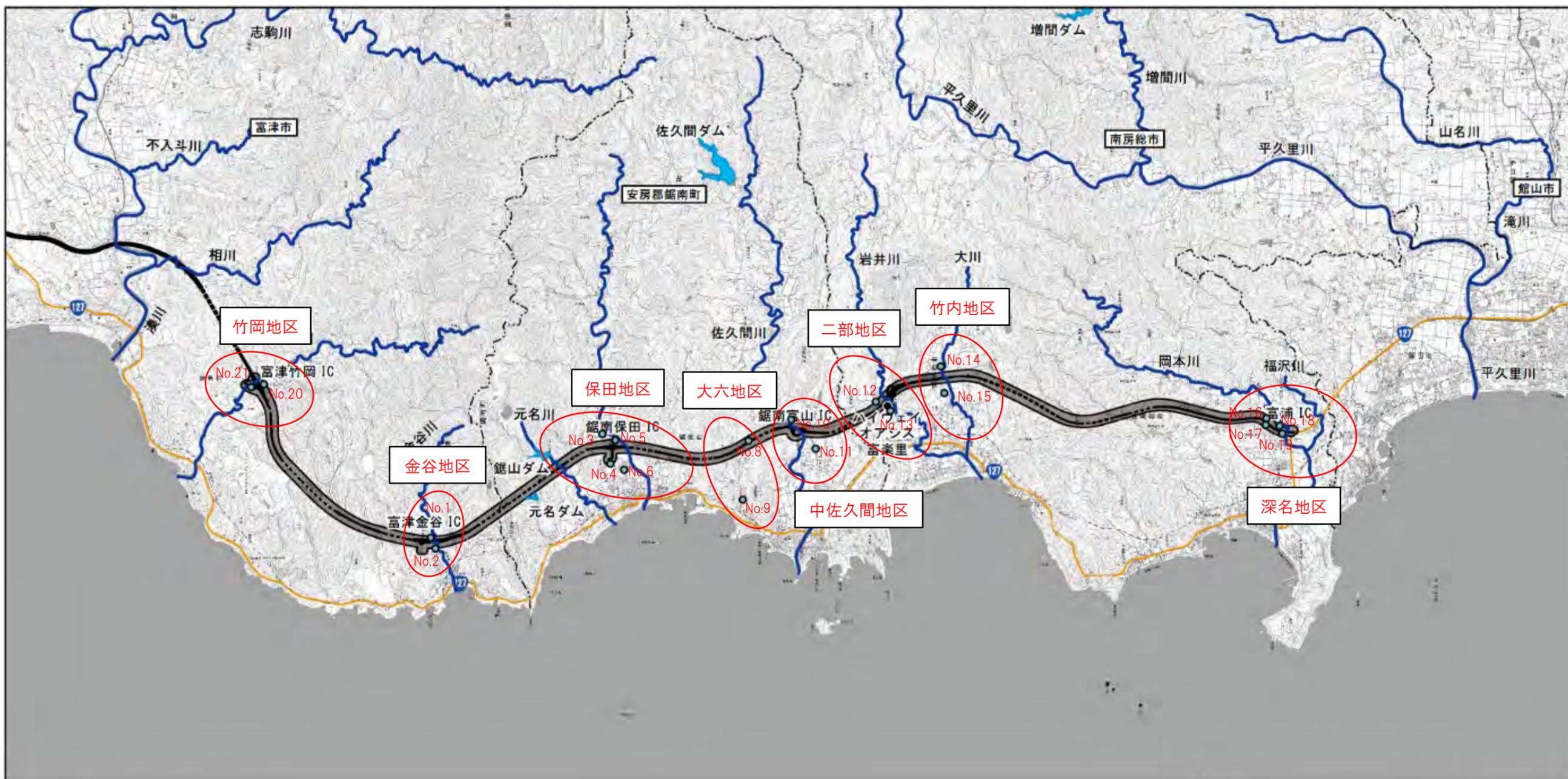
調査地点は、調査地域のうち、地下水等の状況を適切に把握できる地点とし、8地点を選定しました。調査地域及び調査地点を表 10.8.1-2～表 10.8.1-5 及び図 10.8.1-1 に示します。

表 10.8.1-2 地盤沈下の調査地域

調査区分	調査地域	調査項目
現地調査	竹岡地区、金谷地区、保田地区、大六地区、中佐久間地区、二部地区、竹内地区、深名地区	地下水の状況 帯水層の地質・水理状況 軟弱地盤層の状況

表 10.8.1-3 地盤沈下の調査地点

調査地域	調査地点	調査項目		
		地下水の状況	帯水層の地質・水理状況	軟弱地盤層の状況
竹岡地区	富津市竹岡	○	○	○
金谷地区	富津市金谷	○	○	○
保田地区	安房郡鋸南町保田	○	○	○
大六地区	安房郡鋸南町大六	○	○	○
中佐久間地区	安房郡鋸南町中佐久間～ 下佐久間	○	○	○
二部地区	南房総市検儀谷～二部	○	○	○
竹内地区	南房総市竹内	○	○	○
深名地区	南房総市富浦町深名	○	○	○



- 凡例
- 対象事業実施区域
 - 既存自動車専用道路
 - 既存自動車専用道路（トンネル部）
 - 市町界
 - 二級河川
 - 地盤沈下の調査地点

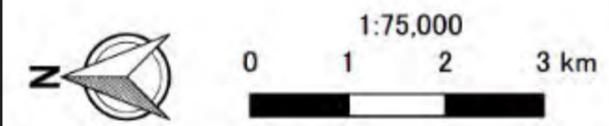


図 10.8.1-1 調査地域及び調査地点位置図

表 10.8.1-4 地下水の調査地点

調査 区分	調査地点		調査項目
			地下水の状況
現地 調査	No. 20	富津市竹岡	○
	No. 21	富津市竹岡	○
	No. 1	富津市金谷	○
	No. 2	富津市金谷	○
	No. 3	安房郡鋸南町保田	○
	No. 4	安房郡鋸南町保田	○
	No. 5	安房郡鋸南町保田	○
	No. 6	安房郡鋸南町保田	○
	No. 8	安房郡鋸南町大六	○
	No. 9	安房郡鋸南町大六	○
	No. 10	安房郡鋸南町中佐久間	○
	No. 11	安房郡鋸南町中佐久間	○
	No. 12	南房総市検儀谷	○
	No. 13	南房総市二部	○
	No. 14	南房総市竹内	○
	No. 15	南房総市竹内	○
	No. 16	南房総市富浦町深名	○
	No. 17	南房総市富浦町深名	○
	No. 18	南房総市富浦町深名	○
No. 19	南房総市富浦町深名	○	

表 10.8.1-5 地下水の調査対象帯水層

調査地点	Ag1	As1	Ag2	dt
No. 20	○	—	○	—
No. 21	○	—	○	—
No. 1※	—	—	—	—
No. 2	○	—	—	—
No. 3	—	—	○	—
No. 4	○	—	—	—
No. 5	○	—	○	—
No. 6	○	—	—	—
No. 8	○	—	—	—
No. 9	○	—	—	—
No. 10	—	○	—	○
No. 11	—	○	—	—
No. 12	—	—	○	—
No. 13	○	—	○	—
No. 14	○	—	○	—
No. 15	○	—	○	—
No. 16	○	—	—	—
No. 17	○	○	○	—
No. 18	○	—	—	—
No. 19	○	—	—	—

※No. 1は明確な帯水層を確認できず、また、掘削時に確認された水位が直近の金谷川の河川水位と概ね同等であったことから、掘削地点に隣接する金谷川の河川水位を継続観測するための観測管の設置を行いました。

(4) 調査期間等

現地調査は、地下水の状況について、1 時間毎の測定を行いました。調査期間を表 10.8.1-6 に示します。

表 10.8.1-6 地盤沈下の調査期間

調査区分	調査項目	調査期間
現地調査	地下水の状況	令和 4 年 6 月 1 日～令和 5 年 5 月 31 日
	帯水層の地質・水理状況 軟弱地盤層の状況	令和 3 年 3 月 26 日～令和 4 年 3 月 25 日

(5) 調査結果

a) 現地調査

(a) 竹岡地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10.8.1-2、図 10.8.1-3 及び表 10.8.1-7 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 20 は標高 10m 付近を示し安定しています。No. 21 は降雨の影響を受けやすく、降雨が少ない状態が続くと標高 9m 以下まで下がるものの、2023 年 4 月以降の降雨にて水位が 1~2m 上昇します。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動しています。礫層のマトリックスに粘性土が多いため、透水性は中位~低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 2~4m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、1.95~3.11 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

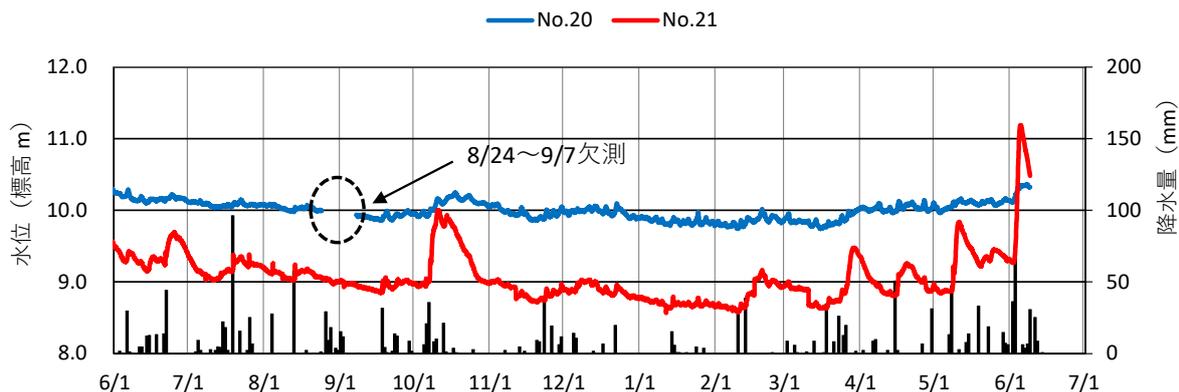
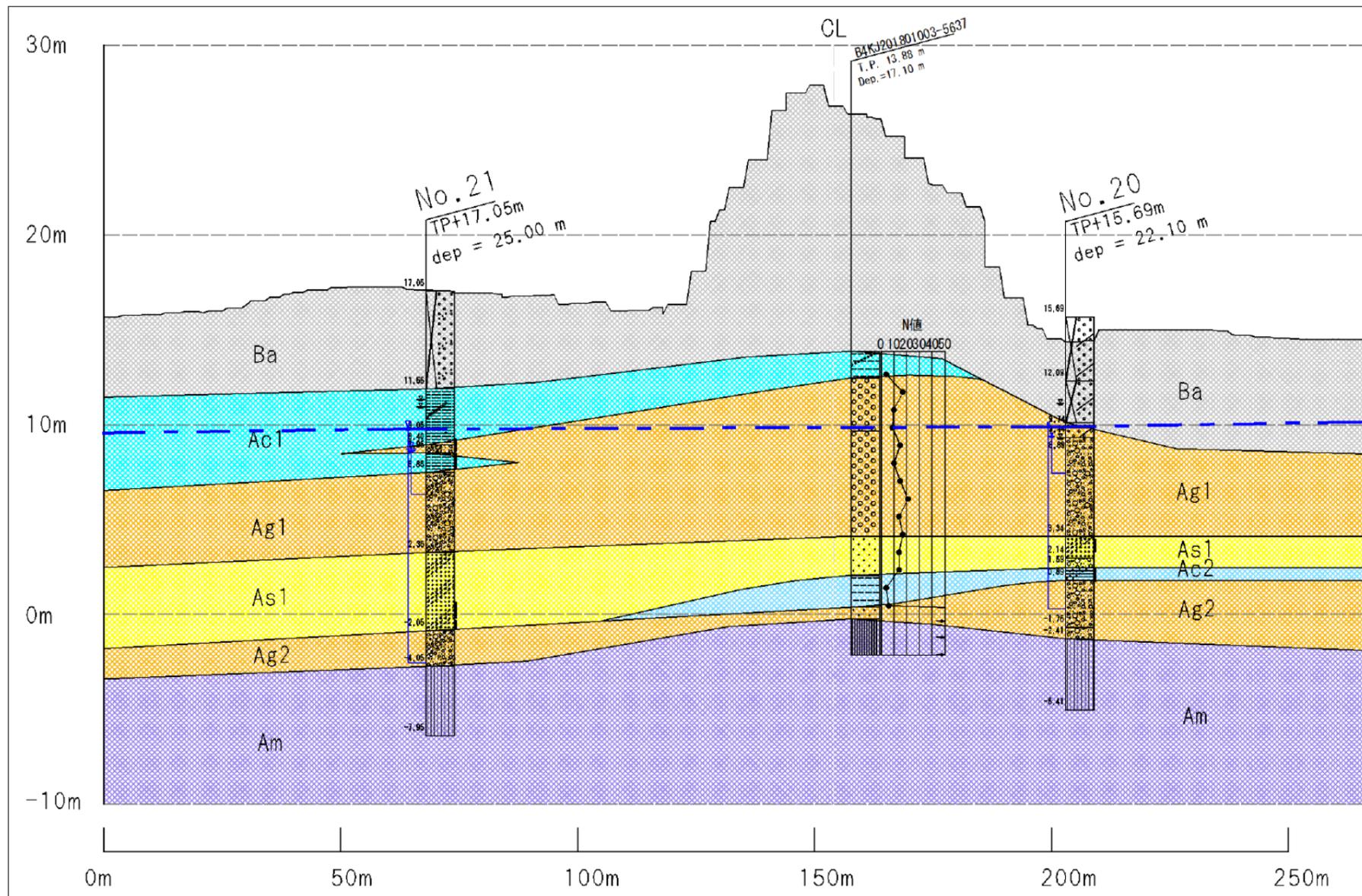
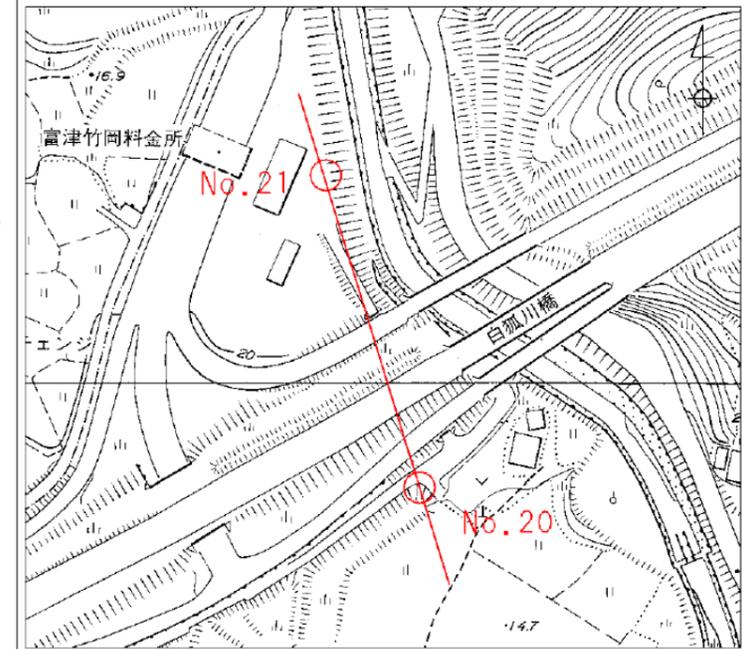


図 10.8.1-2 地下水位の推移 (竹岡地区)



想定地質断面図 (H=1/1,000、V=1/250)



断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
		Ac1	シルト、砂質シルト
	段丘堆積物	Ag1	砂礫、シルト質砂礫
		As1	細砂、シルト質細砂
		Ac2	シルト、砂質シルト
		Ag2	砂礫、シルト質砂礫
新第三紀	安房層群天津層	Am	砂質泥岩、泥質砂岩

▽ 地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-3 地質縦断面図(竹岡地区)

表 10.8.1-7 室内土質試験結果一覧（竹岡地区）

孔番	No.20		No.21	
試料番号	No.20-1	No.20-2	No.21-1	No.21-2
試験深度 (GL-m)	12.50m~13.20m	14.10m~14.85m	9.10m~9.95m	18.50m~19.00m
地層名	As	Ac2	Ac1	As
圧縮指数 Cc	0.369	0.299	0.472	0.419
圧密降伏応力 p_c (kN/m ²)	645.4	699.5	324.8	592.1
初期間隙比 e_0	1.262	1.079	1.268	1.277
含水比 w_0 (%)	43.7	35.7	43.8	44.0
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.716	1.77	1.692	1.715
OCR	3.11	3.19	1.95	2.44

(b) 金谷地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10.8.1-4、図 10.8.1-5 及び表 10.8.1-8 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は降雨による一時的な水位上昇があるものの、No.1 は標高 2.6m 付近、No.2 は標高 2.0m 付近と 1 年を通じて安定しています。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 1~5m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は 10.36 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

