

## 第 7 章 地 盤

7-1 工事中 .....	283
---------------	-----

## 第7章 地 盤

### 7-1 工事中

#### (1) 概 要

事業予定地及び事業予定地周辺の地盤の概況及び水面の埋立てに伴う周辺地盤への影響について検討を行った。

#### (2) 調 査

既存資料により、現況の把握を行った。

#### ア 既存資料による調査

##### (ア) 調査事項

事業予定地及び事業予定地周辺の地盤の現況

##### (イ) 調査方法

以下に示す既存資料及び既往調査の収集整理によった。

- ・「令和2年度 濃尾平野地域地盤沈下等量線図」(東海三県地盤沈下調査会, 令和3年)
- ・「濃尾平野の地盤沈下と地下水」(東海三県地盤沈下調査会, 昭和60年)
- ・「最新名古屋地盤図」(土質工学会中部支部, 昭和63年)
- ・「地質調査報告書 大江川の津波対策等に伴う地質調査業務委託」(名古屋市, 平成29年)
- ・「大江川の地震・津波対策の検討に伴う有識者懇談会運営及び汚染土壌対策検討業務委託報告書」(名古屋市, 平成31年)
- ・「大江川の地震・津波対策に伴う汚染土壌対策検討調査業務委託報告書」(名古屋市, 平成30年)

##### (ウ) 調査結果

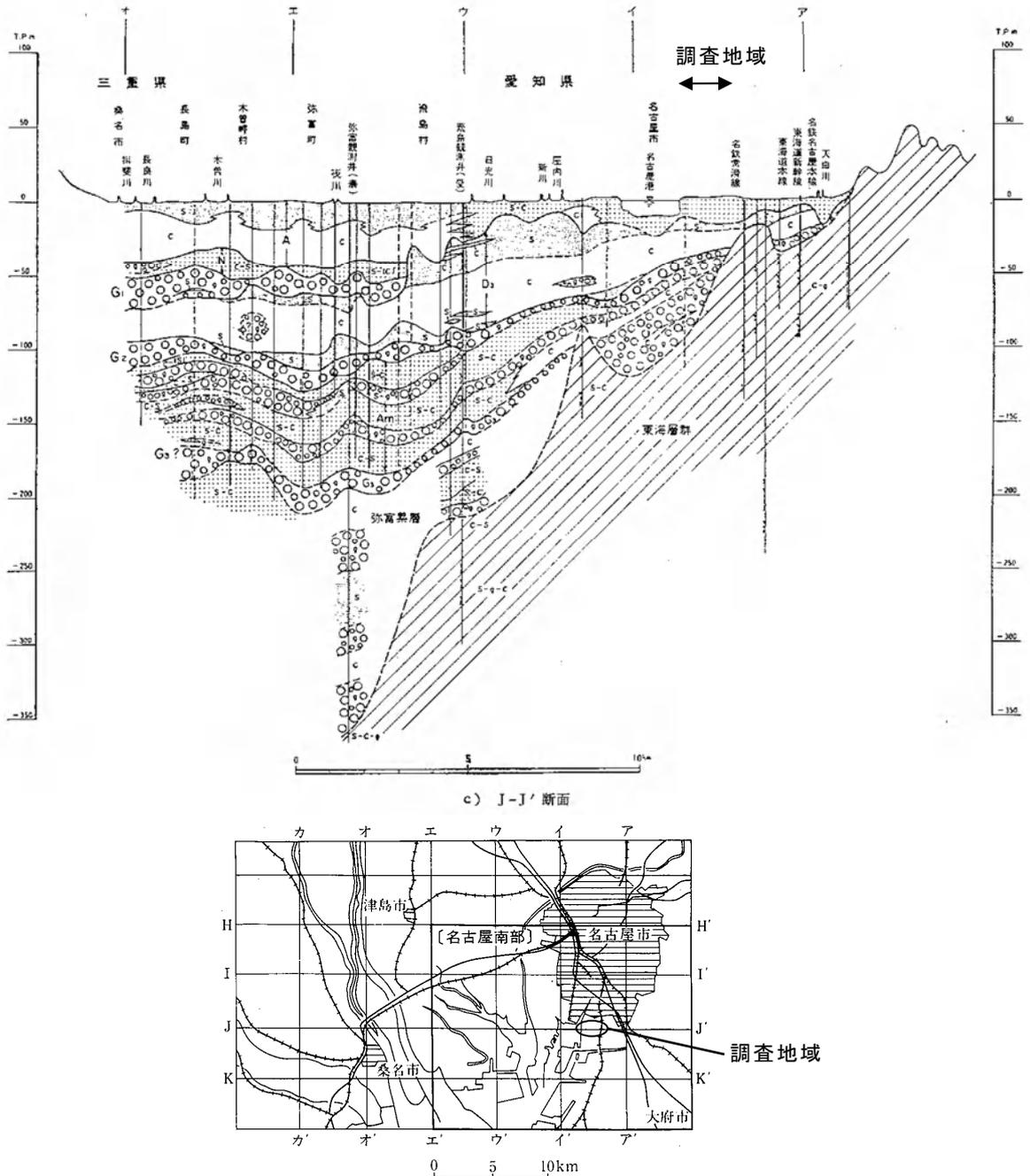
###### a 地盤沈下の状況

事業予定地周辺における地盤沈下の状況は、第1部 第4章「対象事業の実施予定地及びその周辺地域の概況」4-1「自然的状況」(第1部 第4章(1)イ「地盤沈下」(p.39)参照)に示すとおりである。

## b 地質の状況

濃尾平野の地下地質断面図は図 2-7-1 に、地層層序は図 2-7-2 に示すとおりである。

濃尾平野では、第三紀鮮新世の東海層群の上位に第四紀の洪積層及び沖積層が堆積する。第四紀層の層厚は、木曾川河口付近で最も厚くなり 300m を超えるが、調査地付近では約 50~100m 程度である。



