

第2回 清田区里塚地区の市街地復旧技術検討会議

日 時 平成30年11月1日(木) 10:00~
場 所 市役所本庁舎 6階1号会議室

1. 開会

2. 第1回技術検討会議の議事の確認

3. 調査結果

- 1) 液状化判定
- 2) 揚水試験(中間報告)
- 3) 地下水位低下簡易評価
- 4) 格子状地中壁簡易評価

4. 対策工法の検討

- 1) 課題整理及び対策工の方針
- 2) 対策工(案)の提示

5. その他

6. 閉会

2. 第1回目の議事の確認

1) 議事概要版 別紙

2) 指摘事項への対応

- ①発災前の土砂噴出箇所の路面状況
- ②三里川東排水など他の水みちの状況
- ③水位観測箇所の追加
- ④地盤の強度の追跡調査

2. 指摘いただいた事項への対応

①発災前の土砂噴出箇所の路面状況

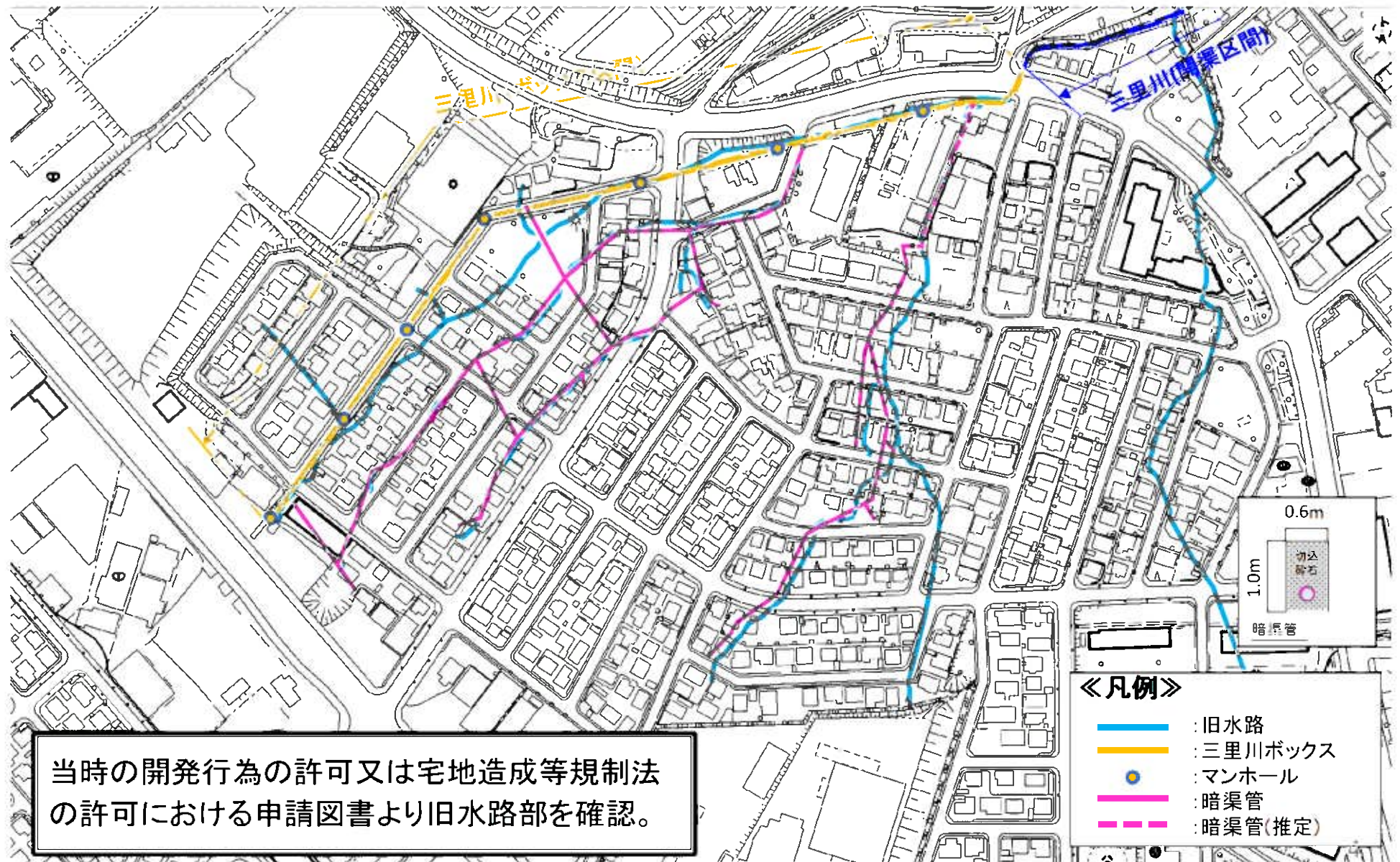


当該箇所では、発災前時点で舗装の面的な亀甲状のひび割れが確認でき、路床の支持力が非常に弱い状態であったことが伺える。



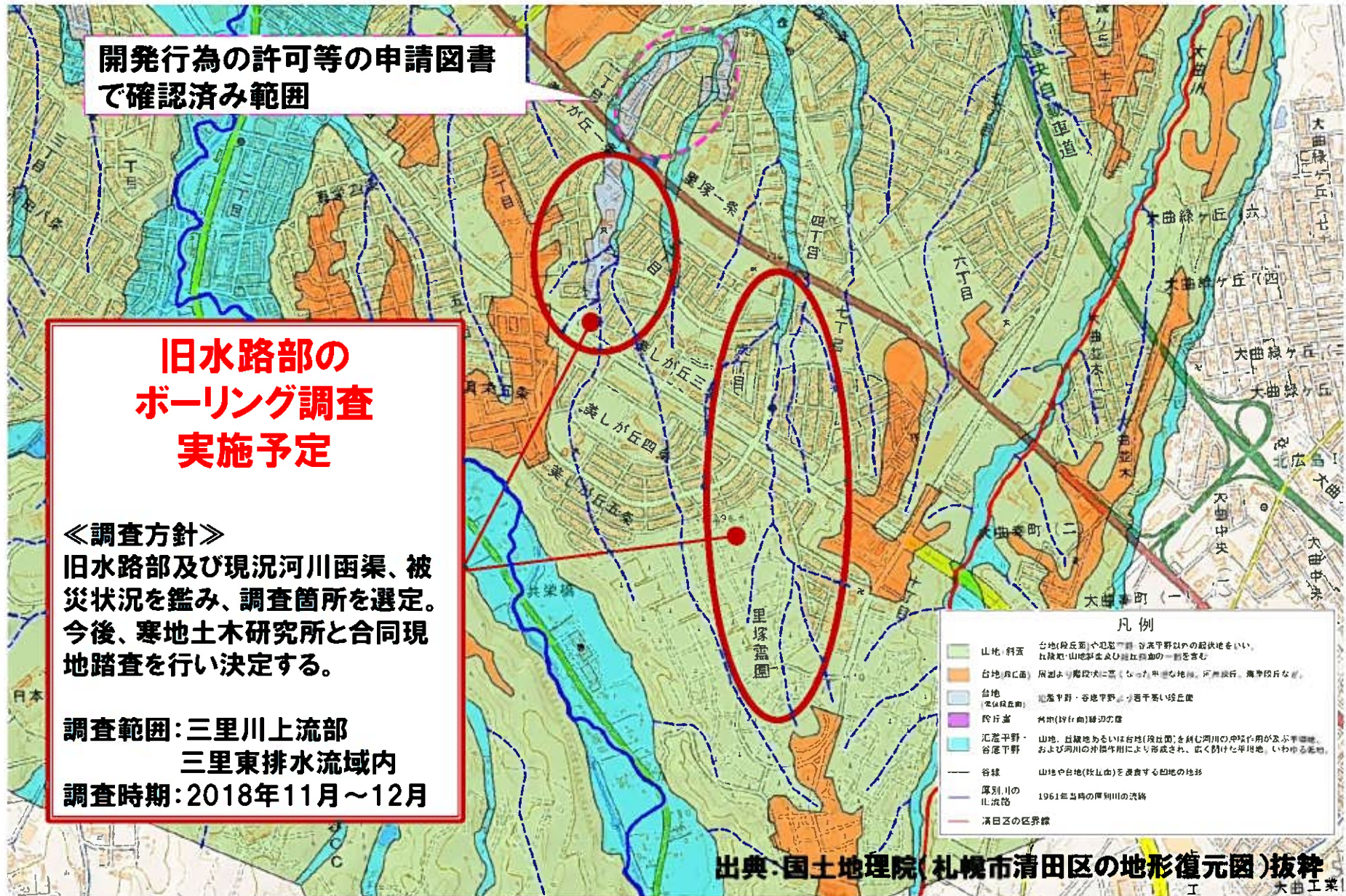
2. 指摘いただいた事項への対応

②里塚地区の旧水路の状況



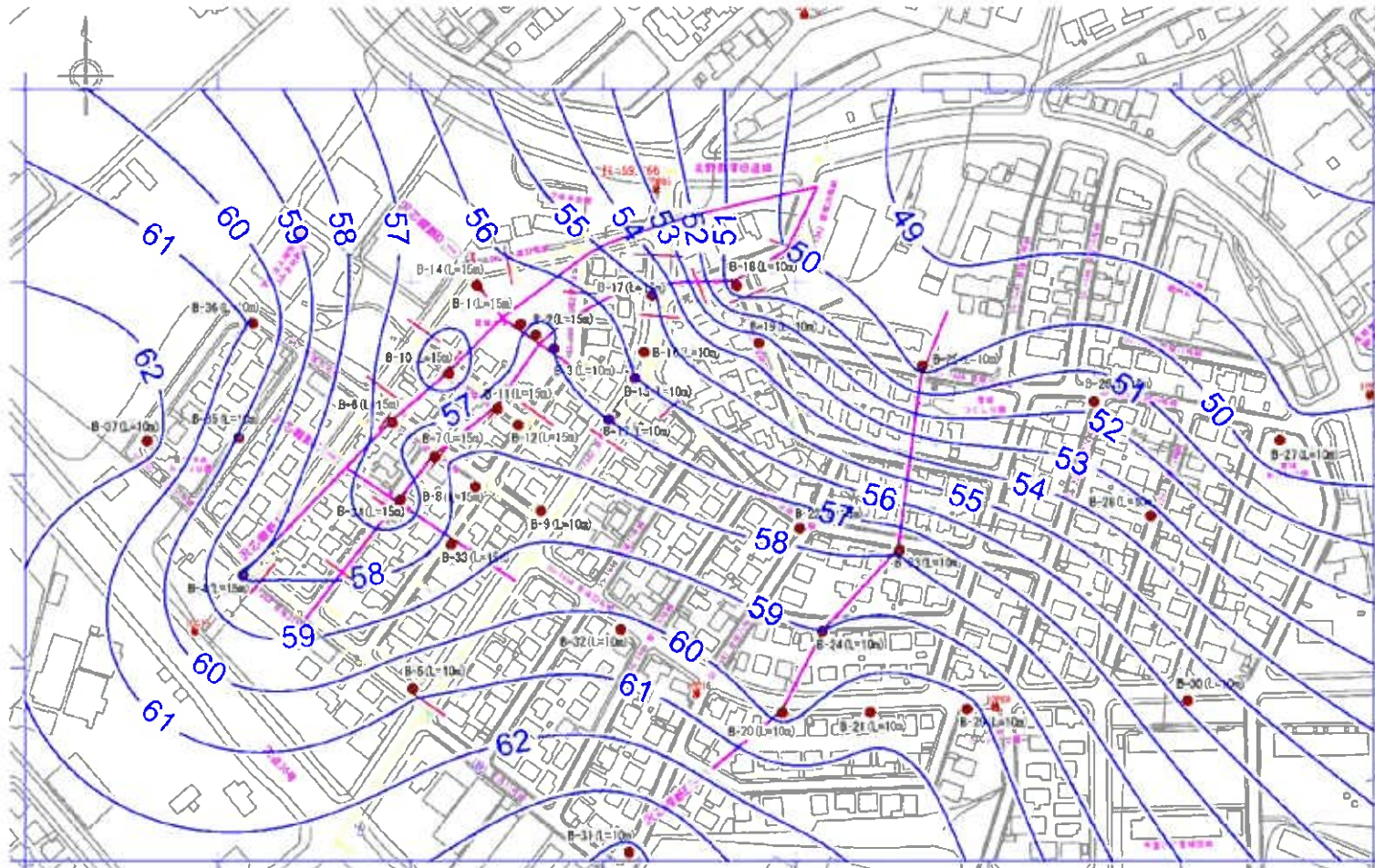
2. 指摘いただいた事項への対応

②三里東排水等の旧水路調査予定範囲



2. 指摘いただいた事項への対応

③水位観測箇所への追加



◆地下水位標高コンター図のとおり、当該地は旧地形(沢地形)に沿って集水されている状況が伺える。

◆水位観測孔については具体的な対策工が確定した段階で、効果的な配置を検討し増設を計画する。

2. 指摘いただいた事項への対応

④地盤の強度の追跡調査

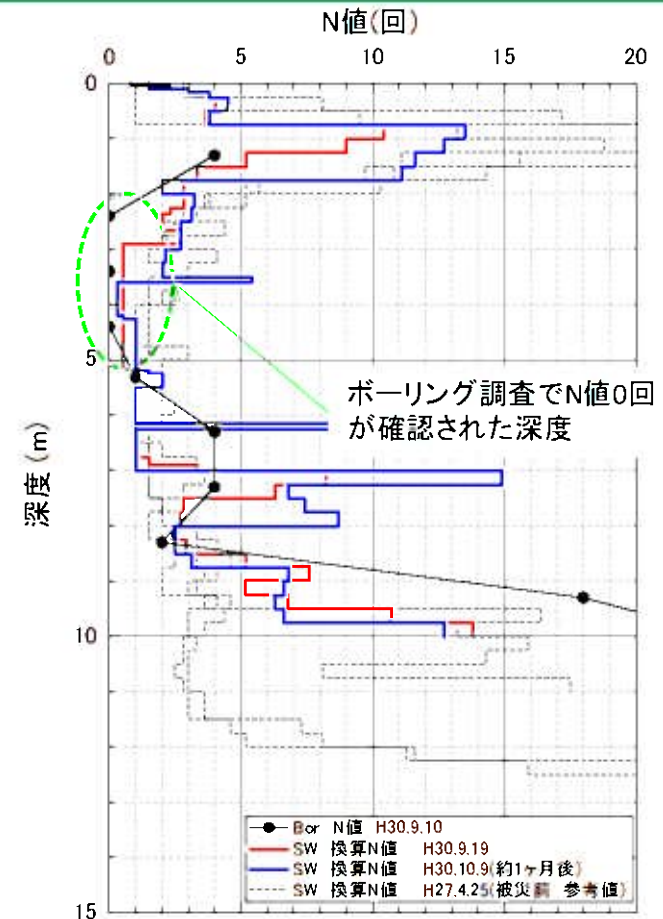
◆ポプラ公園内のB-2号孔付近にて、液状化発生後の地盤強度の回復を確認するために9月19、10月9日にスウェーデン式サウンディングを行った。

◆調査結果は右図のとおりであり、局部的に僅かに強度増加は見られるものの、深度2～5mの非常に緩い箇所における換算N値は、発災後1ヶ月でも0.5～1回程度で、明確な強度回復は確認出来ない。

◆右図には参考としてぽぷら公園に隣接する住宅建設当時(平成27年4月)のスウェーデン式サウンディングによる換算N値についても併記するが、当該地では発災前でも換算N値は低い箇所で1～1.5回程度であった。

◆以上を踏まえると、当該箇所ではこれ以上の極端な強度回復の可能性は低いと想定される。

◆本調査は今後も月1回程度の頻度で実施する予定である。



【換算N値算出式】

礫・砂質土： $0.002W_{sw} + 0.067N_{sw}$

粘土・粘性土： $0.003W_{sw} + 0.050N_{sw}$

W_{sw} ：1000N以下で貫入した場合の荷重(N)

N_{sw} ：1000Nの荷重で貫入が止まった後、回転により貫入させた時の貫入量1m当たりの半回転数(回/m)

2. 指摘いただいた事項への対応

④地盤の強度の追跡調査

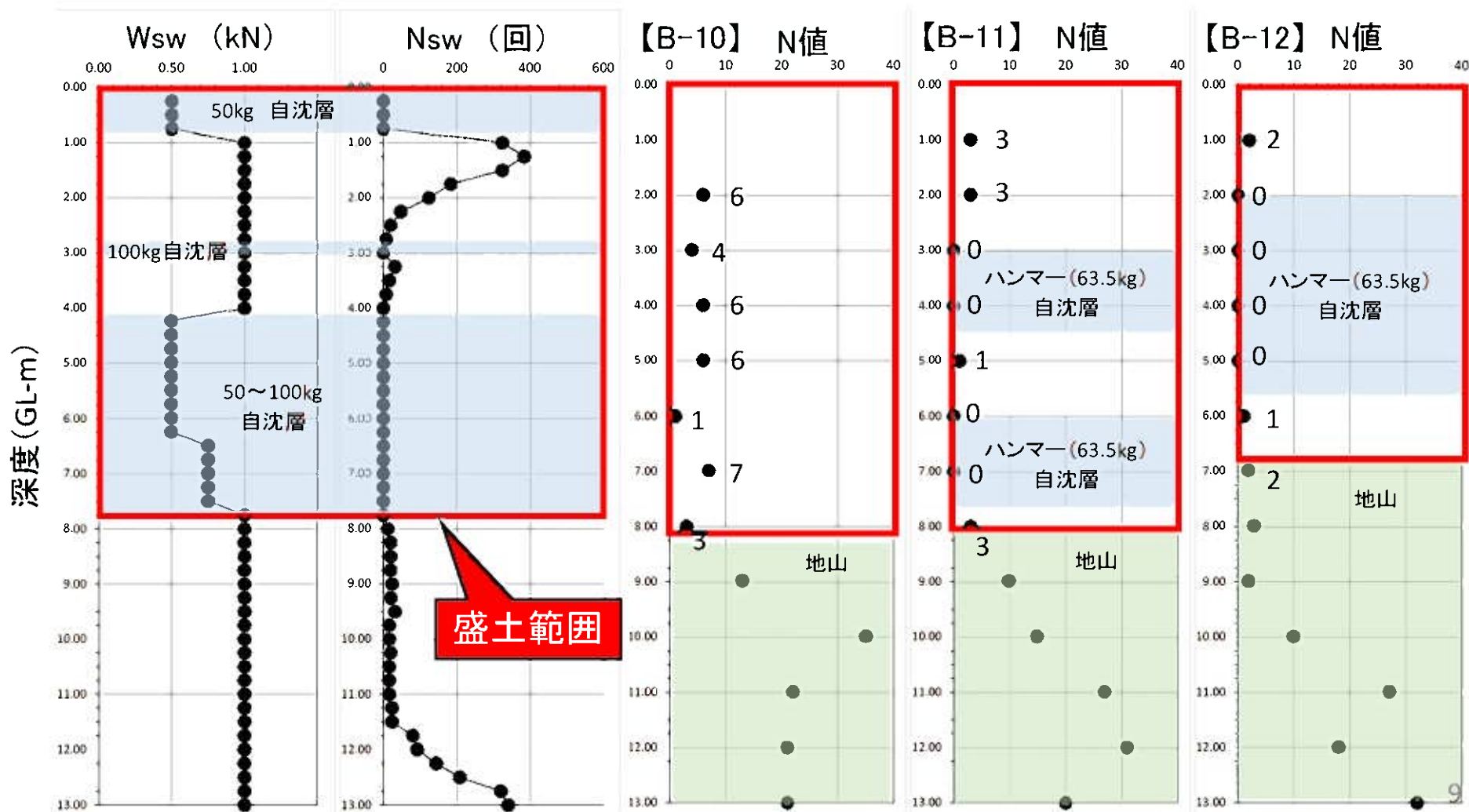
ポプラ公園周辺の地盤の状況

地震前(2015年)の調査結果

地震後の調査結果

スウェーデン式サウンディング試験

ボーリング調査(標準貫入試験)



