

第4章 対策工法の検討

4-1 全体の検討フロー

公共施設・宅地一体型液状化対策の検討は、対策に必要な効果が見込め、実現可能な工法を選択し、事業区域の住民等の意向を段階的に確認しながら進めることが重要である。

公共施設・宅地一体型液状化対策における検討フローを図4-4に示す。また、図4-4の検討段階（1）～（4）における留意事項について以下のとおり示す。

公共施設・宅地一体型液状化対策は、住宅を存置したまま地区単位で行う市街地の液状化対策であり、事業の実施による液状化被害の軽減を目的とし、必要な効果が得られるとともに、区域内の影響等を検討して、宅地所有者等の意向を踏まえた事業計画を作成し、実施する必要がある。

（1）公共施設・宅地一体型液状化対策工法の検討

東日本大震災で液状化被害を受けた地区では、地下水位低下工法と格子状地中壁工法により住宅を存置したまま行う公共施設・宅地一体型液状化対策が実施されてきた。地下水位低下工法は、住宅地全体の地下水位を低下させることにより、不飽和の非液状化層の厚さを増し、さらにその下層の液状化層の厚さや液状化の程度を軽減して、液状化による被害を抑制するものであり、公共施設の土地の区域で工事を行うことができることから、まず検討すべき液状化対策工法として活用されてきた。一方、格子状地中壁工法は、比較的大がかりな工事を要するものの、圧密沈下を招くことがなく透水性の低い地盤にも適用できる工法であり、地盤の下部に粘性土の層がある場合に採用されている。これらの工法については、液状化対策の効果を評価する簡易評価シートが開発・公開されている。

公共施設・宅地一体型液状化対策工法を検討するに当たっては、既存のボーリング、地質調査資料を収集し、液状化対策の効果を工法ごとに評価する。地震前のボーリング・地質調査からでは全体が把握できない場合、震災後のボーリング・地質調査を数箇所追加する。必要な効果が見込め、実現可能な工法を選定する。

対策工法の選定や対策の検討に当たっては、簡易評価シートを活用するほか、当該地域の地盤や地震の状況を踏まえた液状化発生メカニズムの解明、対策工法の選定、解析等の妥当性について学識者等からなる技術検討委員会に諮ることが望ましい。また、施工法が改良されたり、新工法が開発されたりすることがあるので、最新の技術動向を収集することも重要である。

なお、こうした検討の結果、公共施設・宅地一体型の液状化対策について、効果が見込めない場合は、他の復興方針や対策等の検討を行う。

また、検討の結果や効果が見込まれた対策工法を実施する場合、事業制度や工法の説明だけでなく、住民に求められる負担（宅地内の施設の設置、費用負担等）については、類似の事業事例を参考にして、想定する事業区域の住民等に対して説明を行い、次のステップに移る同意を形成することが重要である。

1) 地下水位低下工法の概要

地下水位低下工法は、住宅地や道路部分の地下水位の高さを強制的に低下させて地表面下の数メートルを非液状化層とすること、およびその下層の液状化層の厚さや液状化の程度を軽減し、液状化による被害を抑制する工法である。地下水位低下工法の詳細については、「第5章 地下水位低下工法の検討」を参照されたい。

なお、地下水位の低下は官民境界を越えて道路・宅地の区別なく対策効果が及ぶことから、公共施設・宅地一体型液状化対策の枠組みになじみやすい工法で、以下のような地区に適用可能である。

- ①有害な沈下を引き起こす、圧密沈下対象層が厚く堆積していないこと。
- ②団地に公共施設（道路）があり、暗渠管あるいは汲み上げ井戸を設置するスペースがあること。
- ③暗渠管を設置する工法の場合は、敷（画）地割が比較的整形であること。
- ④施工区域外からの地下水流入量以上の水を排水して地下水位を下げられる地下水環境であること。

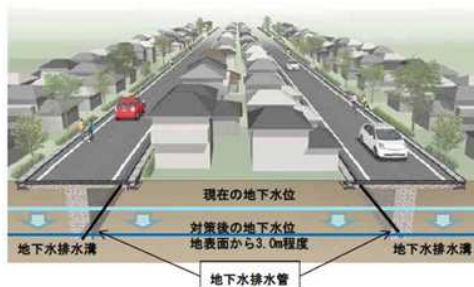


図4-1 地下水位低下工法のイメージ

2) 格子状地中壁工法の概要

格子状地中壁工法は、セメントなどの改良材を地中に供給し、原地盤の軟弱土と改良材を強制的に混合攪拌することで、地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑止し液状化を抑制する。格子状地中壁工法の詳細については、「第6章 格子状地中壁工法の検討」を参照されたい。

なお、格子状の地中壁は、街区の宅地を箇々に格子状に囲むため、民地内での対策工事が必要となることから、以下のような街区に適用が限定される。

- ①敷（画）地内の工事や住民負担額等について、街区全体の住民が同意する街区
- ②敷（画）地割が比較的整形であり、高低差が小さい街区
- ③敷（画）地割が大きすぎず、一定の隣棟間隔が確保されている街区

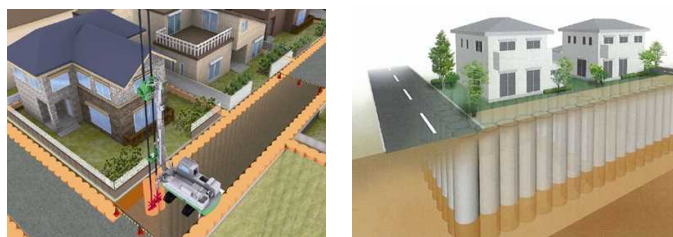


図4-2 格子状地中壁工法のイメージ

〈補足〉

緩傾斜地盤又は護岸背後地盤などの地形では、地盤の液状化により水平方向への大きな変動が発生する場合がありますので、こうした変動を抑制する側方流動対策についても検討することが考えられる。

具体的な例として千葉県香取市では、再び大地震が起こった場合に地盤が液状化し、河川に向かって側方流動が起こることを解析等により確認したため、道路等の公共施設と宅地の一体的な液状化対策について委員会を設置して検討した。検討の結果、河川護岸の水平方向変位を抑制する側方流動対策として河川の下地盤を格子状に固化改良する工事を実施した。

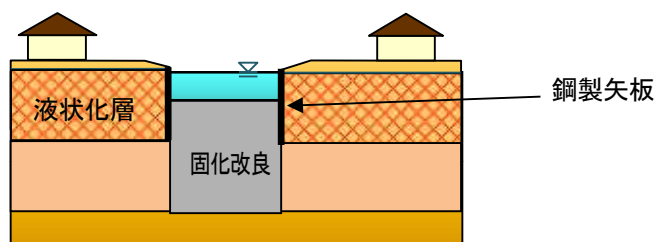


図 4-3 側方流動対策のイメージ

(2) 公共施設・宅地一体型液状化対策実施地区の選定

公共施設・宅地一体型液状化対策について具体的な検討を進めるものとした地区については、事業を検討する地区でボーリング調査等を実施して地盤等のデータを補い、事業実施による効果を検証しつつ、事業計画案を作成し、説明会等を設けて事業計画案の実施に向けた住民等の意向をとりまとめる。

事業計画案の作成に当たり、施設の設置、工事の実施、費用の負担等を検討することになるが、それらの中には、事業区域の宅地所有者等の理解が必要な事項や、事業区域周辺に影響を与える内容も含まれる。

特に、事業区域内の宅地所有者等に費用負担を求めるなど、宅地所有者等の同意が欠かせない事項については、地区内で必要な同意を得られる見通しを立て進めることが重要である。例えば、事業に要する費用の一部について負担を求める場合には、負担額（見込み案）を示し、その理由（例：宅地内で行う工事費用の一部。ポンプを稼働させる電気代の一部）を説明する。

また、液状化対策工事が、公共施設の区域に留まらず、宅地の中でも実施される場合、宅地内の施工内容、施工の準備、工事終了後の建替え時の制限など宅地に課される制限についても説明することが重要である。

こうした説明を踏まえて、事業計画案に対する宅地所有者等の同意の状況を確認し、事業計画を策定する区域を決定する。

(3) 公共施設・宅地一体型液状化対策事業計画の作成

事業計画を作成する地区では、対策方針、地区内の地盤条件、宅地の区画割り等を踏まえて、詳細な検討（設計図、施工計画、工程等）を行う。検討を進めるに当たっては、アンケートや個別の意見聴取などにより区域内の地権者等の意向を把握し、必要な配慮を行って、事業計画に反映させる。

この際、事業に要する費用の一部について負担を求める場合には、負担額を明らかにするとともに、その算出方法を説明する。また、液状化対策工事の内容や工事完了後の宅地に与える影響について具体的に説明する。

こうした説明を踏まえて、事業計画に対する宅地所有者の同意の状況を確認し、事業計画を決定する。

なお、事業計画の詳細な検討、宅地所有者等への説明等を通じて、やむを得ない事情が生じた場合には、事業計画の対象区域を変更するなどの対応が必要となる。

(4) 公共施設・宅地一体型液状化対策工事の実施

対策工事の実施に当たっては、事業区域内外の住民と必要な調整を行い、協力を得ることが重要である。

区域内の宅地所有者等に対しては、宅地内に対策工事等が影響する場合の工事等への必要な協力を求める。特に、格子状地中壁工法の場合、宅地内工事が不可欠となるため、事前に宅地内の施工位置、機材の設置位置等の施工環境及び条件、施工の妨げとなる植栽や既存塀の撤去・復元の条件等を整理して、宅地内工事の影響について十分に説明することが重要である。

また、工事車両の搬出入、道路や公園内に施工のための施設を設置して工事期間中の作業ヤードとして活用したりすることで、事業区域周辺の住民の生活に影響を与えることがあるため、工事の着手に先立ち、事業実施地区の近隣住民にも必要な説明を行う。

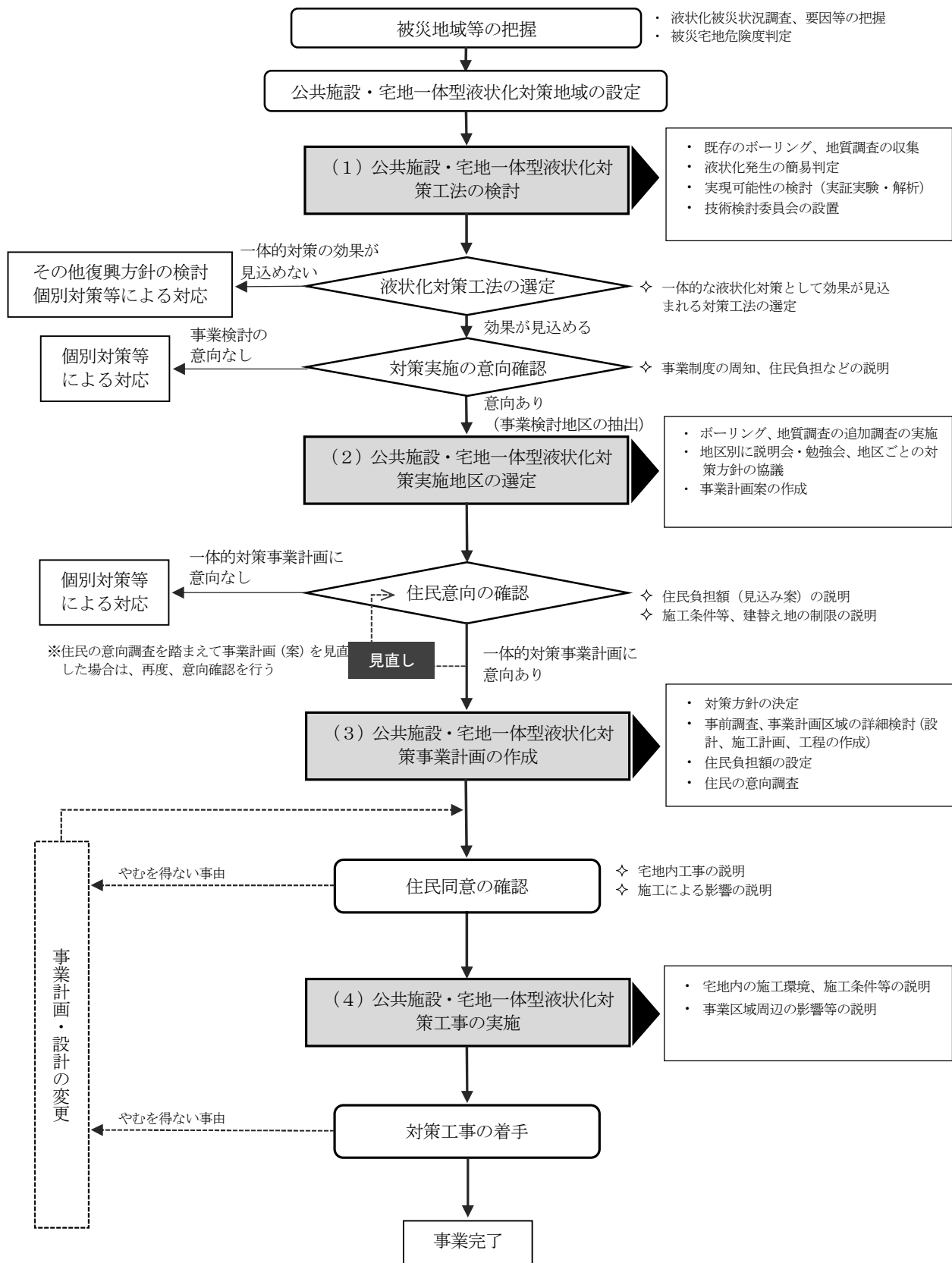


図 4-4 公共施設・宅地一体型液状化対策の検討フロー

4-2 震災前の地盤状況の再現及び液状化発生の確認

(1) 震災前の地盤状況の再現

過去のボーリングデータと、液状化被害発生状況のマップ類を用いて、被災前の地盤状況を再現し、液状化発生範囲の平面図及び被災前の地盤断面図を作成する。

また、震災前の地盤調査箇所にあわせた箇所、被災地区の地盤を代表する箇所及び、被害が顕著な箇所において、地盤調査（数箇所）を実施する。これは震災前の地盤調査結果に物理試験（粒度試験）を実施していないことが想定されるためである。

過去のボーリングデータから、図4-5のように被害箇所と地盤状況の比較を行うために、図4-6のような震災前地盤調査（黒）と震災後地盤調査（赤、紫）を併記した既存調査位置図を作成し、図4-7のように液状化検討に資する地質断面図を作成する。