出典)「濃尾平野の地盤沈下と地下水」(東海三県地盤沈下調査会, 昭和 60 年)

図 2-7-1 濃尾平野の地下地質断面図



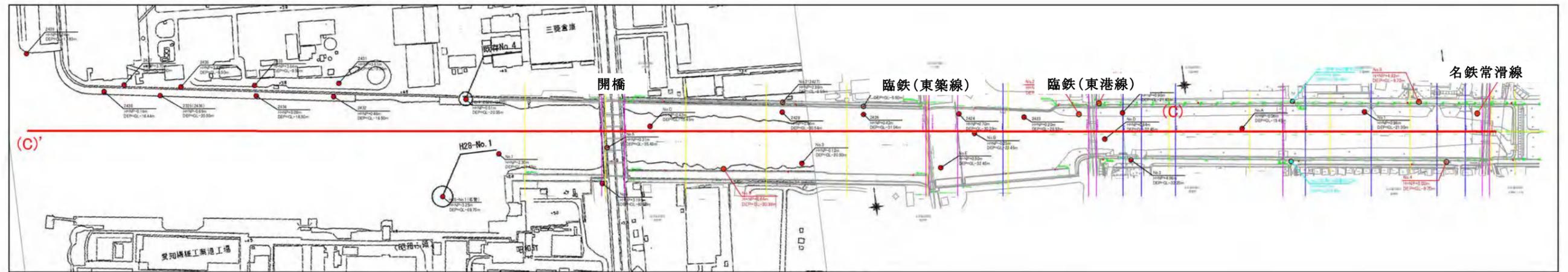
調査地域における各層の分布の特徴は表 2-7-1 に、地層推定縦断図は図 2-7-3 に示すとおりである。

調査地域の地層構成は上位より埋土・盛土層、沖積層である南陽層、洪積層である鳥居松礫層、大曽根礫層、熱田層、海部・弥富累層に区分されている。

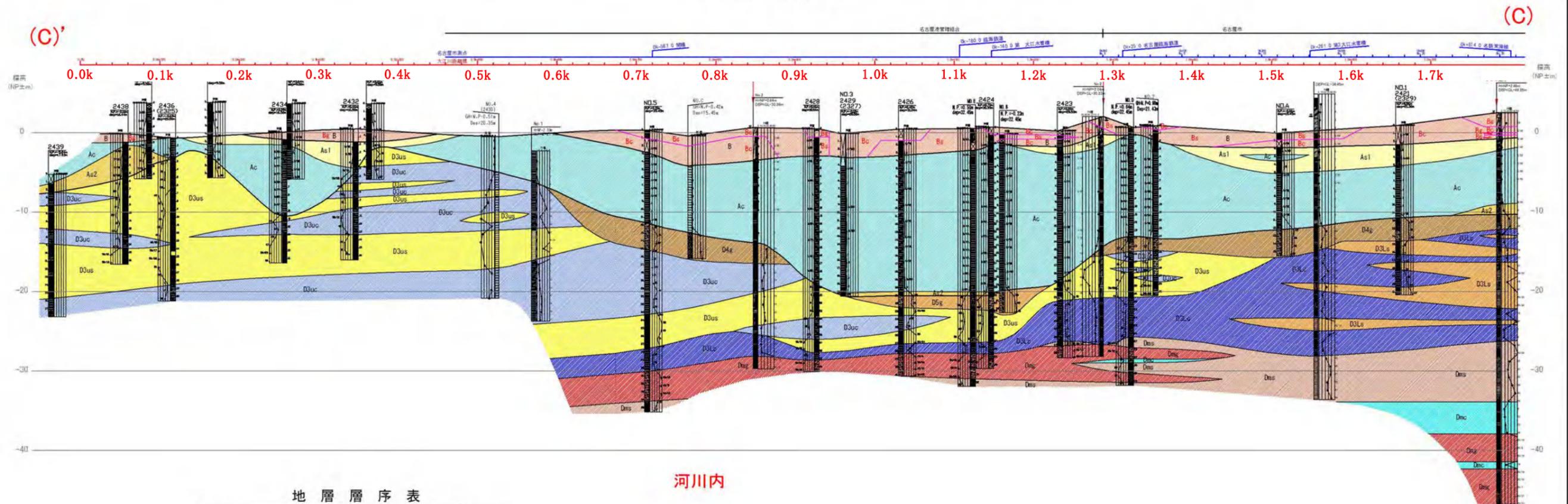
表 2-7-1 各層の分布の特徴

地層名		地層記号	分布の特徴	
埋土・盛土層		B	河川内の埋土と、堤防の盛土に分けられる。河川内に分布する埋土は層厚 2~4m 程度である。堤防を構成する盛土は層厚 3~4m 程度であるが、左岸では層厚 6~7m の箇所もみられる。	
沖積層	南陽層	上部砂質土層	As1	右岸では、上流から下流まで B 層の下位に連続性よく分布する。ただし、河川内及び左岸での分布は上流域のみであり、大江川水管橋付近から下流では分布していない。
		粘性土層	Ac	B 層及び As1 層の下位に分布する軟弱粘性土層であり、上流から下流まで連続性良く分布している。層厚は上流域、下流域は 6~10m 程度で、中流域は下端深度が深く、層厚 20m 程度の箇所もみられる。
		下部砂質土層	As2	Ac 層の下位に局所的に分布する粘性土層である。層厚は 2m 程度である。
洪積層	鳥居松礫層	礫質土層	D5g	Ac 層の層厚が厚くなる中流域のみに分布する層であり層厚は 1~3m である。
	大曽根礫層	礫質土層	D4g	旧段丘地形を形成していたと考えられる礫質土層で、上流域及び下流域の洪積層上面を覆う地層である。層厚は 1~3m である。
	熱田層上部	砂質土層	D3us	中流域から下流域に分布する地層であり、砂質土 (D3us) と粘性土 (D3uc) の複雑な互層状となっている。
		粘性土層	D3uc	中流域では D3us 層が優勢であるが、下流域では D3uc 層が優勢となっている。両層の合算層厚は 2~13m と変化に富むが、概ね下流域の方が厚い傾向にある。
	熱田層下部	粘性土層	D3Lc	上流域から下流域まで分布が確認された層である。上流域では、砂質土 (D3Ls) と粘性土 (D3Lc) の互層となっているが、中流域より下流では D3Lc 層のみ分布し、D3Ls 層は認められない。
		砂質土層	D3Ls	両層の合算層厚は 1~17m と変化に富むが、概ね上流域の方が厚い傾向にある。
	海部・弥富累層	砂質土層	Dms	砂質土 (Dms)、粘性土 (Dmc)、礫質土 (Dmg) の互層である。層上部及び上流域では Dms、Dmg 層が優勢であるが、下流部では Dmc 層が優勢となる。深部までボーリングを実施した地点でも、掘進は本層内で終了していることから、全体層厚は未確認である。
粘性土層		Dmc		
礫質土層		Dmg		

