

第2回 金沢市被災地区復旧技術検討会議

令和6年9月2日

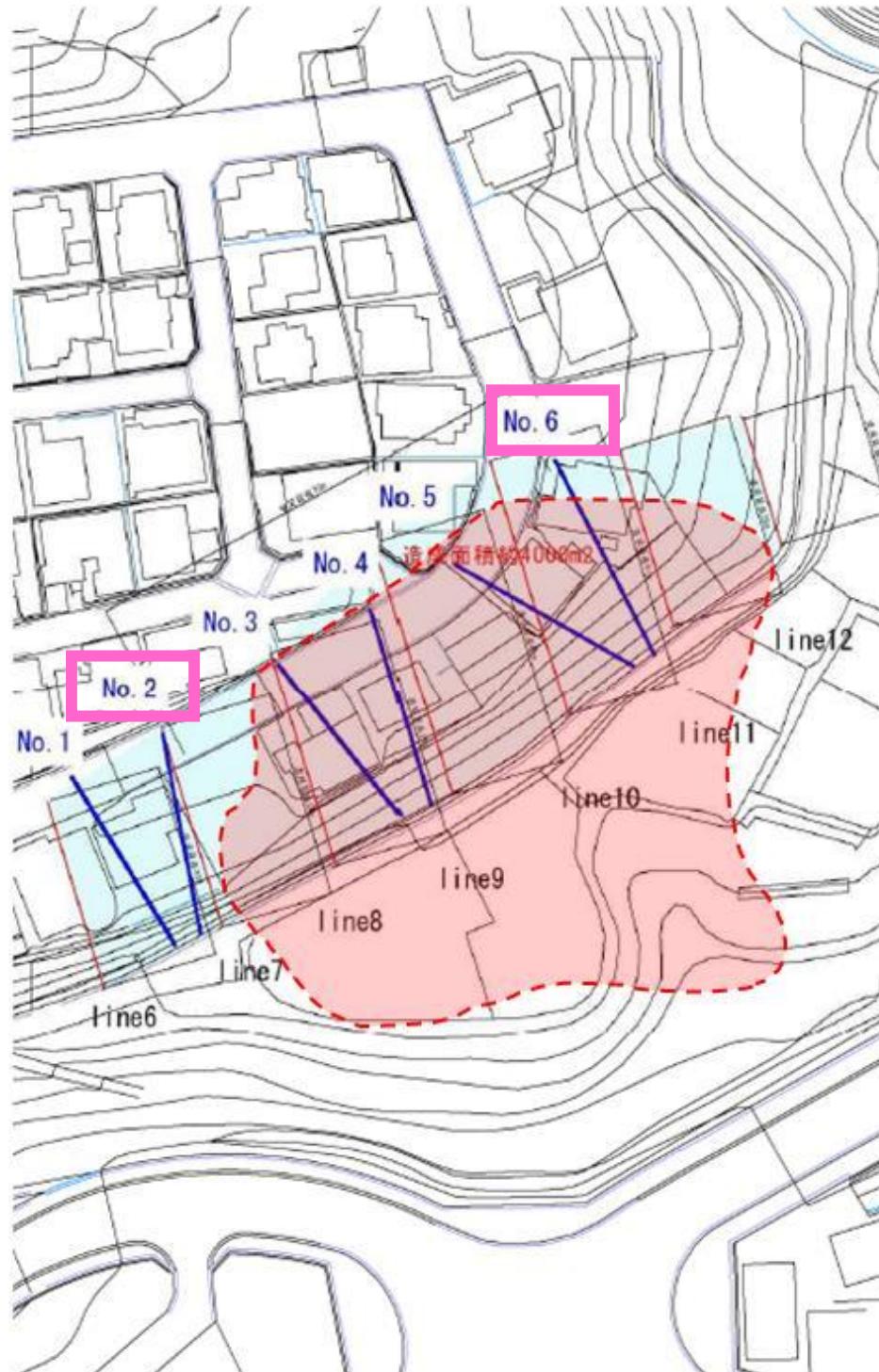
金沢市危機管理監危機管理課

- 1. 前回会議における主な意見とその対応**
- 2. 被災状況の再整理と道路の移動傾向**
- 3. 地盤調査結果の速報**
- 4. 液状化対策の検討条件**
- 5. 液状化対策工法の検討**
- 6. 今後の予定**

(1) 田上新町地区

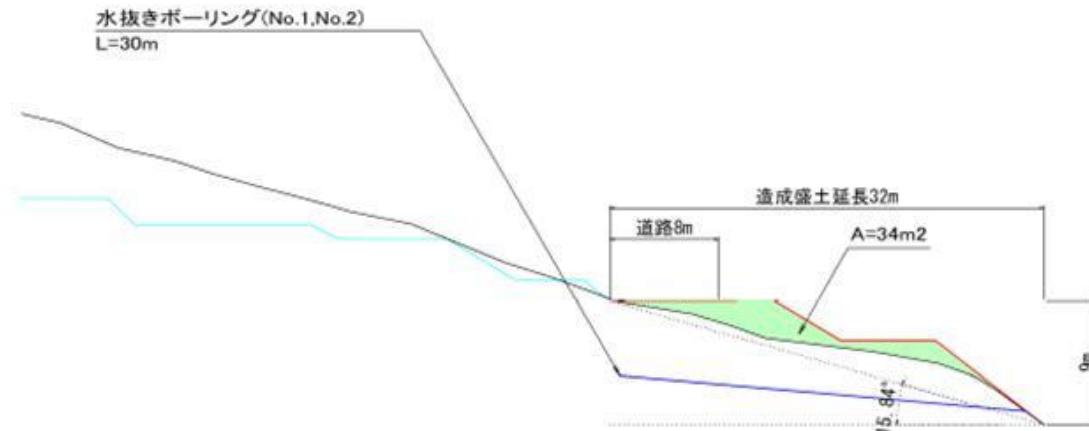
○被災がなかった箇所(No.1,2)と被災があった箇所(No.3~6)についての被災原因の整理
⇒安定計算の結果、No.2付近は造成時における盛土量が少なく安全率1.0を上回り、
No.6付近は盛土量が多く安全率1.0を下回る結果となった。

平面図



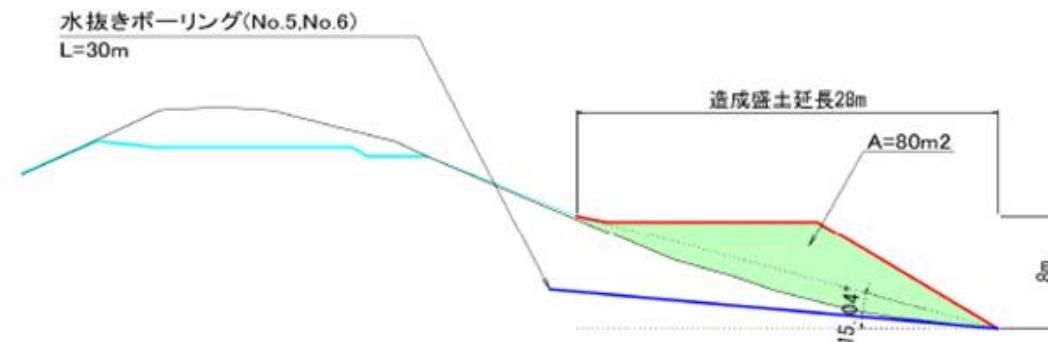
断面図

No.2付近



・安全率 (FS) 地震時 : 1.0以上

No.6付近



・安全率 (FS) 地震時 : 1.0未満

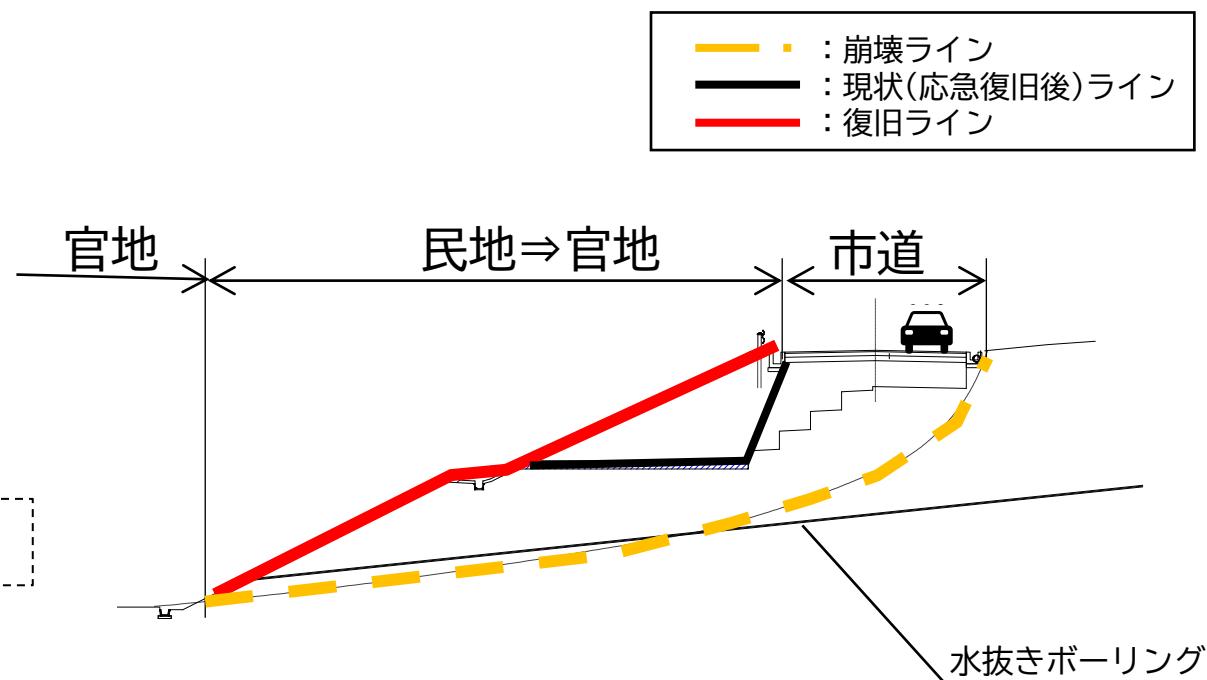
(1) 田上新町地区

案1) 道路のみ復旧

地権者の同意を得る必要があるが、用地買収することで

- ・道路法面を安定勾配で復旧でき、安全を確保
- ・道路法面部での水抜きが可能
- ・市道として維持管理することで団地全体の安全確保

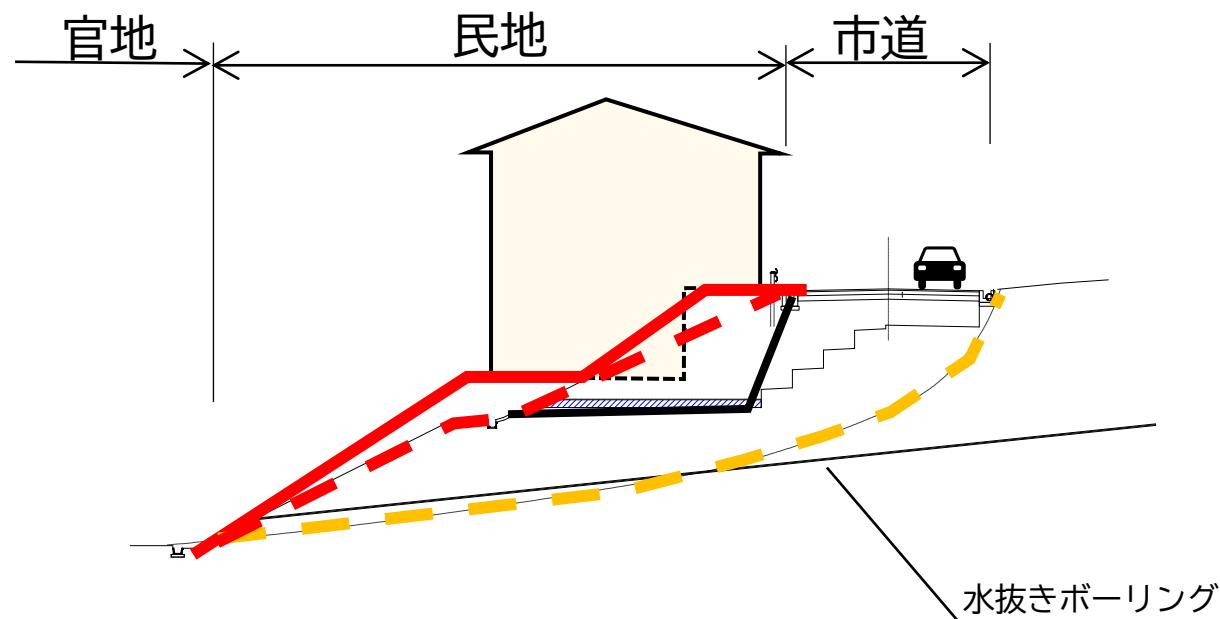
復旧工法及び用地買収について、地権者の了承済み



案2) 道路と宅地を合わせて復旧

被災者が同一箇所で住み続けることができるが

- ・被災者が宅地復旧の負担が必要
- ・民地部での水抜き処理が必要
- ・斜面の維持管理が所有者となるため、十分な安全を確保できない恐れ



(1) 田上新町地区

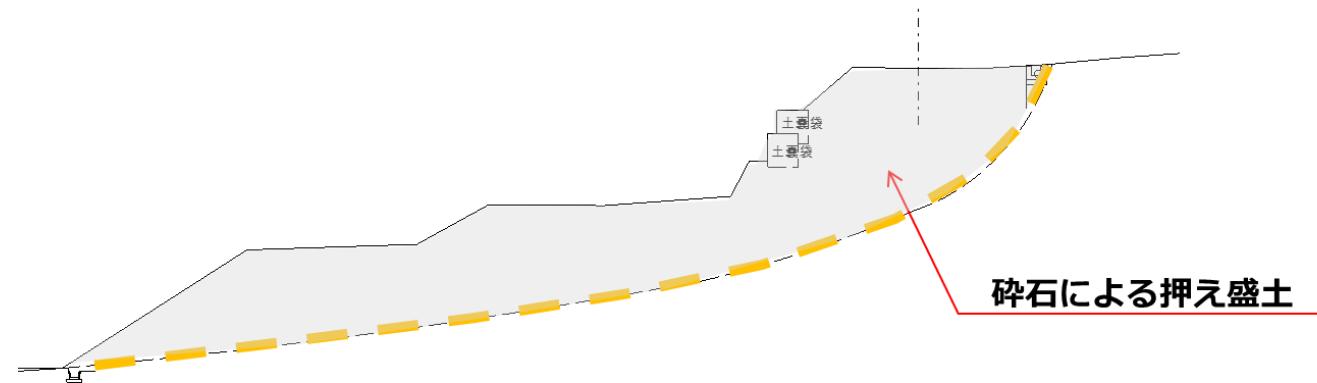
【道路法面の対策方法】

盛土内の地下水位の排除

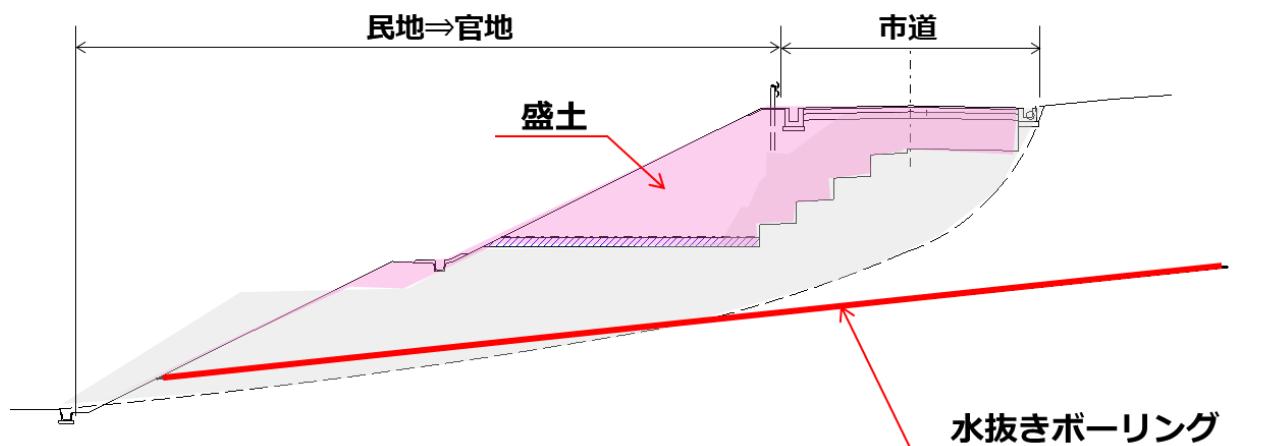
- 水抜き無 $Fs=1.0$ 未満 NG
- 水抜き有 $Fs=1.0$ 以上 OK