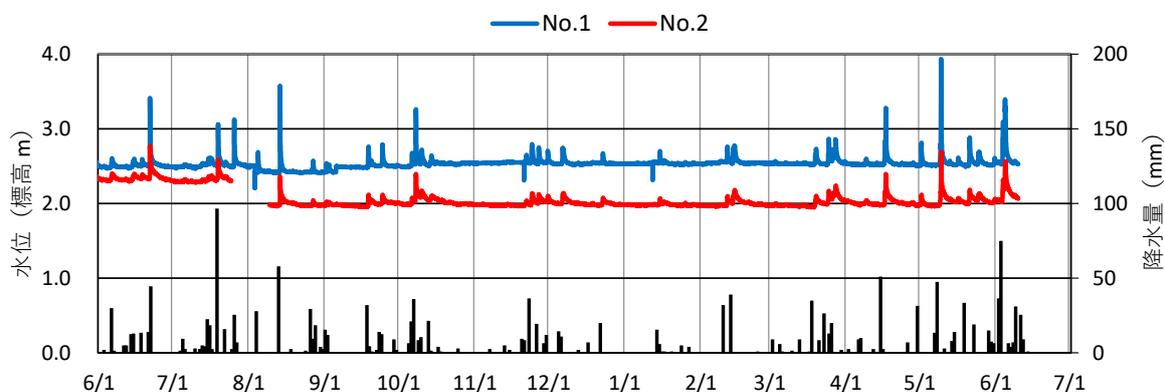
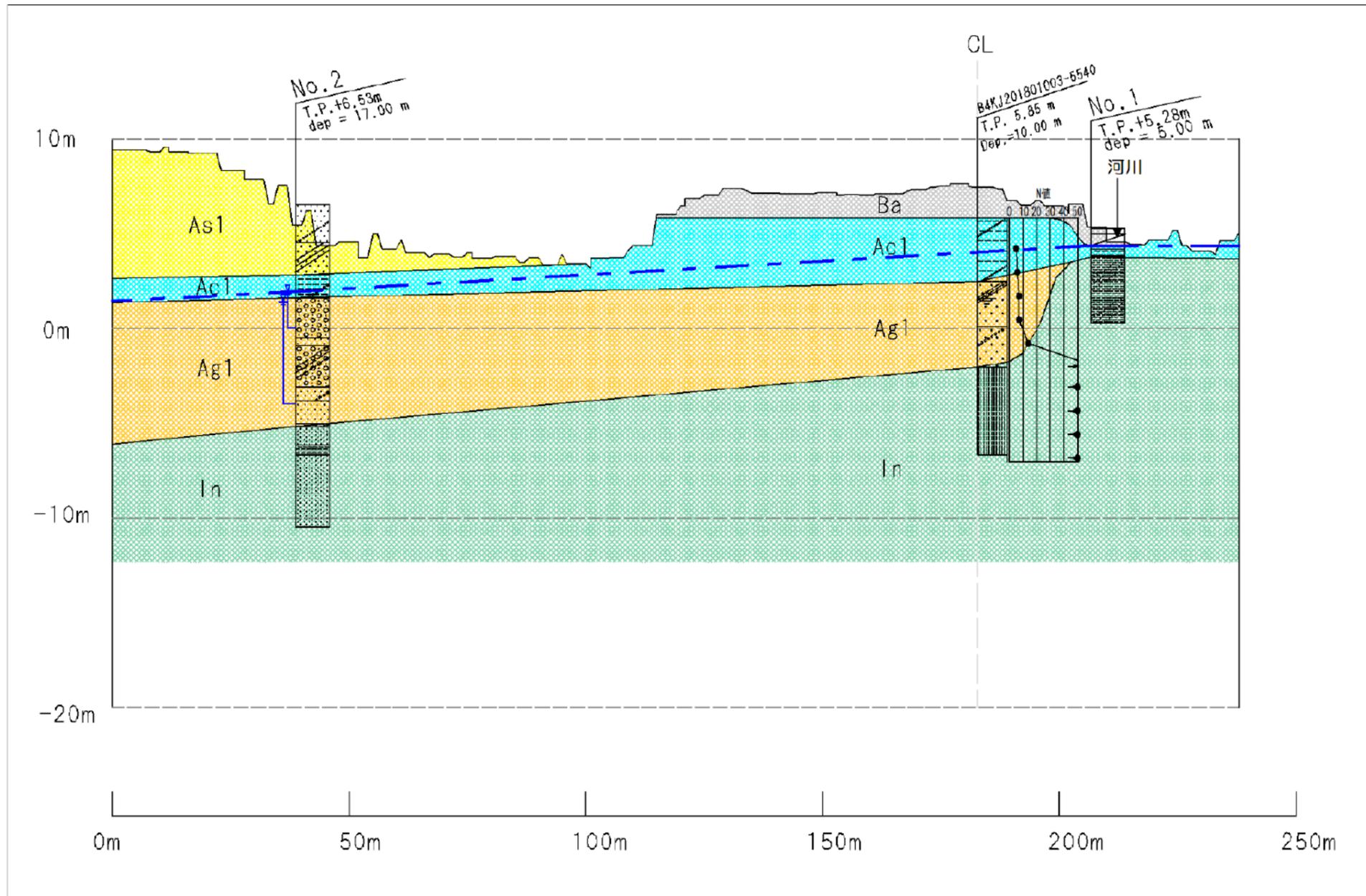
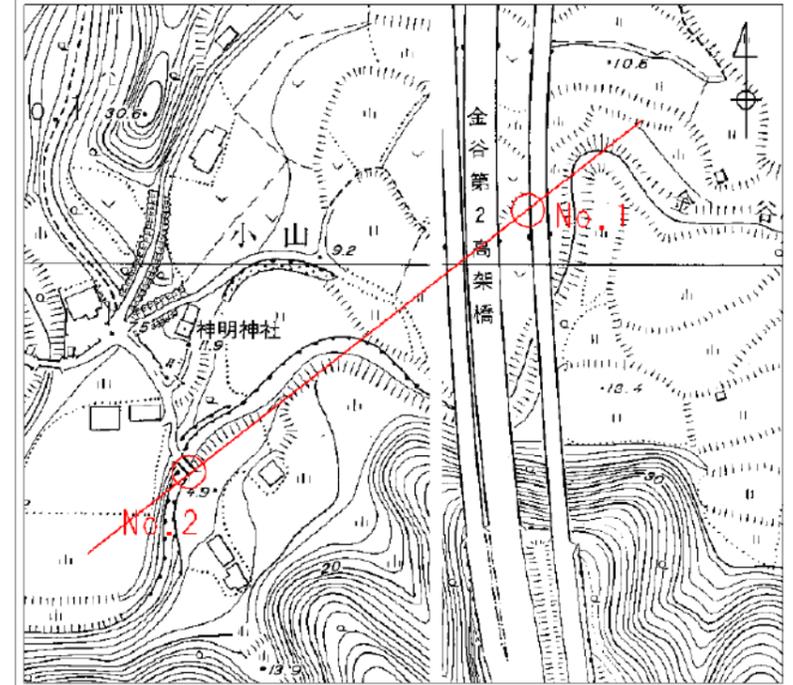


図 10.8.1-4 地下水位の推移 (金谷地区)



想定地質断面図 (H=1/1,000、V=1/250)



断面位置図 (S=1/2, 500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
		As1	細砂、シルト質細砂
	段丘堆積物	Ac1	シルト、砂質シルト
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫
新第三紀	三浦層群稲子沢層	In	砂質泥岩、泥質砂岩
		▽	地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-5 地質縦断面図(金谷地区)

表 10.8.1-8 室内土質試験結果一覧（金谷地区）

孔番	No.2
試料番号	2-D1
試験深度 (GL-m)	3.70m~4.30m
地層名	Ac1
圧縮指数 Cc	0.37
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	704
初期間隙比 e0	1.206
含水比 w0 (%)	33.4
湿潤密度 ρ t (g/cm ³)	1.715
OCR	10.36

※No.1地点では明確な帯水層が確認されなかったため、帯水層の水位低下に伴う圧密沈下は生じないと判断し、サンプリングを行っていません。このため、室内土質試験は実施していません。

(c) 保田地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10. 8. 1-6～図 10. 8. 1-7 及び表 10. 8. 1-9 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 4 を除いて標高 8m～4m の範囲と一年を通して安定しています。No. 4 は標高 13. 5m 付近と高く、降雨に伴い水位が一時的に上昇します。なお、No. 4 は他の 3 地点と比較して河川から離れた地点です。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。礫層のマトリックスに粘性土が多いため、透水性は中位～低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 15～20m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、全 8 試料のうち 1 試料のみ 0. 71 でしたが、それ以外は 1. 52～4. 44 であり、おおむね過圧密な状態にあることを示しています。

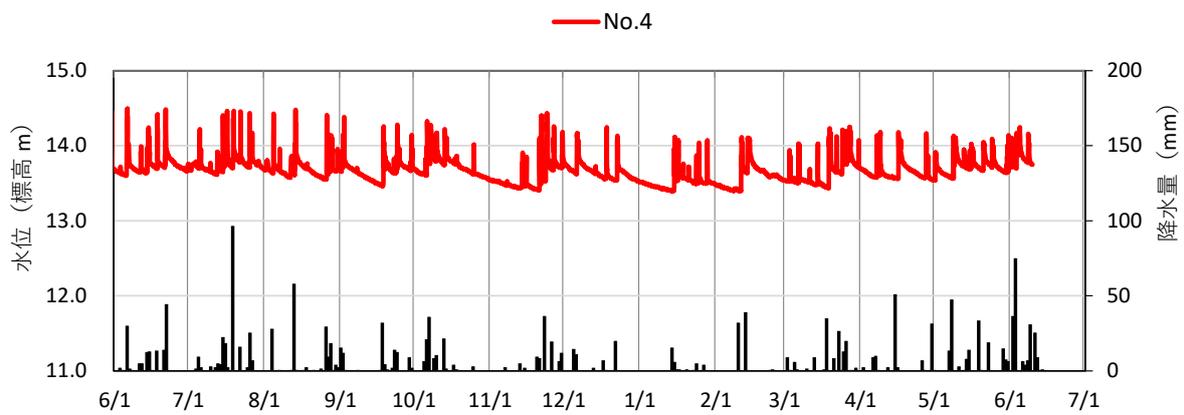
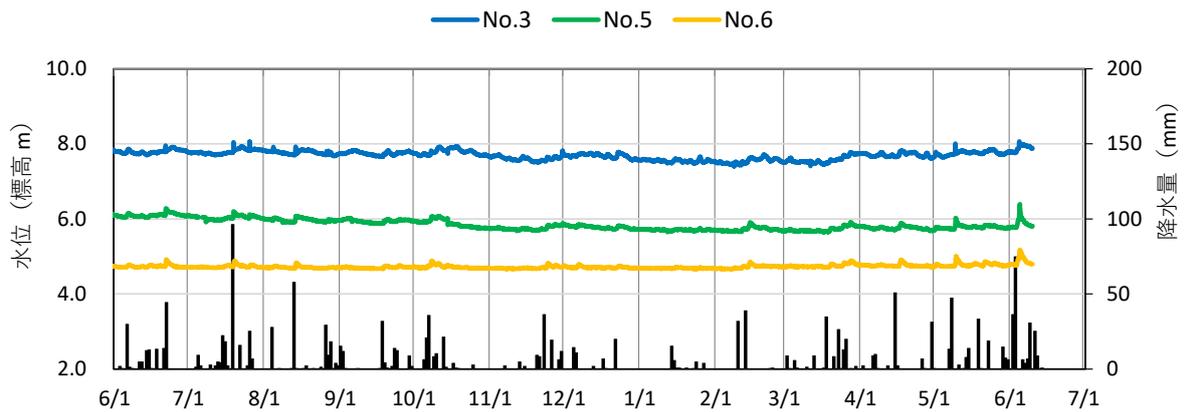
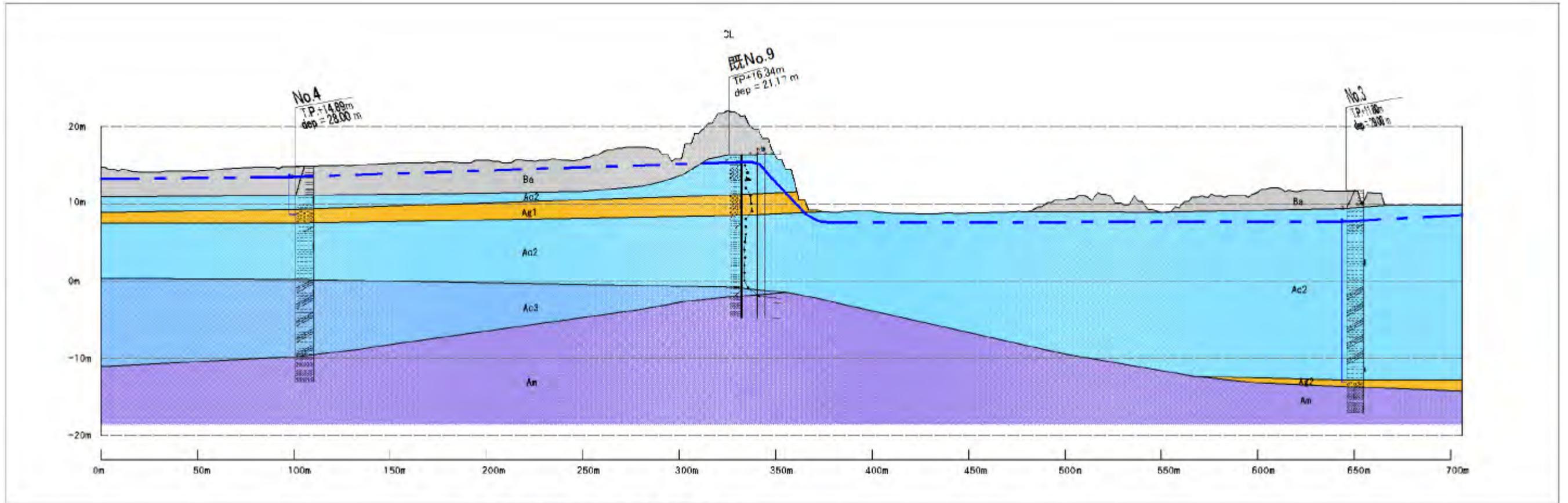
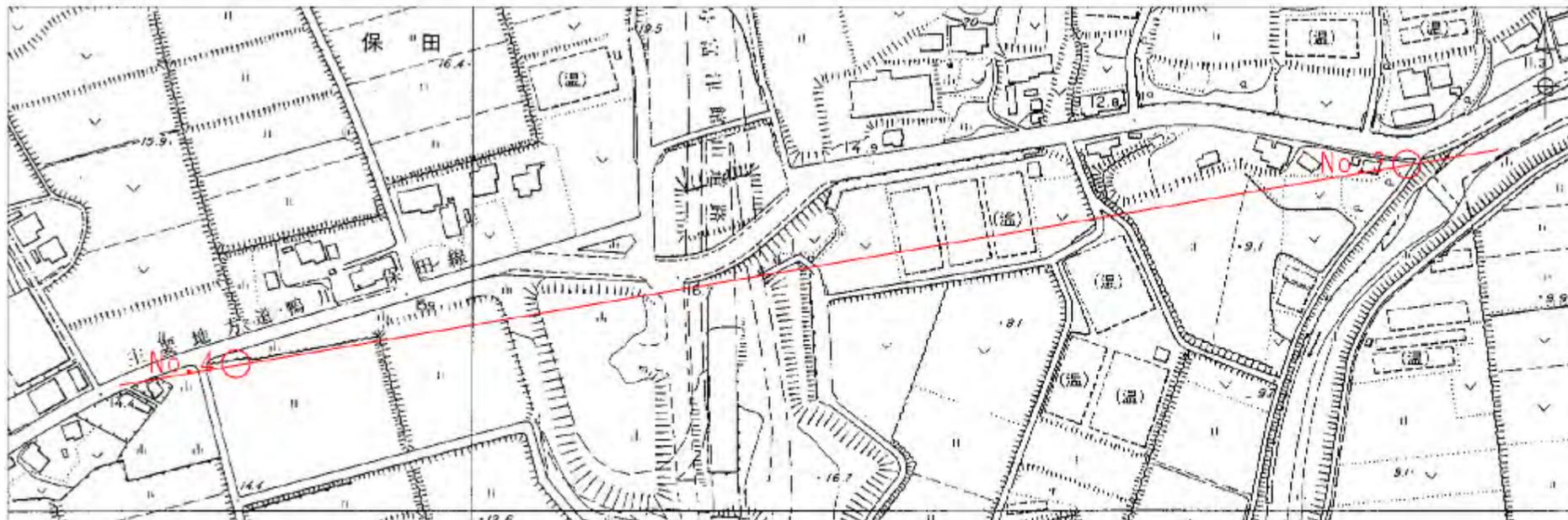


図 10.8.1-6 地下水位の推移 (保田地区)



想定地質断面図 (H=1/2,000、V=1/500)



