第４章　　地　　盤

第４章　地　　盤

4-1　概　　要

新建築物の建設時及び存在時における掘削工事等による周辺地盤や地下水位への影響について検討を行った。

4-2　調　　査

既存資料及び現地調査により、現況の把握を行った。

(1)　既存資料による調査

①　調査事項

事業予定地及びその周辺における地盤、地下水、地盤沈下の状況

②　調査方法

以下に示す既存資料の収集等によった。

ア　地盤の状況

・「最新名古屋地盤図」（土質工学会中部支部，昭和 63 年）

・「名古屋地域地質断面図集」（土質工学会中部支部，昭和 62 年）

イ　地下水の状況

・「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）

・名古屋市環境局への聞き取り調査

ウ　地盤沈下の状況

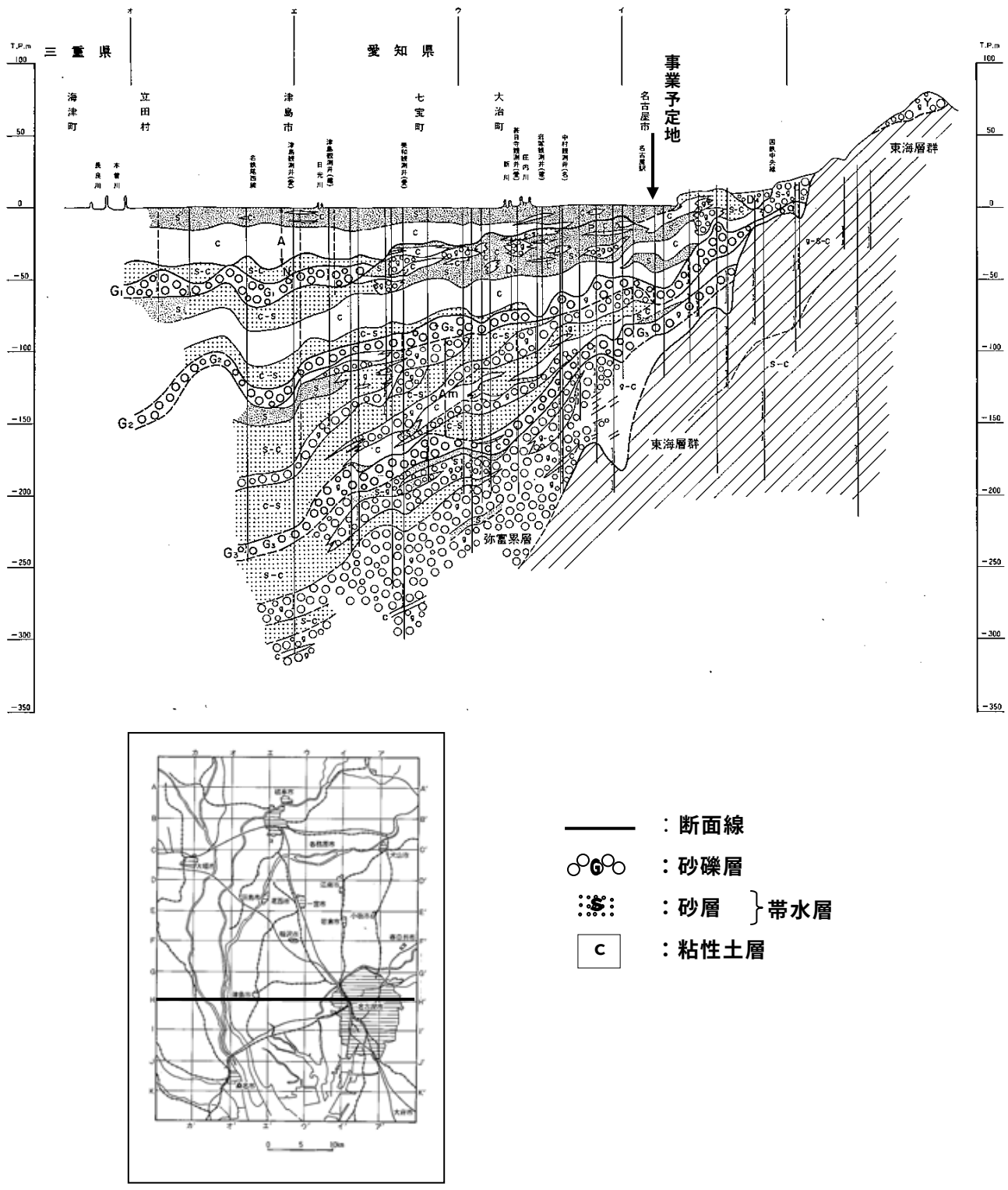
・「東海三県地盤沈下調査測量水準点成果表」（東海三県地盤沈下調査会，平成 23 年）

③　調査結果

ア　地盤の状況

名古屋市域の地形は、西から東へ沖積平野、洪積台地、丘陵地に分けられ、東に向かって標高が次第に高くなっている。事業予定地は洪積台地に位置し、標高は 10m前後である。

濃尾平野の地層状況は、図 2-4-1 に示すとおりである。名古屋市付近の地質構成は、新第三紀の東海層群を基盤とし、これを第四紀の海部・弥富累層、熱田層等の洪積層及び沖積層が覆っている。これらの地層は、濃尾傾動地塊と呼ばれる西または南西へ傾く構造を持っている。