⇒以上の結果から、水抜きボーリングを行うことで盛土内への浸透水を排除させる

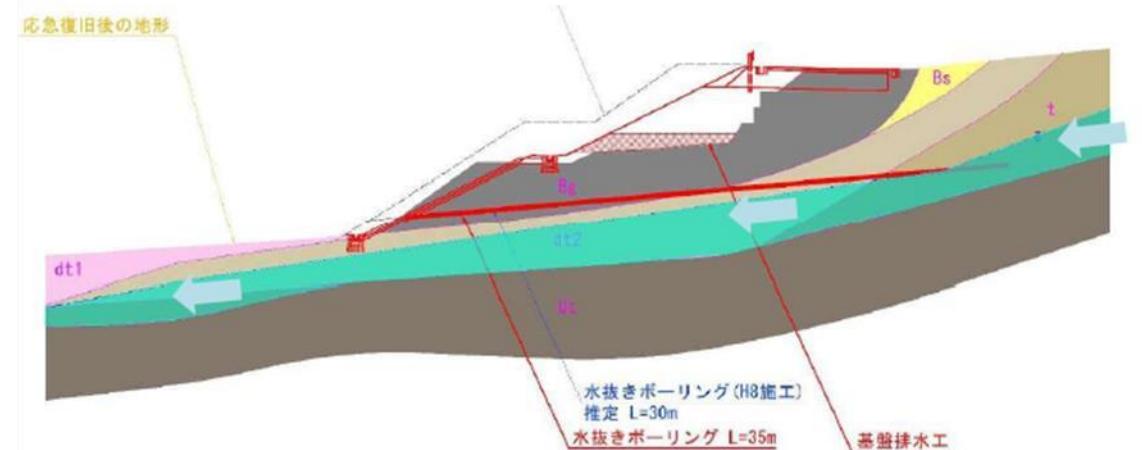
仮復旧断面



本復旧断面



対策後：水抜きボーリングにより盛土内への地下水の浸透を排除



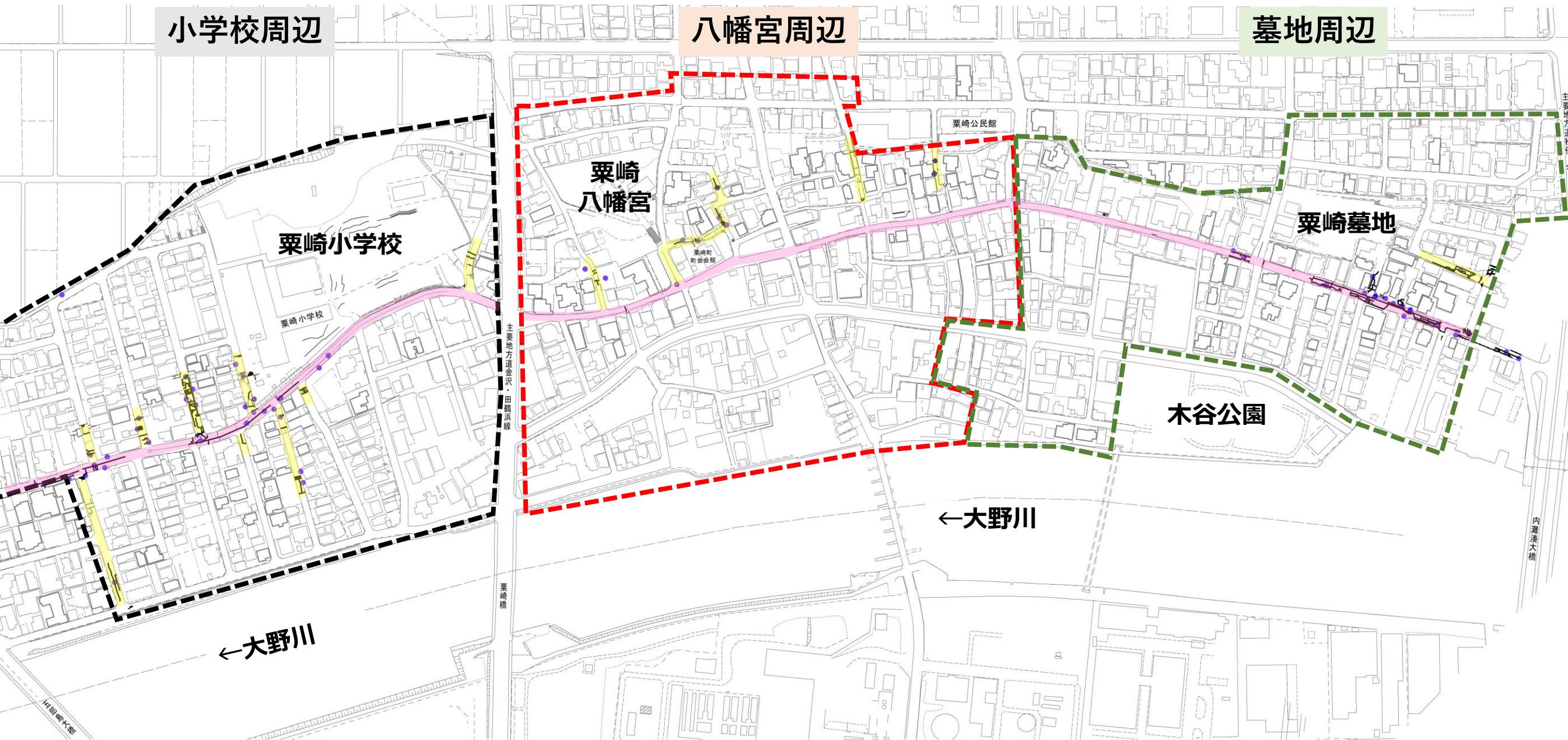
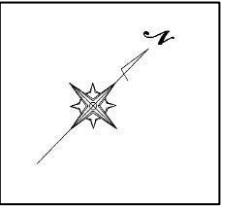
横ボーリング工により盛土内浸透水を排除

(2) 栗崎地区

意見	対応
①傾斜角度毎に被害状況を図面上に色分け整理し、液状化被害発生範囲の目安とするとよい	▶り災証明を整理し傾斜角度毎に箇所を図示
②り災証明を申請していない宅地の状況確認が必要である	▶り災証明がない宅地の変状調査を実施
③発災後の噴砂・クラック段差等の液状化被害および側方移動等の変状を把握する必要がある	▶発災直後写真・被災前後測量成果より各変状発生箇所・被災範囲を整理
④栗崎地区における不透水層の整理が必要である	▶地質調査結果より地層断面図を整理
⑤栗崎地区の地質の成り立ち等、地質的な砂丘の特性説明が必要である。	▶既往資料・調査結果より整理
⑥梅雨時期の地下水位の変動確認が必要である	▶令和6年6月上旬より地下水観測を開始
⑦被害状況および地盤のデータ等より液状化の判定図が妥当かの検証が必要である	▶栗崎地区の被害状況と現況解析より整理

(1) 被災状況の再整理【クラック・噴砂】

全体図



凡例

- : 噴砂
- : クラック

(1) 被災状況の再整理【クラック・噴砂】

墓地周辺

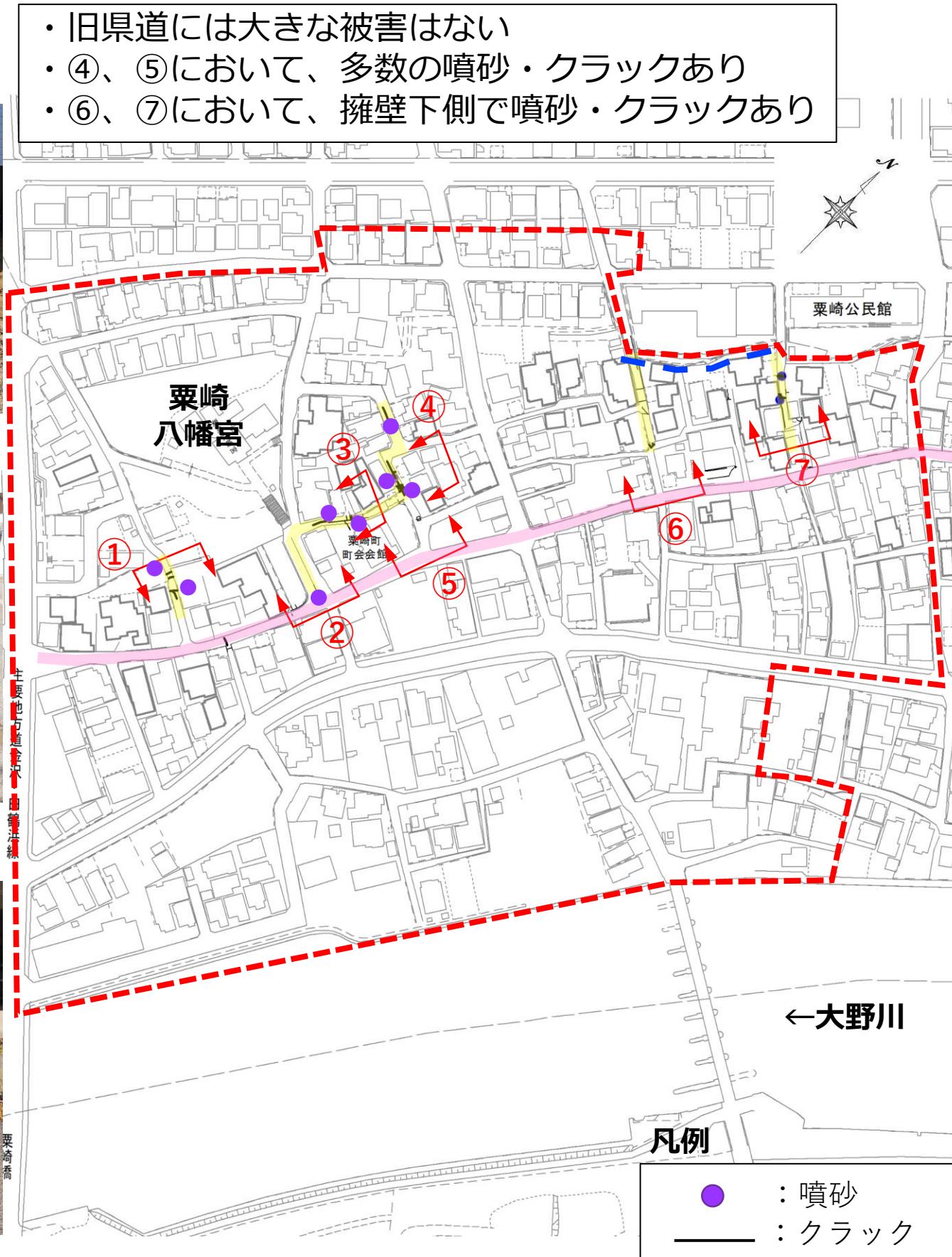
- ・旧県道の範囲で、多数の噴砂・クラックあり
- ・③、⑦において、舗装がめくれ上がっている
- ・⑤、⑦において、砂丘上部側が隆起している



(1) 被災状況の再整理【クラック・噴砂】

八幡宮周辺

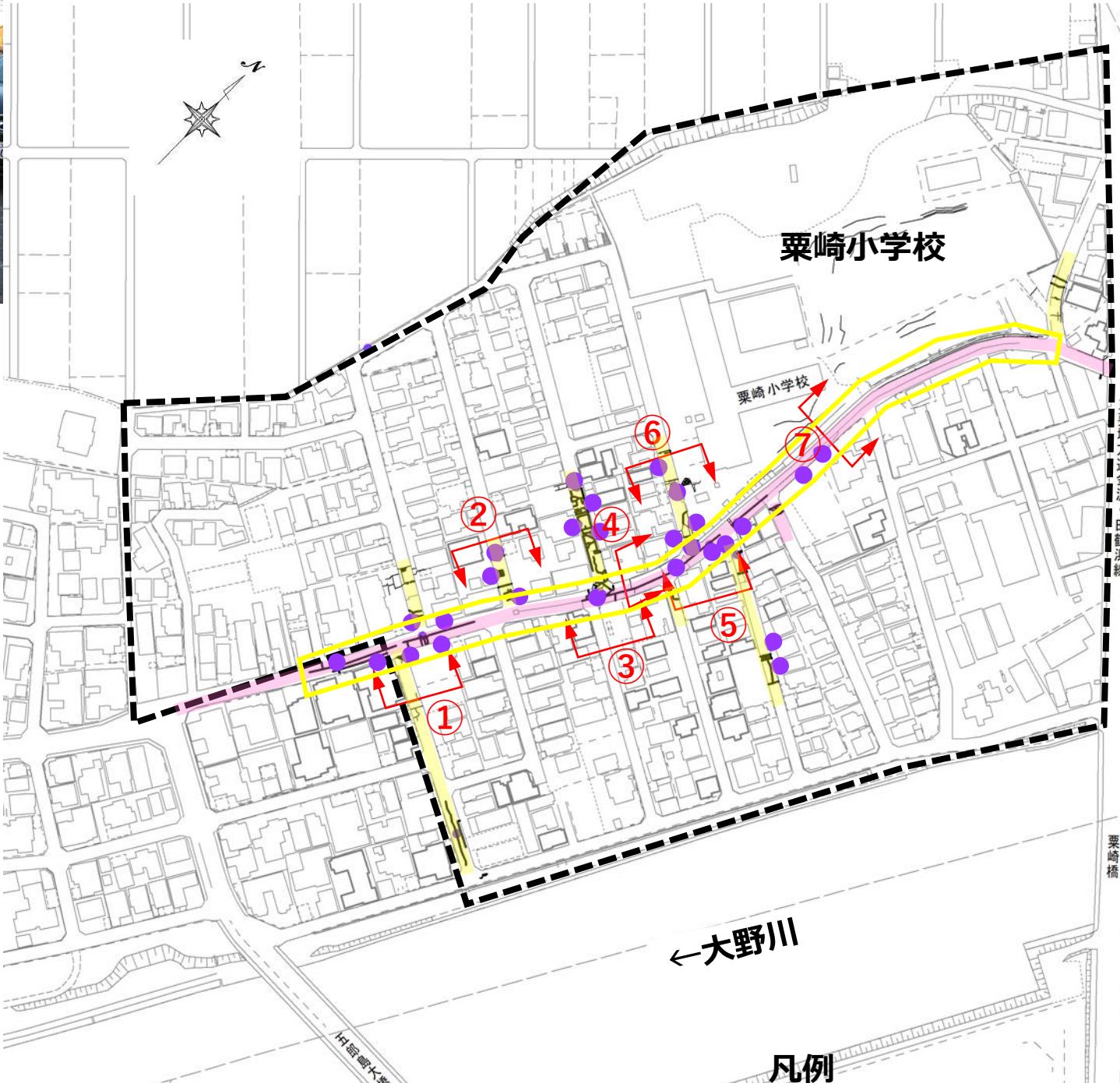
- ・旧県道には大きな被害はない
- ・④、⑤において、多数の噴砂・クラックあり
- ・⑥、⑦において、擁壁下側で噴砂・クラックあり



(1) 被災状況の再整理【クラック・噴砂】

小学校周辺

- ・旧県道③、④において、多数の噴砂・クラックあり
- ・小学校前の歩道部⑦において、30cm程度の隆起あり
- ・①、②、⑥において、多数の噴砂・クラックあり

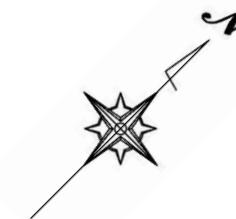


凡例
 ● : 噴砂
 — : クラック

(2) 道路の移動量【x y z】

全体図

- ・被害の大きい箇所で隆起または沈下の状況が確認される
- ・標高の高い方から低い方向（図面上部⇒下部）に向けて移動している傾向



本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています



【重ね合わせデータ】

- ▶ Z方向の変位（沈下隆起の発生箇所）：平成21年と令和6年の航空レーザー測量による点群データ
- ▶ XY方向の変位（側方移動の発生箇所）：令和5年と令和6年の航空写真図化データ

(2) 道路の移動量【x y z】

墓地周辺

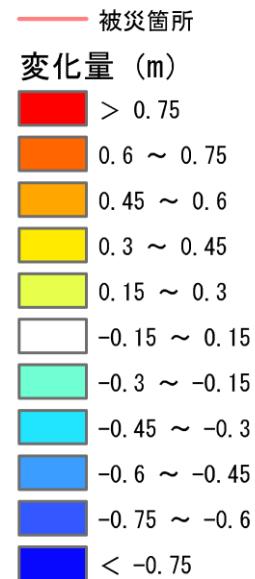


- 被害の大きい箇所の旧県道では30cm~45cm程度の隆起が見られる
- 旧県道より砂丘側の宅地では、15cm程度の沈下が見られる
- 移動方向は概ね一定で砂丘上部から大野川方向に40cm程度移動している

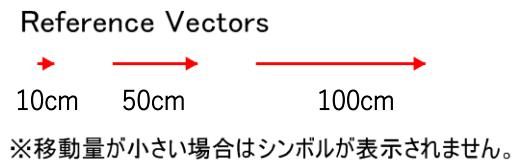
本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

栗崎墓地

Z変状凡例



側方移動凡例



木谷公園

←大野川

←旧県道

(2) 道路の移動量【x y z】

八幡宮周辺



- ・ 栗崎会館より砂丘側の道路では30cm~45cm程度の隆起が見られる
- ・ 旧県道より砂丘側の宅地では、15cm程度の沈下が見られる
- ・ 移動方向は概ね一定で砂丘上部から大野川方向に10~20cm程度移動している
- ・ 他エリアに比べると移動量は比較的小さい



(2) 道路の移動量【x y z】

小学校周辺

- ・旧県道や被害の大きい市道では**最大60cm程度**の隆起が見られる
- ・隆起している道路の周辺宅地の一部で、沈下が見られる
- ・栗崎小学校の南側において、**最大75cm程度**の沈下が見られる
- ・移動方向は概ね一定で砂丘上部から大野川方向に**50cm程度**移動している
- ・他エリアに比べると側方流動の移動量大きい



Z変状凡例

—	被災箇所
変化量 (m)	
■	> 0.75
■	0.6 ~ 0.75
■	0.45 ~ 0.6
■	0.3 ~ 0.45
■	0.15 ~ 0.3
■	-0.15 ~ 0.15
■	-0.3 ~ -0.15
■	-0.45 ~ -0.3
■	-0.6 ~ -0.45
■	-0.75 ~ -0.6
■	< -0.75

側方移動凡例

Reference Vectors		
→	→	→
10cm	50cm	100cm
※移動量が小さい場合はシンボルが表示されません。		

(3) 液状化被害状況

全体図

【重ね合わせデータ】

- ▶ 噴砂・クラックの発生状況
- ▶ 住宅の傾斜被害発生状況(り災証明より)

▶ 道路の移動量



- ・ 青破線部が側方流動の頂部と推定
 - ・ 液状化被害と判断される変状の発生範囲より、液状化被害範囲を推定
- ⇒ ボーリング結果より、液状化判定を行い、液状化対策が必要なエリアを検討

本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています



変状凡例

- 噴砂
- クラック
- 傾斜：半壊
- 傾斜：大規模半壊
- 傾斜：全壊
- 被災箇所

変化量 (m)

- > 0.75
- 0.6 ~ 0.75
- 0.45 ~ 0.6
- 0.3 ~ 0.45
- 0.15 ~ 0.3
- 0.15 ~ 0.15
- 0.3 ~ -0.15
- 0.45 ~ -0.3
- 0.6 ~ -0.45
- 0.75 ~ -0.6
- < -0.75

傾斜区分(基礎と柱が一体的に傾く不同沈下の場合の判定)