3. 調査結果

- 1) 液状化判定結果
- 2) 揚水試験（中間報告）
- 3) 地下水位低下工法 簡易評価シート
- 4) 格子状地中壁 簡易評価シート

調査結果

1) 液状化判定結果

【検討条件】

◆検討は今回のボーリング調査で得られた現況N値と、N値4回程度(現況N値4回以上はそのままのN値を使用)の良質な盛土を仮定した場合について検討した。

◆大規模な変状(地盤沈下)が発生している箇所の検討においては現況復旧を想定し、被災前の地盤高さまで造成し直した高さとして検討した。

【検討結果】

◆各ボーリング地点における液状化判定結果は右表のとおりである。

◆検討結果より今回の地震動では、宅地造成として良好な締固めされた盛土(N値4回を仮定)の場合でもPL値、Dcyともに5以上の範囲が見られ、液状化する結果が得られた。

◆PL値やDcy値の平面的な分布を次に示す。

ボーリング 点名	N値4回を仮定		現状	
	PL	Dcy	PL	Dcy
B-1	8.68	9.14	12.88	14.13
B-2	15.40	12.18	20.59	20.07
B-3	2.77	2.66	7.42	8.03
B-4	5.24	5.61	10.78	12.90
B-5	1.82	2.03	4.83	4.91
B-6	2.60	2.22	7.26	6.89
B-7	8.68	8.47	15.54	17.91
B-8	3.41	2.78	3.66	3.16
B-9	0.00	0.00	0.00	0.00
B-10	0.48	1.77	1.57	3.30
B-11	12.72	11.67	18.66	20.54
B-12	5.16	4.17	11.11	10.93
B-13	5.89	3.90	6.63	4.81
B-14	1.75	2.45	4.05	5.12
B-15	2.90	2.56	6.62	6.05
B-16	2.46	1.87	4.02	3.37
B-17	4.15	3.08	7.17	5.15
B-18	0.00	0.00	0.00	0.00
B-19	0.00	0.00	0.00	0.00
B-20	0.39	0.59	2.88	2.47
B-21	0.00	0.00	0.00	0.00
B-22	0.00	0.00	0.00	0.00
B-23	6.64	4.78	9.28	7.03
B-24	2.99	2.67	4.88	4.32
B-25	0.00	0.00	0.05	0.24
B-26	0.00	0.00	0.00	0.00
B-27	0.85	0.86	1.45	1.42
B-28	0.00	0.00	0.00	0.00
B-29	0.00	0.00	0.00	0.00
B-30	0.00	0.00	0.00	0.00
B-31	0.00	0.00	0.00	0.00
B-32	0.00	0.00	0.00	0.00
B-33	3.60	4.37	4.05	4.61
B-34	1.86	2.74	3.59	6.00
B-35	4.30	3.75	7.11	6.75
B-36	0.00	0.00	0.00	0.00
B-37	0.00	0.00	0.00	0.00

調査結果

1) 液状化判定結果 (PL値コンター)



均一な盛土(N値4)と仮定しても、液状化は発生する。

⇒地形と地下水位の影響



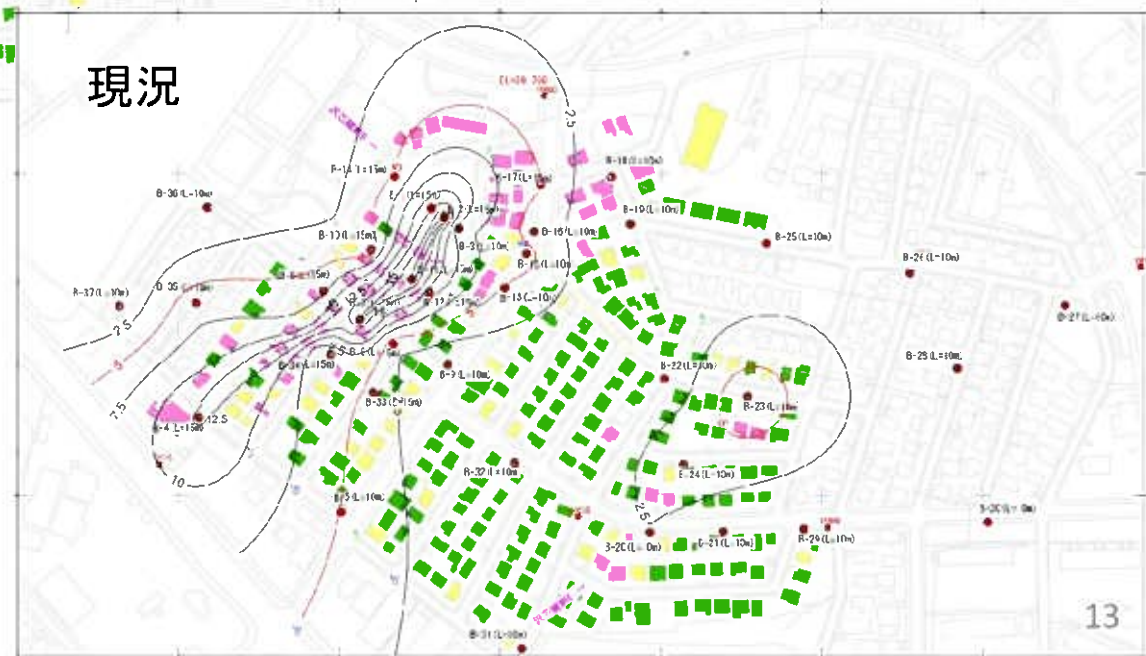
調査結果

1) 液状化判定結果 (Dcyカウンター)



均一な盛土(N値4)と仮定しても、液状化は発生する。

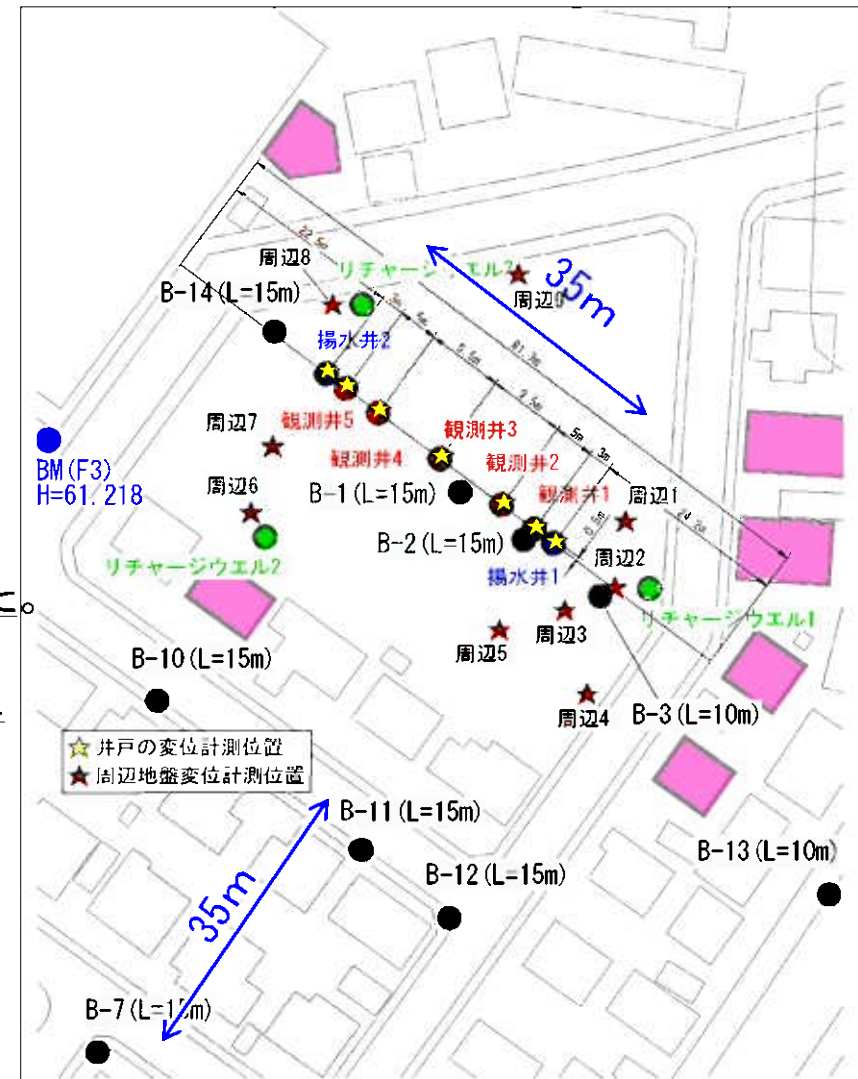
⇒地形と地下水位の影響



調査結果

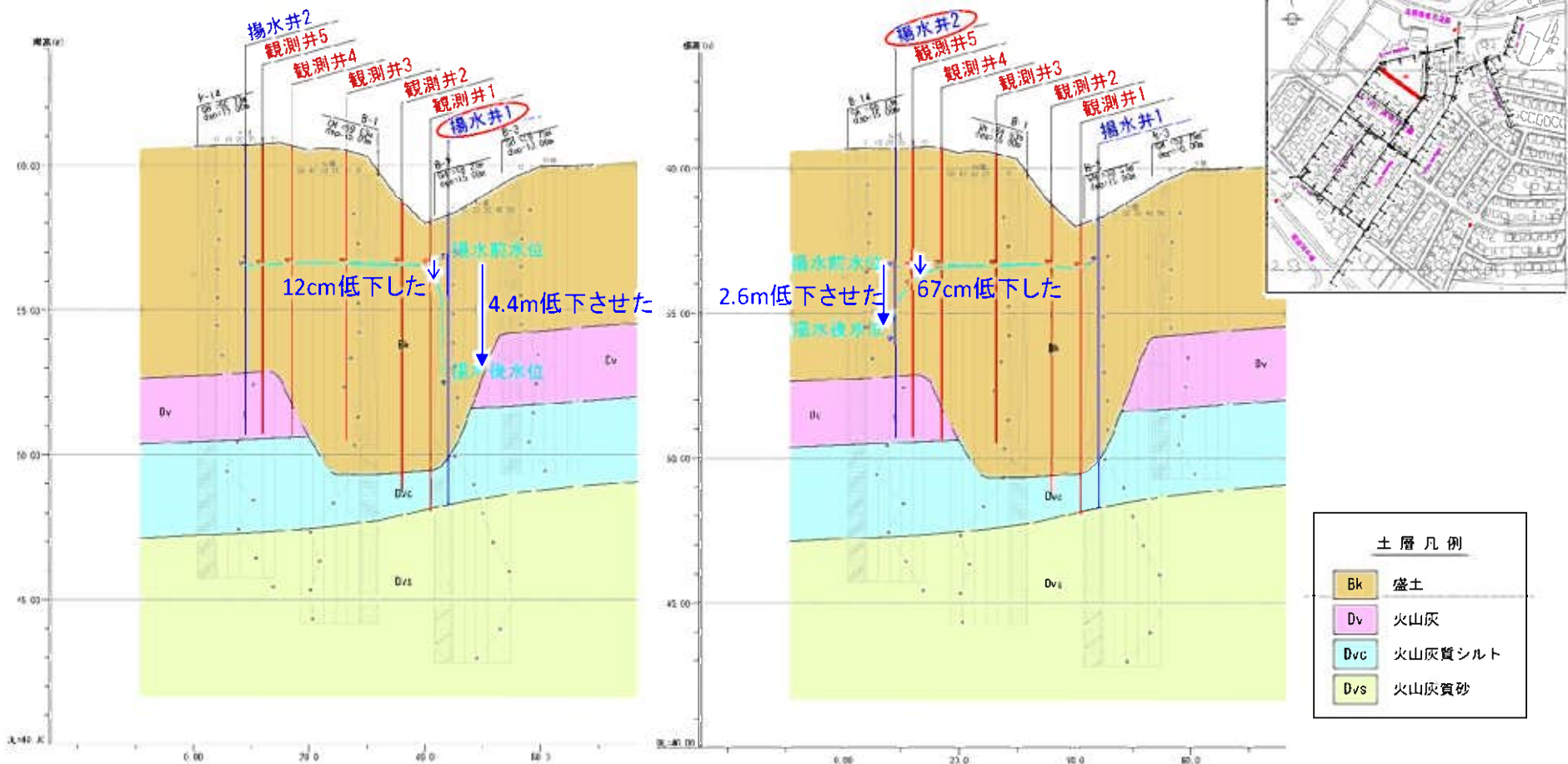
2) 揚水試験 (中間報告)

- ◆ポプラ公園内において、水位低下工法を検討する上で必要な水理定数の把握を目的に揚水試験を行った。
- ◆試験に際しては、水位低下による地盤変位(沈下)が懸念されるため、定点観測による沈下計測(レベル計測)を実施した。
- ◆右図には揚水井や観測井、復水井、水位低下に伴う地盤沈下を確認するための定点観測地点を示す。
- ◆今回の試験(揚水量12~22L/minで8時間~12時間揚水)では水位低下に伴う地盤沈下は計測されなかった。
- ◆水位低下工法を採用する際には、長期的な試験施工を行い、地盤の挙動を把握することが必要である。



調査結果

2) 揚水試験 (中間報告)

