

液状化対策に関する検討結果報告

令和7年3月



アドバイザー：東京電機大学 安田 進 名誉教授
富山大学 原 隆史 教授

目次

被害状況

- 1. 地震概要p.4
- 2. 被害状況と地形p.8

地盤調査

- 3. 調査内容p.17
- 4. 調査位置p.18
- 5. 調査結果p.21
- 6. 液状化に関する検討結果p.41

対策検討

- 7. 観測地震動についてp.45
- 8. 液状化対策工法の検討p.46
- 9. 今後のスケジュールp.59

まとめ

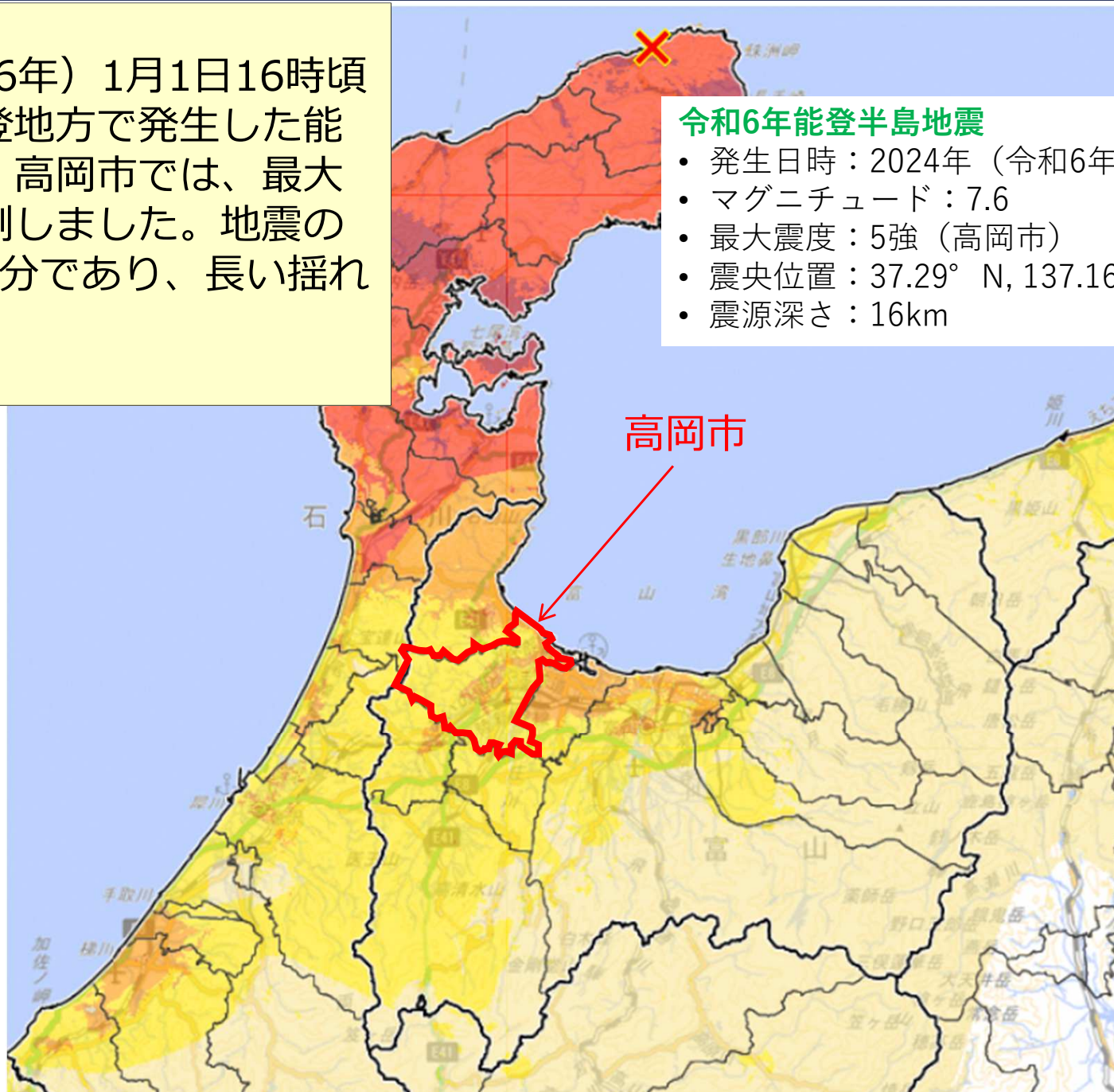
- 10. 検討結果のまとめ.....p.61
- 11. 今後のスケジュールと取組み.....p.62

被害状況

2024年（令和6年）1月1日16時頃に、石川県能登地方で発生した能登半島地震で、高岡市では、最大震度5強を観測しました。地震の継続時間は約1分であり、長い揺れが続きました。

令和6年能登半島地震

- ・発生日時：2024年（令和6年）1月1日 16時頃
- ・マグニチュード：7.6
- ・最大震度：5強（高岡市）
- ・震央位置：37.29° N, 137.16° E
- ・震源深さ：16km



記録が残っている過去の地震のうち、江戸時代の飛越地震や平成19年の地震があり、高岡市で液状化の被害が確認されています。

平成19年能登半島地震

- ・発生日時：2007年（平成19年）3月25日 9時頃
- ・マグニチュード：6.9
- ・最大震度：5弱（高岡市）
- ・震央位置：37.22° N, 136.685° E
- ・震源深さ：11km

令和6年能登半島地震

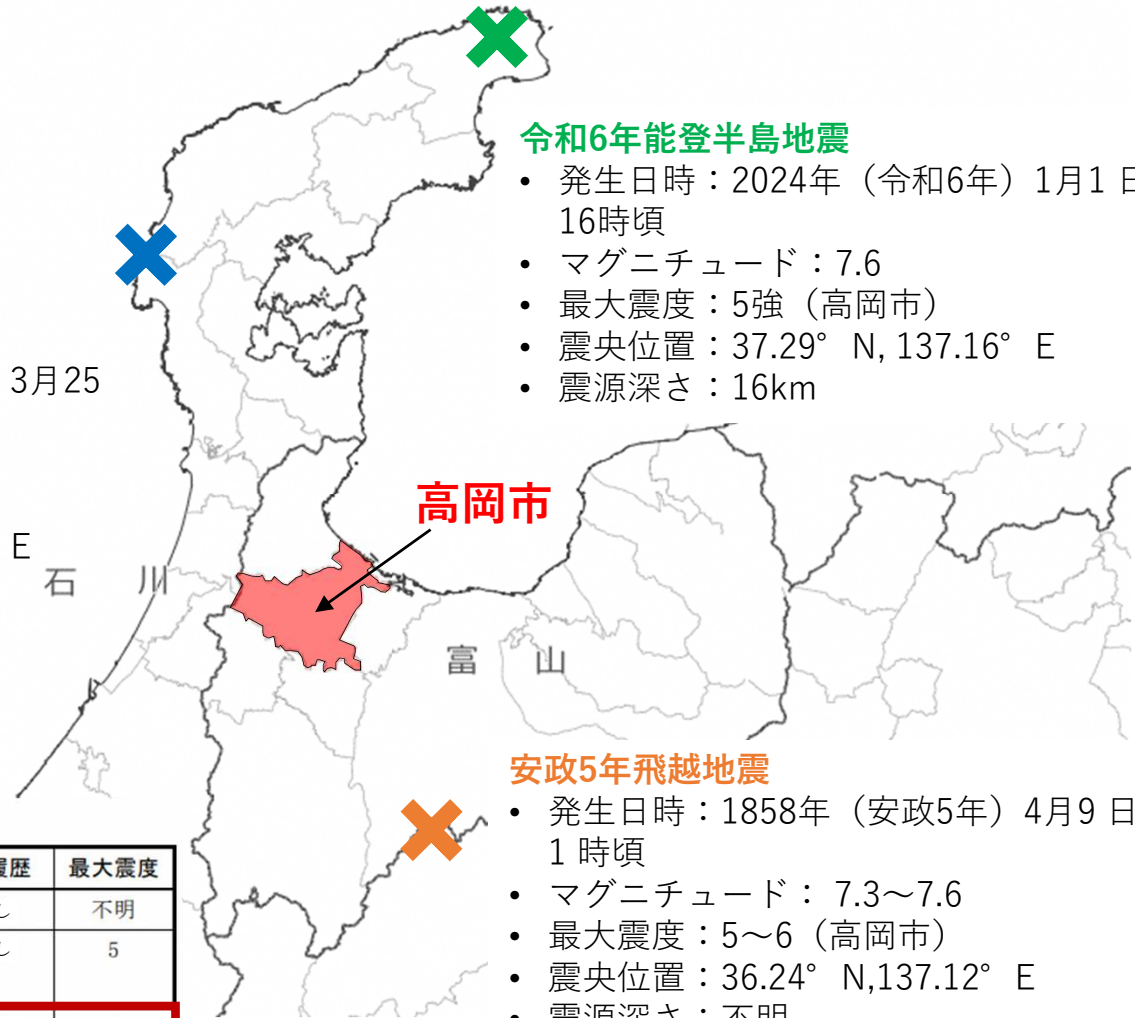
- ・発生日時：2024年（令和6年）1月1日 16時頃
- ・マグニチュード：7.6
- ・最大震度：5強（高岡市）
- ・震央位置：37.29° N, 137.16° E
- ・震源深さ：16km

安政5年飛越地震

- ・発生日時：1858年（安政5年）4月9日 1時頃
- ・マグニチュード：7.3～7.6
- ・最大震度：5～6（高岡市）
- ・震央位置：36.24° N, 137.12° E
- ・震源深さ：不明

※飛越地震による高岡市の主な被害状況

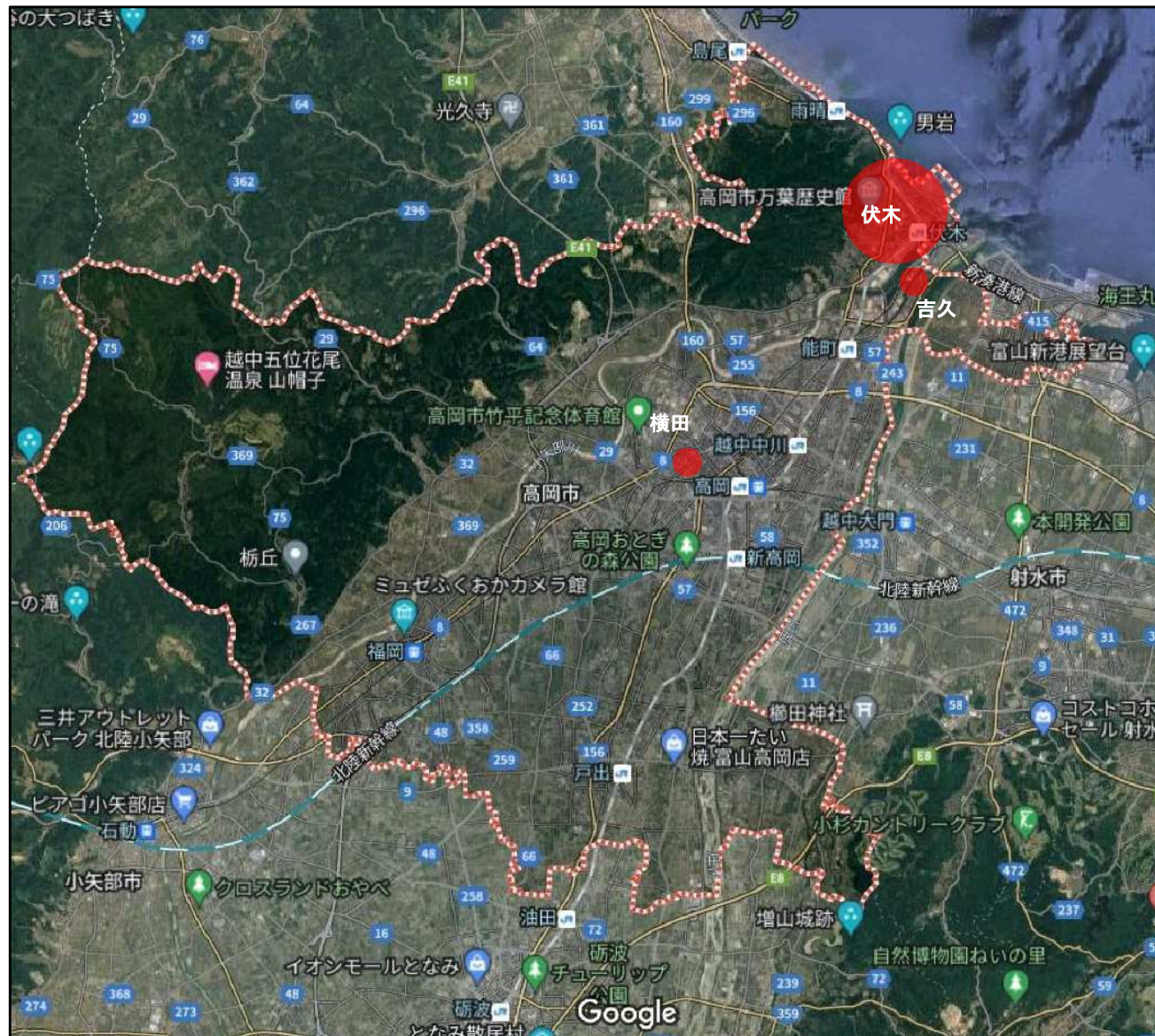
地名	被害状況
伏木町	町中地割れ、水吹き出し浸水 地盤破れ、水砂噴出 津波の風評で恐慌状態
吉久村	田地地割れ、砂噴出（1,100歩）
横田村	田地所々割れ、砂噴出（1,005歩）



富山県に被害を及ぼした主な地震一覧表

発生西暦	発生和暦	地震の名称(地域)	主な被害	液状化履歴	最大震度
863年 7月10日	貞観 5年	(越中・越後)	山崩れ、住家損壊、圧死者多数	記録なし	不明
1586年 1月18日	天正 13年	天正地震(畿内・東海・東山・北陸)	高岡市南西部の木船城が崩壊、圧死者多数	記録なし	5
1858年 4月9日	安政 5年	飛越地震(飛騨・越中・加賀・越前)	常願寺川の上流が堰き止められ、後に決壊して、死者140名、家屋倒壊及び流出1,612棟、大山町で山崩れにより死者36名。	記録あり	6
1891年 10月28日	明治 24年	濃尾地震	越中で家屋全壊2棟	記録なし	4
1930年 10月17日	昭和 5年	(大聖寺付近)	高岡市で死者1名	記録なし	5
1933年 9月21日	昭和 8年	(能登半島)	負傷者2名	記録なし	4
2007年 3月25日	平成 19年	平成19年能登半島地震	負傷者13名	記録あり	5弱
2007年 7月16日	平成 19年	平成19年新潟県中越沖地震	負傷者1名	記録なし	3

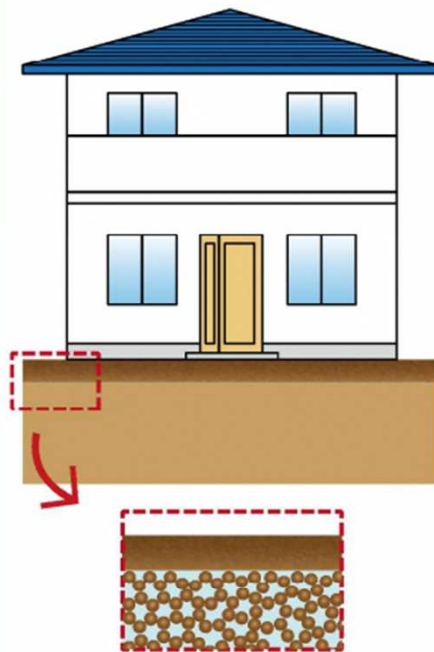
能登半島地震の影響で、高岡市内の特に「伏木」・「吉久」・「横田」の3地区では、液状化現象が発生し、道路や上下水道等のインフラが甚大な被害を受けたほか、宅地の傾斜や沈下が多く発生しました。



「液状化」は、以下の条件で発生しやすいといわれています。

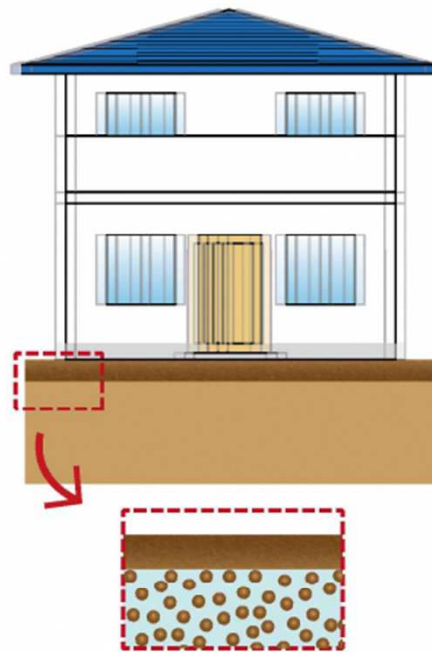
- ①緩い砂の層であること
- ②地下水で満たされていること
- ③地震動の強さが大きいことや、継続時間がある程度長いこと

【通常時】



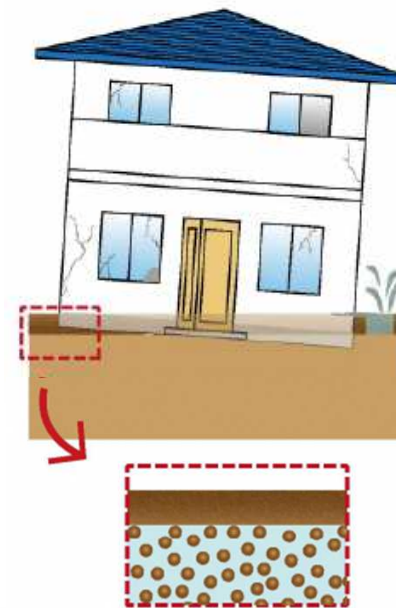
砂つぶ同士がバランスをとってかみ合い、建物の重さを支えています。

【液状化発生時】



地震の強いゆれで砂つぶ間のバランスが崩れ砂つぶと水が混ざって液状化し、ドロドロの状態になります。

【建物被害発生時】



ドロドロになった地盤に家がめり込むように沈下し、さらに傾きます。

2. 被害状況と地形地質（伏木地区）

8

- ・ 伏木地区は、氾濫平野と埋立地にかけて液状化が発生しています。
- ・ また、標高が低い地域で、液状化被害が集中していました。

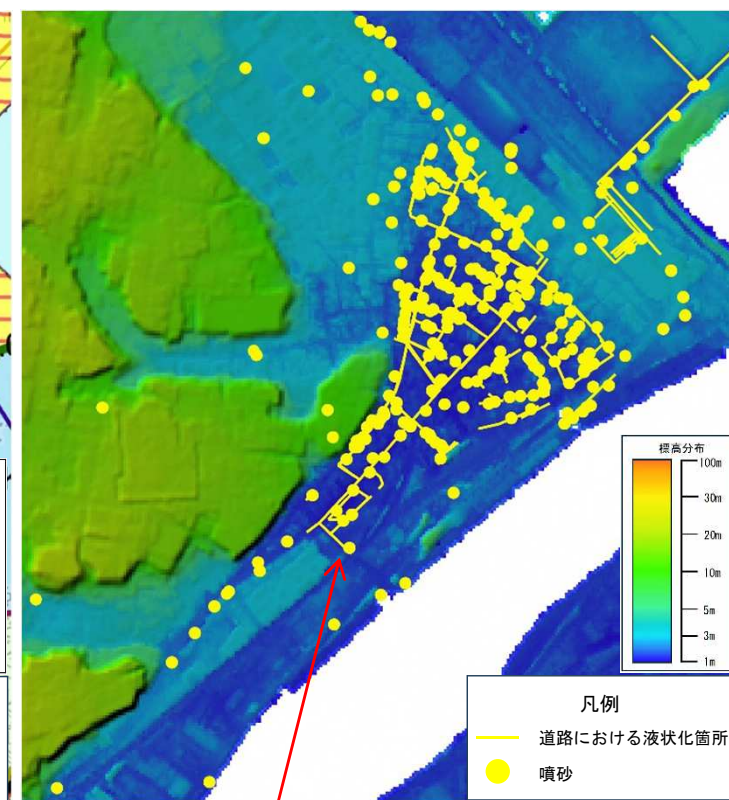
2021年(令和3年)の航空写真



2010年(平成22年更新版)
治水地形分類図



2023年(令和5年更新版)
微地形図



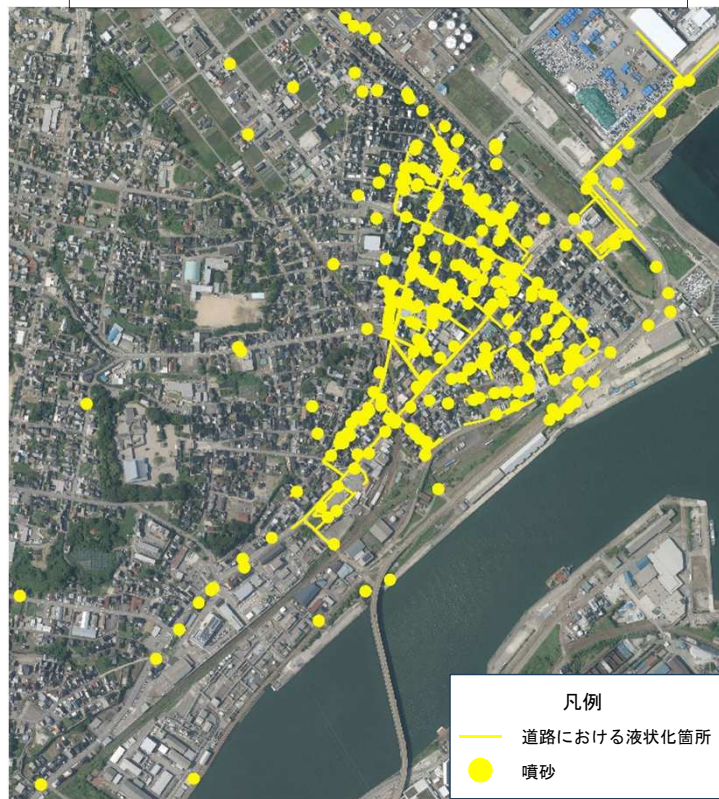
標高が低い地域に液状化が集中

2. 被害状況と地形地質（伏木地区）

9

- ・ 伏木地区における明治以降の町の変遷を以下に示します。
- ・ 古くから発達した市街地と埋立地で液状化が発生しました。

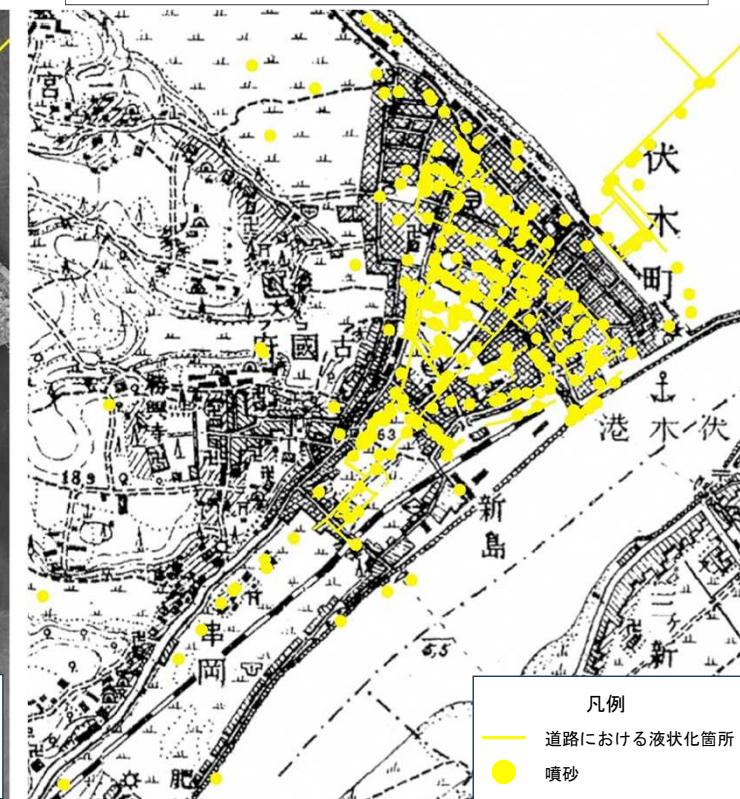
2021年(令和3年)の航空写真



1961年(昭和36年)の空中写真



1910年(明治43年)の旧地形図



出典：国土地理院 地理院タイル <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> より作成

出典：時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」
((C) 谷 謙二) により作成

- ・ 今回の被害エリアの大部分は、江戸時代初期に小矢部川の河道（もしくは海）でした。
- ・ 江戸時代後期に伏木地区の河道（もしくは海）の大部分が埋め立てられ、宅地化されたようです。