四隅の柱の傾斜の平均	判定
1/100以上 1/60未満	半壊
1/60以上 1/20未満	大規模半壊
1/20以上	全壊

側方移動凡例

Reference Vectors

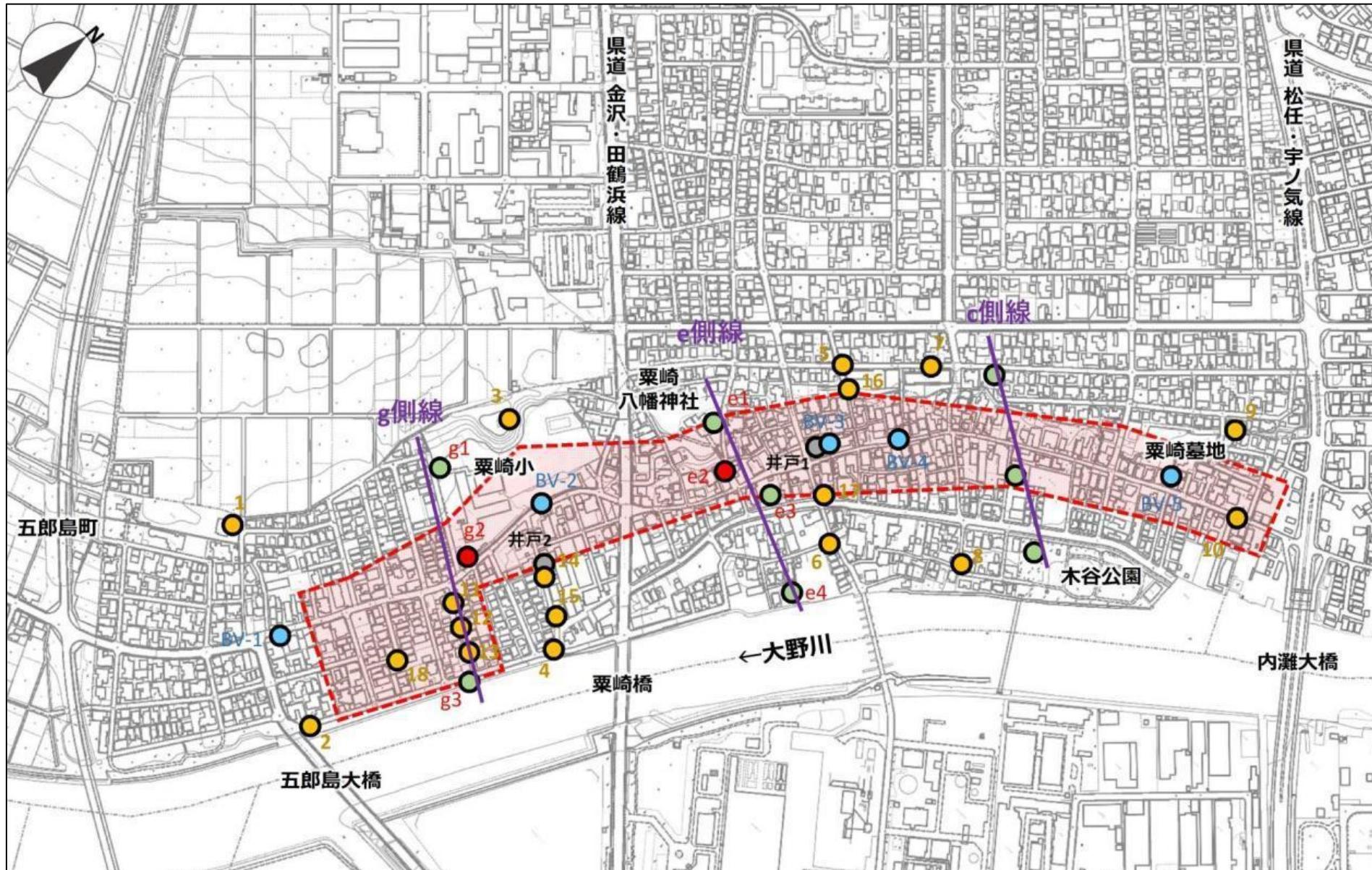
- 10cm
- 50cm
- 100cm

※移動量小さい場合はシンボルが表示されません。

● ボーリング調査箇所

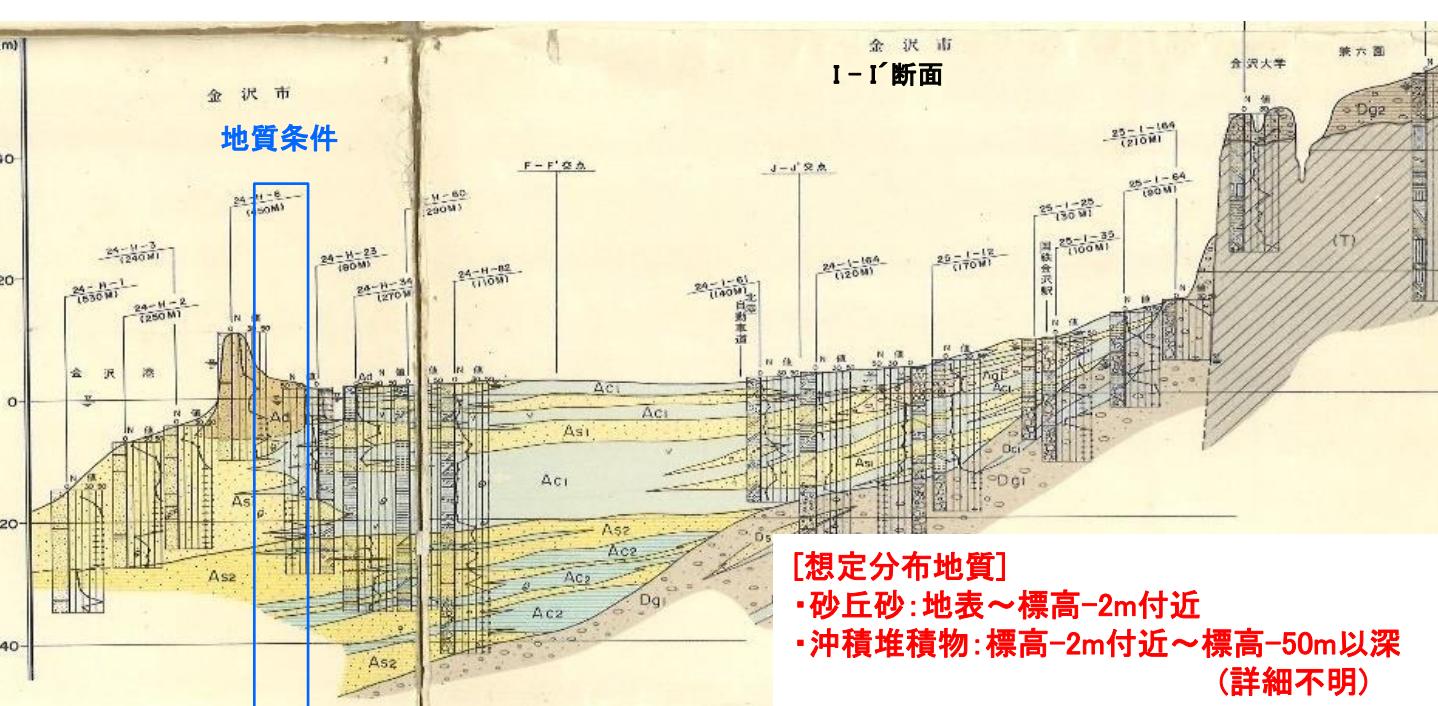
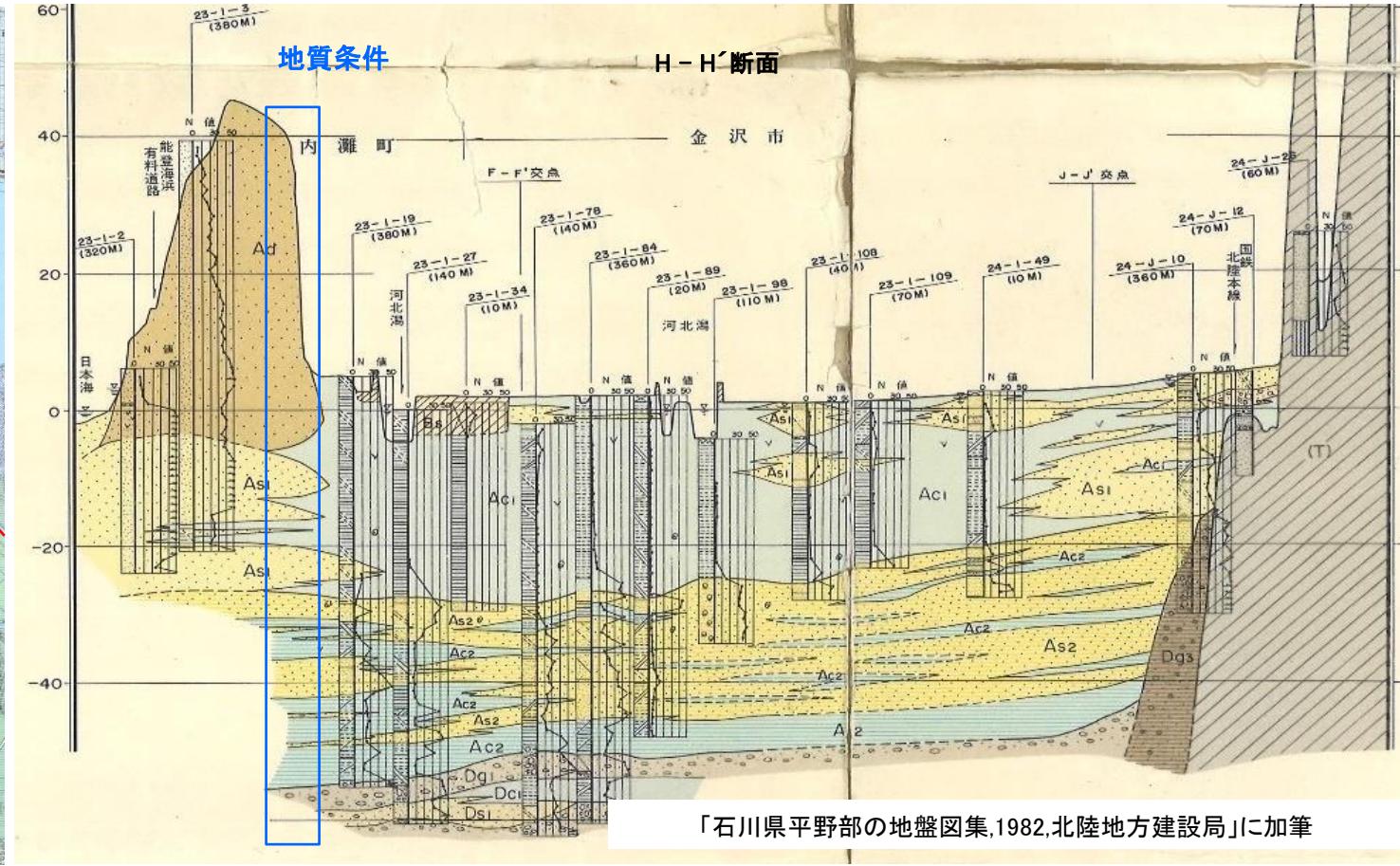
(1) 地盤調査結果 (進捗状況)

地点		本孔	別孔	完了	未・調査中	備考
ボーリング 15箇所	● 2箇所	<ul style="list-style-type: none"> L=20m 標準貫入試験 オールコア 物理試験 	<ul style="list-style-type: none"> サンプリング (砂質土、粘性土) ⇒砂質土：液状化、粘性土：圧密 現場透水試験 (砂質土) ⇒密度、透水(水平、鉛直)、圧縮 ブロックサンプリング (砂質土) 	2箇所	0箇所	地下水観測孔仕上げ 土質試験実施中 ブロックサンプリングは 未実施
	● 8箇所	<ul style="list-style-type: none"> L=20m 標準貫入試験 オールコア 物理試験 	<ul style="list-style-type: none"> サンプリング (粘性土) ⇒粘性土：圧密 現場透水試験 (砂質土) 	7箇所	1箇所	地下水観測孔仕上げ C2実施中
	● 5箇所	<ul style="list-style-type: none"> L=20m 標準貫入試験 オールコア 物理試験 	—	5箇所	0箇所	地下水観測孔仕上げ
SWS 18箇所	● 18箇所	<ul style="list-style-type: none"> L=10m 地下水測定 	—	18箇所	0箇所	12カ所は地下水観測孔仕 上げ



(2) 粟崎地区の地質の成り立ちと地質的な砂丘の特性

【粟崎町周辺の地質】



[想定分布地質]
 ・砂丘砂: 地表～標高-2m付近
 ・沖積堆積物: 標高-2m付近～標高-50m以深
 (詳細不明)

地層区分表

時代区分 (10 ³ 年)	地層区分	記号	
第四紀	沖積世	沖積層	砂丘土 Ad
		沖積層	粘性土 Ac1
	洪積世	洪積層	砂質土 As1
		洪積層	礫質土 Ag1
		洪積層	腐植土 Ap1
		洪積層	粘性土 Ac2
	沖積世	沖積層	砂質土 As2
		沖積層	礫質土 Ag2
		沖積層	腐植土 Ap2
		沖積層	粘性土 Dc1
沖積世	沖積層	砂質土 Ds1	
	沖積層	礫質土 Dg1	
	沖積層	腐植土 Dp1	
	沖積層	粘性土-砂質土 礫質土互層 Dal1	
沖積世	沖積層	粘性土 Dc2	
	沖積層	砂質土 Ds2	
	沖積層	礫質土 Dg2	
	沖積層	粘性土-砂質土 礫質土互層 Dal2	
沖積世	沖積層	粘性土 Dc3	
	沖積層	砂質土 Ds3	
	沖積層	礫質土 Dg3	
	沖積層	粘性土-砂質土 礫質土互層 Dal3	
先第四紀	基盤	(T)	

内灘砂丘の新砂丘・古砂丘

古砂丘: 縄文時代前期
海面変動により出現した砂丘

新砂丘: 弥生時代終末～古墳時代初頭以降
海水準上昇に伴う砂の飛来により生成した砂丘

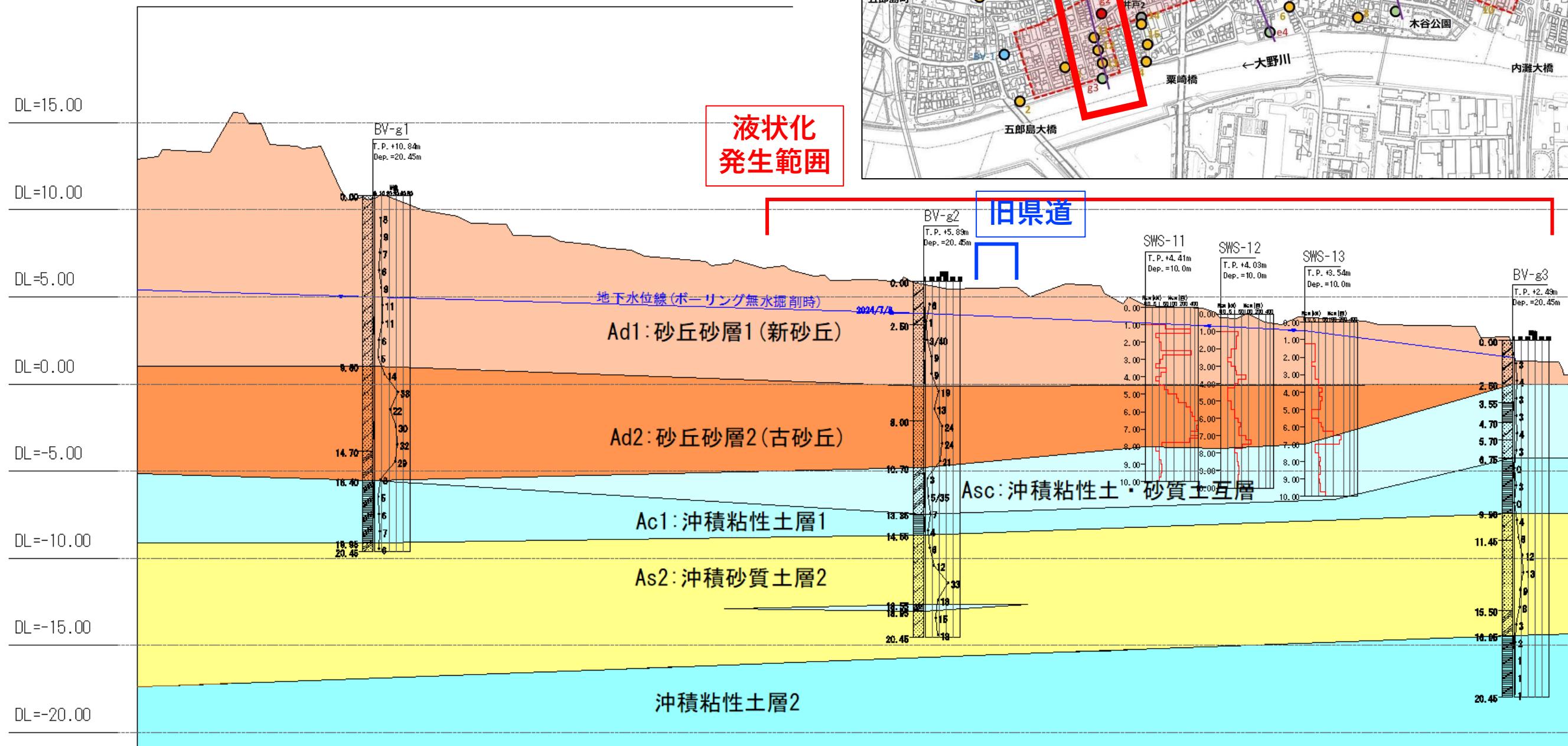
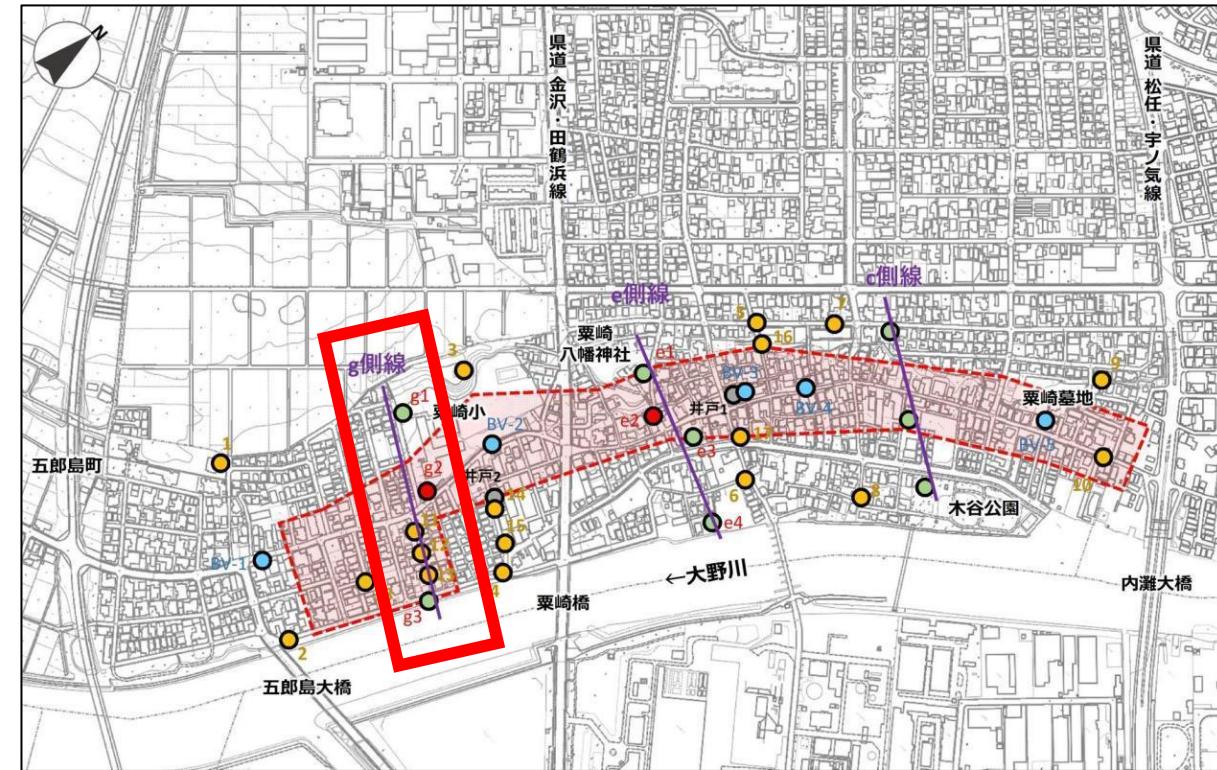
内灘砂丘: 押水町大海川河口 ～ 金沢市金石町犀川河口