出典)「地質調査報告書 大江川の津波対策等に伴う地質調査業務委託」(名古屋市, 平成 29 年)



断面位置図 (縮尺1:5,000)



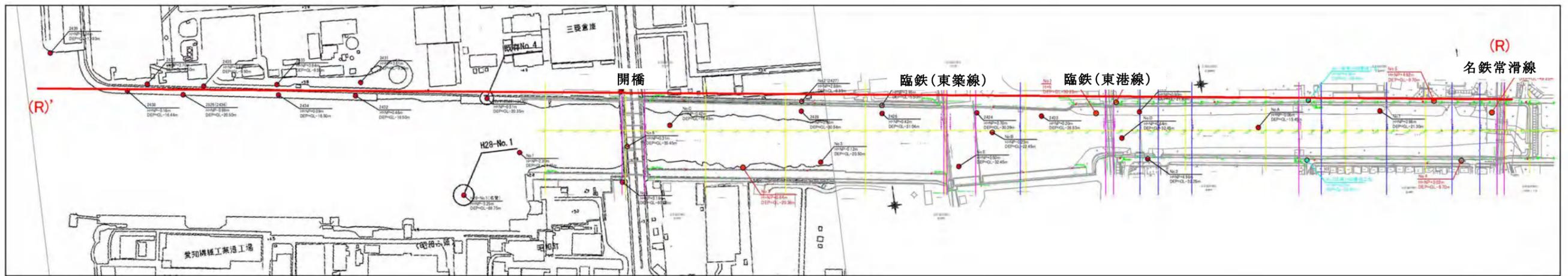
地層層序表

地質年代	地層名	記号	主な構成土質	層厚 (m)	N値 (平均値) 等	
現世	埋土・塚土層	B	埋土・塚土 (砂、礫、粘土)	2.30~4.00	0~15 (4)	
	沖積層	上部砂質土層	As1	シルト質細砂	1.30~5.40	0~10 (2)
		粘性土層	Ac	シルト	1.10~10.30	0~4 (0)
新第三紀	下部砂質土層	As2	シルト質細砂	2.20	4~8 (3)	
	馬場松層	D5s	-	-	-	
	大曾根層	D4s	シルト混じり砂礫	1.15~2.60	9~28 (21)	
	熱田層 上部	砂質土層	D3us	細砂	4.20~5.30	14~48 (26)
		粘性土層	D3uc	砂質シルト	1.00~3.70	10~21 (14)
	熱田層 下部	粘性土層	D3ls	シルト	0.60~5.90	3~17 (9)
		砂質土層	D3ls	粗砂	0.30~3.80	6~80以上 (33)
	標高・所産層	砂質土層	Dms	シルト混じり中砂	7.60	19~80以上 (31)
		粘性土層	Dms	シルト	0.90~4.00	9~14 (11)
		礫質土層	Dms	砂礫	1.37~4.45	30以上 (60)

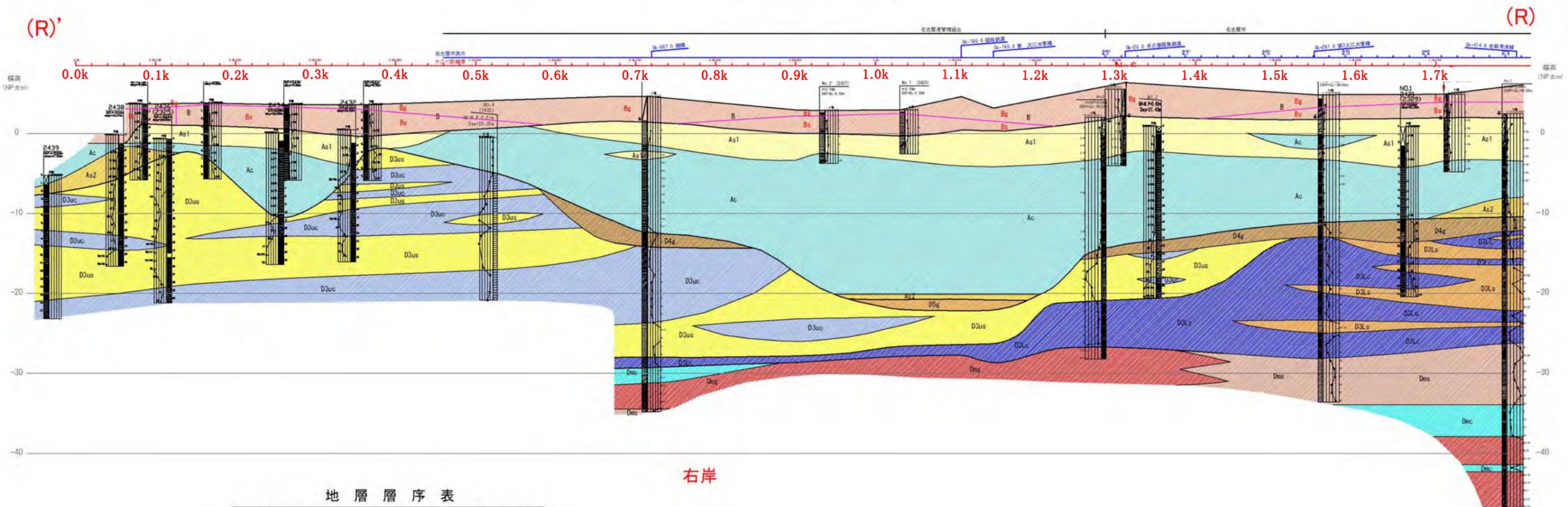
※ N>50の値は N=50として平均値を求めた。

出典) 「地質調査報告書 大江川の津波対策等に伴う地質調査業務委託」(名古屋市, 平成 29年)