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）より作成

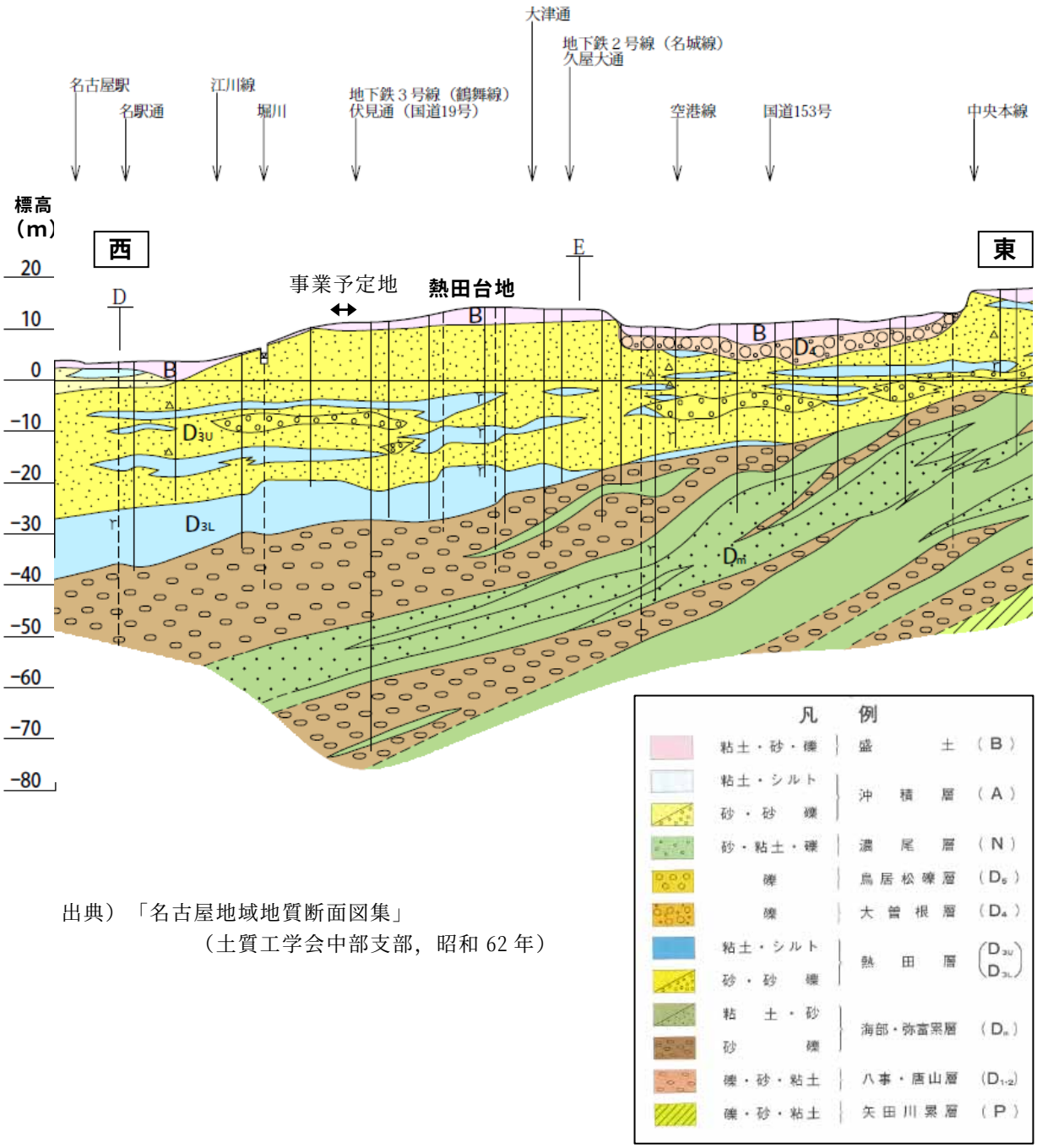
図 2-4-1　濃尾平野の地層状況

事業予定地は「熱田台地」と呼ばれる台地上に位置しており、周辺の地質状況は、図 2-4-2 に示すように、深部より海部・弥富累層（D_m）、熱田層（D_{3U}、D_{3L}）から構成されている。

海部・弥富累層は、今から 100 万年程前の更新世中期に形成された地層で、礫層を主体とし、粘性土層を挟在している。

熱田層は、更新世の中期～後期に堆積したもので、層厚は約 40mである。熱田層は砂層を主体とした上部層（D_{3U}）と、10m程度の海成粘土層を主体とした下部層（D_{3L}）からなる。

事業予定地周辺の地質層序表は、表 2-4-1 に示すとおりである。



出典）「名古屋地域地質断面図集」
（土質工学会中部支部，昭和 62 年）

図 2-4-2　事業予定地周辺の地質状況

表 2-4-1　事業予定地周辺の地質層序表

地質時代	地層名		土　質	記　号	記　事
現　世	盛　土		-	B	砂質土(砂礫混入)
更新世	熱田層	上部	砂質土	D_{3U}-s	軽石少量混入
			粘性土	D_{3U}-c	軽石、腐植物混入
		下部	粘性土	D_{3L}-c	貝殻片混入
	海部・弥富累層		礫質土	D_m-g	玉石混入
			粘性土	D_m-cs	砂質土を挟む

出典）最新名古屋地盤図（土質工学会中部支部，昭和 63 年）より作成

イ　地下水の状況

事業予定地周辺には、表 2-4-2 に示すとおり、半径 1,000m以内に 41 本の井戸が確認されている。

事業予定地に最も近い井戸は、事業予定地から184mの位置にあるが、井戸深度は200mと深く、海部・弥富累層の最深部から取水を行っていると推定される。

表 2-4-2　事業予定地周辺の井戸一覧

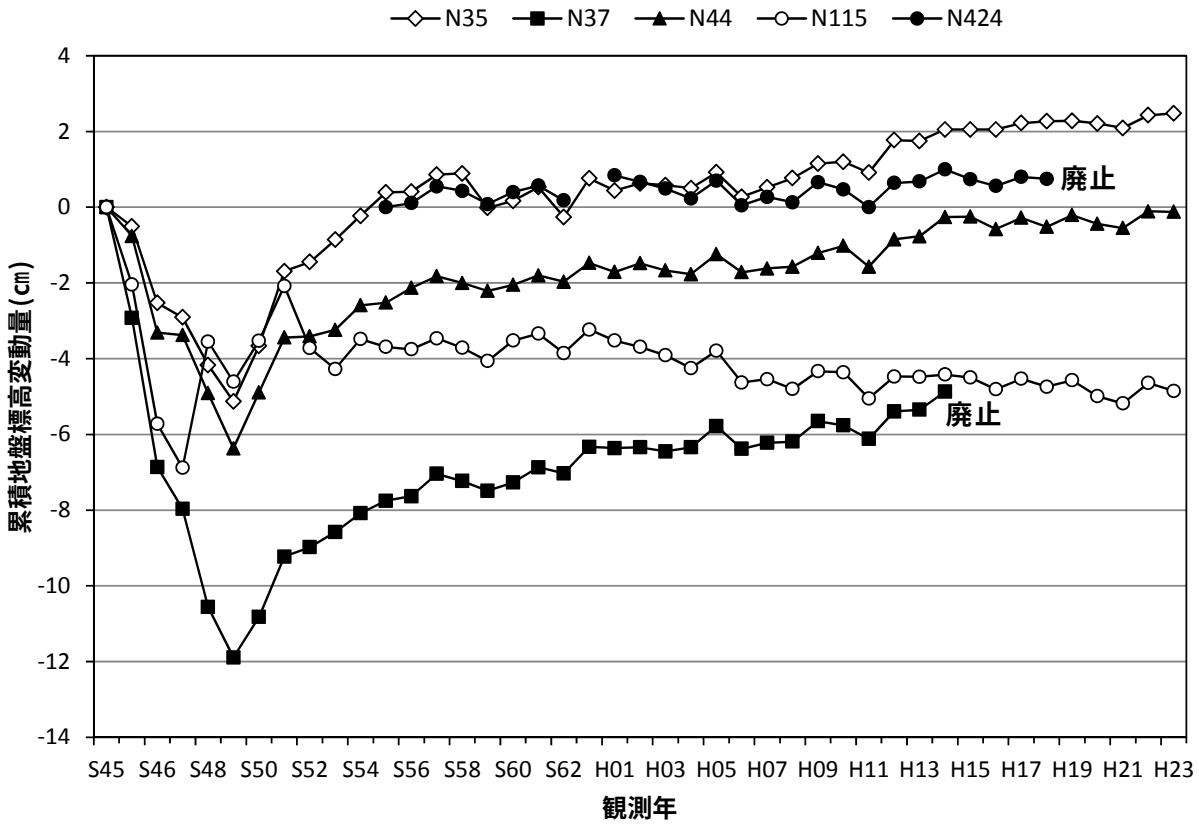
番号	事業予定地からの距離（m）	井戸深度（m）
1	184	200
2	219	130
3	219	130
4	219	100
5	224	630
6	230	30
7	316	110
8	332	90
9	377	110
10	401	90
11	401	90
12	445	75
13	465	100
14	468	30
15	484	80
16	487	50
17	488	80
18	576	80
19	608	50
20	632	60
21	673	700
22	705	30
23	721	40
24	721	150
25	721	90
26	730	50
27	745	100
28	766	80
29	794	20
30	800	10
31	828	30
32	838	35
33	925	10
34	946	35
35	950	300
36	950	300
37	959	60
38	984	50
39	984	120
40	995	120
41	1000	210