図207 天正初期（400～420年前）の推定水際線
（下図はいずれも明治43年陸地測量部地図）

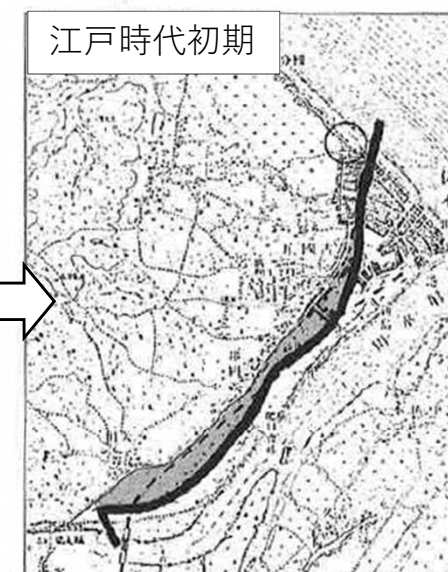


図208 江戸時代初期（350年前）の推定水際線

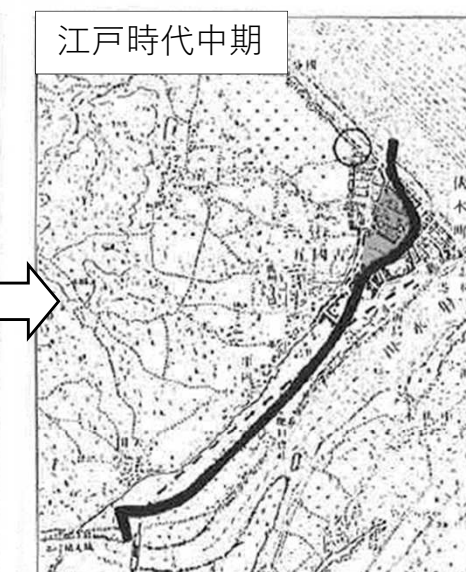


図209 江戸時代中期（280～300年前）の推定水際線



図210 江戸時代後期（180～200年前）の推定水際線



図211 明治初期（二〇〇～二五〇年前）の推定水際線

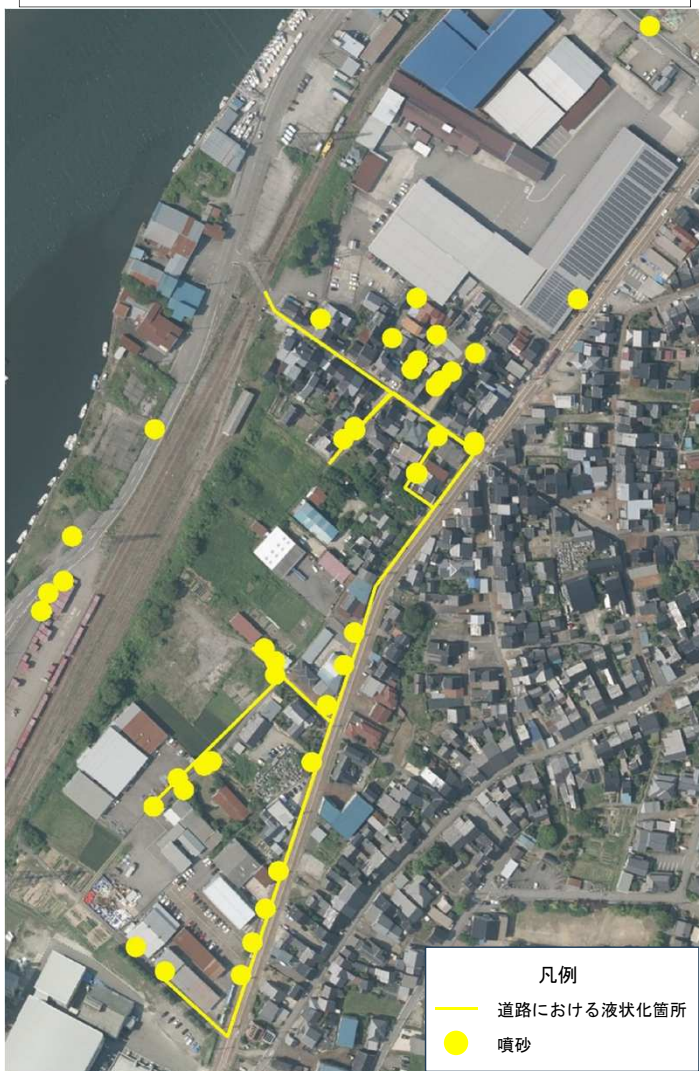
明治初期

2. 被害状況と地形地質（吉久地区）

11

- ・ 吉久地区は、氾濫平野で液状化が発生しました。
- ・ また、標高が低い地域で、液状化被害が集中していました。

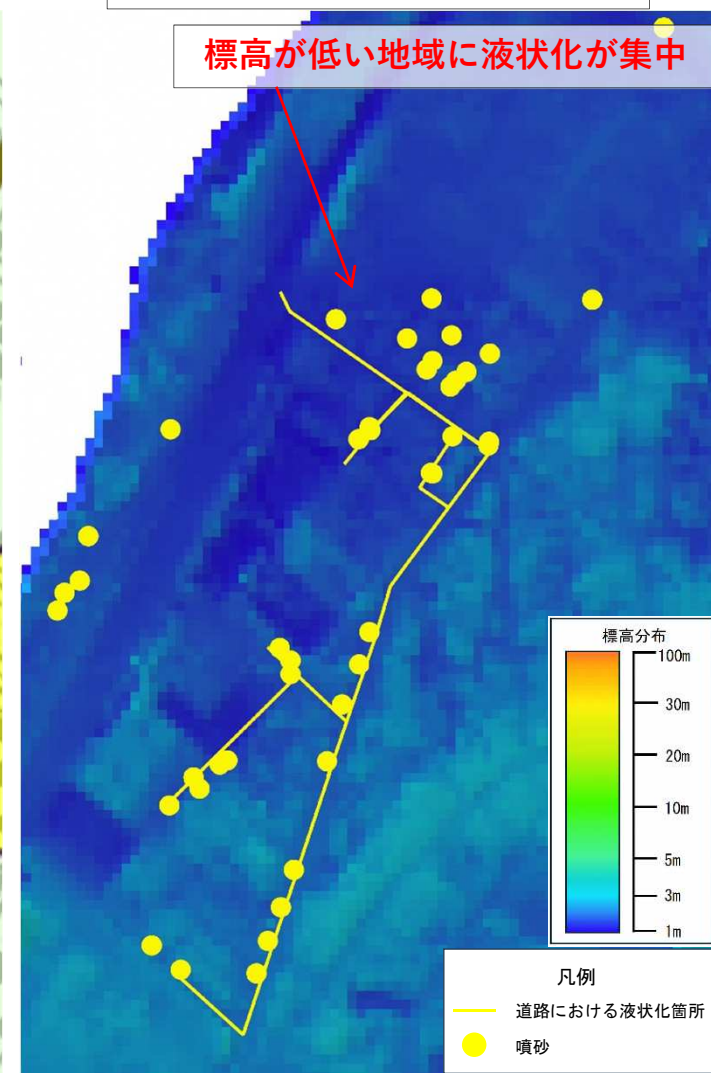
2021年(令和3年)の航空写真



2010年(平成22年更新版)
治水地形分類図



2023年(令和5年更新版)
微地形図

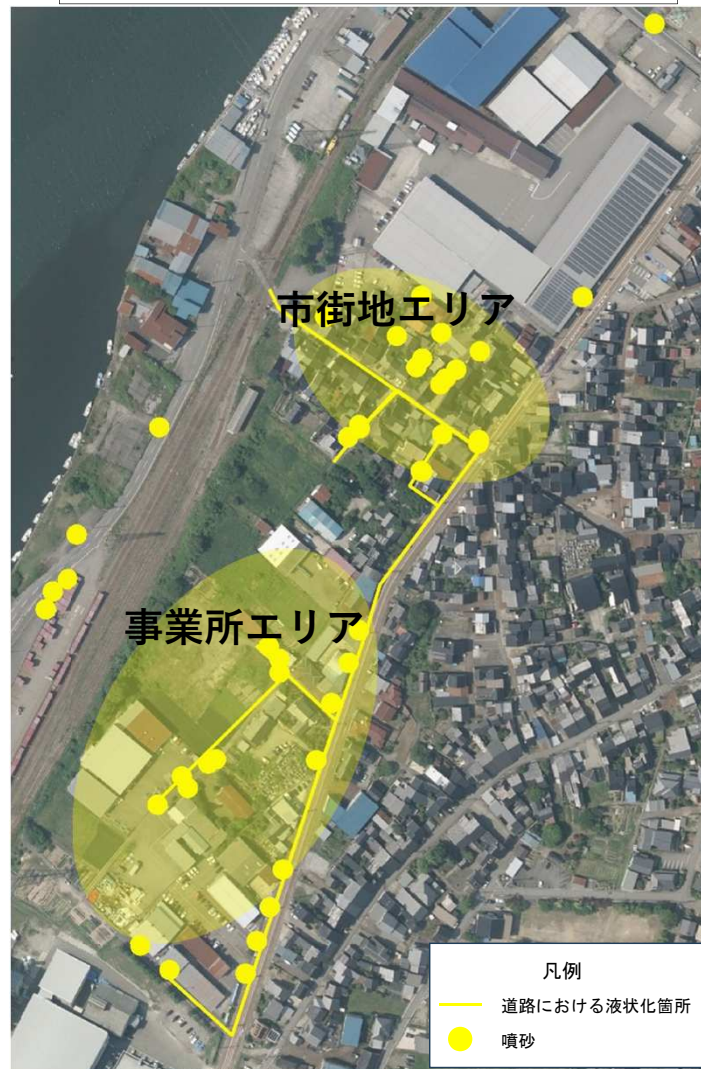


2. 被害状況と地形地質（吉久地区）

12

- ・ 吉久地区における明治以降の町の変遷を以下に示します。
- ・ 市街地エリアと事業所エリアで液状化が発生しました。

2021年(令和3年)の航空写真



1961年(昭和36年)の空中写真



1910年(明治43年)の旧地形図



出典：国土地理院 地理院タイル <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> より作成

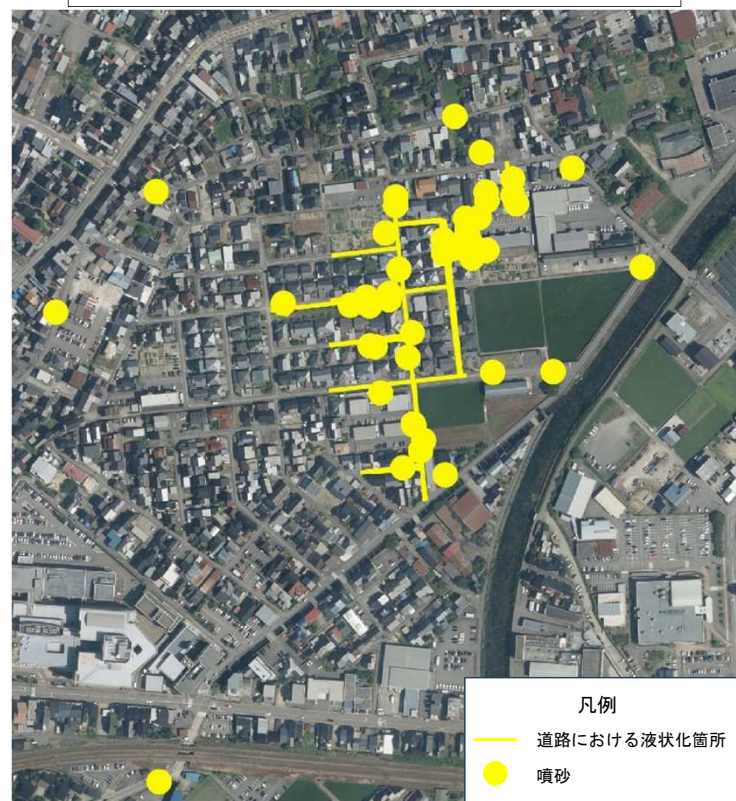
出典：時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」
((C)谷 謙二) により作成

2. 被害状況と地形地質（横田地区）

13

- ・横田地区は、旧河道の一部と氾濫平野で液状化が発生しています。
- ・標高が低い箇所と、宅地造成後のやや標高が高い箇所でも液状化被害が集中していました。

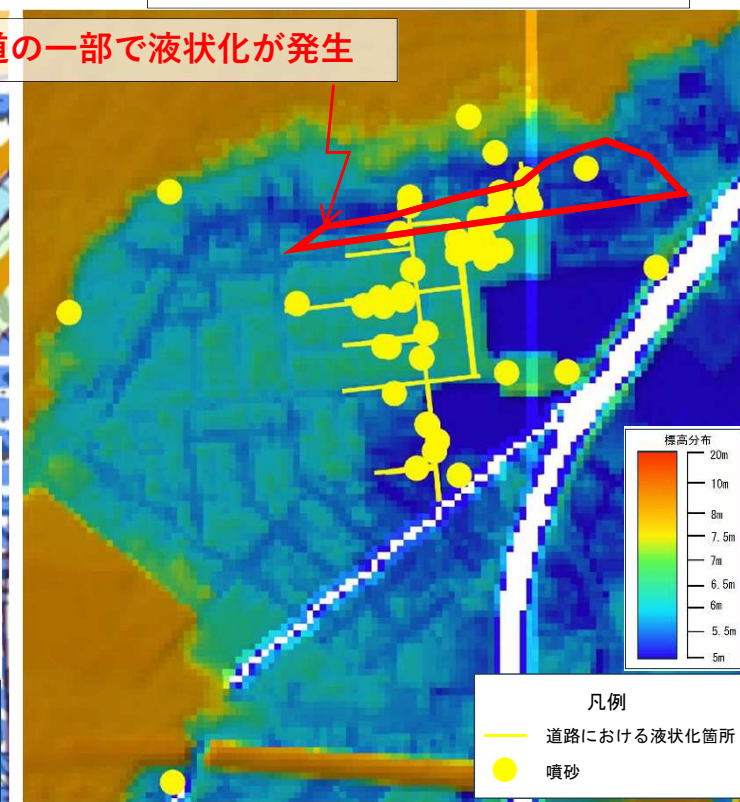
2021年(令和3年)の航空写真



2010年(平成22年更新版)
治水地形分類図



2023年(令和5年更新版)
微地形図



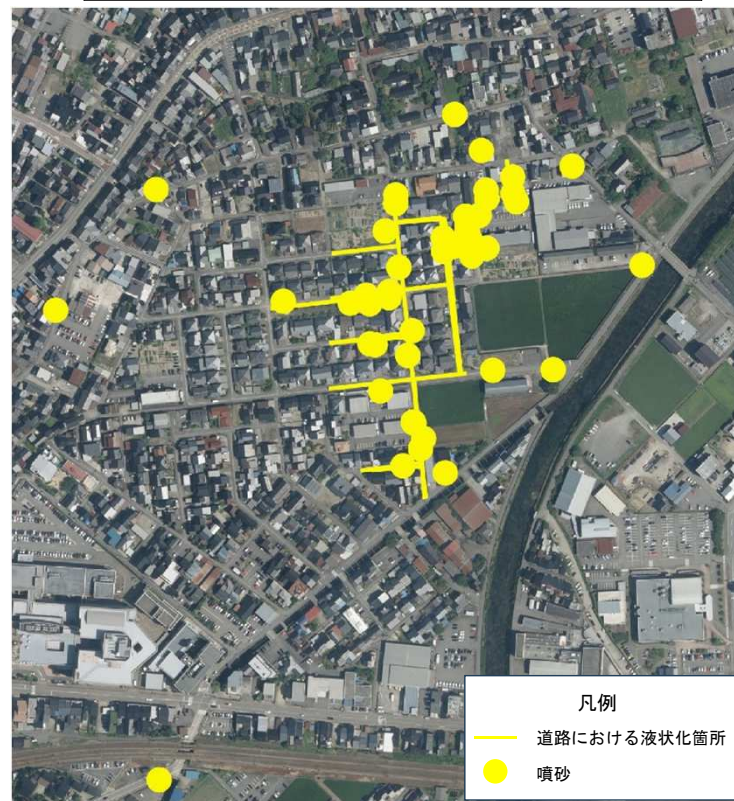
旧河道部は、周りと比べて標高が低い

2. 被害状況と地形地質（横田地区）

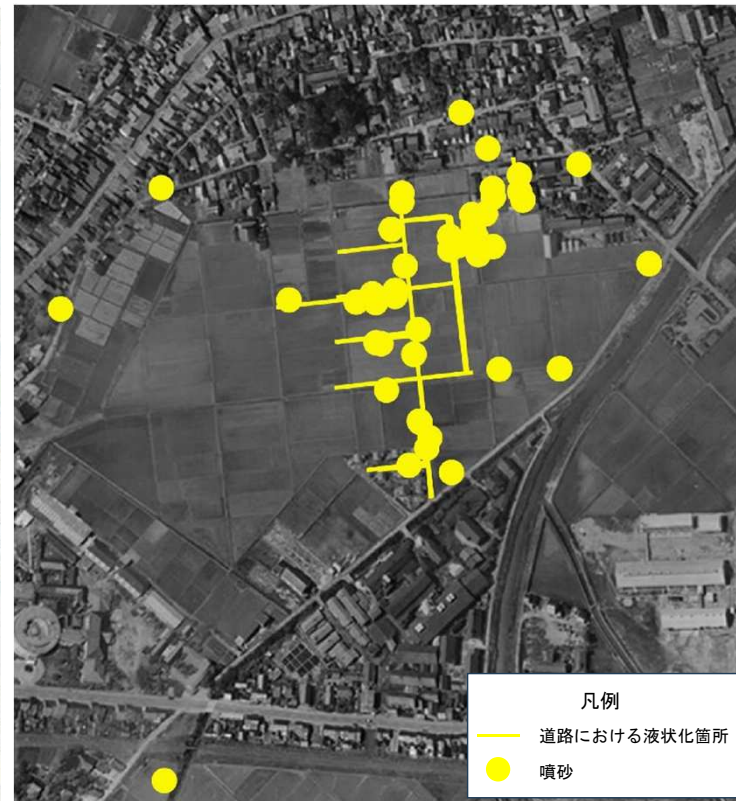
14

- ・ 横田地区における明治以降の町の変遷を以下に示します。
- ・ 宅地化工エリアの東側で液状化が発生しました。

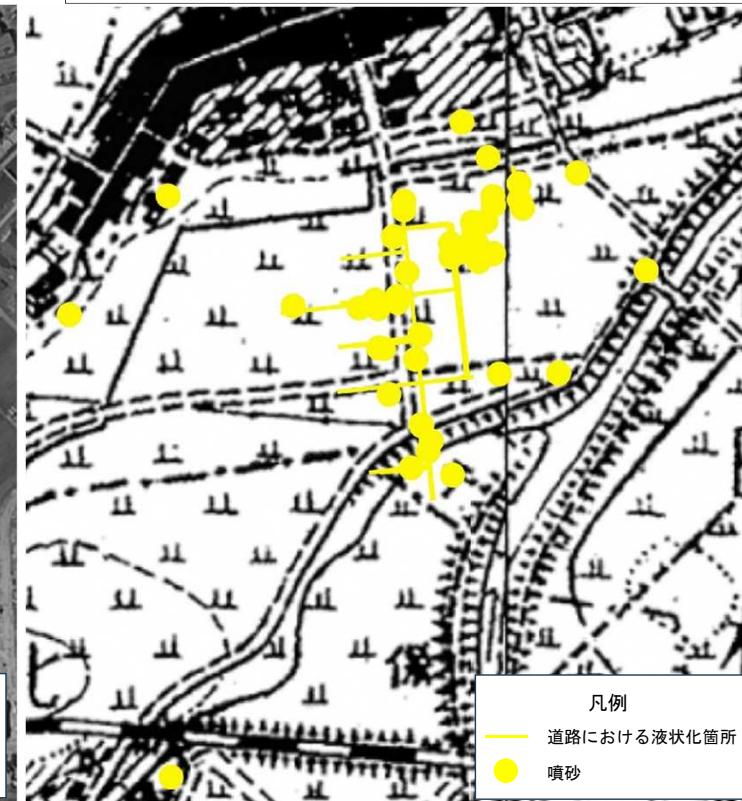
2021年(令和3年)の航空写真



1961年(昭和36年)の空中写真



(左側)1909年(明治42年)と
(右側)1910年(明治43年)の旧地形図



出典：国土地理院 地理院タイル <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> より作成

出典：時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」
((C)谷 謙二) により作成

2. 被害状況と地形地質（横田地区）

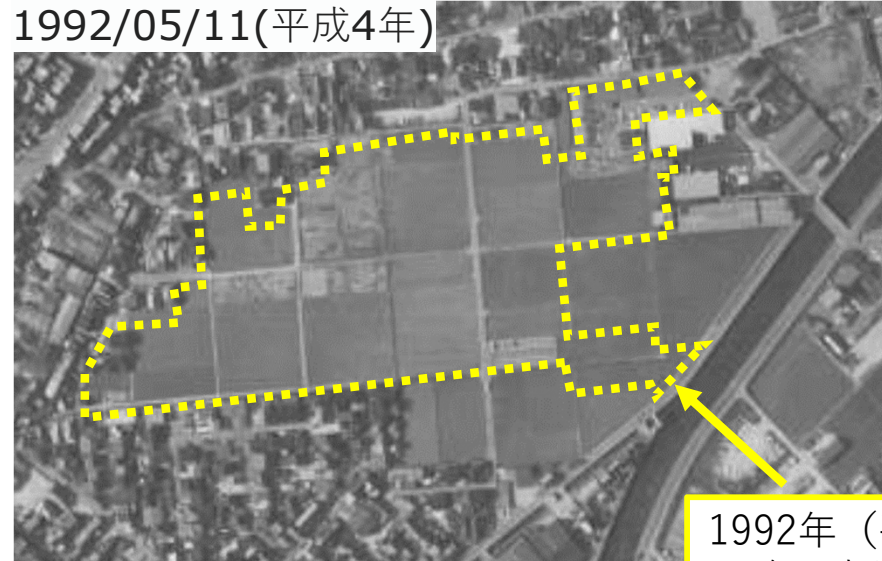
15

横田地区は、1990年代後半になり、宅地化されました。

1983/06/14(昭和58年)

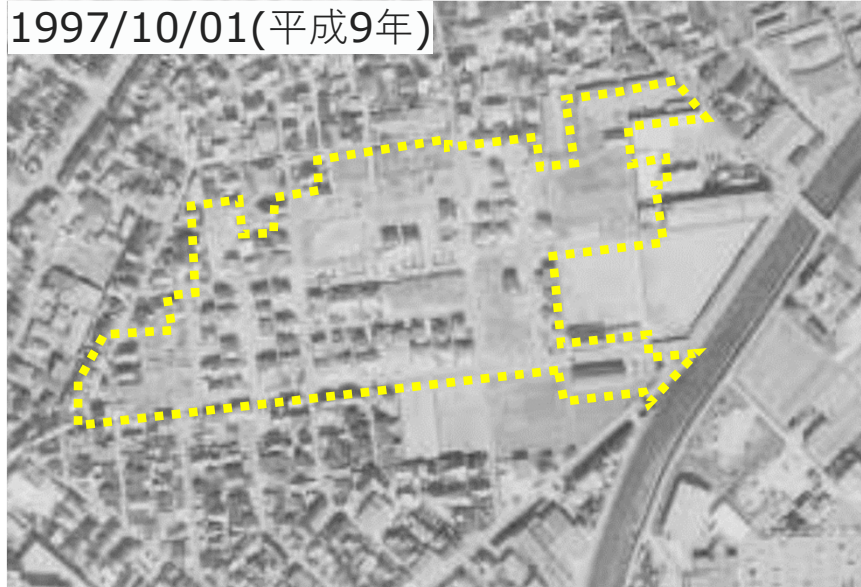


1992/05/11(平成4年)



1992年（平成4年）
以降の宅地造成範囲

1997/10/01(平成9年)



2003/10/09(平成15年)



地盤調査

ボーリングと標準貫入試験による調査



液状化ポテンシャルサウンディング試験による調査



スクリーウエイト貫入試験による調査

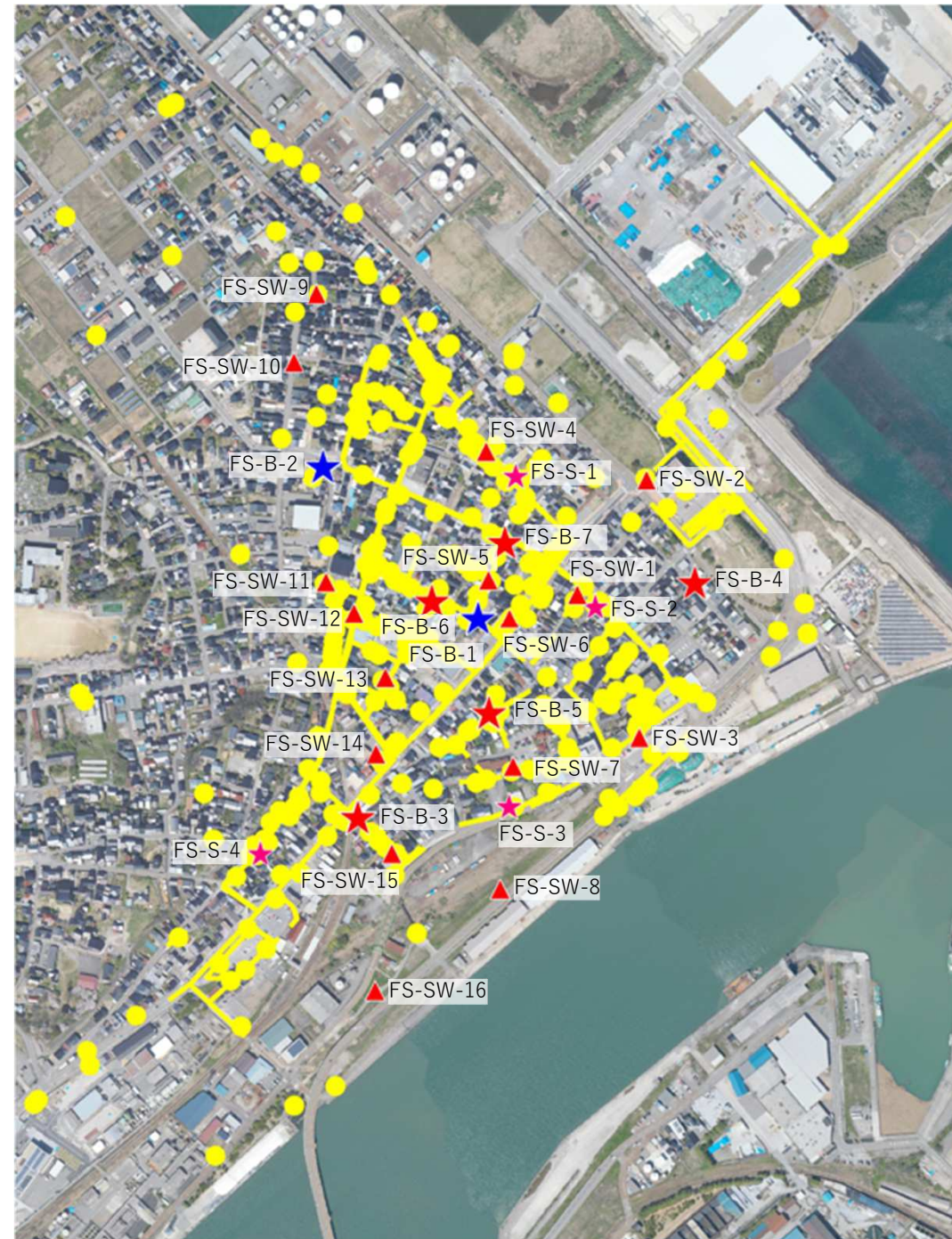


- ・液状化した原因を調べるため、地層の分布状況を把握します。
- ・土の硬さ（ N 値）や採取した土を試験して、液状化の分析をします。
- ・地下水の深さや流れやすさを把握します。