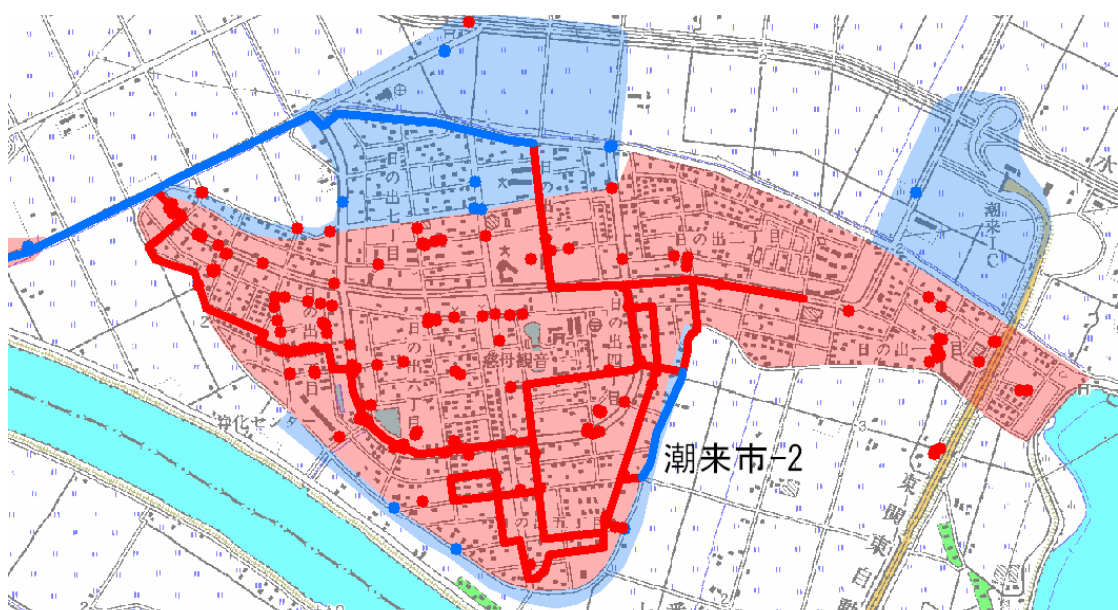


図 4-5 液状化発生範囲の平面図¹⁾

凡 例

赤塗りつぶし：液状化被害の大きい地域（●：噴砂箇所）

青塗りつぶし：液状化被害の少ない地域（●：噴砂箇所）

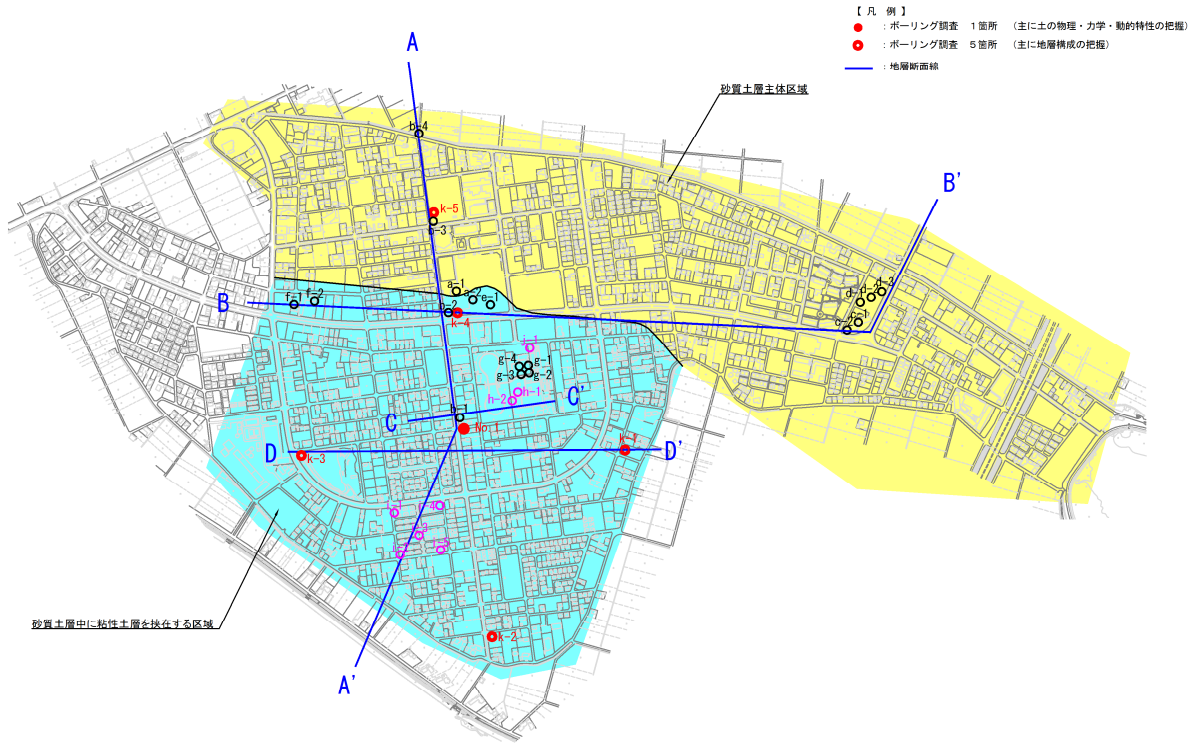


図 4-6 既存調査位置図

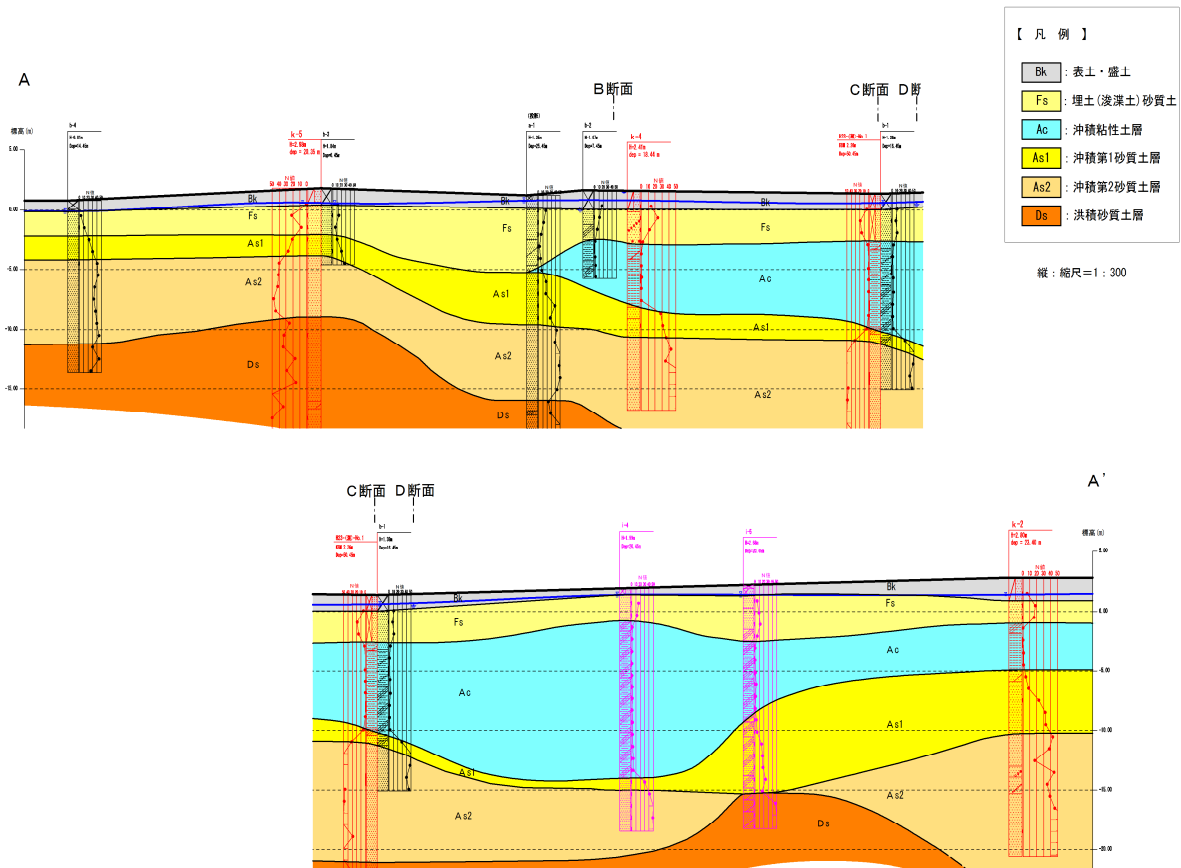


図 4-7 震災前の地盤想定断面図

(2) 液状化発生の確認

被災前における液状化発生の検証は、地震前の既存資料のボーリング結果及び室内土質試験を用いて、「3-4 (4)発生地震波」で想定した地震動の波形をもとに「宅地液状化被害判定指針」の計算シートを用いて以下のように算定する。

- ① 地盤の液状化発生の可能性は、 N 値等の地盤調査結果を用いた液状化に対する安全率 (F_L 値) から、液状化指数 P_L 値により液状化による被害発生の可能性を判定する。
- ② 液状化による地盤の沈下量は、液状化に対する安全率 (F_L 値) より地表変位量 (D_{cy}) を算出し評価する。

被災前における液状化発生の検証は、「3-4 (4)発生地震波」で想定したマグニチュード及び加速度の地震動波形を用いる。例えば、東日本大震災の実際の地震動(既往の最大値)の液状化判定に用いる加速度は、被災した各市町村においてその波の成分が異なるため、観測点K-NETやKiK-netのホームページから図4-8のように液状化現象に対する影響の比較的少ないサイクリックな挙動でパルス状の波形となる部分を除いた不規則波のままの最大加速度を用いることができる。

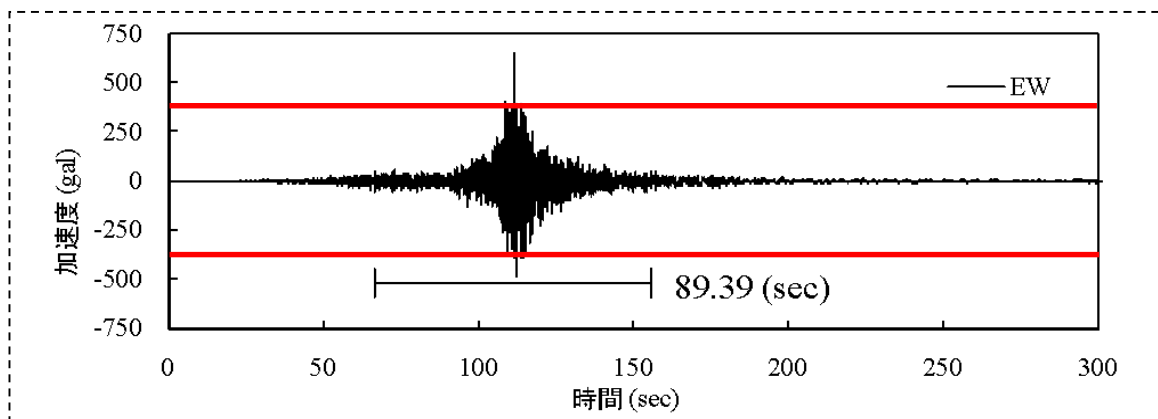


図 4-8 等価加速度のイメージ

液状化発生の判定方法は、「宅地液状化被害判定指針」²⁾の計算シート³⁾を用いて判定をおこなうが、同指針も「建築基礎構造設計指針(日本建築学会)」の“地盤の液状化判定”や“液状化に伴う地盤物性と地盤変形量の予測”及び“液状化に伴う F_L 、 P_L 、 D_{cy} の計算の考え方”に準拠していることから、<資料編4-1~4-3>の算定式を参照されたい。

「宅地液状化被害判定指針」による液状化の判定方法を次に示す。

1) 液状化に対する安全率 (F_L 値) の算定

液状化に対する安全率 (F_L 値) は「建築基礎構造設計指針」を基本として算定する。

沖積層で圧密時間が400～500年以上経過していることが明らか場合には、地盤生成年代効果を考慮することができるものとする。ただし、地盤の生成年代による補正係数 (C_h) は、図4-9に示すようにC_h=1.4を上限とする。

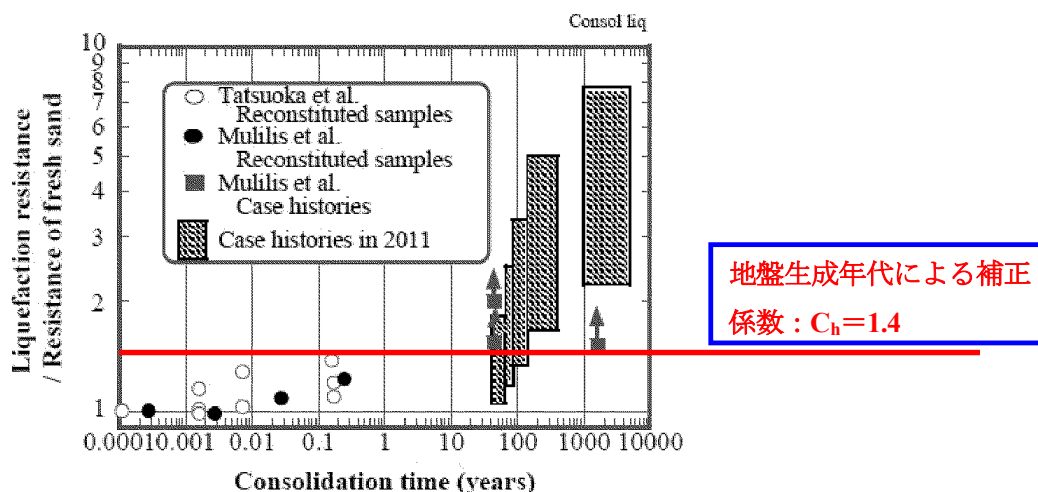


図 4-9 液状化強度増加率の経時変化⁴⁾

①液状化抵抗比の算出方法

各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_L を次式により計算する。

$$F_L = C_h \cdot (\tau_L / \sigma_z') / (\tau_d / \sigma_z')$$

ここで、

- F_L : 液状化に対する安全率
- τ_L / σ_z' : 液状化抵抗比 (R)
- τ_d / σ_z' : 等価な繰返しせん断応力比 (L)
- C_h : 地盤生成年代による補正係数 (C_h)

②液状化抵抗比 (R) の算出方法

液状化抵抗比 (τ_L / σ_z') は、せん断ひずみ振幅5%の曲線を用いて求める。

また、N_aは以下の式により算定する。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

ここで、

- N_a : 補正 N 値
- N₁ : 換算 N 値 $N_1 = C_N \cdot N$
- ΔN_f : 細粒土含有率に応じた補正 N 値増分
- C_N : 拘束圧に関する換算係数 $C_N = \sqrt{98} / \sigma_z'$
- σ_z' : ボーリング調査時の有効土かぶり圧 (kN/m²)

③等価な繰返しせん断応力比 (L) の算出方法

検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比を次式により計算する。

$$(\tau_d/\sigma_z') = \gamma_n \cdot (\alpha_{max}/g) \cdot (\sigma_z/\sigma_z') \cdot \gamma_d$$

- τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)
- σ_z' : 検討深さにおける有効土被り圧 (鉛直有効応力) (kN/m²)
- γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数で、 $\gamma_n=0.1 (M-1)$
ただし、M は地震のマグニチュード
- α_{max} : 地表面における設計用水平加速度 (gal)
- g : 重力加速度 (980gal)
- σ_z : 検討深さにおける全土被り圧 (鉛直全応力) (kN/m²)
- γ_d : 地盤が剛体でないことによる低減係数で (1-0.015z)、z はメートル単位で表わした地表面からの検討深さ

2) 判定対象層

「建築基礎構造設計指針」では、細粒分含有率35%以下の層に関する規定は「沖積層」、細粒分含有率35%以上の低塑性シルト層に関する規定は「埋立て地盤・盛土地盤」に適用しているが、当該指針では「沖積層、埋立て地盤、盛土地盤」とともに、細粒分含有率35%以下の層及び細粒分含有率35%以上の低塑性シルト層に関する規定を適用することとした。なお、東日本大震災における細粒分含有率については、細粒分含有率35%以上でも液状化しているものがあるので、現場に合わせた詳細な検討が必要である。

表 4-1 当該指針の判定対象層²⁾

	地表面から20m程度以浅の沖積層・埋立土・盛土				
				平均粒径10mm以下で、かつ10%粒径が1mm以下の土層	
	細粒分含有率35%以下の層	細粒分含有率35%を超える層		細粒分含有率35%以下の層	細粒分含有率35%を超える層
粘土分含有率が10%以下の層		塑性指数15以下の層	塑性指数15以下の層		
「建築基礎構造設計指針」を基本とする場合	○	○	○	-----	
道路橋示方書・同解説 V耐震設計編を基本とする場合	-----			○	○

3) 判定図

判定図については、「1-3 液状化の基礎知識」に記載してあるので参照されたい。

4) 非液状化層厚 (H_i)

非液状化層厚とは、地表面から表4-2に示す条件を満足する連続した層厚である。

非液状化層厚 (H₁) と液状化層厚 (H₂) の関係を図4-10に示す。なお、埋立土・盛土内にあるN値が2以下の粘性土層は非液状化層厚 (H₁) に含めないこととした。

表4-2 非液状化層厚 (H_1)²⁾

	地下水位より浅い層	地下水位より深い層				平均粒径 10mm 以上で、または 10% 粒径が 1mm 以上の土層 (沖積層・埋立土・盛土)
		液状化の安全率 (F_L 値) が 1.0 より大きい砂層	N 値が 2 より大きい粘性土層 (埋立土・盛土)	細粒分含有率 35% を超える総 (沖積層・埋立土・盛土) 粘土含有率が 10% 以上の層	塑性指数 15 以上の層	
「建築基礎構造設計指針」を基本とする場合	○	○	○	○	○	-
「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」を基本とする場合	○	○	○	-	○	○

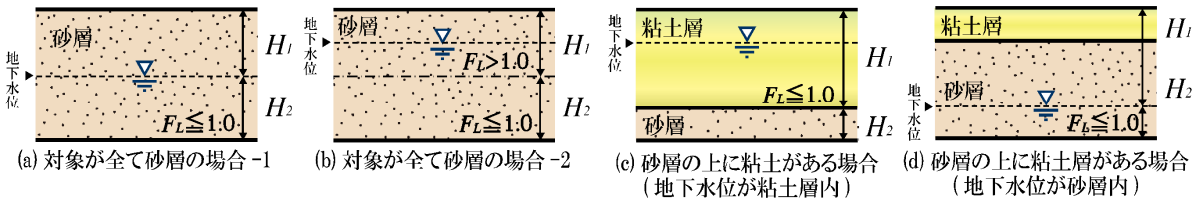


図 4-10 非液状化層厚 (H_1) と液状化層厚 (H_2) の関係⁵⁾

5) 液状化指標 (P_L 値) の算定方法

液状化指標 (P_L 値) を算定する方法については「1-3 液状化の基礎知識」に記載してあるので参照されたい。

6) 地表変位量 (D_{cy} 値) の算出方法

水平地盤での動的水平変位、残留水平変位、沈下量、液状化の程度と動的水平変位の予測は、適当な応答解析によるほか、液状化判定の後、以下の手順によることができる。

- ① 図4-11から N_a 、 τ_d/σ'_z に対応する各層の繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を推定する。
- ② 各層のせん断ひずみ γ_{cy} が同一方向に発生すると仮定して、これを鉛直方向に積分して、振動中の最大水平変位分布とする。

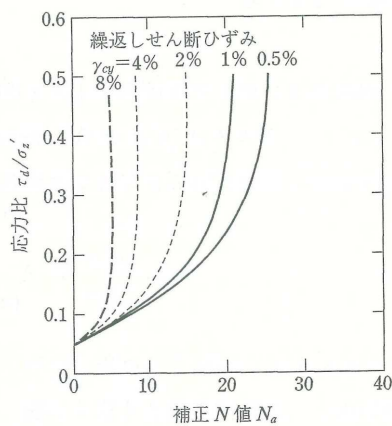


図 4-11 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係⁶⁾

- ③ 地表変位を D_{cy} とし液状化程度の指標とする。液状化の程度は、 D_{cy} の値により表 4-3 のように評価する。

表 4-3 地表変位を D_{cy} とした液状化程度の関係⁶⁾

$D_{cy}(cm)$	液状化の程度
0	なし
~ 05	軽微
05 ~ 10	小
10 ~ 20	中
20 ~ 40	大
40 ~	甚大

同様に、液状化に伴う沈下量 S を求めたい場合、**図4-11** をそのまま使い、 γ_{cy} を体積ひずみ ε_v と読み換えればよい。

また、液状化に伴う圧縮沈下量の推定方法については、石原・吉嶺により提案されている**図4-12** に示す関係図より推定することもできる。

この関係図は、室内繰返しせん断試験により、非排水状態で液状化試験を行った後に、排水状態にして過剰間隙水圧を消散させて液状化後の体積圧縮ひずみを直接求めた試験結果をもとに、液状化に対する抵抗率 (F_L) と体積圧縮ひずみ (ε_{vd}) や換算 N 値 (N_i) をパラメータとした関係を示したものである。