内灘砂丘大根布の概要断面図

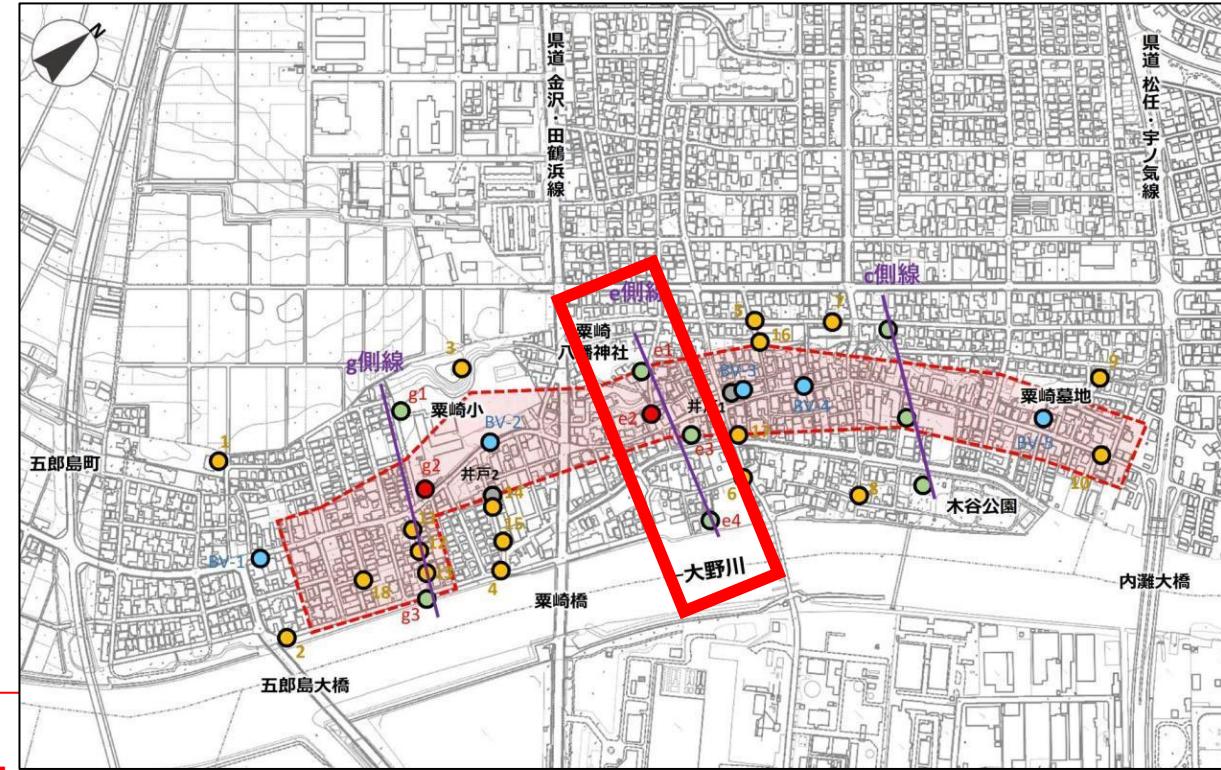
《参考》『北陸の海岸砂丘の埋積腐植土層の編年とその生成環境』藤則雄氏

(3) 仮断面 g 測線 (粟崎小学校付近)



縦：横 = 4 : 1

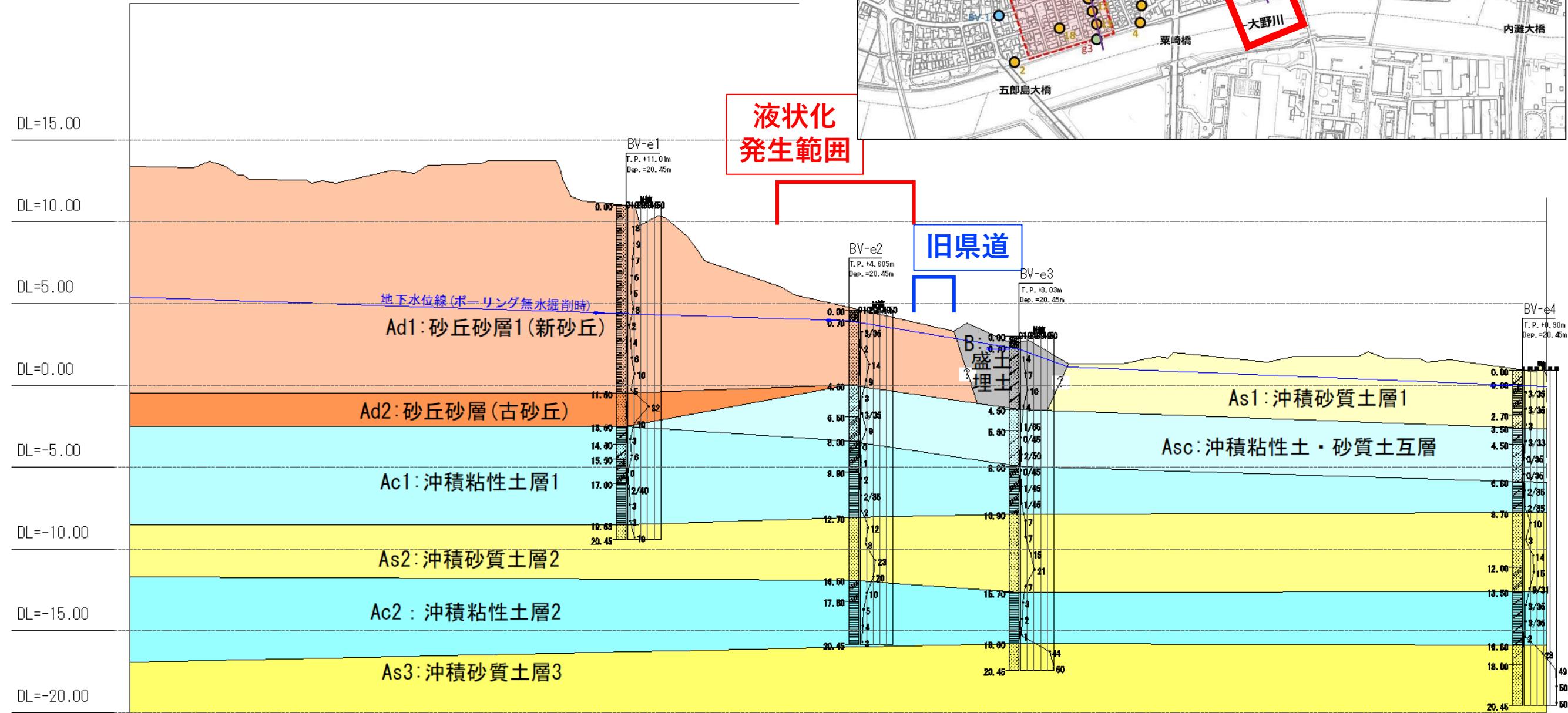
(3) 仮断面 e測線 (粟崎八幡宮付近)



液状化
発生範囲

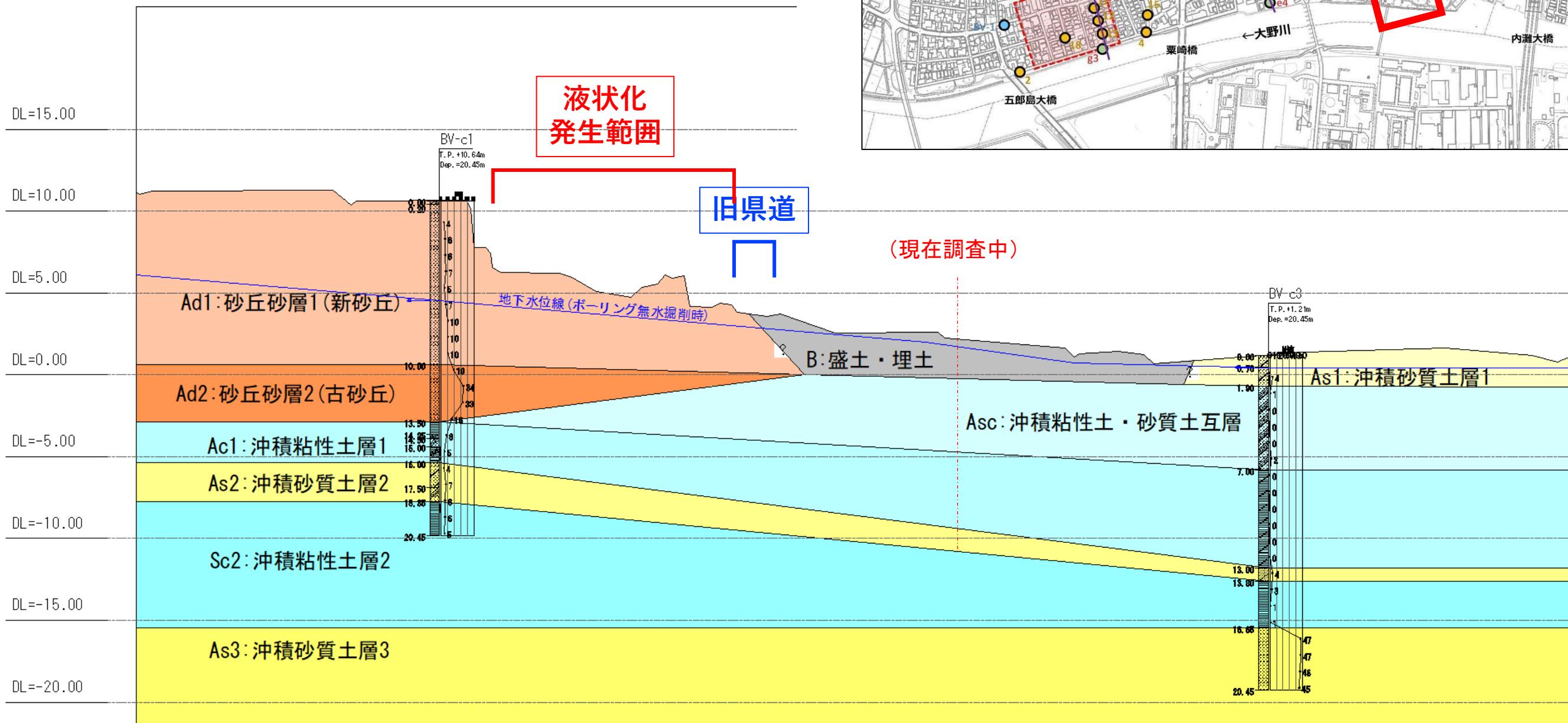
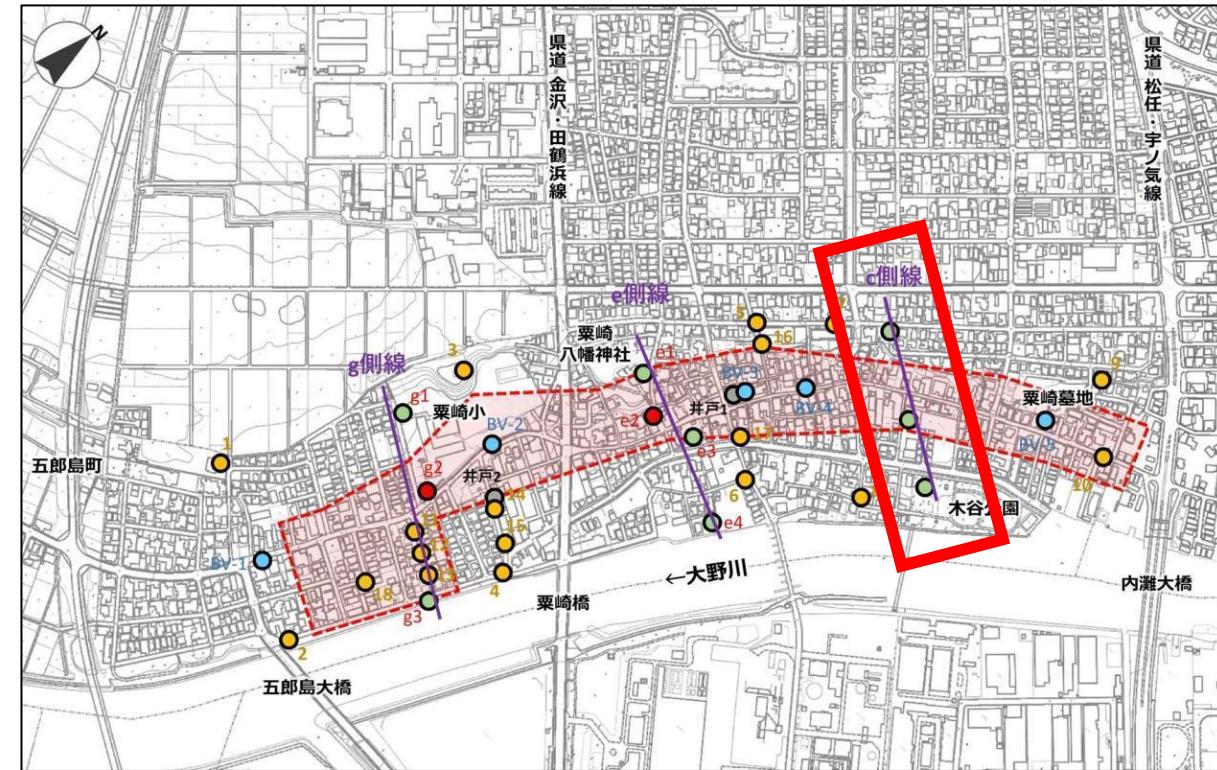
旧県道

B盛土埋土



縦：横=4：1

(3) 仮断面 c測線



縦：横 = 4 : 1

(4) 地下水位状況 (平面分布)

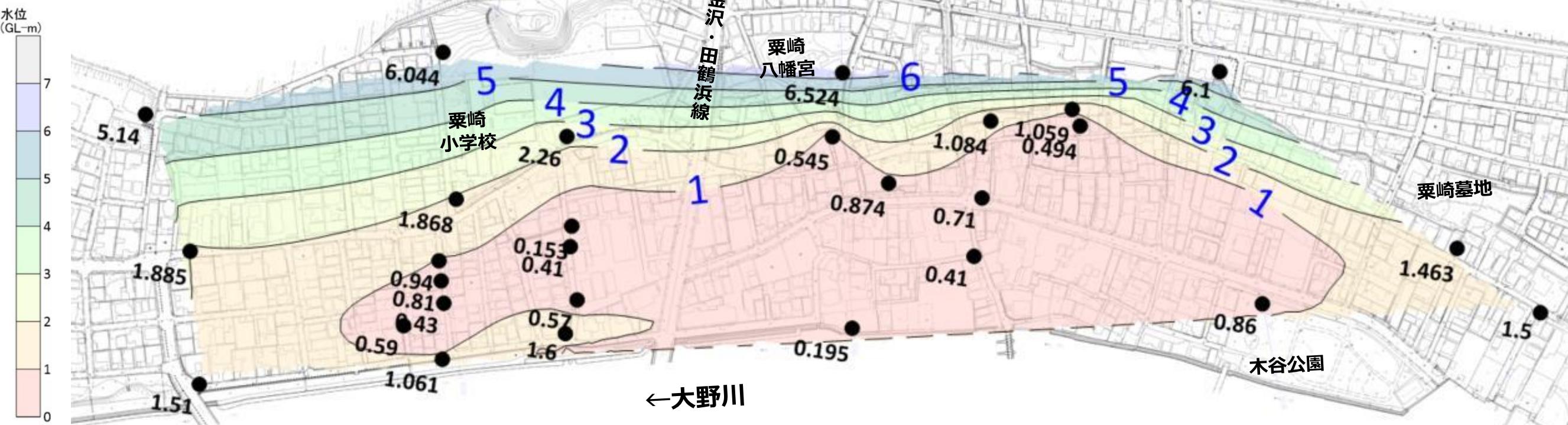
【8/13_一斉観測水位結果】

- ・地下水位の標高は砂丘上部から大野川に向かって一様に下がっている
- ・地下水位の深さは傾斜した地形の変化に合わせ、急激に変化している箇所がある
- ・被害のあった箇所の地下水位は、概ね観測標高が4m以下かつ地表面より深さ3mより浅い

(標高m)

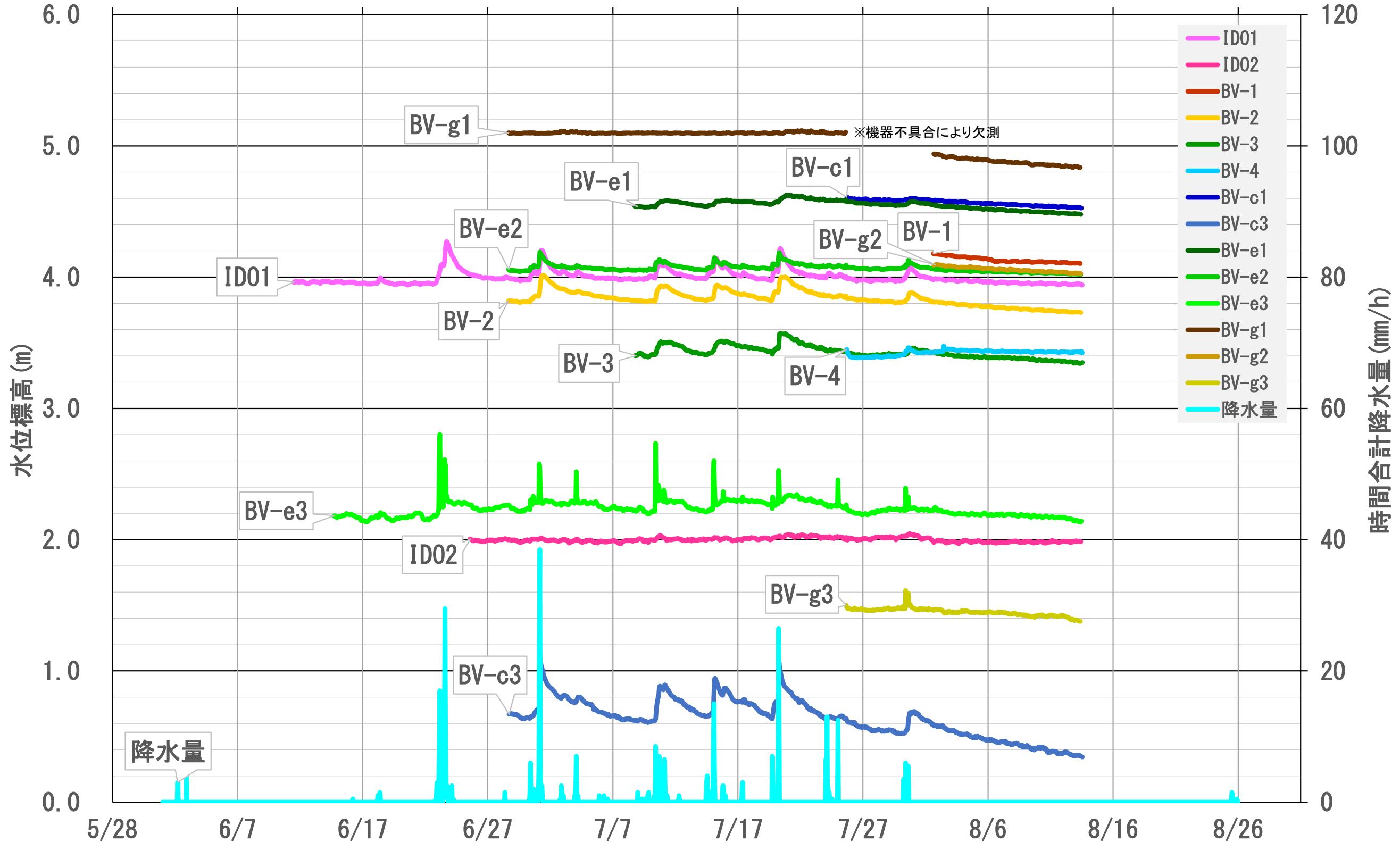


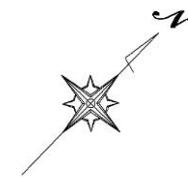
(GL-m)



(4) 地下水位状況 (水位変動図 標高)