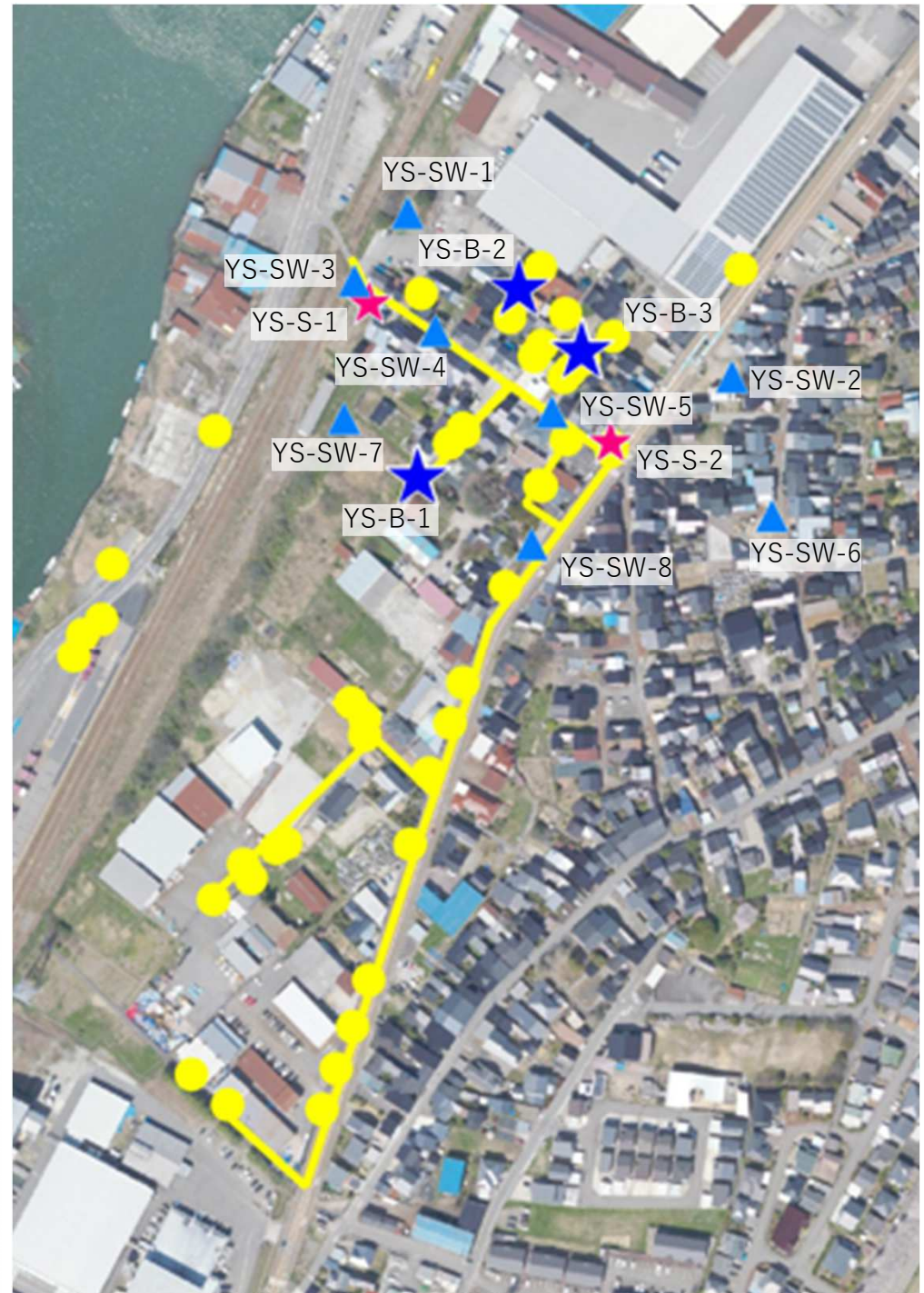
- ・ボーリング調査より小型で簡易的に調べる調査です。
- ・土の硬さ（ N_d 値）や計測データから土の種類や液状化しやすさを把握します。

- ・宅地調査の主流であり、地盤の固さを調べます。
- ・安価な調査であることから、複数個所で実施し、地下水の平面的な分布状況の把握にも活用します。

伏木地区では、被害が見受けられたエリアで、ボーリング7箇所、液状化ポテンシャルサウンディング試験（PDC）4箇所、スクリーウェイト貫入試験（SWS）を16箇所実施しました。

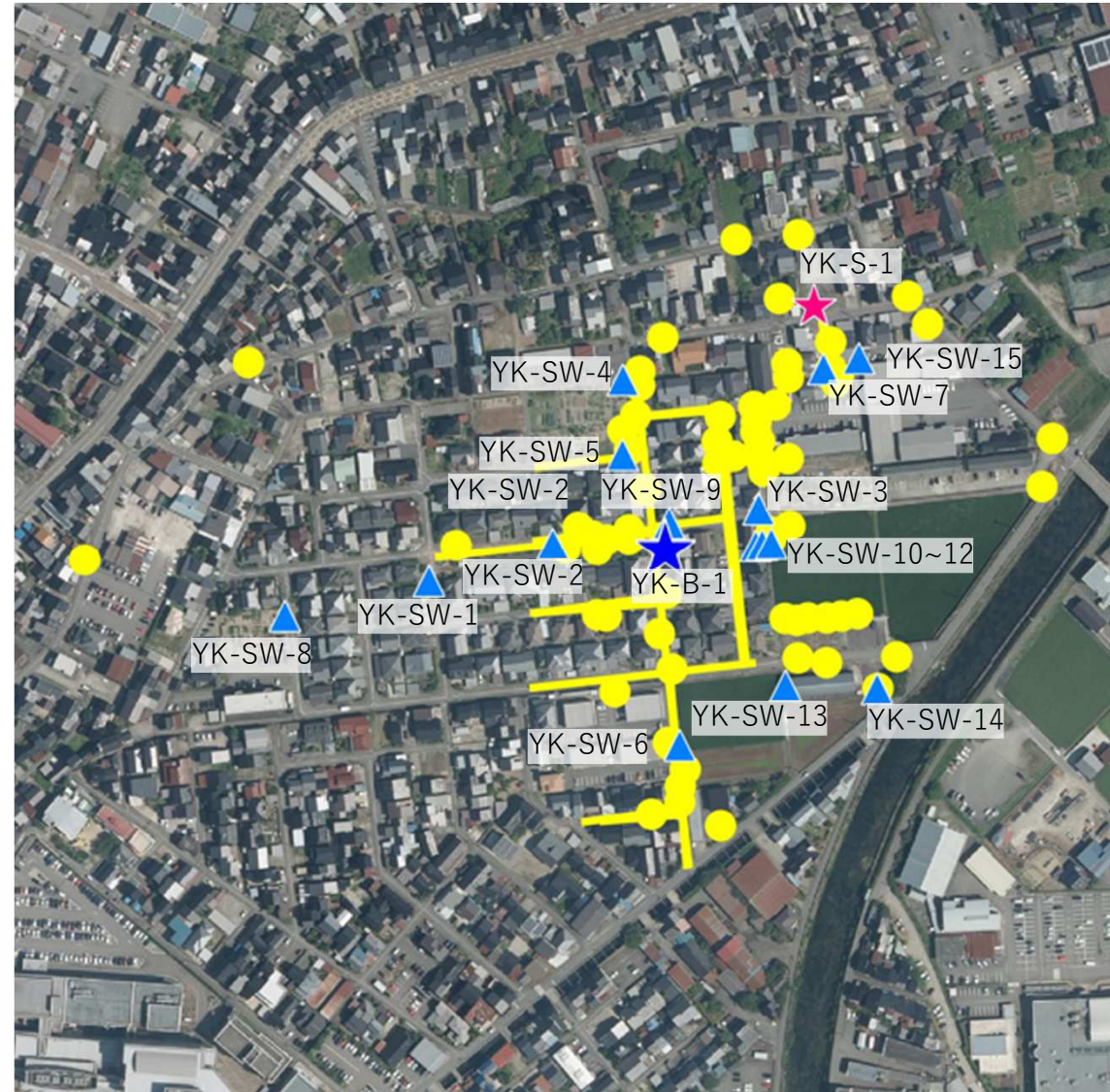
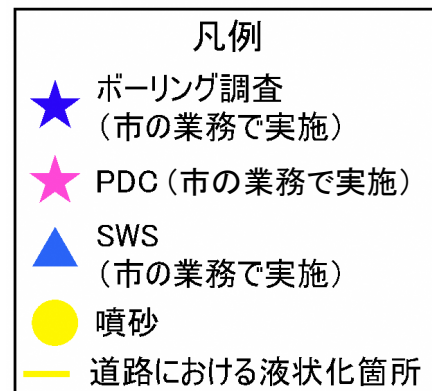


吉久地区では、被害が見受けられたエリアで、ボーリング3箇所、液状化ポテンシャルサウンディング試験（PDC）2箇所、スクリーウェイト貫入試験（SWS）を8箇所 実施しました。



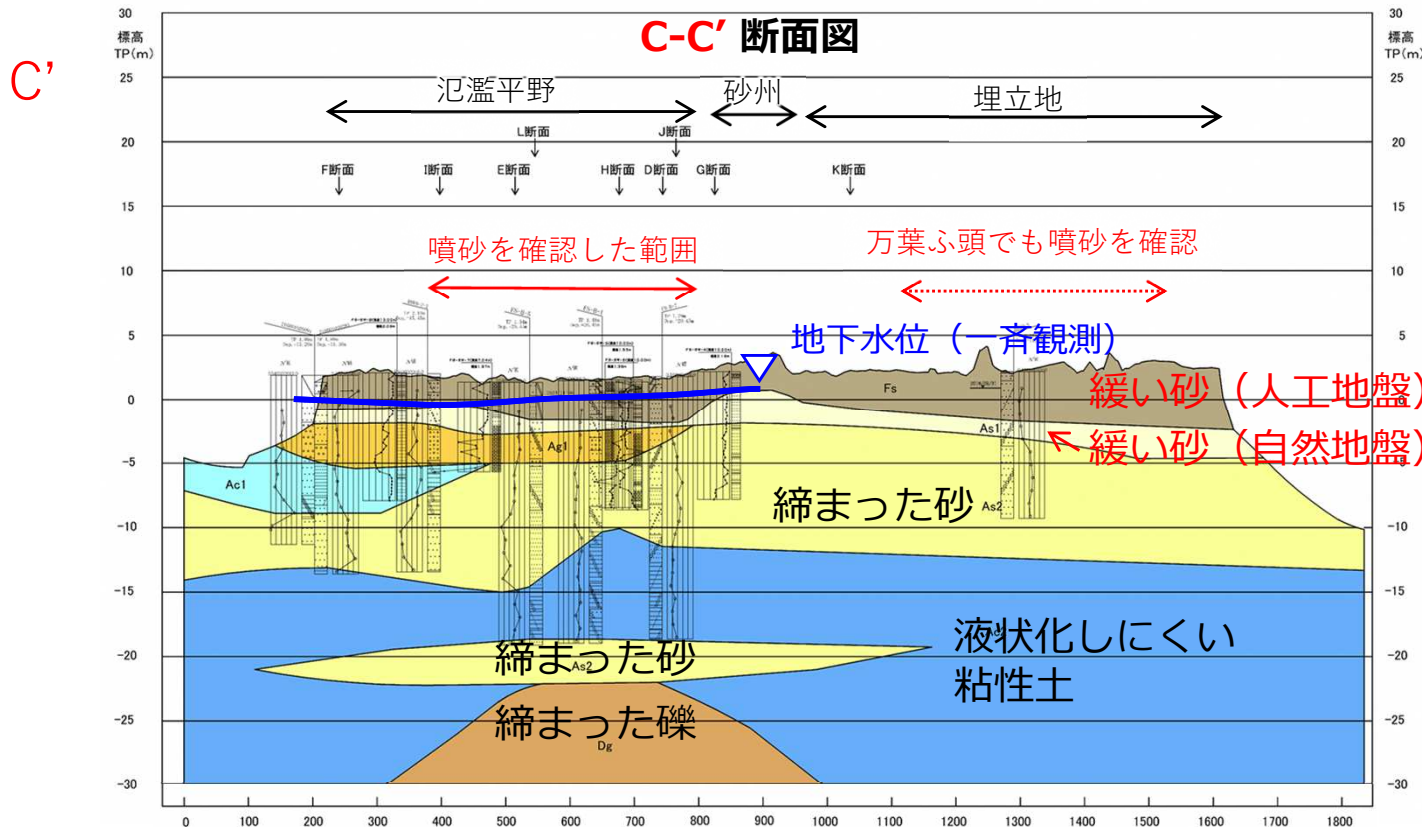
横田地区では、被害が見受けられたエリアで、ボーリング2箇所、液状化ポテンシャルサウンディング試験

（PDC）1箇所、スクリーウエイト貫入試験（SWS）を15箇所 実施しました。



地質断面図（北～南の断面）

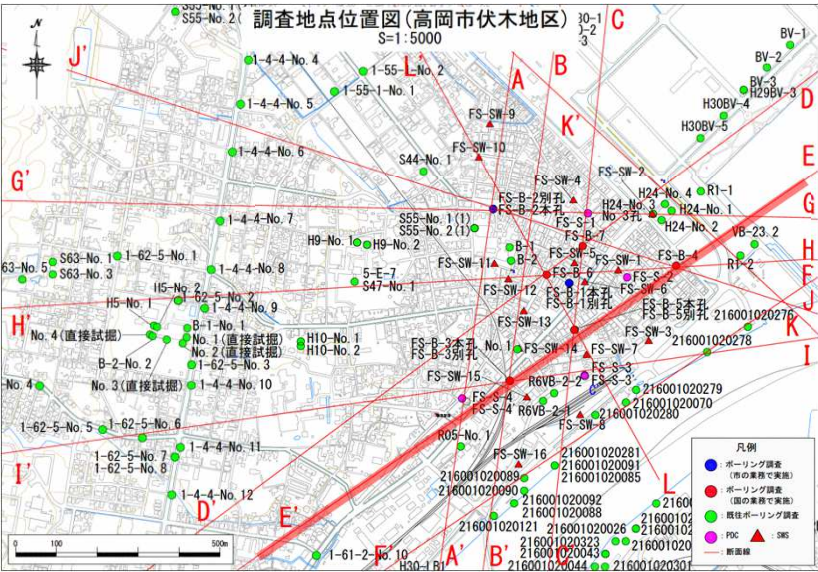
- 伏木地区では、氾濫平野に分類される範囲に地表面から4m程度の深さに緩い砂の層（人工地盤）が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。
- 小矢部川付近の粘性土層が堆積している範囲では、噴砂は比較的少なく、地表面の標高がやや低い範囲（氾濫平野）で噴砂を確認しました。
- 液状化の被害が多く発生した範囲では、地下水は地表面から1m程度と浅い位置に確認されました。



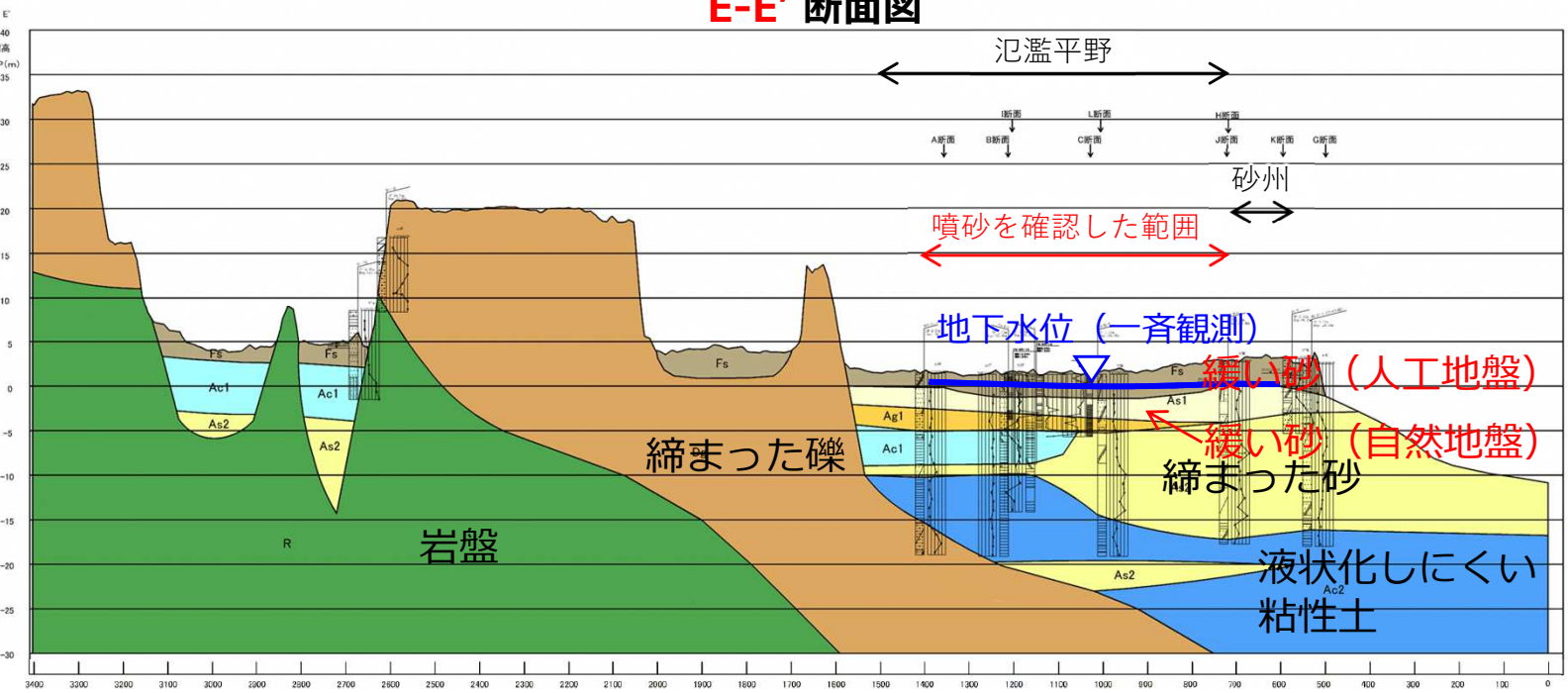
記号	地層名
Fs	表土層・埋土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ds	洪積砂質土層
Dg	洪積礫層（伏木礫層）
R	第三紀岩盤 （城光寺泥岩・矢田砂岩層等）

地質断面図（南西～北東の断面）

- ・ 伏木地区では、地表面から4m程度の深さに緩い砂の層（人工地盤）が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。
- ・ 地表面の標高が低い氾濫平野で、多くの噴砂を確認しました。
- ・ 液状化しにくい締まった礫は、段丘と氾濫平野の地表面から20m以深に分布しています。
- ・ 液状化の被害が多く発生した範囲では、地下水は地表面から1m程度と浅い位置に確認されました。



E-E' 断面図



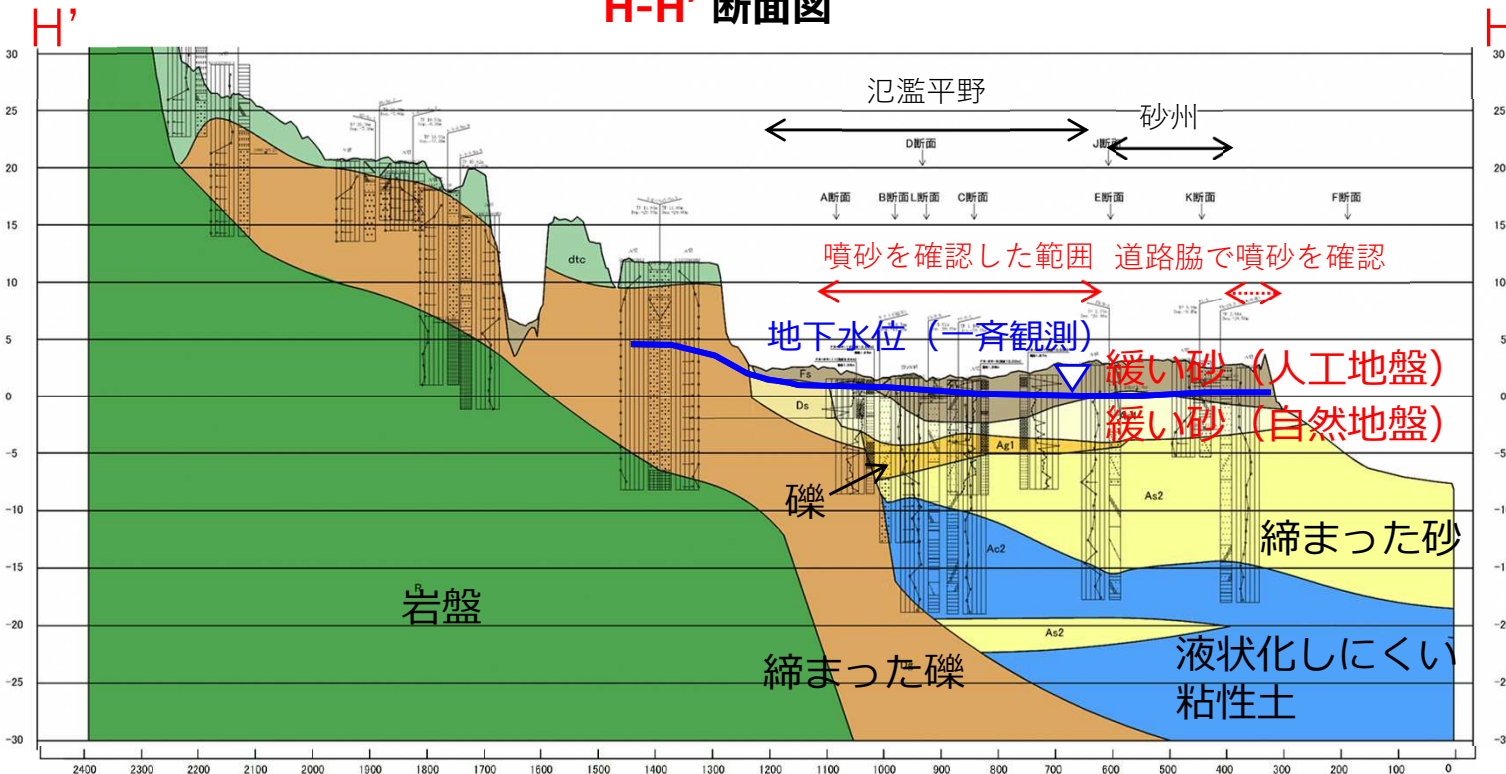
記号	地層名
Fs	表土層・埋土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ds	洪積砂質土層
Dg	洪積礫層 (伏木礫層)
R	第三紀岩盤 (城光寺泥岩・矢田砂岩層等)

地質断面図（西～東の断面）

- ・ 伏木地区では、地表面から4m程度の深さに緩い砂の層（人工地盤）が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。
- ・ 地表面の標高が低い範囲（氾濫平野）で多くの噴砂を確認しました。
- ・ 地表面から15m以深に分布している粘性土は、小矢部川河口部に向かうにつれて、深くなっています。
- ・ 液状化の被害が多く発生した範囲では、地下水は地表面から1m程度と浅い位置に確認されました。

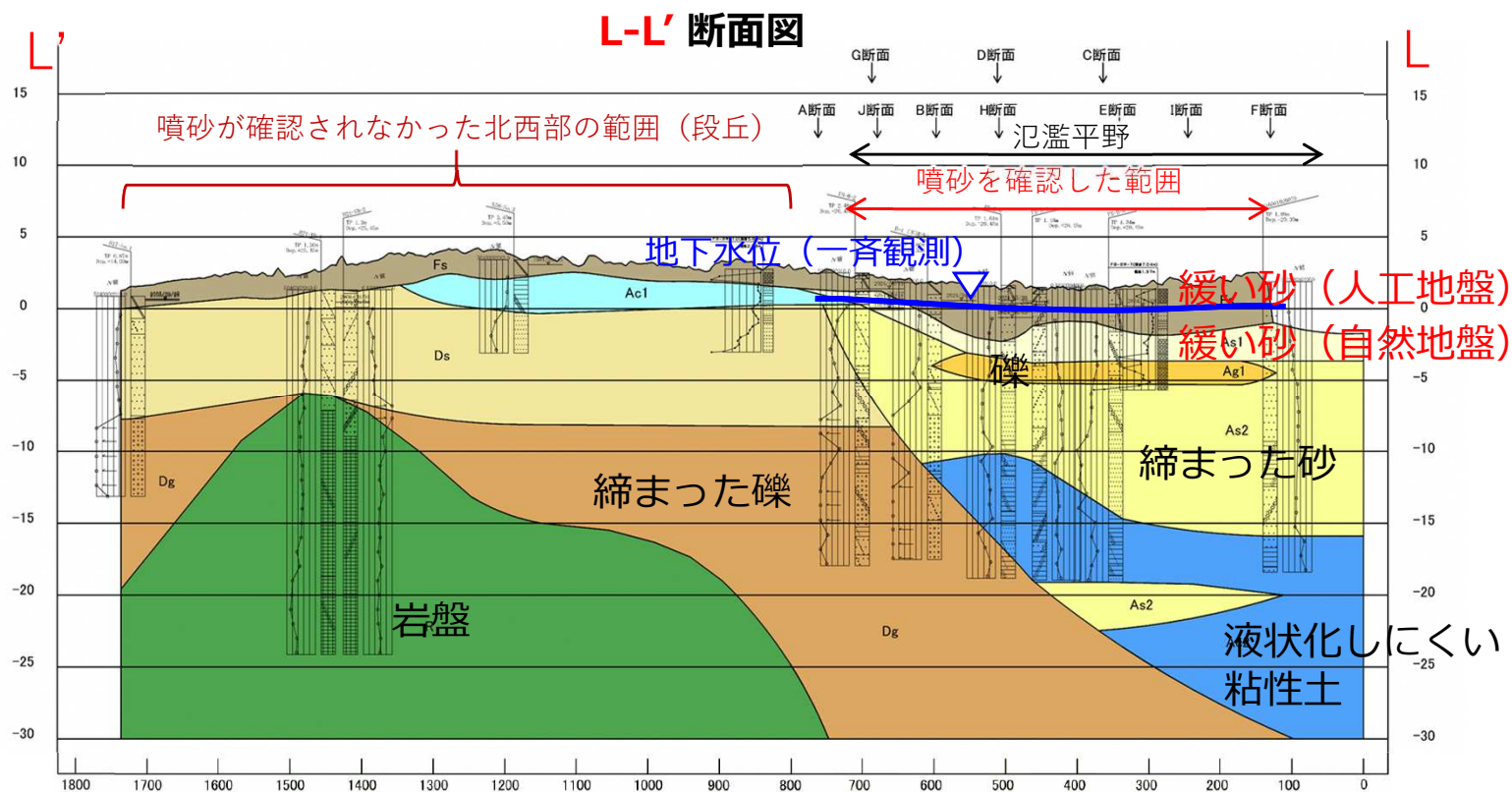


H-H' 断面図



記号	地層名
Fs	表土層・埋土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ds	洪積砂質土層
Dg	洪積礫層（伏木礫層）
R	第三紀岩盤 （城光寺泥岩・矢田砂岩層等）