図 2-7-3(1) 地層推定縦断面図【河川内】



断面位置図 (縮尺1:5,000)

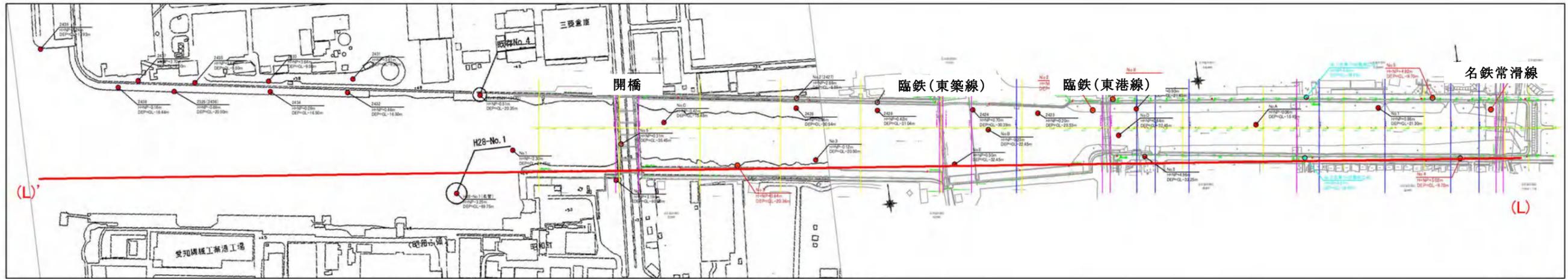


地層層序表

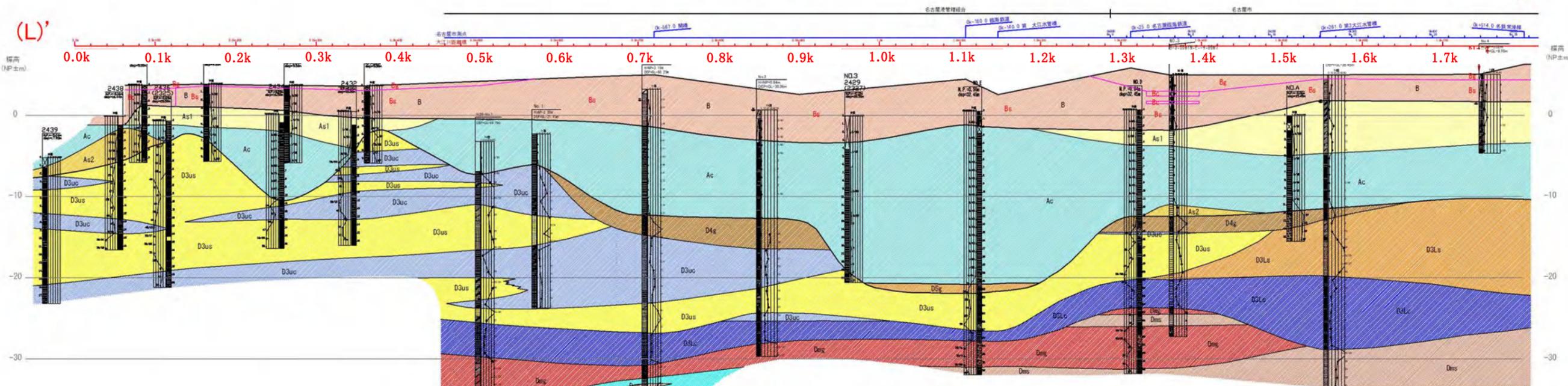
地質年代	地層名	記号	主な構成土質	層厚 (m)	N値 (平均値) 中	
現世	粘土・腐土層	B	粘土・腐土 (砂、粘土)	2.30~4.00	0~15 (1)	
	沖積層	上部砂質土層	As1	シルト質細砂	1.50~5.40	0~10 (2)
		粘性土層	Ac	シルト	1.10~10.50	0~4 (0)
下部砂質土層		As2	シルト質細砂	2.20	4~6 (3)	
新世	鳥居砂層	D5g	-	-	-	
	大曾根砂層	D4g	シルト混じり砂	1.15~2.60	9~28 (21)	
	熱田層 上部	D3us	粗砂	4.20~5.30	14~48 (26)	
	熱田層 下部	粘性土層	D3uc	砂質シルト	1.00~3.70	10~24 (14)
		粘性土層	D3uc	シルト	0.60~5.90	3~17 (9)
	海成・沖積層	砂質土層	D3Ls	粗砂	0.30~5.80	6~30以上 (33)
		砂質土層	D5s	シルト混じり中砂	2.60	19~30以上 (31)
		粘性土層	D5c	シルト	0.90~4.00	9~14 (11)
		腐土層	D5c	砂	1.63~4.45	30以上 (30)

出典)「地質調査報告書 大江川の津波対策等に伴う地質調査業務委託」(名古屋市, 平成 29年)

図 2-7-3(2) 地層推定縦断図【右岸】



断面位置図 (縮尺1:5,000)