注）事業予定地からの距離は、
事業予定地境界からの
直線最短距離である。
参考）名古屋市環境局への
聞き取り調査

ウ　地盤沈下の状況

地盤沈下の状況は図 2-4-3 に、事業予定地周辺の水準点位置は図 2-4-4 に示すとおりである。

濃尾平野の地盤沈下は、昭和 35 年頃から顕著になったため、昭和 46 年に東海三県地盤沈下調査会が発足し、濃尾平野全体の地盤沈下観測及び対策の検討が行われた。昭和 48 年のオイルショックを契機に、地下水揚水量が減少したことにあわせて、昭和 49 年から愛知県及び名古屋市による地下水揚水規制が実施されたことにより、昭和 50 年以降、地盤沈下は沈静化あるいは逆に隆起する傾向がみられる。



注）累積地盤標高変動量は、各観測地点での観測開始時を基準とした値である。
出典）「東海三県地盤沈下調査測量水準点成果表」（東海三県地盤沈下調査会，平成 23 年）

図 2-4-3　事業予定地周辺の地盤沈下状況

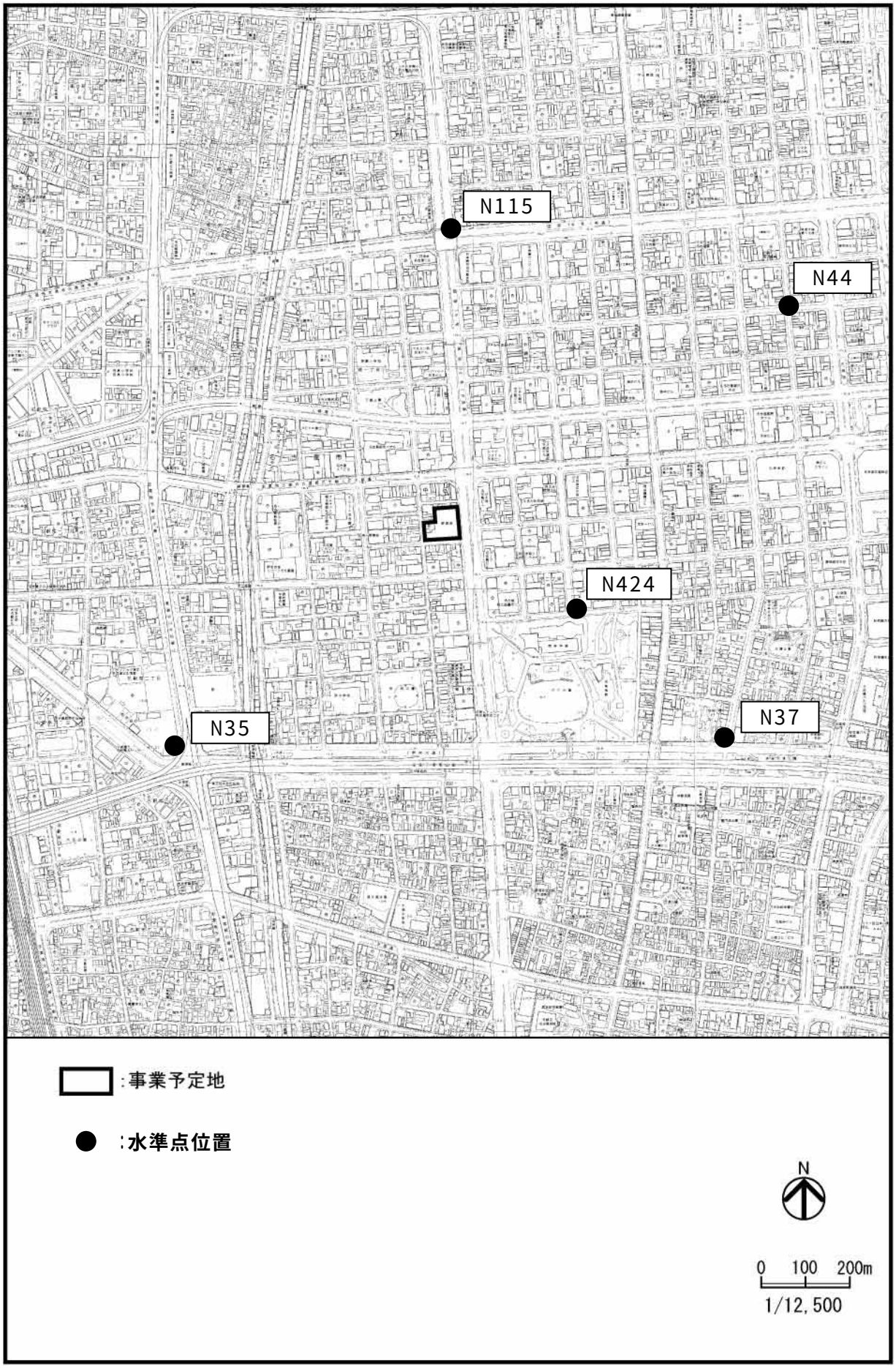


図 2-4-4　事業予定地周辺の水準点位置図

(2) 現地調査

① 調査事項

事業予定地における地盤、地下水の状況

② 調査方法

ボーリング調査を実施した。

③ 調査場所

調査場所は、図 2-4-5 に示すとおりであり、地盤の状況は事業予定地内の 3 地点、地下水の状況は No.1 の 1 地点で調査を行った。

④ 調査時期

平成 25 年 4 月 8～29 日

⑤ 調査結果

ア 地盤の状況

事業予定地の地層状況を把握するために、地層断面図を作成した。断面位置図は図 2-4-5、地層断面図は図 2-4-6 に示すとおりである。（事業予定地におけるボーリング柱状図は、資料６－１（資料編 p.199）参照）