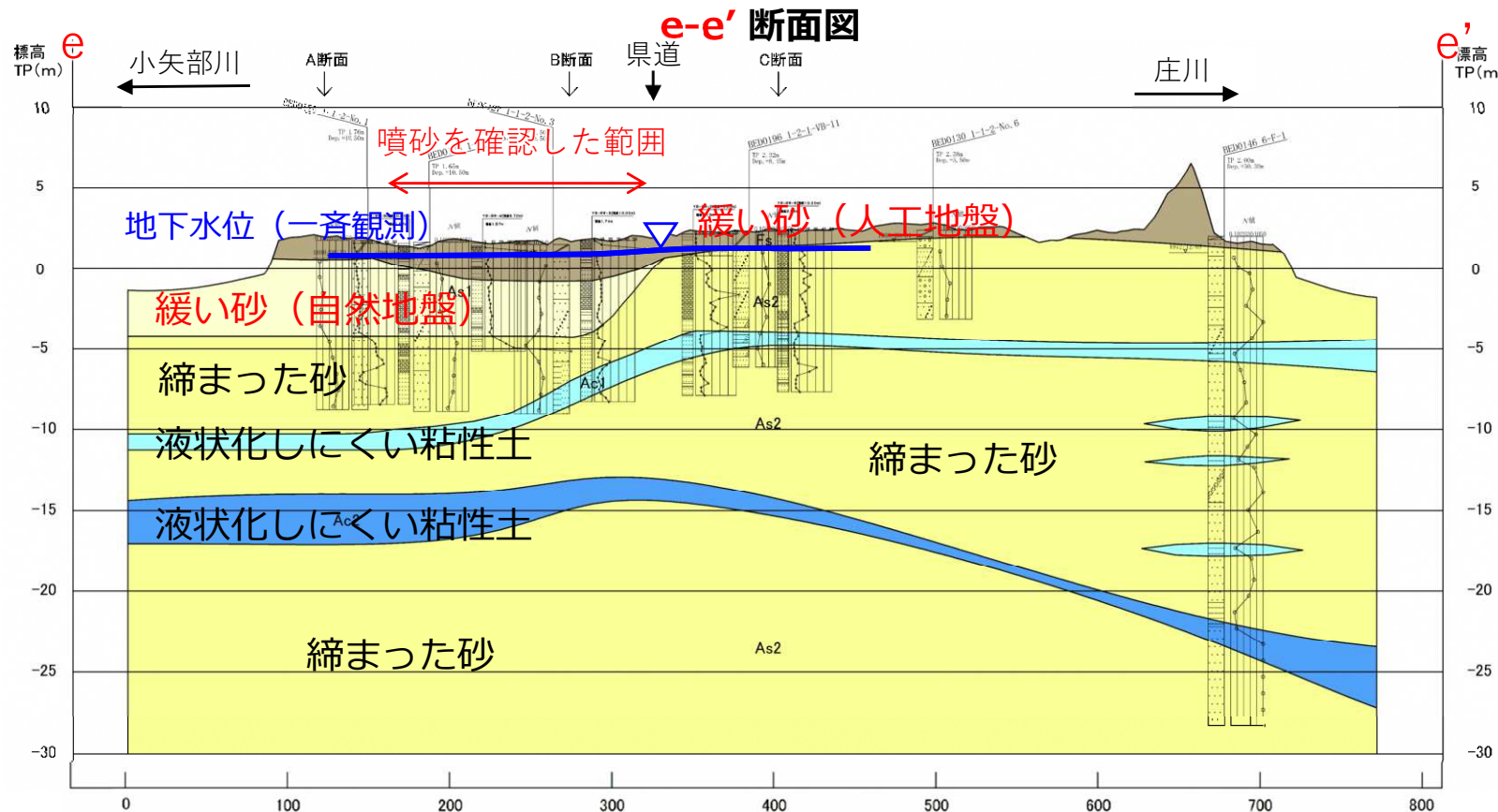
- ・ 伏木地区では、地表面から4m程度の深さに緩い砂の層（人工地盤）が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。
- ・ 噴砂が確認された範囲は、標高が低い氾濫平野で、緩い砂の層（人工地盤）が分布している範囲でした。
- ・ 噴砂が確認されなかった北西部の範囲（段丘）は、岩盤と洪積層が隆起しており、浅いところまで分布していました。
- ・ 液状化の被害が多く発生した範囲では、地下水は地表面から1m程度と浅い位置に確認されました。



記号	地層名
Fs	表土層・埋土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ds	洪積砂質土層
Dg	洪積礫層(伏木礫層)
R	第三紀岩盤 (城光寺泥岩・矢田砂岩層等)

地質断面図（小矢部川～庄川－中央）

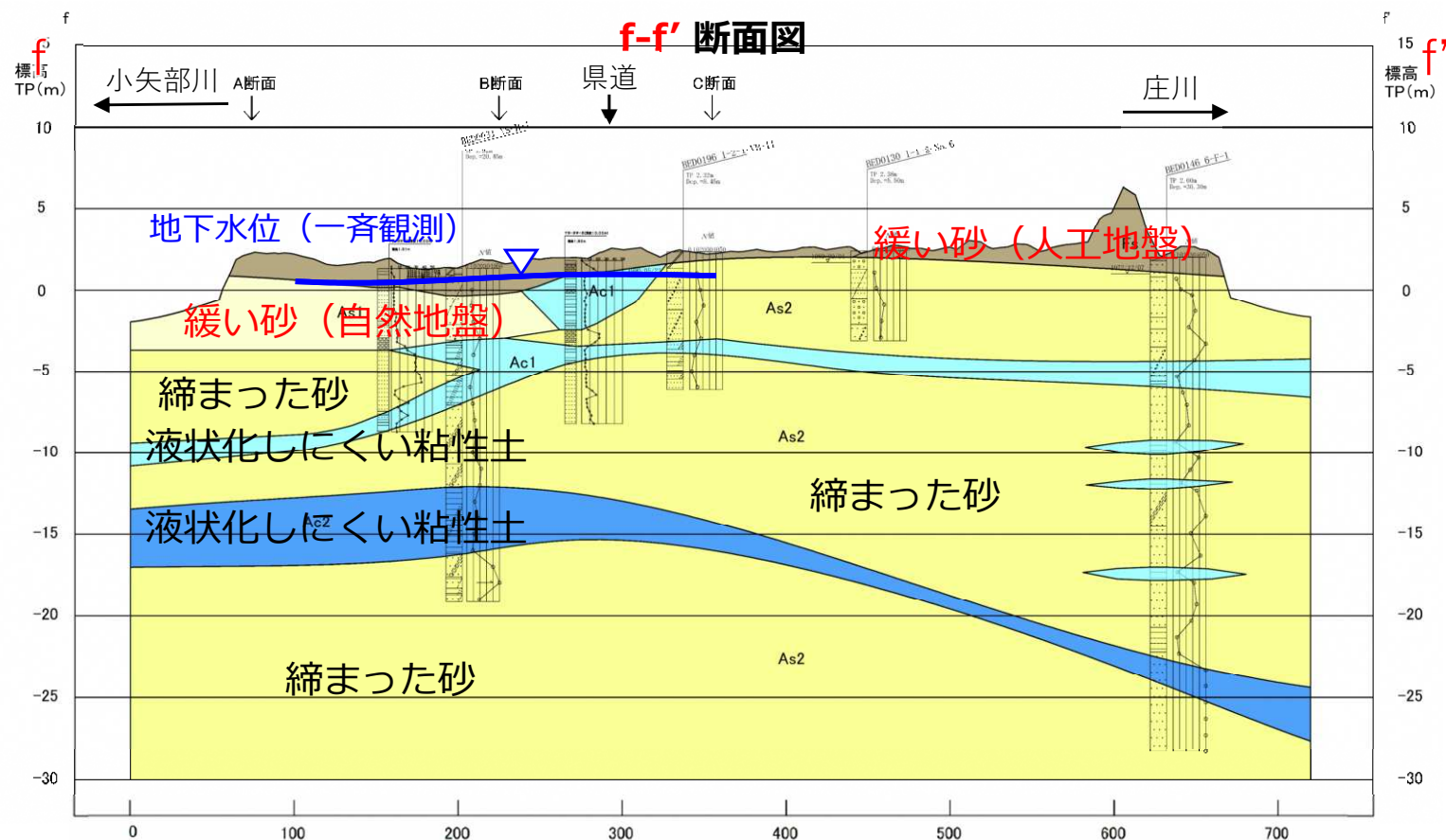
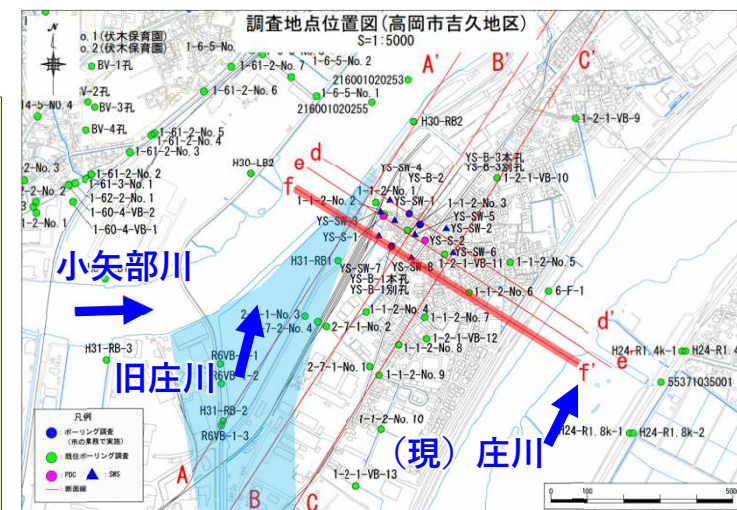
- 吉久地区では、地表面から4m程度の深さに緩い砂の層が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。
- 県道より西側（小矢部川側）は緩い砂の層（人工地盤、自然地盤）、東側（庄川側）は締まった砂の層が地表面に分布していました。
- 地下水は地表面から1m程度と浅い位置に確認されました。小矢部川側が低くなっており、小矢部川と庄川に挟まれた地域の中央付近で地下水がやや高くなっていました。



記号	地層名
Fs	表土層・埋立層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層

吉久地区では、地表面から4m程度の深さに緩い砂の層が分布しているため、今回の地震で液状化による被害が大きかったと考えられます。

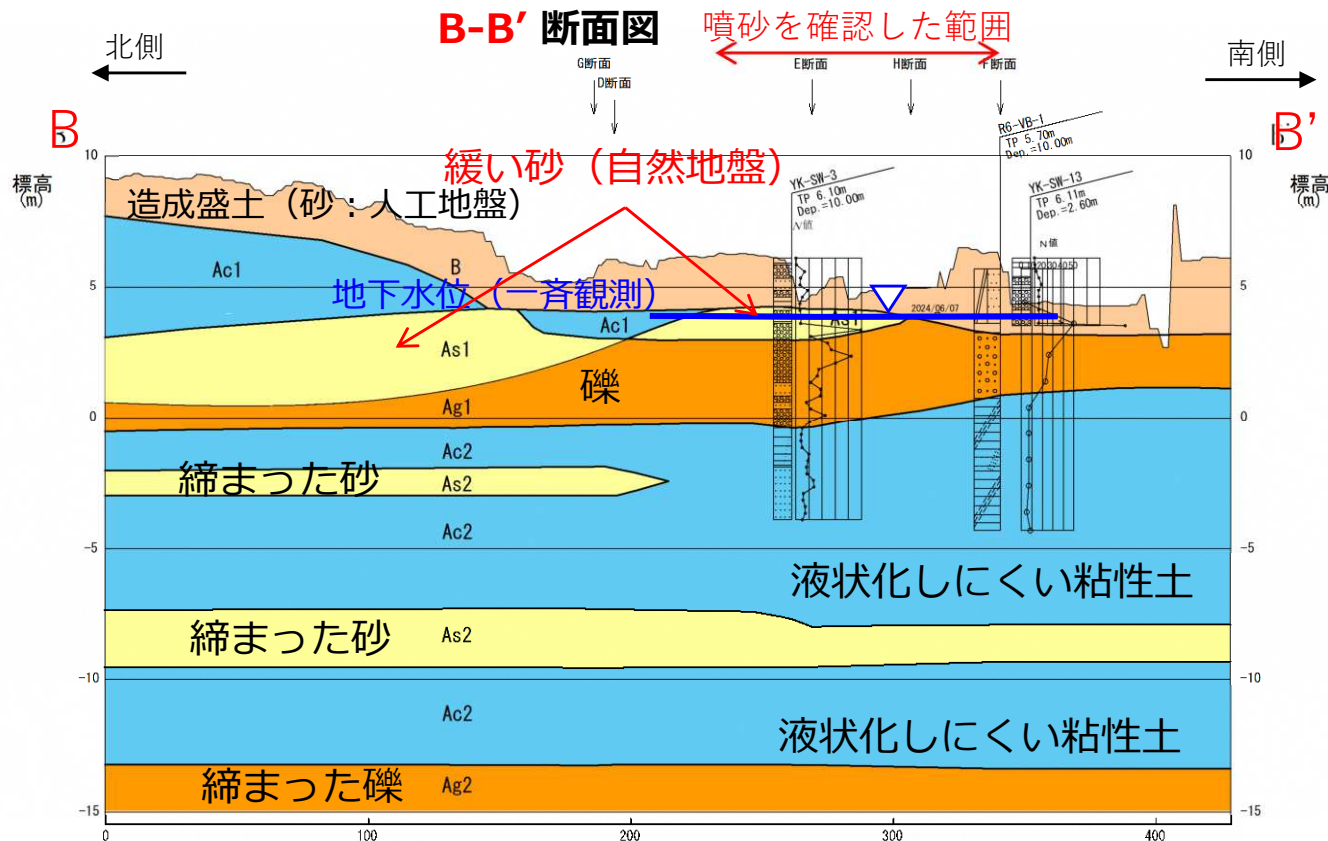
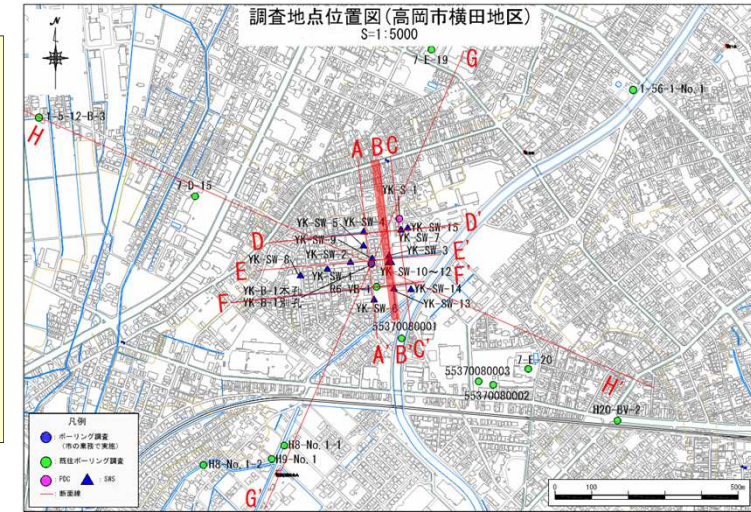
県道より西側（小矢部川側）は緩い砂の層（人工地盤、自然地盤）、東側（庄川側）は締まった砂が地表面に分布していました。県道沿いでは、液状化しにくい粘性土層の分布が確認されました。地下水は地表から1m程度と浅い位置に確認されました。



記号	地層名
Fs	表土層・埋立層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層

地質断面図（南北方向－中央）

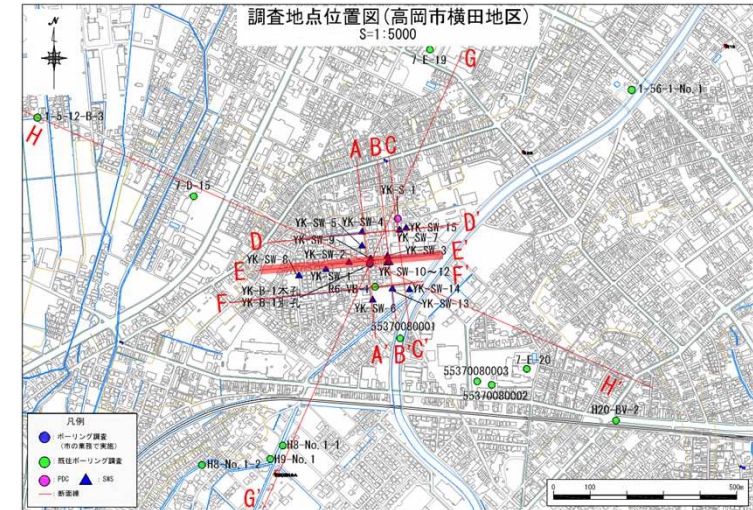
- 横田地区では、1992年以降に造成された盛土直下に厚さ2m程度の緩い砂の層（自然地盤）が分布している範囲があり、今回の地震により液状化したと考えられます。
- 緩い砂の層（自然地盤）の下は礫層が、その礫層の下は、液状化しにくい粘性土層と締まった砂の層が交互に分布しています。さらにその下には締まった礫層が分布しています。
- 地下水は地表から2m程度の盛土下の緩い砂層（自然地盤）の上面付近で確認されました。



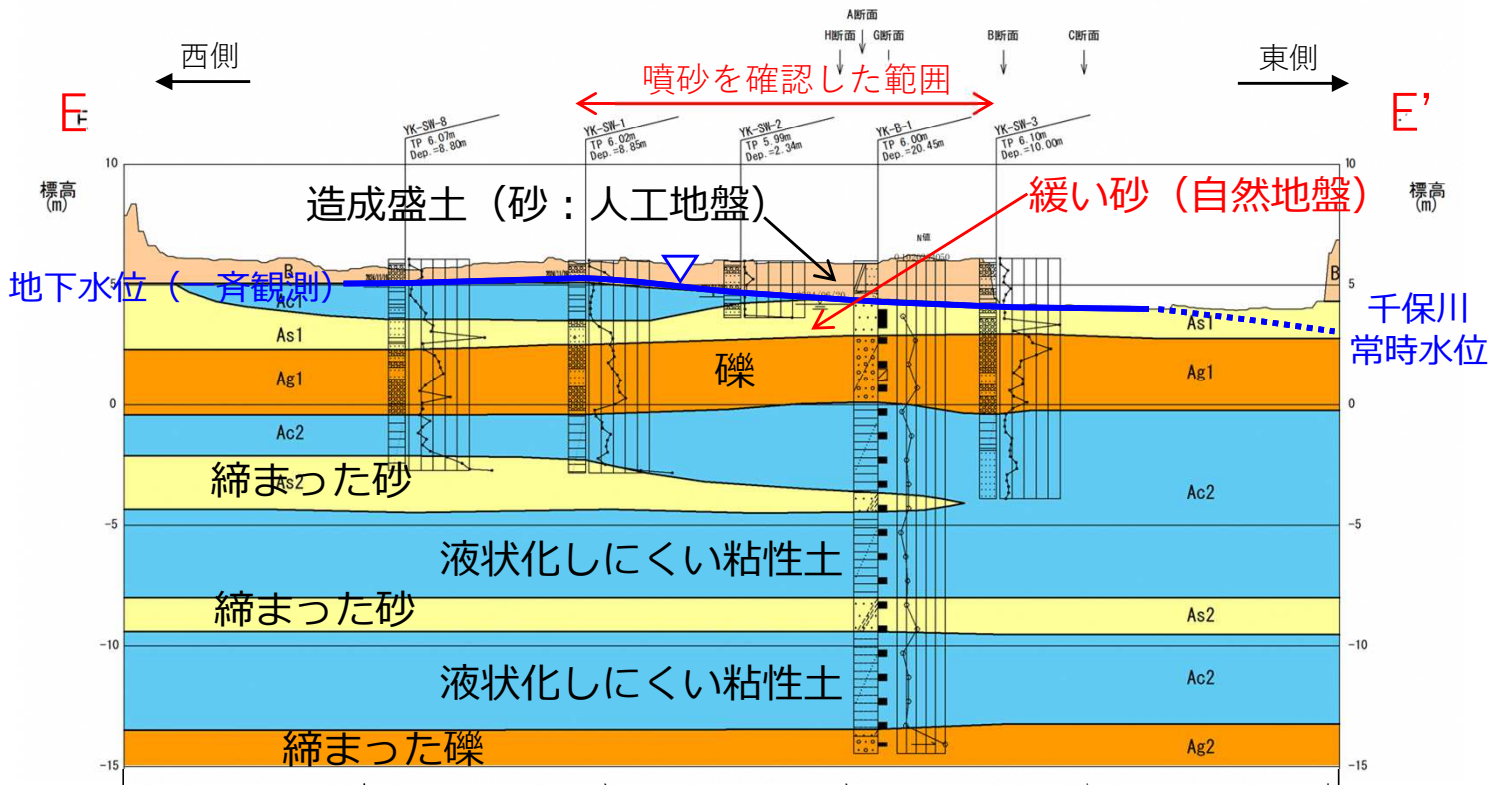
記号	地層名
B	表土層・盛土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ag2	第二沖積礫層

地質断面図（東西方向－中央）

- 横田地区では、1992年以降に造成された盛土直下に厚さ2m程度の緩い砂の層（自然地盤）が分布している範囲があり、今回の地震により液状化したと考えられます。
- その西側は盛土下に粘性土が分布しています。
- 緩い砂の層（自然地盤）の下は礫層が、その礫層の下は、液状化しにくい粘性土層と締まった砂の層が交互に分布しています。さらにその下には締まった礫層が分布しています。
- 造成盛土（人工地盤）は、東に行くほど厚くなりますが、造成盛土がなされていない範囲もあります。
- 地下水位は盛土の下面付近で確認されました。



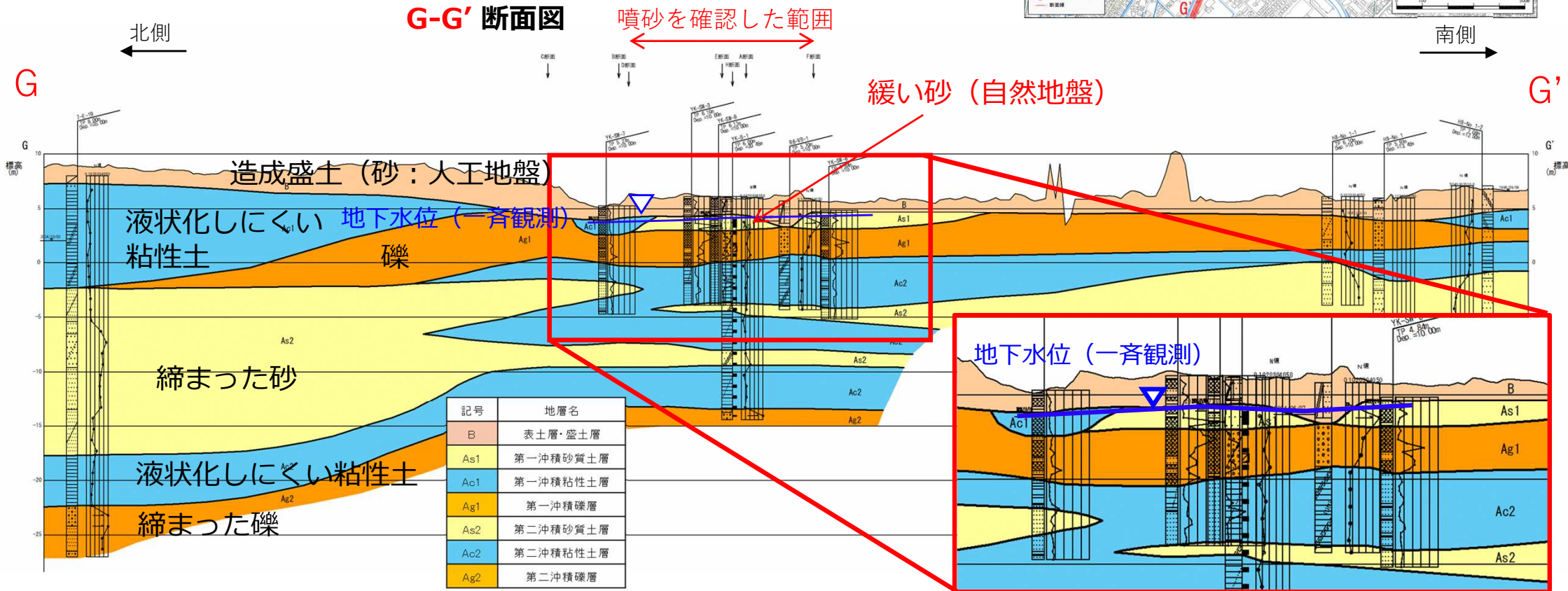
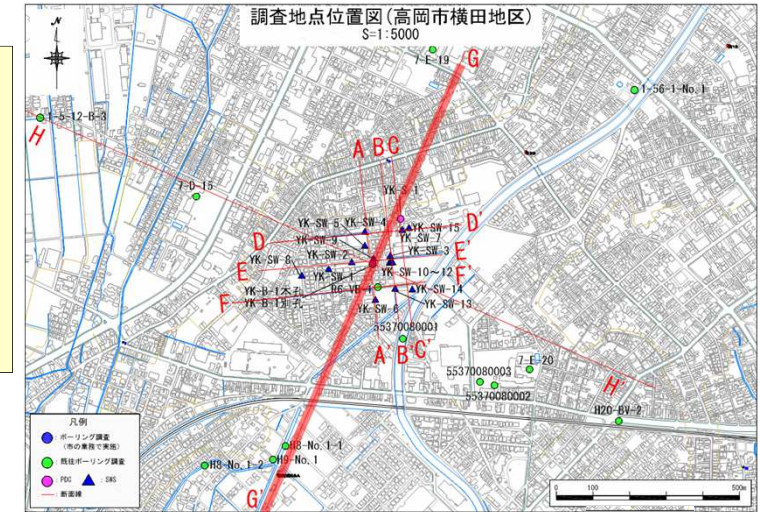
E-E' 断面図