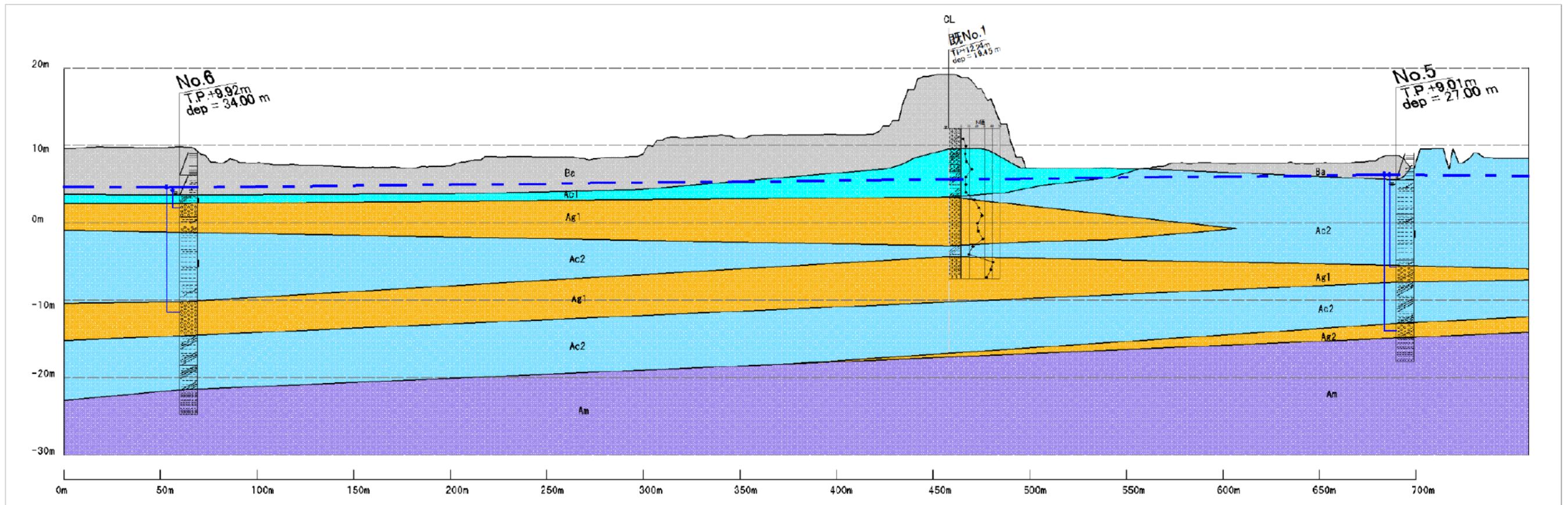
断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

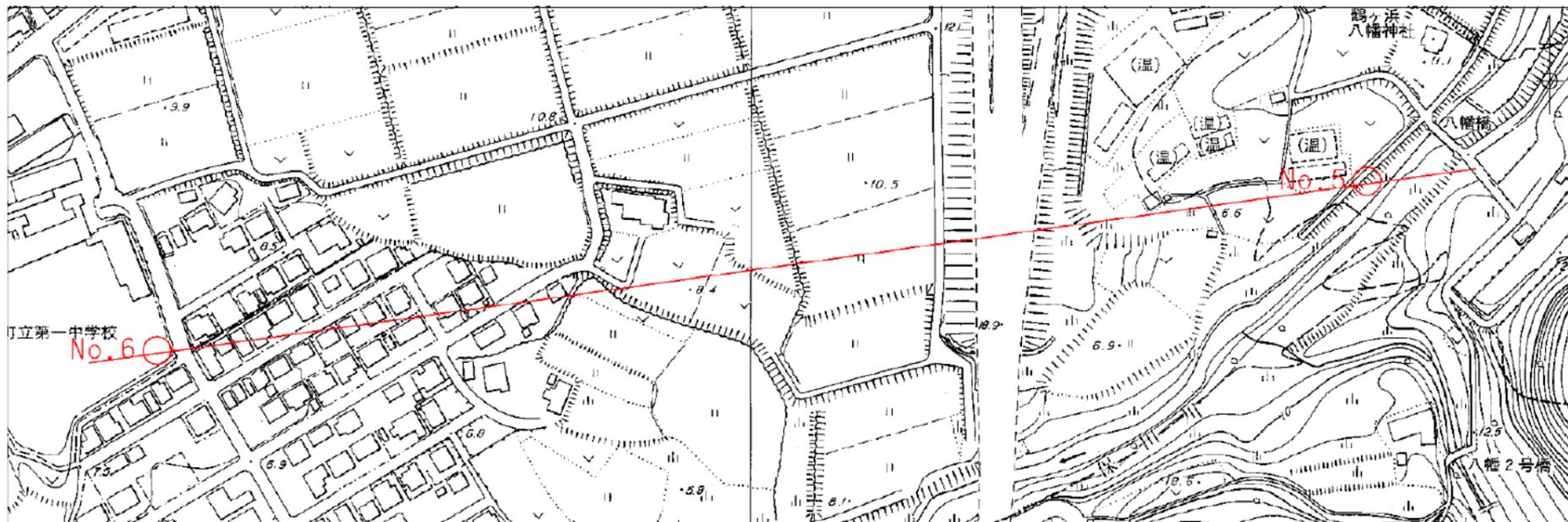
地質時代	地層名	記号	層相
第四紀 穴新世	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
	段丘堆積物	Ac1	シルト、砂質シルト
		Ac2	シルト、砂質シルト
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫
		Ac3	シルト、砂質シルト
新第三紀 中新世	三浦層群天津層	Ag2	砂礫、シルト質砂礫
		An	砂質泥岩、泥質砂岩

地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-7(1) 地質縦断面図(保田地区 1/2)



想定地質断面図 (H=1/2,000、V=1/500)



断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀	壺土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
		段丘堆積物	Ac1 シルト、砂質シルト
		Ac2 シルト、砂質シルト	
		Ag1 砂礫、シルト質砂礫	
		Ac3 シルト、砂質シルト	
新第三紀	三浦層群天津層	Ag2	砂礫、シルト質砂礫
		Am	砂質泥岩、泥質砂岩
地下水位 (現場透水試験による平衡水位)			

図 10.8.1-7(2) 地質縦断面図(保田地区 2/2)

表 10.8.1-9 室内土質試験結果一覧（保田地区）

孔番	No.3		No.4 (No.12)			No.5 (No.13)	No.6 (No.14)	
試料番号	11-D09	11-D23	12-D04	12-D10	12-D16	13-D10	14-D06	14-D14
試験深度 (GL-m)	9.00m~9.90m	23.00m~23.55m	4.00m~4.90m	10.00m~10.90m	16.00m~16.90m	10.00m~10.90m	6.00m~6.700m	14.00m~14.90m
地層名	Ac2	Ac4	Ac2	Ac2	Ac3	Ac2	Ac1	Ac2
圧縮指数 Cc	0.474	0.238	0.462	0.535	0.437	0.359	0.362	0.479
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	264.6	149.2	216.8	282.3	388	297.1	175.5	248.1
初期間隙比 e0	1.329	1.073	1.357	1.314	1.36	1.104	1.046	1.317
含水比 w0 (%)	50.2	38.9	50.0	50.0	49.0	41.3	39.3	50.1
湿潤密度 ρt (g/cm ³)	1.697	1.776	1.688	1.7	1.667	1.784	1.789	1.698
OCR	2.47	0.71	4.44	3.04	2.93	2.74	1.75	1.52

(d) 大六地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10.8.1-8、図 10.8.1-9 及び表 10.8.1-10 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 8 は標高 36.5m 付近と一年を通じて安定しています。No. 9 は、標高 8.5m~7m の範囲にあり、降雨による水位変動が最大 0.5m 程度確認されています。なお、この地下水標高の違いは地形の影響を受けたものと考えられます。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層粘性土が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、粘性土層中の礫分が多い部分を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 5~10m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、2.06~7.09 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

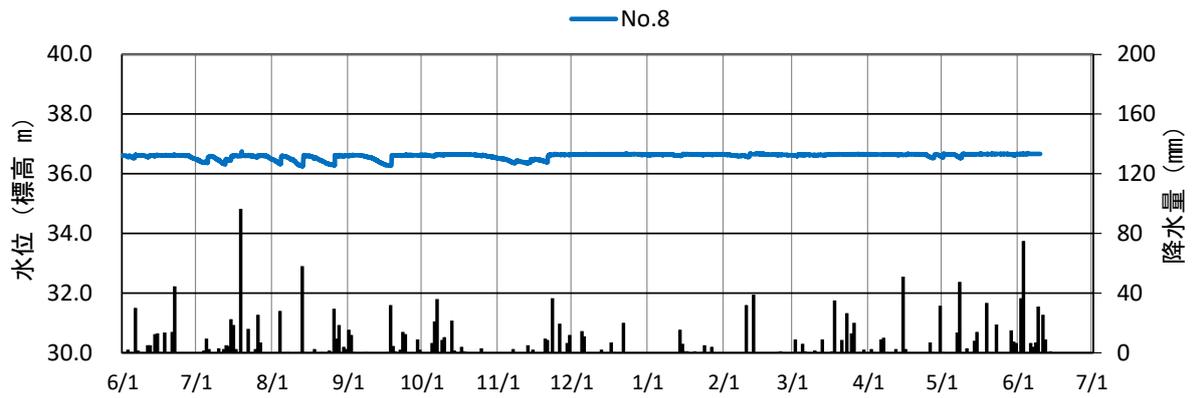
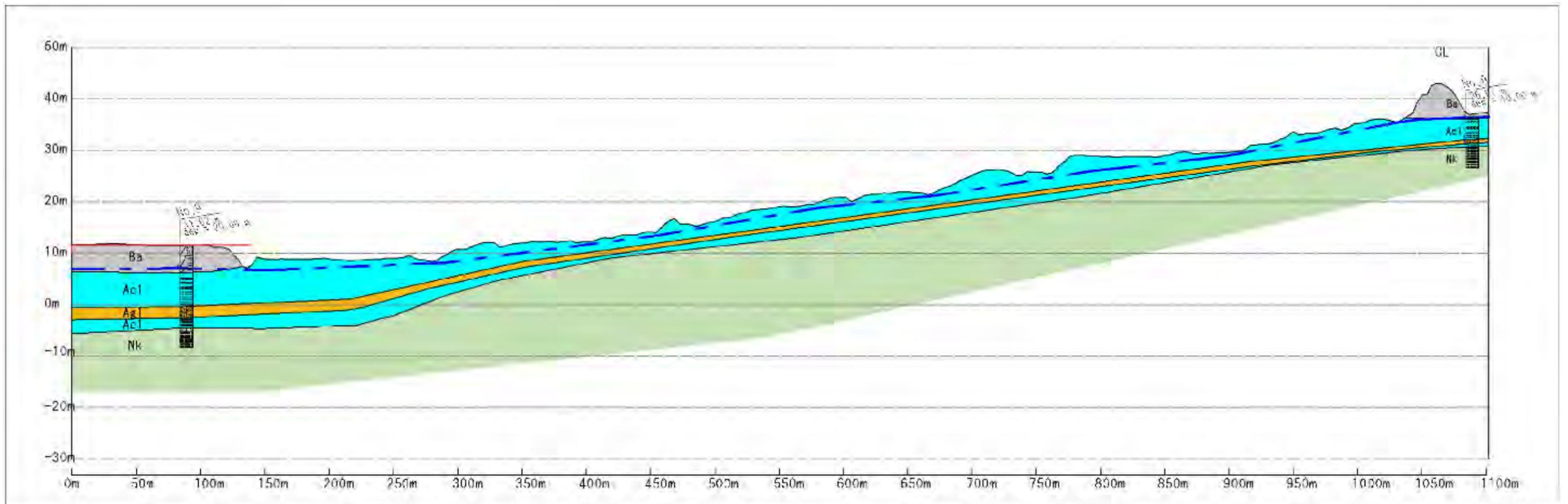
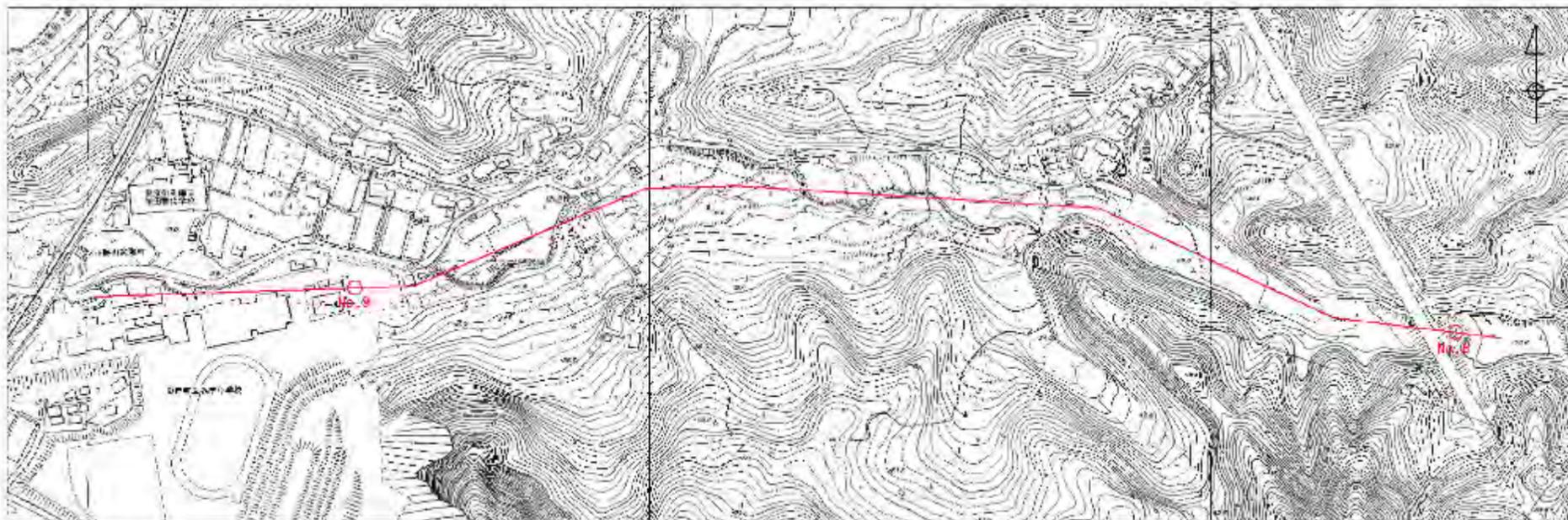


図 10.8.1-8 地下水位の推移 (大六地区)



想定地質断面図 (H=1/3,000、V=1/750)



断面位置図 (S=1/5,000)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀 完新世	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
	段丘堆積物	Ac1	シルト、砂質シルト
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫
新第三紀 中新世	三浦層群中尾原層	Nk	砂岩泥岩互層

地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-9 地質縦断面図(大六地区)

表 10.8.1-10 室内土質試験結果一覧（大六地区）

孔番	No.8 (No.15)		No.9 (No.16)
試料番号	15-T1	15-T2	16-T1
試験深度 (GL-m)	2.00m~2.50m	4.00m~4.50m	6.00m~6.90m
地層名	Ac1	Ac1	Ac1
圧縮指数 Cc	0.37	0.30	0.31
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	255	247	195
初期間隙比 e ₀	1.107	0.996	1.094
含水比 w ₀ (%)	43.0	37.7	40.0
湿潤密度 ρ _t (g/cm ³)	1.773	1.776	1.76
OCR	7.09	6.87	2.06

(e) 中佐久間地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10. 8. 1-10、図 10. 8. 1-11 及び表 10. 8. 1-11 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 10 は標高 8.7m 付近で安定していますが、降雨に伴い最大で 1m 程度の水位変動が一時的に確認されます。No. 11 は、標高 13m 付近で安定しています。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に崖錐堆積物、沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。砂層または礫層に粘性土が含まれるため、透水性は中位～低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 10～20m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、1.27～5.65 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