地層層序表

地質年代	地層名	記号	主な構成土質	層厚 (m)	N値 (平均値) 砂	
現世	埋土・盛土層	B	埋土・盛土 (砂、礫、粘土)	2.30~4.00	0~15 (4)	
	沖積層	上部砂質土層	As1	シルト質細砂	1.30~5.40	0~10 (2)
		粘性土層	Ac	シルト	1.10~10.50	0~4 (0)
		下部砂質土層	As2	シルト質細砂	2.20	4~6 (5)
新第三紀	馬場台礫層	D3s	-	-	-	
	大曾根礫層	D4s	シルト混じり砂礫	1.15~2.60	9~28 (21)	
	熱田層 上部	砂質土層	D3us	粗砂	4.20~5.30	14~48 (26)
		粘性土層	D3uc	砂質シルト	1.00~3.70	10~21 (14)
	熱田層 下部	粘性土層	D3Ls	シルト	0.60~3.90	3~17 (9)
		砂質土層	D3Lc	粗砂	0.50~3.80	6~30以上 (33)
	海部・作富層	砂質土層	Dms	シルト混じり中砂	7.80	19~50以上 (31)
		粘性土層	Dmc	シルト	0.90~4.00	9~14 (11)
		礫質土層	Dmg	砂 礫	1.53~4.45	50以上 (50)

※ N>50の値は N=50として平均値を求めた

出典) 「地質調査報告書 大江川の津波対策等に伴う地質調査業務委託」(名古屋市, 平成 29 年)

図 2-7-3(3) 地層推定縦断図【左岸】

### c 埋土の状況

事業予定地は、有害物質を含んだ汚染土を覆砂及びアスファルトマットで封じ込めている。

埋土は、ヘドロ層（汚染土）が 0.95～3.25m 厚、覆土（覆砂）が平均 50cm 厚、アスファルトマットが 5cm 厚となっている。

出典)「大江川の地震・津波対策の検討に伴う有識者懇談会運営及び汚染土壌対策検討業務委託報告書」(名古屋市, 平成 31 年)

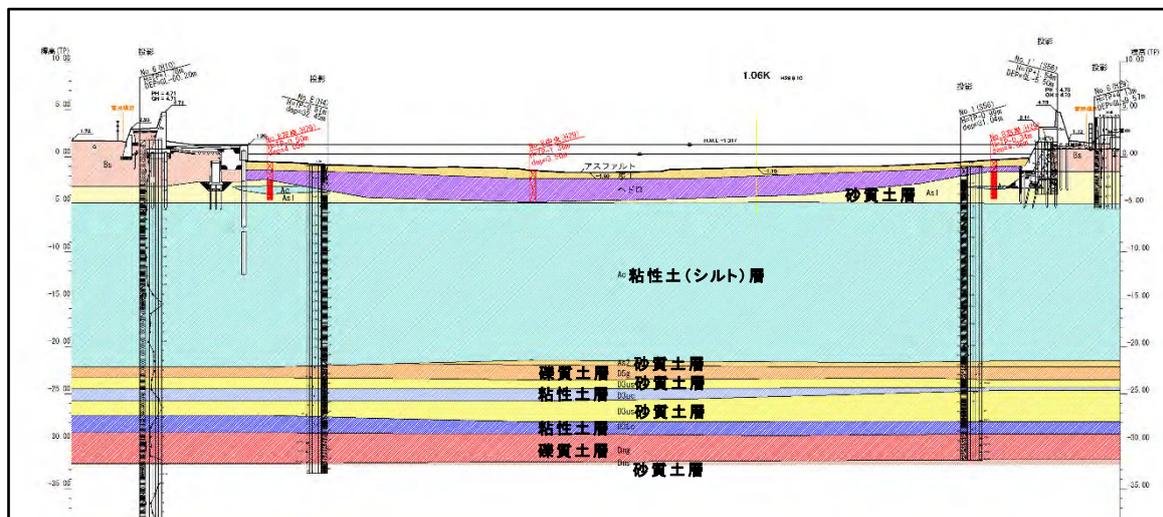
### イ まとめ

事業予定地の地質推定横断図は、図 2-7-4 に示すとおりである。

既存資料調査によると、事業予定地及び周辺で地盤沈下（年間 1cm 以上の沈下）は発生していない。

事業予定地内の地質（地層層序）は、大江川水底表面に汚染土対策として施されたアスファルトマットが敷設され、その下に覆土が設けられている。その下層に汚染土のヘドロ層が分布し、その下層には不透水性の粘性土層が厚く分布し、その下層に砂質、礫質、粘性の土層が交互に分布している。

事業予定地周辺となる護岸背後は、砂を主とした盛土層が 3～4m 程度以上の層厚でみられ、その下層に砂質土層が分布する。厚く分布する粘性土層以下は、事業予定地内の河川とほぼ同様の地層層序となっている。



出典)「大江川の地震・津波対策に伴う汚染土壌対策検討調査業務委託報告書」(名古屋市, 平成 30 年)

図 2-7-4 事業予定地の地質推定横断図 (1.06k: 事業予定地中央付近)

### (3) 予 測

#### ア 予測事項

水面の埋立てによる周辺地盤の沈下

#### イ 予測対象時期

工事初期から盛土完成後 20 年放置した段階まで

#### ウ 予測場所

事業予定地周辺

#### エ 予測方法

水面の埋立てに伴うボックスカルバート（大江川が流下する暗渠）の沈下、橋梁の沈み込みや護岸背後の地盤変形等の影響については、過年度よりシミュレーション解析による評価を行っており、必要な対策工を検討している。

周辺地盤の沈下の予測は、護岸背後への影響を検討した以下の過年度資料の解析結果を用いた。

- ・「大江川の地震・津波対策に伴う橋梁等影響対策検討業務委託（その 2）報告書」  
（名古屋市，令和 2 年 12 月）
- ・「大江川 環境影響評価フォローアップ業務報告書」（名古屋市，令和 3 年 6 月）
- ・「大江川の地震・津波対策に伴う汚染土壌対策詳細設計業務委託報告書」  
（名古屋市，令和 4 年 3 月）