事業予定地においては、断面図に示したように、盛土及び熱田層、海部･弥富累層がほぼ水平に分布している。

盛土（B）は、地表部に 6m程度の層厚で分布し、砂混じりシルト～細砂を含む。

盛土の下位には熱田層が厚く分布する。熱田層は、砂質土を主体とする熱田層上部（D_{3U}）と粘性土を主体する熱田層下部（D_{3L}）から構成される。熱田層上部（D_{3U}）は、N値が 5～60 程度の 3 層の砂質土層（D_{3U}-s1，D_{3U}-s2，D_{3U}-s3）の間に、N値 5～13 の粘性土層を 2 層（D_{3U}-c1，D_{3U}-c2）挟んでおり、全層厚は 25m程度である。熱田層下部（D_{3L}）は、N値 7～24 程度を有する 2 層の粘性土層で、全層厚は 6m程である。

海部・弥富累層（D_m）は、地表面下 36m付近から層厚 35m程度が確認されている。本層の上部には、N値 60 以上の砂礫層（D_m-g1）が 20m程度の層厚で分布し、その下位には、層厚 12m程度の砂質土・粘性土の互層（D_m-cs）を挟んだ後、N値 60 以上の砂礫層（D_m-g2）が 3m程度確認されている。

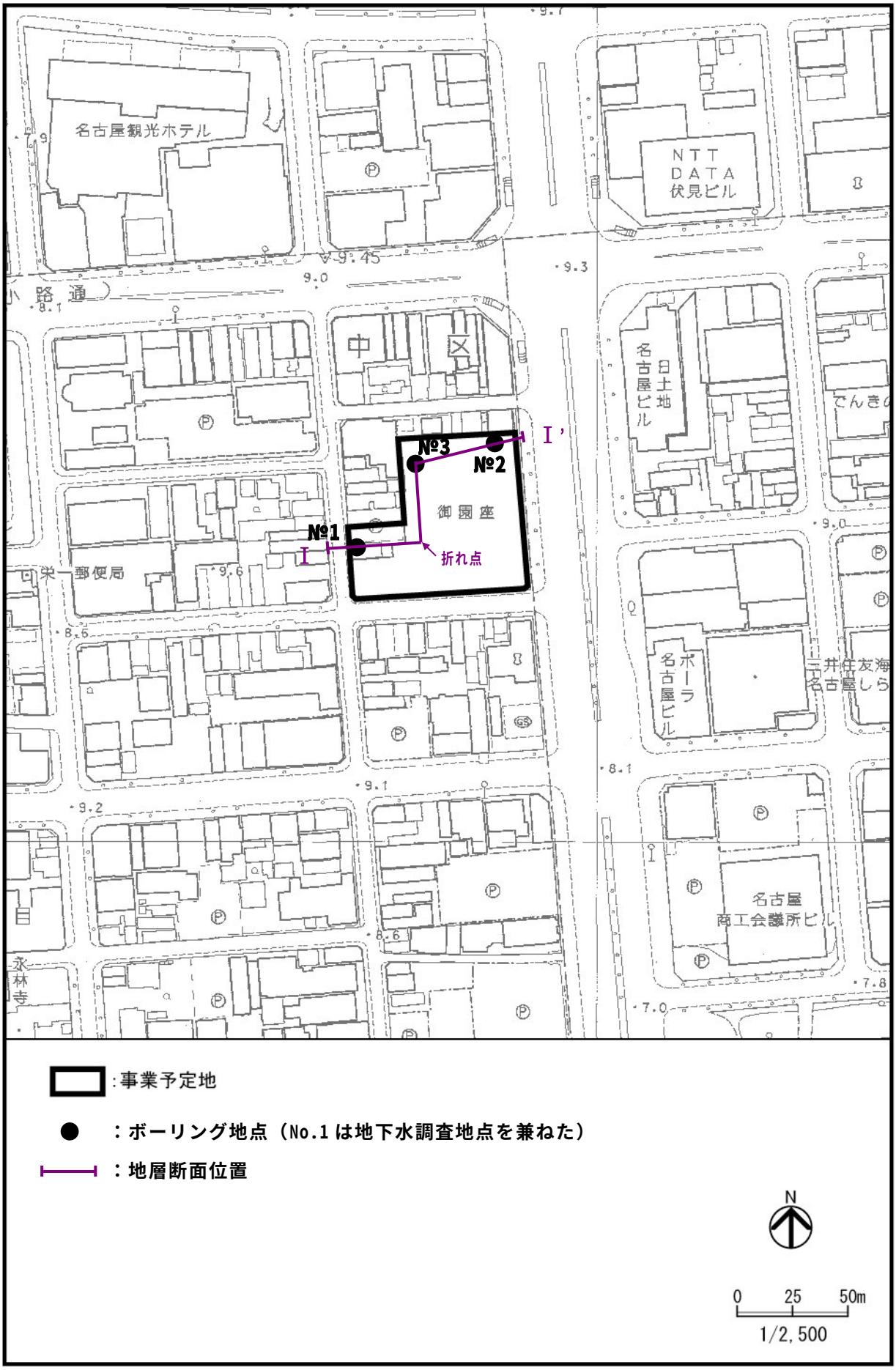


図 2-4-5　事業予定地のボーリング位置並びに地層断面位置図