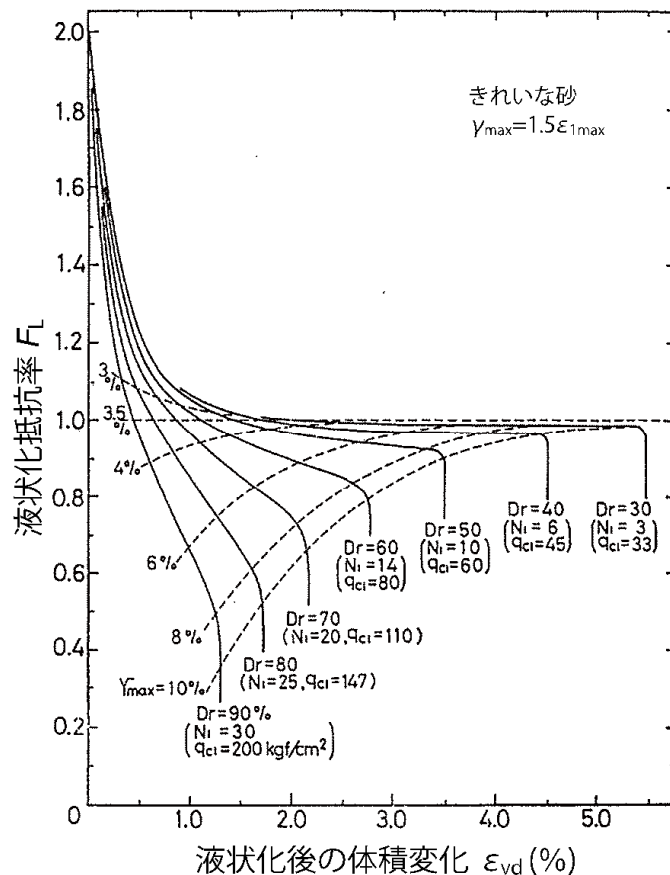


図 4-12 石原・吉嶺による F_L , 相対密度と体積ひずみの関係⁷⁾

なお、“宅地の平均地盤沈下と住宅の傾斜角の関係”、“建物の傾きによる健康障害について”、“液状化による家屋被害と健康障害の関係”、“地盤に係る住宅被害認定の運用見直しについて”を<資料編4-4～4-7>に掲載したので参照されたい。

(3) 震災前の地盤条件のもとで液状化が発生した場合における地盤沈下量の検証

地盤沈下量は、震災前の地盤条件のもとで液状化が発生した場合の推定沈下量と実際に測量した沈下量の比較を行う。その液状化判定結果を用いて、以下のようなコンター図等を作成することにより、建物被害と液状化の因果関係を把握することができる。

- ① 液状化推定断面図の作成
- ② 液状化被害（沈下）のコンター図の作成
- ③ 液状化解析による地盤沈下量（ D_{cy} ）コンター図の作成
- ④ 液状化被害（建物被害）と「 $H_1 \sim D_{cy}$ の関係」や「 $H_1 \sim P_L$ 値の関係」

液状化の判定結果の P_L 値及び D_{cy} は、図4-13に示すように着色し見やすくすることが望ましい。また、図4-14及び図4-15は液状化対象層の「 N 値と細粒分含有量（ F_c ）の関係」や「 N 値と平均粒径（ D_{50} ）の関係」及び「粒径加積曲線図」を示したものであるが、これらの関係図を作成することにより液状化層の粒度特性を知ることができる。

作成図面の事例を次に示した。

- ① 液状化安全率 F_L を用いた液状化可能性の予測（表4-4参照）
- ② 液状化判定及び地盤変位量（ D_{cy} ）算定（表4-5及び表4-6参照）
- ③ 液状化推定断面図の作成（図4-16及び図4-19参照）
- ④ 液状化被害（沈下）のコンター図の作成（図4-17及び図4-20参照）
- ⑤ 液状化解析による地盤沈下量（ D_{cy} ）コンター図の作成（図4-18及び図4-21参照）
- ⑥ 液状化被害（建物被害）と「 $H_1 \sim D_{cy}$ の関係」や「 $H_1 \sim P_L$ 値の関係」（図4-22及び図4-23参照）

D_{cy} 値		P_L 値	
0	なし	$P_L=0$	液状化による被害発生の可能性がない
~5	軽微	$0 < P_L \leq 5$	液状化による被害発生の可能性が低い
5~10	小	$5 < P_L \leq 15$	液状化による被害発生可能性がある
10~20	中	$15 < P_L$	液状化による被害発生の可能性が高い
20~40	大		
40~	甚大		

※ P_L 値の重み係数： $W_z(20m) = 10 - 0.5 \times z$

図 4-13 液状化の判定結果の表示例

表 4-4 震災前の地盤条件で検討した液状化安全率 F_L を用いた液状化可能性の予測

孔番	試験中心深度 (GL-m)	地層名	N値	Fc (%)	D ₅₀ (%)	液状化係数及び判定						沈下予測 種別	沈下量予測			
						M7.5 200gal	判定	M7.5 350gal	判定	M9.0 200gal	判定		M7.5 200gal	M7.5 350gal	M9.0 200gal	
a-1	1.30	Fs	17.0	2	0.290	2.933	×	1.676	×	1.589	×	PL値	20m	13.184	25.503	26.510
	2.30		12.0	3	0.180	1.976	×	1.129	×	1.070	×		10m	17.910	30.920	32.060
	3.30		6.0	2	0.150	0.560	○	0.320	○	0.303	○	Dcy (cm)	12.0	15.0	14.0	
	4.30		2.8	25	0.150	0.613	○	0.350	○	0.332	○					
	5.30		4.7	9	0.240	0.572	○	0.327	○	0.310	○					
	6.30	7.7	3	0.220	0.538	○	0.307	○	0.291	○						
	7.30	As2	18.0	3	0.160	1.286	×	0.735	○	0.696	○	Dcy (cm)	12.0	15.0	14.0	
	8.30		17.0	4	0.130	0.973	○	0.556	○	0.527	○					
a-2	1.30	Fs	16.0	2	0.250	4.214	×	2.408	×	2.283	×	PL値	20m	9.439	18.704	19.663
	2.30		7.0	4	0.200	0.827	○	0.472	○	0.448	○		10m	11.940	17.710	25.670
	3.30		2.0	32	0.110	0.729	○	0.416	○	0.395	○	Dcy (cm)	14.0	17.5	16.5	
	6.30	4.0	5	0.210	0.412	○	0.235	○	0.223	○						
	7.30	13.0	2	0.180	0.759	○	0.434	○	0.411	○						
	8.30	27.0	2	0.150	2.636	×	1.506	×	1.428	×						
	9.30	22.0	3	0.200	1.708	×	0.976	○	0.925	○						
b-1	1.30	Fs	11.0	8.8	0.261	3.773	×	2.156	×	2.044	×	PL値	20m	2.822	9.070	10.028
	2.30		8.0	8.8	0.261	1.198	×	0.684	○	0.649	○		10m	5.640	16.020	16.020
	3.30		11.0	8.8	0.261	1.600	×	0.914	○	0.867	○	Dcy (cm)	3.0	5.5	5.5	
	4.30		2.8	8.8	0.261	0.551	○	0.315	○	0.298	○					
b-2	1.30	Fs	17.0	9.6	0.259						PL値	20m	0.715	5.239	5.554	
	2.30		11.0	9.6	0.259	2.613	×	1.493	×	1.415		×	10m	1.140	8.410	8.920
	3.30		6.0	9.6	0.259	0.937	○	0.535	○	0.507	○	Dcy (cm)	0.5	2.0	2.0	
b-3	1.35	Fs	12.0	6.4	0.278	4.346	×	2.484	×	2.354	×	PL値	20m	0.391	5.963	6.590
	2.30		14.0	6.4	0.278	3.507	×	2.004	×	1.900	×		10m	0.630	8.440	9.290
	3.30		6.0	15.6	0.238	0.953	○	0.545	○	0.516	○	Dcy (cm)	0.5	1.5	1.5	
	4.30	10.0	15.6	0.238	1.392	×	0.795	○	0.754	○						
	5.30	20.0	15.6	0.238	2.846	×	1.627	×	1.542	×						
b-4	1.30	Fs	3.0	21.1	0.180	1.051	×	0.601	○	0.569	○	PL値	20m	0.000	3.948	4.277
	2.30		11.0	21	0.180	3.083	×	1.762	×	1.670	×		10m	0.000	6.240	6.750
	3.30	As2	33.0	8.5	0.266	2.817	×	1.610	×	1.526	×	Dcy (cm)	0.0	2.1	2.1	
	4.30		30.0	8.5	0.266	2.698	×	1.542	×	1.461	×					
e-1	1.30	Fs	20.0	2	0.250	4.613	×	2.636	×	2.499	×	PL値	20m	4.657	14.259	15.389
	2.30		8.0	9	0.240	1.281	×	0.732	○	0.694	○		10m	4.540	17.810	19.160
	3.30		5.0	25	0.150	0.942	○	0.539	○	0.510	○	Dcy (cm)	5.0	7.0	7.0	
	6.30	7.0	5	0.210	0.559	○	0.319	○	0.303	○						
	7.30	15.0	2	0.180	0.899	○	0.513	○	0.487	○						
	8.30	21.0	2	0.150	1.714	×	0.979	○	0.928	○						
	9.30	33.0	3	0.200	2.699	×	1.542	×	1.462	×						
	10.30	42.0	2	0.220	2.719	×	1.554	×	1.473	×						
11.30	40.0	3	0.200	2.760	×	1.577	×	1.495	×							
f-1	1.30	Fs	11.0	3.9	0.220	3.317	×	1.896	×	1.797	×	PL値	20m	2.804	9.620	10.095
	2.30		16.0	3.9	0.220	2.797	×	1.598	×	1.515	×		10m	3.340	7.650	7.950
	3.30		9.0	3.9	0.220	0.751	○	0.429	○	0.407	○	Dcy (cm)	2.5	5.0	5.0	
	11.30	25.0	7.4	0.210	2.450	×	1.400	×	1.327	×						
	12.30	25.0	7.4	0.210	2.494	×	1.425	×	1.351	×						
	13.30	16.0	7.4	0.210	0.877	○	0.501	○	0.475	○						
	14.30	17.0	7.4	0.210	0.920	○	0.526	○	0.498	○						
	15.30	18.0	7.4	0.210	0.966	○	0.552	○	0.523	○						
16.30	19.0	7.4	0.210	1.017	×	0.581	○	0.551	○							
f-2	1.30	Fs	15.0	3.4	0.160	4.015	×	2.294	×	2.175	×	PL値	20m	3.961	15.862	17.031
	2.30		9.0	3.4	0.160	0.984	○	0.563	○	0.533	○		10m	5.430	20.540	20.840
	3.30		10.0	3.4	0.160	0.875	○	0.500	○	0.474	○	Dcy (cm)	4.5	11.0	10.5	
	4.30	8.0	3.4	0.160	0.659	○	0.376	○	0.357	○						
	11.30	22.0	5.4	0.220	1.502	×	0.858	○	0.814	○						
	12.30	23.0	5.4	0.220	1.534	×	0.876	○	0.831	○						
	13.30	34.0	5.4	0.220	2.639	×	1.508	×	1.429	×						
	14.30	28.0	5.4	0.220	2.543	×	1.453	×	1.378	×						
	15.30	21.0	5.4	0.220	0.996	○	0.569	○	0.540	○						
	16.30	25.0	5.4	0.220	1.377	×	0.787	○	0.746	○						
	17.30	17.0	5.4	0.220	0.770	○	0.440	○	0.417	○						
	18.30	42.0	5.4	0.220	2.877	×	1.644	×	1.559	×						
19.30	19.0	5.4	0.220	0.835	○	0.477	○	0.452	○							
20.00	29.0	5.4	0.220	1.693	×	0.967	○	0.917	○							

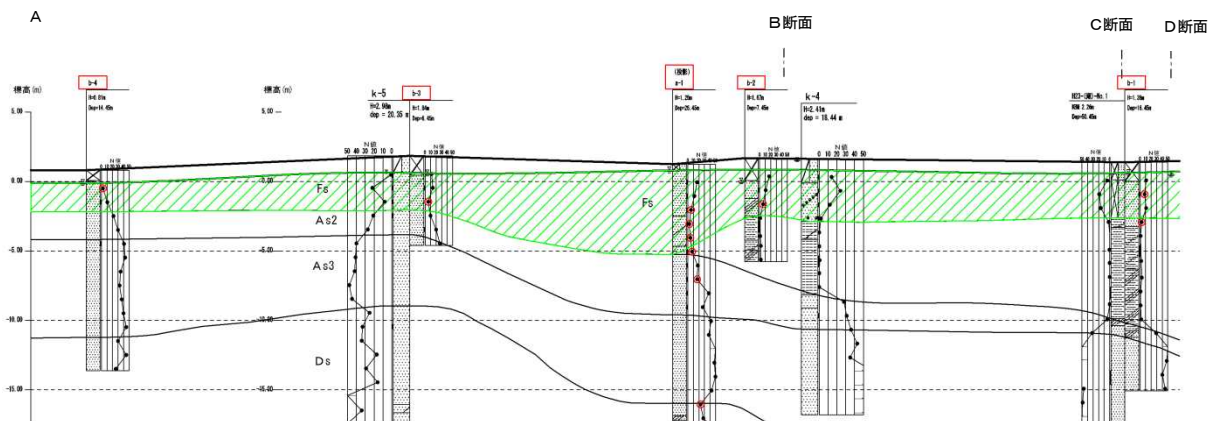


図 4-16 震災前における液状化予測断面図例-1 (IH 地区)

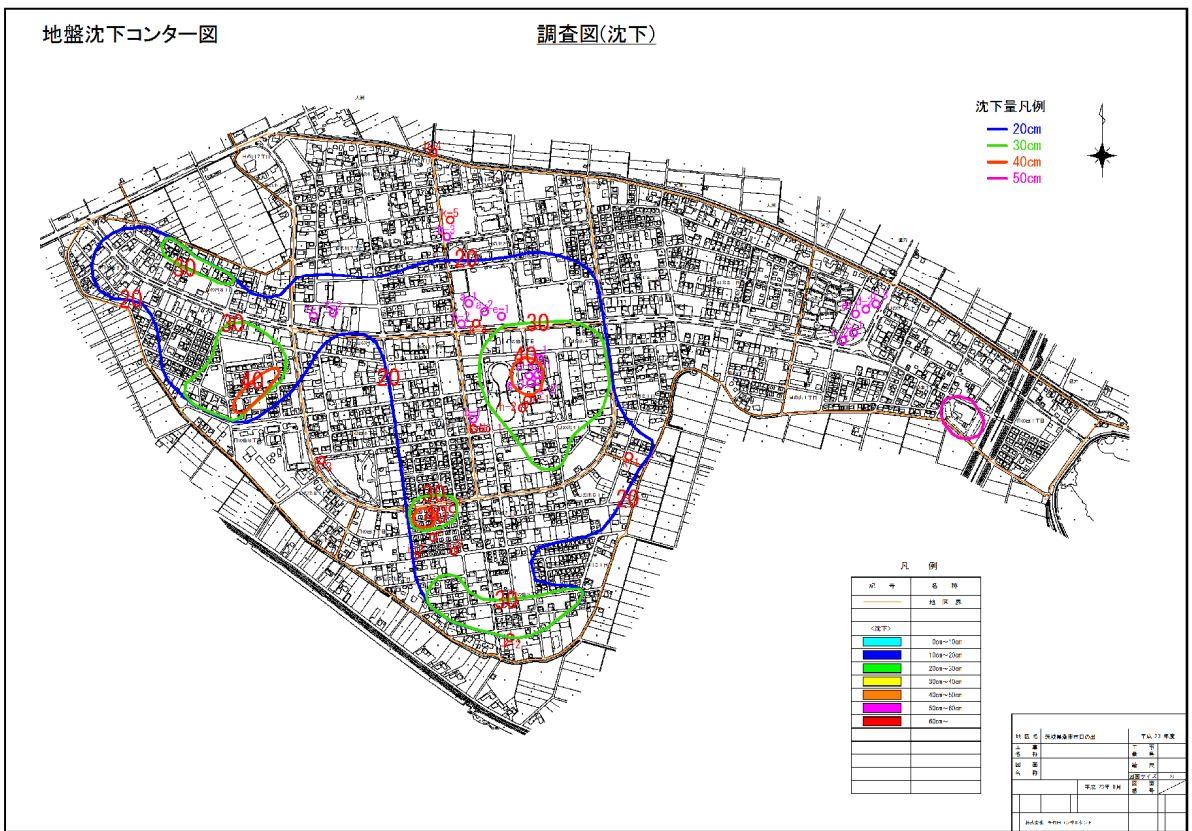


図 4-17 液状化被害 (地盤沈下) コンター図例-1 (IH 地区)