(7) 解析断面

解析断面は、表 2-7-2 及び図 2-7-5 に示すとおり代表 4 断面とした。

表 2-7-2 解析断面と護岸背後の主な構造物

解析断面		護岸背後の主な構造物		備考
河口からの距離	断面No.	右岸	左岸	
0.86k	No.10	工場建屋	大型送電鉄塔	護岸背後の構造物が多い地点
1.16k	No.7	大型送電鉄塔	資材製造場	安全側の検討地点として、令和2年度に先行実施
1.36k	No.5	倉庫建屋	下水ポンプ場施設	護岸背後の構造物が多い地点
1.66k	No.2	工場建屋	一般住宅	護岸背後の構造物が多い地点 民家連坦

注) 安全側の検討地点とは、Ac (シルト) 層及びヘドロ層の層厚が最も厚く、圧密沈下量が最も大きいと想定される地点

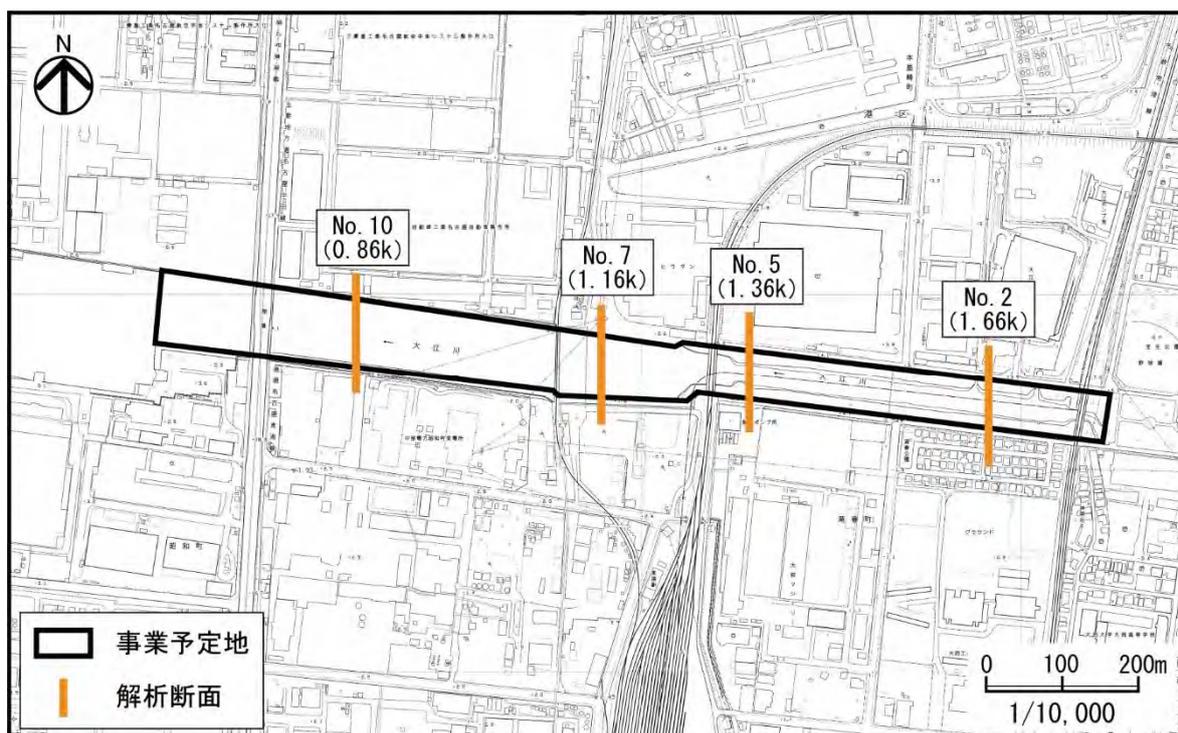


図 2-7-5 解析断面位置図

#### (イ) 解析手法

解析手法は、大江川の埋立てに伴う地盤の変形・圧密挙動を適切に予測できる弾塑性構成モデルによる断面二次元の土・水連成 FEM 解析とした。

大江川の埋立ての必要盛土厚を算出するために実施した一次元圧密沈下計算（断面二次元モデル）の解析及び対策検討結果を踏まえ、盛土周辺地盤の圧密現象の再現が可能な二次元弾塑性 FEM 解析により近接構造物や周辺地盤に及ぼす影響を把握した。

#### (ウ) 解析条件

##### a 盛土高

解析断面と盛土高は、表 2-7-3 に示すとおりとした。

盛土載荷重工法（事前に盛土の荷重で沈下させる軟弱地盤対策工）による盛土高は、一次元圧密沈下計算の解析結果を踏まえ、左岸側工事時を N. P. +6.5～+7.1m、右岸側工事時を N. P. +5.0～+5.7m とした。

なお、盛土高は、左岸側より右岸側工事時の方が低くなっている。これは、最も地盤沈下が想定された 1.16k (No.7) 地点で先行解析を行った結果、護岸背後の沈下許容値を満足しなかったことを受け、対策工法として盛土高を低減したためである。

表 2-7-3 解析断面と盛土高

解析断面		計画地盤高 (N. P.)			現況の 護岸天端高 (N. P.)	備考
河口からの 距離	断面No.	左岸側工事 時の盛土高	右岸側工事 時の盛土高	圧密沈下後 の完成高		
0.86k	No.10	+6.5m	+5.0m	+4.4m	右岸：+6.03m 左岸：+6.13m	
1.16k	No.7	+7.1m	+5.3m	+4.4m	右岸：+6.08m 左岸：+5.96m	・先行解析箇所 ・目的や条件が異なる
1.36k	No.5	+6.6m	+5.7m	+5.0m	右岸：+5.89m 左岸：+5.94m	
1.66k	No.2	+6.6m	+5.7m	+5.0m	右岸：+5.82m 左岸：+5.95m	