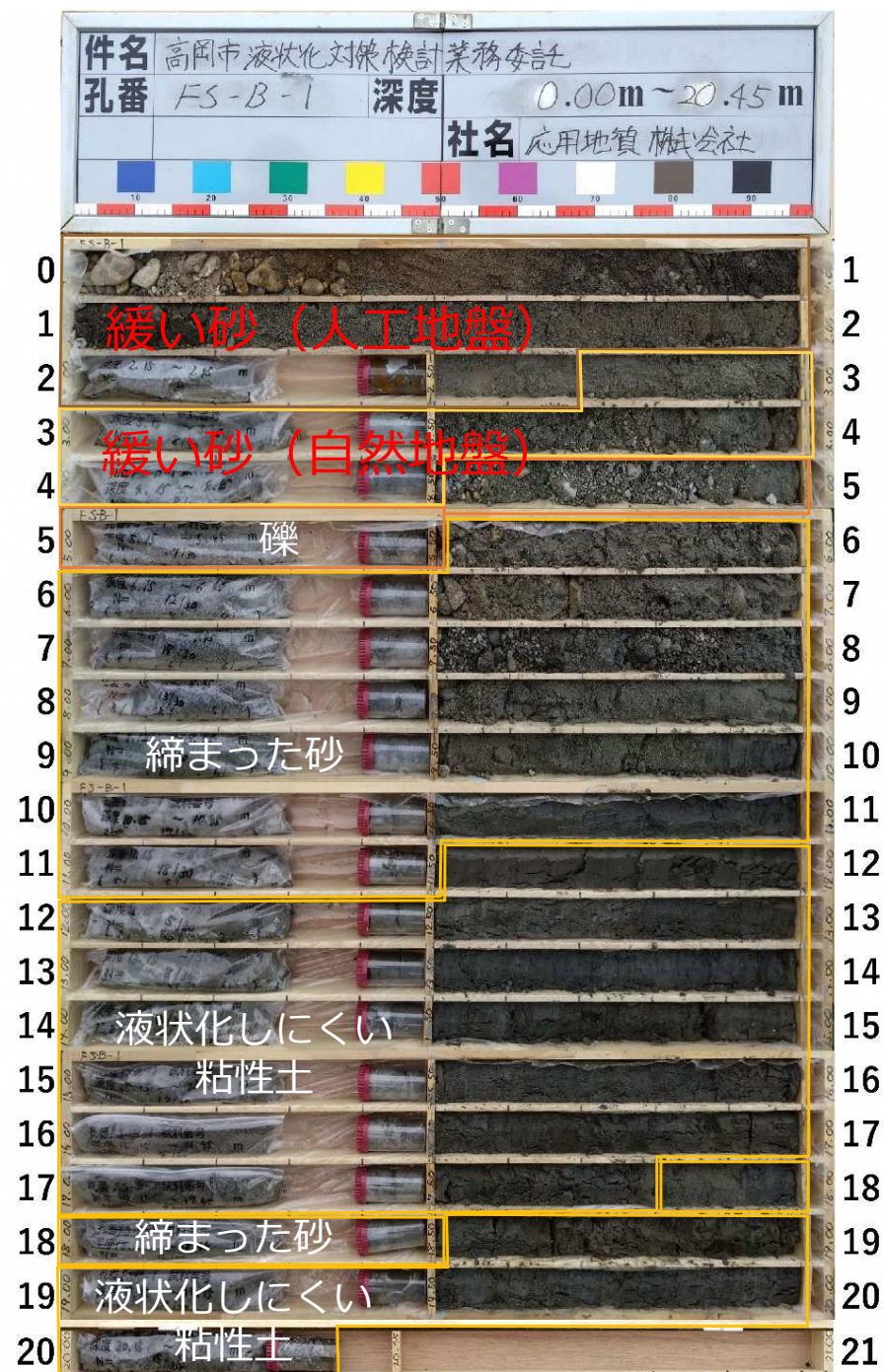
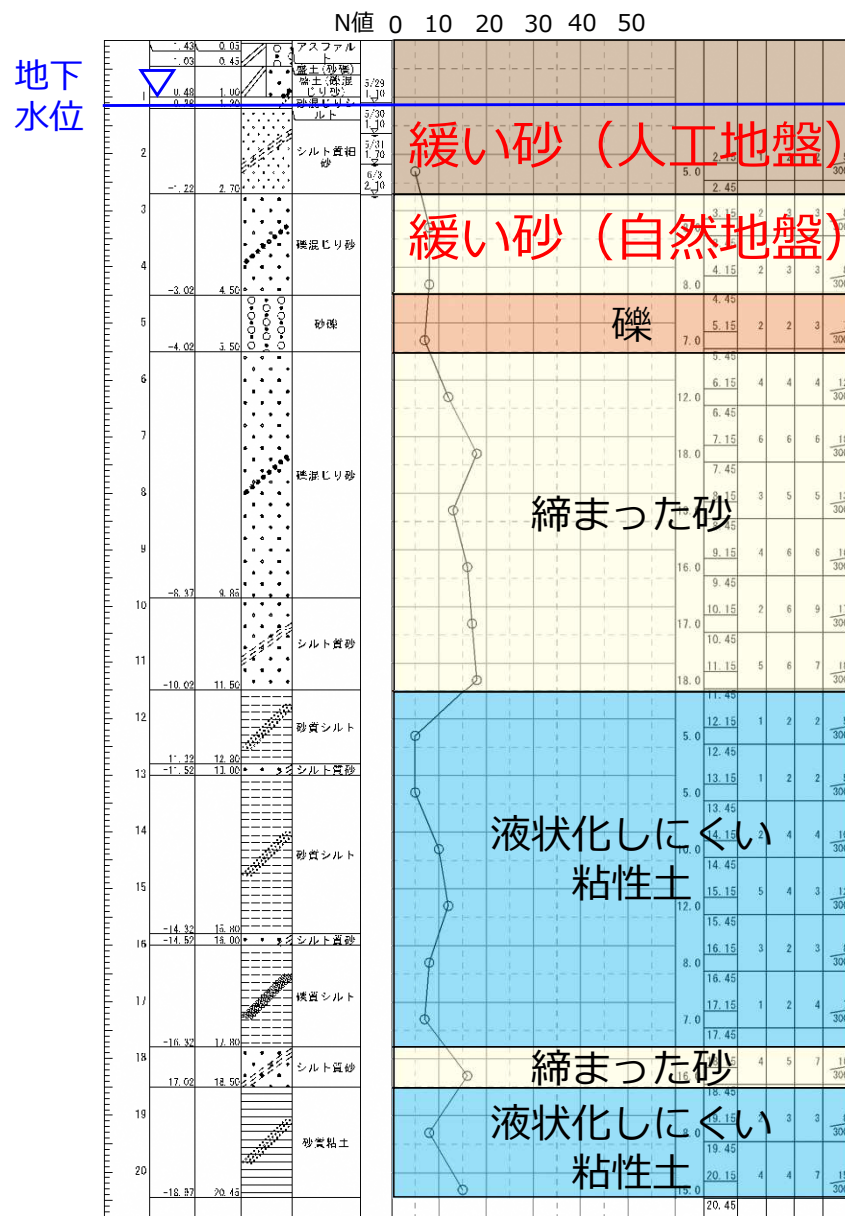
記号	地層名
B	表土層・盛土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ag2	第二沖積礫層

地質断面図（北東－南西方向）

- 横田地区では、1992年以降に造成された盛土直下に厚さ2m程度の緩い砂の層（自然地盤）が分布している範囲があり、今回の地震により液状化したと考えられます。
- その北側は盛土下に液状化しにくい粘性土層、南側には礫層が分布しています。
- 地下水は地表から2m程度の盛土の下面付近で確認されました。

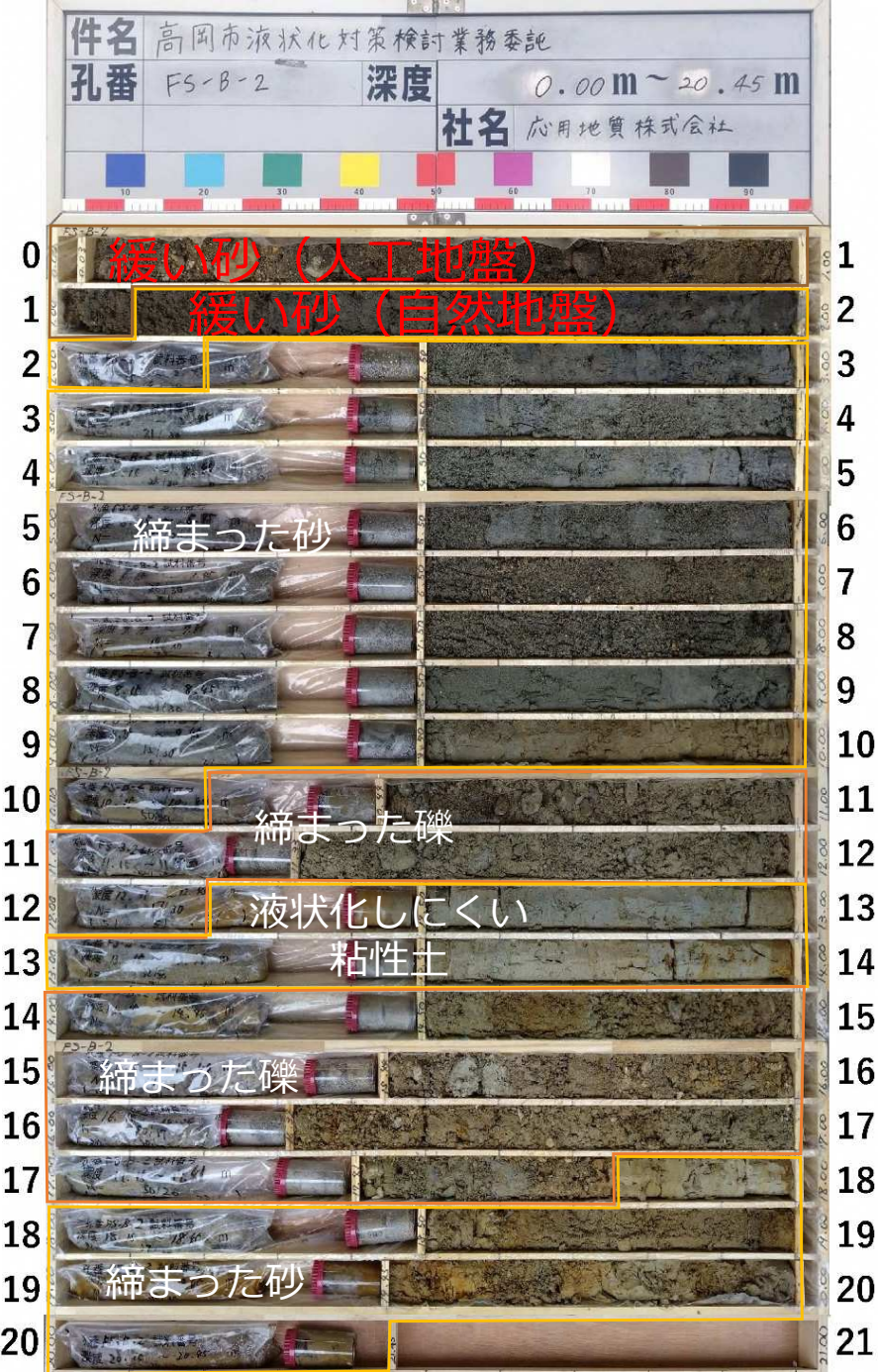
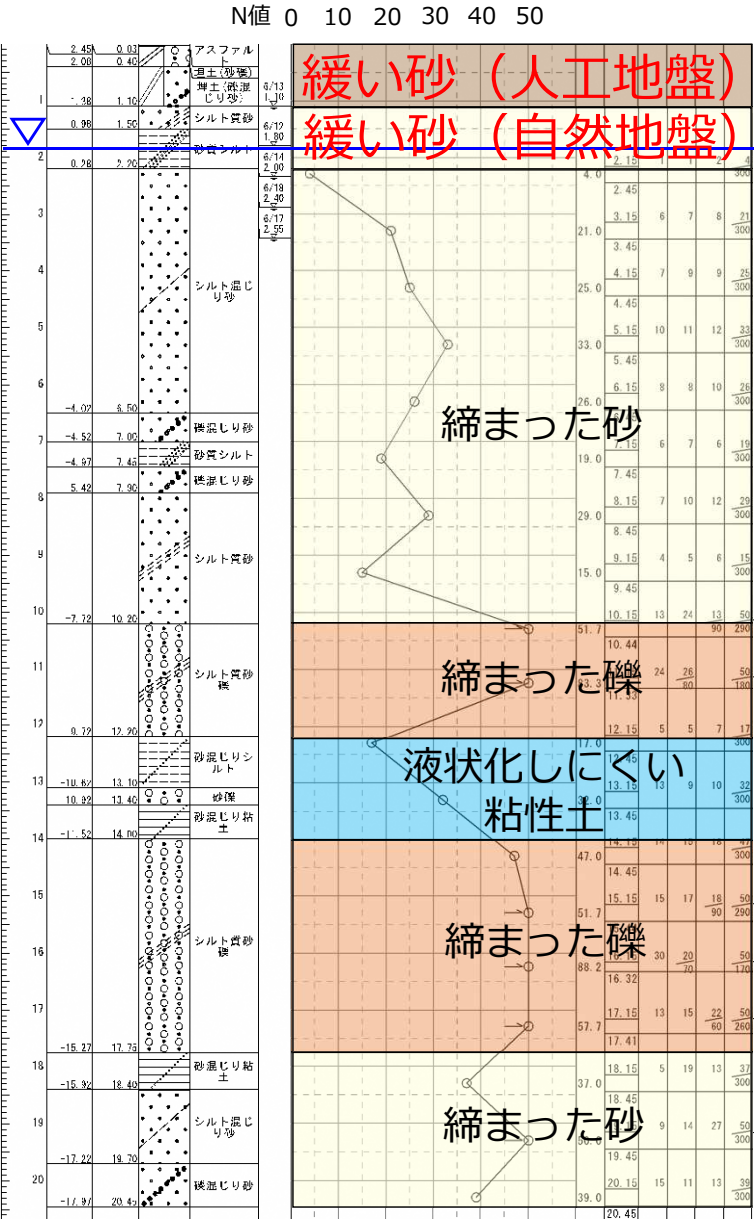


FS-B-1 (ボーリング結果)

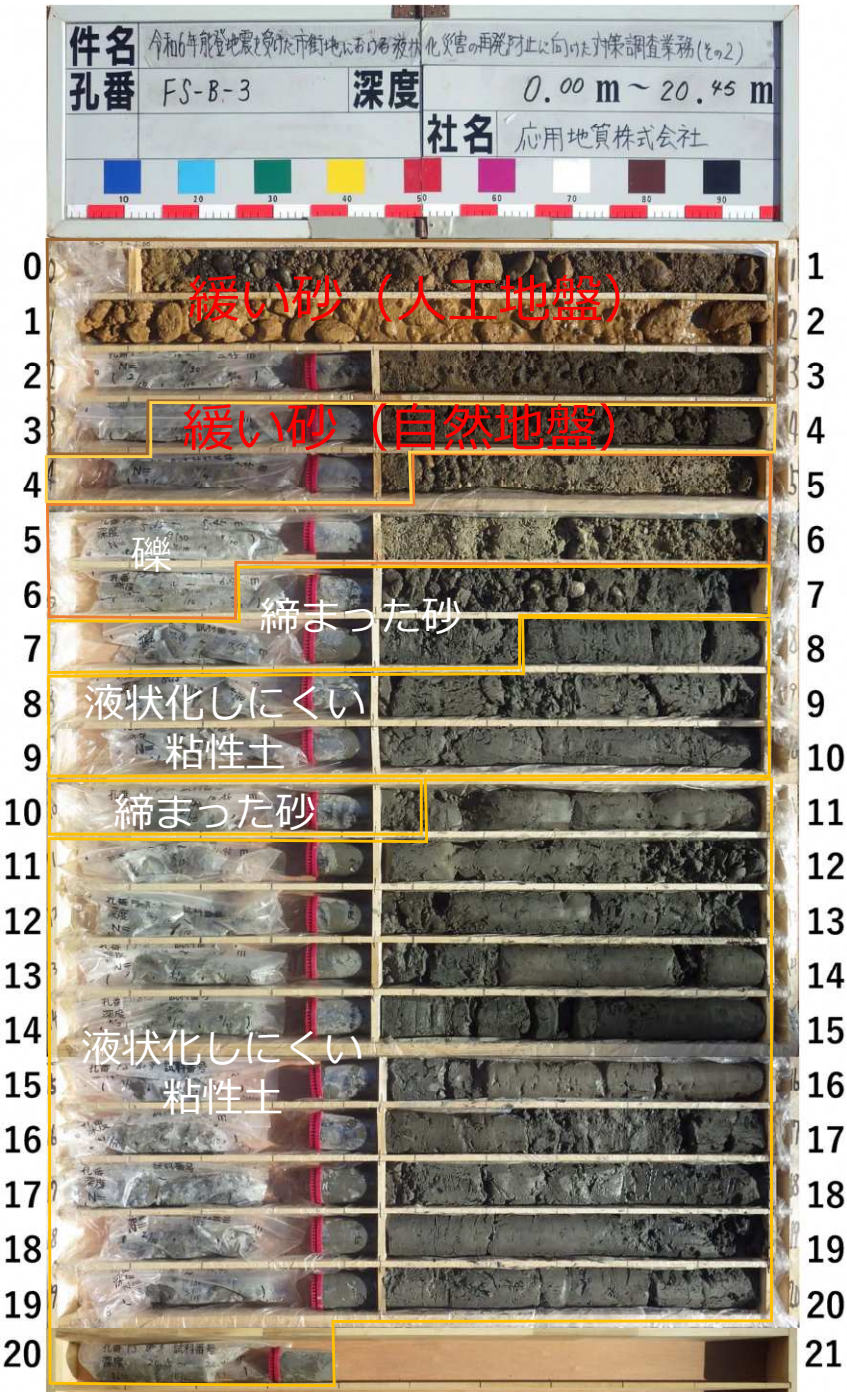
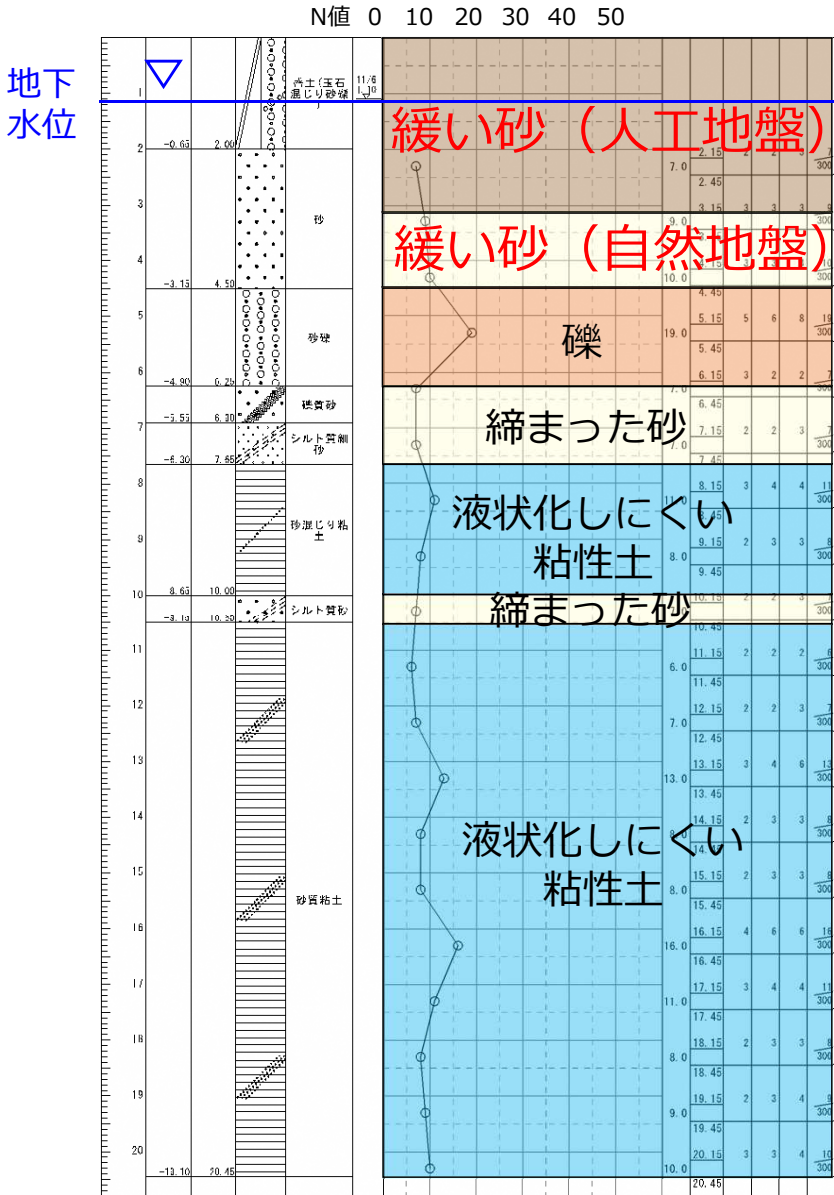


FS-B-2（ボーリング結果）

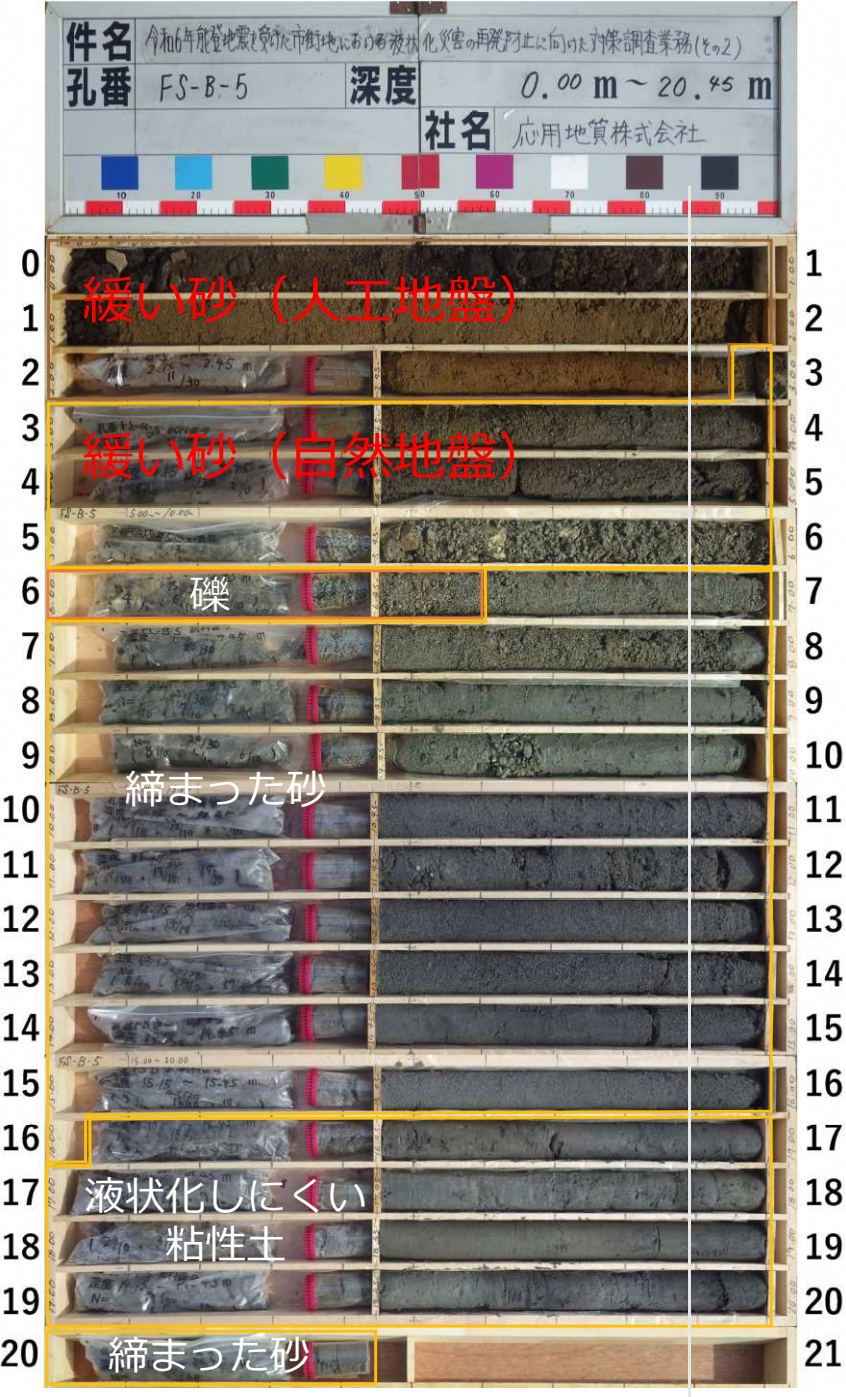
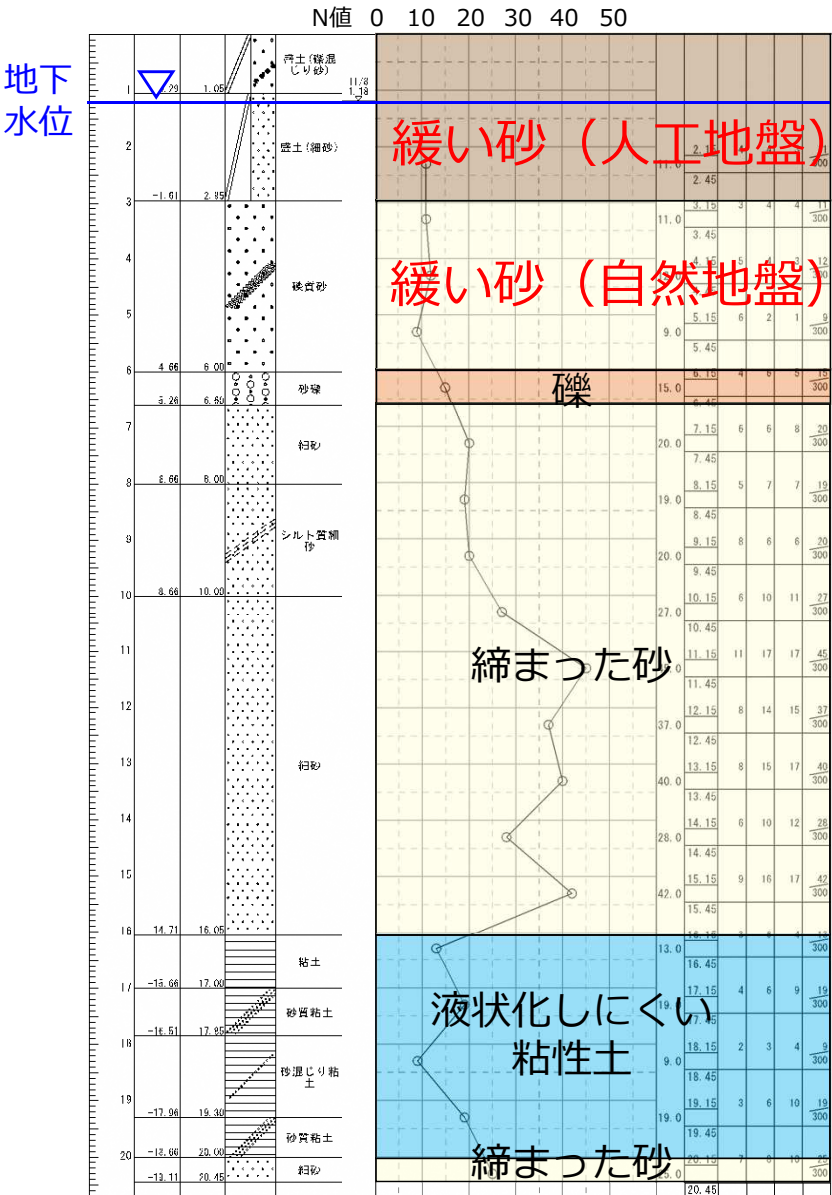
地下
水位