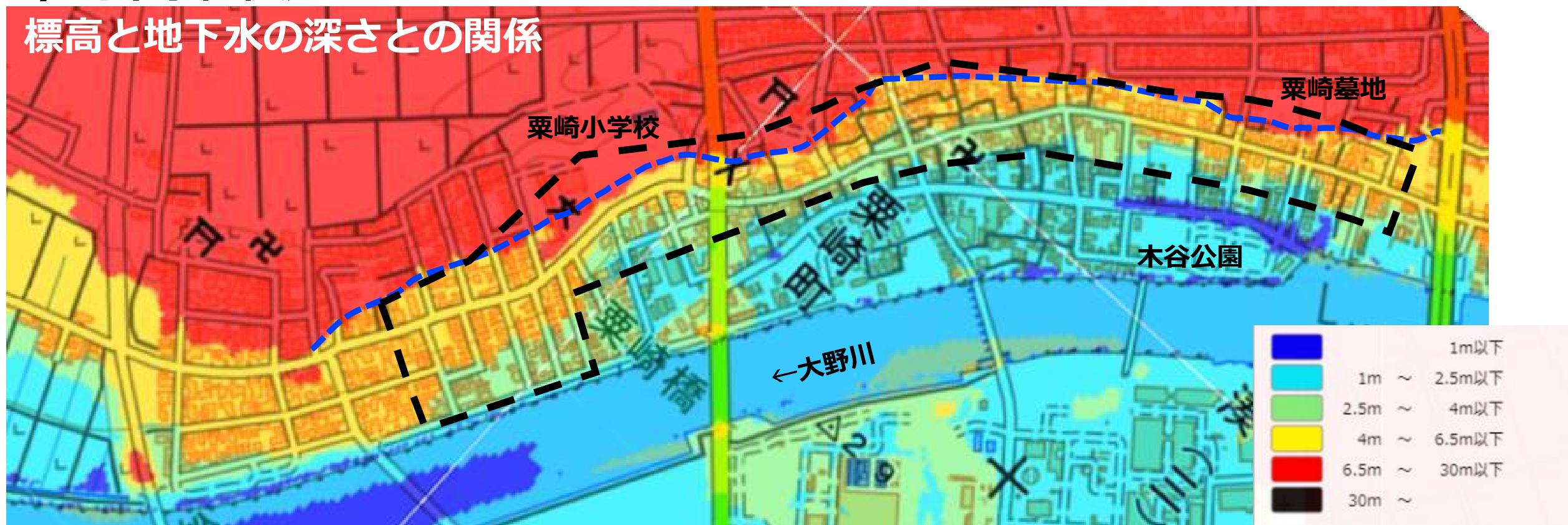
- ・ ボーリング調査箇所には観測井戸を設置し、水位を継続観測している
- ・ 降雨に合わせて、水位の変状が見られる
- ・ 標高が下がるほど、地下水位が浅いため、降雨の影響を受けやすい





(4) 地下水位状況

標高と地下水の深さとの関係



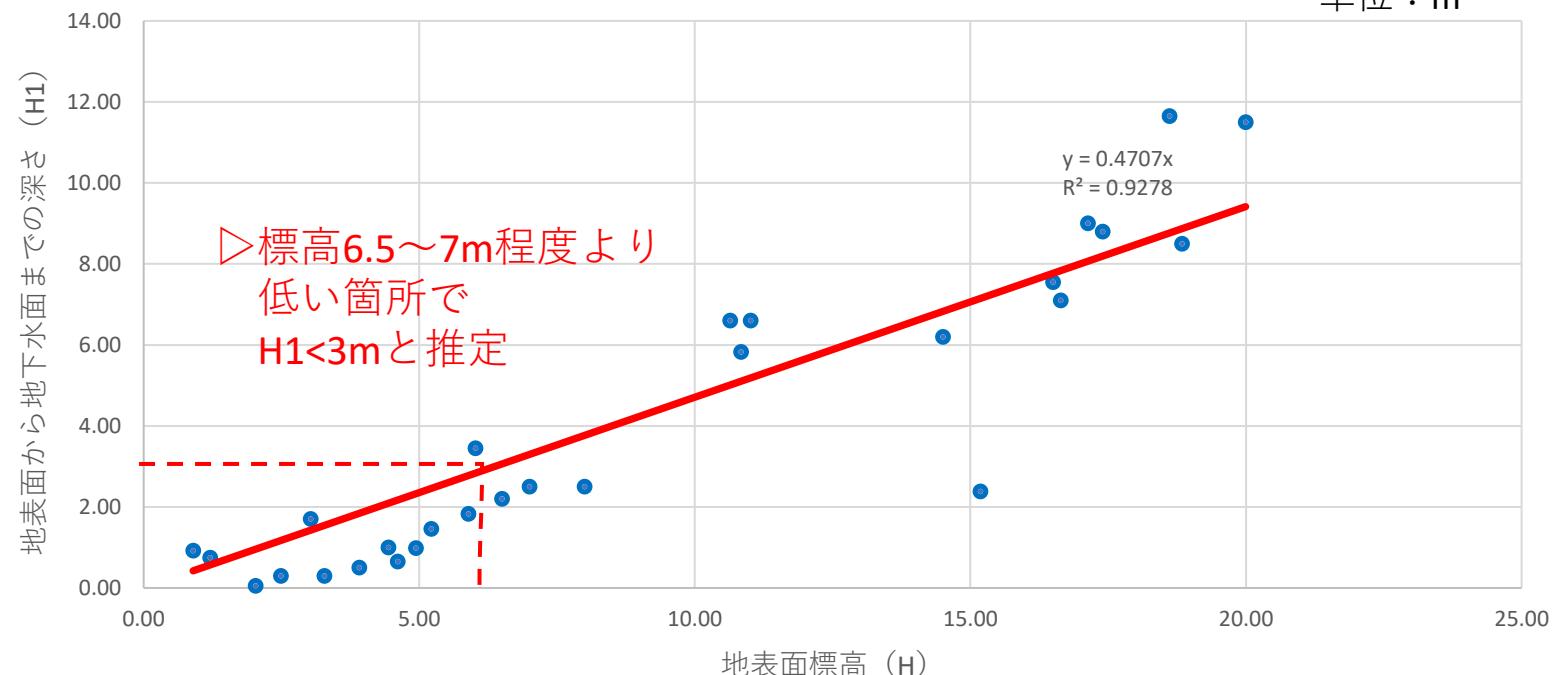
【標高着色図(国土地理院)】

調査No.	箇所	地表面標高H	地表面から地下水面までの深さH1(GL-)	地下水位標高
BV-1	市道上	6.02	3.45	2.57
BV-2	栗崎小学校前	6.50	2.20	4.30
BV-3	専念寺向	4.44	1.00	3.44
BV-4		3.91	0.50	3.41
BV-5		5.22	1.46	3.76
c1	栗崎第一公園	10.64	6.60	4.04
c2				
c3	木谷公園	1.21	0.75	0.46
e1	八幡宮内	11.01	6.60	4.41
e2	八幡宮広見	4.61	0.65	3.96
e3	北前公園	3.03	1.70	1.33
e4	大野川沿い	0.90	0.92	-0.02
g1	栗崎小学校	10.84	5.83	5.01
g2	栗崎小学校角	5.89	1.83	4.06
g3	小学校側大野川沿い	2.49	0.30	2.19
井戸1	相川氏	4.94	0.98	3.96
井戸2	新出氏	2.03	0.05	1.98

No.1	栗崎町3丁目	18.61	11.65	6.96
No.2	栗崎町3丁目	16.50	7.55	8.95
No.3	栗崎町3丁目	16.64	7.10	9.54
BV13-2	栗崎町3丁目	18.84	8.50	10.34
No.3	栗崎町3丁目	19.99	11.50	8.49
No.2	栗崎町3丁目	17.13	9.00	8.13
No.4	栗崎町3丁目	15.18	2.38	12.80
No.4	栗崎町3丁目	17.40	8.80	8.60
No.1	栗崎町3丁目	14.50	6.20	8.30
24-1-14	栗崎小学校	7.00	2.50	4.50
24-1-15	栗崎小学校	8.00	2.50	5.50
No.6	栗崎町	3.28	0.30	2.98

地表面標高と地下水面の深さ

単位：m



標高6.5m程度より低い箇所で地下水位が3mより浅くなっており、この範囲でクラックや噴砂、住宅基礎のめり込み沈下などの液状化被害が発生している

(1) ガイダンスの考え方

【想定地震動の大きさの整理】

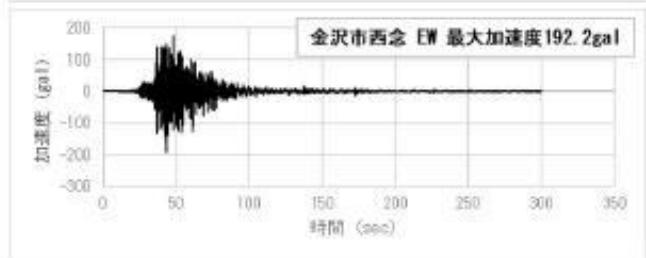
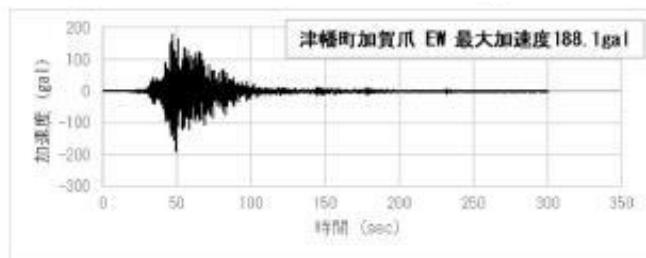
今次災害及び地域防災計画に定める地震動を考慮すると、栗崎地区のタイプ別の想定地震動は下記のとおりである。

想定地震動の大きさの整理	タイプ	想定地震動の規模		加速度 (gal)	マグニチュード
	タイプ1	最低限の地震動	宅地液状化被害判定指針に示す想定地震動	200gal	M7.5
	タイプ2	今次災害を考慮した地震動	令和6年能登半島地震による栗崎周辺における地震動	188~192gal ≒200gal	M7.6
	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	今後想定される直下型地震による大きな地震動(森本、富樫断層)	400~600gal	M7.2

【令和6年能登半島地震 (タイプ2: 今次災害) での観測地震動】

【誘因】

- ・ 地震動：深度5強～5弱
- ・ 加速度：約200gal

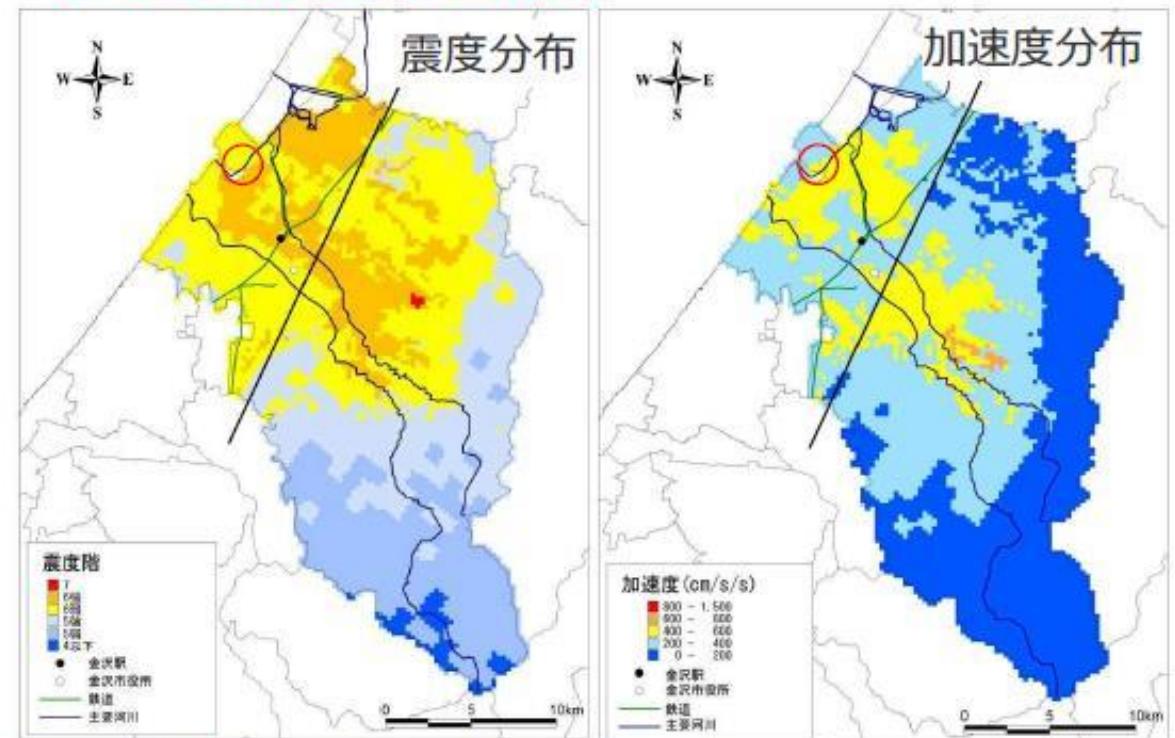


加速度波形



観測所位置図

【地域防災計画に定める地震動】 (タイプ3: 想定最大地震動) 地震動：深度6弱 加速度：400~600gal



※出典：金沢市地域防災計画 総論編 第2章_金沢市震災アセスメント(危険度想定)調査

4. 液状化対策の検討条件

(2) 想定地震動と対策効果の目標値 (案)

【想定地震動】

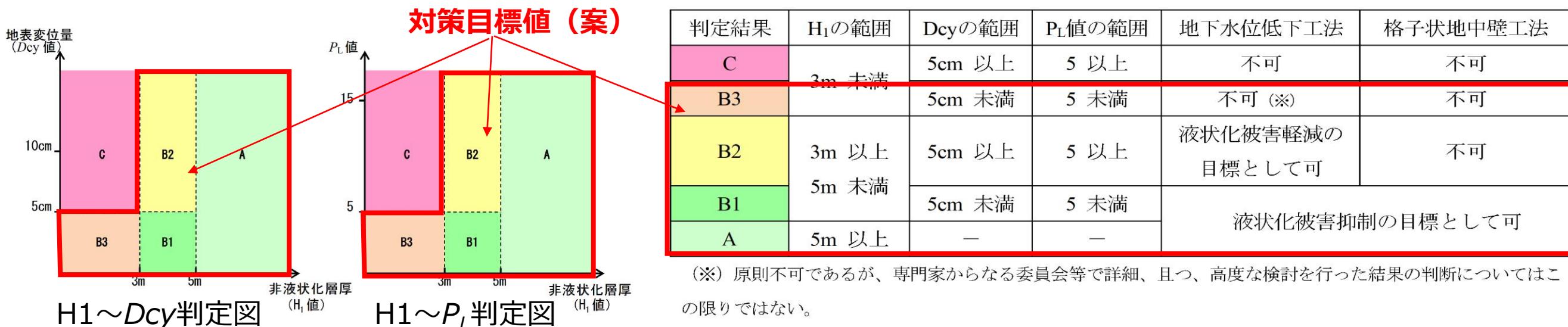
液状化対策の目標値は、対象とする地震動の大きさと荷重に対する応答値として何を対象とするか決める必要があり、**中地震に相当する地震動 (タイプ1) を下回らないものとする**。想定地震動を大きくすると液状化対策費用が大きくなるため、経済性も考慮し、民生安定上必要があれば**今次災害規模程度 (タイプ2)** とすることができる。(ガイダンスp.82)

想定地震動は「タイプ2」以上で設定 (※タイプ3を含めた対策効果を確認し本会議で慎重に検討)

タイプ	想定地震動の規模		加速度 (gal)	マグニチュード	金沢市	他都市の想定地震動	
						熊本市	東日本大震災
タイプ1	最低限の地震動	宅地液状化被害判定指針に示す想定地震動	200gal	M7.5			
タイプ2	今次災害を考慮した地震動	令和6年能登半島地震による栗崎周辺における地震動	200gal	M7.6	タイプ2以上の目標設定	○ 240gal, M7.3	○ 200gal, M9.0
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	今後想定される直下型地震による大きな地震動(森本、富樫断層)	400~600gal	M7.2			

【対策効果の目標値】

構造物の被害 (沈下・傾き) に対し、C判定をなくすこととし、**「B3判定」以上**を対策効果の目標とする



さらに、**側方流動**が生じていることから、**低減させる検討が必要**

(1) 基本的な考え方

【液状化対策工法の比較・検討】

ガイドンスに基づき、公共施設・宅地一体型液状化対策において、次に示す2工法を検討した。
 ⇒栗崎地区の地形や地盤状況等を考慮すると、地下水位低下工法の採用が優位と考えられる。

栗崎地区での液状化対策工法の適用性

	地下水位低下工法	格子状地中壁工法
施工 イメージ	 <p>現在の地下水位 対策後の地下水位 地表面から3.0m程度 地下水排水溝</p>	 <p>液状化対策壁 改訂版 5</p>
適用性	<ul style="list-style-type: none"> ・地形条件から、概ね自然流下で実施が可能 ・地盤条件から十分な効果が見込める ・道路などの公共施設区域内で実施が可能であり、 民地内の施工を伴わないため、住民の負担が少ない ・工事が比較的容易かつ低額 ・施工後の維持管理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工後、早期に対策効果が期待できる ・施工後の維持管理が不要 ・民地内で施工する必要がある ・地盤条件から格子間隔を狭くする必要があり、 施工エリアが限定される ・傾斜地での適用が困難 ・工事費が高額
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤沈下に対する十分な検証が必要 ・地下水位を目標水位まで低下できるかの検証が必要 ・既存井戸への影響の検証が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・宅地内の施工に対する住民同意 ・格子内井戸への影響 ・傾斜地における効果の検証 ・緩やかな傾斜地盤の場合には、上流側の地下水位上昇に伴う地区外の液状化リスクがある

(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

栗崎地区において地下水位低下工法を効果的・経済的かつ民生安定を図った上で実施するため次の検討を行う。

- ①地下水の**自然流下が可能かどうか**検討
- ②**液状化判定による地下水位低下量の確認**
- ③地下水位低下に伴う**地盤沈下**の検討
- ④現地での**実証実験による対策効果や周辺への影響**を確認
- ⑤三次元浸透流解析による**対策エリアの効果や影響範囲**を確認
- ⑥側方流動が生じていることから、**側方流動を低減**することを検討