注) 橋梁付近は、盛土による圧密沈下は行わず、応力遮断や地盤改良等の別途対策を実施する。

#### b 盛土材の重量

盛土材の重量は、既設堤防（盛土）の単位体積重量のうち、安全側となる  $20\text{kN}/\text{m}^3$  とした。

#### c 盛土速度

盛土速度は、軟弱地盤上の盛土の標準である  $5\text{cm}/\text{日}$  とした。

#### d 地下水位

TP.0.0m （TP：東京湾平均海面）

解析断面の地下水位は、気候や季節変動に加え、河川の水位や潮汐の影響も強く受けて変動するため、平均海面に設定した。

#### e 解析ソフト

デジタルソイル社製「Dif」

#### f 地盤物性値

解析に用いた地盤物性値は、資料 8-1（資料編 p.164）に示すとおりである。

地盤定数は、室内土質試験を実施した地層はその結果を用い、実施していない地層は一般値または推定値を用いている。

#### g 解析メッシュ

解析メッシュは、図 2-7-6 に示すとおりである。

解析メッシュを作成するにあたり、盛土高、河川護岸構造物及びその基礎杭、地層分布などは、できる限り正確に反映させた。

なお、1.16k (No.7) 地点は、埋立ての影響を検証するために先行解析した地点であり、他の 3 地点と盛土高が異なっており、同様なメッシュ図は作成していない（先行解析の結果を受けて、他の 3 地点は右岸の盛土高を低減）。

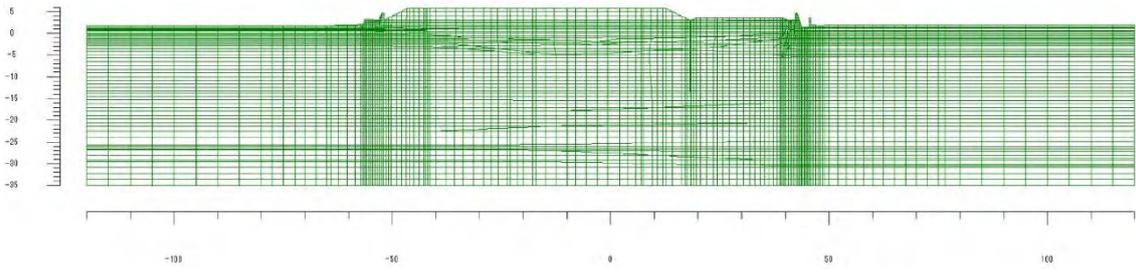


図 2-7-6(1) 解析メッシュ図 (0.86k (No.10) 地点)

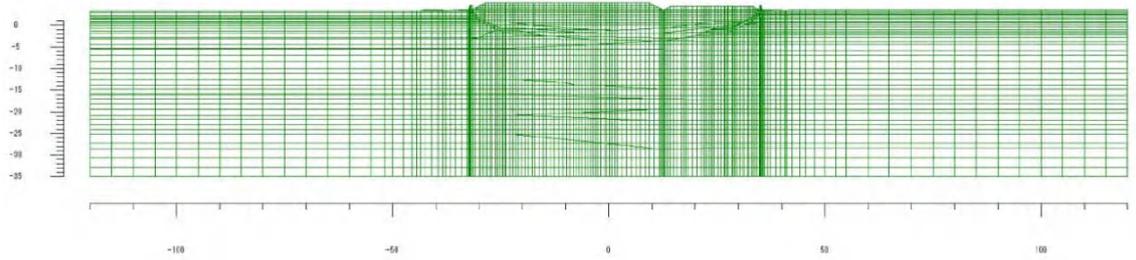


図 2-7-6(2) 解析メッシュ図 (1.36k (No.5) 地点)

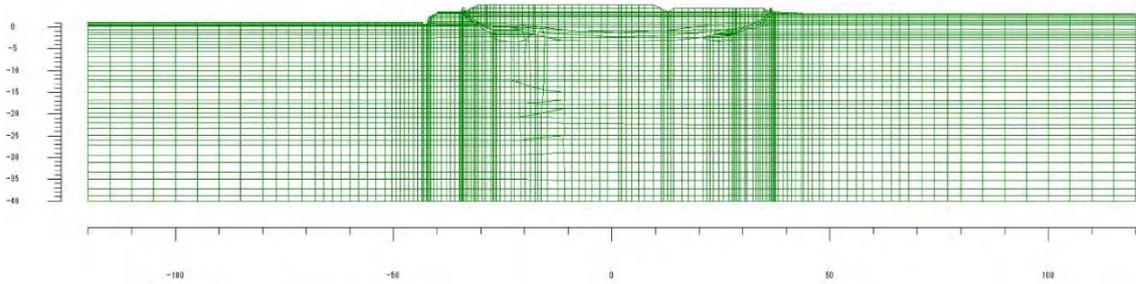


図 2-7-6(3) 解析メッシュ図 (1.66k (No.2) 地点)

## オ 予測結果

護岸背後の地盤沈下に対する予測結果は、表 2-7-4 に示すとおりである。

地盤沈下は、0.86k 左岸の送電鉄塔で、平均傾斜角が限界角をわずかに超えた。

また、0.86k 左岸の建屋では相対沈下量、1.66k 左岸の民家では相対沈下量と平均傾斜角が限界値もしくは限界角の範囲に含まれた。(相対沈下量、平均傾斜角の解説は、図 2-7-7 (p.300) 参照)

限界値(限界角)とは、この値を超えると沈下による何らかの障害が建物に発生する確率が高いとされるものである。本予測による相対沈下量や平均傾斜角は限界範囲内の最小値側であったものの、工事施工時には動態観測が必要と予測される。