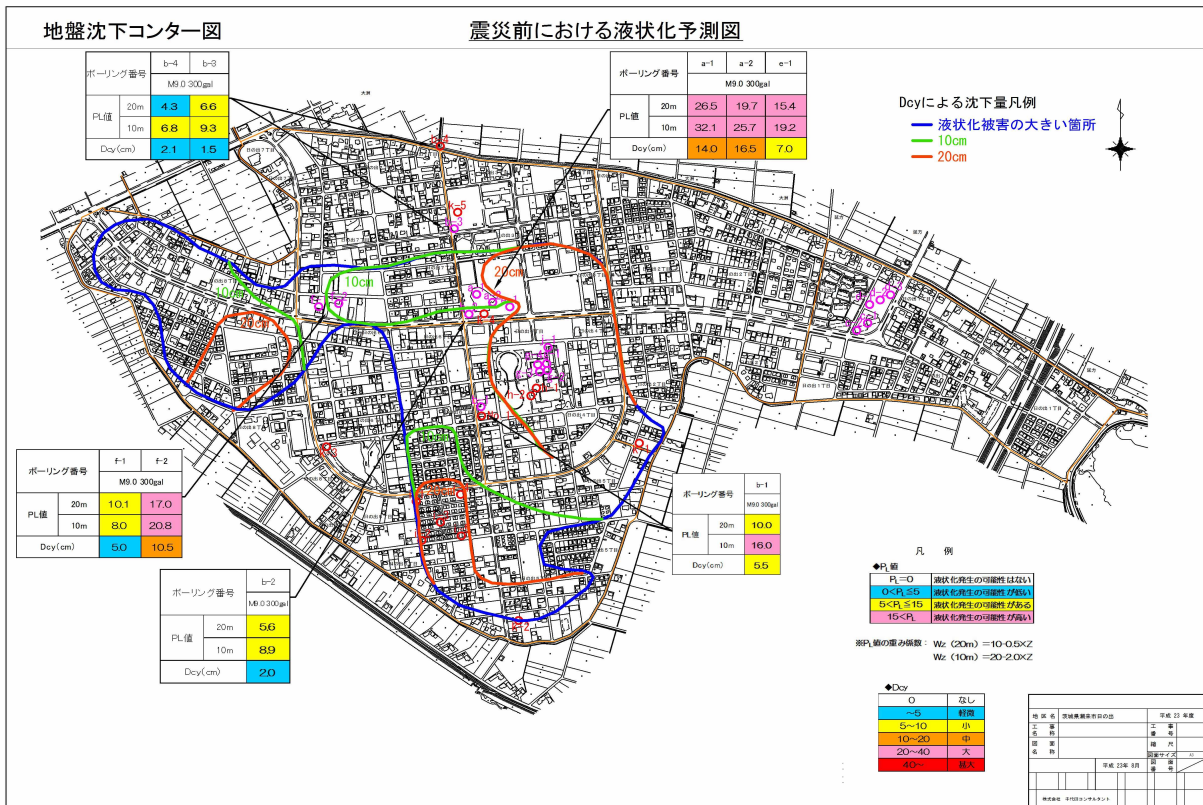
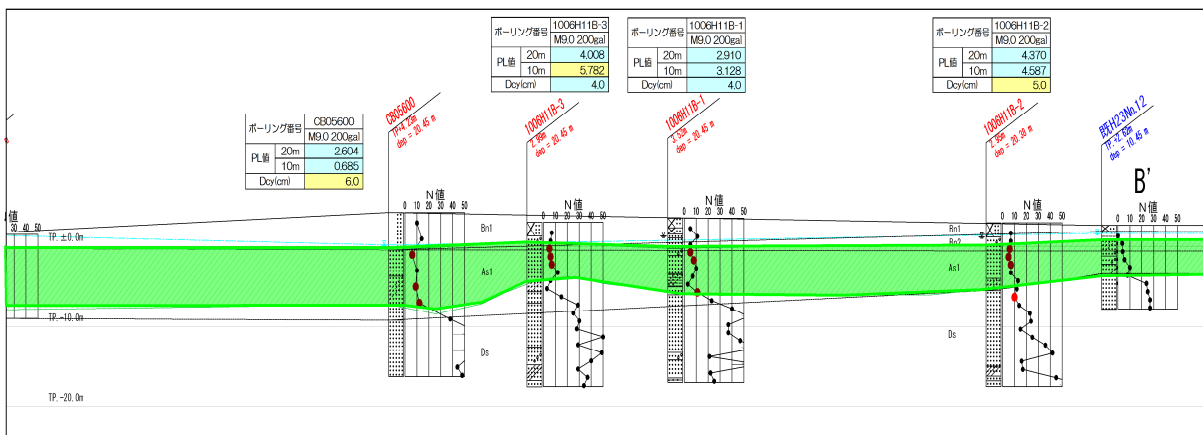


図 4-18 震災前における液状化判定による地盤沈下量 (Dcy) コンター図例-1 (IH 地区)



◆PL値

PL=0	液状化発生の可能性はない
0<PL≤5	液状化発生の可能性が低い
5<PL≤15	液状化発生の可能性がある
15<PL	液状化発生の可能性が高い

◆Dcy

0	なし
~5	軽微
5~10	小
10~20	中
20~40	大
40~	特大

※PL値の積み仮数： Wz (20m) = 10・0.5×Z
Wz (10m) = 20・2.0×Z

震災前における液状化予測分布図 B断面 (M9.0 200gal)

縮尺 縦1 : 500, 横1 : 1,000

● 赤字のボーリングは震災前施工
● 青字のボーリングは震災後施工
● N値の●印はFL<1.0

図 4-19 震災前における液状化予測断面図例-2 (NK 地区)

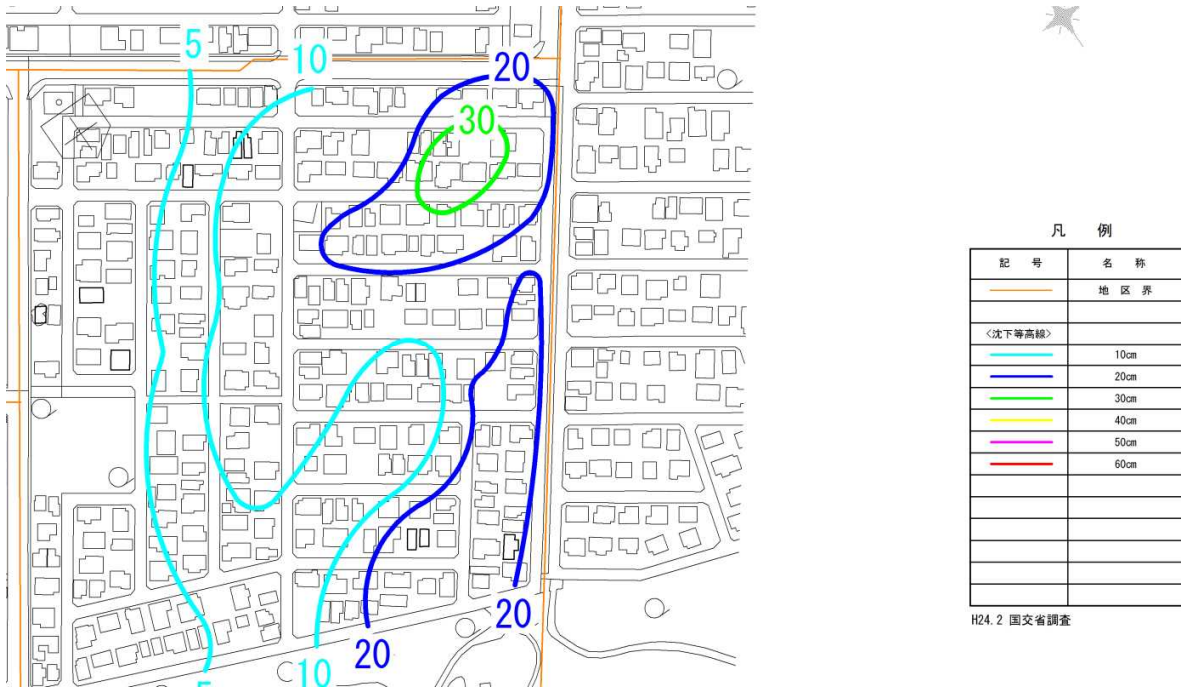


図 4-20 液状化被害（地盤沈下）コンター図例-2（NK 地区）

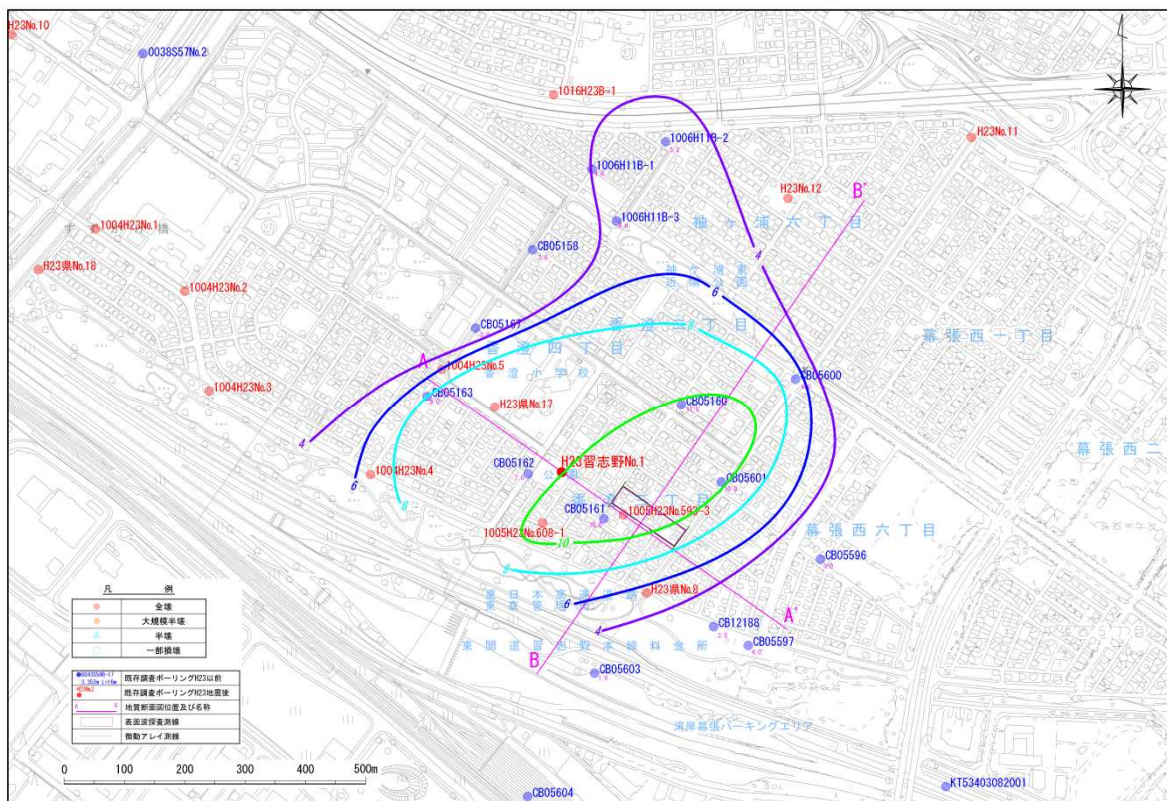


図 4-21 震災前における液状化判定による地盤沈下量（Dcy）コンター図例-2（NK 地区）

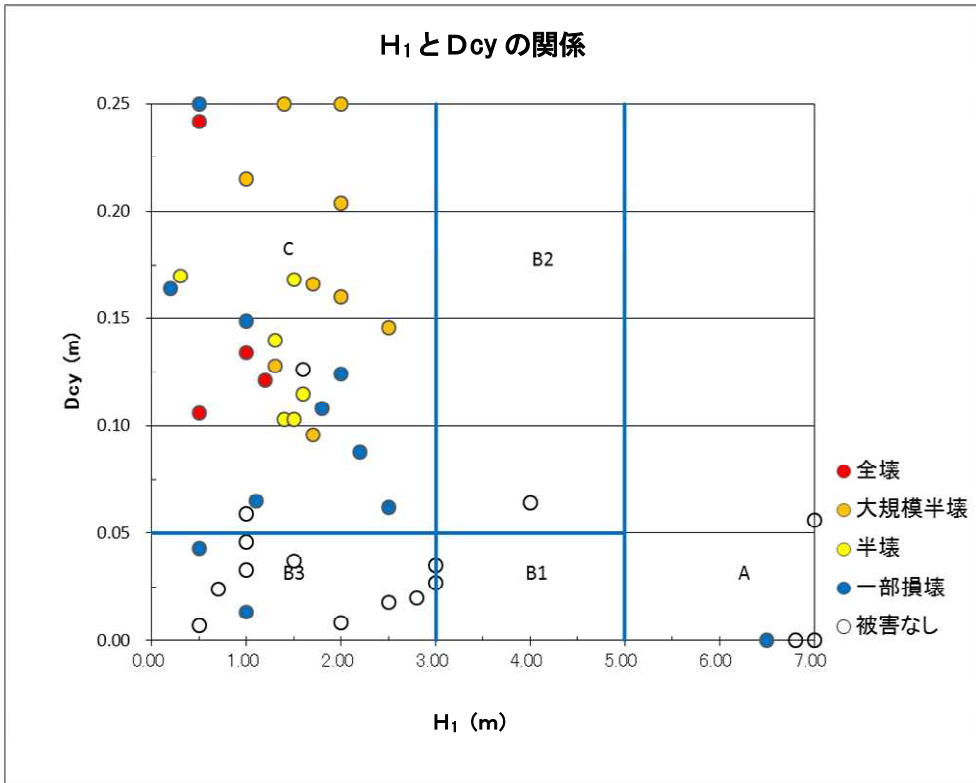


図 4-22 液状化被害（建物被害）と「 $H_1 \sim D_{cy}$ の関係」例

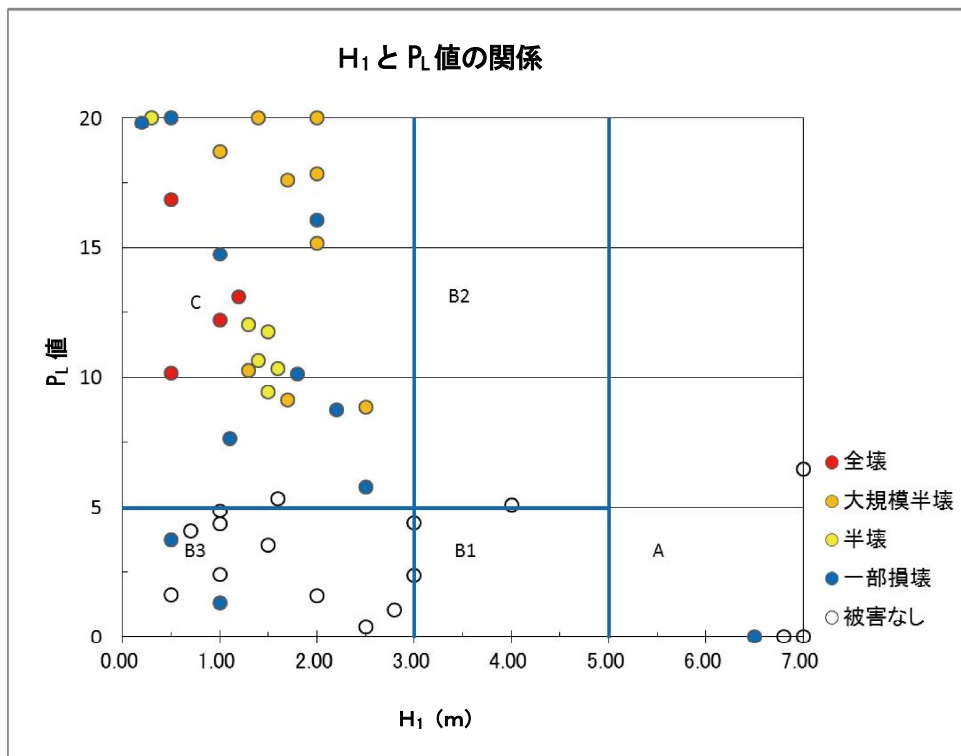


図 4-23 液状化被害（建物被害）と「 $H_1 \sim P_L$ 値の関係」例

(4) 対策工法の選定

公共施設・宅地一体型液状化対策において、既存建築物を存置したまま効率的に実施できる工法として、現時点で以下の2工法を検討することが望ましい。

- ① 地下水位低下工法
- ② 格子状地中壁工法

地下水位低下工法は、①排水管方式（開削工法、推進工法）と、②井戸方式の工法があり、施工性、長期的な維持管理コストについて十分に調査・検討して工法を採用する必要がある。この工法には深層にある粘土層の圧密沈下による建物やライフラインの不具合を招くおそれがあるので、事前に圧密沈下量が少ない地盤であることを確認しておく必要がある。ポンプを設置して地下水を排除する場合には、ポンプ稼働に必要な電気代や維持管理にコストがかかる。これを受益者負担として住民求める場合には、工法の検討段階から十分な説明を要する。

格子状地中壁工法は、地下水位低下工法に比べ、施工性、施工コストについて十分に調査・検討して工法を採用する必要がある。本工法の施工にあたり、改良壁の一体性の確保が重要な要求性能の一つとなり、機械剛性や改良方式の違いなどを考慮し、改良杭の鉛直精度ならびに接合部の品質面において、要求性能を満足できるよう留意する必要がある。

格子状地中壁を設置するためには、宅地内での工事が必要になることから、事業区域内の住民等には宅地内工事の実施内容と受益負担を求める場合、その負担額について同意を得ることが必要であり、十分な説明と事業区域の住民等の意向を段階的に確認しながら進めることが重要である。

格子状地中壁により、街路や各敷地が仕切られることになるため、街区一体型の格子状地中壁で一定の水準までの液状化対策を施した後、更に高度な対策については、箇々の敷地所有者の判断と負担によって行い得るようになるので、行政的・権利関係的にわかりやすい状態が実現される。なお、狭い隣棟部分では大型機械での施工ができないおそれがある。

こうした対策工法の選定に当たっては、施工法が改良されたり、新工法が開発されることがあるので、最新の技術動向を収集することも重要である。また、選定した工法は、解析等により道路等の公共施設と宅地の一体的な液状化対策として十分な効果があることを確認する必要がある。工法の選定や解析等の妥当性については技術検討委員会等に諮りながら検討を進めることが望ましい。

4-3 検討組織の設置

(1) 専門家を含む委員会の設置

液状化対策事業計画の策定にあたっては、液状化による被害実態等の把握、液状化判定手法の検証及び発生メカニズムの確認・解析等の各社会基盤施設等に共通する技術的事項について、液状化対策検討委員会を設置し、意見を聴くことが重要である。

1) 液状化対策委員会の設置の目的

液状化は地盤条件等によってその発生状況や被害形態が異なるため、図4-26のように中・大規模な地震における地震動、地盤の液状化の被害について、学識経験者の専門的見地からの意見を聴取し、被災市が実施する調査方法等に反映する。また、液状化対策事業計画を策定する場合には、調査結果を基に経済的かつ効果的な液状化対策の方法を検討し、検討委員会の意見を聴くことが重要である。

2) 委員会での検討内容

- ①各種調査計画・方法に関すること
- ②調査結果の検証及び今後の対策に関すること
- ③事業計画の効果的な運用に関すること
- ④その他必要な事項に関すること

3) 依頼する委員の選任及び任期について

依頼する委員は、液状化対策に詳しい（公社）地盤工学会・（一社）日本建築学会・（公社）土木学会、（公社）地震工学会等関係学会の推薦者、地元の大学等の学識経験者、都市計画審議会等から各分野の専門家を選任する。また、依頼する委員の任期は、原則として委嘱の日から市街地液状化対策事業の完了日までとする。