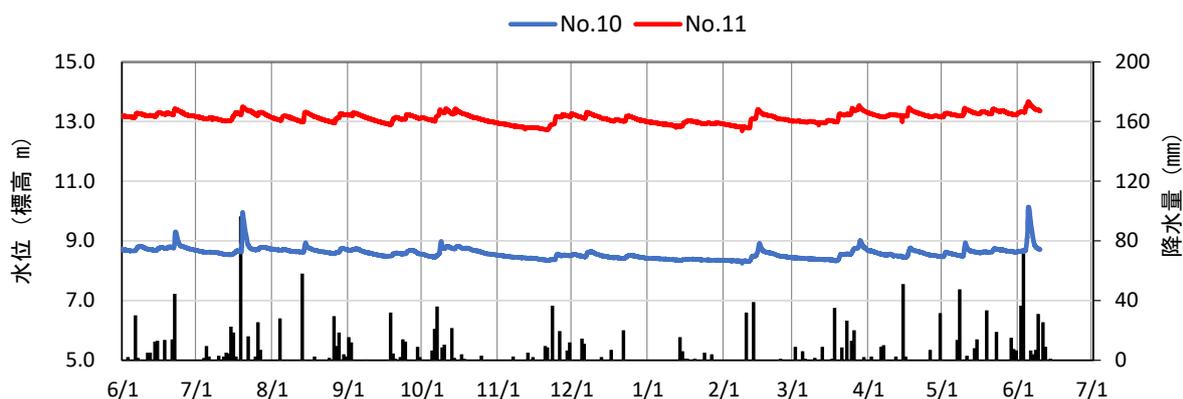
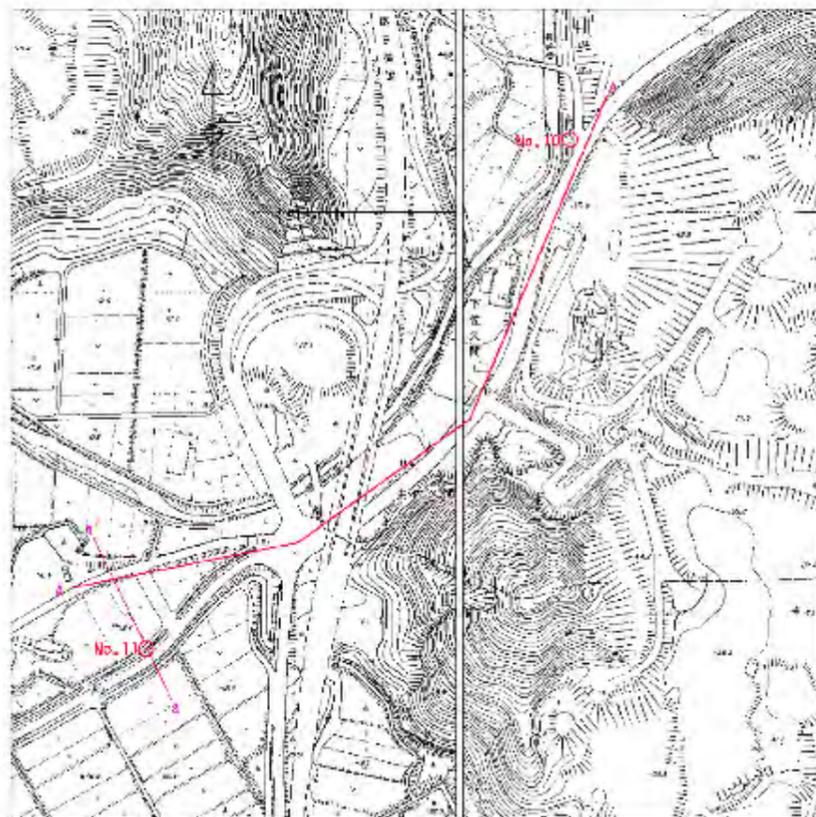
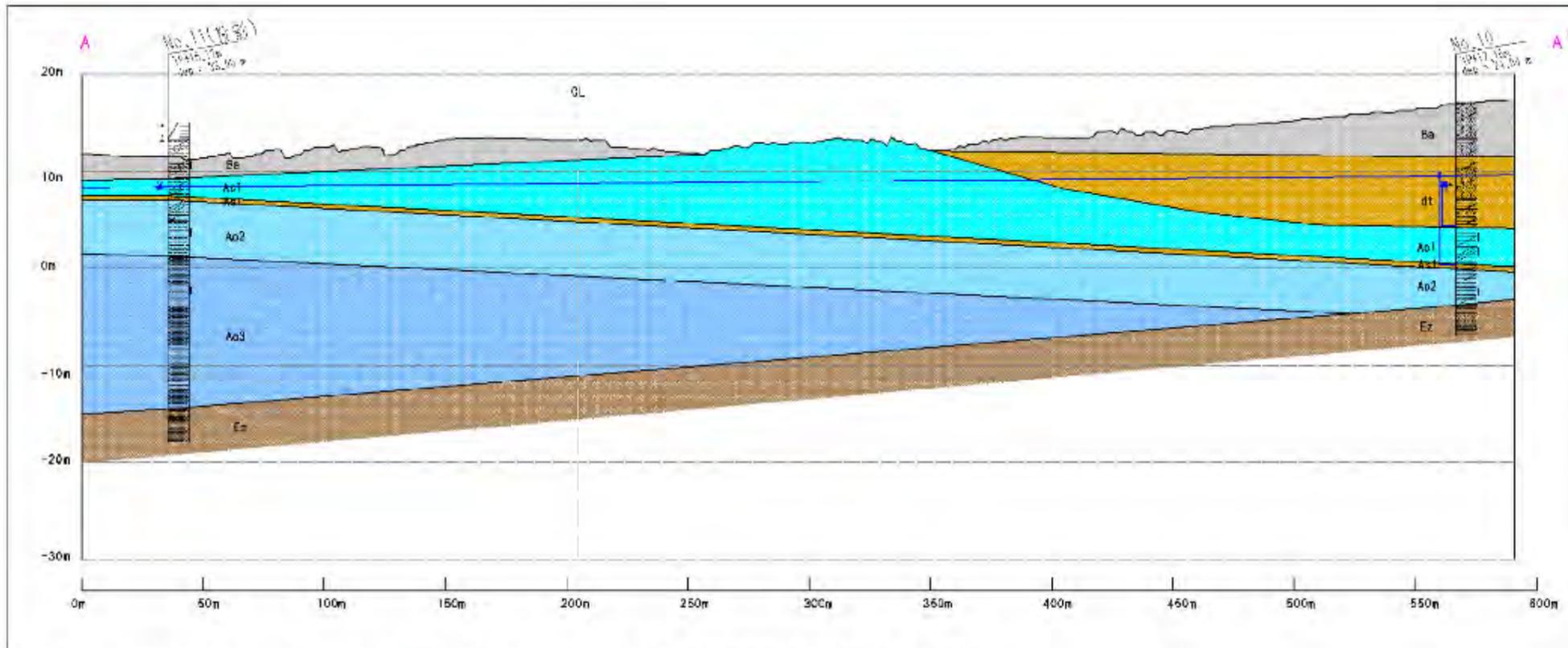
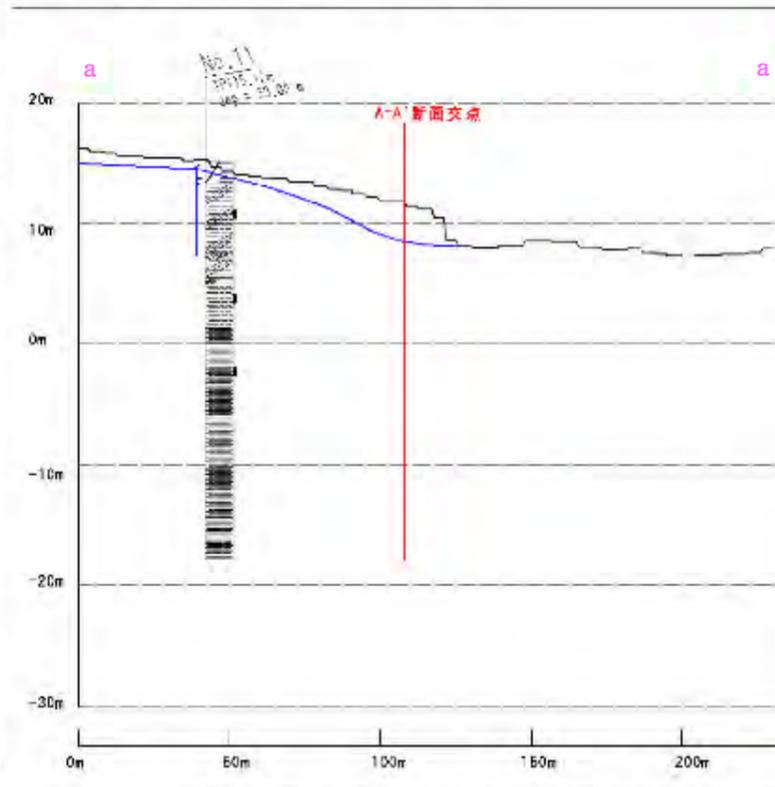


図 10. 8. 1-10 地下水位の推移 (中佐久間地区)



断面位置図 (S=1/5,000)

想定地質断面図 (H=1/2,000、V=1/500)



想定地下水位断面図 (H=1/2,000、V=1/500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相	
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫	
		dt	シルト、砂礫	
	段丘堆積物	Ac1	シルト、砂質シルト	
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫	
		As1	細砂、シルト質細砂	
		Ac2	シルト、砂質シルト	
		Ag2	砂礫、シルト質砂礫	
Ac3	シルト			
新第三紀	中新世	保田層群江月層	Ez	砂質泥岩、泥質砂岩

地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-11 地質縦断面図(中佐久間地区)

表 10.8.1-11 室内土質試験結果一覧（中佐久間地区）

孔番	No.10 (No.1)			No.11 (No.2)		
試料番号	1-1D	1-2D	1-3D	2-1D	2-2D	2-3D
試験深度 (GL-m)	13.50m~14.40m	15.00m~15.85m	19.20m~20.00m	4.00m~4.80m	11.00m~11.80m	17.00m~17.80m
地層名	Ac1	Ac1	Ac2	Ac1	Ac2	Ac3
圧縮指数 Cc	0.31	0.36	0.55	0.29	0.33	0.13
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	310	274	420	368	144	519
初期間隙比 e0	1.041	0.987	1.203	0.956	1.089	0.438
含水比 w0 (%)	39.5	37.0	45.4	100.4	95.5	95.7
湿潤密度 ρt (g/cm ³)	1.798	1.82	1.754	1.722	1.756	2.115
OCR	1.52	1.27	1.70	5.65	1.31	1.86

(f) 二部地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10. 8. 1-12、図 10. 8. 1-13 及び表 10. 8. 1-12 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 12 は標高 17m 付近、No. 13 は標高 11m 付近と一年を通じて安定しています。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。礫層のマトリックスに粘性土が多いため、透水性は中位～低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 10～20m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、1. 38～5. 53 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

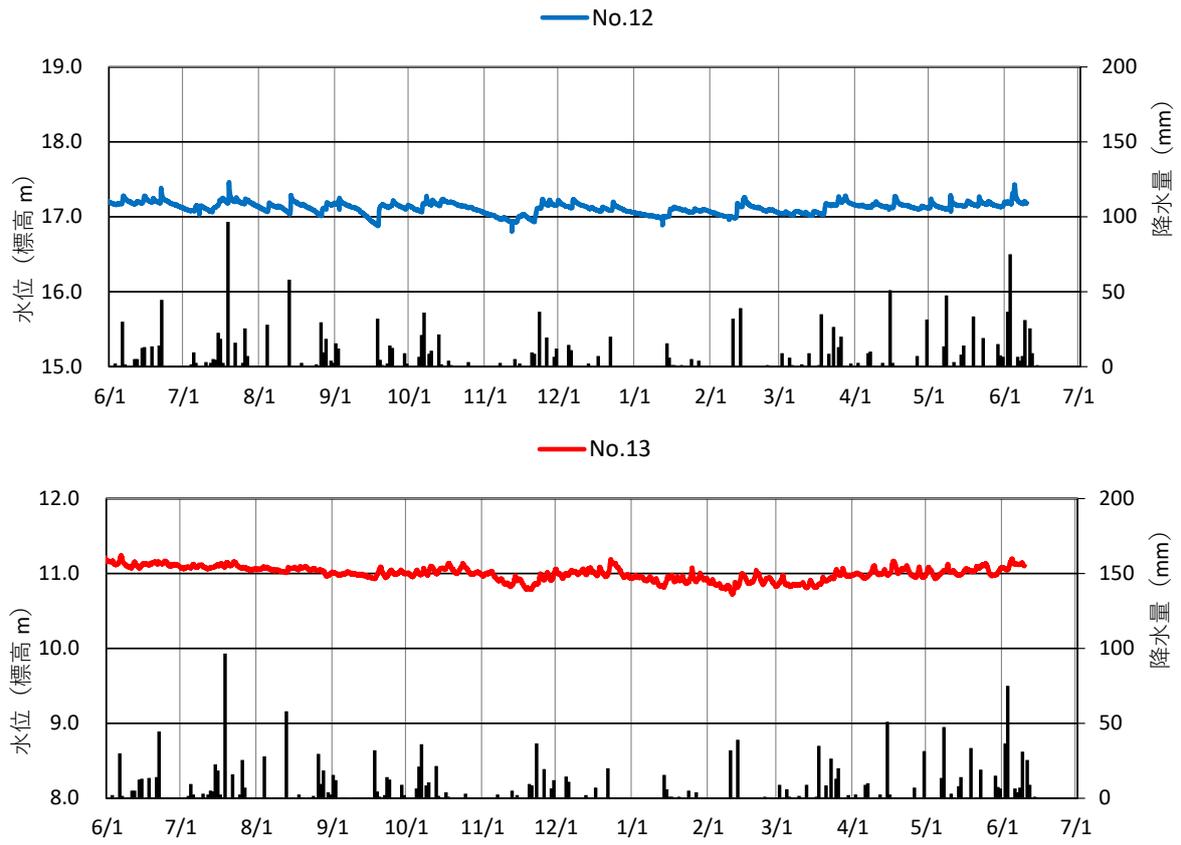
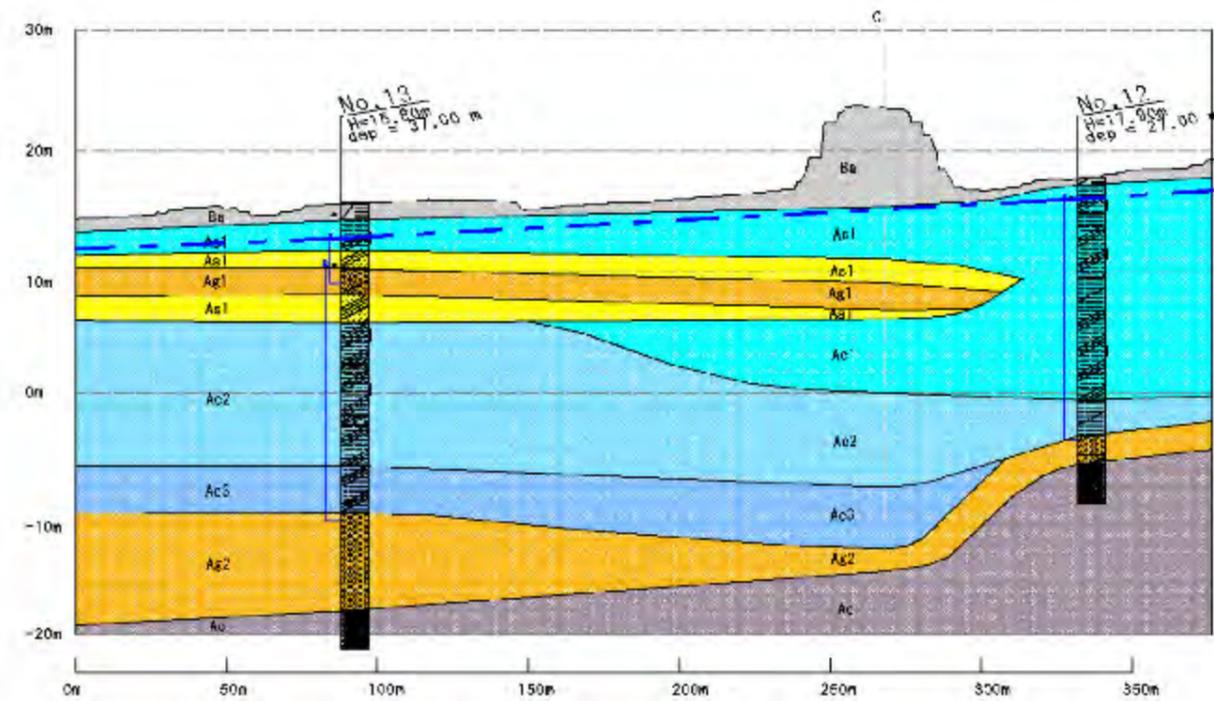


図 10.8.1-12 地下水位の推移 (二部地区)



想定地質断面図 (H=1/2,000、V=1/500)



断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
		Ac1	シルト、砂質シルト
	段丘堆積物	As1	シルト混じり砂
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫
		Ac2	シルト、砂質シルト
		Ac3	シルト、砂質シルト
新第三紀	保田層群青木山層	Ag2	砂礫、シルト質砂礫
		Ao	砂質泥岩、泥質砂岩

地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-13 地質縦断面図(二部地区)

表 10.8.1-12 室内土質試験結果一覽 (二部地区)

孔番	No.12 (No.3)			No.13 (No.4)		
試料番号	3-SR-1	3-SR-2	3-SR-3	4-SR-1	4-SR-2	4-SR-3
試験深度 (GL-m)	2.00m~2.80m	6.00m~6.80m	14.00m~14.80m	2.50m~3.40m	10.50m~11.45m	15.00m~15.95m
地層名	Ac1	Ac1	Ac1	Ac1	Ac2	Ac2
圧縮指数 Cc	0.316	0.483	0.405	0.359	0.266	0.292
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	139.6	108.4	166.9	174.2	357.8	313.1
初期間隙比 e0	0.947	1.418	1.162	1.112	0.828	0.881
含水比 w0 (%)	34.7	53.6	44.0	42.4	31.4	33.0
湿潤密度 ρt (g/cm ³)	1.841	1.679	1.753	1.76	1.886	1.886
OCR	5.53	1.71	1.38	3.35	2.60	1.78