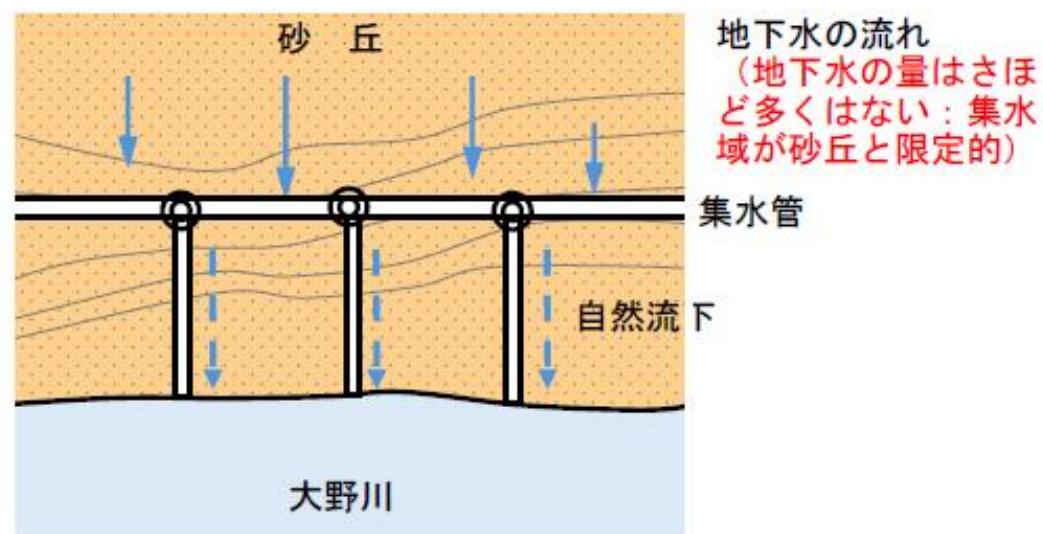
5. 液状化対策の検討

(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

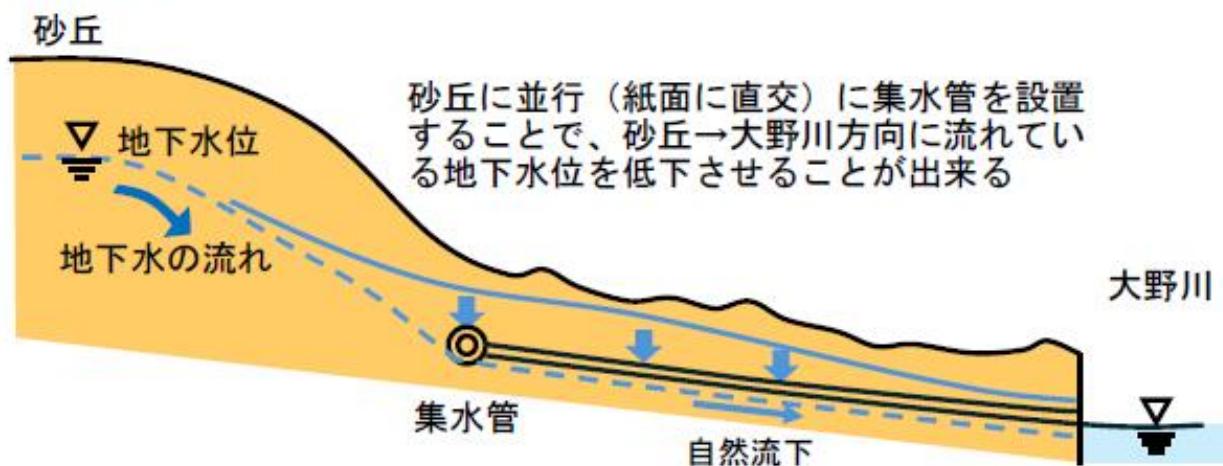
① 自然流下の検討

- ・ 地形は、地下水の流れに沿って、砂丘から川側に緩やかに傾斜している。
- ・ 栗崎地区の地下水は、砂丘側から大野川に概ね一定方向に流動している。
- ・ このため、**砂丘に並行して（地下水流動方向と直行方向）集水管等を配置して、地下水を面的に低下させることが可能**であり、集めた地下水は、地形に沿って自然流下させ、大野川に放流することを検討中である。
- ・ 地下水の流れが一定であり、**地下水位低下範囲を鋼矢板で囲う必要はなく**、工事費を抑えることができる。完全にエリアを囲ってしまうと上流側の水位をあげることになる。

平面図



断面図



(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

① 自然流下の検討（集水管の設置位置の検討）

栗崎地区における集水管の設置位置は、以下の通りとする

第1案：被災家屋に近接する道路（旧県道）に集水管設置

○集水管の設置深度が浅く、施工が容易

○液状化した道路への対策効果が高い

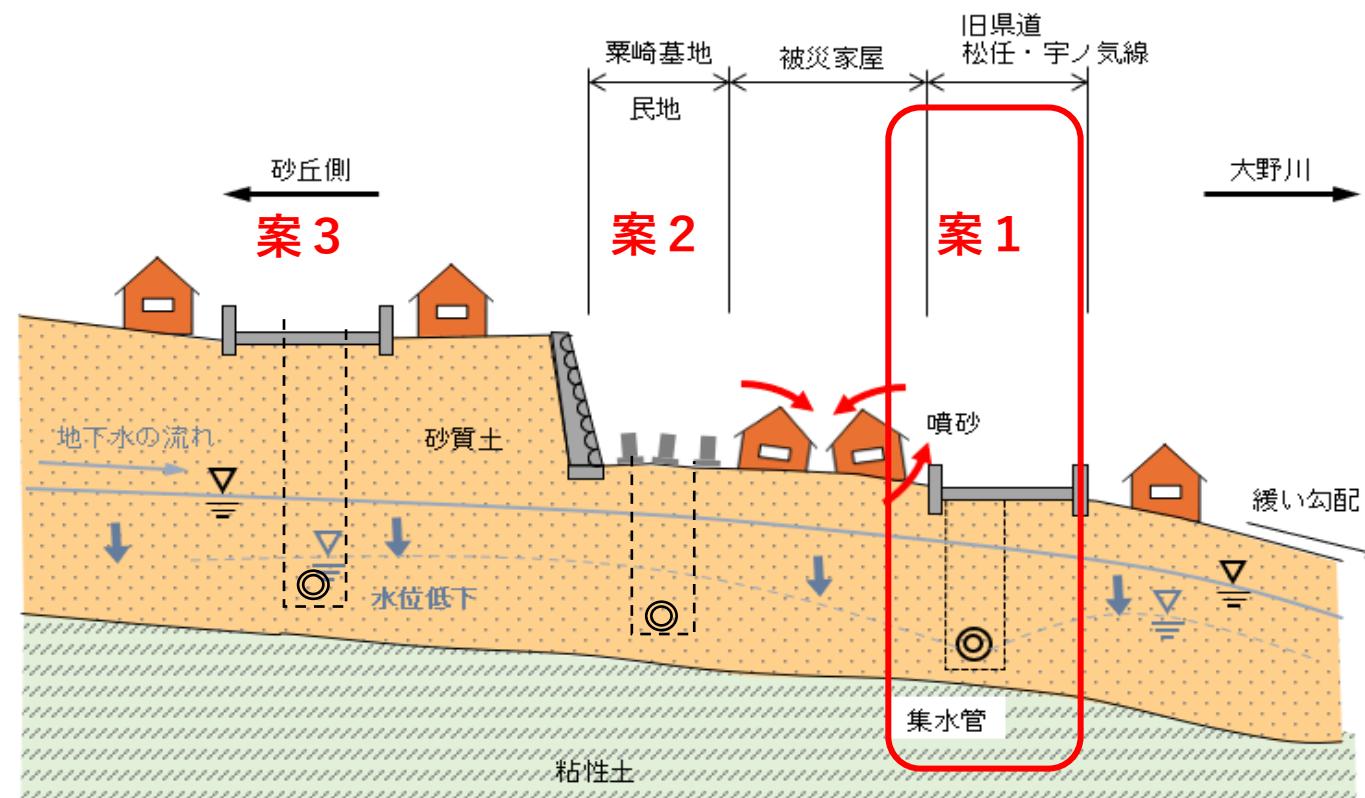
第2案：砂丘下端部（擁壁の下）に集水管設置

△集水管の一部ルートは、民家の下となり困難

第3案：砂丘上部の道路に集水管設置

△被災家屋からかなり離れているので、効果はやや低い

以上のことから、**第1案を主ルート**とし、検討を進めていく



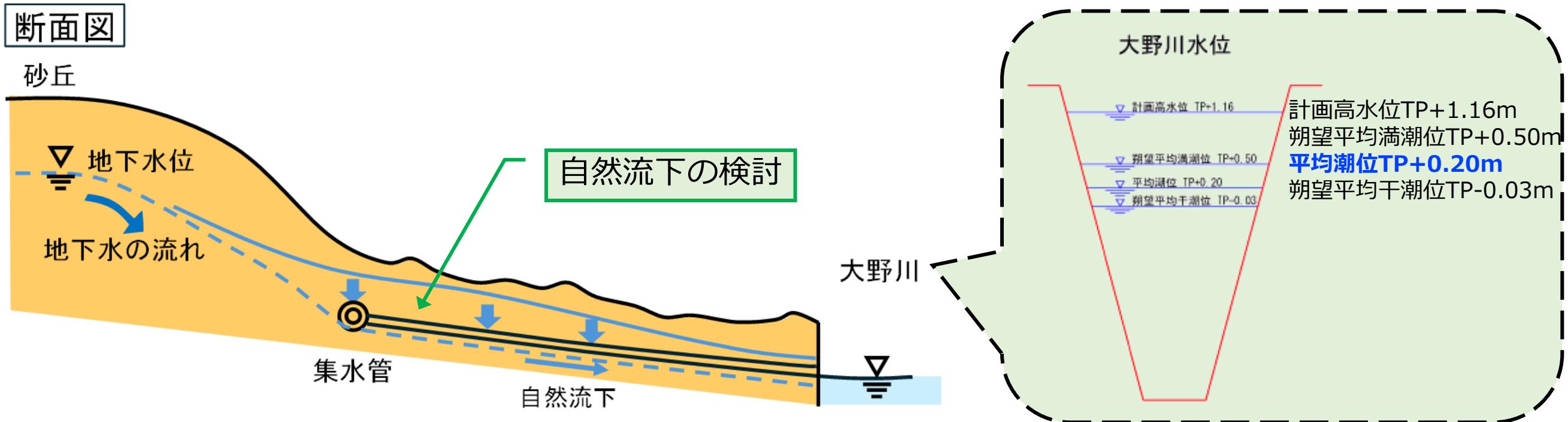
(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

① 自然流下の検討結果 (排水の可否)

自然流下方式による排水が可能かどうか、以下の条件にて検討を行った。

【検討条件】

- ・集水管の管底高は、放流先となる大野川の水位は、平均潮位 (TP+0.20m) 以上とする
- ・開渠も可 (開水路でもよい)

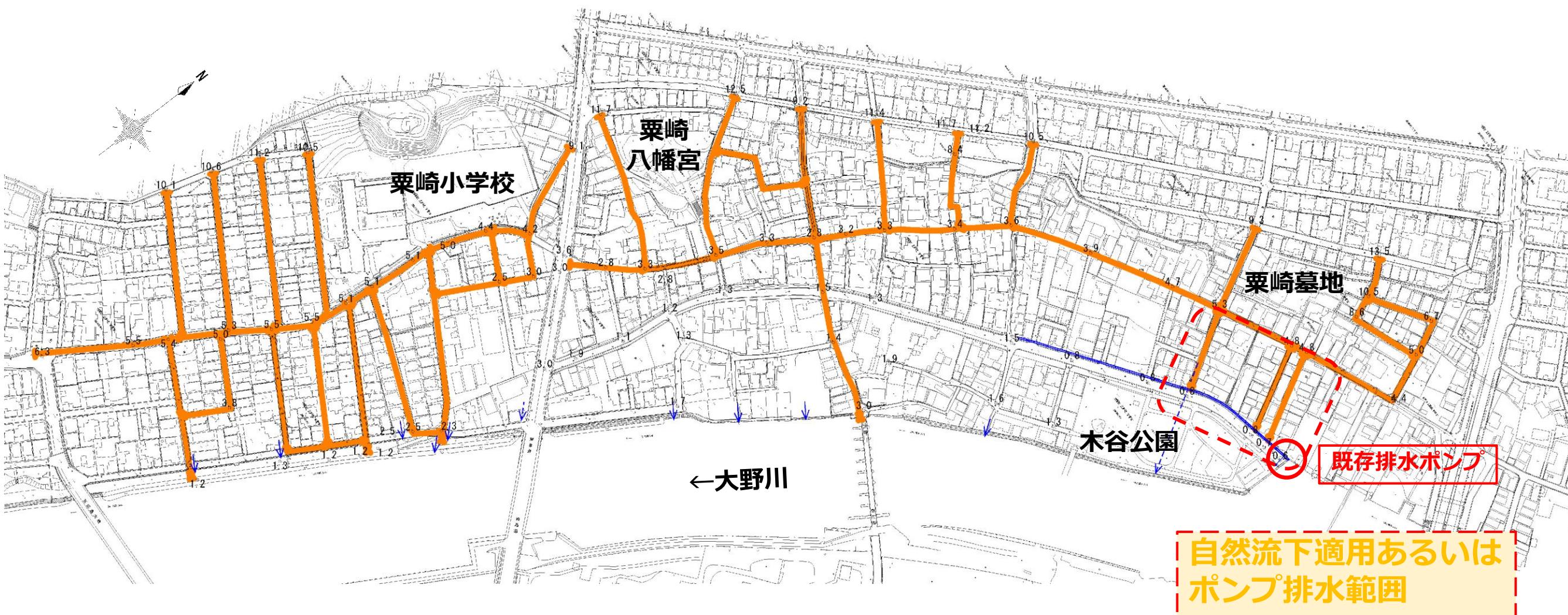


(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

① 自然流下の検討結果

前述の検討条件により、栗崎地区全体の自然流下の検討を行った結果、一部範囲は地盤高と排水先である大野川の水位によりポンプ排水となる可能性がある。

※集水管の配置は、現在実施中のすべてのボーリング調査結果を踏まえた液状化判定に基づき、見直す可能性がある



(2) 栗崎地区での地下水位低下工法の検討

②液状化判定結果

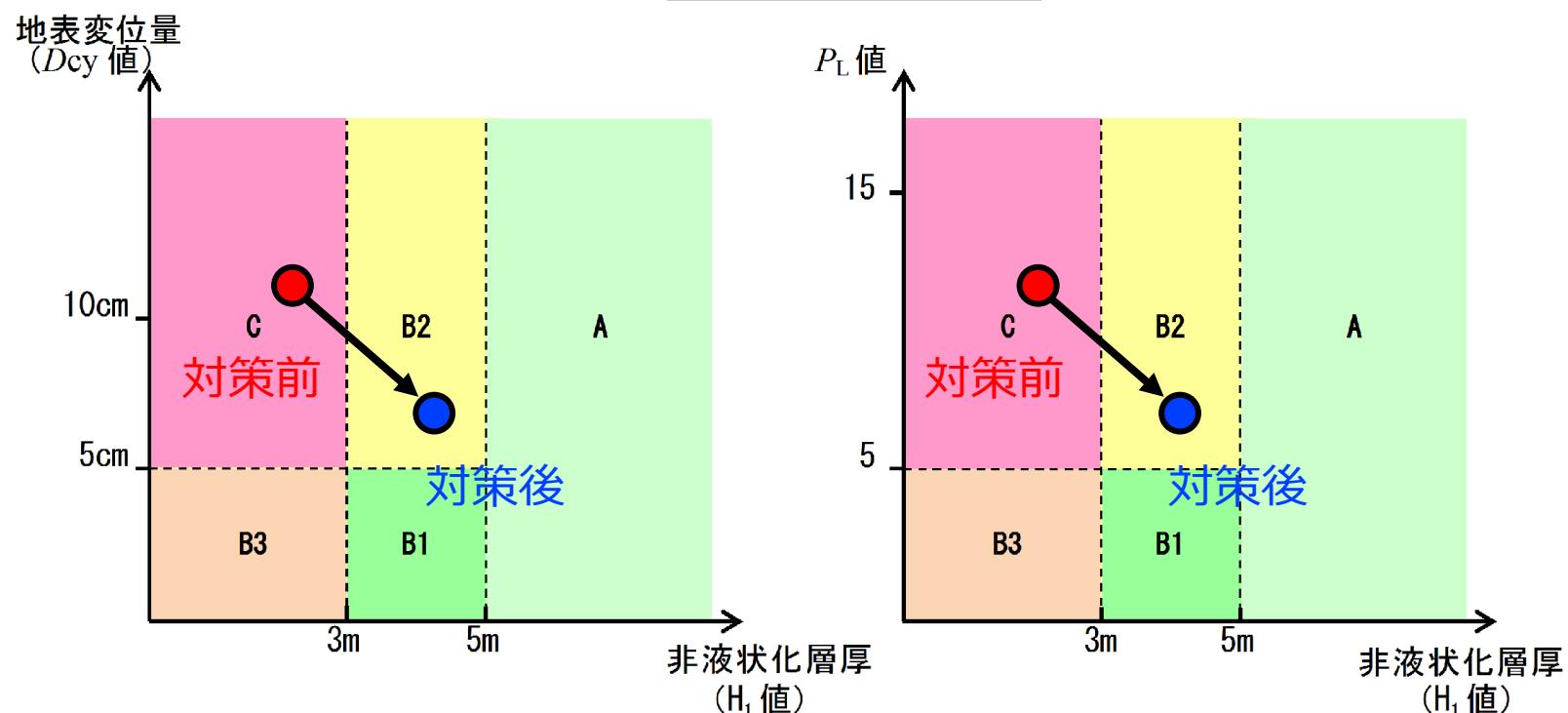
【液状化判定の解析条件】

非液状化層(H1)、液状化指標 (PL値)、地表面変位 (Dcy) の評価を行うため、地盤調査結果を用いて、液状化判定を行う。

液状化判定のための主な解析条件は以下のとおりである。

- 地下水位：ボーリング調査時の孔内水位（無水掘りによる水位）
- 判定条件：（タイプ2）200gal, マグニチュード7.6
- （タイプ3）400～600gal, マグニチュード7.2
- 年代補正：考慮しない（地盤生成年代による補正1.0）
- 判定深度：判定深さ20m
- 対策目標：C判定をなくす

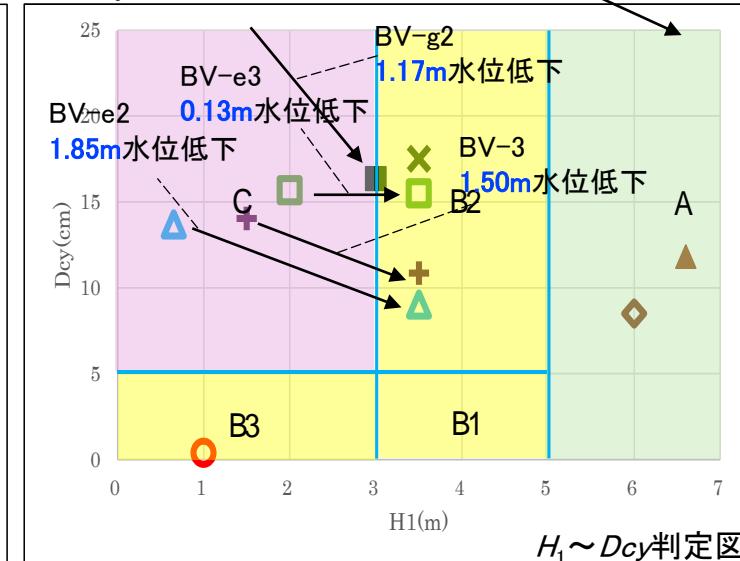
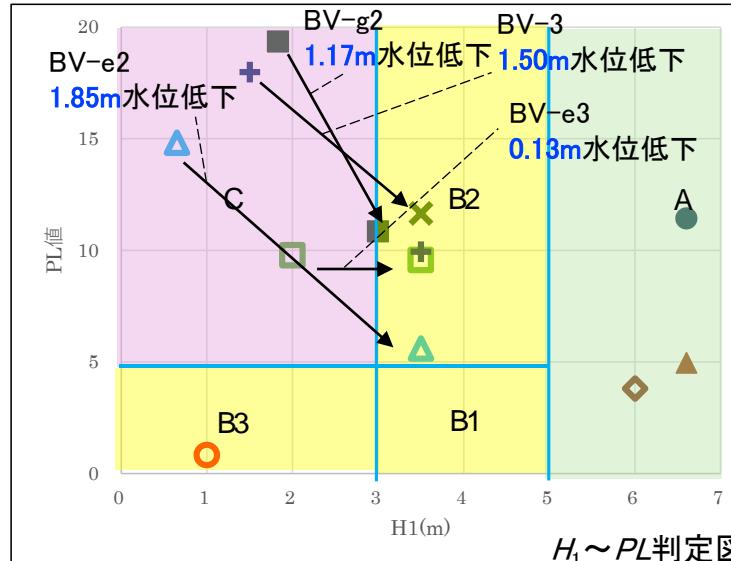
結果の評価（例）