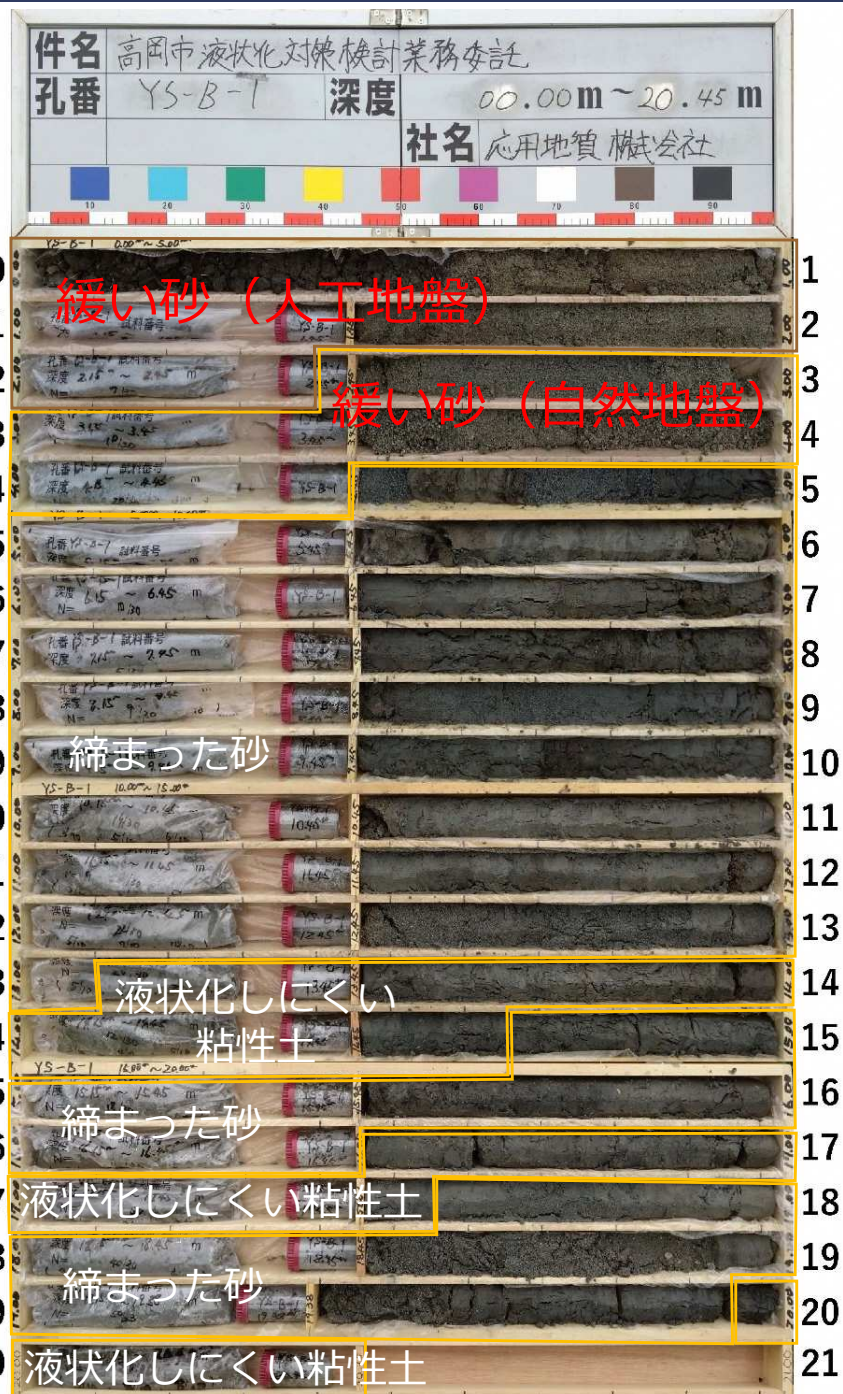
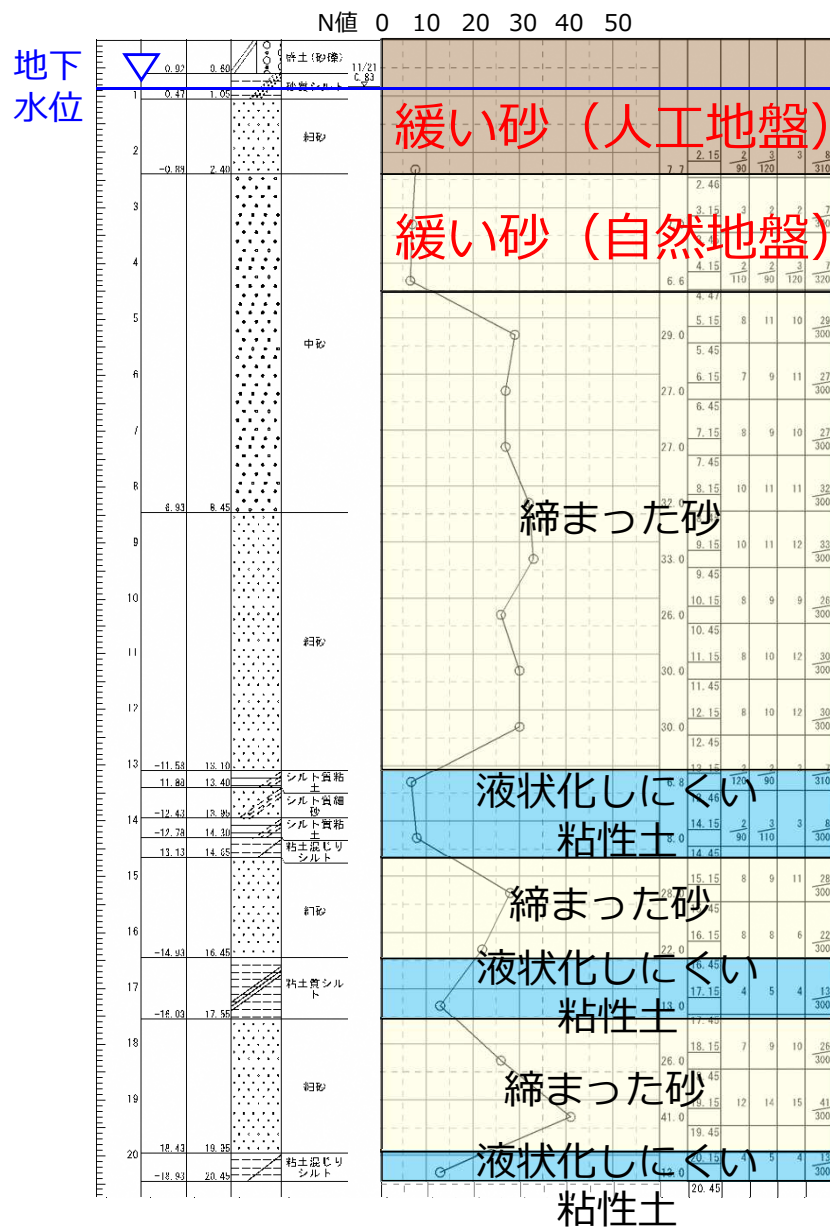
FS-B-3（ボーリング結果）



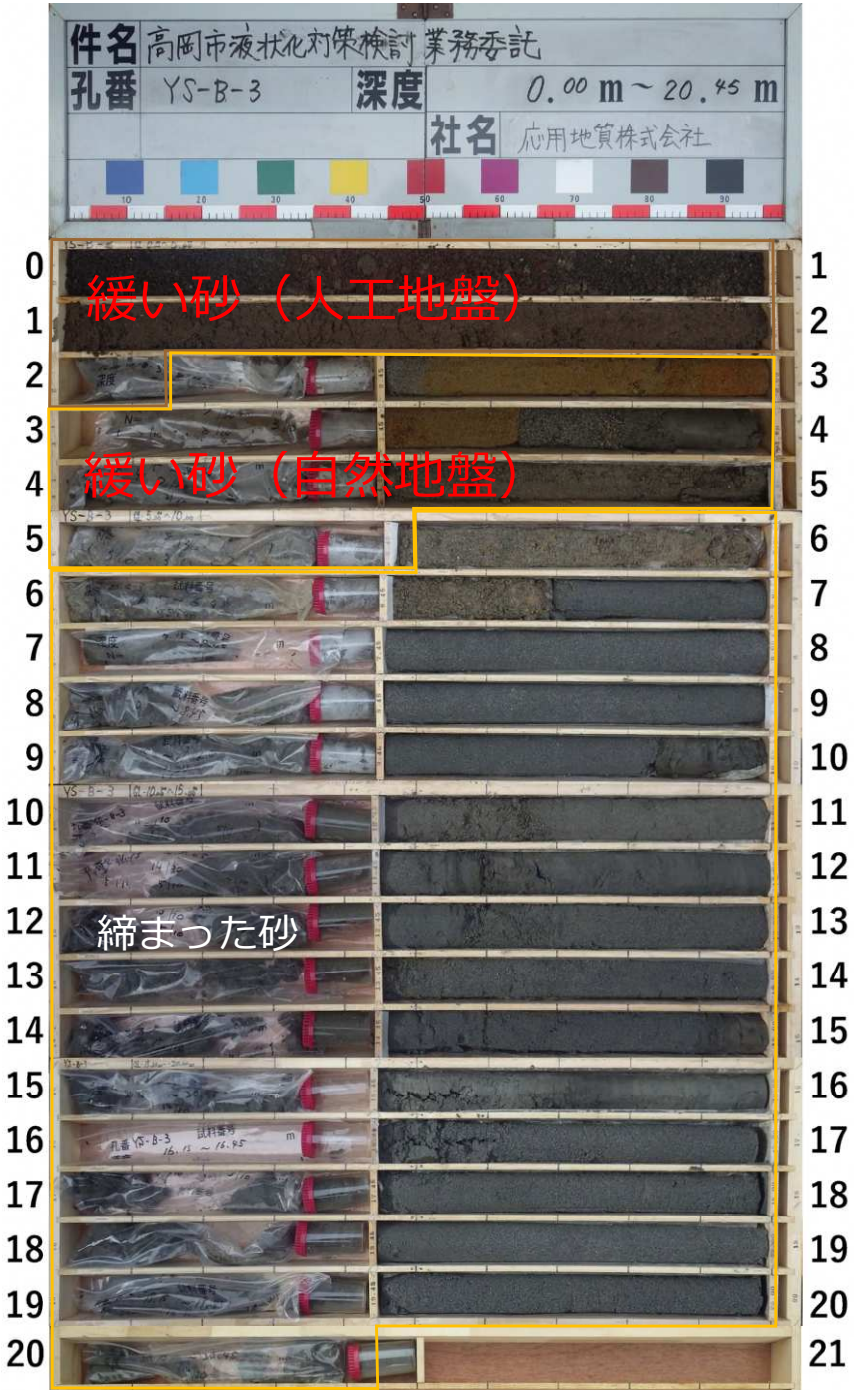
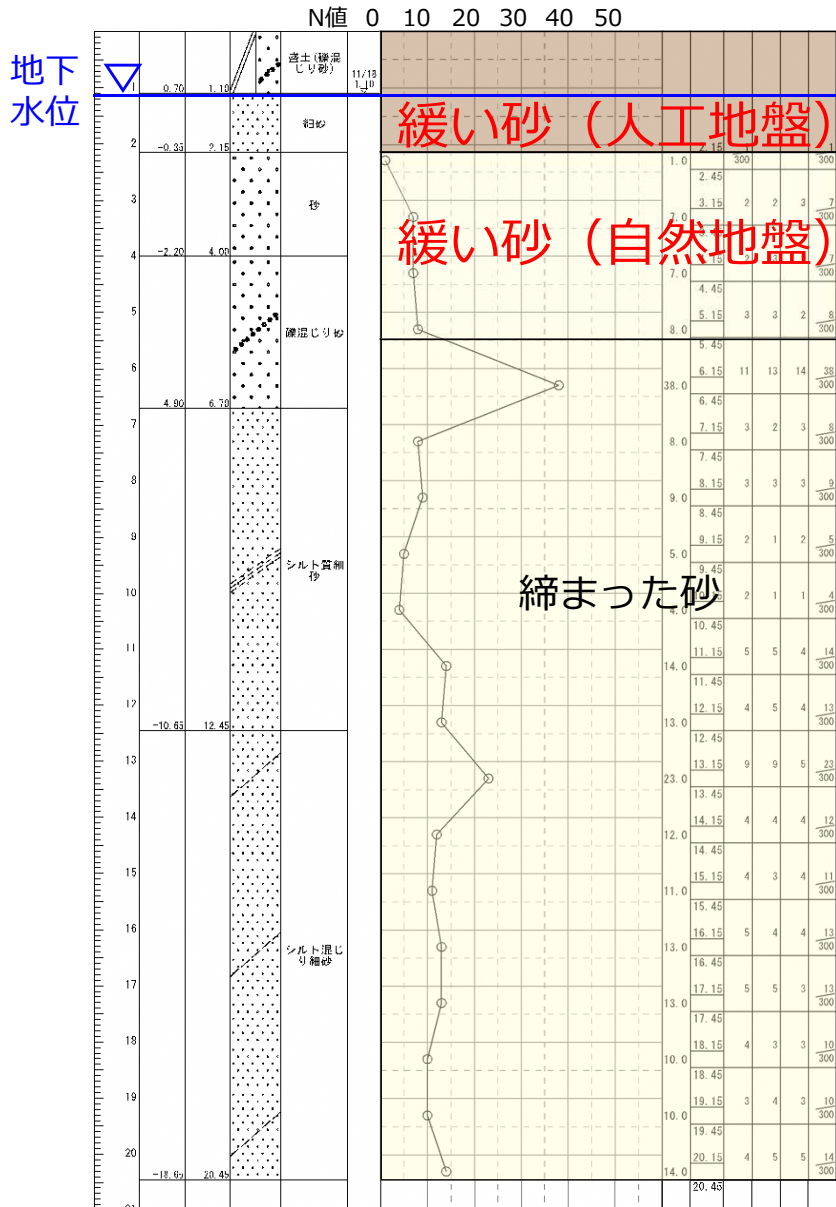
FS-B-5（ボーリング結果）



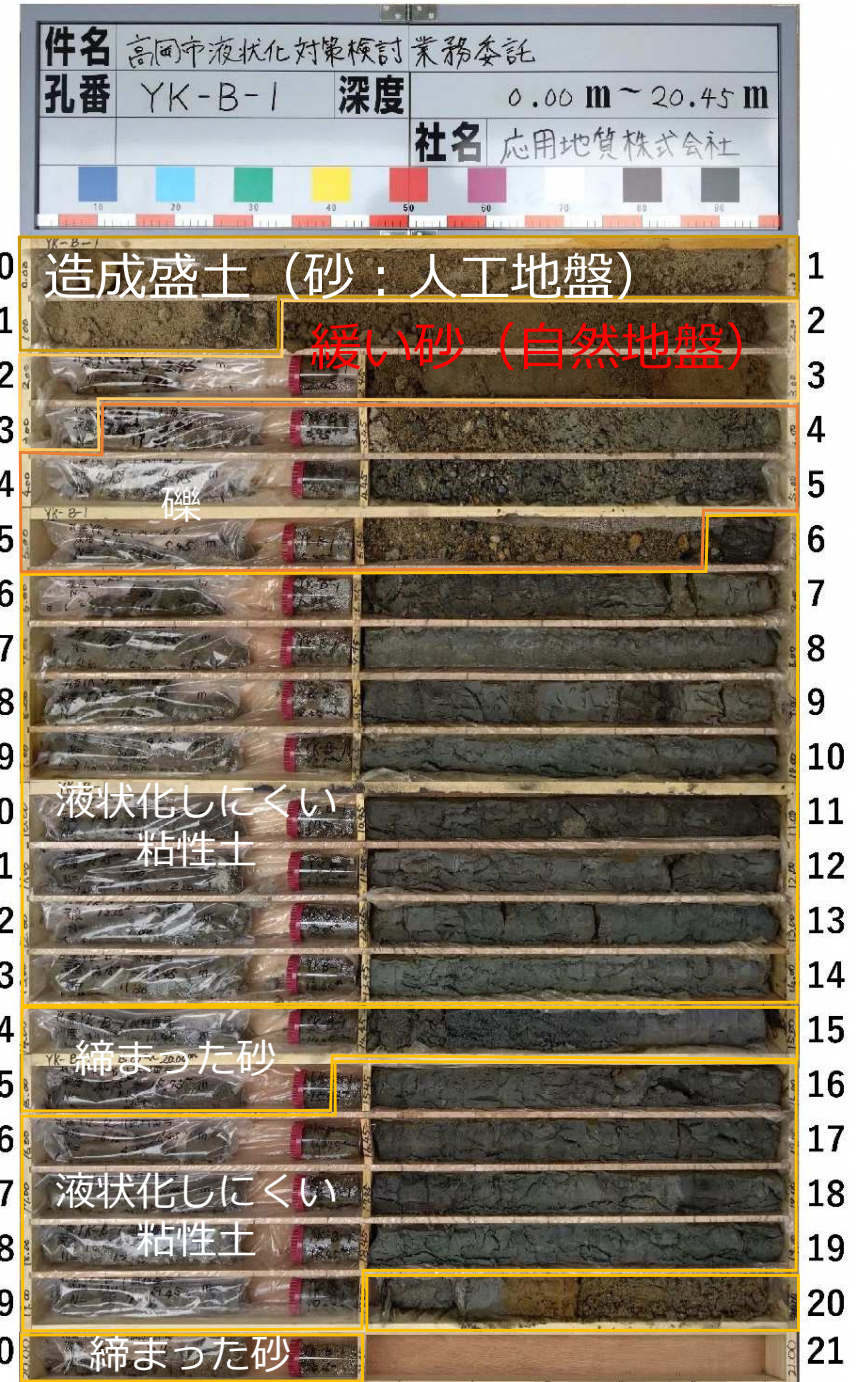
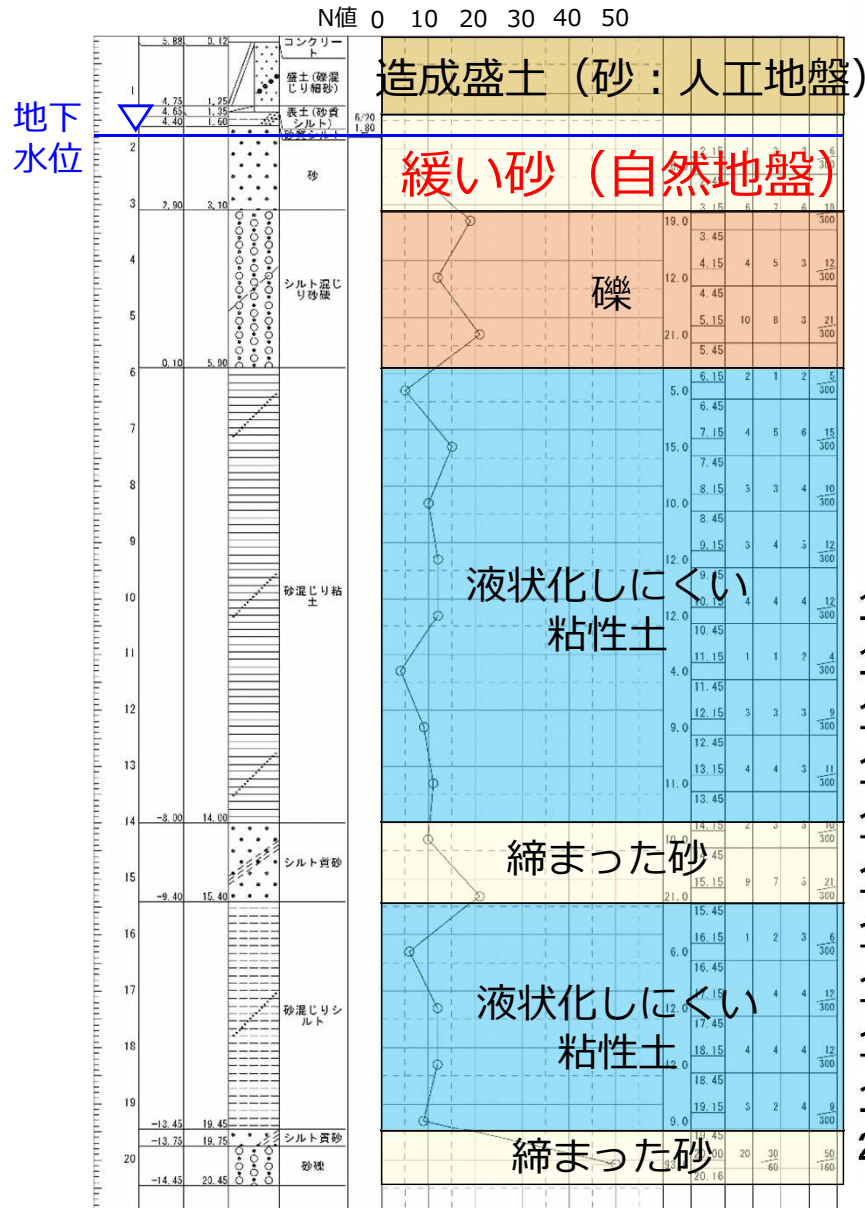
YS-B-1（ボーリング結果）



YS-B-3（ボーリング結果）

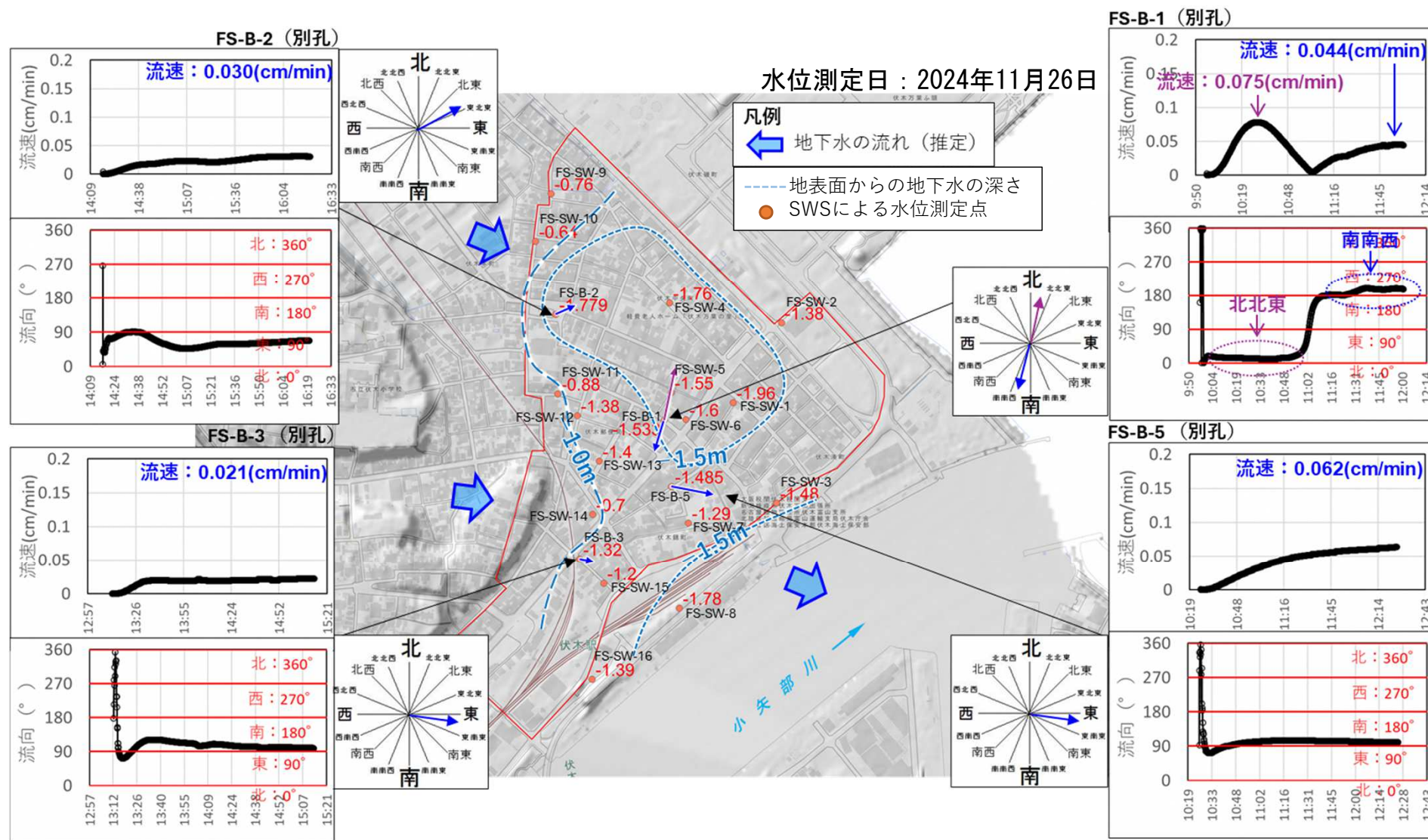


YK-B-1（ボーリング結果）



地下水位状況（G.L.-）

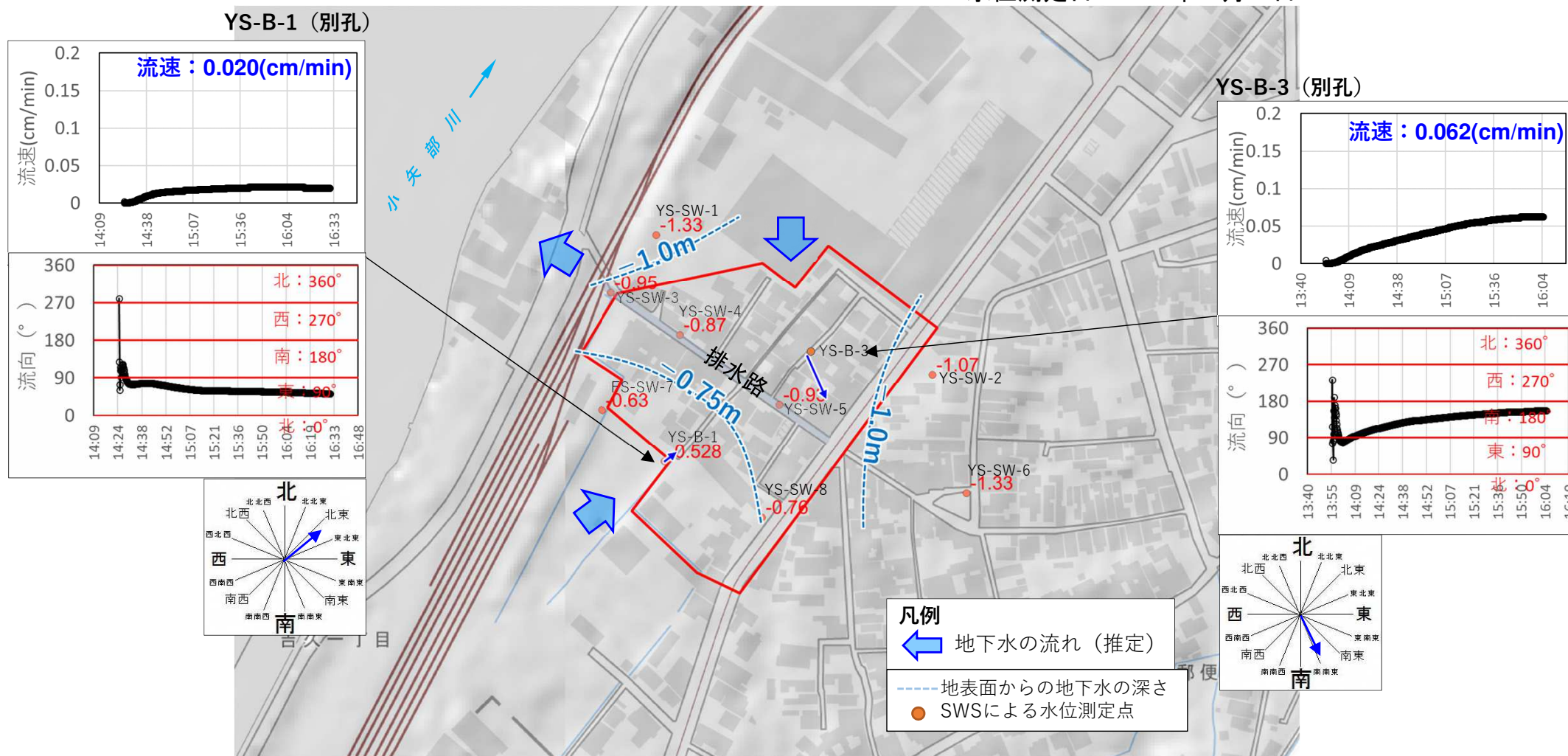
- 伏木地区では、4箇所で流向・流速測定を実施しました。
- 測定結果から、全体的に地下水は北西の段丘から南東方向に、小矢部川方向へ流れていると考えられます。