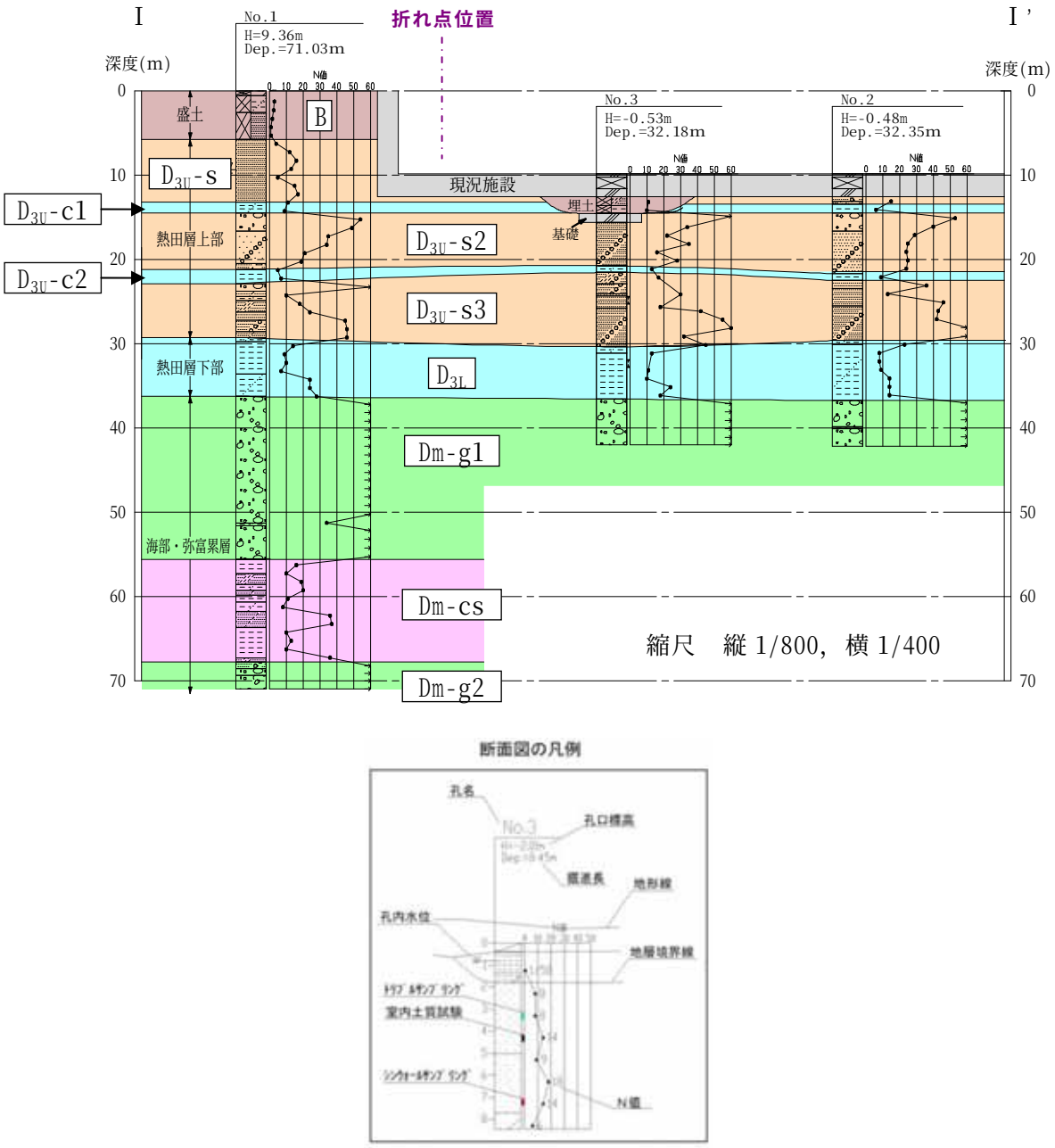


図 2-4-6　事業予定地の地層断面図

イ　地下水の状況

事業予定地の地下水の状況は、図 2-4-7 に示すとおりである。事業予定地の表層地下水位は、地表面下 9.42mにある。

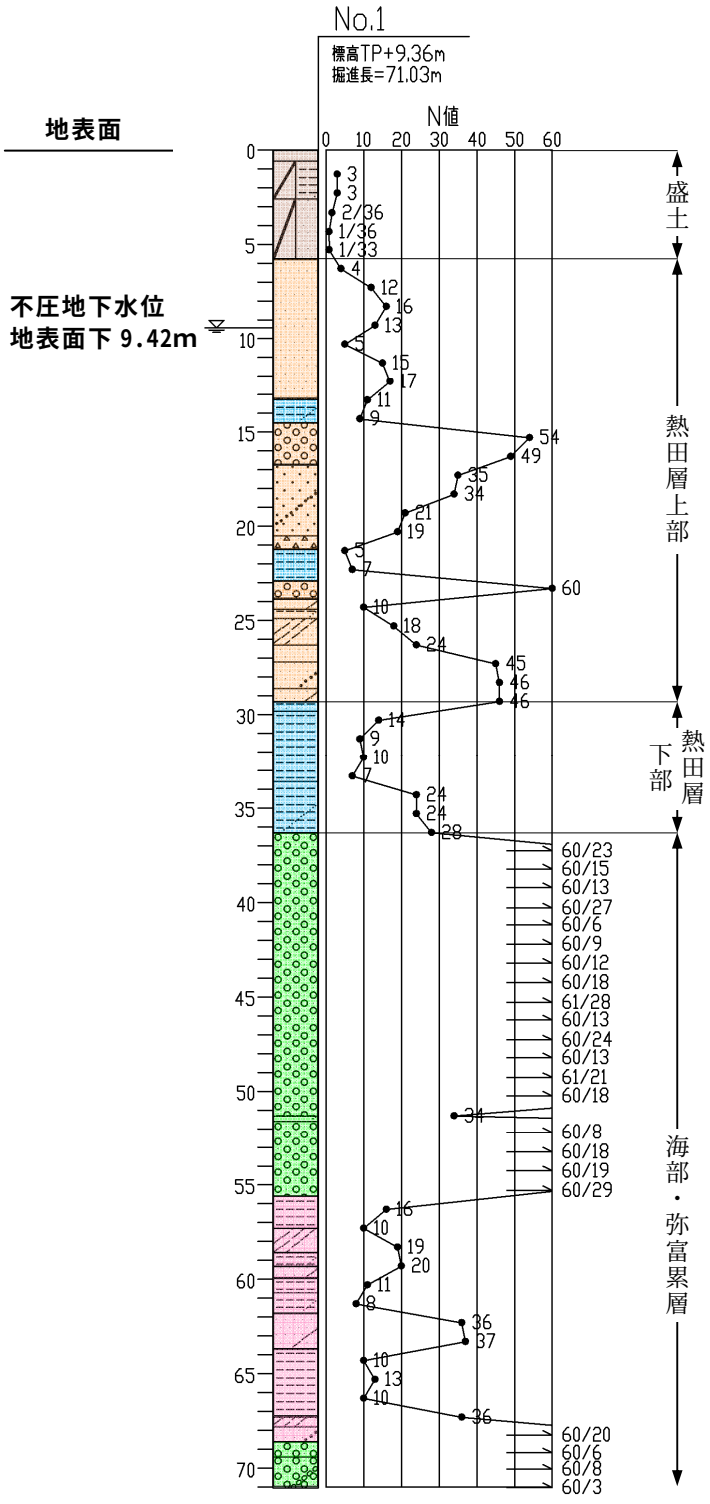


図 2-4-7　事業予定地の地下水の状況

4-3 予　　測

4-3-1 地下水位の予測

(1) 予測事項

掘削等の土工による地下水位の変動及びそれに伴う周辺地盤の変位

(2) 予測対象時期

工事中（地盤掘削工事時）

(3) 予測場所

事業予定地周辺

(4) 予測方法

① 予測方法

工事計画に基づく推定

② 予測条件

本工事では、現況施設地下躯体を山留壁として利用し、新建築物の大半を現況施設の内側で施工し、駐車場棟等の一部の範囲において、地下躯体外の掘削を行う計画である。

ただし、事業予定地南側の掘削深度は、図 2-4-8 に示すとおり地表面下 8.8mであり、本事業で実施したボーリング調査で確認された地下水位（地表面下 9.42m）よりも浅い位置となる。なお、降雨時等の地下水位上昇時に備え、地表面下 14m付近の難透水層下部まで、場所打ち山留壁を構築することにより、周辺と掘削エリアとの地下水を遮断する。