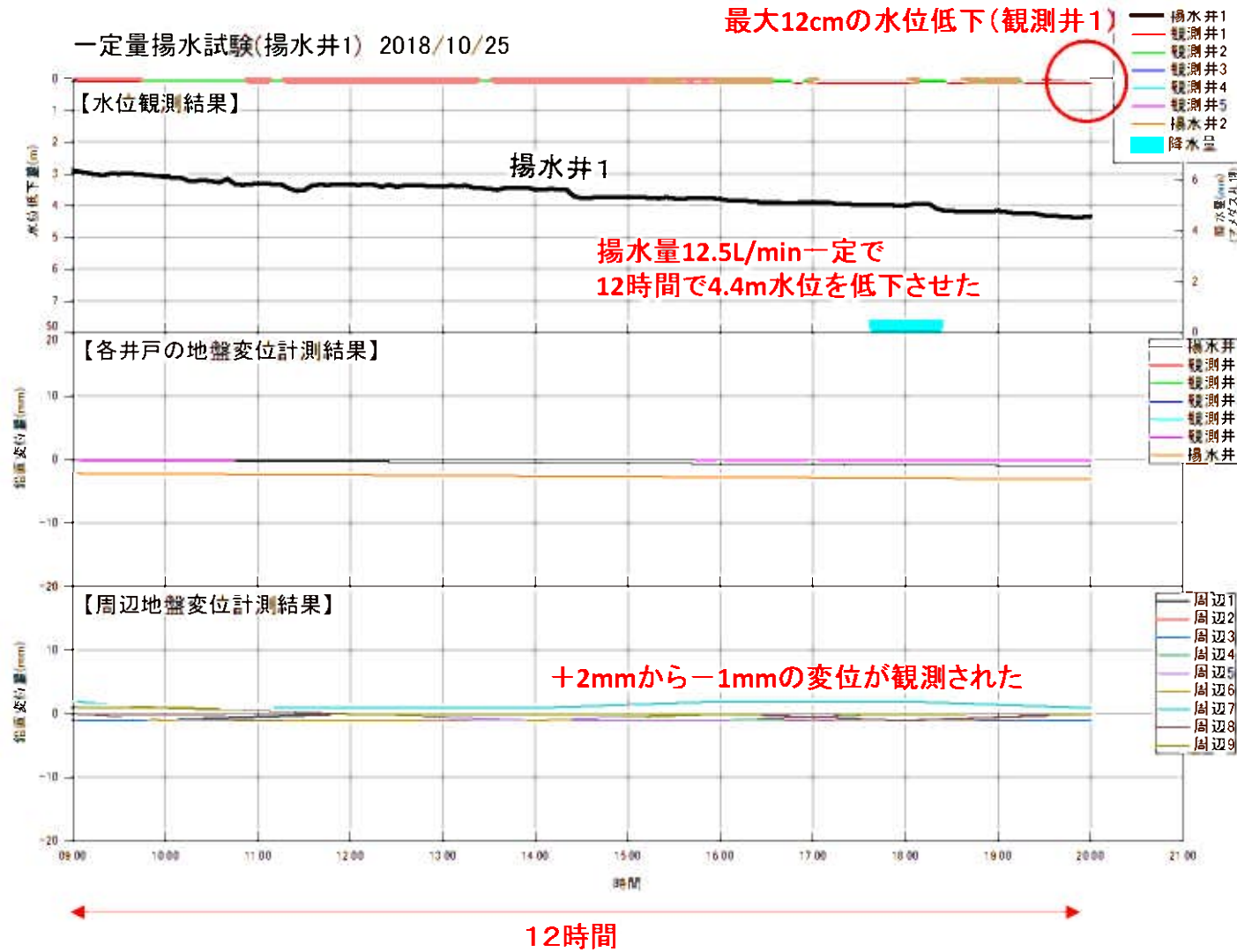


揚水井1より12L/minで12時間揚水

揚水井2より23L/minで8時間揚水

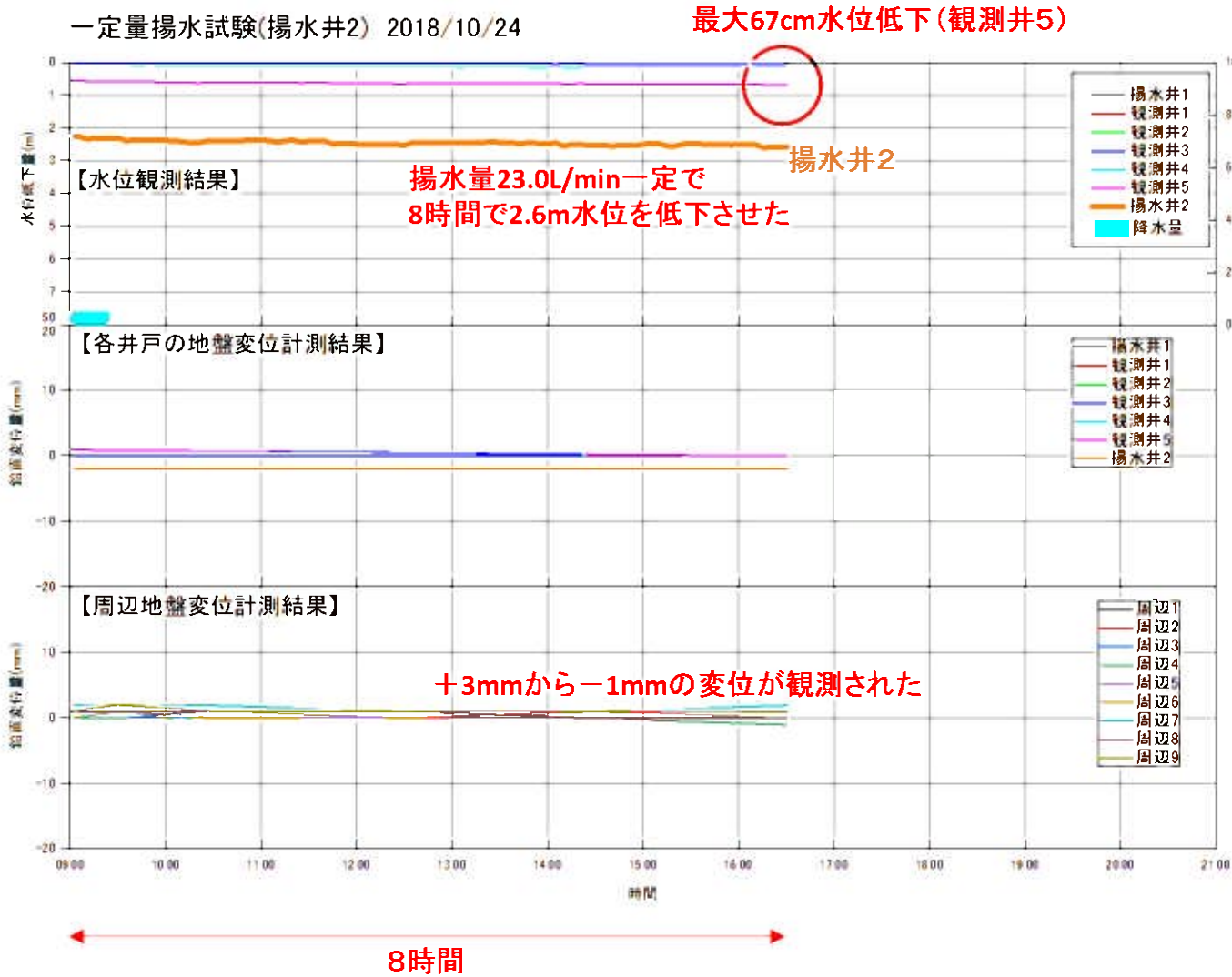
調査結果

2) 揚水試験 (中間報告)



調査結果

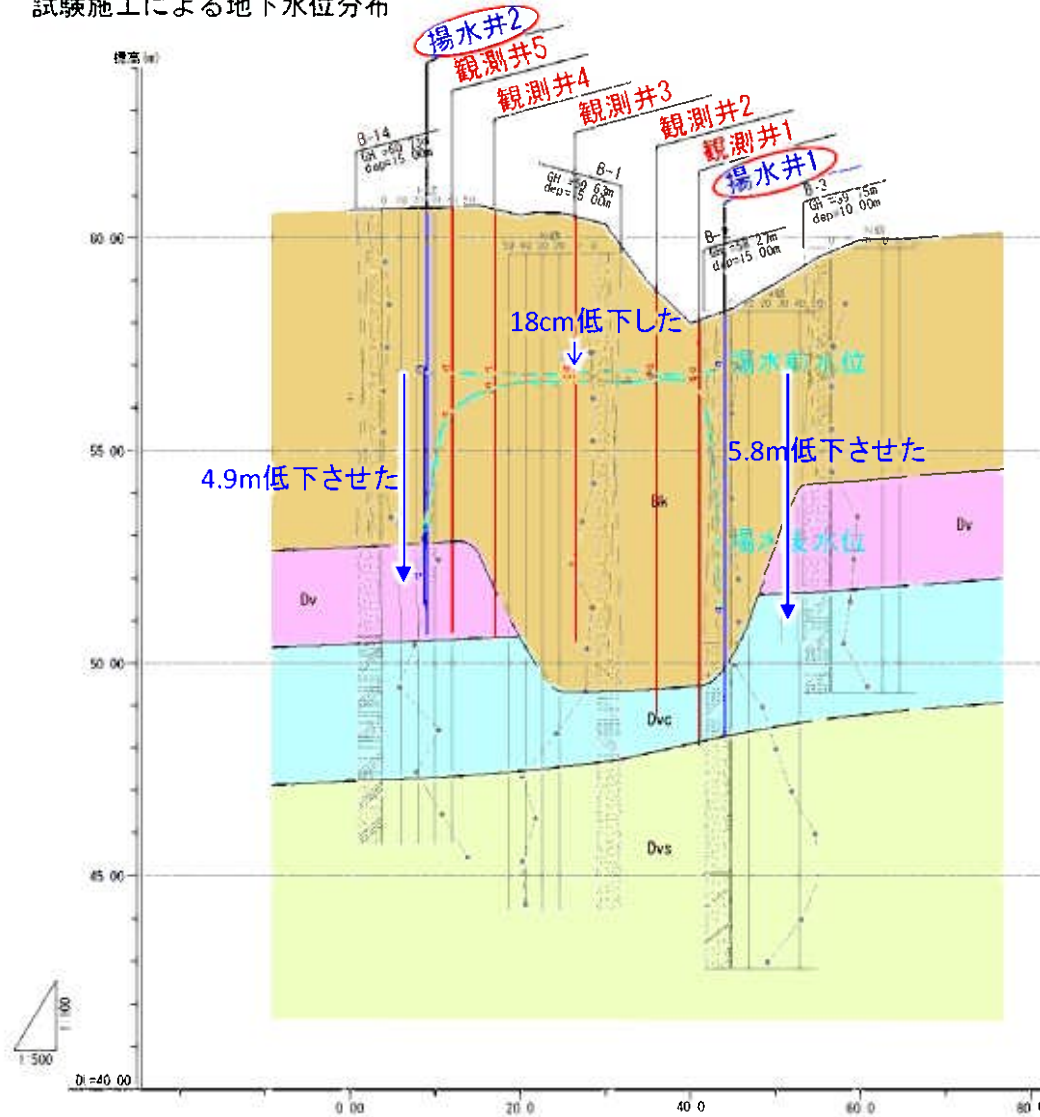
2) 揚水試験 (中間報告)



調査結果

2) 揚水試験 (中間報告)

試験施工による地下水位分布



土層凡例

Bk	盛土
Dv	火山灰
Dvc	火山灰質シルト
Dvs	火山灰質砂

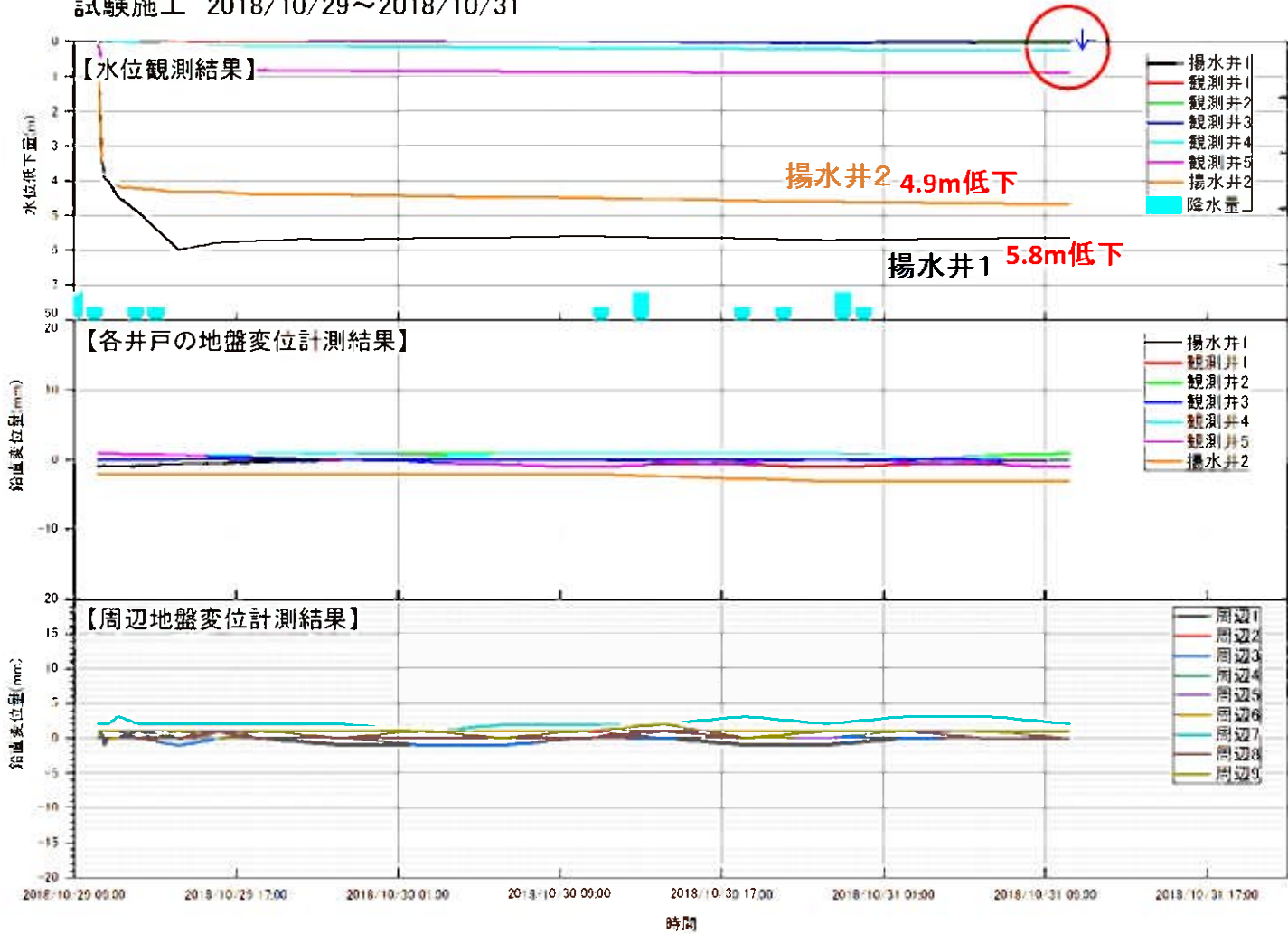
揚水井1より15L/min、揚水井2より30L/minで48時間揚水

調査結果

2) 揚水試験 (中間報告)

試験施工 2018/10/29~2018/10/31

中央で18cmの水位低下(観測井3)



48時間(2日間)

調査結果

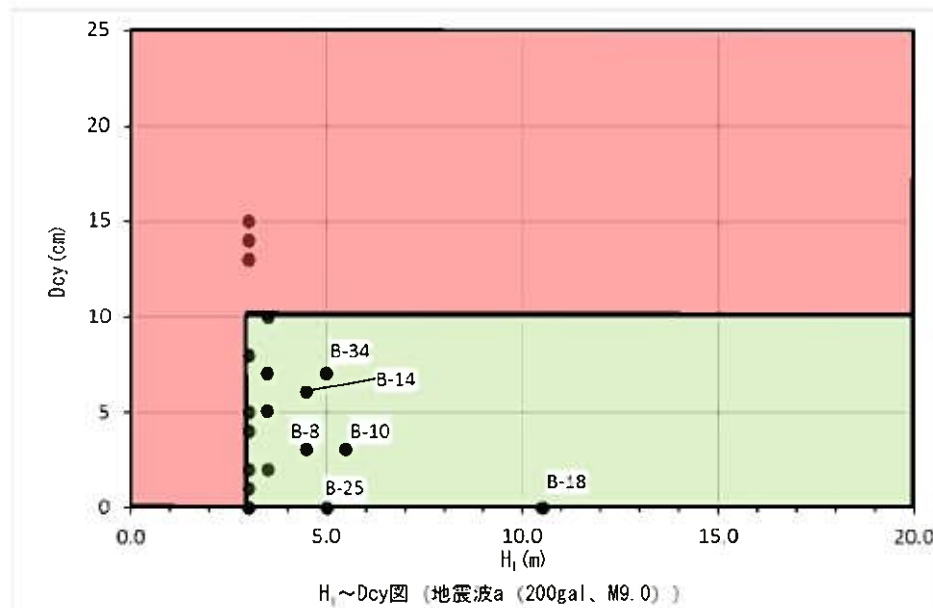
3) 地下水位低下工法の効果・影響簡易計算結果

地下水位低下工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)
【地下水位をGL-3mまで低下した場合】

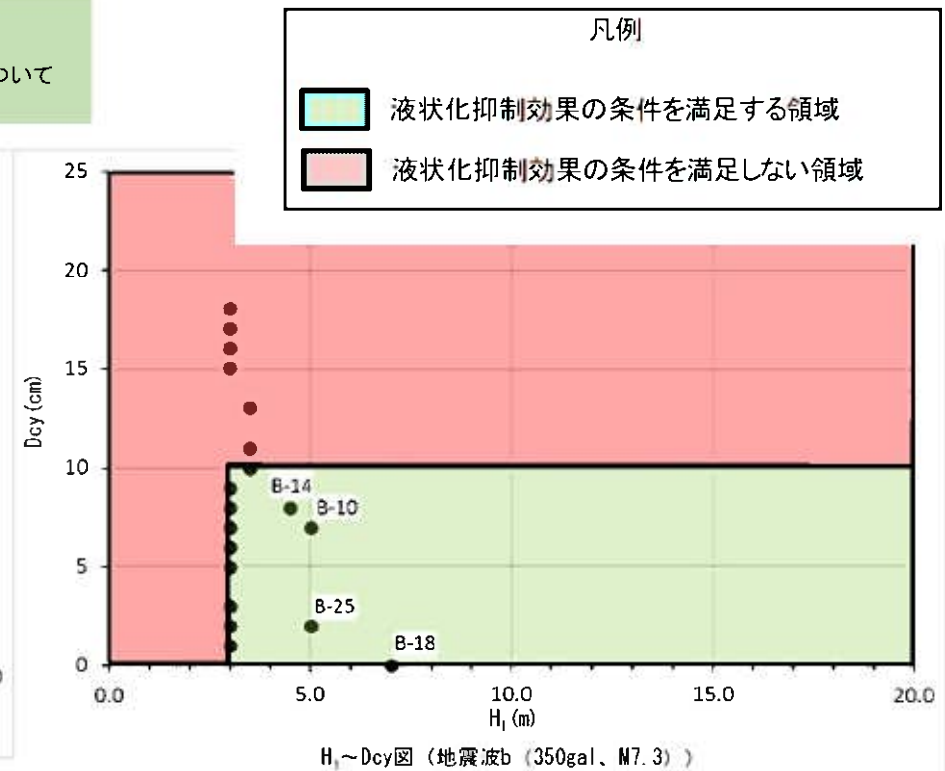
地震波a (M=9.0, 200gal) → 対策効果は過半数の箇所で期待できる
地震波b (M=7.3, 350gal) → 対策効果は大部分で期待できない

被害低減の目安値はDcy 10cm以下

※出典 国土交通省、液状化被災市街地における地下水位低下工法の検討・調査について
ガイダンス(案)、p.17、平成25年1月



(1) 地震波a (M=9.0, 200gal)



(2) 地震波b (M=7.3, 350gal)