(3) 液状化判定

- BV-c1、BV-c3、BV-e1、BV-e2、BV-e3、BV-g1、BV-g2、BV-2、BV-3の計9地点で液状化判定を実施した。
- 地下水低下前でBV-c1,BV-e1,BV-g1は判定A、BV-2は判定B2、BV-c3は判定B3となる。
- その他は地下水位低下前は判定Cであるが、BV-e2では1.85m以上、BV-e3では0.13m以上、BV-g2では1.17m以上、BV-3では1.50m以上の地下水位を低下させることで判定B2となり、対策効果が期待できる。 ※判定条件はタイプ2(200gal, M=7.6)

地点名	地下水位 GL(m)	地下水位差 (m)	H ₁ (m)	D _{cy} (cm)	PL値	判定	現状の被害
BV-c1	-6.60	-	6.60	11.83	4.96	A	小 (準半壊に至らない)
BV-c3	-0.75	-	1.00	0.39	0.82	B3	小 (準半壊に至らない)
BV-e1	-6.60	-	6.60	32.92	11.42	A	小 (準半壊に至らない)
BV-e2	-0.65 -2.50	1.85	0.65	13.69	14.82	C	大~中 (中規模半壊・半壊)
			3.50	9.03	5.60	B2	
BV-e3	-1.70 -1.83	0.13	2.00	15.67	9.77	C	小~軽微 (準半壊・準半壊に至らない)
			3.50	15.48	9.55	B2	
BV-g1	-5.83	-	6.00	8.51	3.80	A	軽微 (準半壊に至らない)
BV-g2	-1.83 -3.00	1.17	1.83	26.86	19.35	C	甚大~大 (大規模半壊・中規模半壊)
			3.00	16.35	10.84	B2	
BV-2	-2.20	-	3.50	17.52	11.65	B2	小 (準半壊に至らない)
BV-3	-1.00 -2.50	1.50	1.50	14.03	17.98	C	甚大~大 (大規模半壊・中規模半壊)
			3.50	10.86	9.93	B2	



※BV-g2 H₁=1.83(m) D_{cy}=26.86(cm) 示す。
 ※BV-e1 H₁=6.60(m) D_{cy}=32.92(cm) 示す。

本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

- : A判定
- : B1・B2判定
- : C判定
- : 調査実施予定地点

- ◎被害状況
- ▲ : 噴砂
- : クラック

種別	凡例	被害状況	対応
道路	—	側溝等損傷 1,800m	一部、応急補修完了
	—	舗装損傷 9,700m ²	一部、仮舗装完了
住宅 り災認定	—	全壊 ※損害割合 50%以上	
	—	大規模半壊 ※損害割合 40%以上50%未満	
	—	中規模半壊 ※損害割合 30%以上40%未満	
	—	半壊 ※損害割合 20%以上30%未満	
	—	準半壊 ※損害割合 10%以上20%未満	
	—	準半壊に至らない ※損害割合 10%未満	

※罹災状況は最新版(2024年8月14日時点)

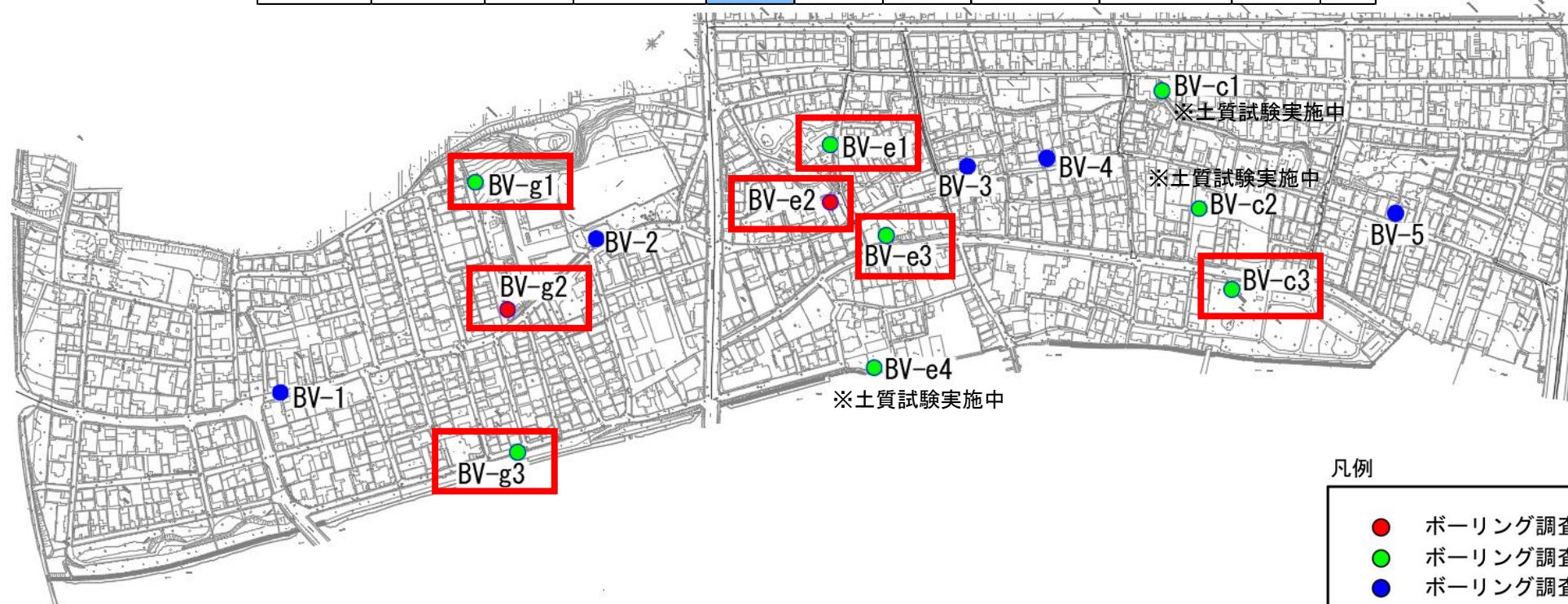
(4) 地盤沈下の検討

(圧密降伏応力と土被り圧の関係)

- 土質試験結果得られているボーリング箇所(BV-c3, BV-e1, BV-e2, BV-e3, BV-g1, BV-g2, BV-g3)における沖積粘性土層は、圧密降伏応力と土被り圧の関係より、過圧密状態である。
- $P_c - P_0'$ から、全地点で地下水位をGL-3m低下しても過圧密状態にとどまる。

圧密試験結果一覧表 (BV-c3, BV-e1, BV-e2, BV-e3, BV-g1, BV-g2, BV-g3)

地点番号	試料番号	地下水位 (GL-m)	採取深度 (m)	地層区分	圧縮指数 C_c	膨潤指数 C_s	圧密降伏応力 P_c (kN/m ²)	有効土被り圧 P_0' (kN/m ²)	$P_c - P_0'$ (kN/m ²)	OCR
BV-c3	T-c3-1	0.75	8.50~9.40	Ac1	0.654	0.057	136.6	71.39	65.21	1.9
	T-c3-2		10.50~11.40	Ac1	1.332	0.104	110.7	79.99	30.71	1.4
BV-e1	T-e1-1	6.60	13.50~14.30	Ac1	0.704	0.051	291.2	165.10	126.10	1.8
	T-e1-2		16.00~16.90	Ac1	0.458	0.058	341.8	184.37	157.43	1.9
BV-e2	T-e2-3	0.65	8.00~9.00	Ac1	0.375	0.038	151.9	66.76	85.14	2.3
	T-e2-4		10.00~11.00	Ac1	0.478	0.062	185.7	80.84	104.86	2.3
BV-e3	T-e3-1	1.70	8.50~9.30	Ac1	0.558	0.074	124.6	89.55	35.05	1.4
	T-e3-2		17.50~18.30	Ac2	0.694	0.076	178.4	153.00	25.40	1.2
BV-g1	T-g1-1	5.83	16.50~17.25	Ac1	0.375	0.033	455.6	182.83	272.78	2.5
BV-g2	T-g2-3	1.83	13.50~14.35	Ac1	0.502	0.035	391.3	120.08	271.22	3.3
BV-g3	T-g3-1	0.30	3.50~4.00	Ac1	0.595	0.058	69.1	28.87	40.23	2.4
	T-g3-2		7.00~7.90	Ac1	0.448	0.047	185.2	52.88	132.32	3.5
	T-g3-3		17.00~17.70	Ac2	0.585	0.064	219.6	121.72	97.88	1.8

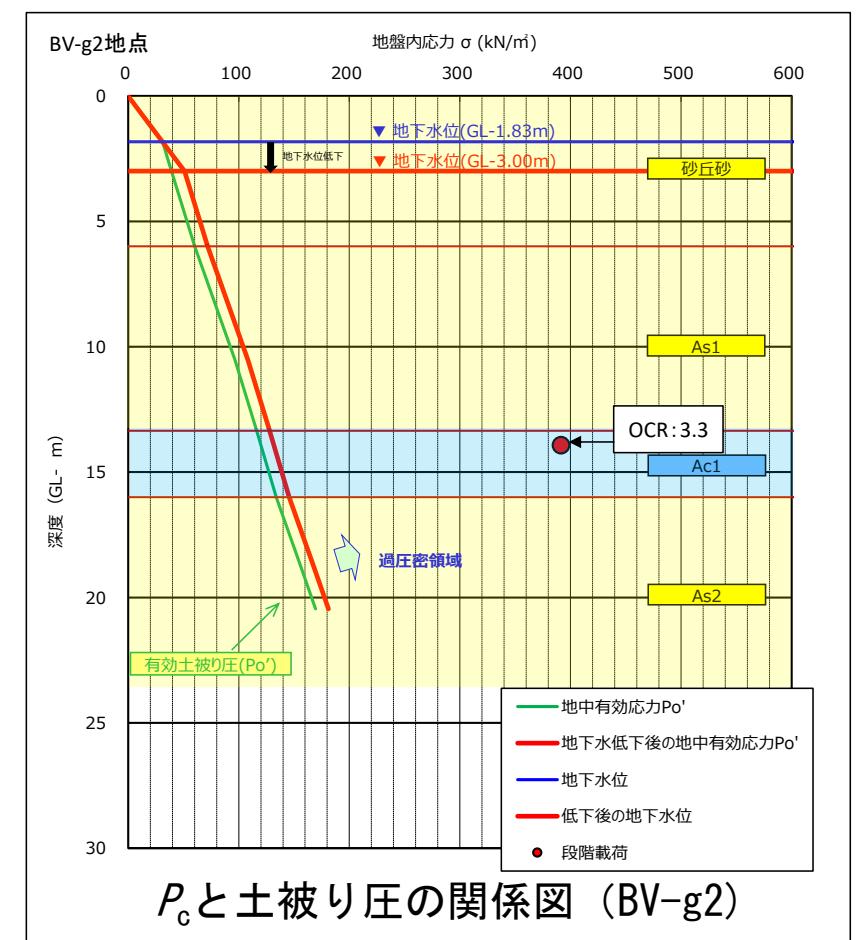
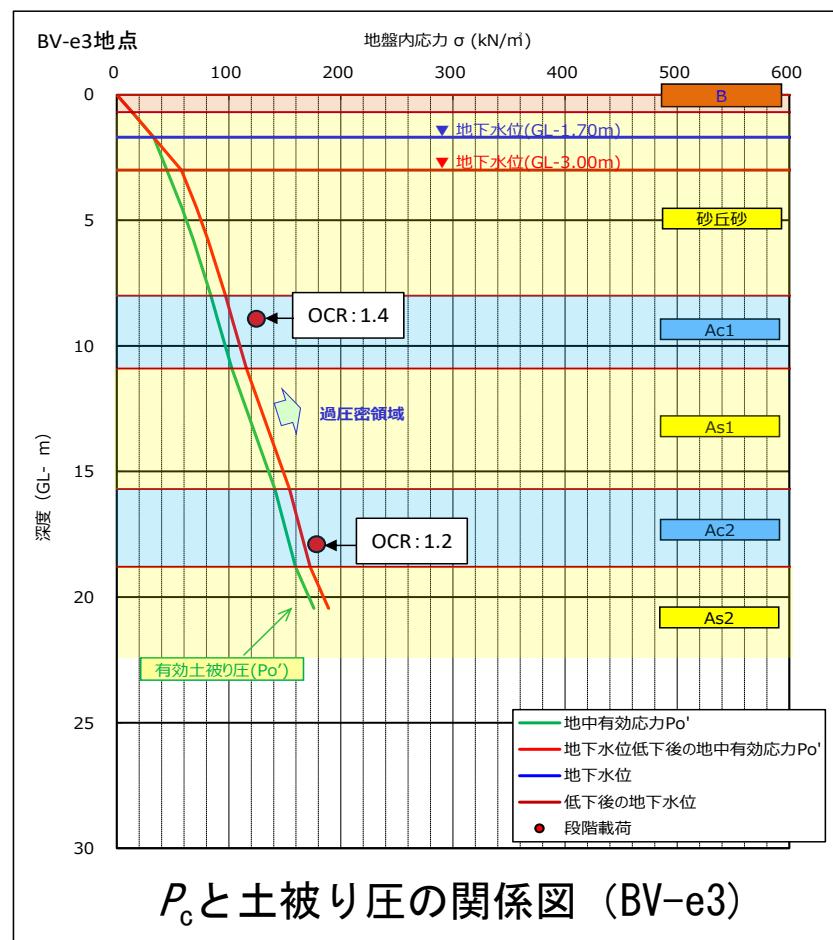
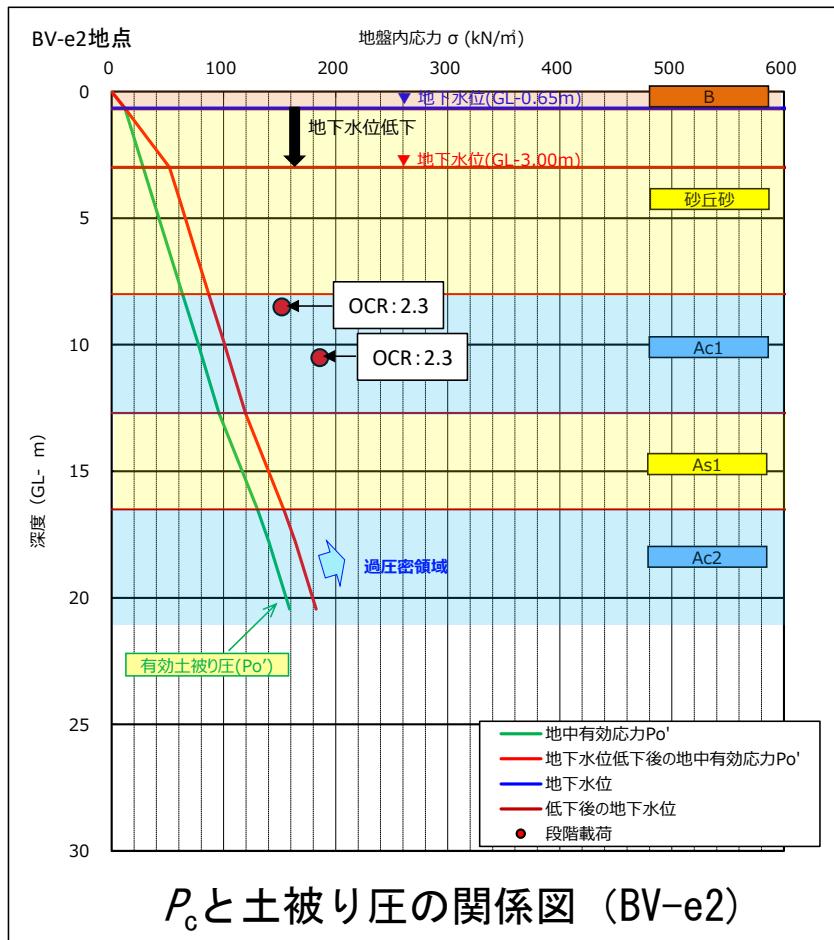


(4) 地盤沈下の検討

(圧密降伏応力と土被り圧の関係)

- BV-c3, BV-e1, BV-e2, BV-e3, BV-g1, BV-g2, BV-g3の7地点における沖積粘性土層は、圧密降伏応力と土被り圧の関係より、過圧密状態であることがうかがわれる。
- また自然水位がGL-3.0m以浅のBV-c3, BV-e2, BV-e3, BV-g2, BV-g3の5地点において、GL-3.0mまで地下水位を低下させた後も、過圧密状態であることがうかがわれる。

※代表として被害の大きい箇所(BV-e2, e3, g2)の圧密降伏応力と土被り圧の関係図を以下に示し、その他は参考資料に示す。



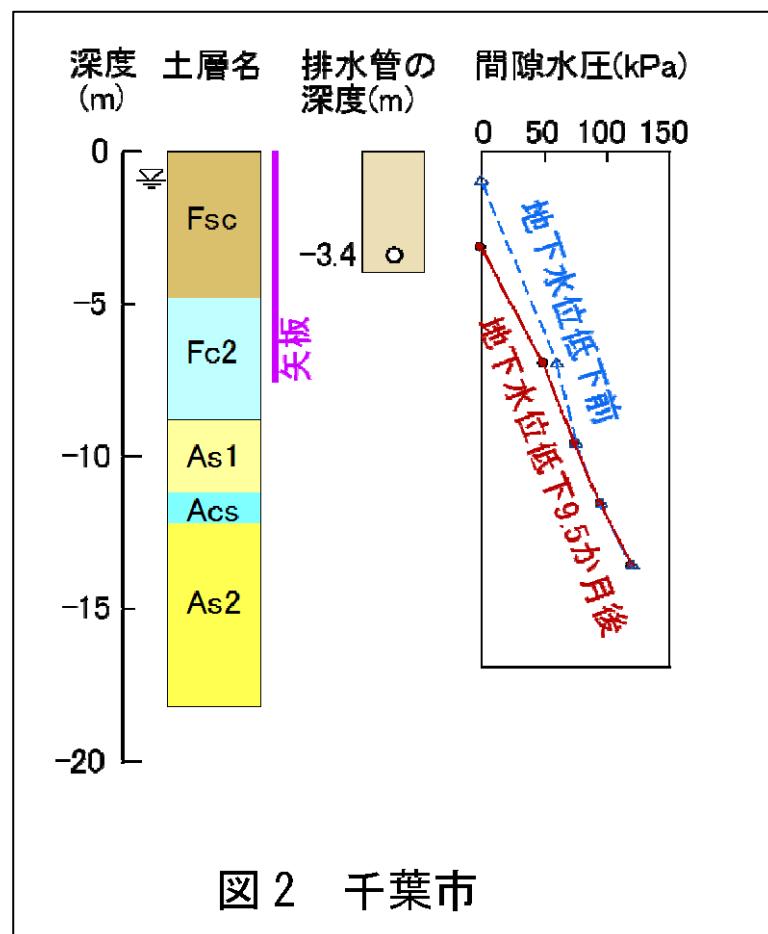
※図内記載のOCR値は地下水位低下前の有効応力に対するものである。

5. 液状化対策の検討

(4) 地盤沈下の検討

(地下水水位低下時の圧密沈下検討)