(g) 竹内地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10. 8. 1-14、図 10. 8. 1-15 及び表 10. 8. 1-13 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 14 は標高 17m 付近で安定しています。No. 15 は標高 12m 付近にあるものの、降水があると 0.5m 程度の水位上昇がみられます。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かって流動していることが想定されます。礫層のマトリックスに粘性土が多いため、透水性は中位～低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 5～10m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、1.37～7.76 であり、過圧密な状態にあることを示しています。

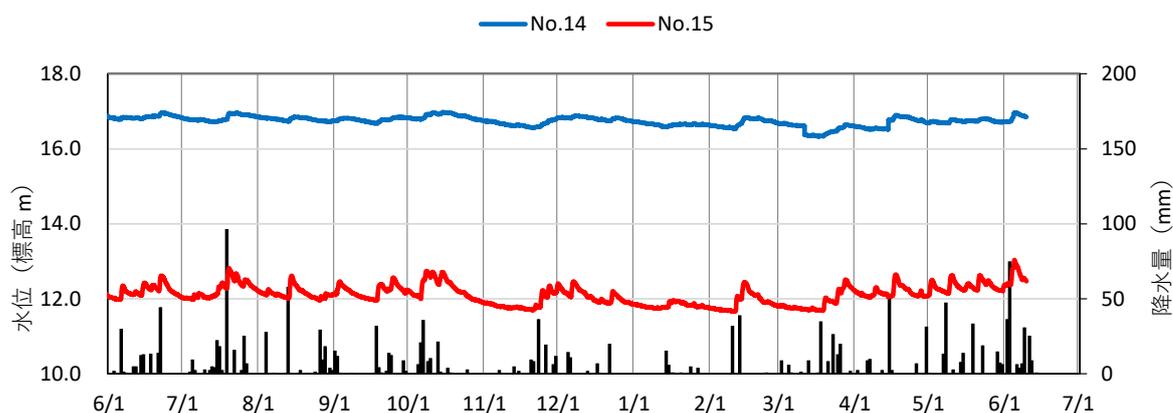
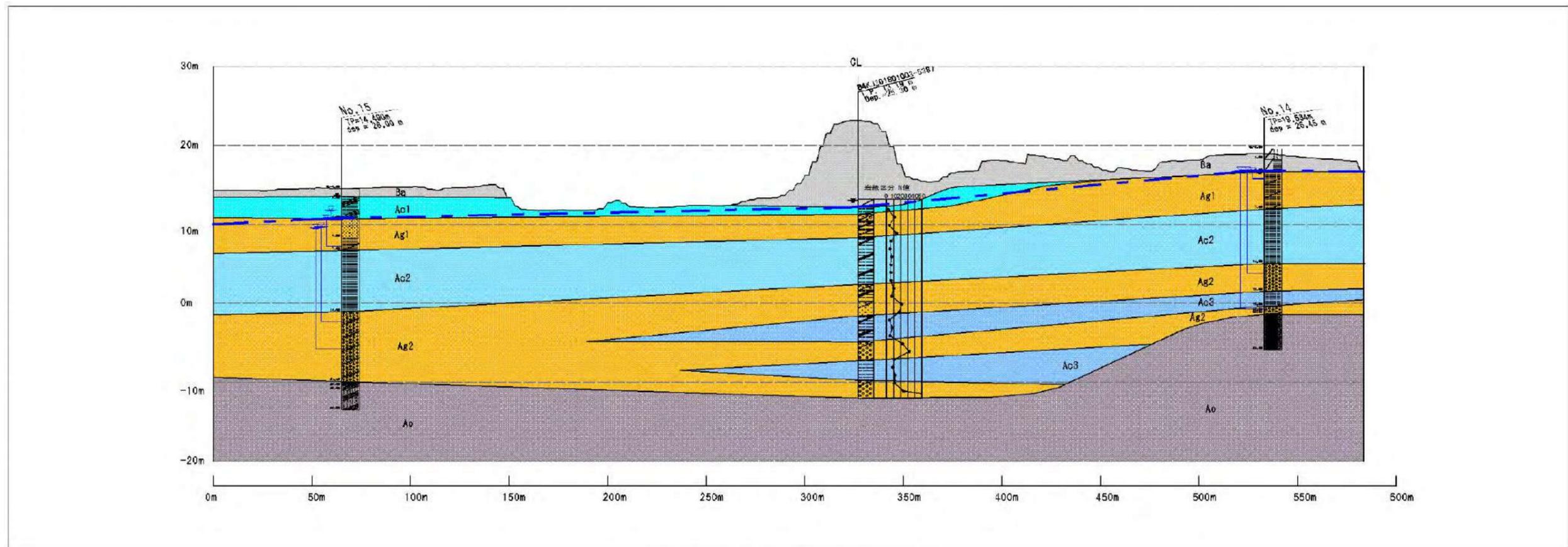


図 10. 8. 1-14 地下水位の推移 (竹内地区)



想定地質断面図 (H=1/2,000、V=1/500)



断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫
		Ac1	シルト、砂質シルト
	段丘堆積物	As1	シルト混じり砂
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫
		Ac2	シルト、砂質シルト
		Ac3	シルト、砂質シルト
新第三紀	保田層群青山山層	Ag2	砂礫、シルト質砂礫
		Ao	砂質泥岩、泥質砂岩

地下水位（現場透水試験による平衡水位）

図 10.8.1-15 地質縦断面図(竹内地区)

表 10.8.1-13 室内土質試験結果一覧（竹内地区）

孔番	No.14 (No.5)			No.15 (No.6)	
試料番号	5T-1	5T-2	5D	6T-1	6T-2
試験深度 (GL-m)	5.00m~5.80m	10.80m~11.60m	18.50m~19.30m	2.00m~2.80m	11.40m~12.20m
地層名	As	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2
圧縮指数 Cc	0.254	0.355	0.352	0.588	0.611
圧密降伏応力 pc (kN/m ²)	557.7	238.7	378.3	113.1	183.6
初期間隙比 e ₀	0.883	1.065	0.921	1.659	1.441
含水比 w ₀ (%)	33.61	40.4	34.73	63.29	54.27
湿潤密度 ρ _t (g/cm ³)	1.85	1.779	1.85	1.597	1.668
OCR	7.76	2.05	2.10	2.84	1.37

(h) 深名地区

帯水層の地質・水理の状況は、ボーリング調査を主体とした現地調査により把握しました。

軟弱地盤の状況はボーリング調査および室内土質試験で把握しました。軟弱地盤は、国土交通省「宅地防災マニュアル」では判定の目安として有機質土・高有機質土(腐植土)・ N 値 3 以下の粘性土・ N 値 5 以下の砂質土としています。調査結果を図 10.8.1-16～図 10.8.1-17 及び表 10.8.1-14 に示します。

ア. 地下水の状況

地下水位は、No. 16 は標高 20m 付近、No. 17 は標高 17.5m 付近で、降雨に伴い 0.5m 程度の水位変動が認められます。No. 18 は、標高 16m 付近で安定していますが、2023 年 1 月以降の降水が少ない期間では標高 13.3m 付近まで水位が低下しています。No. 19 は、1 年を通じて標高 8m 付近で安定しています。

イ. 帯水層の地質・水理状況

当地区では、盛土の下に沖積層が堆積し、その下位に基盤岩が分布します。

沖積層中の地下水は、砂層または礫層を帯水層として全体に飽和した状態で海に向かい南西方向に流動していることが想定されます。砂層または礫層のマトリックスに粘性土が多いため、透水性は中位～低いと想定されます。

ウ. 軟弱地盤層の状況

当地区では、粘性土層 (Ac) の層厚は 10～15m です。

有効土被り圧に対する圧密降伏応力の比である過圧密比 (OCR) は、1.46～3.25 であり、過圧密な状態にあることを示します。

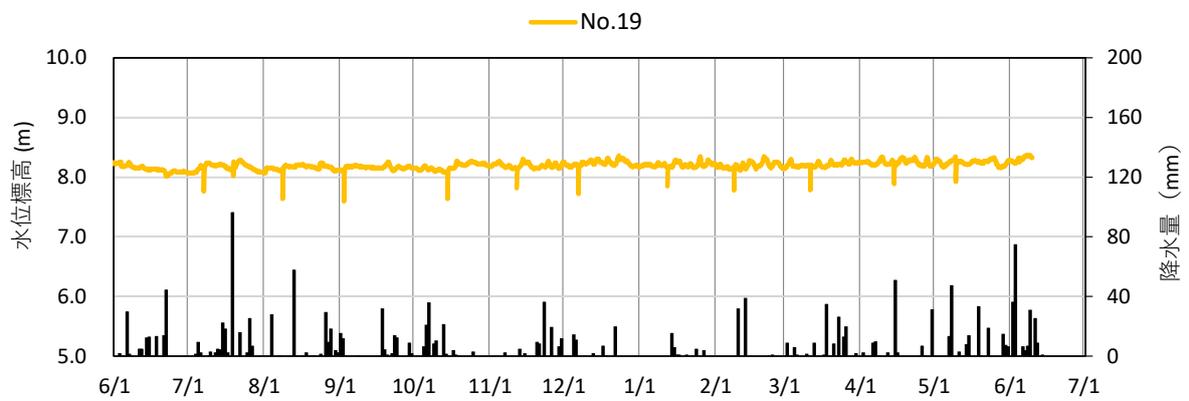
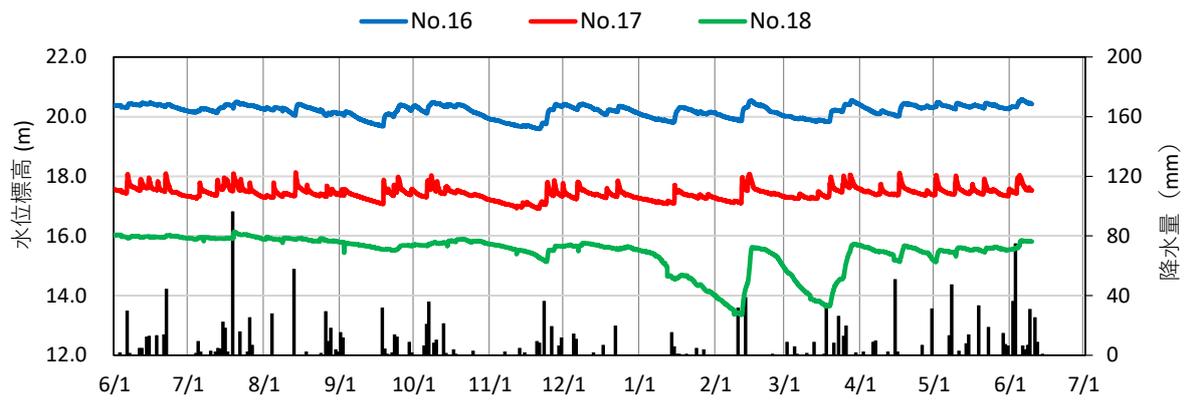
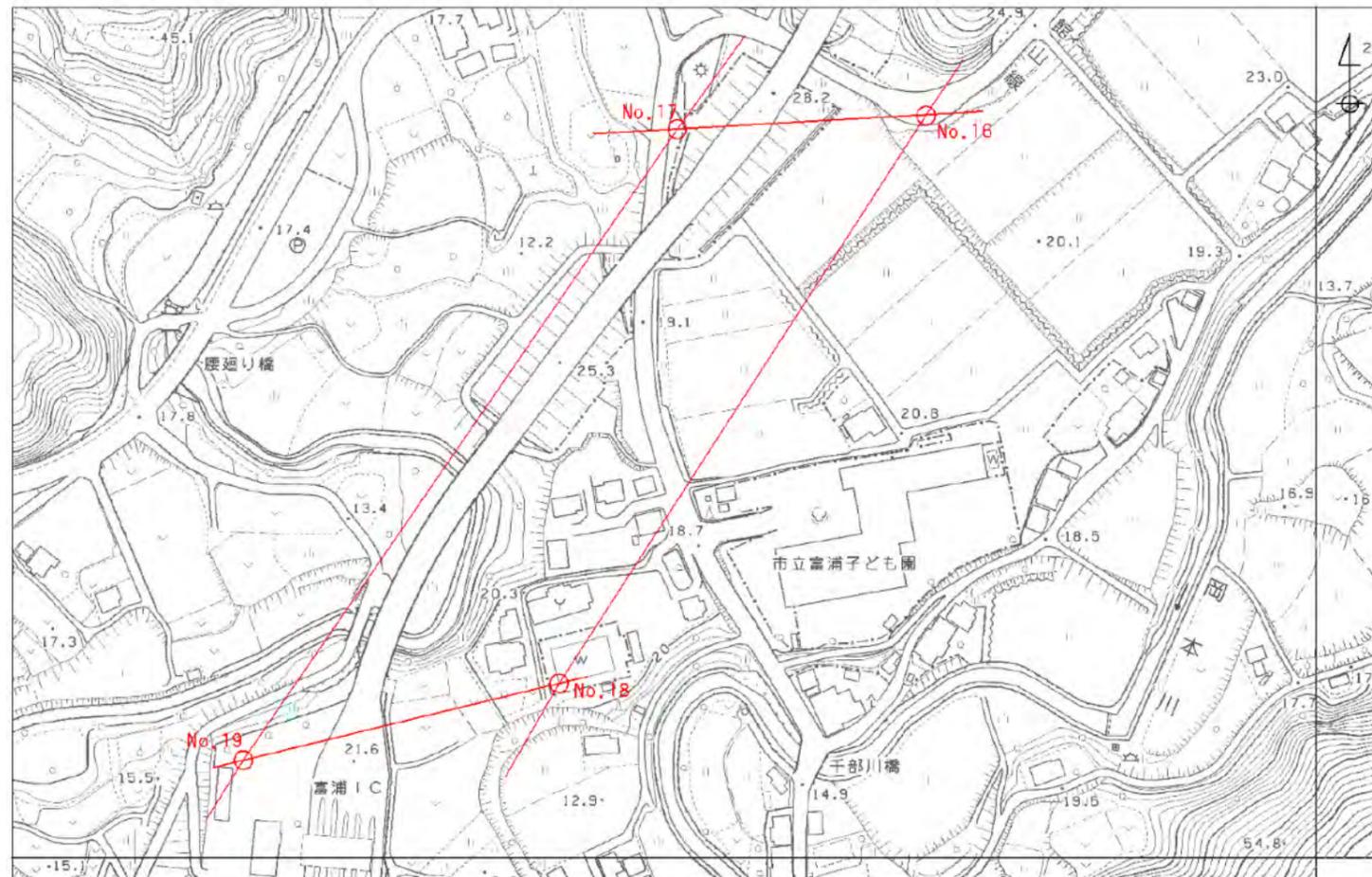
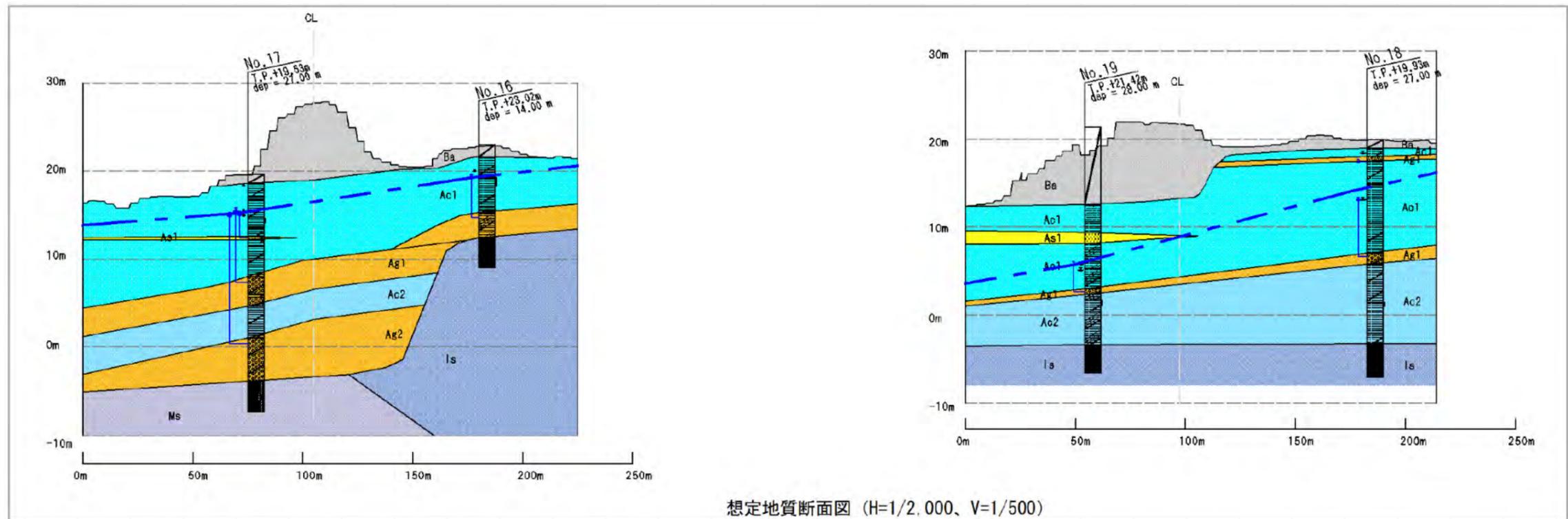