調査結果

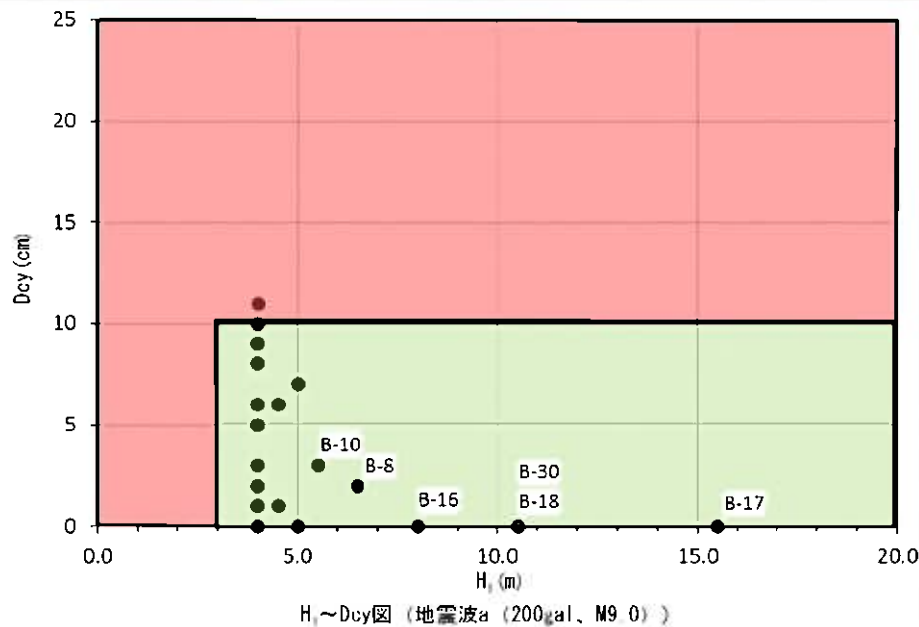
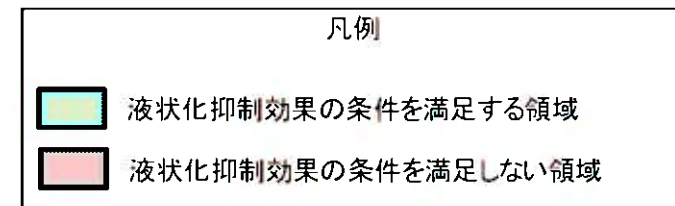
3) 地下水位低下工法の効果・影響簡易計算結果

地下水位低下工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)
【地下水位をGL-4mまで低下した場合】

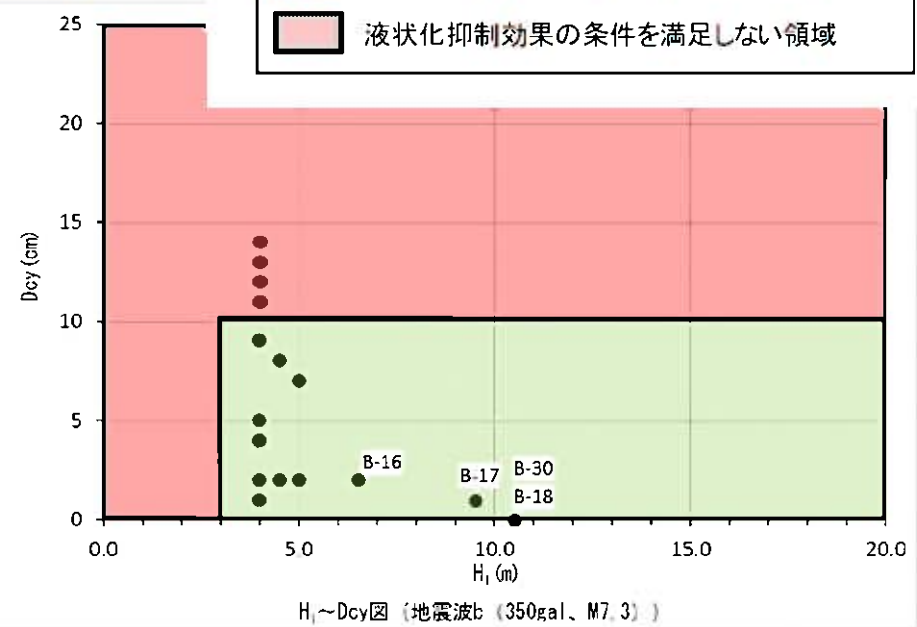
地震波a (M=9.0, 200gal) → 対策効果は9割以上の箇所で期待できる
地震波b (M=7.3, 350gal) → 対策効果は7割程度の箇所で期待できる

被害低減の目安値はDcy 10cm以下

※出典 国土交通省, 液状化被災市街地における地下水位低下工法の検討・調査について
ガイダンス(案), p.17, 平成25年1月



(1) 地震波a (M=9.0, 200gal)



(2) 地震波b (M=7.3, 350gal)

調査結果

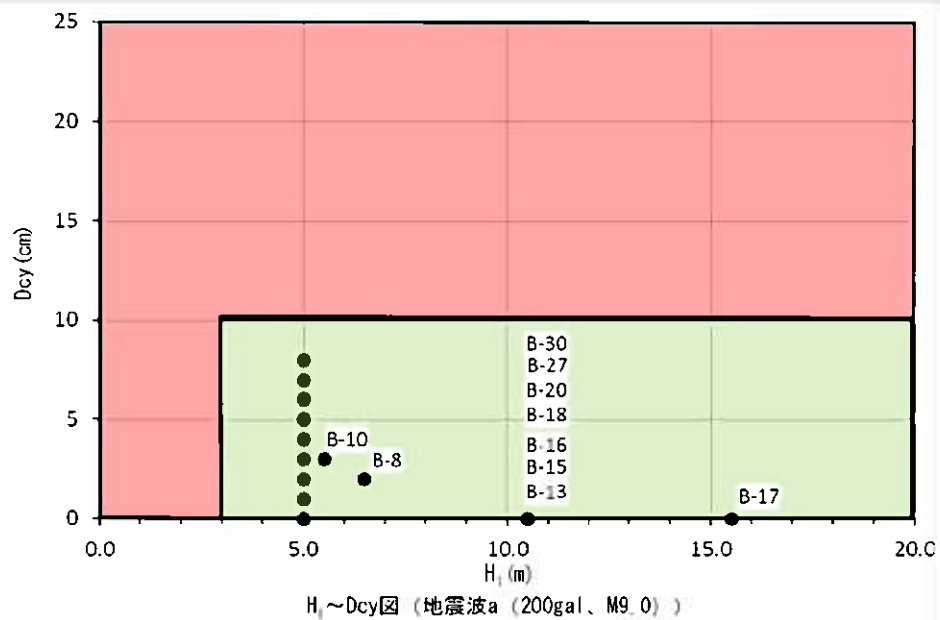
3) 地下水位低下工法の効果・影響簡易計算結果

地下水位低下工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)
【地下水位をGL-5mまで低下した場合】

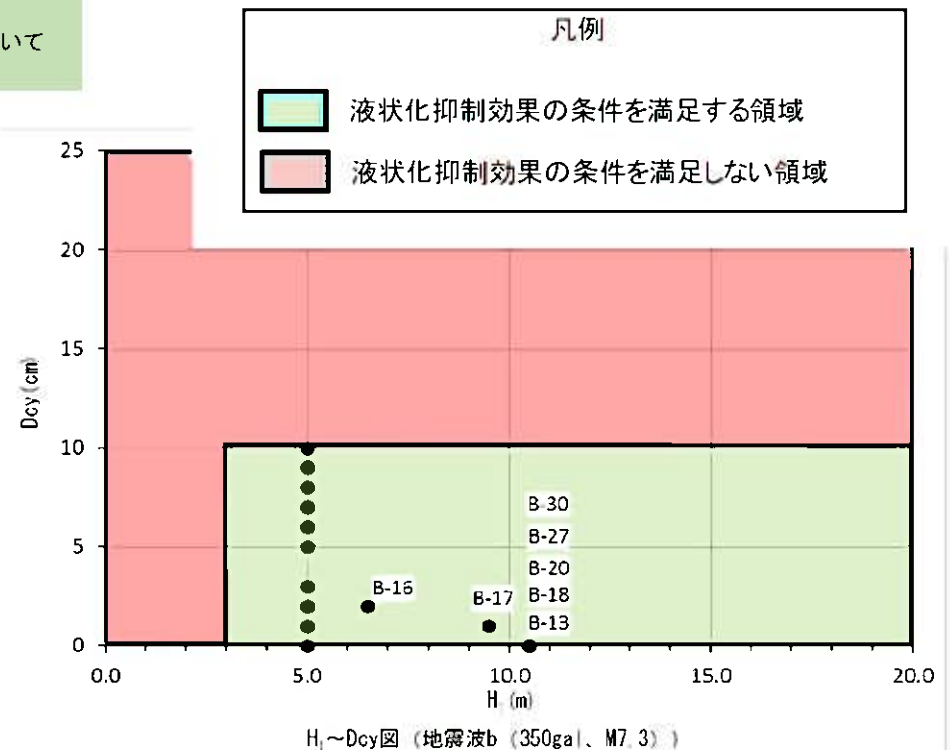
地震波a (M=9.0, 200gal) → 対策効果は全ての箇所で期待できる
地震波b (M=7.3, 350gal) → 対策効果は全ての箇所で期待できる

被害低減の目安値はDcy 10cm以下

※出典 国土交通省、液状化被災市街地における地下水位低下工法の検討・調査について
ガイダンス(案)、p.17、平成25年1月



(1) 地震波a (M=9.0, 200gal)



(2) 地震波b (M=7.3, 350gal)

調査結果

4) 格子状地中壁簡易評価シート

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	Dcyの範囲	P _L 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 5m 未満	5cm 以上	5 以上	液状化被害軽減の 目標として可	不可
B1		5cm 未満	5 未満	液状化被害抑制の目標として可	
A	5m 以上	—	—		

(※) 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。

出典：国土交通省都市局都市安全課：市街地液状化対策推進ガイドンス、平成 28年 2月, <http://www.mlit.go.jp/common/001123039.pdf>

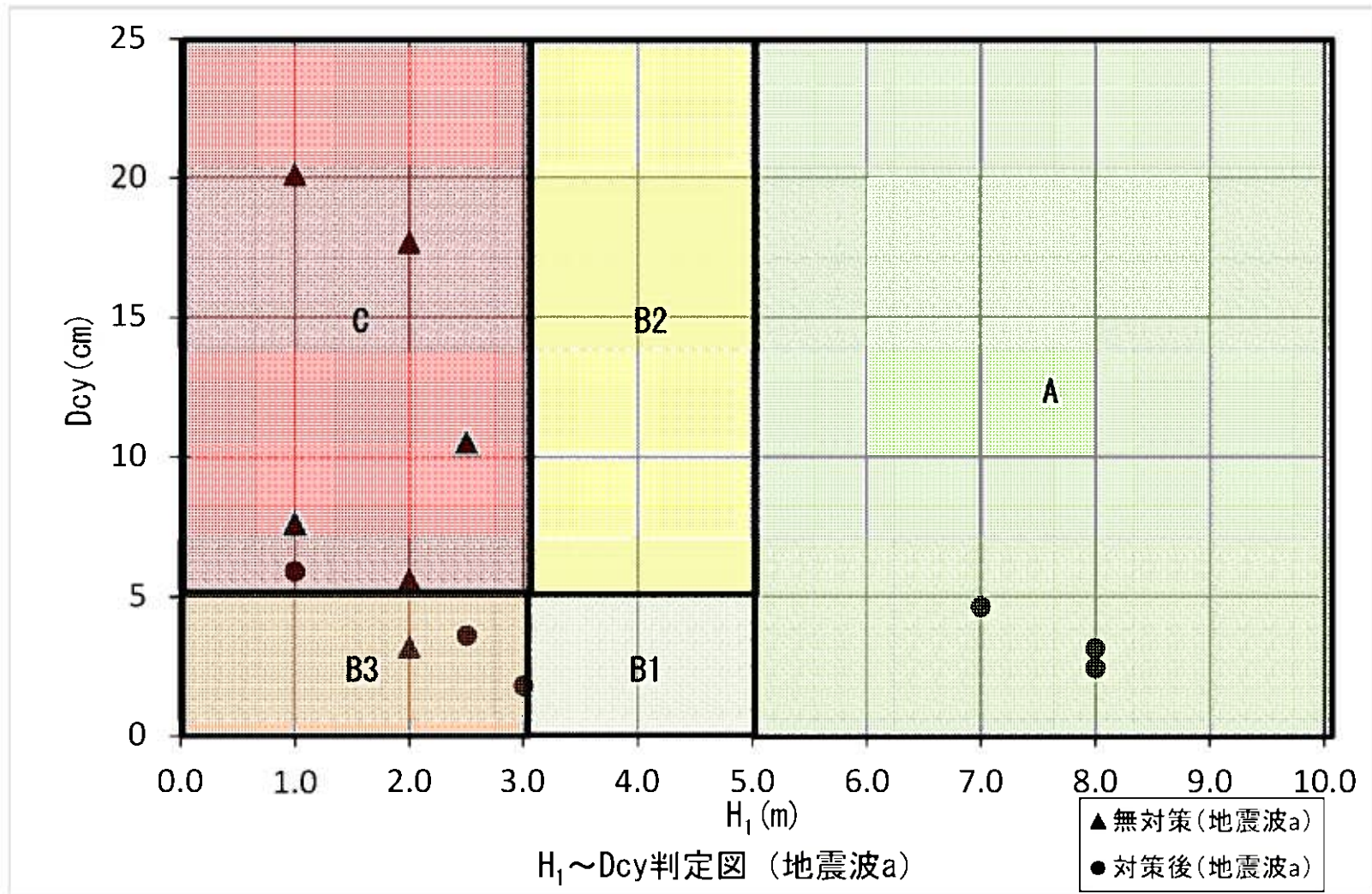
格子状地中壁工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)

地震波a (M=9.0, 200gal) → 対策効果は一部地域しか期待できない
 地震波b (M=7.3, 350gal) → 対策効果は大部分で期待できない

調査結果

4) 格子状地中壁簡易評価シート

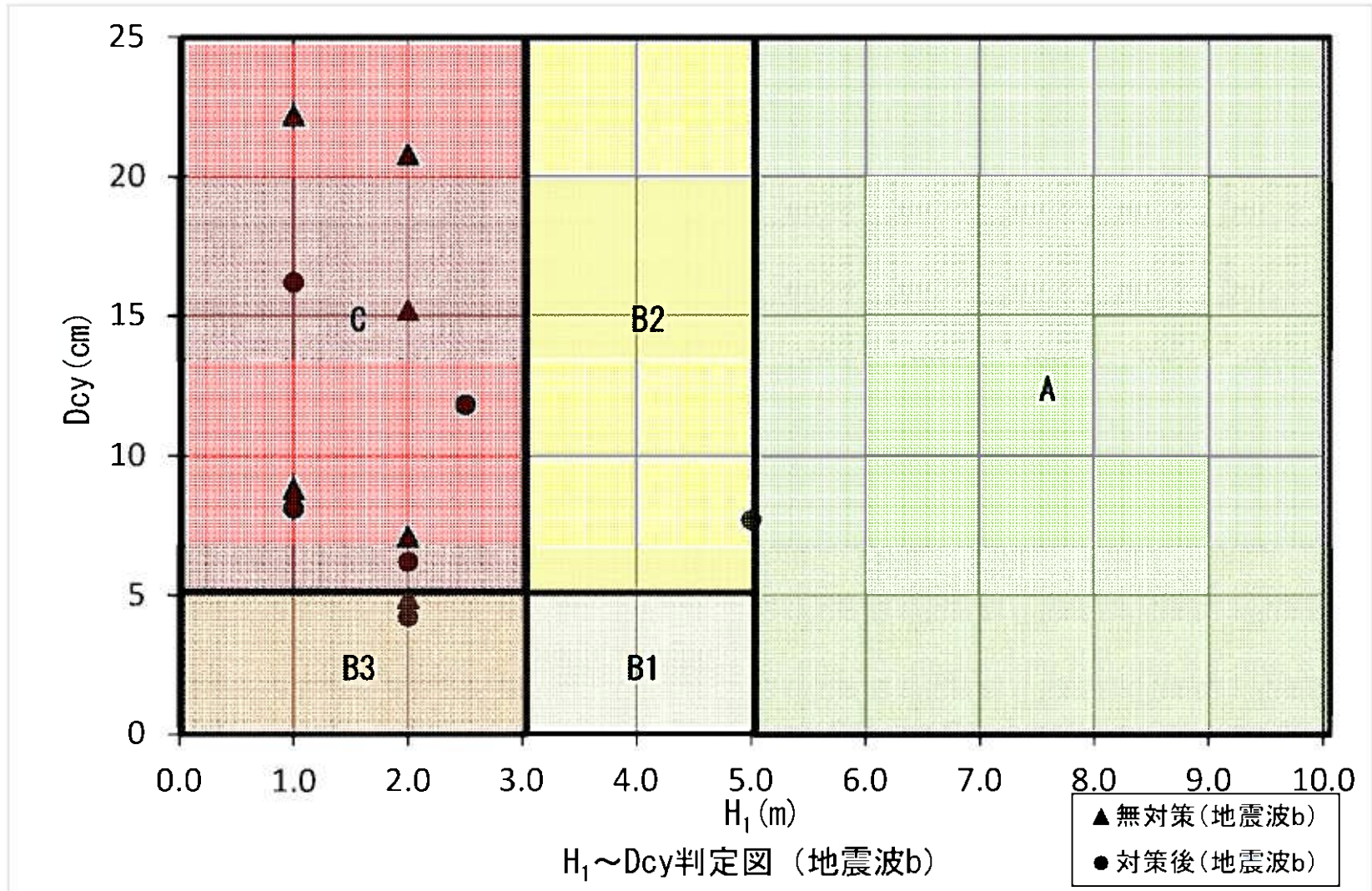
格子状地中壁工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)
地震波a(M=9.0, 200gal)



調査結果

4) 格子状地中壁簡易評価シート

格子状地中壁工法の簡易評価シートを用いた検討結果(H1-Dcy判定図)
地震波b(M=7.3, 350gal)



調査結果

4) 格子状地中壁簡易評価シート

格子状地中壁の検討結果

⇒当該地では適用不可と判断

- ①適用条件である「一定のN値が確保されている」、「高低差がない」を満足しない。
- ②簡易評価の結果、効果は期待できない。
- ③住民の負担が発生する。

4. 対策工法の検討

1) 課題整理及び方針

- ①宅地造成の経緯（一部再掲）
- ②発生メカニズム
- ③発生メカニズムを踏まえた課題整理
- ④宅地耐震化事業におけるスキーム

2) 対策工法（案）

- ①置き換え工法（全壊宅地＋公園）
- ②地盤改良（液状化層）
- ③地盤改良（深部）
- ④流動化抑制工（公園：置き換え、道路：杭）
- ⑤地下水位排除工（補助工法）