- 一次元圧密沈下計算プログラム(SemiFEM)を用いて、地下水水位低下による圧密沈下検討を行った。
- 千葉市の地下水水位低下の実証試験より、圧密沈下検討対象層の下層に透水性が良く、地層の連続性が良い砂質土層があると周囲の地盤から地下水水位が流入してくるため、その深さでは間隙水圧は変化しないという見解が述べられている。
- 当該地の粘性土層の直下には透水性の良い砂質土が分布しており、周辺から地下水の供給があり、千葉市と地層構成や地下水水位の条件が類似していることから、上述の考え方にに基づき検討を行った。
- 検討はC判定となったBV-e2、BV-e3、BV-g2の3地点において、GL-3.0mまで地下水水位を低下させた後、最終沈下量 S_f の算定を行った。
- 各地点の最終沈下量 S_f はBV-e2で**0.59cm**、BV-e3で**0.22cm**、BV-g2で**0.07cm**を示し、ガイダンス記載の沈下量の限度値の参考値よりも小さいことを確認した。
なお表層部における砂質土の圧縮については考慮しておらず、試験結果が得られた後、再度検討を行う。



沈下の種類	即時沈下		圧密沈下	
	布基礎	べた基礎	布基礎	べた基礎
標準値	2.5	3~ (4)	10	10~ (15)
最大値	4	6~ (8)	20	20~ (30)

標準値：不同沈下による亀裂がほとんど発生しない限度値

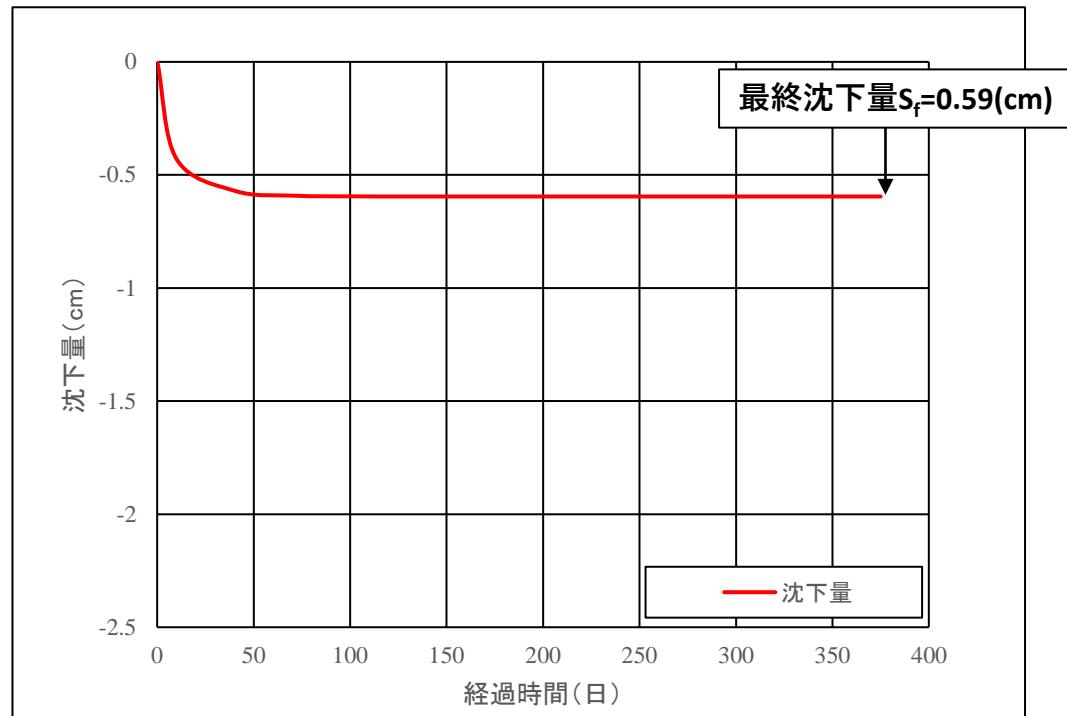
最大値：幾分か不同沈下亀裂が発生するが障害には至らない限度値

()：剛性の高いべた基礎の値

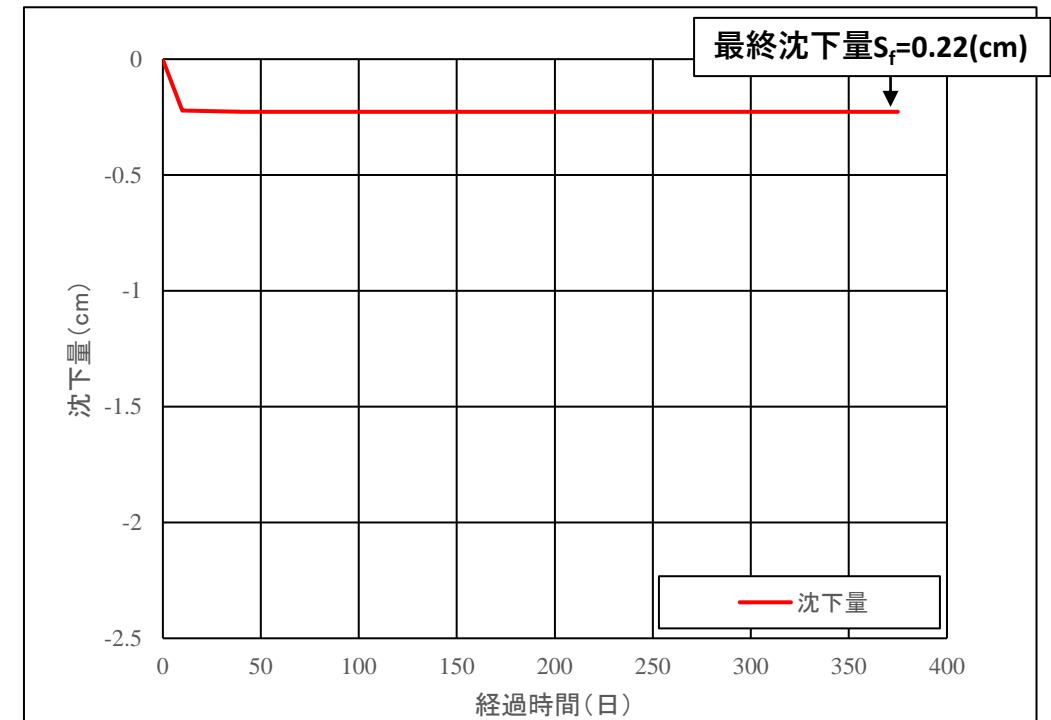
(4) 地盤沈下の検討

(地下水水位低下時の圧密沈下検討)

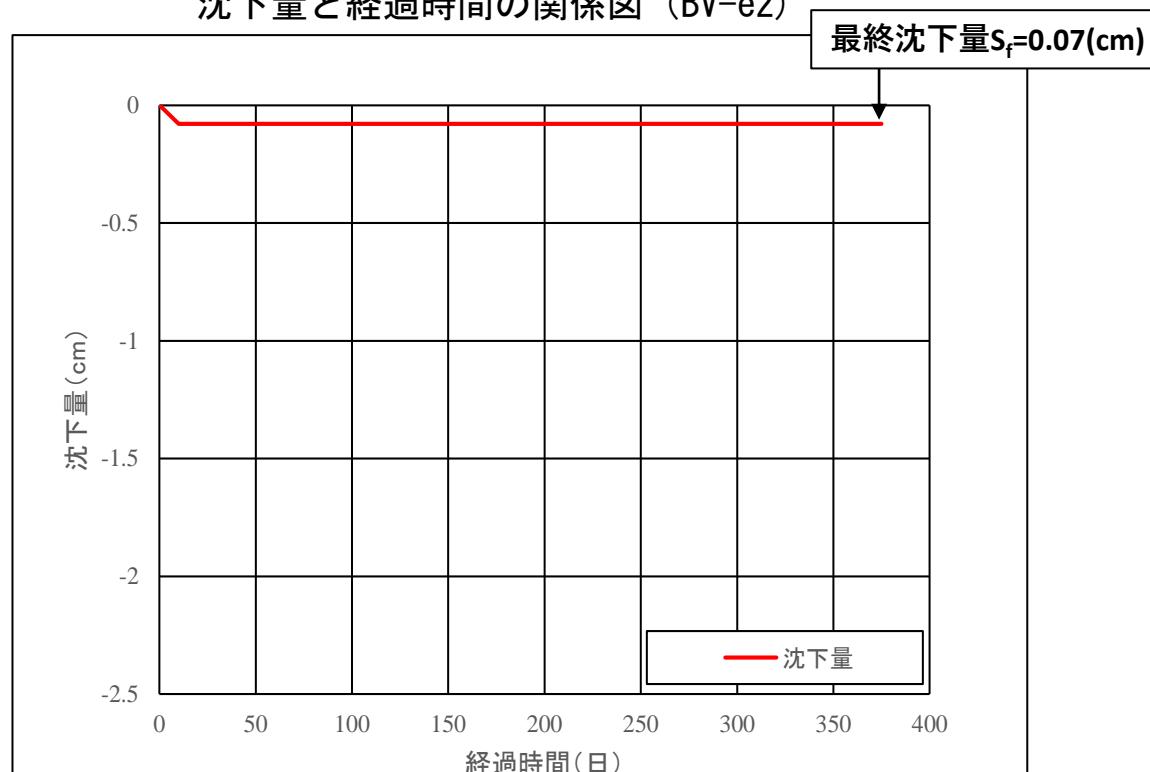
- 各地点の最終沈下量 S_f はBV-e2で**0.59cm**、BV-e3で**0.22cm**、BV-g2で**0.07cm**を示し、いずれの箇所においても、短い期間で沈下が収まっている



沈下量と経過時間の関係図 (BV-e2)



沈下量と経過時間の関係図 (BV-e3)



沈下量と経過時間の関係図 (BV-g2)

5. 液状化対策の検討

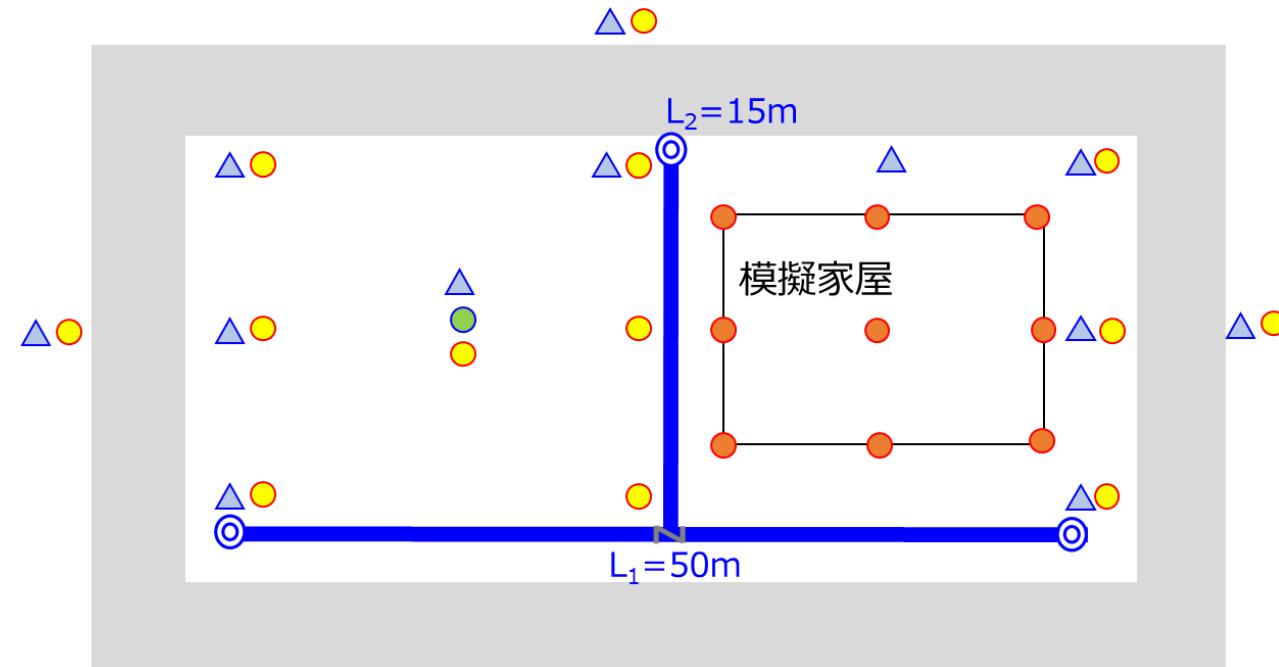
(5) 実証実験 (9月補正予算 (案) に事業費を計上)

地下水位低下工法の効果と周辺への影響を確認するため実証実験を行う (予定)

1) 実験方法

- ・対象範囲は、鋼矢板で囲わず、集水管を深さ4 m程度に推進工法で配置。
- ・集水管は、砂丘と並行に長辺方向 $L=50\text{m}$ 、中間部から直行するように $L=15\text{m}$ 配置。
- ・接続部にバルブを設け、切替可能とする。
- ・動態観測として、地下水位計測 (10箇所)、地表面沈下計測 (15箇所)、層別沈下計測 (1箇所) を行う。

模式図

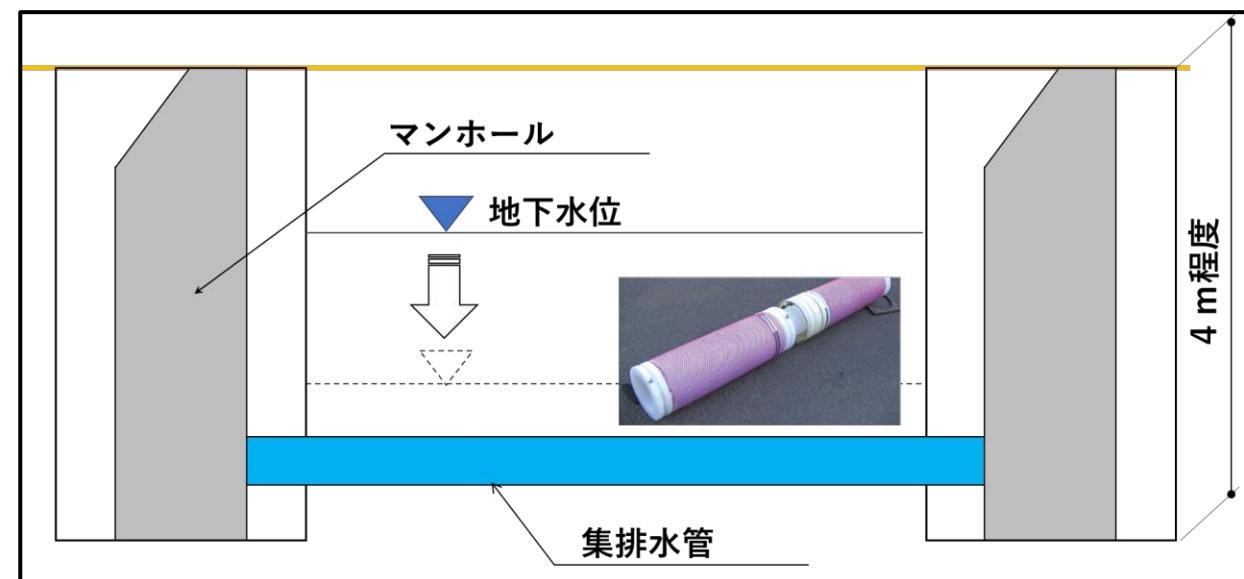


2) 実証実験場所

- ・液状化被害が発生し、スペースを確保できる栗崎小学校の敷地内の緑地

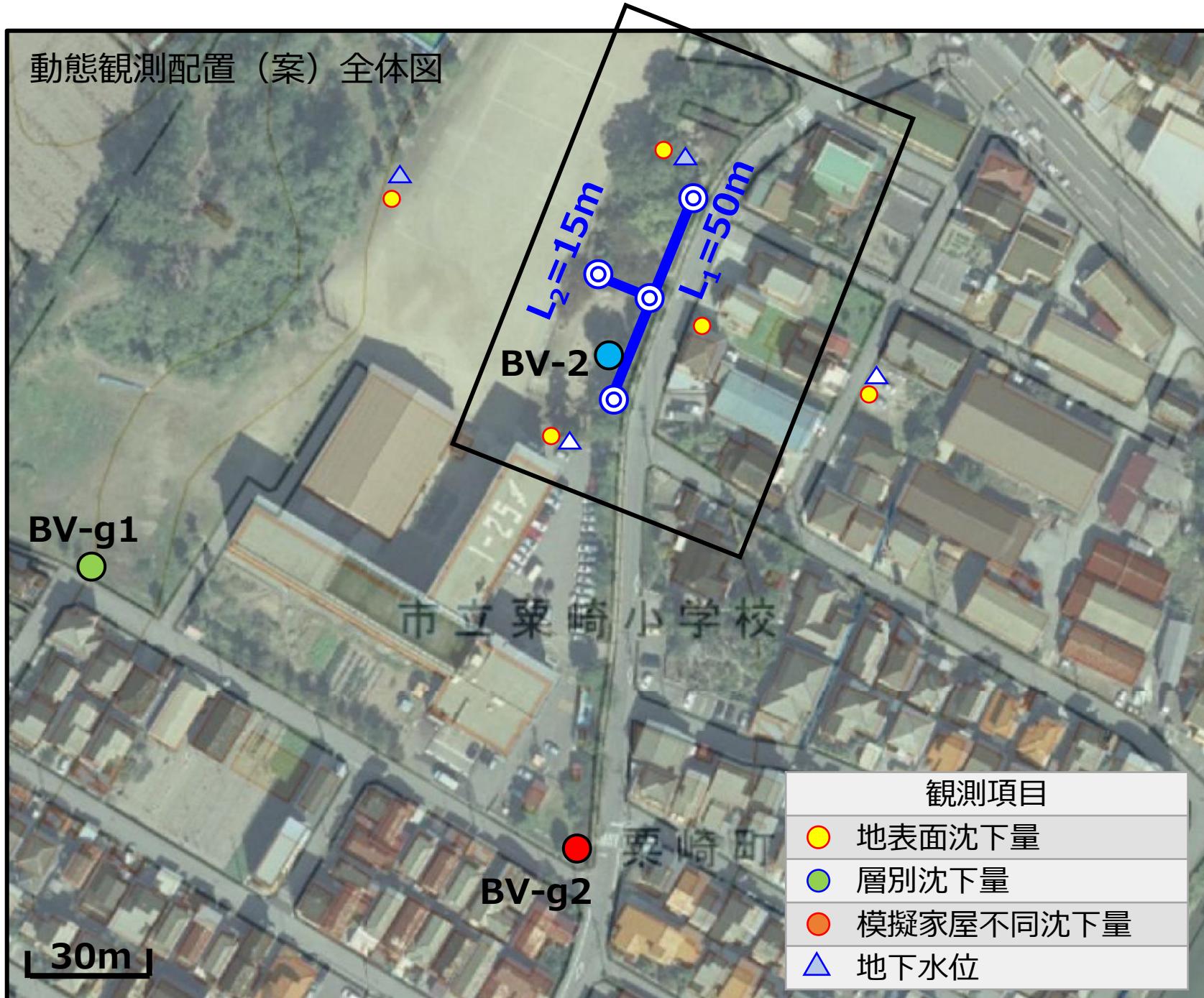


断面図



(5) 実証実験

3) 実証実験イメージ



(5) 実証実験

4) 実証実験で観測する主な項目

- 観測する主な項目を以下に示す。

観測項目と目的

観測項目		観測機器	観測目的
地下水位		自記水位計	地下水位の低下状況を把握
地盤沈下	地表面沈下	沈下鈎	地下水位低下に伴う地表面沈下の平面的な分布を把握
	層別沈下	層別沈下計	各地層の沈下、圧密状況の把握
	不同沈下	模擬家屋	模擬家屋による圧密沈下の把握
	周辺の地表面	沈下鈎	近隣住宅地等への影響がないか確認
集水量		排水ポンプ	実証実験中に集水した水量・水質を把握