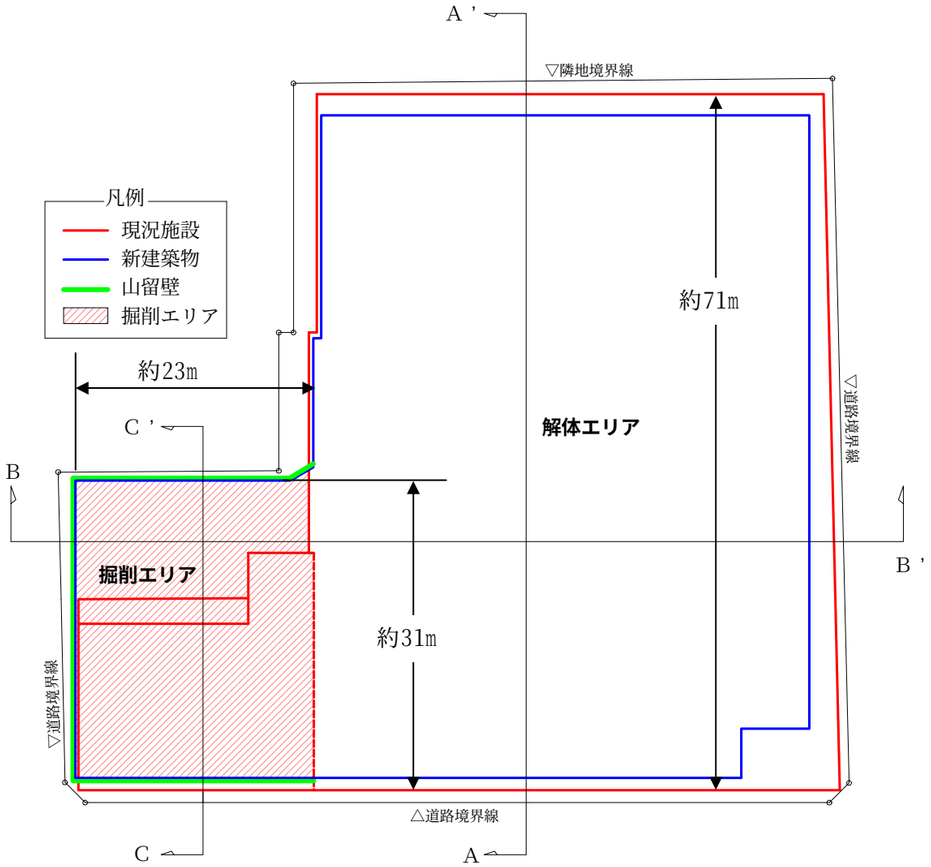
また、図 2-4-8 に示すＡ－Ａ'断面のＡ'側では、底面は地表面下約 11mとなり地下水位面より深い位置となることから、支持杭の打設作業時には、地下水位面より高い位置まで盛土を行った上で、杭施工を行う計画である。

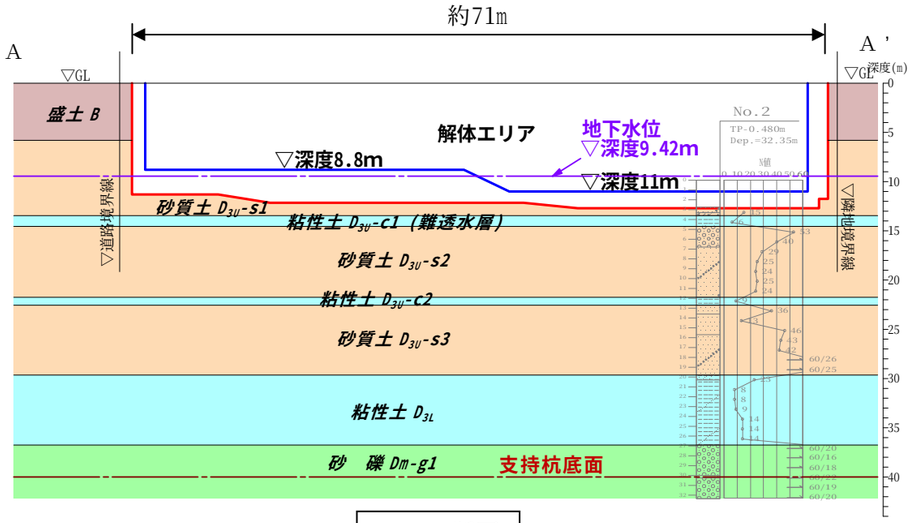
さらに、杭施工は、孔壁崩壊を防止する安定液を充填する施工とすることにより、被圧地下水の湧出を防止する計画である。

(5) 予測結果

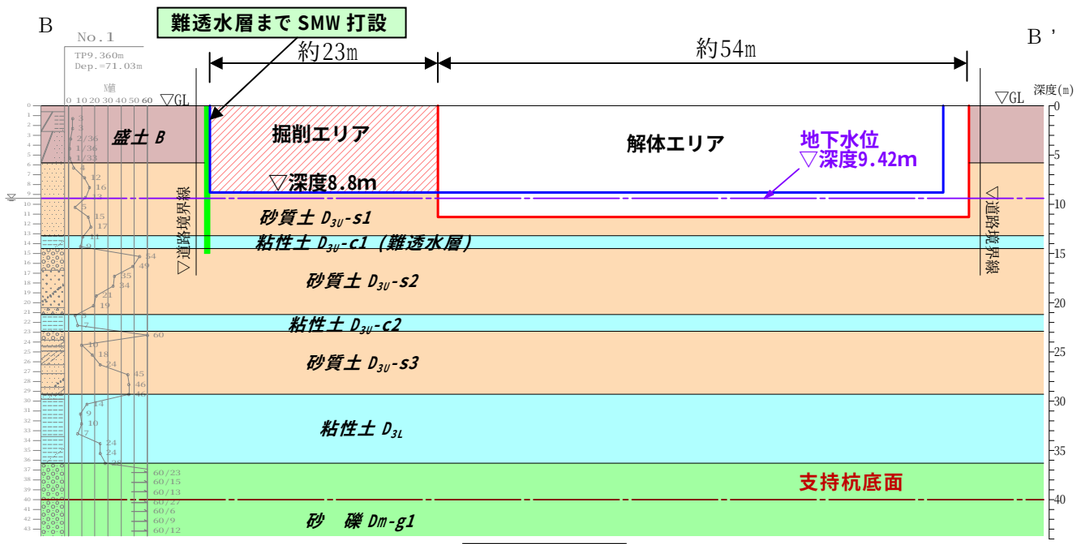
現況施設地下躯体の外側での掘削深度は地表面下 8.8mとなり、地下水位（地表面下 9.42m）よりも浅いため、周辺の地下水位への影響及びこれに伴う地盤変位は発生しないと予測される。

掘削にあたり、現況施設地下躯体を山留壁として利用することに加え、場所打ち山留壁を構築し、地下水を遮断した上で施工する。また、支持杭打設時においても、盛土し地下水位面より高い位置で施工するとともに、杭打設後には、現況施設地下躯体と杭が一体化することで周辺地盤の地下水を遮断し、地下水を浸出させないことから、周辺地下水位への影響及びこれに伴う地盤変位は発生しないと予測される。