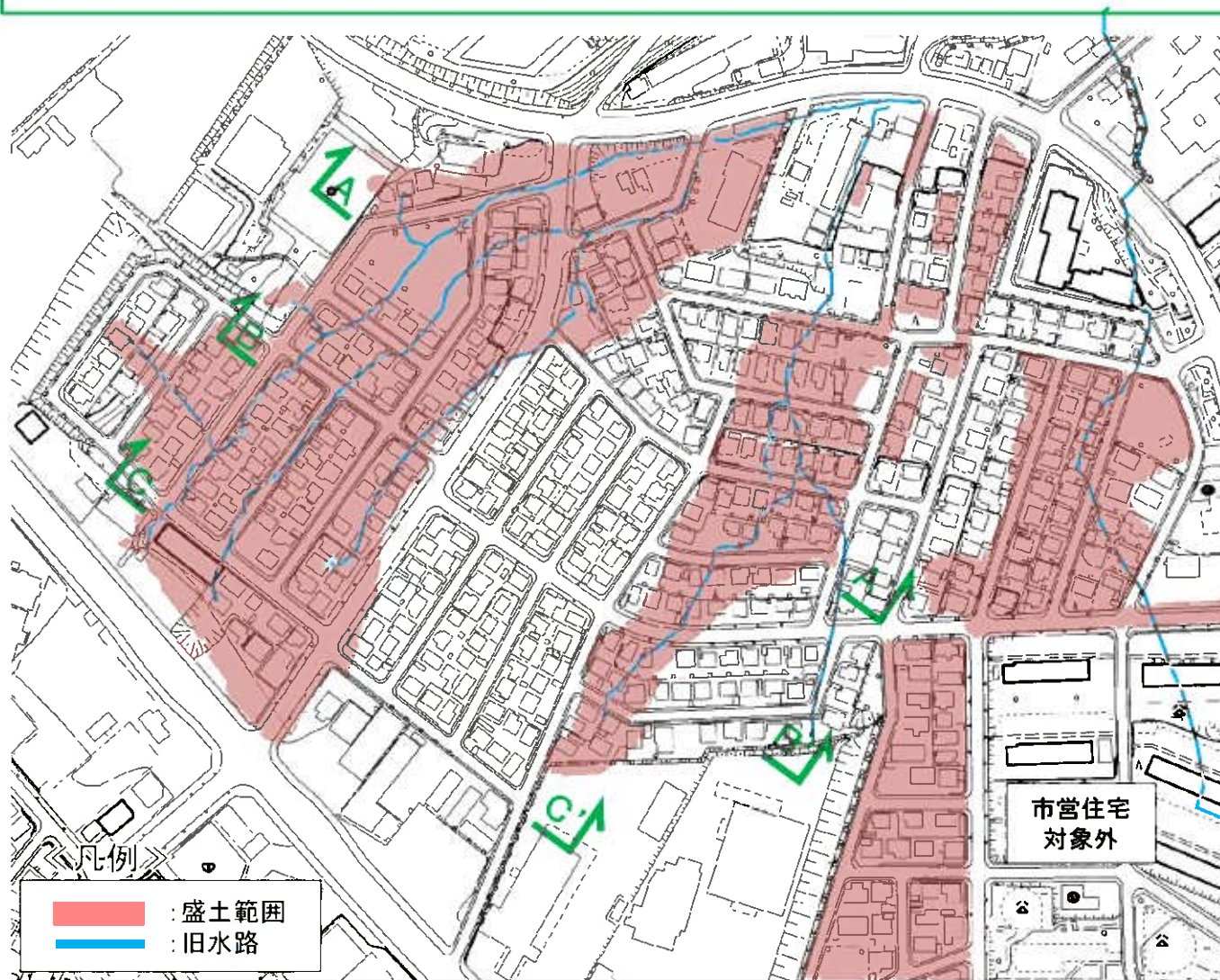
4. 対策工の検討

① 宅地造成の経緯（宅地造成前の水路の状況）



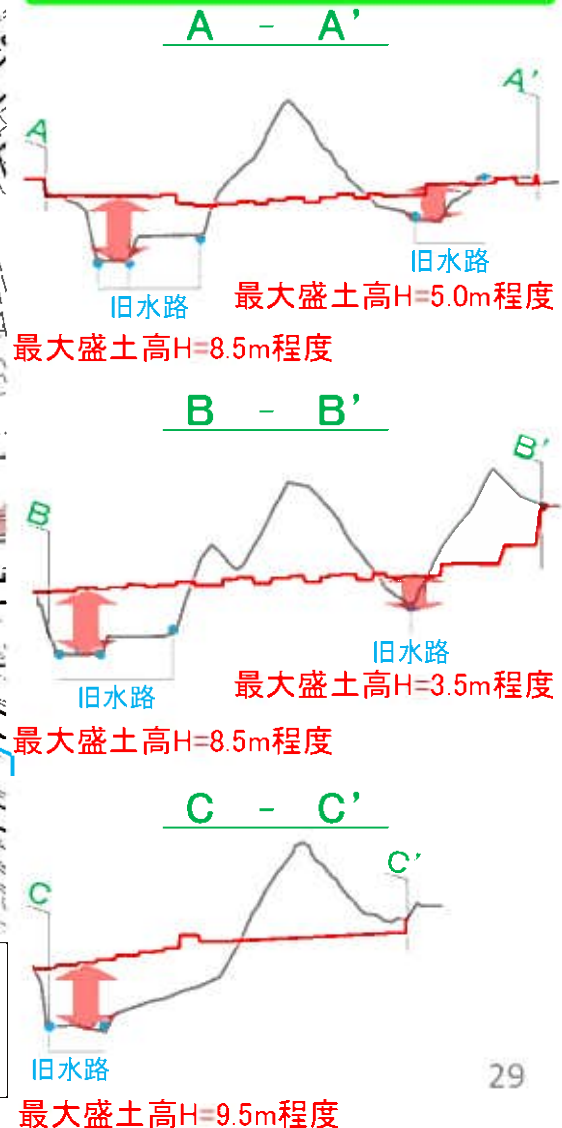
4. 対策工の検討

① 宅地造成の経緯（里塚地区の造成内容）



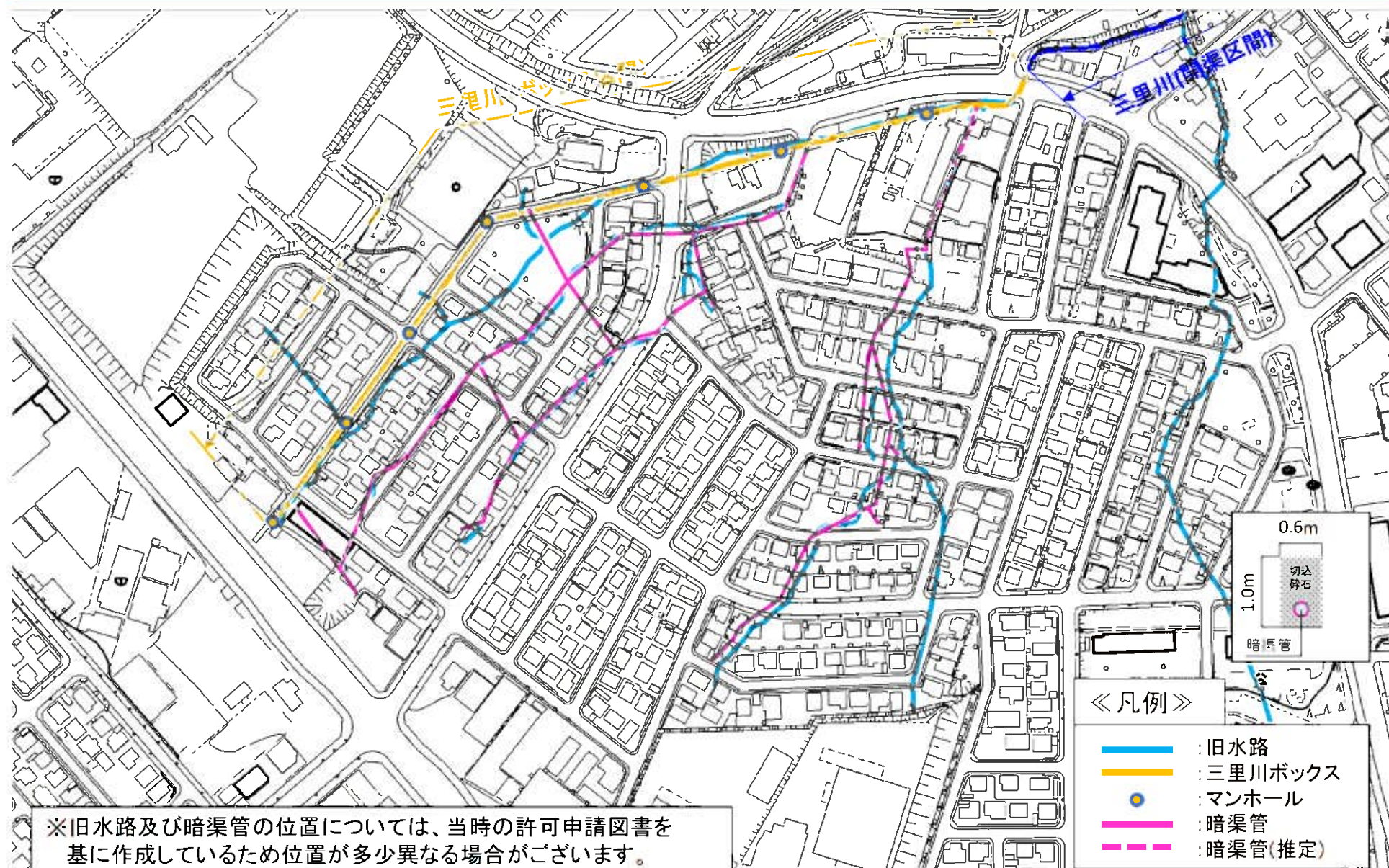
※盛土範囲については、開発行為の許可を得て施行された土地を対象に、当時の許可申請図書に基づき判定しているものであるため、切盛り境の位置が多少異なる場合がございます。
 また、開発行為終了後における建物の建築等に伴う造成については、考慮しておりませんのでご注意ください。

主要許可箇所における横断図



4. 対策工の検討

① 宅地造成の経緯（造成後の宅地と三里川(ボックス区間)及び旧水路、暗渠管の重ね図）



4. 1) 課題整理及び方針

①発生メカニズム

- 造成前は支笏火山灰による丘陵地で三里川及び複数の水路がある谷地形
- やや深い谷地形の傾斜地を火山灰で盛土し宅地を造成
- 緩い砂質火山灰の集水地形となり、地中は比較的高い地下水位
- 前日の降雨により、更に地下水位が上昇した可能性

【液状化の発生条件】

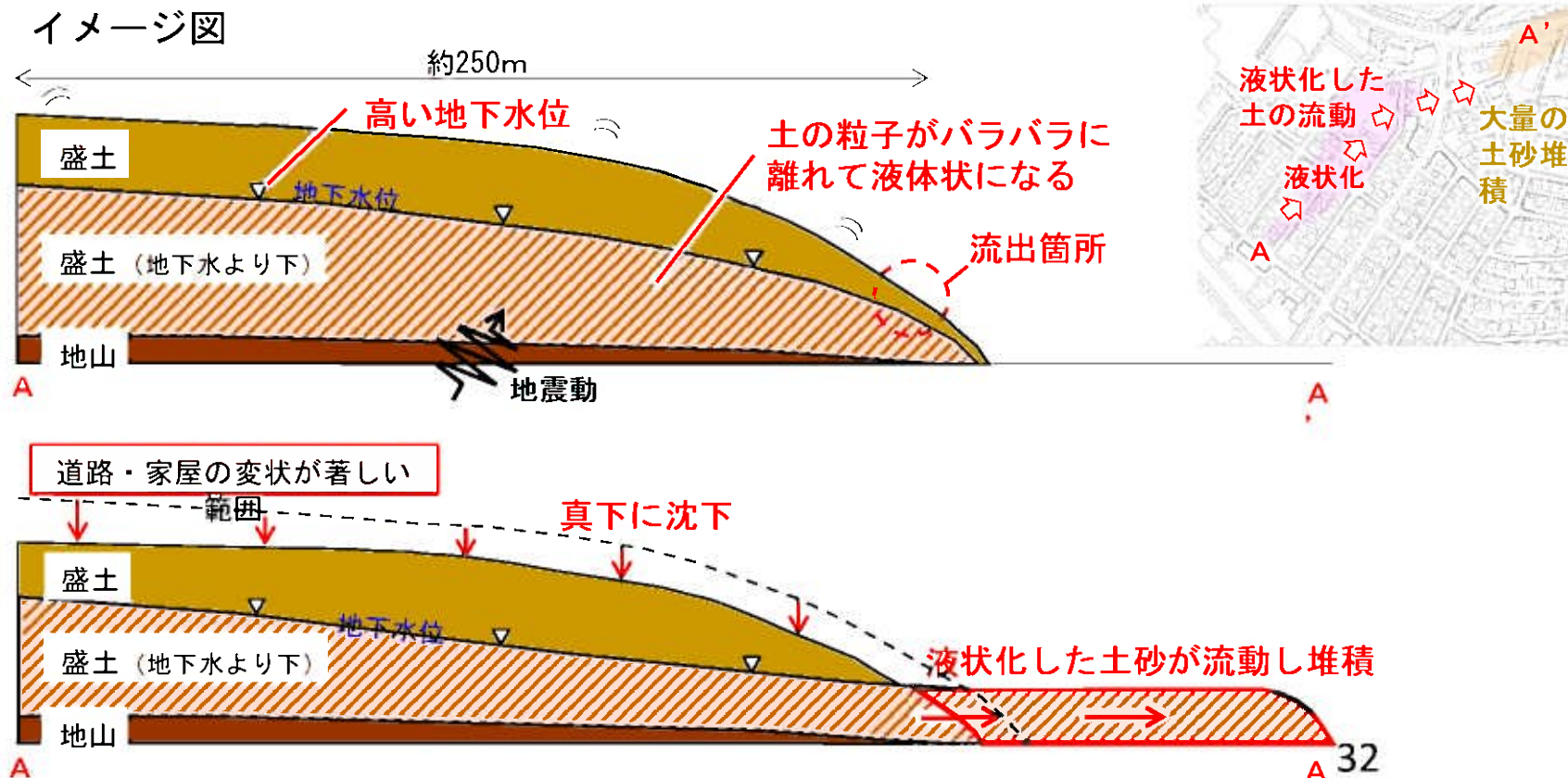
緩い砂質火山灰、高い地下水位

発災

4. 1) 課題整理及び方針

②発生メカニズム

- 液状化層の上に比較的厚い層（非液状化層）が存在
- 地震により液状化した層は、上載荷重により更に内圧が高まり弱い箇所を突き破る形で流出（密閉された液体が上から押しつぶされた状態）



4. 1) 課題整理及び方針

③発生メカニズムを踏まえた課題整理

■地形的要素

- 谷地形：地震波の影響を受けやすい（液状化）
- 傾斜地：土砂の流動化・流出
- 集水地形：高い地下水位

■土質的要素

- 緩い砂質系火山灰：液状化
- 軽い：流動化
- 水を含みやすい：高い地下水位・流動化
- 粒子破壊しやすい：低い支持力・流動化

1) 課題整理及び方針

③発生メカニズムを踏まえた課題整理

■ 土砂の噴出の様相やそれに伴う地盤の変状は過去の地盤の液状化被害には見られないものであり、今回の現象は極めて珍しい。

■ 対策工の選定に当たっては、既往の工法がそのまま適用できない可能性があり、十分な検討を要する。

1) 課題整理及び方針

③発生メカニズムを踏まえた課題整理

【検討方針】

- 国の制度の活用を見据えながら、当該地の特性（地形的・地質的要因）に応じた対策工とする。
- 既往工法を中心に、再度災害防止に重点を置いた工法とし、必要に応じて複数の工法の併用を検討する。
- 個人負担に配慮しつつ、個人が実施する住宅再建への影響を極力低減する。

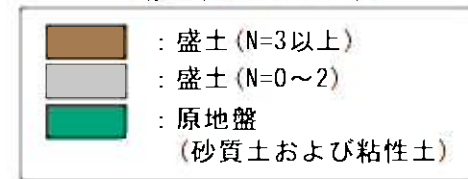
1) 課題整理及び方針

③発生メカニズムを踏まえた課題整理

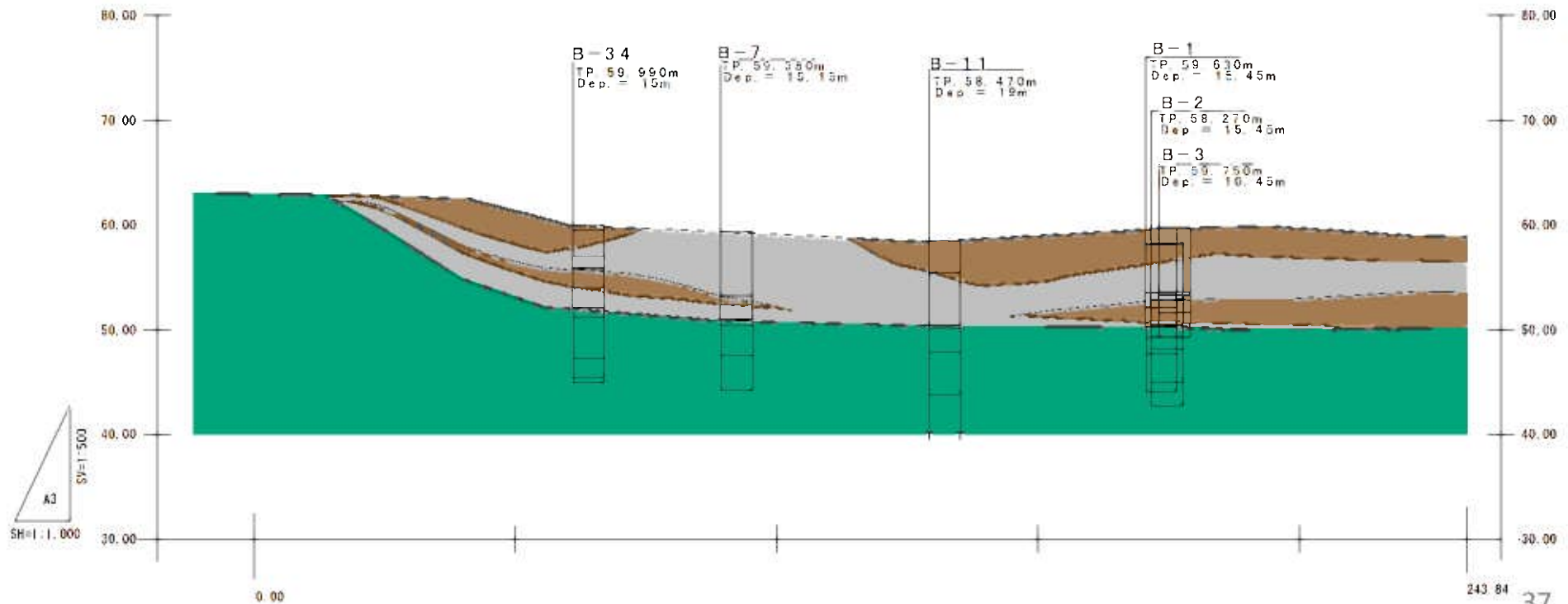
【対策範囲】

■また、脆弱な層（N値：0～2）が広く分布しており、これらを主な対策の範囲とする

土層想定断面図 凡例



①-①'断面



1) 課題整理及び方針

③発生メカニズムを踏まえた当該地の課題整理

脆弱な層をN値2以下とした理由

国土交通省告示第1113号 (抜粋・加筆)