地下水位状況（G.L.-）

- 吉久地区では、2箇所で流向・流速測定を実施しました。
- 測定結果から、地下水は排水路方向に向かって流れ、そこから小矢部川に向かって流れていると考えられます。

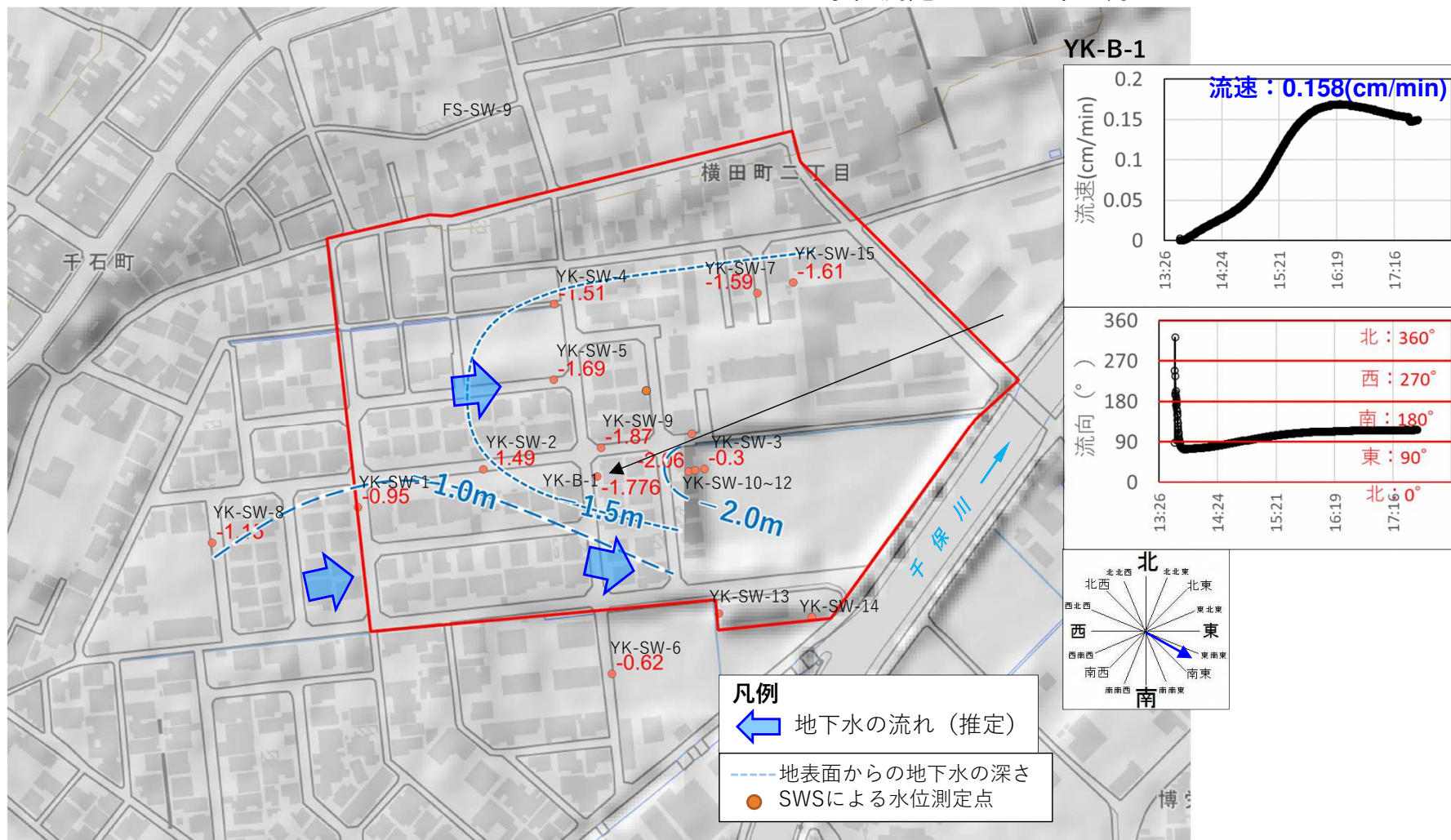
水位測定日：2024年11月27日



地下水位状況（G.L.-）

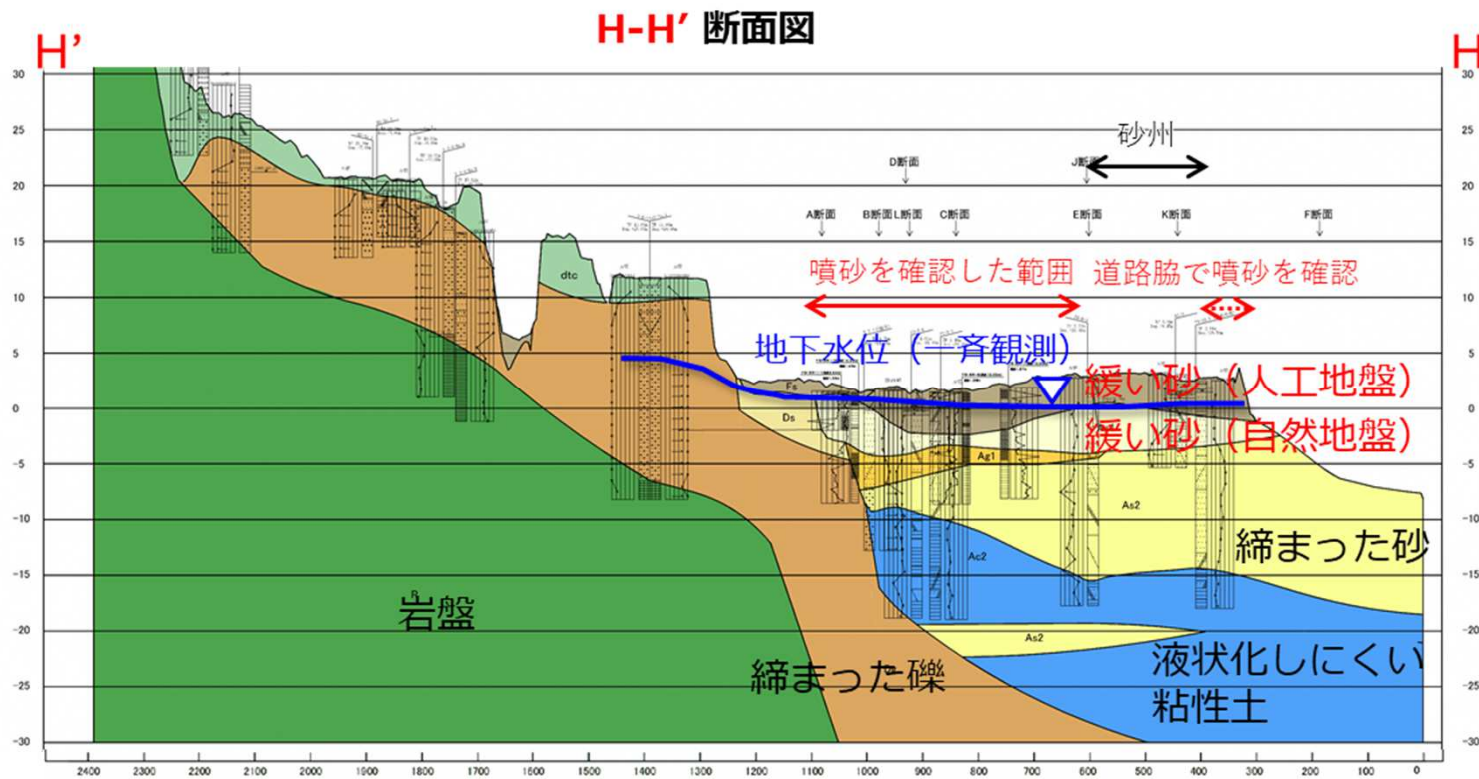
- 横田地区では、1箇所（YK-B-1）で流向・流速測定を実施しました。
- 測定結果から、地下水は千保川方向へ流れているものと考えられます。

水位測定日：2024年11月19日



【伏木地区】

- 液状化による被害は、氾濫平野の緩い砂の層が分布するエリアで、標高が低く地下水が地表面から浅い地域で発生したと考えられます。
- 同地区は震度5強で、200galを越える加速度の地震動が発生し、約1分の長い揺れが発生したことから、液状化が発生したと考えられます。
- 過去にも液状化の記録がある地域で液状化が発生したと考えられます。
- 液状化が発生した範囲は、液状化層の厚さが厚いため、被害が大きくなったと考えられます。
- 地下水が地表面から浅く、液状化層が地表面近くまで分布しているため、液状化の影響が地表面に現れ、被害が拡大したものと考えられます。

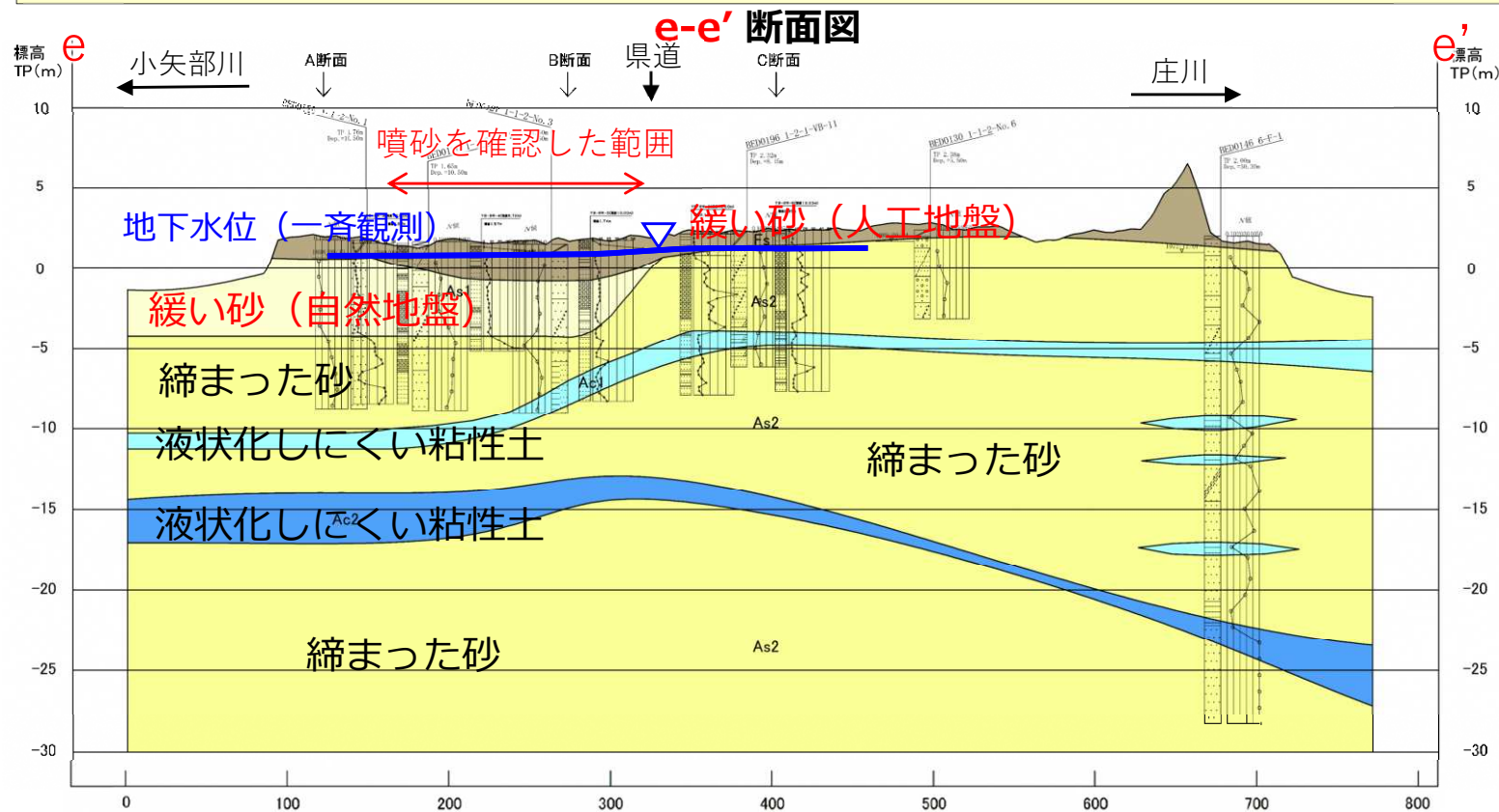


記号	地層名
Fs	表土層・埋土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ds	洪積砂質土層
Dg	洪積礫層（伏木礫層）
R	第三紀岩盤（城光寺泥岩・矢田砂岩層等）



【吉久地区】

- 液状化による被害は、氾濫平野の緩い砂の層が分布するエリアで、標高が低く地下水位が地表から浅い地域で発生したと考えられます。
- 同地区は震度5強で、200galを越える加速度の地震動が発生し、約1分の長い揺れが発生したことから液状化が発生したと考えられます。
- 過去にも液状化の記録がある地域で液状化が発生したと考えられます。
- 県道の西側には、緩い砂の層が分布しており、噴砂を確認した範囲と概ね一致しています。この緩い砂の層は、旧庄川と小矢部川の合流点付近に位置しているため、河川由来の河床堆積物と考えられます。
- 地下水位は、地表面から約1m前後で一定であり、地下水が地表面から浅く、液状化層が地表面近くまで分布することで、液状化の影響が地表面に現れ、被害が拡大したものと考えられます。



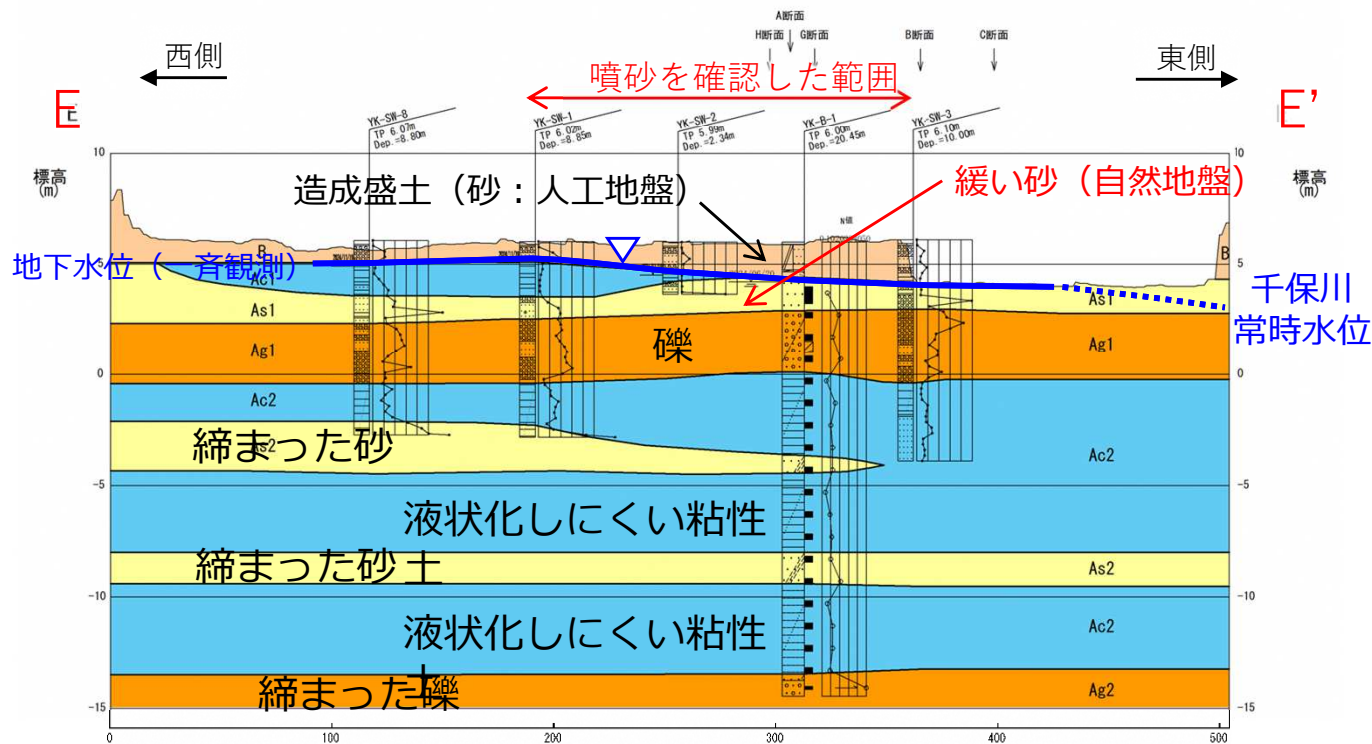
記号	地層名
Fs	表土層・埋立層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層



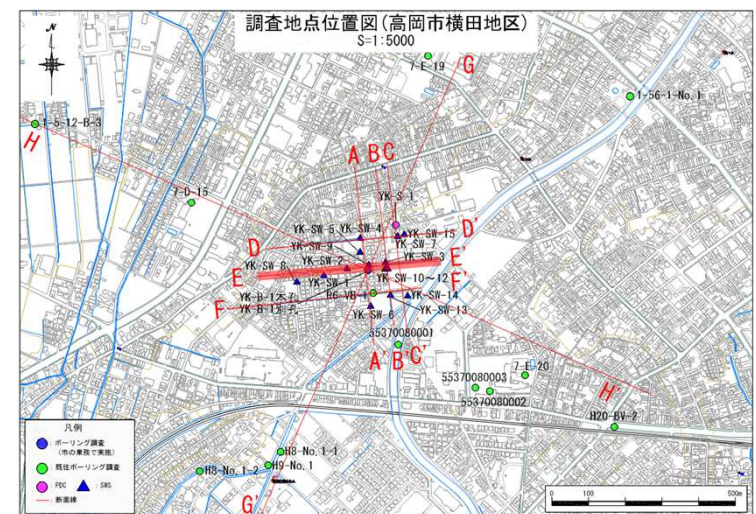
【横田地区】

- 液状化による被害は、氾濫平野と旧河道の湾曲部の内岸側の緩い砂の層が分布するエリアで発生したと考えられます。
- 同地区は震度5強で、200galを越える加速度の地震動が発生し、約1分の長い揺れが発生したことから液状化が発生したと考えられます。
- 過去にも液状化の記録がある地域で液状化が発生したと考えられます。
- 宅地造成盛土の下にある、緩い砂の層で、液状化が発生したと考えられます。一方、横田地区の北側と西側には液状化しにくい粘性土層が分布しており、液状化の被害が少なかったと考えられます。
- 造成宅地の中央付近から南側にかけて、地下水位は、地表面から約2mであり、地下水が地表面から浅く、被害が発生したものと考えられます。

E-E' 断面図

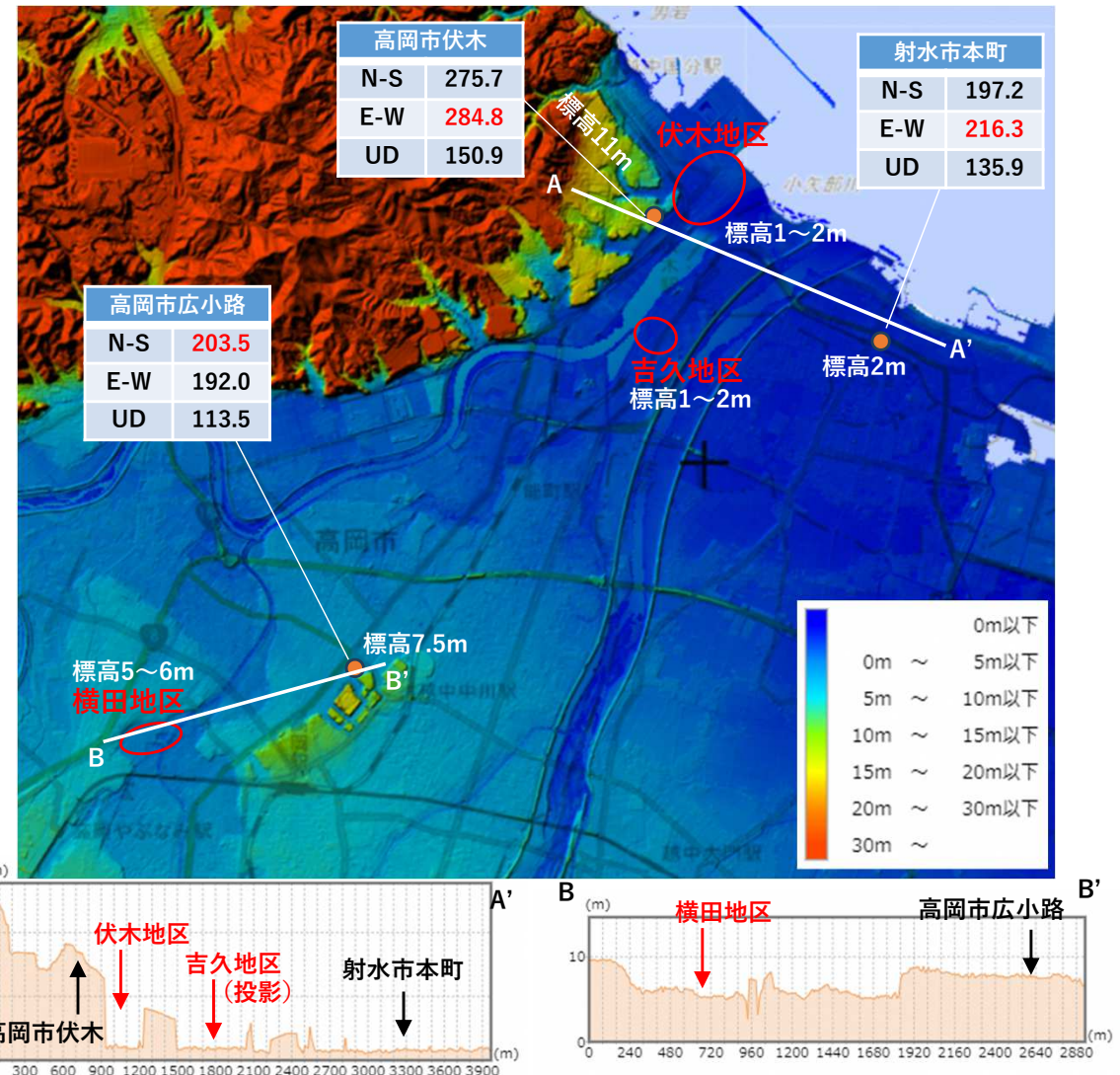
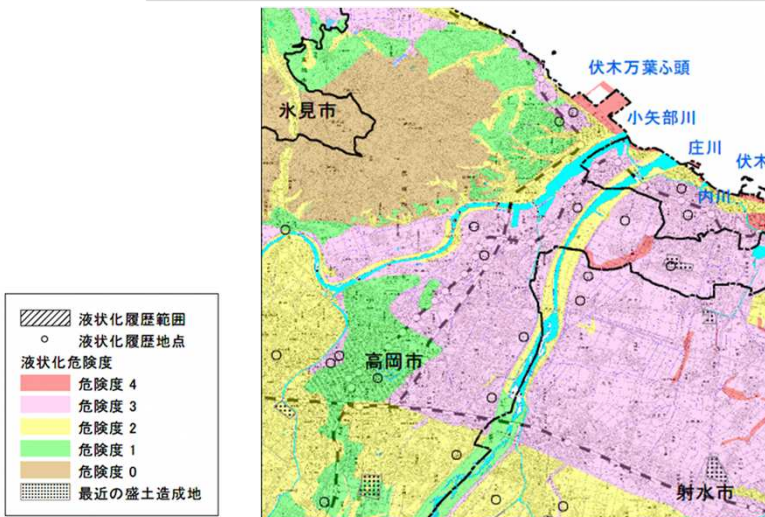
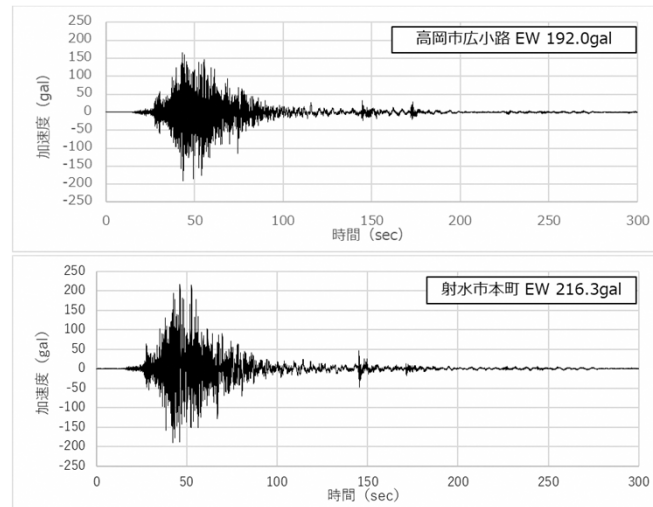


記号	地層名
B	表土層・盛土層
As1	第一沖積砂質土層
Ac1	第一沖積粘性土層
Ag1	第一沖積礫層
As2	第二沖積砂質土層
Ac2	第二沖積粘性土層
Ag2	第二沖積礫層