4) 委員会の開催

委員会の開催は、調査・事業計画の進行に合わせて、原則として2～3か月に1回の頻度で年間3～4回程度の委員会を予定する。

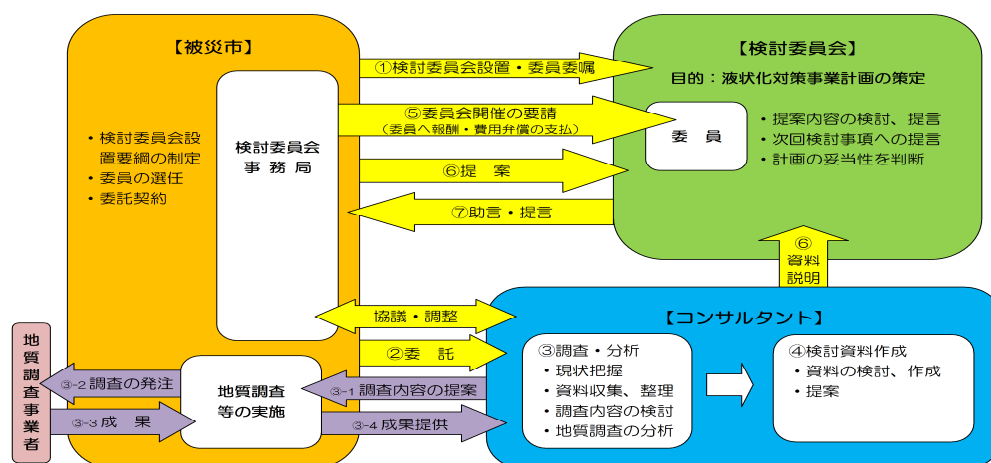


図4-24 液状化対策検討委員会のスキーム

(2) コーディネーター制度の活用

液状化対策事業において、宅地の液状化対策等に伴う個人負担等に関する調査・相談、事業化に向けた意向把握、合意形成等に資するため、地盤改良や建築物の修繕等に関する知識及び液状化と被害の発生メカニズムに関する知識を有し、まちづくり事業に精通した専門家、実務者等が中心となり、被災者、事業者、行政等の調整役を果たすコーディネーター制度を活用することができる。

ただし、コーディネーターは、学識経験者等から構成される液状化対策検討委員会の検討内容について熟知しておくことが必要であり、液状化被災市街地の復興に向けた被災者への説明に不整合や情報不足等がないように留意する必要がある。

1) コーディネーター制度の趣旨

液状化対策推進事業において、宅地の液状化対策等に伴う個人負担等に関する調査・相談、事業化に向けた意向把握、合意形成等に資するため、**図4-25**のようにコーディネーター制度を活用することが可能である。コーディネーターは、地盤改良や建築物の修繕等に関する知識及び液状化と被害の発生メカニズムに関する知識を有し、まちづくり事業に精通した専門家、実務者等が中心となり、被災者、事業者、行政等の調整役を果たすことが期待される。

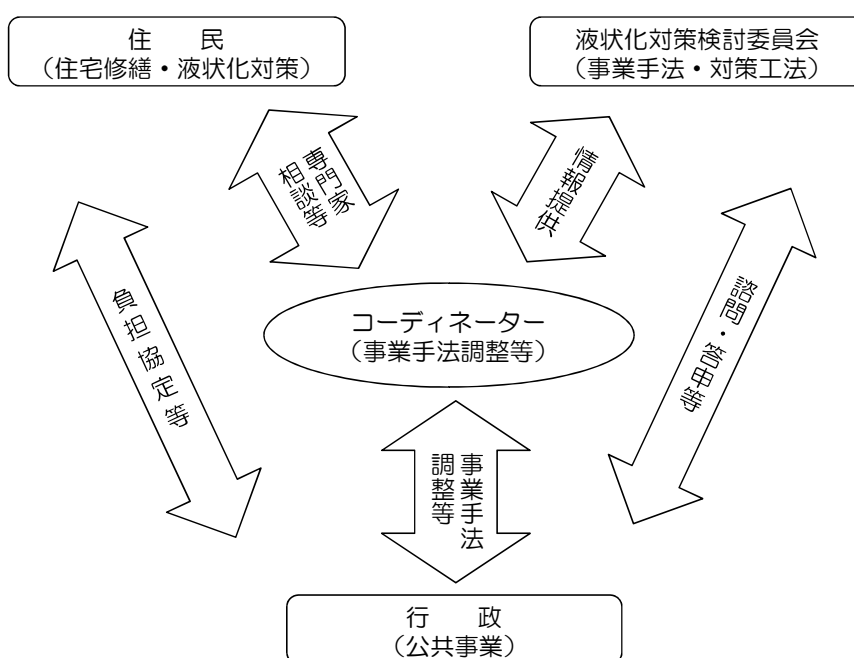


図4-25 コーディネーター制度を活用した復興対策の検討体制の例

2) コーディネートの進め方

宅地液状化対策は、原則宅地所有者負担により行われるものと考えられる。また、被災者は宅地の液状化対策とともに住宅の再建等も行うこととなるため、液状化対策の事業化を図るには、被災者に対し個別の被害状況に応じた液状化対策に要する個人負担に関する情報等を提供することが望ましく、そのための各種調査等を支援する。

①個別家屋の被害に関する調査

家屋毎の被害状況を把握する。この調査により、家屋の補修方法や概ねの補修費用等を被災者に提供できるようになる。

②各宅地の地盤状況に関する調査

地域のボーリング調査や地盤解析等をもとに、宅地の地盤状況を想定し、宅地の傾斜修正や地盤改良など各種の液状化対策方法や個人の対策経費を整理する。なお、道路等の公共施設の液状化対策のために必要な民地における対策が発生する場合は、被災者負担分と公共負担分を区別できるようにしておく。

③事業化に向けた合意形成

①と②の調査に基づいて、被災者に液状化対策に要する個人負担の情報等を提供し、それらの相談対応に応じつつ、事業化する場合の理解の促進、意向把握、合意形成の見込み等の把握を行う。

その際、以下の概要について説明することが考えられる。

- ・現状の説明（被災状況、地盤状況等）
- ・復興構想、基本方針（公共施設の復旧等）
- ・液状化対策の説明（地盤対策の効果、住宅・宅地の対策）
- ・各種個別再建方法（自力再建への助成、公営住宅の提供等）

また、再建の場合の補助制度や融資制度等の情報提供や、家屋の被害が著しく解体を余儀なくされた場合で、個人負担額によっては自力再建が困難な場合等も想定されることから、公営住宅等の扱いについて説明することも考えられる。

3) 液状化対策検討委員会との関係

液状化対策事業は、学識経験者等から構成される液状化対策検討委員会の意見を踏まえて決定される。コーディネーターも同委員会の検討内容について熟知しておくことが必要であり、液状化対策推進事業に向けた被災者への説明に不整合や情報不足等がないように留意する。

なお、同委員会に対しても、今後の地域の復興の基本方針等を判断する上で、適時情報提供が行える体制とされていることが望ましい。

4) コーディネーター制度を活用した事例（浦安市）

浦安市において平成24年5月から平成27年3月までの3年間、専門相談員によるアドバイス等を行う無料相談会を実施した。そして、木造住宅の耐震診断や液状化による傾斜した家屋の復旧方法、液状化対策を目的とした地盤改良工法などについて相談の対応をした。

（平成24年度：144件、平成25年度：52件、平成26年度：23件）

(3) 地域住民意向調査と合意形成

液状化被災市街地の復興にあたっては、被災状況、地盤の状況、立地条件・土地利用等の地区特性により対応が異なるので、多岐にわたる検討が必要である。

また、住宅・宅地を含めた復興に際しては、当該所有者の金銭的な負担等を伴う場合もあるから、事前に被災者の生活再建の観点を踏まえ、被災者に対して主な液状化対策の選択肢と検討の流れを示し、住民の意向を踏まえた検討を進めていくことが必要である。

【解説】

図4-26は、住宅・宅地に係る対応を中心とした想定される主な選択肢と検討の流れについて整理したものである。

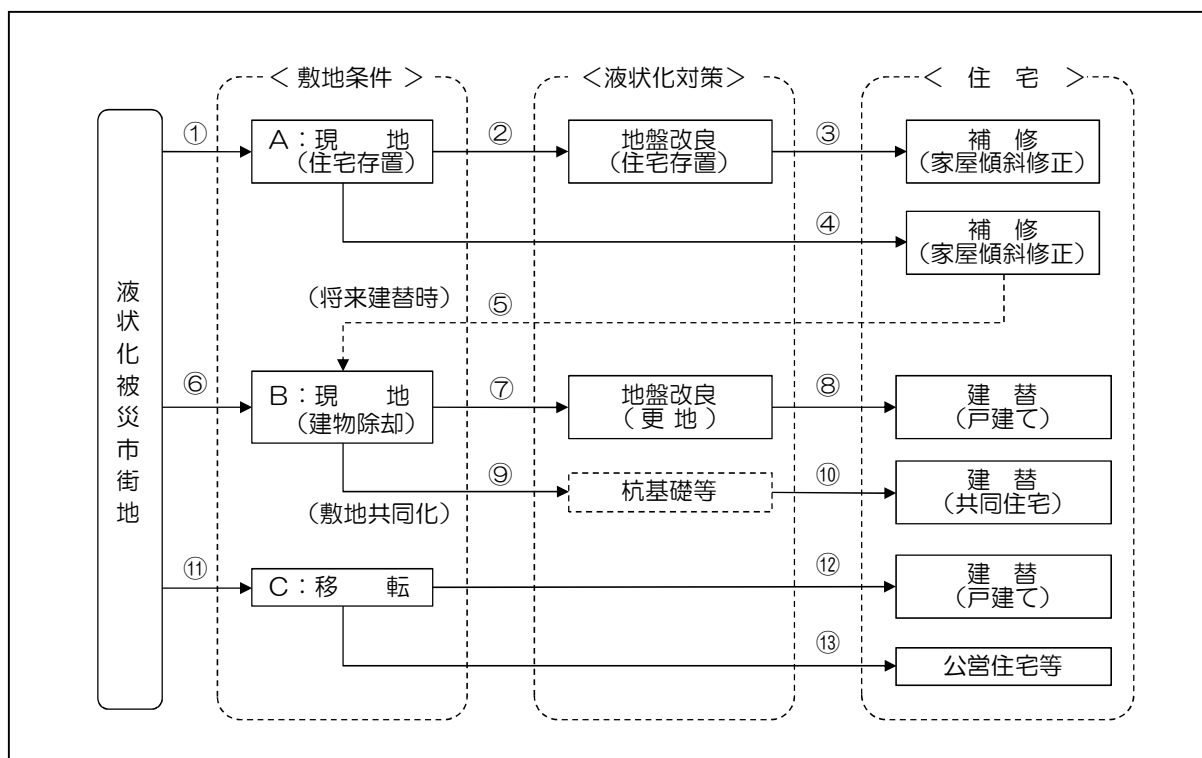


図4-26 液状化被災市街地の復興に向けた検討フロー

表4-7は図4-24の具体的な液状化被災市街地の復興に向けた対応例及び関連助成制度等であり、以下にその考え方を述べる。

- 1) 液状化被災市街地の復興にあたっては、当該家屋・宅地等の被害状況、地盤特性等を勘察しつつ、まず、現地での生活再建を基本として検討することとなる。家屋に傾斜は見られるものの構造耐力上の著しい支障がない場合にあつては、家屋は存置したまま傾斜修正等を行い、生活上支障のない状態に補修することが考えられる（フロー①）。
- 2) その際、当面の生活上支障のない状態に復旧するだけでなく、付加的に、将来における再液状化

被害の抑制対策を施すことを希望する場合には、当該宅地等における地盤改良等を併せて実施することが検討される（フロー②-③）。

3) 家屋の補修にあたっては、家屋の被害状況、補修等の内容に応じて、被災者生活再建支援制度や災害復興住宅融資等の活用が想定される。また、液状化対策としては、市街地液状化対策推進事業を活用し、被災市街地の一定の地区について、隣接する公共施設と共同して液状化対策を施すことも考えられる。

4) ただし、一般的に、家屋を存置したまま当該家屋の基礎地盤に対して、地盤改良を施すには、

- ・ 工事の作業スペースが限定され、使用できる重機等の大きさが制約
- ・ ライフライン等の地下埋設物や電線等の上空架線等による施工上の制約
- ・ 敷地内で建物を存置する場所とオープンスペースとで対策に不均質
- ・ 住宅街における作業中の騒音・振動、周辺工作物等への影響への配慮

等の観点から、敷地規模や当該地盤に最も効果的に作用する工法によって、更地において地盤改良を行う場合よりも相当程度割高になる場合等には、当面は家屋の傾斜修正だけを行い生活上支障のない状態を保ちつつ、将来的な家屋の建替時等にあわせて、地盤改良工事を行う選択も考えられる（フロー④-⑤-⑦-⑧）。

5) 一方、家屋の被害が著しく建替を余儀なくされた場合等にあつては、家屋を除却した後に一旦更地とした上で地盤改良を行い、現地で再建する場合や（フロー⑥-⑦-⑧）、立地ポテンシャルが高い場合等では、複数の敷地で共同化して建替えることで再建に係る個人負担の低減が図られたり、支持地盤まで基礎杭を打つなど、再液状化により家屋の傾斜が発生しづらい構造とすることも考えられる（フロー⑨-⑩）。

6) 同じく家屋の被害が著しい場合、現地での再建ではなく、一定の地盤の安定が見込まれている地区に移転し、住宅市街地を形成するケースも想定される。

従前の被災地が一定のまとまりを持った地域で、当該被災地を災害危険区域として指定することが見込まれる場合等にあつては、防災集団移転促進事業により被災者が集団で移転し、新たに住宅団地を形成し住宅を再建するケースやフロー⑪-⑫）、家屋の被害が著しく、解体を余儀なくされた場合で、自力での住宅再建が困難な場合等にあつては、公営住宅等を活用することも想定される（フロー⑪-⑬）。

表4-7 液状化被災市街地の復興に向けた対応例及び関連助成制度等

フロー		対応例	主な関連助成制度等
A-1	①-②-③	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋に傾斜は見られるものの、構造耐力上の著しい支障がない場合は、<u>現地での生活再建</u>を基本として検討。 ・当面の生活上支障のない状態に復旧するだけでなく、将来における再液状化被害の抑制対策を併せて実施する場合には、<u>家屋を残したまま当該宅地における地盤改良等を施した後、家屋の傾斜を修正</u>。 	<液状化対策> ・市街地液状化対策事業 <住宅対策> ・被災者生活再建支援制度 ・災害復興住宅融資・災害復興宅地融資
A-2	①-④-⑤ -⑦-⑧	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地規模や当該地盤に効果的に作用する工法によって、家屋を残したまま地盤改良を行うと更地において地盤改良を行う場合よりも相当程度割高になる場合等には、<u>当面、家屋の傾斜修正</u>だけを行い生活上支障のない状態を保ちつつ、<u>将来的な建替時等にあわせて地盤改良</u>を実施。 	<住宅対策> ・被災者生活再建支援制度等
B-1	⑥-⑦-⑧	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の被害が著しく、建替を余儀なくされた場合等では、<u>家屋を除却した後に一旦更地とした上で地盤改良</u>を行い、<u>現地で再建</u>。 	<液状化対策> ・市街地液状化対策事業 ・土地区画整理事業 <住宅対策> ・被災者生活再建支援制度等
B-2	⑥-⑨-⑩	<ul style="list-style-type: none"> ・立地ポテンシャルが高い場合で、複数の敷地で<u>共同化して建替</u>えることで再建に係る個人負担の低減が図られたり、支持地盤まで基礎杭を打つ等により再液状化による家屋の傾斜が発生しづらい構造とする。 	<液状化対策> (基礎杭等による住宅傾斜抑制) <住宅対策> ・被災者生活再建支援制度等
C-1	⑪-⑫	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の被害が更に著しい場合等、現地での再建ではなく、<u>一定の地盤の安定が見込まれる地区に移転</u>し、住宅市街地を形成。 ・従前の被災地が一定のまとまりを持った地域で、当該被災地を災害危険区域として指定することが見込まれる場合等にあつては、<u>防災集団移転促進事業</u>により被災者が集団で移転し、新たに住宅団地を形成。 	<集団移転> (防災集団移転促進事業等) <住宅対策> ・被災者生活再建支援制度等
C-2	⑪-⑬	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋の被害が著しく、解体を余儀なくされた場合で、自力での住宅再建が困難な場合等にあつては、公営住宅等を活用。 	<住宅対策> ・被災者生活再建支援制度等 ・災害公営住宅整備事業等

4-4 液状化対策の目標値

公共施設・宅地一体型液状化対策における目標値は、街区全体での液状化被害を抑制するために必要かつ整合のとれたものとする。

その際には、想定する地震動として中地震は下回らないものとし、今次災害の規模等を考慮し、地域の社会的、経済的状況を踏まえ液状化対策の目標値を設定するものとする。

公共施設・宅地一体型液状化対策において液状化被害を抑制するための目標値としては、原則として「宅地液状化被害判定指針」における「顕著な被害の可能性が低い」を指し、指針判定図における A ランクの範囲とし、液状化対策後に B1 ランクの範囲になる場合も「顕著な被害の可能性が低い」と同等の扱いとする。

ただし、技術面や経済性において目標値を満たすことが困難と想定される場合には、地域の合意を経て、液状化被害を軽減するために個別の目標値とすることができる。

液状化対策においては、公共施設や宅地が地震発生後でも確保すべき性能を考慮し、街区全体で性能を確保するために必要かつ整合のとれた地盤の目標値を設定することが重要である。

なお、宅地に求める地震に対する目標性能は、宅地防災マニュアルによると以下のように定められている。

中地震相当：宅地の機能に重大な支障が生じない

大地震相当：人命及び宅地の存続に重大な影響を与えない

1. 想定地震動の大きさ

液状化対策の目標値を定める場合、対象とする地震動の大きさとこの荷重に対する応答値として何を対象とするかを決めておく必要があり、東日本大震災の液状化被害の実態も考慮すると、震度5程度から被害が発生していることから、中地震に相当する地震動を下回らないものとする。ただし、想定地震動を大きくすると液状化対策に要する費用もまた大きくなるため、経済性も考慮し、民生安定上必要があれば今次災害規模等とすることができる。