地震時に液状化するおそれのある地盤の場合において、基礎の底部から下方2m以内の距離にある地盤に**スウェーデン式サウンディングの荷重が1kN以下で自沈する層が存在する場合**若しくは基礎の底部から下方2mを超え5m以内の距離にある地盤にスウェーデン式サウンディングの荷重が500N以下で自沈する層が存在する場合にあっては、**建築物の自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことを確かめなければならない。**

スウェーデン式サウンディング試験結果に基づく換算N値

<稲田によるN値の推定式>

$$N=2W_{sw}+0.067N_{sw} \text{ [礫・砂・砂質土]}$$

W_{sw} : 荷重(kN)

N_{sw} : 半回転数(回/m)

ここに、

$W_{sw}=1 \text{ kN} (\doteq 100 \text{ kg})$, $N_{sw}=0$ (自沈の場合)

$$\text{換算N値} = 2 \times 1 + 0 \Rightarrow 2$$

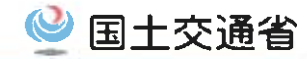


$W_{sw} \leq 1 \text{ kN} \Leftrightarrow N \text{ 値} \leq 2$
荷重1kN以下とN値2以下は同じ意味。

1) 課題整理及び方針

④ 宅地耐震化事業におけるスキーム

宅地耐震化推進事業（宅地液状化防止事業）



事業概要

主に宅地の用に供され、大地震時等に液状化現象が発生する可能性のある地域において、災害の発生を抑制するため、道路・下水道等の公共施設と隣接宅地等との一体的な液状化対策を推進する。

補助対象・補助率

- (1) 宅地の液状化による変動予測に関する調査の費用 : 補助率1/3
- (2) 宅地の液状化を防止するために行われる事業に要する費用 : 補助率1/4

補助要件

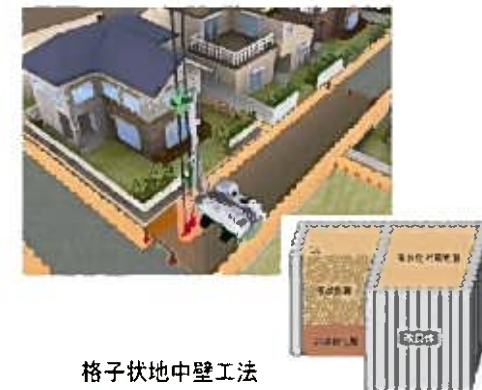
- (1): 主に宅地の用に供され、大地震時等に液状化現象が発生する可能性のある地域であること
- (2): 下記の各号に該当する地区で行われるものであること
 - ① 当該宅地の液状化により、公共施設（道路、公園、下水道、河川、水路その他公共の用に供する施設をいう。）に被害が発生するおそれのあるもの
 - ② 変動予測調査等により、液状化による顕著な被害の可能性が高いと判定された3,000㎡以上の一団の土地の区域でありかつ、区域内の家屋が10戸以上であるもの
 - ③ 宅地液状化防止事業計画の区域内の宅地について所有権を有する全ての者及び借地権を有する全ての者のそれぞれ3分の2以上の同意が得られているもの
 - ④ 公共施設と宅地との一体的な液状化対策が行われていると認められるもの

事業実施主体

○ 都道府県・市町村

事業の特徴

災害により現に被害を受けた造成宅地においても、上記(1)の変動予測調査により(2)の対象となったときは、本事業を活用し再度災害による被害の拡大を防止することができる。



1) 課題整理及び方針

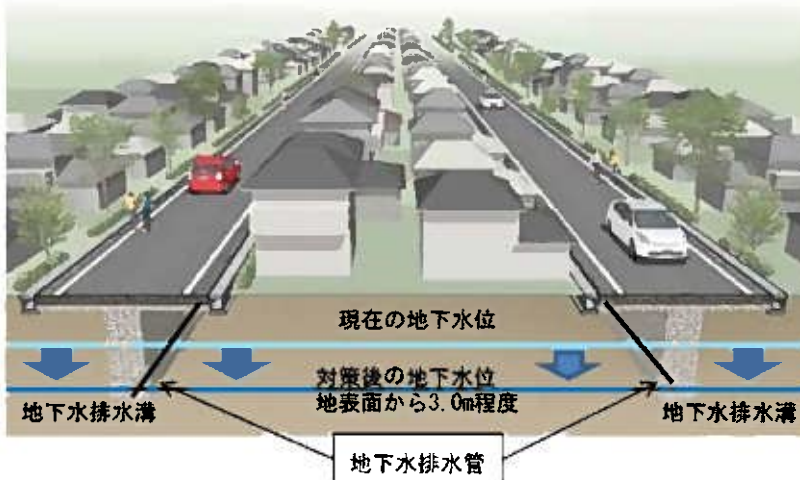
④ 宅地耐震化事業におけるスキーム

公共施設と宅地との一体的な液状化対策工法の概要

(1) 地下水位低下工法

(概要)

道路と宅地の境界(道路側溝)部分と宅地境界部分に地下排水工(砕石と有孔管)を敷設して、地下水位を下げることにより、地盤の液状化強度を増加。



(課題)

地区全体の排水計画の見直しを伴い、一般的には既存の排水施設とは別系統の排水施設(道路内の逕渠の設置等)、地下水位を一定に保つためのポンプ施設、及び他地区からの地下水遮断のための止水壁等が必要。

また、粘性土層が厚く堆積している地層においては、長時間に渡る圧密沈下の発生が懸念。

(2) 格子状地中壁工法

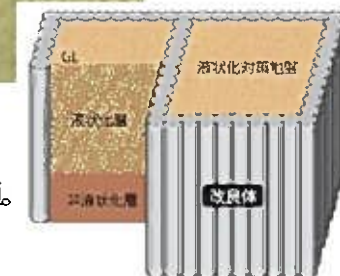
(概要)

道路と宅地の境界付近と宅地の境界部分にセメント系固化剤を混合させ、格子状の連続壁を造成。地盤のせん断変形を抑えて液状化被害を軽減。



(課題)

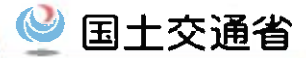
他の対策案と比較して工費が高額。



1) 課題整理及び方針

④宅地耐震化事業におけるスキーム

宅地耐震化推進事業（大規模盛土造成地滑動崩落防止事業）



事業概要

大地震時等における大規模盛土造成地の滑動崩落による宅地地盤の被害を防止するため、造成宅地の変動予測調査及び滑動崩落防止対策を推進する。

補助対象・補助率

- (1)大規模盛土造成地等の滑動崩落にかかる変動予測に関する調査の費用 :補助率1/3
- (2)大規模盛土造成地が滑動崩落を防止するために行われる事業に要する費用 :補助率1/4*(国費ベース上限:4000万円/ha)
(※平成30年度までに大規模盛土造成地マップが公表されている地域・区域であること等、一定の要件に該当する場合:補助率1/3)

補助要件

- (1):(2)①の勧告又は区域の指定のために調査が必要な地域であること
- (2):下記の各号に該当する地区で行われるものであること
 - ①宅地造成等規制法第16条第2項の勧告(都道府県知事等が行う災害防止措置をとることの勧告)又は同法第20条第1項の指定(相当数の居住者等に危害を生ずる災害の発生のおそれ大きい一団の造成宅地)を受けた区域(造成宅地防災区域)であること
 - ②地震時に滑動崩落するおそれの大きい大規模盛土造成地であって、次のいずれかに該当すること
 - ア)盛土部分の面積が3,000㎡以上 かつ その盛土上に存在する家屋が10戸以上
 - イ)盛土前の地盤面の勾配が20度以上 かつ 盛土高さ5m以上 かつ その盛土上に存在する家屋が5戸以上
 - ③滑動崩落により、道路(高速自動車国道、一般国道、都道府県道)、河川、鉄道、地域防災計画に記載されている避難地又は避難路に被害が発生するおそれがあること

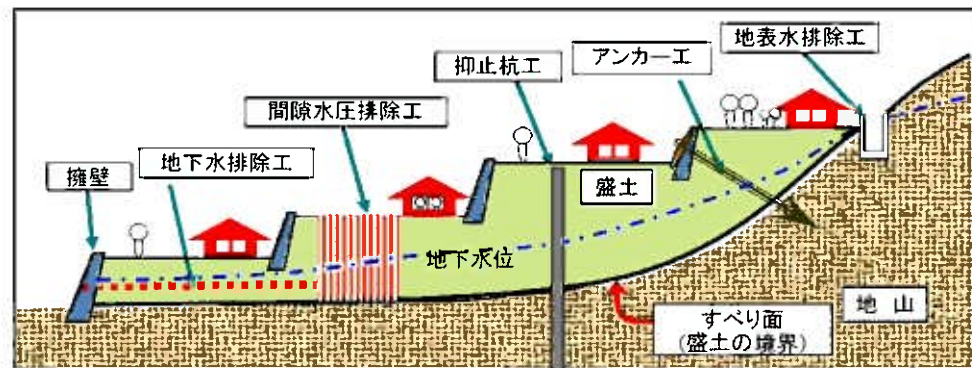
事業実施主体

- 都道府県、市町村
- 宅地所有者等((1)変動予測に関する調査は除く)

事業の特徴

災害により現に被害を受けた造成宅地においても、上記(1)の変動予測調査を実施し造成宅地防災区域に指定された等の場合は、(2)の滑動崩落防止事業の対象となり、本事業を活用し再度災害による被害拡大を防止することができる。

(平成19年中越沖地震にて実績あり)

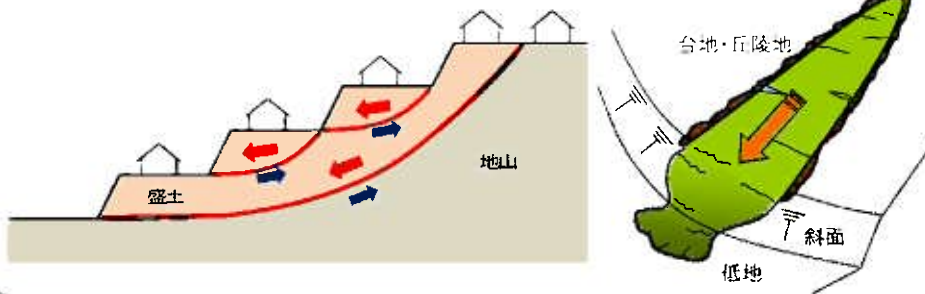


1) 課題整理及び方針

④ 宅地耐震化事業におけるスキーム

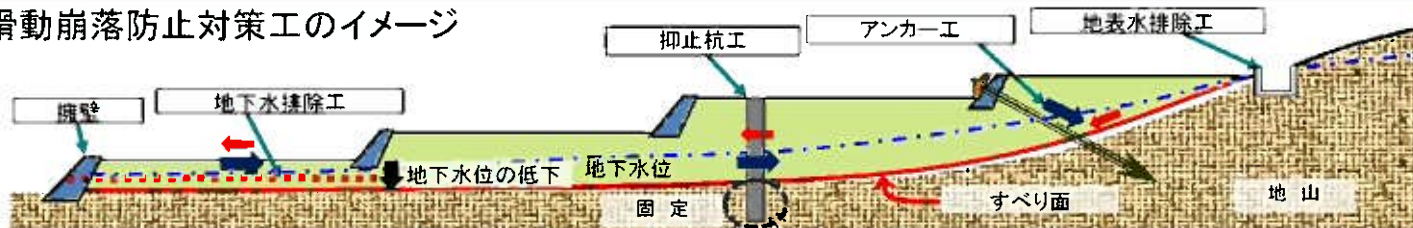
滑動崩落防止工事等のイメージ

◎ 滑動崩落のイメージ



盛土内の地下水や不安定な土層などにより、地震時等に盛土の自重による盛土の滑り出す力が抵抗力を上回り、地山と盛土の境界や盛土内の滑り線に沿って生じる地滑りの変動。

◎ 滑動崩落防止対策工のイメージ



地下水排除工



地盤内に浸透した水を速やかに外部に排除することで、地震時に盛土が流動化することを防止する工法

抑止杭工



地表面から抑止杭を打設して地山に固定し、杭の曲げやせん断破壊に対する抵抗によって、盛土が滑るのを防止する対策工法

アンカー工



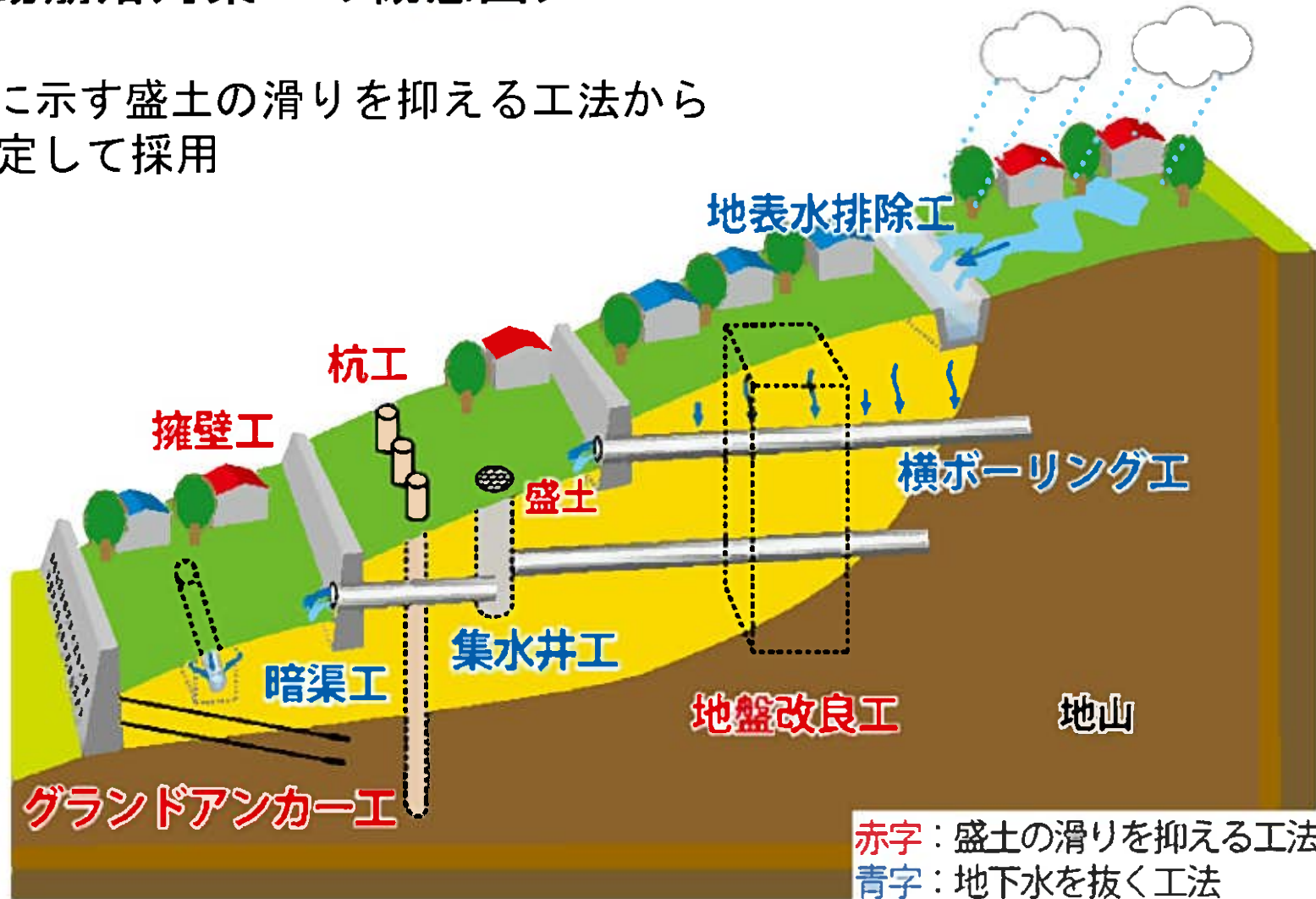
擁壁と地山をアンカーでつなぎ、アンカーの引張力で盛土を安定させる工法

1) 課題整理及び方針

④宅地耐震化事業におけるスキーム

<滑動崩落対策工の概念図>

※ 図に示す盛土の滑りを抑える工法から
選定して採用



【宅地耐震化推進事業】

■ 液状化対策事業

① 地下水位低下工法

⇒ 補助工法として検討 (簡易評価、揚水試験より)

② 格子状地中壁工法

⇒ 不適 (簡易評価より)

■ 大規模盛土造成地滑動崩落防止事業

① 置き換え工法 (全壊宅地 + 公園)

② 地盤改良 (深部)