表 2-7-4(1) 護岸背後の地盤沈下に対する予測結果

解析断面				沈下量			相対沈下量		平均傾斜角		構造種別	基礎形式
河口からの距離	断面No.	左右岸	主な構造物	予測結果 (cm)		限界値 (cm)	予測結果 (cm)	限界値 (cm)	予測結果 (rad)	限界角 (rad)		
				近接点	最遠点							
0.86k	No.10	左岸	送電鉄塔	-2.81	-1.74	—	1.07	—	0.0009	0.0008 以下	—	—
		左岸	建屋	-2.82	-0.39	10~20	2.43	2~4	0.0005	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	布基礎
		右岸	工場建屋	1.34	-0.51	10~20	1.85	2~4	0.0007	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	布基礎
1.36k	No.5	左岸	ポンプ室建屋	-1.14	-0.12	10~20	1.02	2~6	0.0004	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	べた基礎
		右岸	倉庫建屋	-0.45	-0.09	10~20	0.36	2~4	0.0001	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	布基礎
1.66k	No.2	左岸	民家	-1.53	-0.14	2.5~5.0	1.39	1~3	0.0019	0.001 ~0.003	木造	布基礎
		右岸	工場建屋1	-0.20	-0.07	10~20	0.13	2~4	0.0002	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	布基礎
		右岸	工場建屋2	-0.20	-0.07	10~20	0.13	2~4	0.0001	0.0007 ~0.0015	鉄筋コンクリート構造	布基礎

注)1:沈下量のマイナスは、隆起を意味する。

2:限界値は、「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会, 2019年改訂版)の沈下量の設計用限界値の目安に従った。

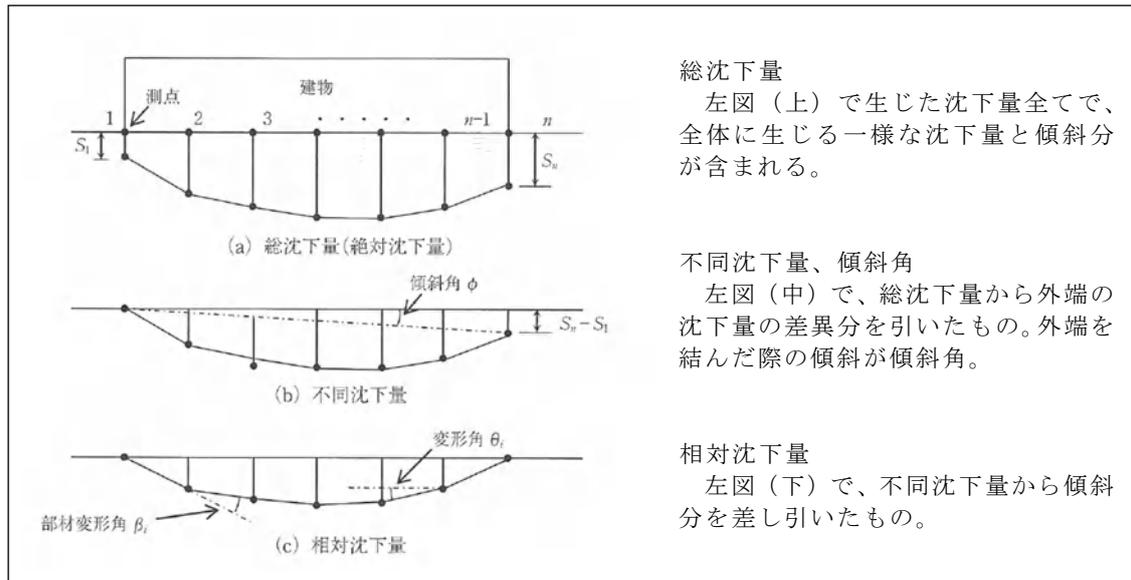
3:黄着色は、予測結果が限界値(限界角)に含まれる、もしくは超過することを示す。

表 2-7-4(2) 護岸背後の地盤沈下に対する予測結果

解析断面				沈下量		平均傾斜角		基礎形式
河口からの距離	断面No.	左右岸	主な構造物	予測結果 (cm)	許容値 (cm)	予測結果	許容値	
1.16k	No.7	左岸	官民境界	-0.1	10	—	—	布基礎
		右岸	官民境界	-3.8	10	—	—	布基礎
		右岸	対象構造物	-1.7	10	2.9/1000	3/1000	布基礎

注)1:沈下量のマイナスは、隆起を意味する。

2:許容値は、「小規模建築物基礎設計指針」(日本建築学会, 2008年)の許容沈下量の参考値、不同沈下の設計目標値の参考値に従った。



#### 総沈下量

左図（上）で生じた沈下量全てで、全体に生じる一様な沈下量と傾斜分が含まれる。

#### 不同沈下量、傾斜角

左図（中）で、総沈下量から外端の沈下量の差異分を引いたもの。外端を結んだ際の傾斜が傾斜角。

#### 相対沈下量

左図（下）で、不同沈下量から傾斜分を差し引いたもの。

図 2-7-7 相対沈下量、平均傾斜角の解説

#### (4) 環境の保全のための措置

##### ア 予測の前提とした措置

- ・右岸側工事時には、先行解析の結果、護岸背後で許容値を超える沈下が生じると評価されたため、盛土高を 3.6～4.3m に低減する。

##### イ その他の措置

- ・埋立てに用いる土砂による周辺環境への影響の防止に留意した工事計画を策定する。
- ・工事施工時には、盛土の安定性や圧密状況、近接構造物等に対する影響等を動態観測によって確認し、必要に応じて更なる沈下の軽減対策を実施する。
- ・工事前及び工事完了後に家屋調査を行い、工事による影響が確認された場合には、適切な措置を講じる。
- ・工事の実施にあたっては、施工業者間で連絡調整を行うとともに、情報共有を緊密に行えるような体制づくりに努める。
- ・周辺の住民等に対し、事前に工事内容を丁寧に説明するとともに、苦情等が発生した場合には適切に対応するなどの措置を講ずる。

#### (5) 評価

水面の埋立てによる地盤沈下は、過年度より解析・評価・対策の検討が進められており、護岸背後に及ぼす影響についても、右岸工事時の盛土高を低減する対策が事業計画に反映されている。予測結果によると、水面の埋立てに伴う護岸背後の地盤沈下は少ないと予測されること、また、工事施工時には動態観測を行い、必要に応じて対策を実施することから、工事の実施による地盤への影響は小さいと判断する。