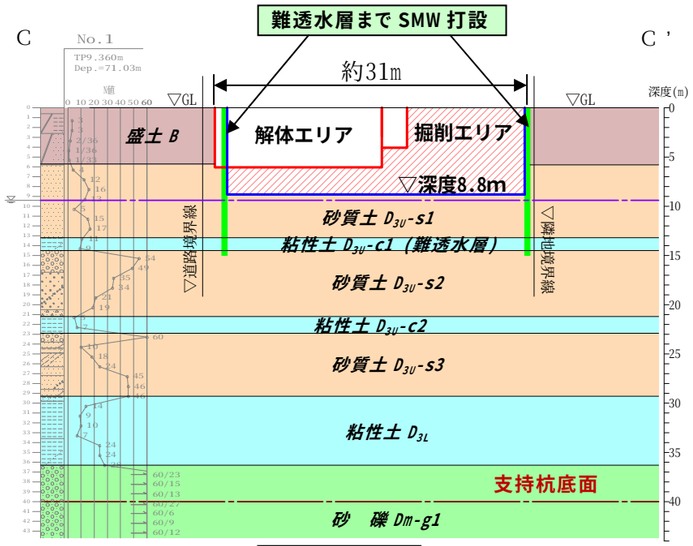




A－A’断面



B－B’断面



C－C’断面

図 2-4-8　山留壁及び解体・掘削計画

4-3-2　地盤変位の予測（工事中）

(1)　予測事項

掘削等の土工による周辺地盤の変位

(2)　予測対象時期

工事中（現況施設解体及び地盤掘削工事時）

(3)　予測場所

予測は、掘削が最も大きくなる前掲図 2-4-8 に示すＡ－Ａ’、Ｂ－Ｂ’及びＣ－Ｃ’の 3 断面とした。

(4)　予測方法

①　予測手法

工事中における周辺地盤の地表面変位予測は、現況施設及び掘削土砂の荷重を取り除く工事であるため、有限要素法による弾性解析プログラムを用いて行った。（予測式は、資料６－２（資料編 p.200）参照）

②　予測条件

解析範囲は、海部・弥富累層（D_m-g1）より上部の地盤とし、水平方向には、山留壁及び現況施設地下躯体から掘削幅並びに掘削深度の 5 倍程度の範囲まで地盤をモデル化した。

山留壁等は、図 2-4-9 に示すように、曲線状にたわむ要素としてモデル化し、また、山留壁等と地盤の間のズレを許容するようにモデル化を行った。

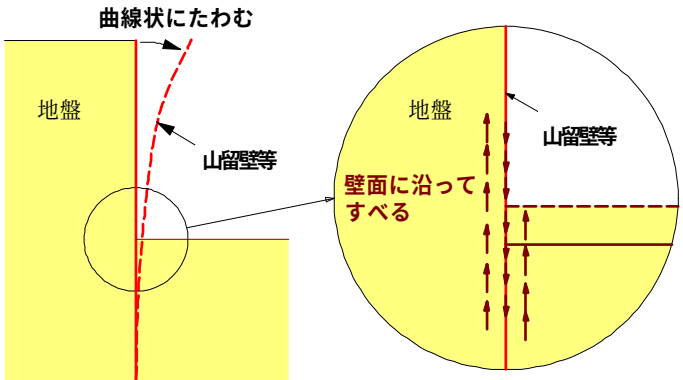


図 2-4-9　山留壁等のモデル化概念図

モデル化した断面の土質定数は、本事業における地盤調査資料を用いて決定した。土質定数の一覧表は、表 2-4-3 に示すとおりである。

モデル断面の左右の境界は、鉛直方向の変位を許し、水平方向は固定とした。また、底面の境界は鉛直、水平とも固定とした。

有限要素法に用いた地盤モデルは、資料６－３（資料編 p.201）に示すとおりである。

表 2-4-3　土質定数一覧表

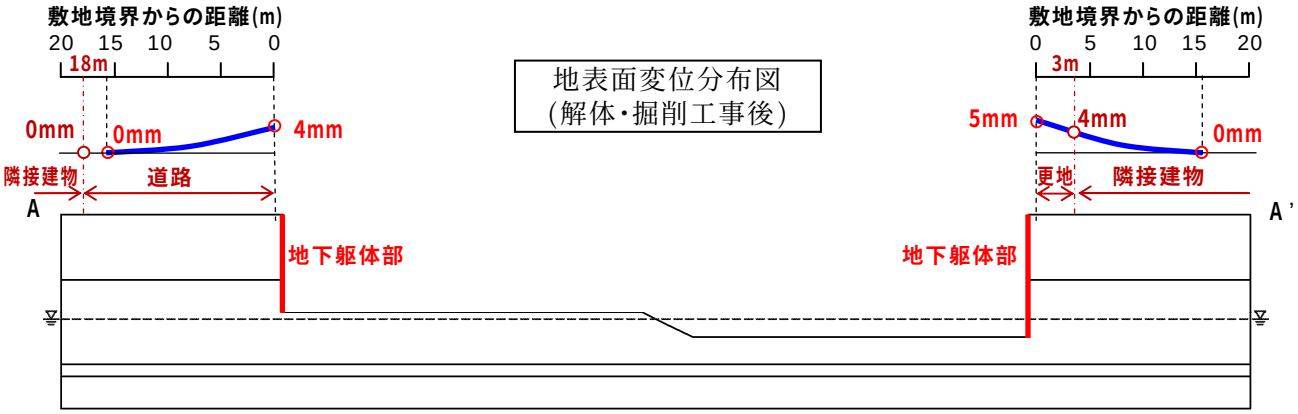
土　層	平均 N値	弾性係数 E (kN/m^2)	ﾎﾟｱｿﾝ比 ν	単位重量 γ t (kN/m^3)
B	2.0	5,600	0.333	16.9
D_{3U}-s1	12.1	33,900	0.333	17.6
D_{3U}-c1	8.7	24,400	0.333	15.7
D_{3U}-s2	31.5	88,200	0.333	17.6
D_{3U}-c2	8.5	23,800	0.333	15.7
D_{3U}-s3	37.3	104,400	0.333	17.6
D_{3L}	14.1	39,500	0.333	17.6
Dm	60	168,000	0.333	18.7

(5)　予測結果

解体・掘削に伴う工事中の地盤変位は、図 2-4-10 に示すとおりである。

解体・掘削工事中においては、建物荷重及び土の荷重を取り除くことによって、掘削面より深い土層のリバウンドが生じる。敷地境界における地盤隆起量は、A－A'断面ではA側で 4㎜、A'側で 5㎜、B－B'断面ではB側で 9㎜、B'側で 3㎜ となり、C－C'断面のC側で 8㎜、C'側敷地境界において、10㎜ の隆起が生じると予測される。