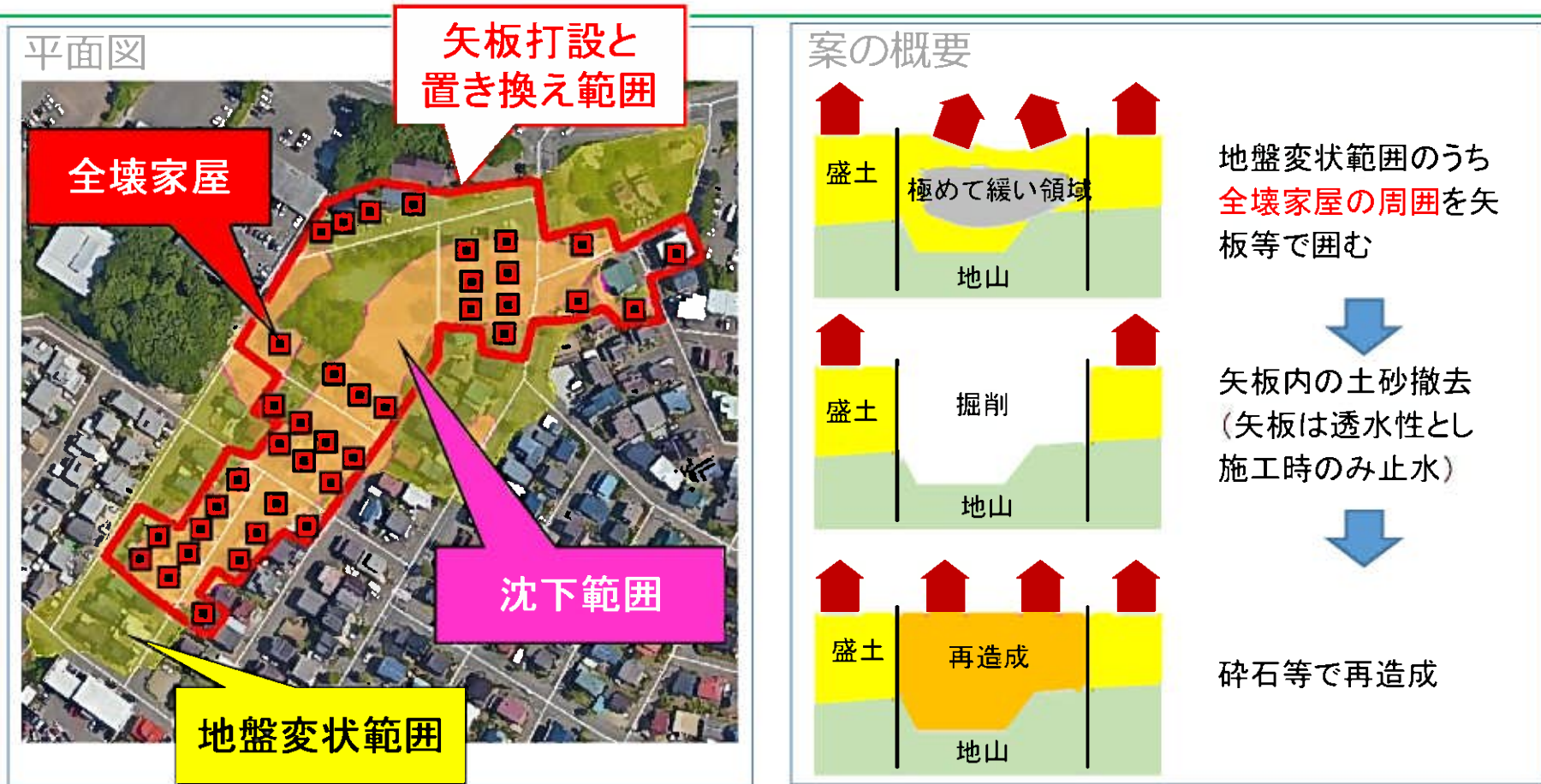
③ 地盤改良 (液状化層)

④ 流動化抑制工 (公園: 置き換え、道路: 杭)

⑤ 地下水位排除工 (補助工法)

2) 対策工法（案）の提示

①置き換え工法（全壊宅地＋公園）



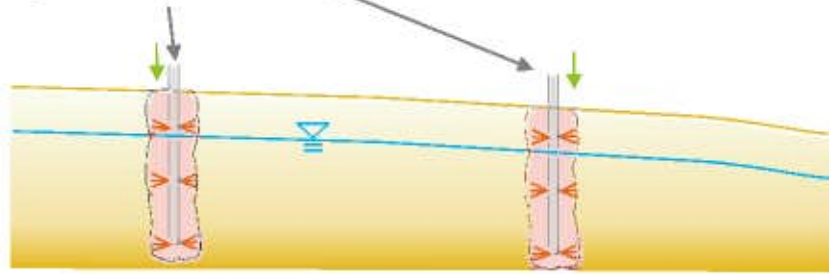
特徴

- 再度災害防止には最も効果が期待できる
- 対策箇所、非対策箇所間の住民の不公平感の懸念
- 対策工の進捗が住宅再建（個人）に影響する
- 「仮設、掘削による家屋への影響」や「地下水の処理」が技術的課題

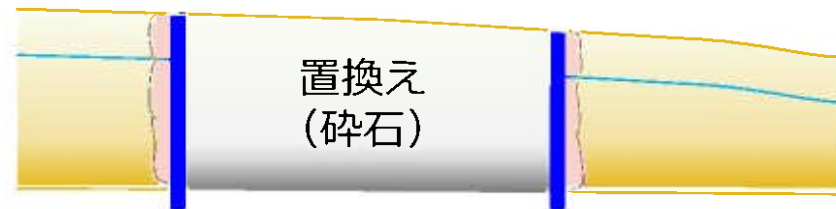
2) 対策工法（案）の提示

①置き換え工法（全壊宅地＋公園）

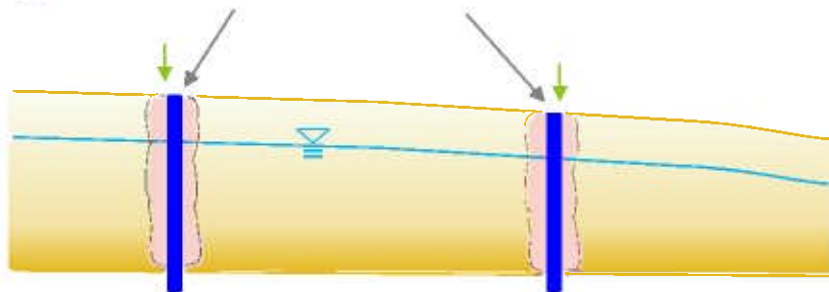
① 薬液注入



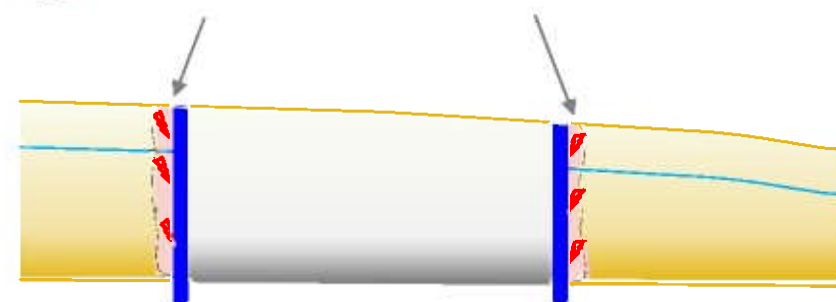
④ 置換え（砕石）



② 土留め（透水性の矢板等）



⑤ 置換え後に乱す（土留め背面）



③ 掘削

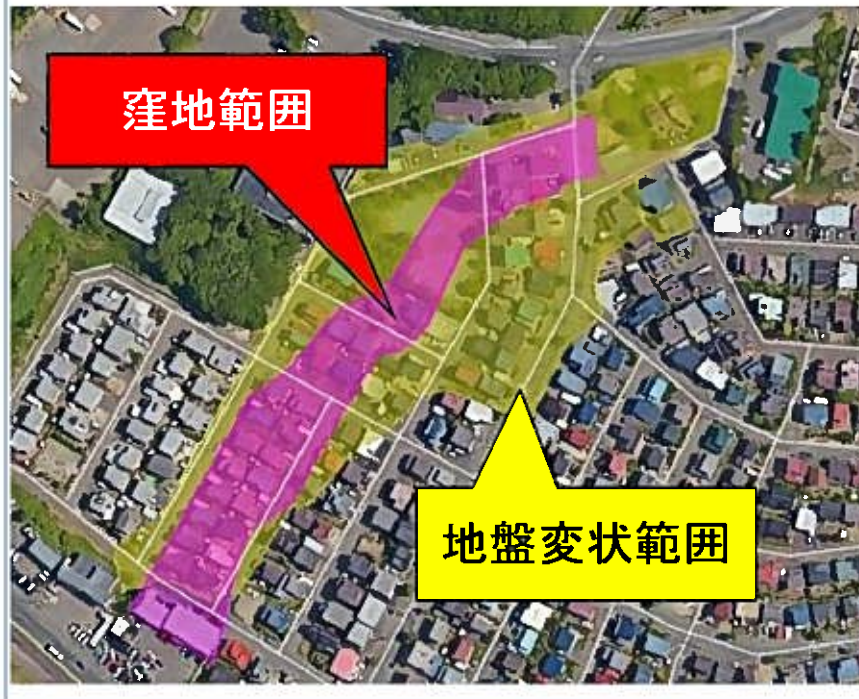


※施工中、施工後における地下水位の
処理について、入念な検討を要する

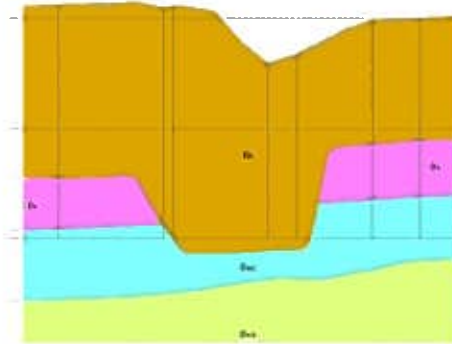
2) 対策工法（案）の提示

②地盤改良（深部）

平面図



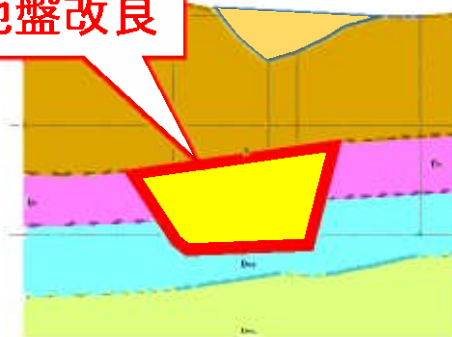
案の概要



流動化は旧谷地形に沿って発生



地盤改良



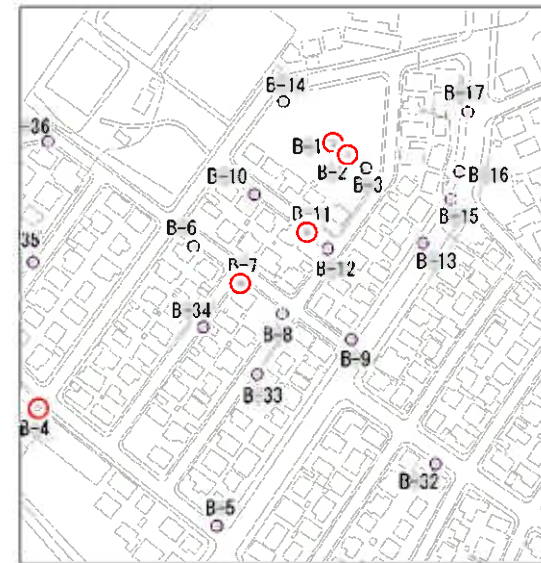
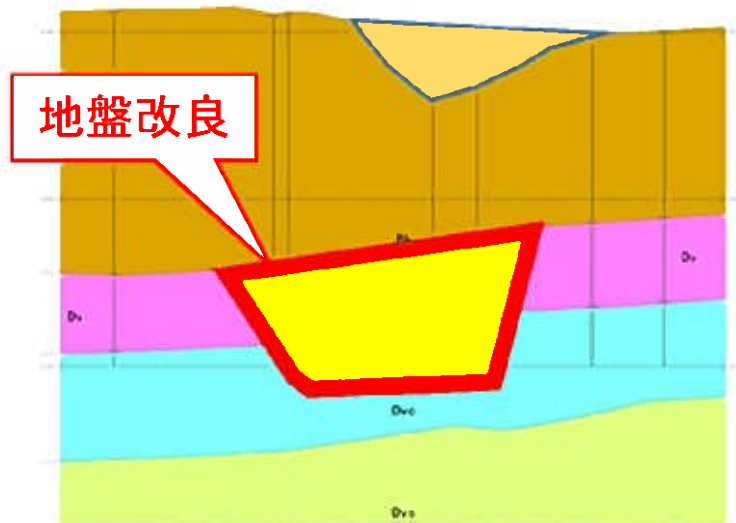
流動化の一因として考えられる旧谷地形区域の窪地を地盤改良

特徴

- 液状化層が減り、液状化による被害の低減効果が期待できるが、非常に緩い盛土は盛土中心部や上部にも存在が確認されているため、効果は限定的（PL、Dcy値で半分程度の改善効果）
- 他工法との併用を要する。

2) 対策工法 (案) の提示

②地盤改良 (深部)



盛土の深い5箇所で段丘面より下を
深層混合処理し、PL値、Dcy値を算出

→ PL値、Dcy値は、半分程度に減少した

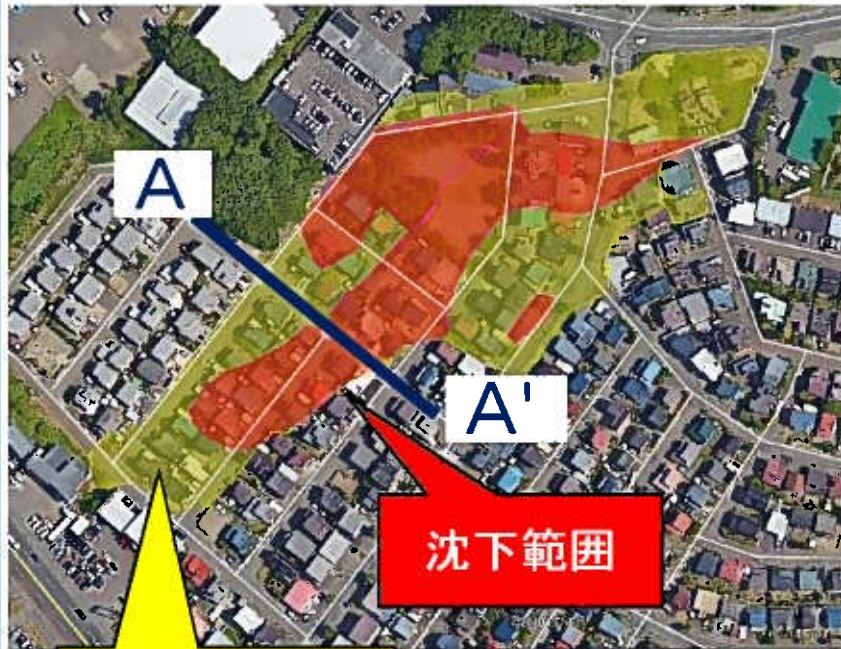
対策前 対策後
 深層混合処理

ボーリング 点名	対策前		対策後 深層混合処理	
	PL	Dcy	PL	Dcy
B-1	12.88	14.13	5.80	5.92
B-2	20.59	20.07	10.02	10.33
B-4	10.78	12.90	6.45	5.93
B-7	15.54	17.91	10.77	12.23
B-11	18.66	20.54	10.86	11.53

2) 対策工法(案)の提示

③地盤改良(液状化層)

平面図



地盤変状範囲

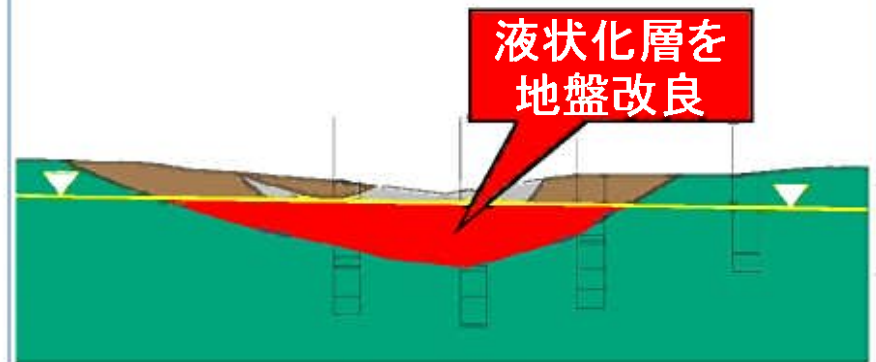
沈下範囲

案の概要

A-A' 断面



地下水位以下の液状化層(盛土)を地盤改良



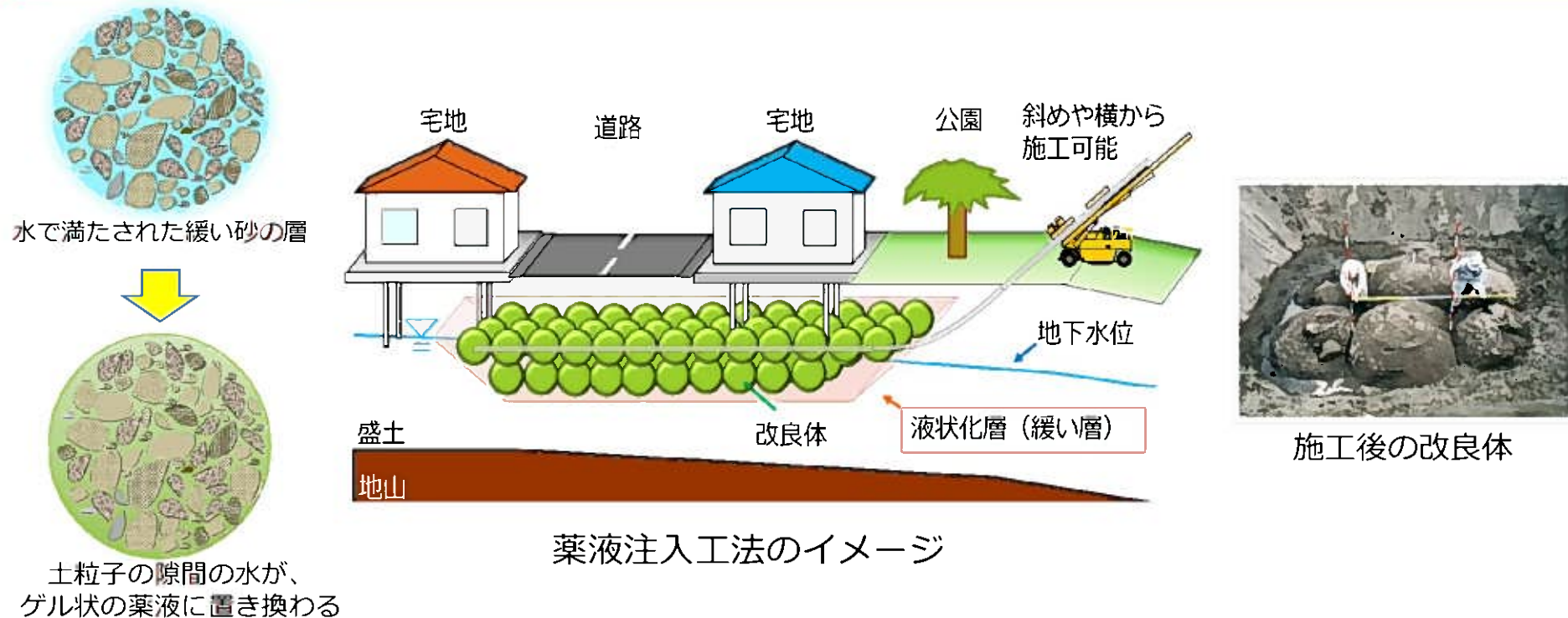
液状化層を地盤改良

特徴

- 地下水位以下の液状化層(盛土)を、地盤改良により非液状化層とする
- 家屋がある場所での施工が課題であるが薬液注入工法により施工可能
- 透水係数が低く、細粒分含有率が高い当該地における適用性について要検討