図 10.8.1-16 地下水位の推移（深名地区）

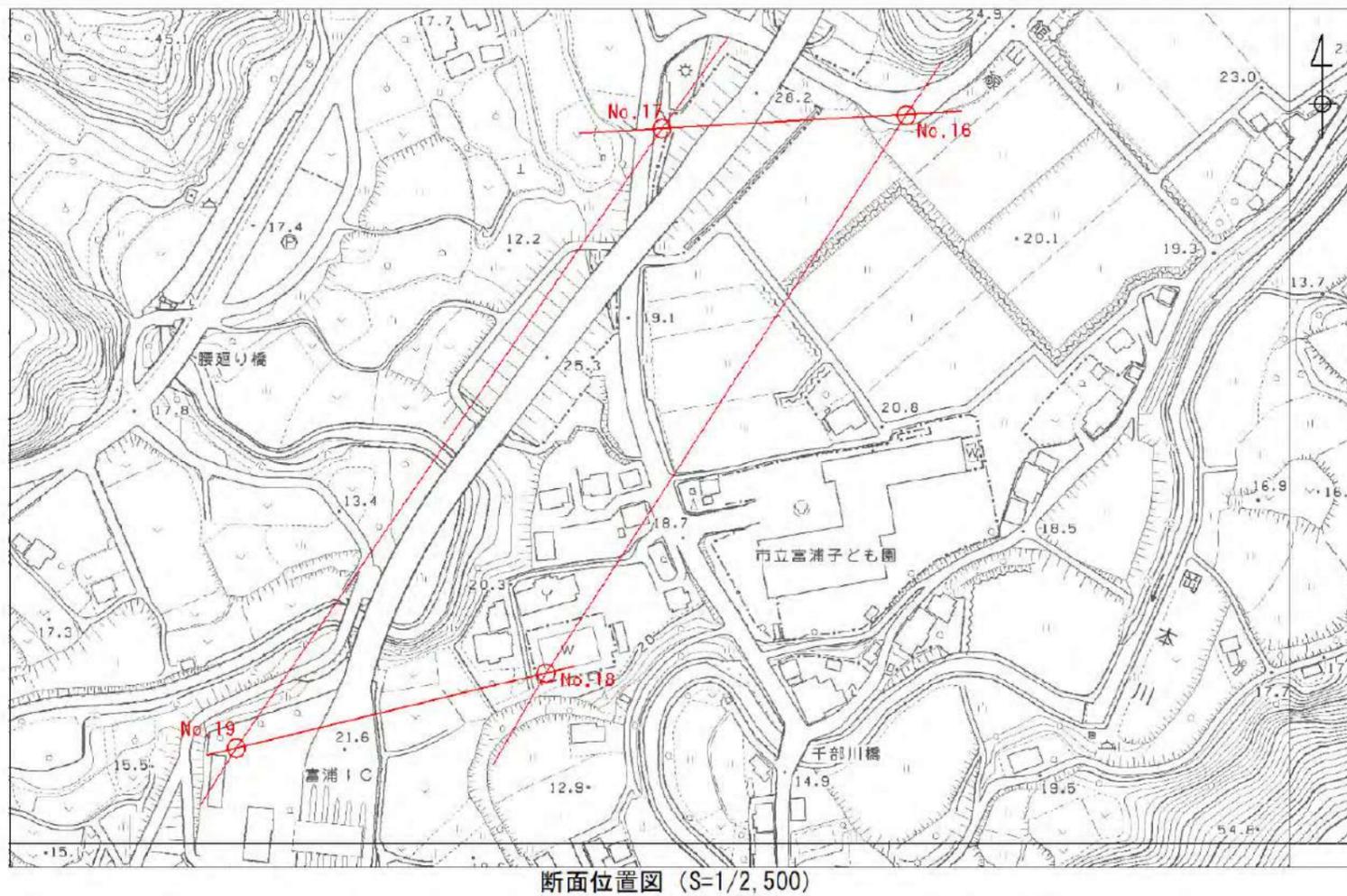
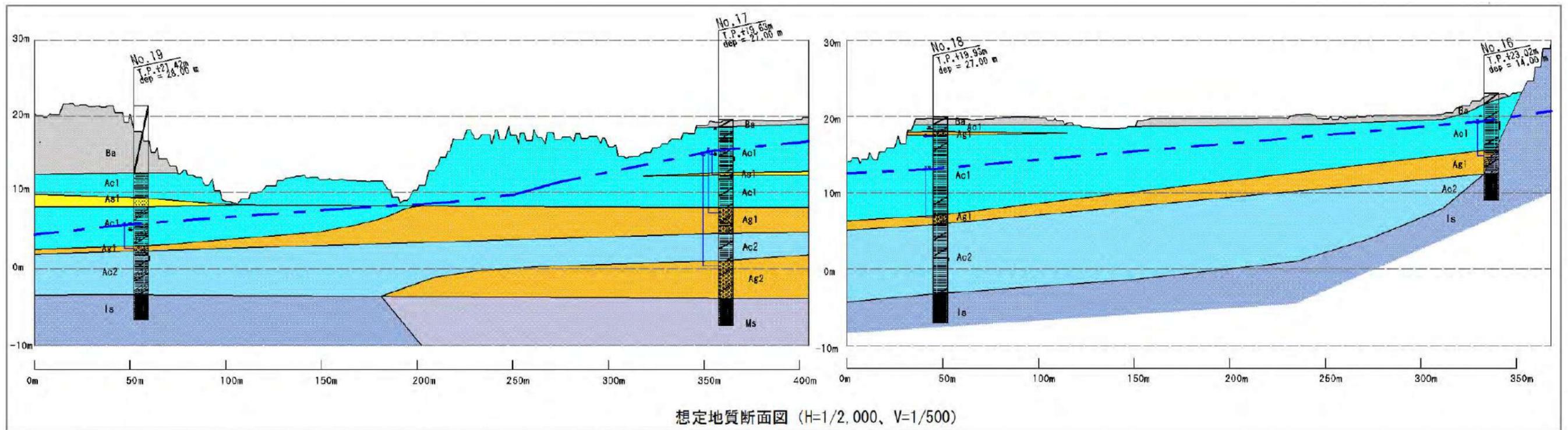


断面位置図 (S=1/2,500)

地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相	
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫	
		段丘堆積物	Ao1	シルト、砂質シルト
		As1	シルト混じり砂	
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫	
		Ac2	シルト、砂質シルト	
新第三紀	中新世	三浦層群石笠層	Is	泥岩
古第三紀	地質世・更新世	保田層群堆積層	Ms	泥岩
地下水位 (現場透水試験による平衡水位)				

図 10.8.1-17(1) 地質縦断面図(深名地区 1/2)



地質層序表

地質時代	地層名	記号	層相	
第四紀	盛土・人工地盤	Ba	シルト混じり礫	
		Ac1	シルト、砂質シルト	
	段丘堆積物	As1	シルト混じり砂	
		Ag1	砂礫、シルト質砂礫	
		Ac2	シルト、砂質シルト	
		Ag2	砂礫、シルト質砂礫	
新第三紀	中新世	三浦層群石室層	Is	泥岩
古第三紀	新第三紀	俣田層群埴間層	Ms	泥岩

地下水位 (現場透水試験による平衡水位)

図 10.8.1-17(2) 地質縦断面図(深名地区 2/2)

表 10.8.1-14 室内土質試験結果一覧（深名地区）

孔番	No.16	No.17	No.18	No.19
試料番号	16-T-1	17-T-1	18-D-1	19-D-1
試験深度 (GL-m)	3.70m~4.75m	5.00m~5.50m	18.50m~18.90m	19.70m~20.35m
地層名	Ac1	Ac1	Ac2	Ac2
圧縮指数 Cc	0.405	0.488	0.588	0.508
圧密降伏応力 p_c (kN/m ²)	215.5	199.6	435.4	421.3
初期間隙比 e_0	1.432	1.583	1.466	1.588
含水比 w_0 (%)	51.7	54.5	50.2	56.4
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.657	1.604	1.624	1.613
OCR	3.25	2.71	2.49	1.46

2) 予測の結果

(1) 予測の手法

道路（橋脚）の存在により生じる地下水位の変動を予測し、その結果を踏まえて地盤の沈下量を予測しました。予測は、地下水位変動量を数値シミュレーションにより実施し、沈下量は理論モデルによる計算で行いました。

a) 数値シミュレーションによる地下水位変動量の計算

ア. 計算手法の概要

図 10.8.1-18 に示す手順に従って、平面二次元浸透流解析と呼ばれる数値シミュレーションを用います。

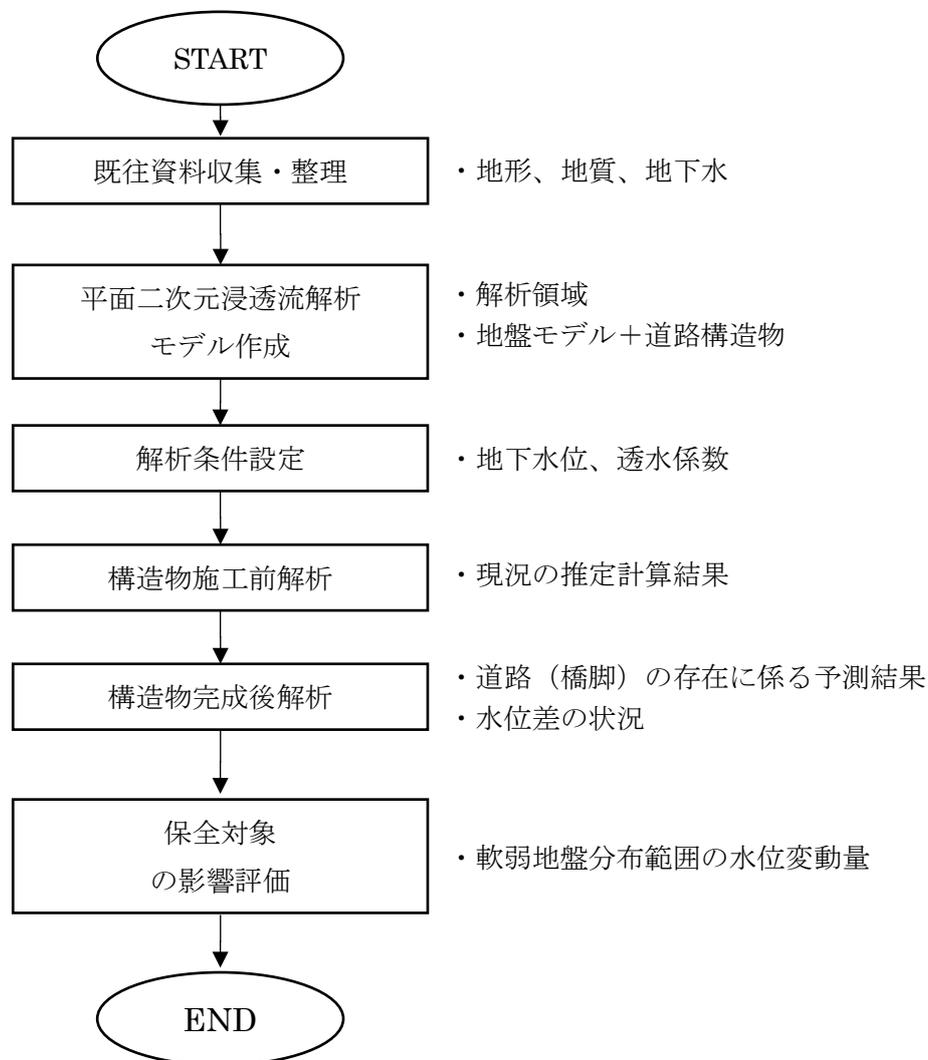


図 10.8.1-18 数値シミュレーションによる予測手順

平面二次元浸透流解析には、岡山大学西垣誠教授が開発した準三次元浸透解析コード AC-GWAP (2005 年版) を用います。本コードは、定常・非定常の広域地下水挙動の解析が可能な、有限要素法に基づく解析コードであり、無償で公開されています。

本コードの支配方程式は、運動方程式および連続の式から導かれ、次の式で表されます。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} + T_{xy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_{yx} \frac{\partial h}{\partial x} + T_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) - Q = S \frac{\partial h}{\partial t} \quad \dots (1) \text{ 式}$$

ここで、 T_{xx} : X 方向の透水量係数, T_{yy} : Y 方向の透水量係数,

h : 地下水位 (水頭),

S : 貯留係数

平面二次元浸透流解析モデルの概念図を図 10.8.1-19 に示します。

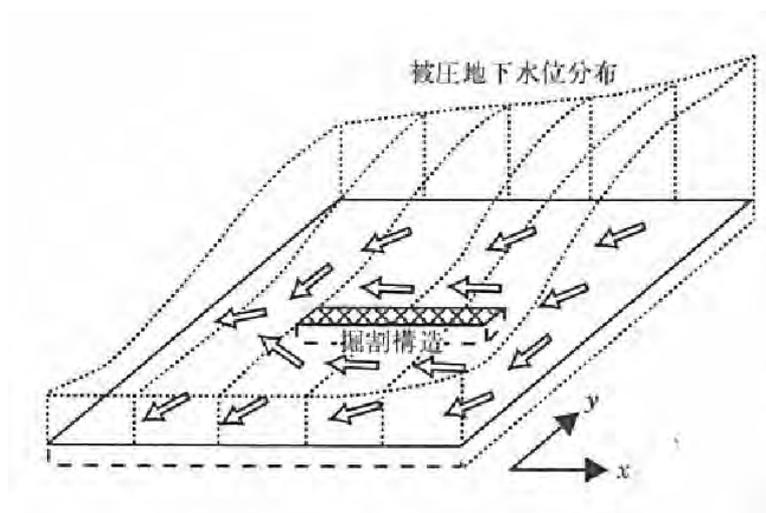


図 10.8.1-19 平面二次元浸透流解析モデルの概念図

(地盤工学会、地下水流動保全のための環境影響評価と対策)

イ. 解析ケース

予測地域 (後述) 毎に、事業の実施 (橋脚の存在) による地下水流動阻害の計算を行いました。

ウ. 解析領域、境界条件の設定

解析領域は、境界条件が解析結果に影響を及ぼさない広い範囲を設定しました。境界条件は、現地調査結果を基に、解析境界上の地下水位を固定条件として与えました。

エ. 地層のモデル化

現地調査の結果から地質断面図を作成し、これをもとに解析範囲内を三次元の地層としてモデル化しました。また、各地層の透水係数は、現地調査の結果を基に設定しました。

オ. 地下水のモデル化

解析モデルに用いた地下水は、沖積層の礫質土 (Ag1、Ag2) に存在するとしました。また、地下水位については調査結果に基づき適切に設定しました。

カ. 構造物のモデル化

道路構造物は、道路（橋梁）の基礎を三次元モデルとして設定しました。この構造物は止水性が高いものとして設定しました。

b) 理論モデルによる沈下量の計算

ア. 計算手法の概要

地下水位の低下によって生じる、粘性土の一次圧密沈下量 S_c は (2) 式により算定します。

$$S_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_0 - e}{1 + e_0} H_i \quad \dots (2) \text{ 式}$$

ここに、

e_0 : 軟弱地盤層の初期間隙比

e : 軟弱地盤層の圧密後の間隙比で、中央深度の $p_0 + \Delta p$ に対して設計 $e \sim \log p$ 曲線から求めます。

p_0 : 初期応力 (有効土被り圧) (kN/m²)

Δp : 地下水位の低下による地中応力の増分 (kN/m²)

H_i : 軟弱地盤層各層の層厚 (m)

なお、一次圧密沈下の圧密時間 t は次式により算定します。

$$t = (h^2 / c_v) \times T_v$$

ここに、

t : 圧密時間 (day)

h : 最大排水距離 両面排水の場合 $h = H/2$

c_v : 圧密係数で、平均圧密圧力に対して、設計 $\log c_v \sim \log \bar{p}$ 曲線より求めます。

T_v : 時間係数で各圧密層の平均圧密度 (U) に応じて図 10.8.1-20 の値を用います。

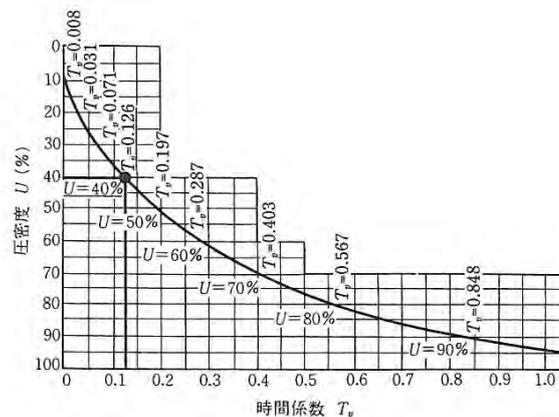


図 10.8.1-20 U と T_v の関係

出典：「道路土工 軟弱地盤対策工指針 (平成 24 年度版)」(平成 24 年 8 月 128 頁 公益社団法人 日本道路協会)