想定する地震動の検討例として、以下のものを示す。

- ・タイプ1（最低限の地震動）：200gal、M7.5

（宅地液状化被害判定指針に示す想定地震動）

- ・タイプ2（今次災害を考慮した地震動）：200gal、M9.0

（東日本大震災による東京湾岸における地震動）

- ・タイプ3（地域防災計画に定める地震動、既往最大の地震動等）：350gal、M7.5

（今後想定される直下型地震による大きな地震動）

※galは「想定地表面最大加速度」、Mはマグニチュードを示している。

なお、各地方公共団体では地域防災計画を策定しており各地域の地震環境に配慮した地震動を設定している場合もあるため、対策の想定地震動の設定は、専門家からなる委員会で計算条件等を慎重に検討した上、費用対効果も考慮して設定する必要がある。

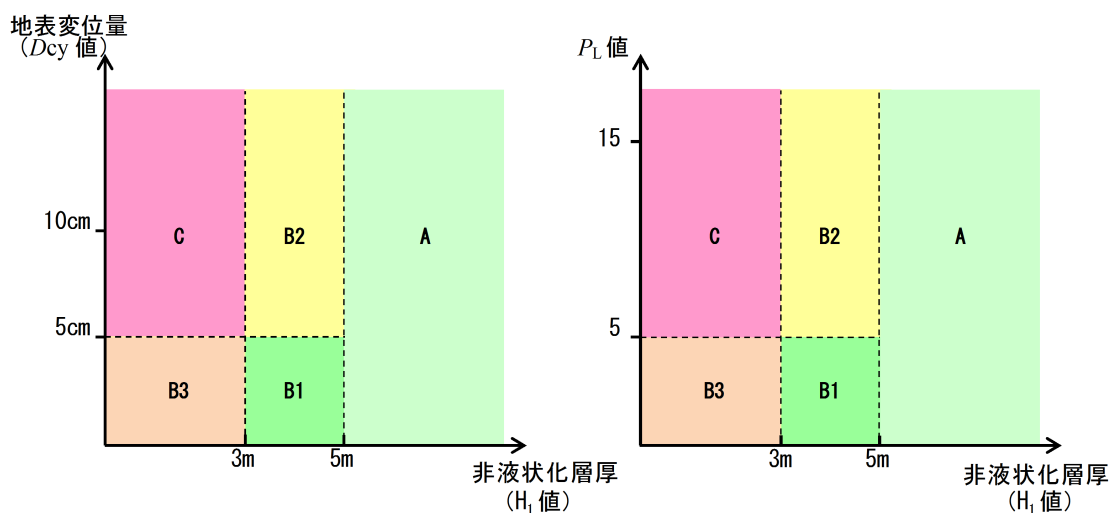
2. 液状化対策の目標値に対する基本的な考え方

液状化対策の目標値を設定するに当たっては、原則として宅地液状化被害判定指針における、マグニチュード7.5、200galの条件下で、「顕著な被害の可能性が低い（Aランク）」の範囲に相当する非液状化層厚 $H_1 \geq 5.0\text{m}$ を目標とする。また、公共施設・宅地一体型液状化対策の目標値に限り、図4-27に示すB1ランクの範囲をAランクと同等に「顕著な被害の可能性が低い」として扱うこととする。これは、対策工事を行った場合、自然地盤に比べて一様に非液状化層厚 H_1 が確実に確保されることが想定されるためである。

また、タイプ1を上回る地震動における液状化対策の目標値設定に当たっては、宅地液状化被害判定指針の判定図が東日本大震災の液状化被害を分析した結果設定されたしきい値であることから、そのしきい値はマグニチュード9.0、最大加速度 $a_{\max}=200(\text{gal})$ の地震動まで用いることができるため原則に従ったタイプ1の設定が可能である。

なお、タイプ1を上回る地震動で原則によらない目標値とする場合は、専門家からなる委員会等での検討を行うことが望ましい。

例えば、東日本大震災の被災地においてはタイプ2の地震動を想定としており、専門家の意見を聴いた結果、非液状化層厚 $H_1 \geq 3.0\text{m}$ を確保しつつ、表4-8のように建築基礎構造設計指針（2001年、日本建築学会）に定める地表変位量（ D_{cy} ）と液状化の程度を用い、液状化の程度を「小」となる地表変位量 $D_{cy} < 10\text{cm}$ を目標値としていることが多い。



(a) $H_1 \sim D_{cy}$ 判定図 (b) $H_1 \sim P_L$ 判定図
 図4-27 公共施設・宅地一体型液状化対策工法の判定基準

表 4-8 地表変位量（ D_{cy} ）と液状化の程度の関係⁶⁾

$D_{cy}(\text{cm})$	液状化の程度
0	なし
～ 05	軽微
05 ～ 10	小
10 ～ 20	中
20 ～ 40	大
40 ～	甚大

ただし、技術的実現性や経済性を考慮した場合、B1ランクの範囲であっても液状化対策の目標値を設定する場合は困難なことがあるため、特例として液状化被害を軽減するための目標値を図4-27に示すB2ランクの範囲に相当するものとするができる。このB2ランクの範囲は、宅地液状化被害判定指針における「顕著な被害の可能性が比較的低い」に相当するため、何らかの液状化被害が発生する可能性は否定できない。そのため、液状化対策の目標を設定するに当たっては、専門家の意見を聞くとともに、液状化対策効果の限界に対する地域住民の理解と合意が必要である。

なお、建築被害と液状化可能性の関係（液状化被害地区における実態調査）については、＜資料編4-8＞を参照とされたい。

3. 工法ごとの液状化対策効果の目標値の考え方

現在のところ、公共施設・宅地一体型液状化対策工法としては地下水位低下工法と格子状地中壁工法があるが、図4-27による液状化対策効果の目標値の設定については表4-9のとおりとする。各工法の概要については、「5-1 地下水位低下工法の考え方」及び「6-1 格子状地中壁工法の考え方」を参照されたい。

表4-9 公共施設・宅地一体型液状化対策工法における効果の目標値の設定

判定結果	H ₁ の範囲	D _{cy} の範囲	P ₁ 値の範囲	地下水位低下工法	格子状地中壁工法
C	3m 未満	5cm 以上	5 以上	不可	不可
B3		5cm 未満	5 未満	不可(※)	不可
B2	3m 以上	5cm 以上	5 以上	液状化被害軽減の 目標として可	不可
B1	5m 未満	5cm 未満	5 未満		
A	5m 以上	—	—	液状化被害抑制の目標として可	

(※) 原則不可であるが、専門家からなる委員会等で詳細、且つ、高度な検討を行った結果の判断についてはこの限りではない。

(1) 地下水位低下工法

地下水位低下工法では、Aランク及びB1ランクの範囲について液状化被害を抑制するための目標値とする。

また、液状化層が非常に厚い等の特殊な場合は、一様に非液状化層厚H₁が確実に確保され、めり込み沈下の液状化被害を軽減するための目標値をB2に設定を行うこともできる。

なお、現地状況等から目標値をB3とする場合には、専門家からなる委員会等で詳細、且つ、高度な検討を行うなど慎重に判断することが必要である。

(2) 格子状地中壁工法

格子状地中壁工法においても、Aランク及びB1ランクの範囲について液状化被害を抑制するための目標値とし、2次元地震応答解析等を用いてF₁値が1以上となる層厚を非液状化層厚として確保することとする。目標値の設定に当たっては、計算方法を明記し、地層の条件や設定定数については、各自自治体の専門家からなる委員会等で別途設定を行うことが望ましい。

また、格子状地中壁工法を実施した場合でも、地下水位の高さは対策前と同程度であったり地中壁の上端まで上がってきたりするので、地下水位が高い地域にあつては、めり込み沈下に対する影響についても十分に考慮する必要がある。

(参考)

タイプ1を上回る地震動を設定した場合、マグニチュード9.0、最大加速度 $\alpha_{\max}=200(\text{gal})$ の地震動まで図4-27のしきい値を用いることができる(図中の点線ラインは動かない)ものの、液状化に対する安全率 F_L の計算に当たってマグニチュードが変数となっているため、地盤条件によっては同一地点であっても液状化に対する安全率 F_L 値の計算値が変わり、それに従い非液状化層厚 H_1 や地表変位量 D_{cy} の計算値も変わること留意されたい。具体的には以下のような計算例となる。

地点 A の計算例：

M7.5 200gal の場合： $H_1=3.0\text{m}$ 、 $D_{cy}=4.5\text{cm}$

M9.0 200gal の場合： $H_1=2.0\text{m}$ 、 $D_{cy}=11.5\text{cm}$

想定地震動が大きくなれば、非液状化層厚 H_1 は小さく、地表変位量 D_{cy} は大きくなるため、目標値の範囲内に納めるためには対策の工事費が大きくなったり、場合によっては技術的に対策困難となったりする場合もあるため、地震動の設定に当たっては対策の費用対効果や技術的な実現性も十分考慮されたい。

4-5 新規ボーリング等地質調査の実施

新規ボーリング箇所計画にあたっては、再液状化の検討において地盤沈下量予測や液状化対策範囲選定の目安とするため、調査対象地区を200～500m程度のメッシュ状に分割し、必要に応じてボーリング調査を追加・実施する。また、地震前後の地盤の状況を比較するために既往のボーリング位置と重複させた位置での実施も必要である。

新規ボーリング箇所の計画は、再液状化検討において地盤沈下量予測や液状化対策範囲選定の目安とするため、既往調査位置を勘案し必要に応じて新規のボーリング箇所を計画する。

液状化被害箇所を対象に、図4-28に示すようなメッシュ状に分割し、200～500m程度の割合で、新規ボーリング調査箇所を検討する。200～500m間隔で地盤状況を把握した後に、メッシュ間を詳細に追加調査することも必要である。この場合、地層構成の連続性が把握されている際には、費用対効果より安価な調査方法として静的貫入試験（三成分コーン貫入試験やスウェーデン式サウンディング試験等）で補足することも有効な調査法である。

なお、地震前後の地盤状況を比較するために既往のボーリング位置と重複させた位置での実施も必要である。

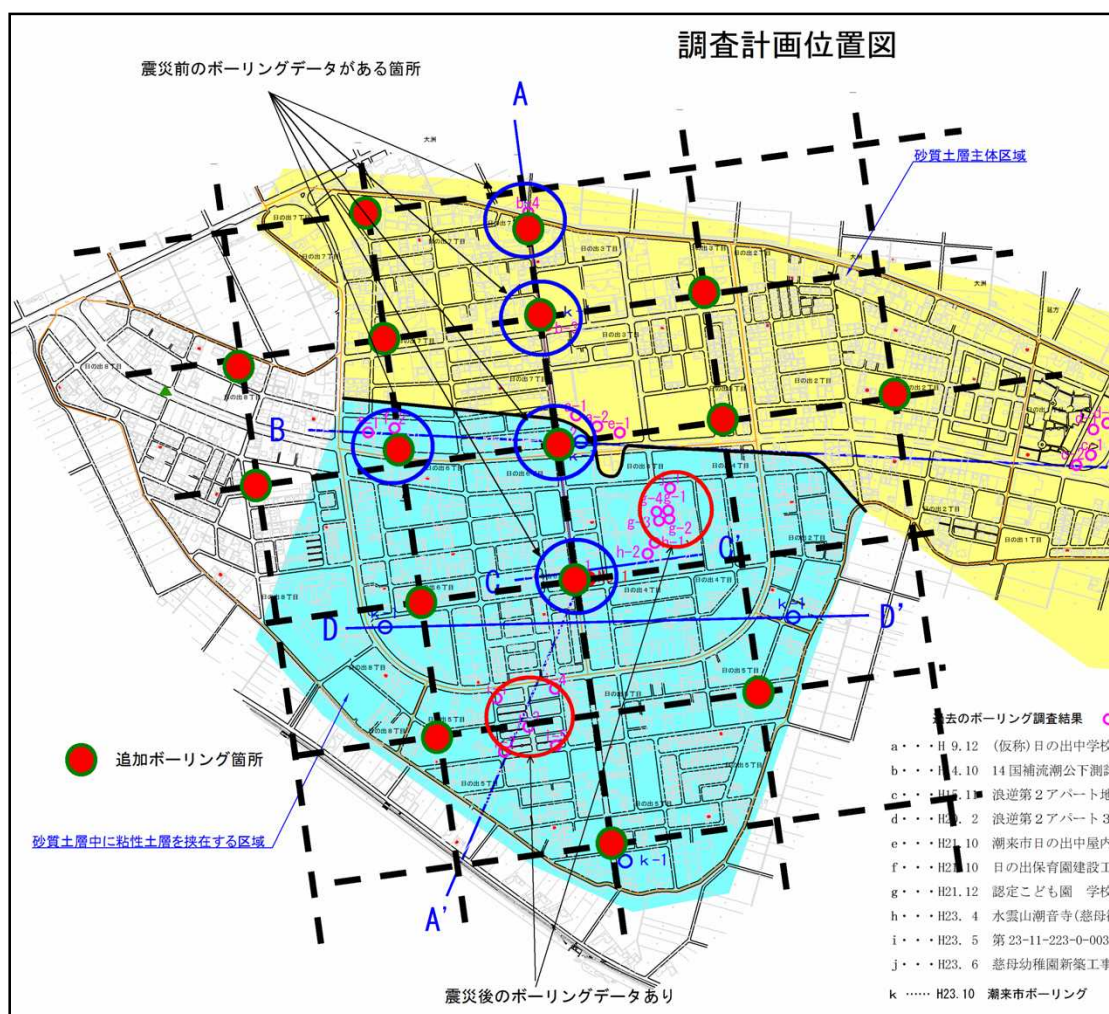


図 4-28 新規ボーリング箇所位置図

(1) ボーリングの調査深度及び各種試験の考え方

ボーリングの調査深度及び各種試験は以下の考え方で行うことが望ましい。

①ボーリング調査深度：

液状化に対する安全率 (F_L 値) を算出するため深度20mを基本とする。ただし、既往のボーリング調査結果等により液状化層の深度分布がある程度予測されている場合には、調査の費用対効果を考慮して一部の調査箇所を砂層の予測深度までとすることも考えられ、必ずしも全箇所を20mまで行う必要はない。

②室内土質試験（物理試験）：

深度ごとに物理試験を実施し液状化に対する安全率 (F_L 値) 算出の資料とする。

砂質土の場合の粒度試験は一般的に「ふるい分析」までとなるが、液状化判定においては細粒分含有率 (F_c) の内訳（シルト分、粘土分の含有率）も有効な液状化層の特性値となり得ることから「沈降分析」まで実施するのが望ましい。

また、細粒分含有率 (F_c) が $F_c=35\%$ 以上の場合は、「液性限界試験、塑性限界試験」を実施し塑性指数 (I_p) を算出する必要がある。

③室内土質試験（力学試験）：

液状化層以深に軟弱層（シルト）が分布した場合、地下水位低下工法や盛土を行う際に増加応力に伴う圧密沈下量が懸念されるため、不攪乱試料を採取し圧密試験を実施するのが望ましい。

④現場透水試験：

液状化対策案として第一に地下水位低下工法が挙げられる場合、砂質土層を対象に現場透水試験を実施して、平衡水位や地盤の透水係数を把握する必要がある。特に液状化対象層以深に軟弱層が分布する場合には、軟弱層下部の被圧地下水によっては圧密沈下量も軽減される可能性があるため、軟弱層下部においても実施するのが有効である。

(2) 調査数量

液状化対策案として地下水位低下工法が考えられる場合、地盤状況のタイプとしては、大まかに分類すると以下の2タイプが考えられる。

①タイプ1：液状化層以深に軟弱層が分布する場合

②タイプ2：砂質土層単一層となる場合

タイプ2では通常は圧密の検討は不要である。

この場合の調査数量は図4-29、図4-30に示した数量や試験項目を参考にするとよい。

調査計画図			BorNo. : No. 1 地点		調査ボーリング																		室内土質試験 (試料)															
深 度 (m)	層 厚 (m)	想定柱状 図	地 質 名	記 号	想 定 N 値 (回)	ノココア (m)						標準貫入 試験 (回)		サンプリ ング(本)		現 場 透 水 試 験 (箇 所)	P S 検 層 (m)	密 度 検 層 (m)	物 理 試 験						力 学			動 的 試 験										
						φ116mm		φ86mm		φ60mm		粘 土	砂 土	シ ン ウ ォ ー ル	ト リ ブ ル				土 粒 子 の 密 度	含 水 比	粒 度 フ ル イ	沈 降	液 性 限 界	塑 性 限 界	湿 潤 密 度 試 験	圧 密 試 験	三 軸 圧 縮 試 験 C D	液 状 化 強 度 試 験	粘 土	砂 土								
						粘 土	砂 土	粘 土	砂 土	粘 土	砂 土																											
						性 質	性 質	性 質	性 質	性 質	性 質																											
0.00	0.00																																					
1.00	1.00	盛土	盛土	—	—																																	
5.00	4.00	埋土	埋土	Fs	3~7																																	
12.00	7.00	粘性土	粘性土	Ac	0~2																																	
17.00	5.00	砂質土	砂質土	As2	5~15																																	
20.00	3.00	砂質土	砂質土	Ds	30~50																																	

図 4-29 タイプ1 : 液状化層以深に軟弱層が分布する場合の調査数量や試験項目

調査計画図			BorNo. : No. 1 地点		調査ボーリング																		室内土質試験 (試料)																
深 度 (m)	層 厚 (m)	想定柱状 図	地 質 名	記 号	想 定 N 値 (回)	ノココア (m)						標準貫入 試験 (回)		サンプリ ング(本)		現 場 透 水 試 験 (箇 所)	P S 検 層 (m)	密 度 検 層 (m)	物 理 試 験						力 学			動 的 試 験											
						φ116mm		φ86mm		φ60mm		粘 土	砂 土	シ ン ウ ォ ー ル	ト リ ブ ル				土 粒 子 の 密 度	含 水 比	粒 度 フ ル イ	沈 降	液 性 限 界	塑 性 限 界	湿 潤 密 度 試 験	圧 密 試 験	三 軸 圧 縮 試 験 C D	液 状 化 強 度 試 験	粘 土	砂 土									
						粘 土	砂 土	粘 土	砂 土	粘 土	砂 土																												
						性 質	性 質	性 質	性 質	性 質	性 質																												
0.00	0.00																																						
1.00	1.00	盛土	盛土	—	—																																		
5.00	4.00	埋土	埋土	Fs	3~7																																		
12.00	7.00	砂質土	砂質土	As1	3~7																																		
17.00	5.00	砂質土	砂質土	As2	8~15																																		
20.00	3.00	砂質土	砂質土	Ds	30~50																																		