2) 対策工法（案）の提示

③地盤改良工（薬液注入工法）



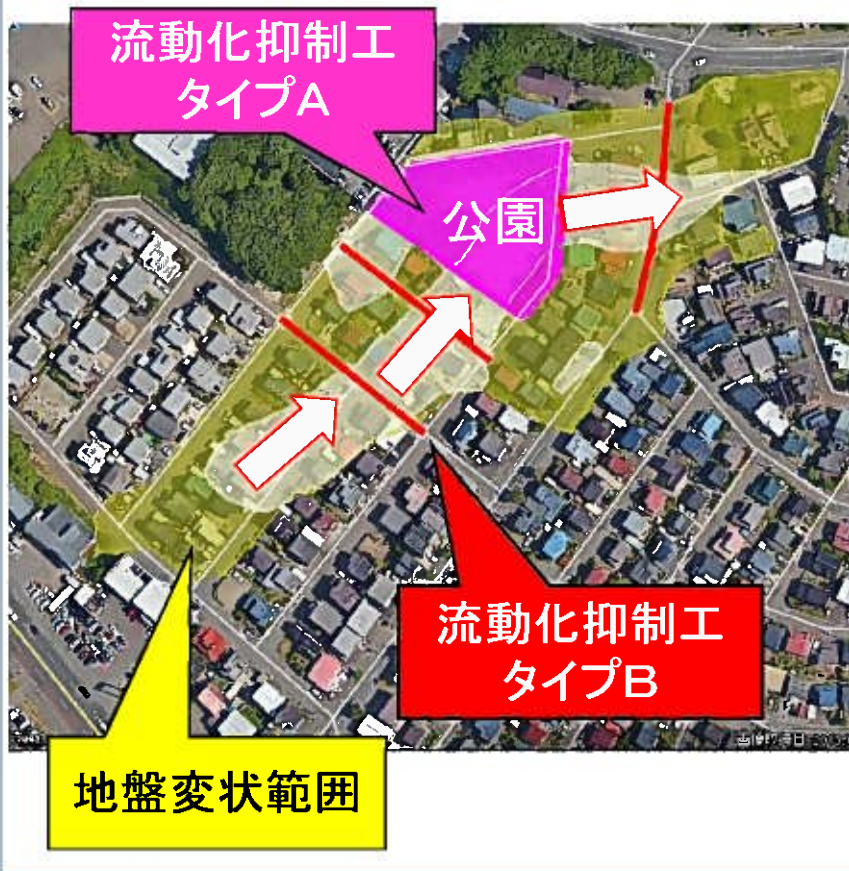
薬液注入工法のイメージ

- 溶液型の恒久薬液を低圧力で浸透注入することにより、地盤を低強度固化する。
- 粘性の小さい薬液を地盤の土粒子構造を変えことなく低圧浸透させるため、既設構造物への影響が殆どない。
- 斜め削孔や曲がり削孔を利用することにより、構造物直下の対策も可能

2) 対策工法（案）の提示

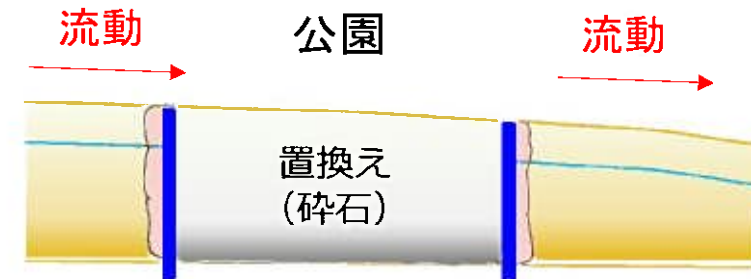
④流動化抑制工

平面図

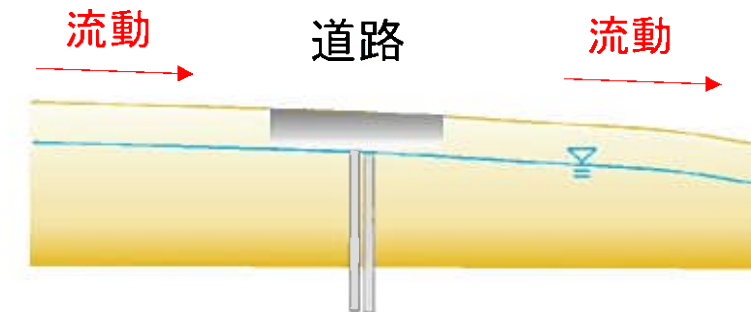


案のイメージ

・流動化抑制工タイプA



・流動化抑制工タイプB



公園は碎石で置換え、道路には杭等を設置し流動化を抑制する。

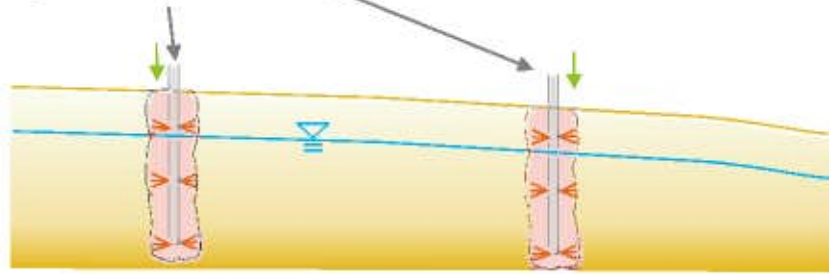
特徴

- 液状化が発生しても、流動化の被害を防ぐ対策。
- 道路および公園内において、流動方向に直交して配置する。
- 抑制工の設計方法、地下水位への影響評価が課題

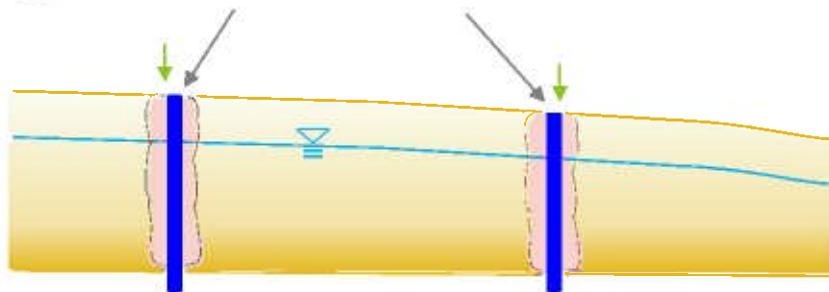
2) 対策工法（案）の提示

④流動化抑制工（公園）【再掲】

① 薬液注入



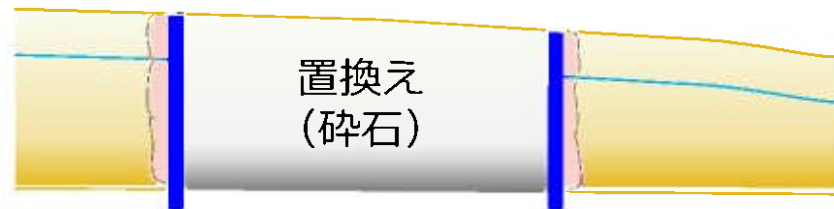
② 土留め（透水性の矢板等）



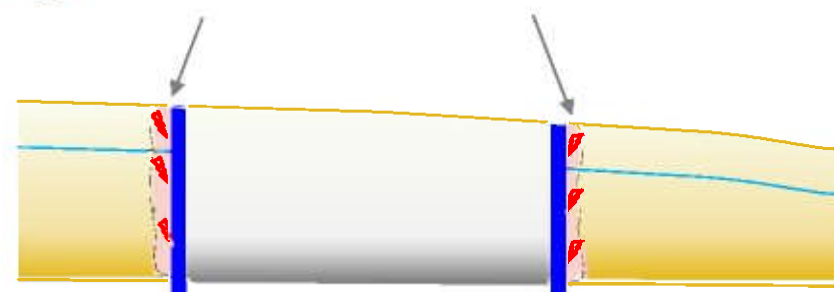
③ 掘削



④ 置換え（碎石）



⑤ 置換え後に乱す（土留め背面）



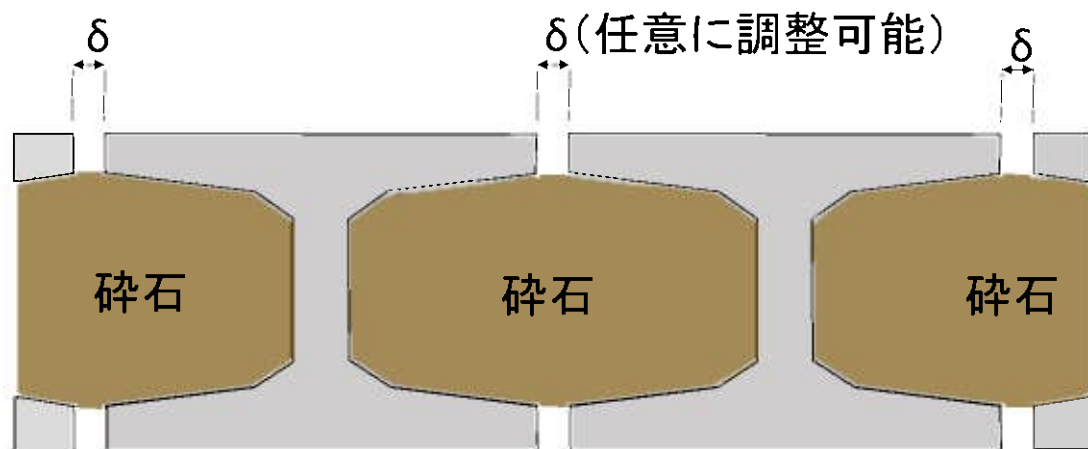
※施工中、施工後における地下水位の
処理について、入念な検討を要する

2) 対策工法 (案) の提示

④流動化抑制工 (道路)

H型PC杭

- PC矢板の適用範囲を拡大するために開発
- H型断面により高い擁壁などにも対応可能



杭の離隔 (δ) と間詰め部の
碎石サイズにより地下水位
を調整する

必要に応じてウェブに孔を
空けることも可



圧入工法により低振動、低
騒音で施工可能

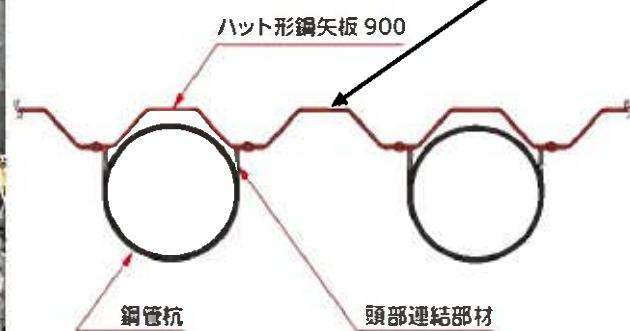
杭打ち機、クレーンなどの
施工ヤードの確保が課題

2) 対策工法 (案) の提示

④流動化抑制工 (道路)

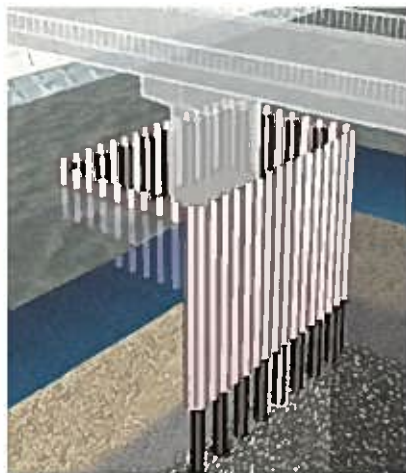
コンビジャイロ工法

- 鋼管杭と矢板を組合わせた壁体構造
- 構造的で一般には止水性に優れる



スリットや孔を設置

透水性を確保するため、矢板にスリットや孔を設ける



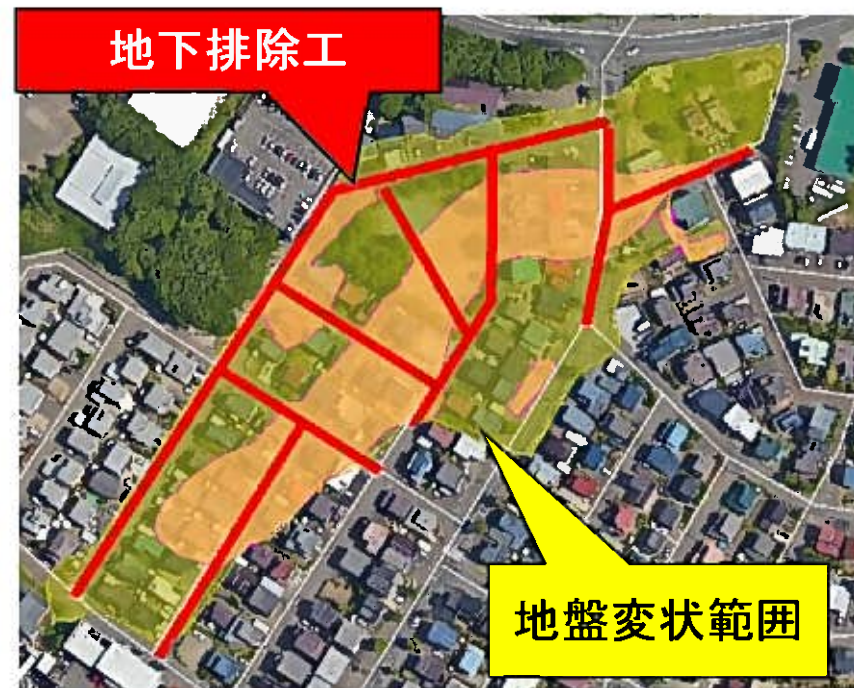
圧入工法により低振動、低騒音で施工可能

圧入機やクレーンは杭上を自走出来るため、施工ヤードの制約は少ない

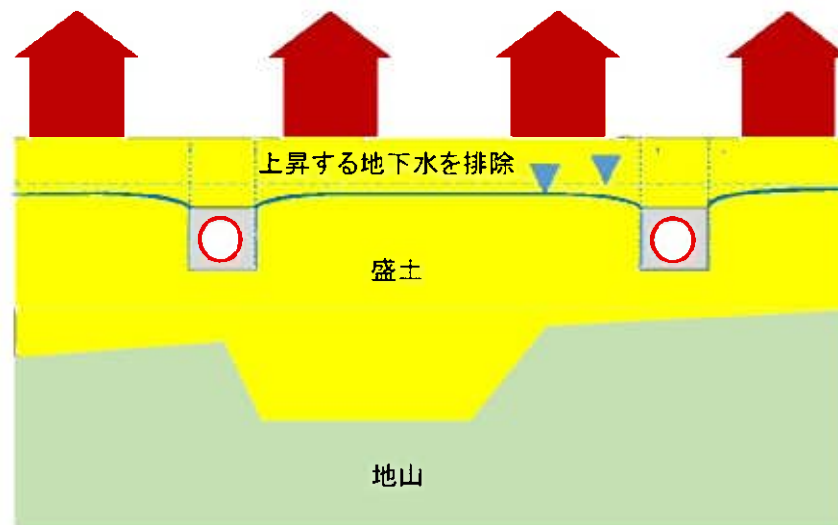
2) 対策工法（案）の提示

⑤地下水排除工（補助工法）

平面図



案の概要



対策工による地下水位の影響（せきあげ等）を排除するため、道路・公園に現状の地下水位の高さと同程度に暗渠配水を設置

特徴

- 地下水位低下工法と異なり、積極的に地下水位の低下を図るものではない。しかしながら、地下水位の低下は液状化の抑制に資することから、多少の地下水位低下の効果も見据え、最適な配置・深さ等について検討を進める。

2) 対策工法（案）の提示

		①置き換え工法 (全壊宅地+公園)	②地盤改良 (深部)	③地盤改良 (液状化層)	④流動化抑制工
補助工法		地下水位排除工	地下水位排除工	地下水位排除工	地下水位排除工
施工範囲		道路+公園+宅地	道路+公園+宅地	道路+公園+宅地	道路+公園
要因への 対応	地形	—	谷地形（くぼ地）	—	流動抑制
	地質	置き換え	—	改良（液状化層）	置き換え（公園）
抑制効果	液状化	◎	△	◎	—
	流動化	◎	△	◎	◎
住宅再建への影響		×	○	○	△
個人負担		要検討	—	—	—
実績		◎	△	◎	×
再度災害発生リスク		◎	△	○	△
		(置き換え) 15,700m ² ×8m (H) V=125,600m ³ (矢板) 860m (L) ×13m(H)	(改良)薬液注入工法 6,000m ² ×4m(H) V=24,000m ³	(改良)薬液注入工法 (60m ² ×130m)+(360 m ² ×50m)+(200m ² ×5 0m) V=35800m ³	(置き換え) 2,700m ² ×6m(H) V=16,200m ³ (コンビジャイロ) L=200m
概算工費		30億円	12億円	18億円	10億円