また、圧密特性の異なる複数の圧密層が連続して堆積している場合の圧密時間については、図 10.8.1-21 に示したモデルの条件で、以下に示す層厚換算法により、連続した複数の地層を任意の c_v を持つ単一層に換算したうえで検討を行います。

$$H_0 = H_1 \cdot \sqrt{\frac{C_{v3}}{C_{v1}}} + H_2 \cdot \sqrt{\frac{C_{v3}}{C_{v2}}} + H_3, \quad C_{v0} = C_{v3}$$

ここに、

H_0, C_{v0} : 複数の圧密層を単一層とした場合の換算層厚および圧密係数

H_i, C_{vi} : 各圧密層の層厚および圧密係数（上記式では $i=1\sim 3$ ）

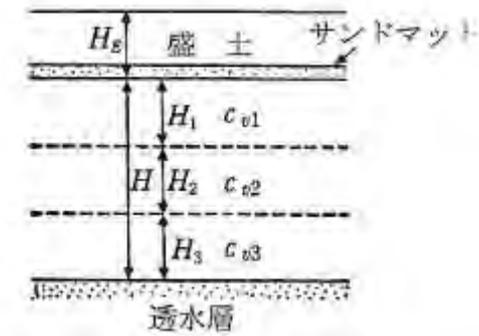


図 10.8.1-21 圧密層と排水区分

出典：「道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成 24 年度版）」（平成 24 年 8 月 127 頁 公益社団法人 日本道路協会）

イ. 解析ケース

予測地域（後述）毎に、事業の実施（橋脚の存在）による地下水流動阻害に伴う水位低下による圧密沈下量の計算を行いました。

ウ. 解析モデル

予測地域（後述）毎に、地下水位より下位の地層において沖積粘性土（Ac）の層厚が最も大きい場所を解析対象としてモデル化しました。

エ. 圧密特性

現地調査の結果をもとに設定しました。

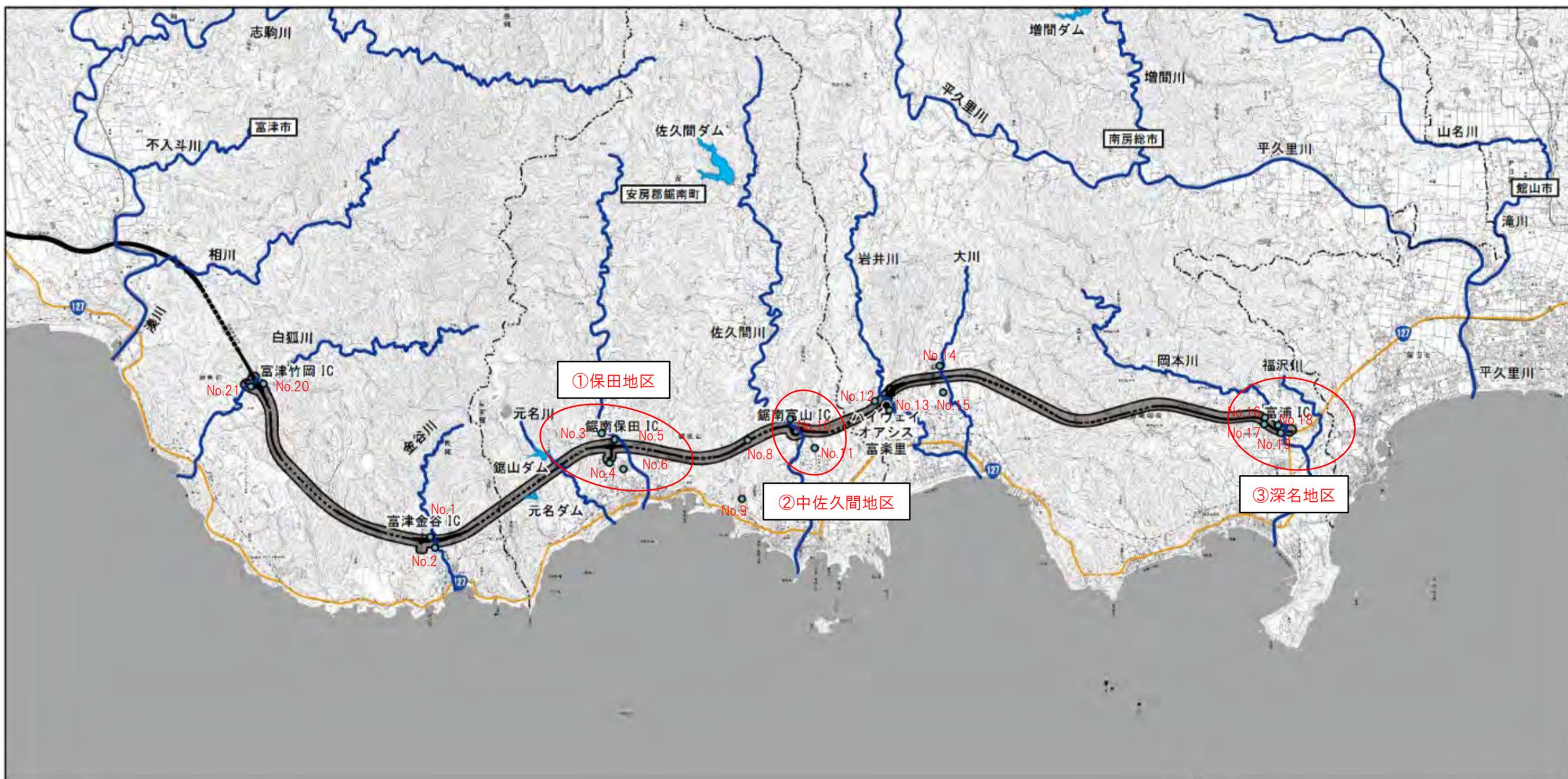
(2) 予測地域及び予測地点

予測地域は、調査地域のうち、地盤沈下に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域として、粘性土層が厚く分布し、地下水の流動を阻害し得る橋梁が計画されている「保田地区」、「中佐久間地区」、「深名地区」の3地区を対象としました。

予測地点は、予測地域のうち、地下水域の分布状況を考慮し、道路（橋梁）の存在に係る地下水水位の変動を的確に把握できる地点とし、予測地域において環境影響が最も大きくなる地点としました。予測地域及び予測地点を表 10.8.1-15 及び図 10.8.1-22 に示します。

表 10.8.1-15 地盤沈下の予測地域及び予測地点

番号	予測地域	予測地点	道路構造
①	保田地区	千葉県安房郡鋸南町保田	橋梁
②	中佐久間地区	千葉県安房郡鋸南町中佐久間～下佐久間	橋梁・盛土
③	深名地区	千葉県南房総市富浦町深名	橋梁



凡例

- 対象事業実施区域
- 既存自動車専用道路
- 既存自動車専用道路（トンネル部）
- 市町界
- 二級河川
- 地盤沈下の調査地点

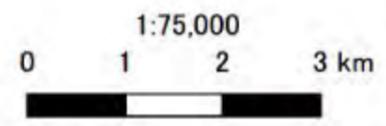


図 10.8.1-22 予測地点位置図

(3) 予測対象時期

予測対象時期は、地下水の変動への環境影響が最大となる時期とし、道路（橋脚）の設置が完了後の地下水位が安定する時期としました。

(4) 予測結果

a) 保田地区

ア. 地下水の変動予測

解析モデルを図 10.8.1-23 に示します。解析モデルに用いた地下水は、沖積層の礫質土（Ag1、Ag2）に存在するとしました。また、地下水位については調査結果に基づき適切に設定しました。

各地層の透水係数を表 10.8.1-16 に示します。

道路構造物は、道路（橋梁）の基礎を三次元モデルとして設定しました。この構造物は止水性が高いものとして設定しました。

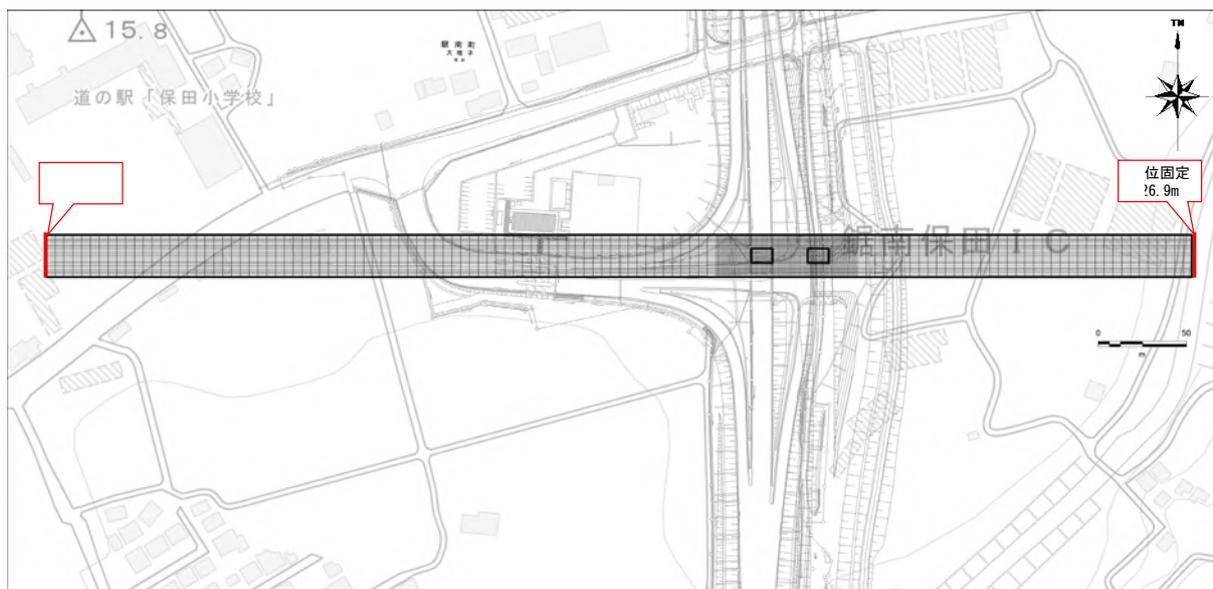


図 10.8.1-23 解析モデル（保田地区）

表 10.8.1-16 各地層の透水係数（保田地区）

時代	地層	記号	層相	透水係数 (m/s)	備考
完新統	沖積層	Ac1	粘性土	1.00×10^{-9}	圧密試験結果に基づき設定
		Ag1 上位	礫質土	3.10×10^{-4}	現場透水試験結果に基づき設定
		Ag1 下位	礫質土	4.84×10^{-5}	現場透水試験結果に基づき設定
		Ac2 上位	粘性土	1.00×10^{-9}	圧密試験結果に基づき設定
		Ac2 下位	粘性土	1.00×10^{-9}	圧密試験結果に基づき設定
		Ag2	礫質土	1.04×10^{-5}	現場透水試験結果に基づき設定

地下水の変動量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-17 及び図 10.8.1-24 に示します。

表 10.8.1-17 地下水の変動量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大水位低下量
①	保田地区	千葉県安房郡鋸南町保田	1cm 未満

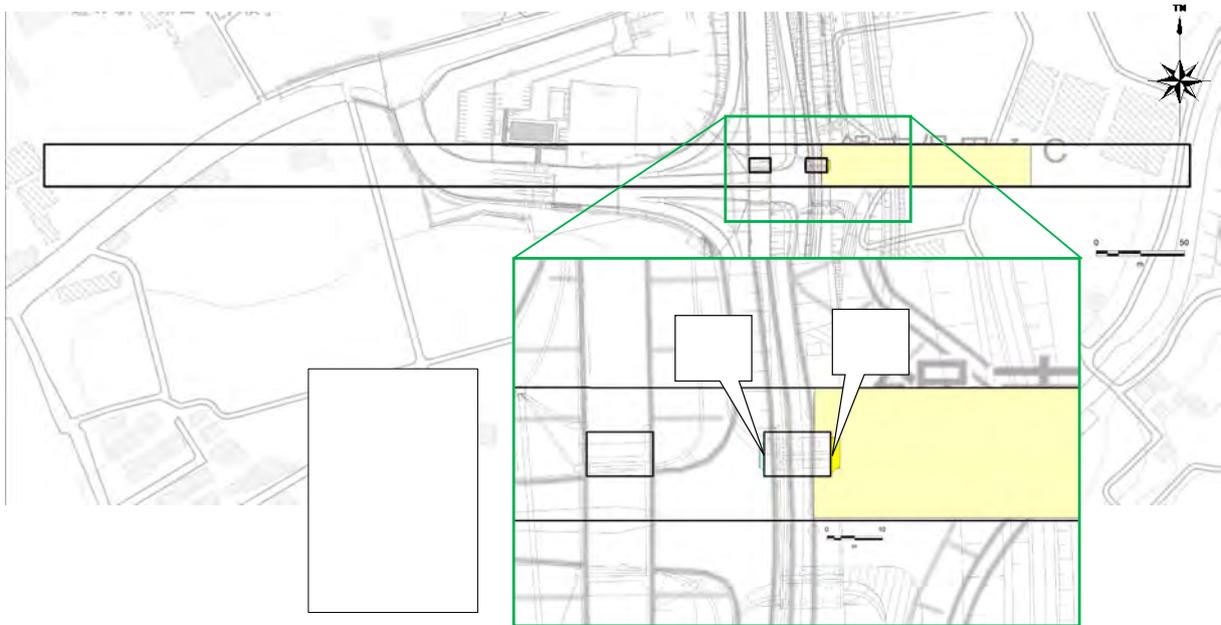


図 10.8.1-24 地下水の変動量の予測結果（保田地区）

イ. 地盤沈下の予測

地下水位より下位の地層において沖積粘性土 (Ac) の層厚が最も大きい場所を解析対象としました。

設定した圧密特性を表 10.8.1-18 に示します。

表 10.8.1-18 圧密特性 (保田地区)

地点名	保田		
地質区分	Ac	Acg	
湿潤密度 $\rho_t(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.766	1.755	
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.635	2.646	
単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN}/\text{m}^3)$	17.33	17.22	
初期間隙比 e_0	1.368	-	
圧縮指数 C_c	0.431	-	
膨潤指数 C_s	0.047	-	
圧密降伏応力 $p_c(\text{kN}/\text{m}^2)$	223.2	-	
過圧密比 OCR	2.28	-	
圧密係数 (m^2/day)	C_{vs}	0.209	-
	C_{vc}	0.026	-

地下水の変動量から計算される地盤沈下量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-19 及び図 10.8.1-25 に示します。

表 10.8.1-19 地盤沈下量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大沈下量
①	保田地区	千葉県安房郡鋸南町保田	0.1 mm未満

計画路線周辺の軟弱地盤上に存在し、圧密沈下による変状等が発生する可能性がある対象は、家屋や田圃等です。環境省では「年間 2cm 以上の沈下が生じている地域」を「注意を要する地域」としていることから、沈下量 20mm と比較して、予測結果は小さい値です。

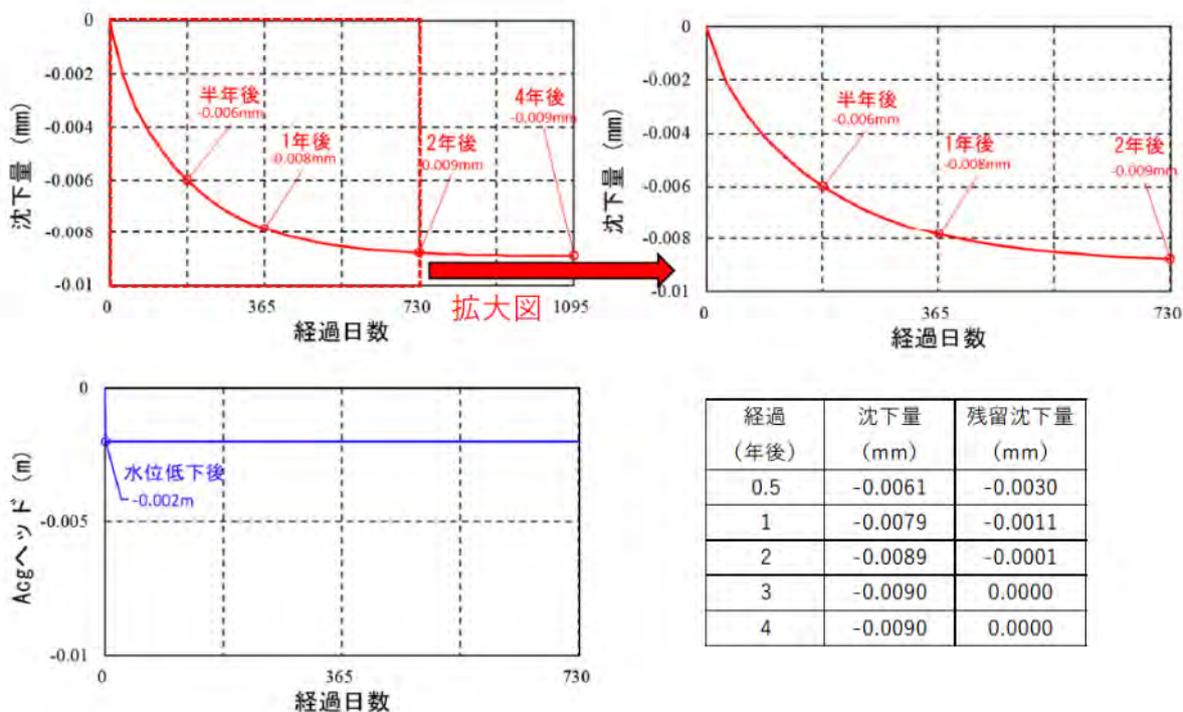


図 10.8.1-25 地盤沈下量の予測結果 (保田地区)

b) 中佐久間地区

ア. 水位変動の予測

解析モデルを図 10.8.1-26 に示します。解析モデルに用いた地下水は、沖積層の礫質土 (Ag1、Ag2) に存在するとしました。また、地下水位については調査結果に基づき適切に設定しました。