図 4-30 タイプ2 : 砂質土層単一層となる場合の調査数量や試験項目

また、液状化対策案として格子状改良等が想定される場合は、詳細な数値解析（二次元等価線形地震応答解析や三次元FEM解析等）を行う必要があるため、**図4-31**に示すように調査地区を代表する地点で**図4-32**や以下に示すような調査・試験項目が必要となる。

- ①ボーリング調査：耐震設計上の基盤層（ $N > 50$ ）を把握するまで掘削する必要がある。
- ①高密度地表面探査：地区全体の地層の連続性を面的に把握する。
- ②PS検層・密度検層：地盤のせん断波速度を直接測定する。（サスペンション式PS検層が有効）
- ③室内力学試験（動的試験）：分布する地層毎に不攪乱試料を採取し動的特性試験を実施する。
 - ・分布する地層の動的変形特性試験（粘性土・砂質土）
 - ・液状化対象層の液状化強度試験（砂質土）
 - ・液状化対象層の三軸圧縮試験

なお、詳細な数値解析を行う場合は、被災地の近傍の観測点K-NETやKiK-net等で観測された強震記録を用いることから、耐震設計上の工学的基盤面を把握する必要がある。耐震設計上の工学的基盤面はせん断波速度 $V_s \geq 300\text{m/s}$ となる層を確認することが望ましいが、便宜的に砂質土で N 値 ≥ 50 、粘性土で N 値 ≥ 25 となる層とすることも想定される。地盤のせん断波速度は**図4-33**、**図4-34**のような高密度表面波探査や、PS検層により直接測定して求めることが望ましいが、次式に示すように N 値から簡易に推定する方法⁸⁾もある。

①粘性土の場合： $V_s = 100 \cdot N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 25)$

②砂質土の場合： $V_s = 80 \cdot N^{1/3} \quad (1 \leq N \leq 50)$

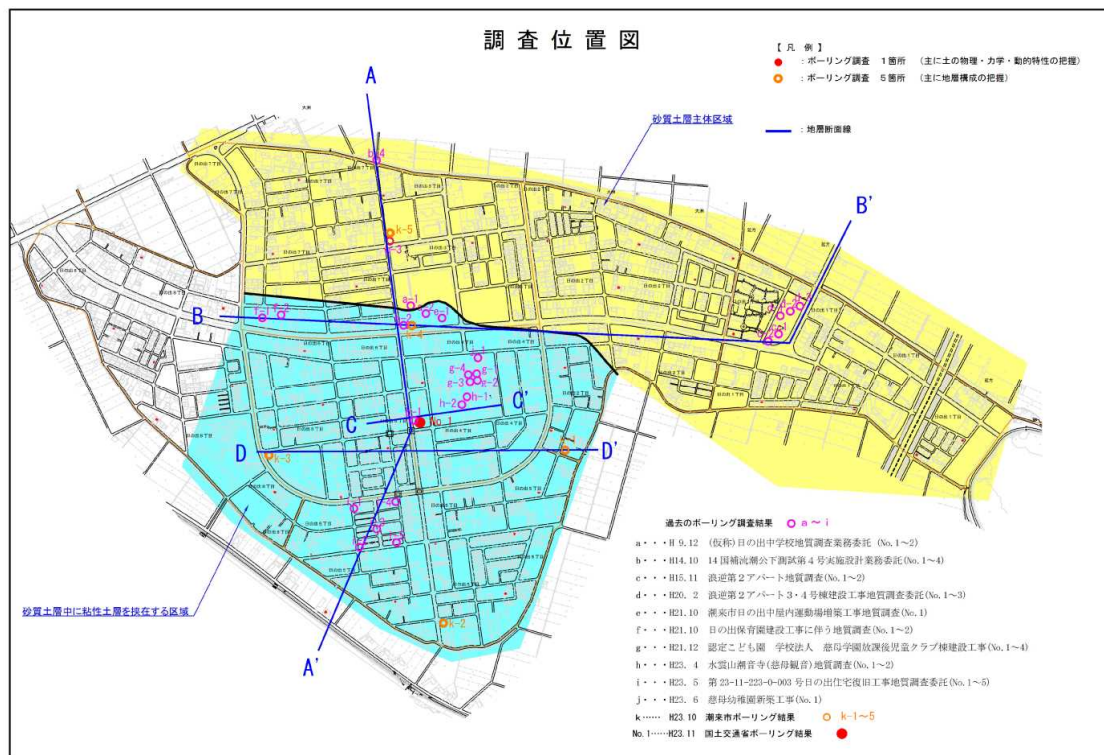


図 4-31 数値解析を用いる場合の調査計画図

調査計画図			BorNo.: No. 1地点		調査ボーリング															室内土質試験(試料)													
深 度 (m)	層 厚 (m)	想定柱状図	地 質 名	記 号	想 定 N 値 (回)	ノンコア (m)						標準貫入 試験 (回)		サンプリ ング(本)		現 場 透 水 試 験 (箇所)	P S 検 層 (m)	密 度 検 層 (m)	物 理 試 験					力 学		動 的 試 験							
						φ116mm		φ86mm		φ66mm		粘	砂	粘	砂				シ	トリ	土 粒 子 の 密 度	含 水 比	粒 度 フル イ	沈 降	液 性 限 界	塑 性 限 界	湿 潤 密 度 試 験	圧 密 試 験	三 軸 圧 縮 試 験 C D	液 状 化 強 度 試 験	粘	砂	
						性	質	性	質	性	質	性	質	ン	ブ				質	質											土	土	性
0.00	0.00																																
1.00	1.00	XXXX	盛土	—	—	●											●	●	●														
5.00	4.00	●●●●	埋土	Fs	3~7	●	●				●						●	●	●	●		●					●		●				
12.00	7.00		粘性土	Ac	0~2	●	●				●						●	●	●	●		●					●						
17.00	5.00	●●●●	砂質土	As2	5~15		●									●	●	●	●	●		●	●	●			●					●	
22.00	5.00	●●●●					●									●	●	●	●	●		●											
27.00	5.00	●●●●	砂質土	Ds	50		●									●	●	●	●	●		●											

PS検層用
余罫区間 (5m)

図 4-32 数値解析を用いる場合の調査数量や試験項目



図 4-33 表面波探査測線位置図例

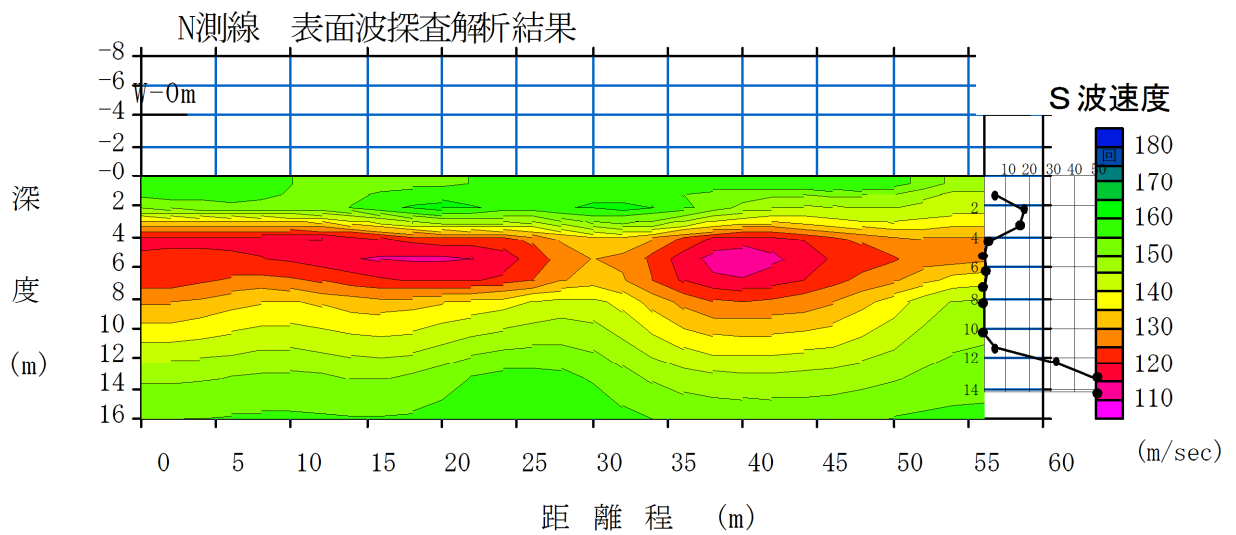


図 4-34 表面波探査結果図例

4-6 再液状化における被害可能性予測

「4-4 液状化対策の目標値」で想定した地震動等により「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」の計算シートを用いて、再液状化による地盤沈下量を予測する。また、予測結果から再液状化層と再液状化予想範囲を特定し、震災後における液状化予測断面図、及び震災後における液状化に伴う P_L 値や D_{cy} のコンター図を作成する。再液状化診断結果について全体の考察を行い、その後の要対策区域設定の根拠とする。

1. 再液状化における地盤沈下量予測

再液状化における地盤沈下量予測は、以下の手順が想定される。

- ① 震災前と同様に液状化判定を行い再液状化範囲を明確にする。（表4-10及び図4-35参照）
- ② P_L 値（液状化指標値）及び D_{cy} 値（地盤変位量）を算出し地盤沈下量の予測を行う。

D_{cy} 算出は、「建築基礎構造設計指針（日本建築学会）」の「資料編4-3 液状化に伴う地盤物性と地盤変形量の予測」に準拠して行う。ここでは、 D_{cy} は本来水平方向のせん断ひずみによる水平変位差であり、それを沈下量に読み替えている。

表 4-10 液状化安全率 F_L を用いた再液状化可能性の予測

孔番	試験中心深度 (GL-m)	地層名	N値	Fc (%)	D ₅₀ (%)	液状化係数及び判定				沈下予測 種別	沈下量予測					
						M7.5 200gal	判定	M7.5 350gal	判定		M9.0 200gal	判定	M7.5 200gal	M7.5 350gal	M9.0 200gal	
No. 1	1.30	Fs	5.0	6.0	0.170	0.868	○	0.496	○	0.470	○	PL値	20m	1.5	4.0	4.2
	2.30		19.0	7.0	0.250	2.890	×	1.652	×	1.566	×		10m	1.3	4.8	5.1
	3.30		16.0	7.0	0.250	2.694	×	1.540	×	1.459	×		Dcy(cm)	3.3	4.6	4.6
k-1	1.30	Fs	10.0	13.6	0.235	3.417	×	1.953	×	1.851	×	PL値	20m	0.5	1.8	1.9
	2.30		14.0	10.0	0.239	2.854	×	1.651	×	1.546	×		10m	0.0	0.0	0.0
	3.30		30.0	10.2	0.176	2.652	×	1.516	×	1.437	×		Dcy(cm)	1.0	1.0	1.0
k-2	1.30	Bk	6.0	10.9	0.192							PL値	20m	3.4	7.4	7.7
	2.30		18.0	10.1	0.174	3.655	×	2.088	×	1.980	×		10m	1.6	3.1	3.2
	3.30		16.0	10.1	0.174	3.219	×	1.840	×	1.744	×			Dcy(cm)	3.0	4.5
	8.30	As2	4.0	17.4	0.147	0.645	○	0.368	○	0.349	○	Dcy(cm)	3.0	4.5	4.5	
	9.30		8.0	17.4	0.147	0.795	○	0.454	○	0.431	○					
	10.30		23.0	17.4	0.147	2.702	×	1.544	×	1.464	×					
	11.30		32.0	17.4	0.147	2.722	×	1.556	×	1.474	×					
12.30	33.0	17.4	0.147	2.748	×	1.570	×	1.488	×							
k-3	1.30	Fs	6.0	9.1	0.172	1.320	×	0.755	○	0.715	○	PL値	20m	0.8	3.3	3.7
	2.30		17.0	15.5	0.148	3.083	×	1.762	×	1.670	×		10m	0.0	3.8	4.5
	3.30		9.0	34.3	0.125	2.012	×	1.150	×	1.090	×		Dcy(cm)	2.0	4.1	4.1
k-4	1.30	Fs	14.0	11.9	0.264	3.832	×	2.189	×	2.075	×	PL値	20m	0.0	0.0	0.0
	2.30		24.0	24.5	0.137	3.115	×	1.780	×	1.687	×		10m	0.0	0.0	0.0
	3.30		12.0	30.4	0.117	2.853	×	1.630	×	1.546	×	Dcy(cm)	0.0	0.0	0.0	
	4.30		2.0	82.8	0.007											
k-5	1.35	Fs	1.0	17.0	0.218	0.915	○	0.523	○	0.496	○	PL値	20m	0.5	6.6	7.2
	2.30		22.0	13.2	0.151	3.451	×	1.972	×	1.869	×					
	3.30		8.0	13.9	0.152	1.177	×	0.672	○	0.637	○					
	4.30	As2	21.0	15.1	0.153	2.916	×	1.666	×	1.579	×	Dcy(cm)	1.6	4.9	4.4	
	5.30		27.0	15.1	0.153	2.821	×	1.612	×	1.528	×					
i-1	1.30	Fs	4.0	24.7	0.140	1.017	×	0.581	○	0.551	○	PL値	20m	5.7	22.8	24.1
	2.30		9.0	33.0	0.100	2.511	×	1.435	×	1.360	×					
	3.30		8.0	16.2	0.128	1.159	×	0.662	○	0.628	○					
	4.30		8.0	9.8	0.138	0.833	○	0.476	○	0.451	○					
	10.30	As2	7.0	38.0	0.095	0.768	○	0.439	○	0.416	○	Dcy(cm)	4.0	9.1	9.1	
	11.30		8.0	46.1	0.083	0.890	○	0.503	○	0.477	○					
	12.30		4.0	48.9	0.077	0.681	○	0.389	○	0.369	○					
	13.30		4.0	46.8	0.081	0.681	○	0.389	○	0.369	○					
	14.30		4.0	52.1	0.062											
	15.30		8.0	35.9	0.111	0.803	○	0.459	○	0.435	○					
i-2	1.30	Fs	13.0	9.2	0.188	3.218	×	1.839	×	1.743	×	PL値	20m	1.7	6.0	6.7
	2.30		8.0	12.6	0.169	1.490	×	0.851	○	0.807	○					
	3.30		8.0	7.4	0.191	0.796	○	0.455	○	0.431	○					
	4.30		15.0	12.2	0.160	2.498	×	1.427	×	1.353	×					
	9.30	As2	14.0	30.4	0.127	1.919	×	1.097	×	1.040	×	Dcy(cm)	1.0	2.0	1.5	
	10.30		19.0	23.9	0.128	2.442	×	1.395	×	1.323	×					
	11.30		24.0	21.5	0.147	2.482	×	1.418	×	1.344	×					
	12.30		30.0	18.2	0.135	2.523	×	1.442	×	1.367	×					
	13.30		38.0	14.1	0.134	2.567	×	1.467	×	1.391	×					
	14.30		30.0	15.2	0.137	2.614	×	1.494	×	1.416	×					
	15.30		19.0	13.4	0.140	1.672	×	0.956	○	0.906	○					