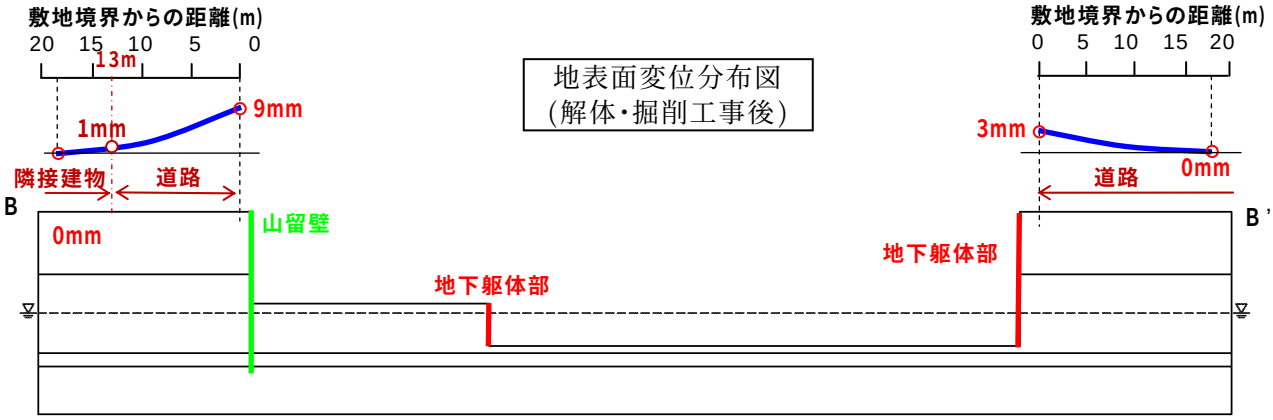
また、隣接建物で最大 4㎜ の地盤隆起量となるが、事業予定地から離れるに従って地盤隆起量は減少し、敷地境界から 20m程度離れると、地盤変位はなくなると予測される。



A側						位置	A'側					
16	10	5	2	1	0	敷地境界からの距離(m)	0	1	2	5	10	16
0	1	3	3	4	4	地盤隆起量(mm)	5	4	4	3	1	0

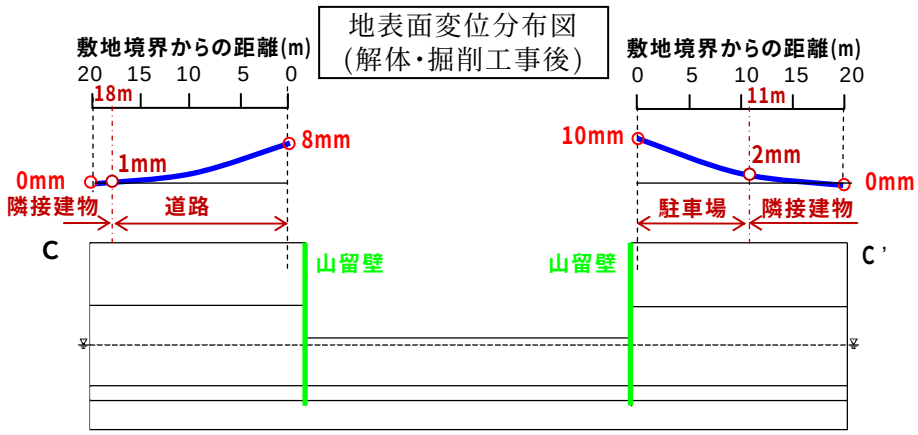
図 2-4-10(1)　解体・掘削工事後の地盤変位（A－A'断面）

＊準備書では、A側及びA'側の予測結果を逆に示していたため、本評価書では、正しく記載した。



B側						位置	B'側					
18	10	5	2	1	0	敷地境界からの距離(m)	0	1	2	5	10	18
0	2	4	6	7	9	地盤隆起量(mm)	3	3	3	2	1	0

図 2-4-10(2)　解体・掘削工事後の地盤変位（Ｂ－Ｂ'断面）



C側						位置	C'側					
20	10	5	2	1	0	敷地境界からの距離(m)	0	1	2	5	10	20
0	2	4	6	7	8	地盤隆起量(mm)	10	8	7	5	2	0

図 2-4-10(3)　解体・掘削工事後の地盤変位（Ｃ－Ｃ'断面）

＊準備書では、Ｃ側及びＣ'側の予測結果を逆に示していたため、本評価書では、正しく記載した。

4-3-3　地盤変位の予測（存在時）

(1)　予測事項

建物荷重による周辺地盤の変位

(2)　予測対象時期

存在時（新建築物の完成時）

(3)　予測場所

事業予定地周辺

(4)　予測方法

①　予測手法

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に基づく予測

②　予測条件

新建築物の重量は、地表面下 36m付近にあるN値 60 以上の非常に堅固な海部・弥富累層（D_m-g1）に対して、地表面下 40mまで打設した杭（支持杭）によって支える計画である。これにより、全建物荷重は杭先端の D_m-g1 層にのみ作用することになる。

(5)　予測結果

本施工では、地表面下 40mまで打設した支持杭によって支える計画であり、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）によれば、「支持杭の場合、沈下の検討を行わなくてもよい」とされていることから、建物荷重による地盤変位は小さく、実質上生じないと予測される。

4-4　環境保全措置

本事業の実施にあたっては、以下に示す環境保全措置を講ずる。

・場所打ち山留壁の構築など地下水の遮断に配慮するとともに、降雨等で掘削時に一時的に水が溜まった場合には、掘削エリア内に設けた溝に溜めて、適切に排出させる。

・工事着手前には、事業予定地に隣接する周辺家屋への事前調査を行う計画とする。さらに、工事中においては、毎月１回水準測量を行うことにより、周辺地盤への影響の確認を行い、予測値を超える地盤変位が確認された場合には、周辺の状況を踏まえ、影響があると想定される事業予定地に隣接する家屋を調査し、本事業による被害が認められた場合には、適切な対応をとる。

4-5 評　　価

掘削等の土工による地下水位の変動及びそれに伴う周辺地盤の変位について、本事業における施工計画では、現況施設地下躯体の外側の掘削深度は、地下水位よりも浅いため、周辺地盤の地下水位への影響及びこれに伴う地盤変位は発生しないと判断する。

掘削等の土工による周辺地盤の変位について、解体・掘削工事中の敷地境界における隆起量は、3～10㎜と予測され、隣接する建物で最大4㎜の隆起が予測される。隣接建物の基礎幅は10m程度であり、基礎片側で4㎜の隆起がある場合、建物基礎の傾斜角は4㎜/10m＝4/10000となる。「小規模建築物基礎設計指針」（日本建築学会）によると、建物基礎の傾斜角の限界値は6/1000～8/1000であることから、著しい影響はないと判断する。

存在時については、新建築物の基礎構造が、非常に堅固な地盤（D_m-g1）を支持層とする杭基礎であるため､建物完成後の建物荷重による地盤変位は､実質上生じないと判断する。

本事業の実施にあたっては、場所打ち山留壁を構築など地下水の遮断に配慮する等の環境保全措置を講ずることにより、周辺の環境に及ぼす影響の低減に努める。