各地層の透水係数を表 10.8.1-20 に示します。

道路構造物は、道路（橋梁）の基礎を三次元モデルとして設定しました。この構造物は止水性が高いものとして設定しました。



図 10.8.1-26 解析モデル（中佐久間地区）

表 10.8.1-20 各地層の透水係数（中佐久間地区）

時代	地層	記号	層相	透水係数 (m/s)	備考
完新統	沖積層	Ag1	礫質土	2.07×10^{-6}	現場透水試験結果に基づき設定

地下水の変動量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-21 及び図 10.8.1-27 に示します。

表 10.8.1-21 地下水の変動量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大水位低下量
②	中佐久間地区	千葉県安房郡鋸南町中佐久間～下佐久間	約 1.4cm



図 10.8.1-27 地下水の変動量の予測結果（中佐久間地区）

イ. 地盤沈下の予測

地下水位より下位の地層において沖積粘性土 (Ac) の層厚が最も大きい場所を解析対象としました。

設定した圧密特性を表 10.8.1-22 に示します。

表 10.8.1-22 圧密特性 (中佐久間地区)

地点名	中佐久間		
	Ac	Acg ^{*1}	B ^{*2}
湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	1.784	1.755	-
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	1.531	2.646	-
単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	17.50	17.22	20.00
初期間隙比 e_0	1.055	-	-
圧縮指数 C_c	0.368	-	-
膨潤指数 C_s	0.062	-	-
圧密降伏応力 $p_c(\text{kN/m}^2)$	269.3	-	-
過圧密比 OCR	2.23	-	-
圧密係数 (m^2/day)	C_{vs}	0.390	-
	C_{vc}	0.109	-

地下水の変動量から計算される地盤沈下量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-23 及び図 10.8.1-28 に示します。

表 10.8.1-23 地盤沈下量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大沈下量
②	中佐久間地区	千葉県安房郡鋸南町中佐久間～下佐久間	約 0.14 mm

計画路線周辺の軟弱地盤上に存在し、圧密沈下による変状等が発生する可能性がある対象は、家屋や田圃等です。環境省では「年間 2cm 以上の沈下が生じている地域」を「注意を要する地域」としていることから、沈下量 20mm と比較して、予測結果は小さい値です。

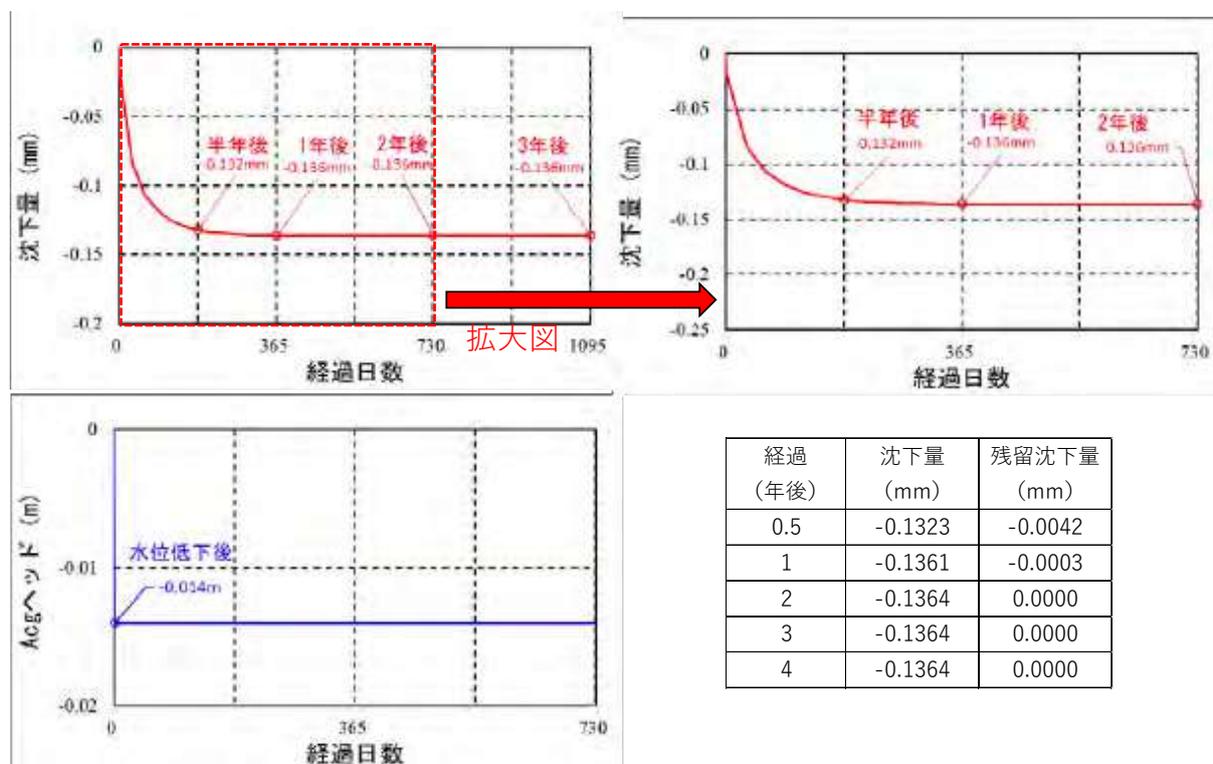


図 10.8.1-28 地盤沈下量の予測結果 (中佐久間地区)

c) 深名地区

ア. 水位変動の予測

解析モデルを図 10.8.1-29 に示します。解析モデルに用いた地下水は、沖積層の礫質土 (Ag1、Ag2) に存在するとしました。また、地下水位については調査結果に基づき適切に設定しました。

各地層の透水係数を表 10.8.1-24 に示します。

道路構造物は、道路（橋梁）の基礎を三次元モデルとして設定しました。この構造物は止水性が高いものとして設定しました。

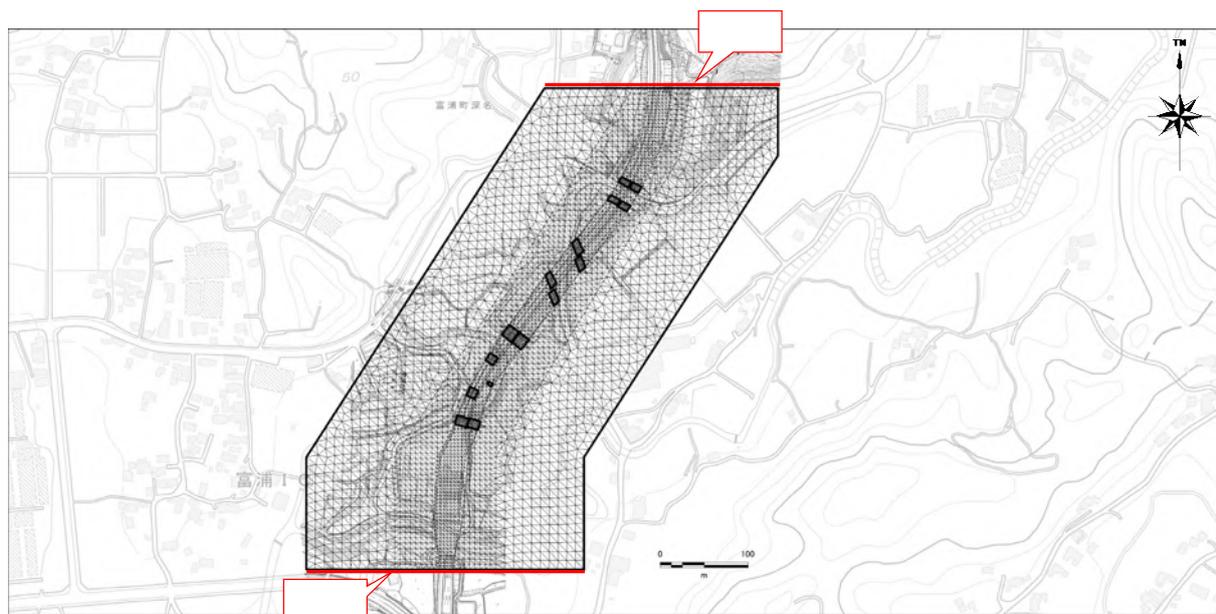


図 10.8.1-29 解析モデル（深名地区）

表 10.8.1-24 各地層の透水係数（深名地区）

時代	地層	記号	層相	透水係数 (m/s)	備考
完新統	沖積層	Ag1	礫質土	3.36×10^{-5}	現場透水試験結果に基づき設定
		Ac2 下位	粘性土	1.00×10^{-9}	圧密試験結果に基づき設定
		Ag2	礫質土	1.69×10^{-5}	現場透水試験結果に基づき設定

地下水の変動量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-25 及び図 10.8.1-30 に示します。

表 10.8.1-25 地下水の変動量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大水位低下量
③	深名地区	千葉県南房総市富浦町深名	約 40cm

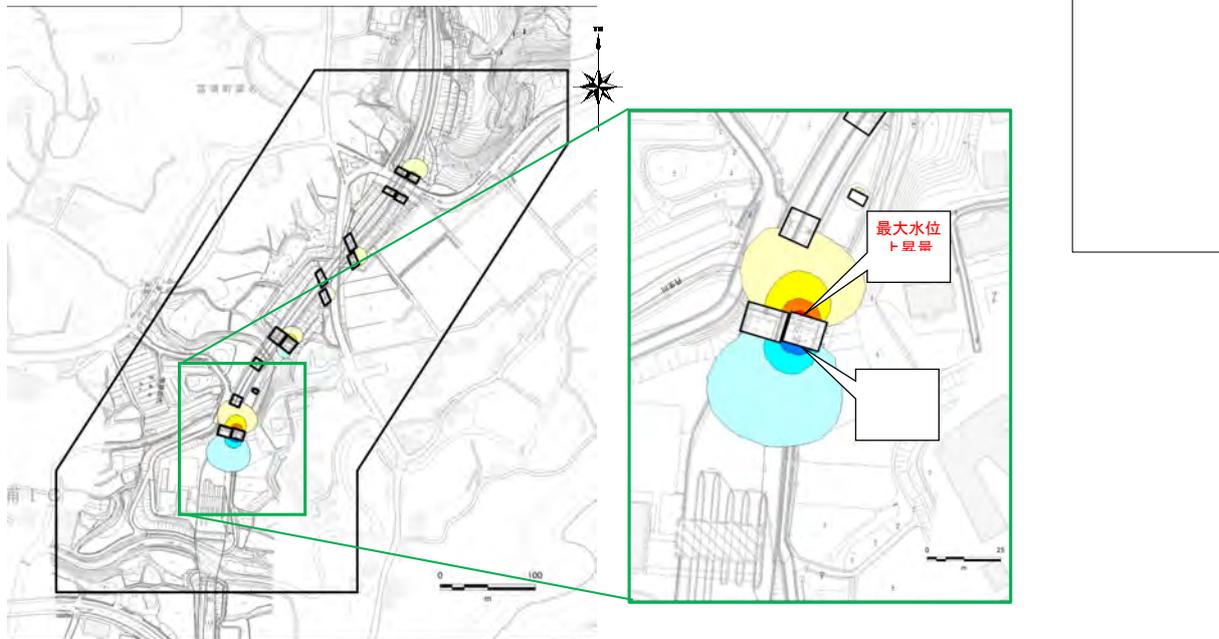


図 10.8.1-30 地下水の変動量の予測結果（深名地区）

イ. 地盤沈下の予測

地下水位より下位の地層において沖積粘性土 (Ac) の層厚が最も大きい場所を解析対象としました。

設定した圧密特性を表 10.8.1-26 に示します。

表 10.8.1-26 圧密特性 (深名地区)

地点名	深名	
地質区分	Ac	Acg ^{*1}
湿潤密度 $\rho_t(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.656	1.755
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.669	2.646
単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN}/\text{m}^3)$	16.25	17.22
初期間隙比 e_0	1.517	-
圧縮指数 C_c	0.448	-
膨潤指数 C_s	0.062	-
圧密降伏応力 $p_c(\text{kN}/\text{m}^2)$	246.8	-
過圧密比 OCR	1.77	-
圧密係数 (m^2/day)	C_{vs}	-
	C_{vc}	-

地下水の変動量から計算される地盤沈下量は次のとおりです。予測結果を表 10.8.1-27 及び図 10.8.1-31 に示します。

表 10.8.1-27 地盤沈下量の予測結果

番号	予測地域	予測地点	最大沈下量
③	深名地区	千葉県南房総市富浦町深名	約 6.7 mm

計画路線周辺の軟弱地盤上に存在し、圧密沈下による変状等が発生する可能性がある対象は、家屋や田圃等です。環境省では「年間 2cm 以上の沈下が生じている地域」を「注意を要する地域」としていることから、沈下量 20mm と比較して、予測結果は小さい値です。

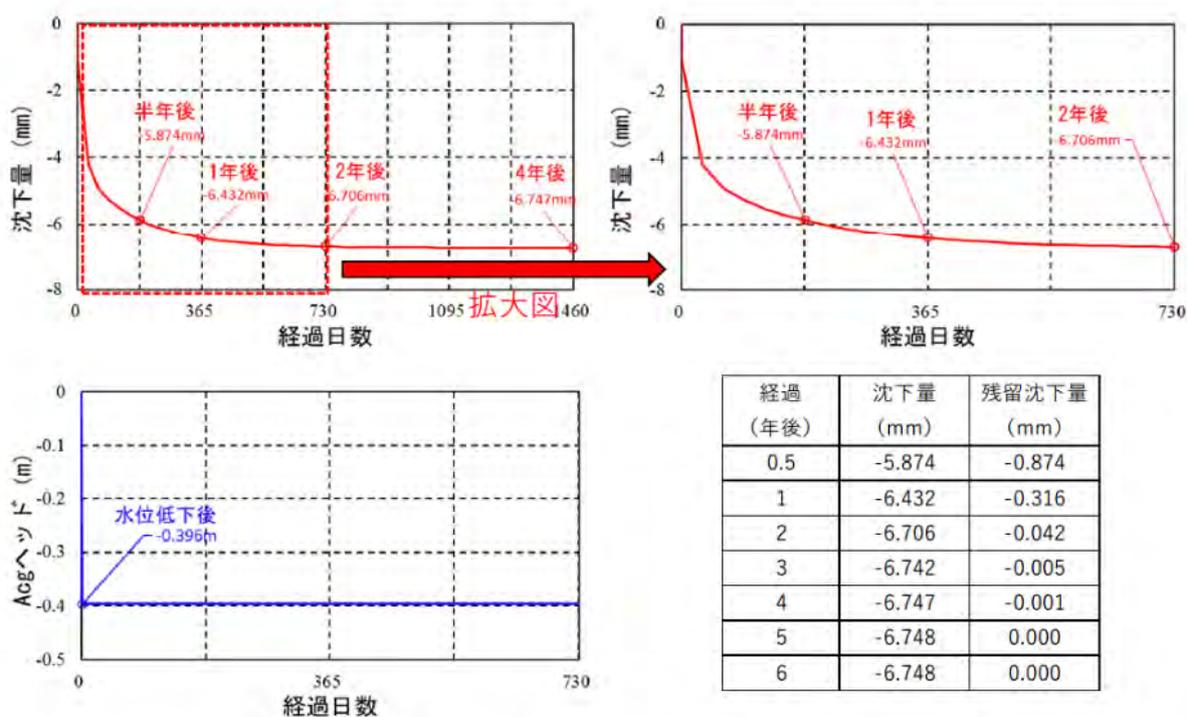


図 10.8.1-31 地盤沈下量の予測結果（深名地区）

3) 環境保全措置の検討

予測の結果、工事の実施（切土工事等）及び供用後の道路（地表式、地下式）の存在による地盤はほとんど変化しないと予測されました。

このことから、地盤は保全されると考えられるため、環境保全措置は行わないこととします。

4) 事後調査

採用した予測手法は、地下水位の変動量を既存資料調査及び現地調査の結果に基づいて作成したモデルにより、浸透流解析手法による数値シミュレーションを行った結果を用いて、圧密理論式により地盤への影響を予測していることから、予測の不確実性は小さいと考えられます。

このことから、事後調査は実施しないものとします。

5) 評価

(1) 回避又は低減に係る評価

計画路線は道路の計画段階において、改変量を極力抑えた計画としており、地盤への影響に配慮し、環境負荷の回避又は低減を図っています。

このことから、環境影響は事業者の実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減されているものと評価します。