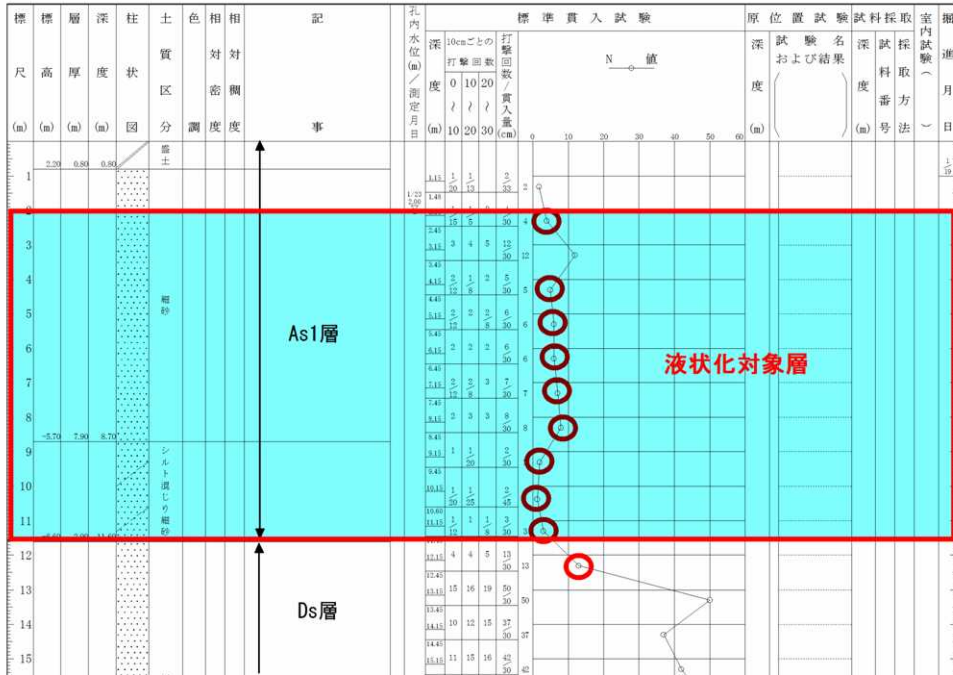


図 4-35 液状化対象層の特定

2. 地盤沈下量(Dcy)コンター図の作成

再液状化における液状化判定例を表4-11に、液状化における地盤変位量(Dcy)算定例を表4-12に示した。

表 4-11 再液状化判定例

地点名		潮来地区：千代田No.1		PL値		4.15		注) 判定外													
基礎名		建築基礎構造設計指針		水の単位体積重量		9.8 (kN/m ³)		*1 地下水位より上(液状化の可能性は低い)													
判定方法		地表面設計用水平加速度と、実測N値		上載荷重		0.0 (kN/m ²)		*2 τ _d /σ _v 'が0.0以下である(液状化の可能性は低い)													
Fc>50%の取扱い		液状化の判定外とする		使用曲線		γ=5 (%)		*3 Fc~LNEグラフ範囲外(液状化の可能性は低い)													
				設計加速度		300.00 (gal)		*4 全上載圧または有効上載圧が0.0以下となる層である													
				マグニチュード		9.0															
標高	深さ	土質特性										せん断係数					液状化の判定				
		層厚	土層種類	N値	判定深さ	液状化深さ	鋼筋重量	省上載圧	全上載圧	埋設物土率	平均埋設	コンクリート埋設	埋設物土率	せん断係数	せん断力	補正N値	液状化比	せん断力	判定		
(m)	(m)	(m)			(m)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(%)	D60	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(%)	(%)	(%)	(%)	FL	
0	0.0	1.25	1.25	砂質土	5.0	1.30	17.8	17.8	17.3	23.1	6.0	0.170	0.00	0.00	N値	0.960	5.6	13.11	0.151	0.322	0.470
				砂質土	19.0	2.30			25.3	40.9	7.0	0.250	0.00	0.00	N値	0.965	9.7	39.82	0.600	0.383	1.566
				砂質土	16.0	3.30			32.3	58.7	7.0	0.250	0.00	0.00	N値	0.961	12.7	29.86	0.600	0.411	1.459
				粘性土	2.0	4.30	17.8	17.8	40.9	76.2	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	0.0	5.30			47.8	92.9	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	1.0	6.30			54.7	109.6	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	0.0	7.30			61.5	126.3	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	0.0	8.30			68.5	143.0	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	0.0	9.30			75.4	159.7	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				粘性土	0.0	10.30			82.3	176.4	93.0	0.002	0.00	0.00	N値	0.000	0.0	99.90	0.600	0.000	
				砂質土	5.0	11.30	16.7	16.7	89.2	193.1	19.0	0.277	0.00	0.00	N値	0.831	39.3	13.04	0.151	0.440	0.343
				砂質土	32.0	12.30			97.8	211.5	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.816	42.2	32.04	0.600	0.432	1.389
				砂質土	50.0	13.30			107.7	231.2	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.800	45.3	47.70	0.600	0.421	1.426
				砂質土	50.0	14.30			117.6	250.9	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.788	48.3	45.65	0.600	0.410	1.462
				砂質土	47.0	16.30			127.4	299.3	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.756	53.7	39.70	0.600	0.391	1.535
				砂質土	49.0	17.30			147.3	316.0	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.741	56.2	39.97	0.600	0.382	1.572
				砂質土	50.0	18.30			157.2	339.7	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.726	58.6	39.48	0.600	0.373	1.610
				砂質土	50.0	19.30			167.1	349.4	4.0	0.291	0.00	0.00	N値	0.711	60.6	38.29	0.600	0.364	1.649
				砂質土	29.0	20.00	19.7	19.7	174.0	353.2	61.0	0.073	0.00	0.00	N値	0.700	62.3	**3	**3	0.358	**3

表 4-12 再液状化における地盤変位量(Dcy)算定例

H23(潮来)No.1地点 液状化による地盤変位量(Dcy)算定結果 地下水位=GL- 0.70 m

液状化解析結果				M=7.5 加速度=200gal				M=7.5 加速度=350gal				M=9.0 加速度=200gal				M=9.0 加速度=300gal							
深度	N値	補正N値 Na	Z τ _d /σ _v '	せん断応力比 τ _d /σ _v '	安全率 FL	γ _{cy} ε _v	地盤変位量 Dcy(m)	せん断応力比 τ _d /σ _v '	安全率 FL	γ _{cy} ε _v	地盤変位量 Dcy(m)	せん断応力比 τ _d /σ _v '	安全率 FL	γ _{cy} ε _v	地盤変位量 Dcy(m)	せん断応力比 τ _d /σ _v '	安全率 FL	γ _{cy} ε _v	地盤変位量 Dcy(m)				
0.70																							
1.30	5.0	13.1	0.151	0.174	0.868	0.01	0.013	0.305	0.495	0.02	0.026	0.215	0.702	0.02	0.026	0.322	0.469	0.02	0.026				
2.30	19.0	39.8	0.600	0.208	2.885			0.363	1.653			0.255	2.353			0.383	1.567						
3.30	16.0	29.9	0.600	0.223	2.691			0.390	1.538			0.274	2.190			0.411	1.460						
4.30	2.0																						
5.30	0.0																						
6.30	1.0																						
7.30	0.0																						
8.30	0.0																						
9.30	0.0																						
10.30	0.0																						
11.30	5.0	13.0	0.151	0.238	0.634	0.02	0.020	0.417	0.362	0.02	0.020	0.293	0.515	0.02	0.020	0.440	0.343	0.02	0.020				
12.30	32.0	32.0	0.600	0.234	2.564			0.409	1.467			0.288	2.083			0.432	1.389						
13.30	50.0	47.7	0.600	0.228	2.632			0.399	1.504			0.281	2.135			0.421	1.425						
14.30	50.0	45.7	0.600	0.222	2.703			0.389	1.542			0.274	2.190			0.410	1.463						
15.30																							
16.30	47.0	39.7	0.600	0.212	2.830			0.371	1.617			0.261	2.299			0.391	1.535						
17.30	49.0	40.0	0.600	0.207	2.899			0.362	1.657			0.254	2.362			0.382	1.571						
18.30	50.0	39.5	0.600	0.202	2.970			0.352	1.705			0.248	2.419			0.373	1.609						
19.30	50.0	38.3	0.600	0.197	3.046			0.345	1.739			0.248	2.419			0.364	1.648						
20.00	29.0	99.9		0.202				0.202				0.202				0.358							
地盤変位量(Dcy)総計(cm)							3.3								4.6								4.6

液状化の程度:軽微

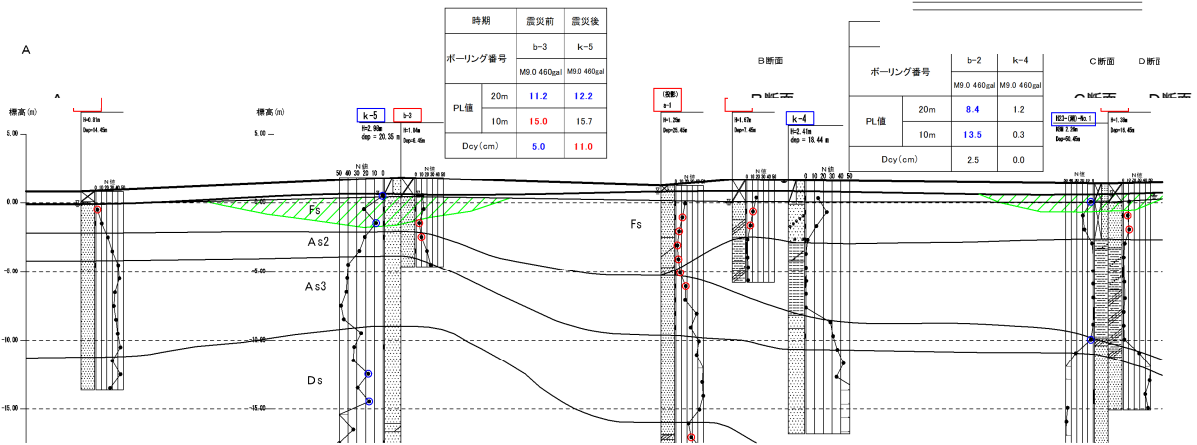


図 4-36 再液状化予測断面図例-1 (IH 地区)

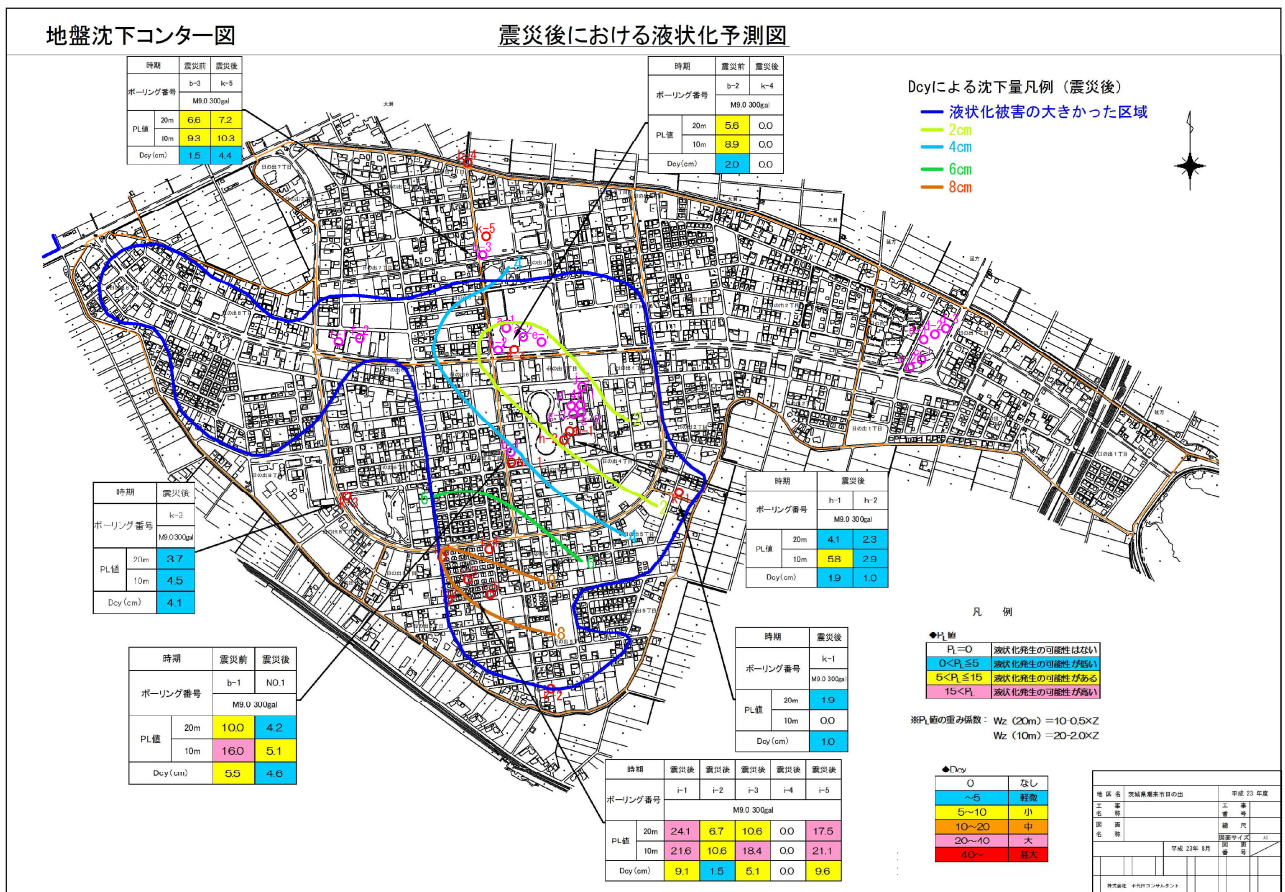


図 4-37 再液状化判定による地盤沈下量 (Dcy) コンター図例-1 (IH 地区)

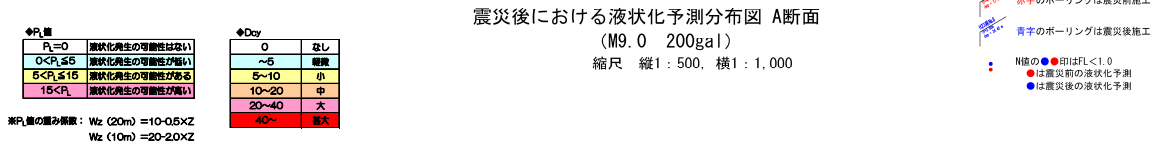
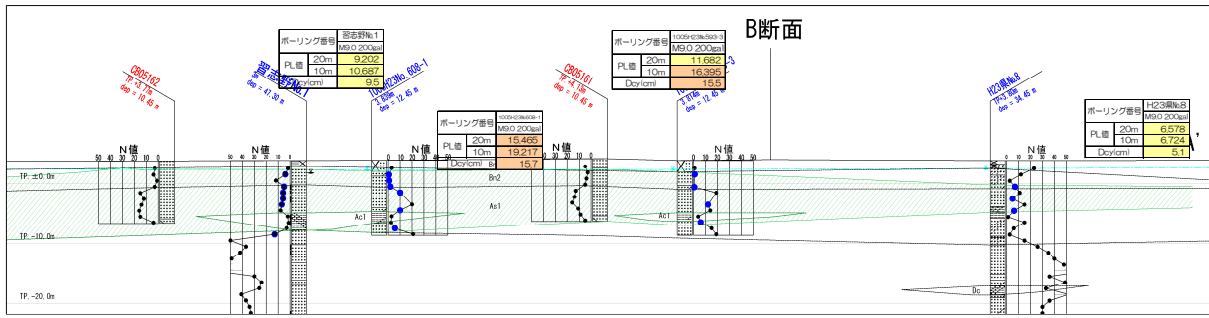


図 4-38 再液状化予測断面図例-2 (NK 地区)

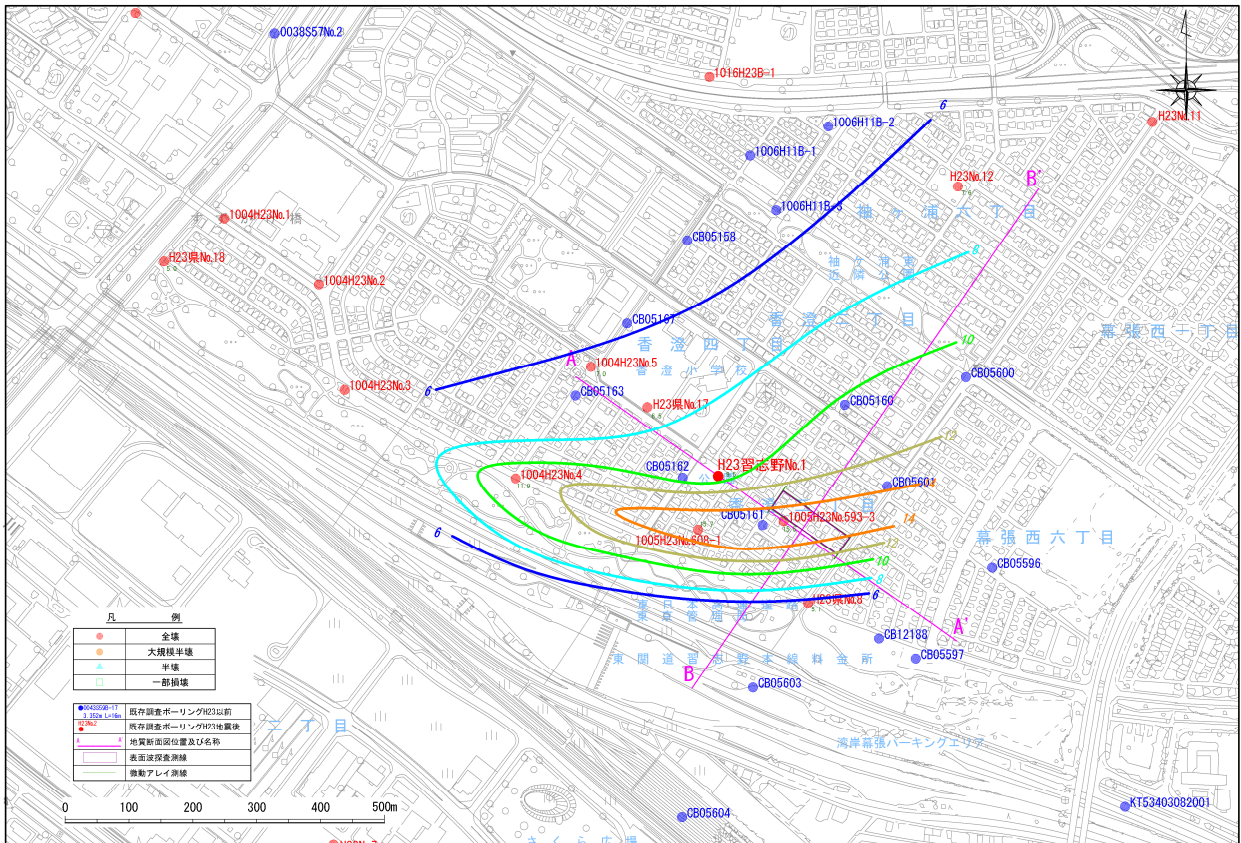


図 4-39 再液状化判定による地盤沈下量 (Dcy) コンター図例-2 (NK 地区)

<参考文献>

- 1) 国土交通省関東地方整備局，公益社団法人 地盤工学会：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書 別冊資料（調査票No.118） pp.5, 2011.8
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000043554.pdf
- 2) 国土交通省都市局：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説（案），
<http://www.mlit.go.jp/common/000993757.pdf>.（2014年1月7日閲覧）
- 3) 国土交通省・国土技術政策総合研究所：宅地の液状化被害可能性判定計算シート，
<http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/downloads.html>（2014年1月15日閲覧）
- 4) 田口雄一，東畑郁生，青山翔吾：東北地方太平洋沖地震による東京湾周辺地帯の液状化に基づく年代効果の検討，第47回地盤工学研究発表会（八戸），pp.1603-1604、2012.7.
- 5) UR都市機構：宅地耐震設計マニュアル（案）、2008.4.
- 6) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，2001. 10
- 7) Ishihara, K. and Yoshimine, M.: Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquakes, Soils and Foundations, Vol. 32, No.1, pp.173-188 ,1992.
- 8) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編,2012.3.
- 9) 田野井雄吾，有田智一，糸井川栄一，梅本通孝，太田尚孝：公有地・民有地の一体的な液状化対策事業の実態と課題-東日本大震災液状化被災12自治体を対象として-，日本都市計画学会都市計画論文集，Vol.50， No.3， 2015.10