対策検討

- 地震動は「高岡市伏木、高岡市広小路、射水市本町」などの3箇所の観測所で記録されています。
- 「高岡市伏木」は標高約**11.7m**の**低位段丘上**で、富山県液状化しやすさマップによる危険度**1**に区分されます。
- 「高岡市広小路、射水市本町」は標高約**7.5m**、**2.0m**の**低地部**に位置し、富山県液状化しやすさマップによる危険度**2～4**に区分されるエリアにあります。今次災害の地震動は、地震応答解析等は実施せず、伏木地区・吉久地区は、地形地質状況が概ね同じであり、近傍の「射水市本町」観測所における観測値を参考に設定します。横田地区は「射水市本町」観測所からやや離れていますが、高岡市内の調査地点における地震動を統一するために、伏木地区・吉久地区と同じ値を設定します。



※出典：富山県液状化しやすさマップ（国土交通省関東地方整備局）

想定地震動と対策効果の目標値

【液状化対策を実施するための目標値の設定】

- 市街地液状化対策推進ガイダンス（以下、「ガイダンス」という。）による液状化対策とは、「住宅や各公共施設の個別の復旧のみならず、将来起こりえる地震による液状化被害の抑制又は軽減が期待される」ことです。

【宅地に求める地震に対する目標性能】

- 液状化被害の抑制又は軽減するために想定する地震動は、「中地震は下回らないもの」とされます。宅地防災マニュアルによる目標性能は以下のとおりです。

中地震相当：宅地の機能に重大な支障が生じない

→例）地震発生後、通常の維持・管理の範疇を上回る補強工事や改築工事等の対策を要しない

⇐ガイダンス
の目標性能

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

→例）宅地自体にある程度の被害が発生することは許容するが、宅地としての機能が失われ、崩壊や倒壊等により直接人命に危害を与えない

【高岡市における想定地震動】

- 想定地震動の設定を以下に示す。

想定地震動の設定

タイプ	想定地震動の規模		加速度 (gal)	マグニ チュード	高岡市	他都市の想定地震動	
						熊本市	東日本大 震災
中地震 相当	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	高岡市における液状化対策検討時の地 震動	220gal	M7.6	240gal, M7.3	200gal, M9.0
大地震 相当	タイプ3	地域防災計画に定める地震動	今後想定される直下型地震による 大きな地震動（砺波平野断層帯西部）	380gal	M7.2		

想定地震動と対策効果の目標値

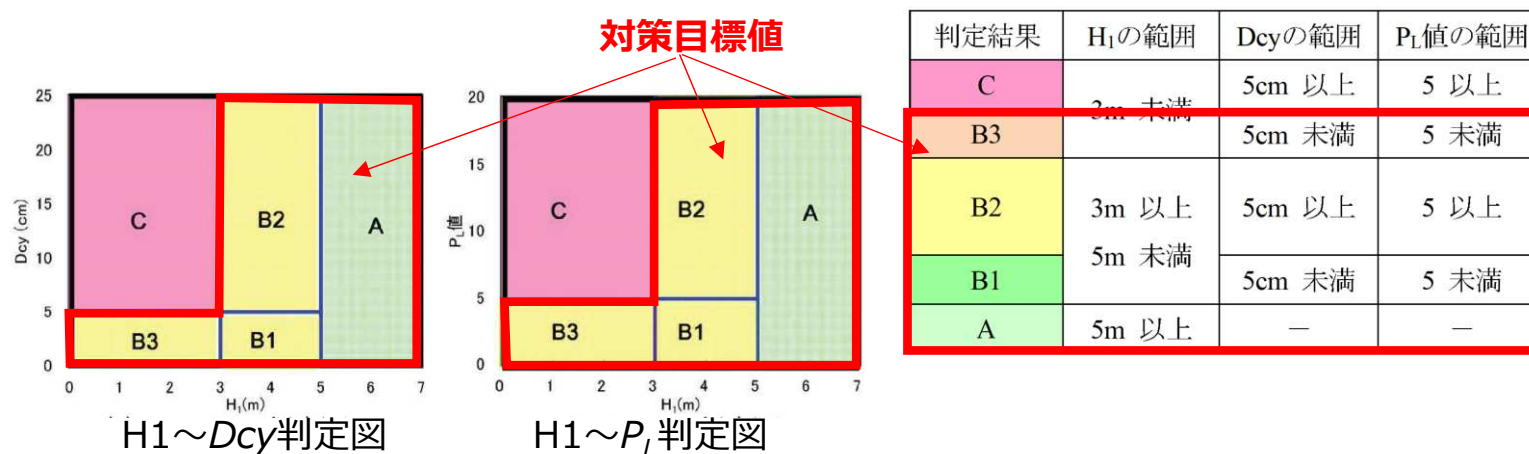
ガイダンスによると、想定地震動の設定に当たり、「液状化対策の目標値は、対象とする地震動の大きさとこの荷重に対する応答値として、中地震に相当する地震動を下回らないものとする」とされています。そのため、高岡市における想定地震動は、**「タイプ2」**を設定することとしました。

想定地震動の大きさ

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	中地震相当 (震度5程度)
タイプ2	今次災害を考慮した地震動	高岡市における液状化対策検討時の地震動	220gal	M7.6	
タイプ3	地域防災計画に定める地震動	今後想定される直下型地震による大きな地震動	380gal	M7.2	大地震相当

【液状化対策効果の目標値】

液状化対策効果の目標値は、地下水位低下工法を採用とした場合の**「B3ランク」以上**を対策効果の目標値としました。



液状化判定の結果（現況：伏木地区）

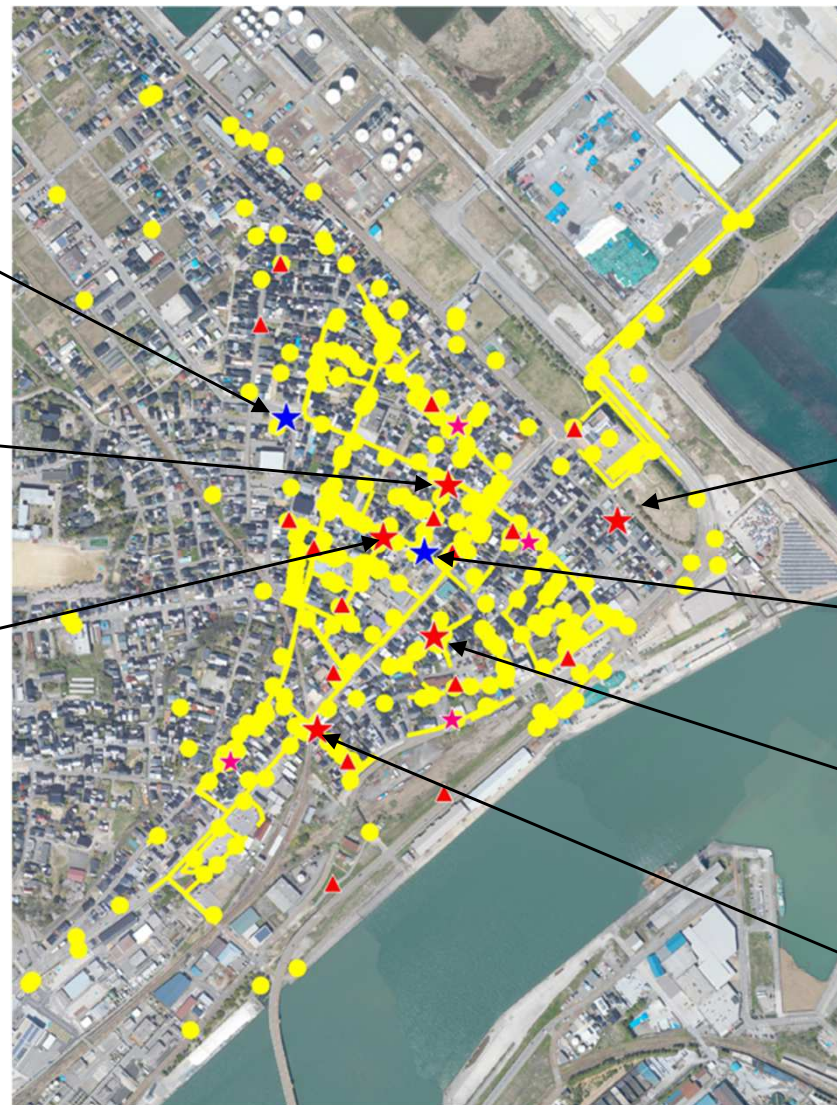
- 各ボーリング結果から液状化判定を実施しました。
- 液状化判定の結果と噴砂の状況と整合していると考えられます。
- 判定の結果がCでない地点でも、液状化の可能性があります。

地震動	FS-B-2	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	A	A
タイプ2	A	A

地震動	FS-B-7	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	C	C
タイプ2	C	C

地震動	FS-B-6	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	C	C
タイプ2	C	C

凡例	
★	ボーリング調査 (国の業務で実施)
★	ボーリング調査 (市の業務で実施)
★	PDC (市の業務で実施)
▲	SWS (国の業務で実施)
●	噴砂
—	道路における液状化箇所



①タイプ1地震動 (200gal、M7.5)

②タイプ2地震動 (220gal、M7.6)

地震動	FS-B-4	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	A	A
タイプ2	A	A

地震動	FS-B-1	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	C	C
タイプ2	C	C

地震動	FS-B-5	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	B1	B1
タイプ2	B1	B1

地震動	FS-B-3	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	B3	B3
タイプ2	C	B3

液状化判定の結果（現況：吉久地区）

- 各ボーリング結果から液状化判定を実施しました。
- 液状化判定の結果と噴砂の被害状況と整合していると考えられます。
- 判定の結果がCでない地点でも、液状化の可能性あります。

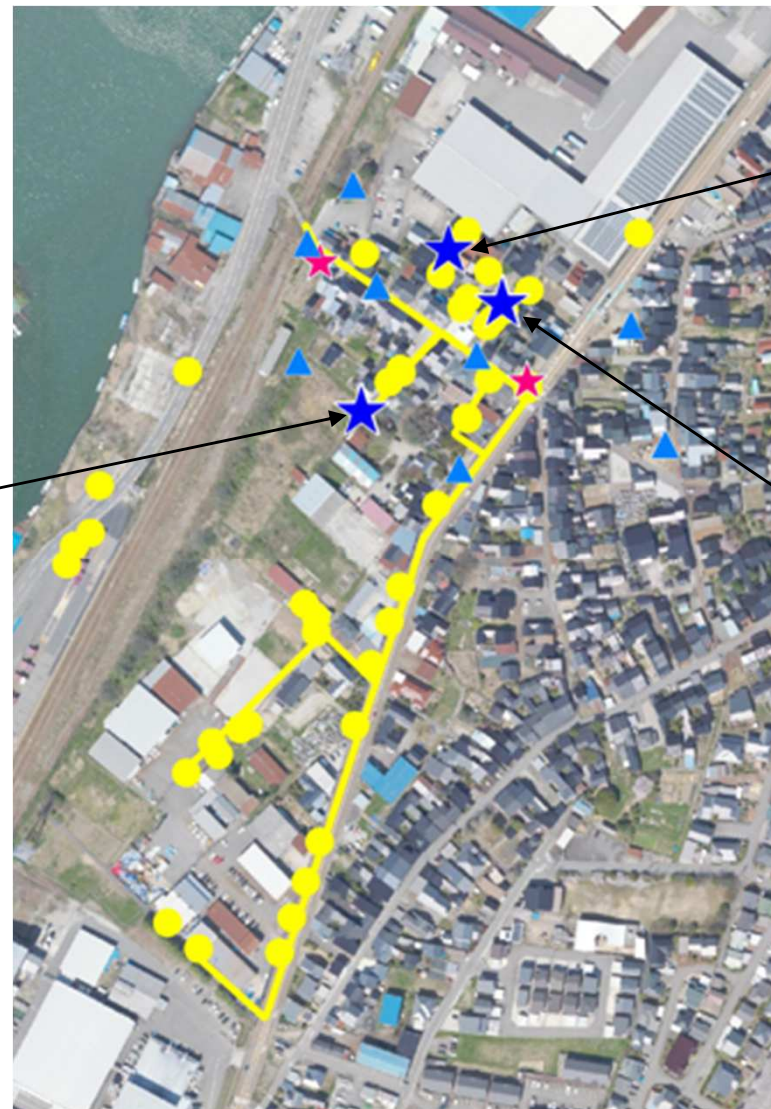
①タイプ1地震動（200gal、M7.5）

②タイプ2地震動（220gal、M7.6）

地震動	YS-B-1	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	B3	B3
タイプ2	B3	B3

地震動	YS-B-2	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	C	C
タイプ2	C	C

地震動	YS-B-3	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	C	C
タイプ2	C	C



凡例	
★	ボーリング調査 （市の業務で実施）
★	PDC（市の業務で実施）
▲	SWS （市の業務で実施）
●	噴砂
—	道路における液状化箇所

液状化判定の結果（現況：横田地区）

- 各ボーリング結果から液状化判定を実施しました。
- 噴砂が確認された箇所周辺でボーリング調査を実施しました。
- ボーリング調査地点での液状化判定の結果はB3判定でした。
- 判定の結果がCでない地点でも、液状化の可能性あります。

①タイプ1地震動（200gal、M7.5）

②タイプ2地震動（220gal、M7.6）

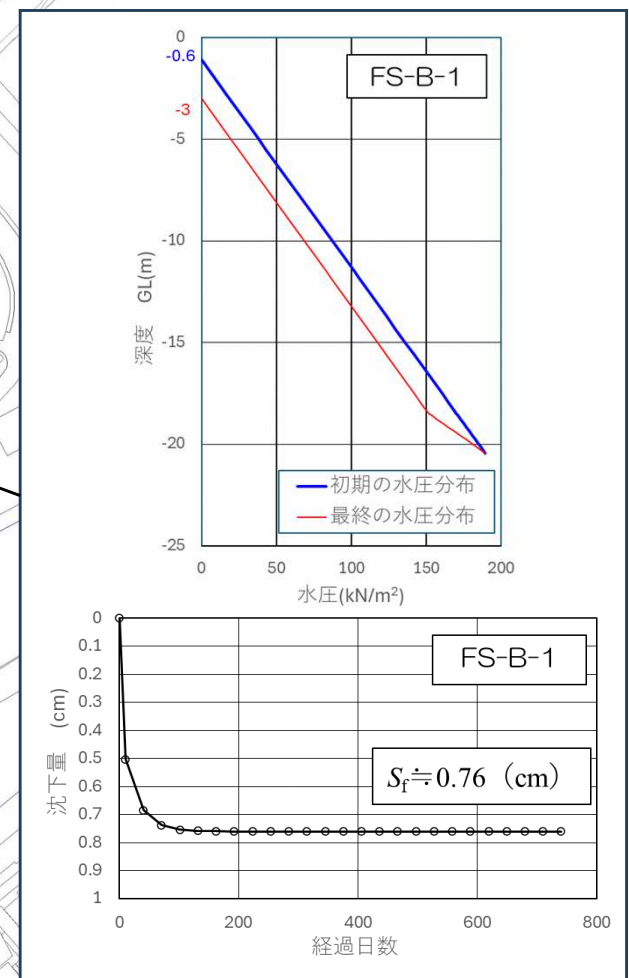
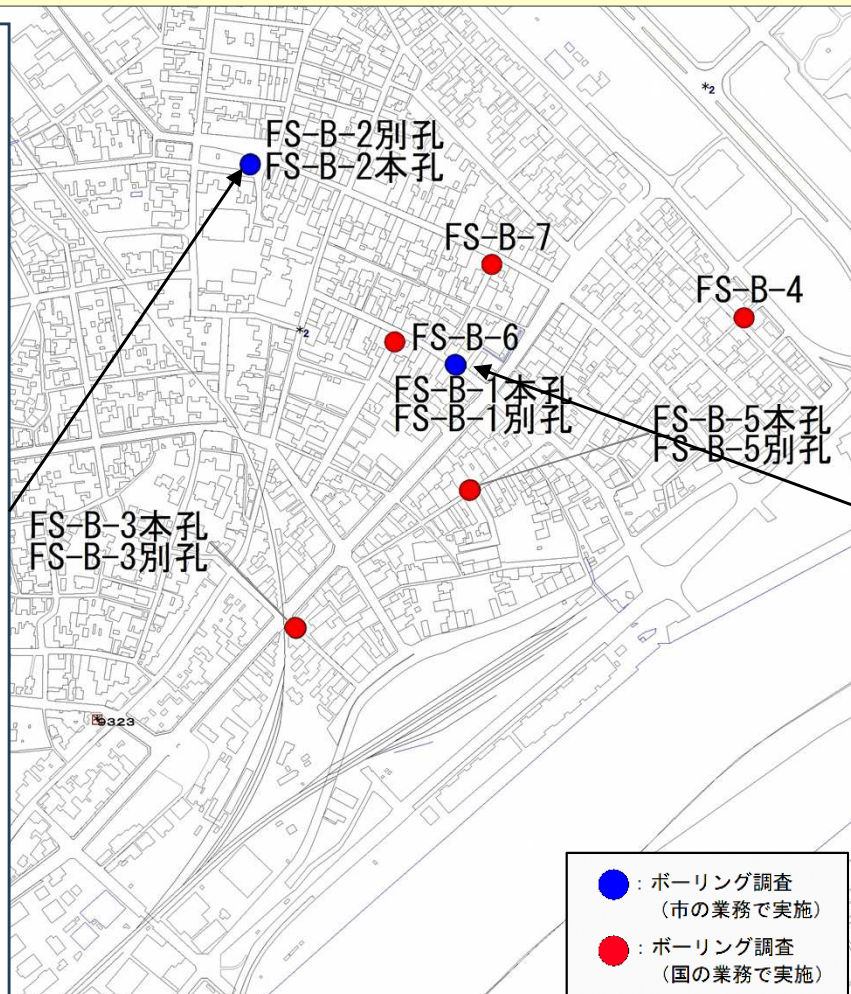
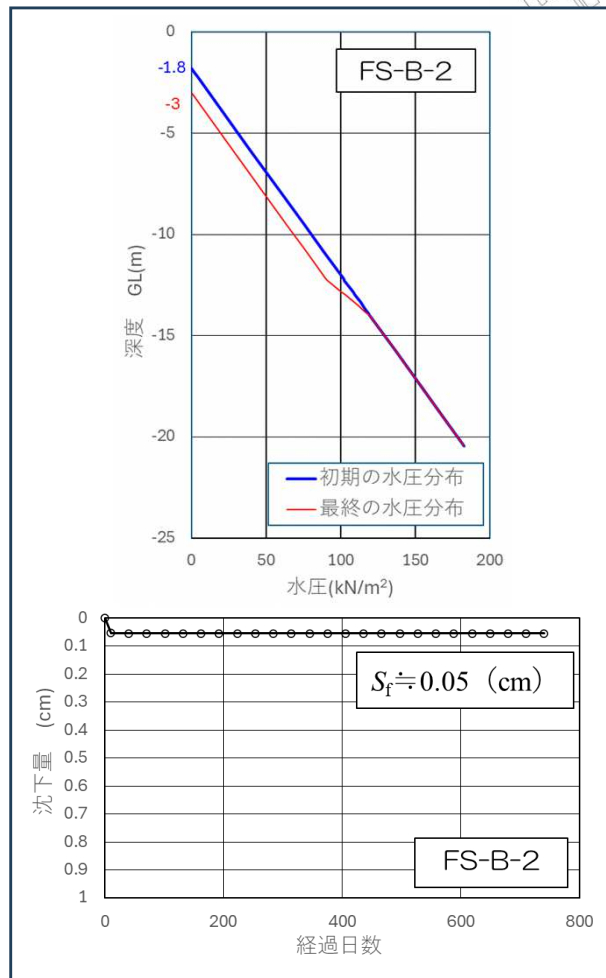
地震動	YK-B-1	
	PL 判定	Dcy 判定
タイプ1	B3	B3
タイプ2	B3	B3



凡例	
★	ボーリング調査 (市の業務で実施)
★	PDC (市の業務で実施)
▲	SWS (市の業務で実施)
●	噴砂
—	道路における液状化箇所

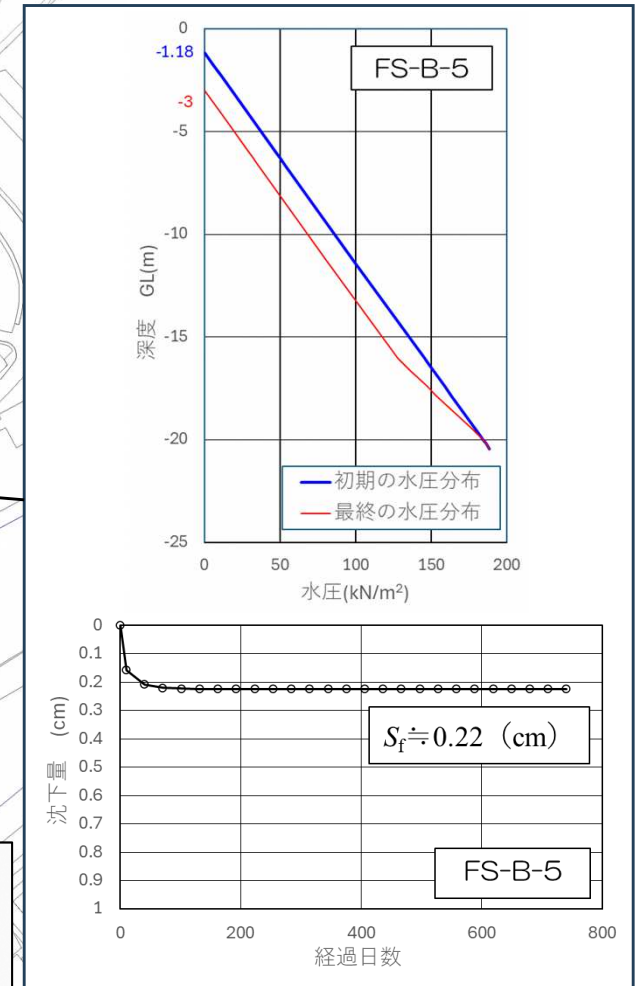
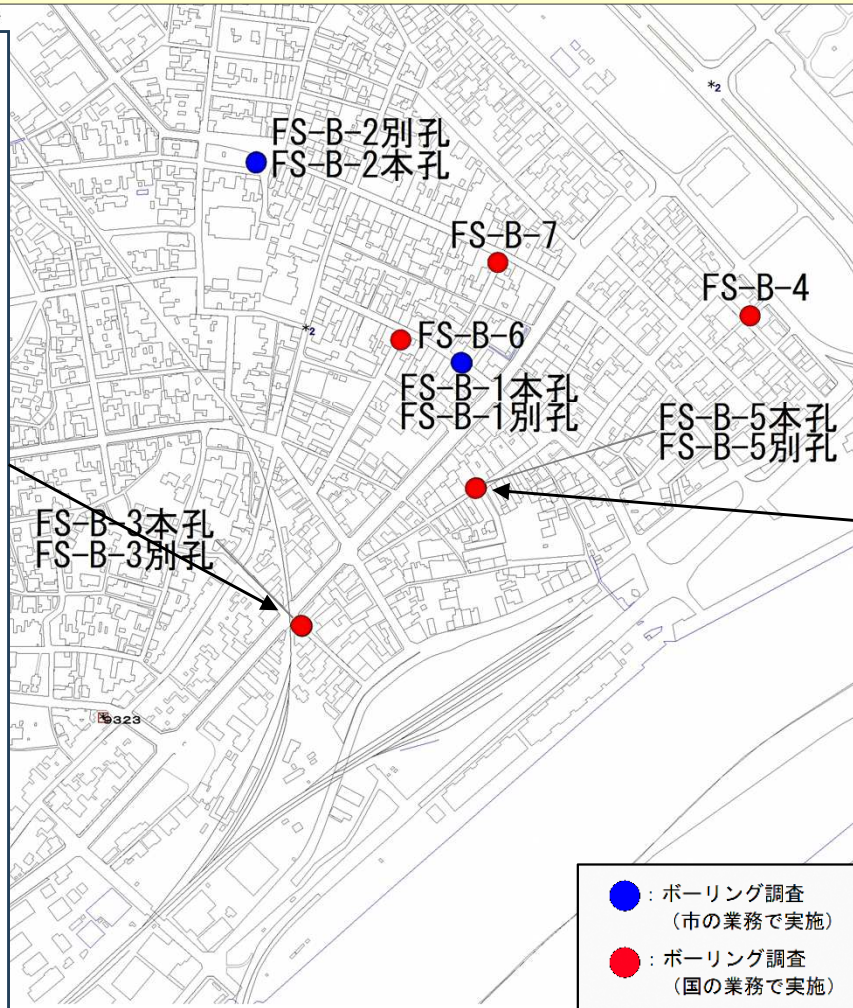
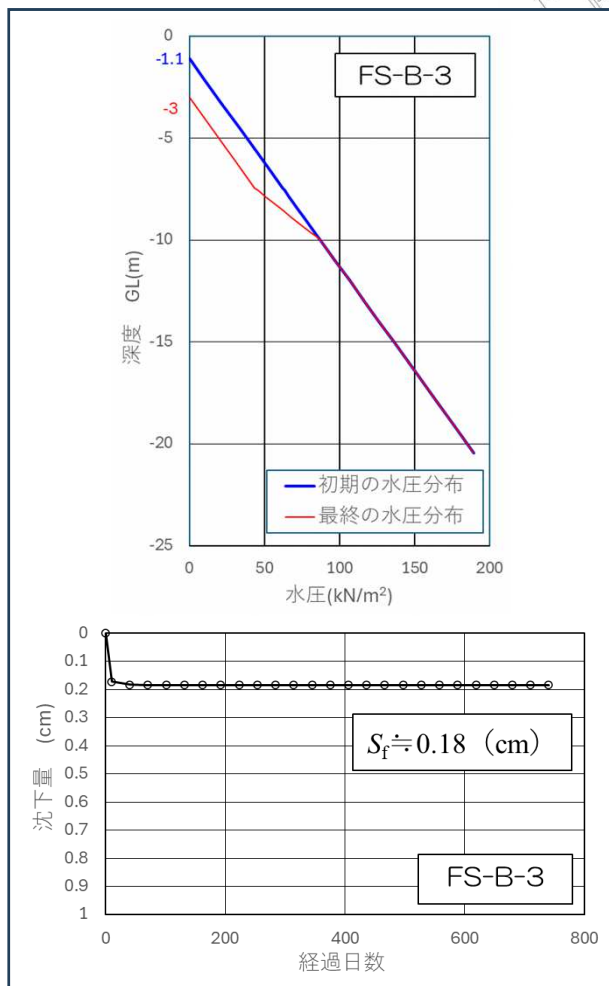
地下水位低下工法による地盤沈下の可能性の検証（伏木地区）

- 伏木地区で、目標ランクを満足する水位まで地下水位を低下させた場合、約 1 cm の地盤沈下が発生する可能性があります、沈下量としてごく僅かです。
- 地下水位低下工法を採用した場合、有害な地盤沈下が発生する可能性は小さいと考えられます。



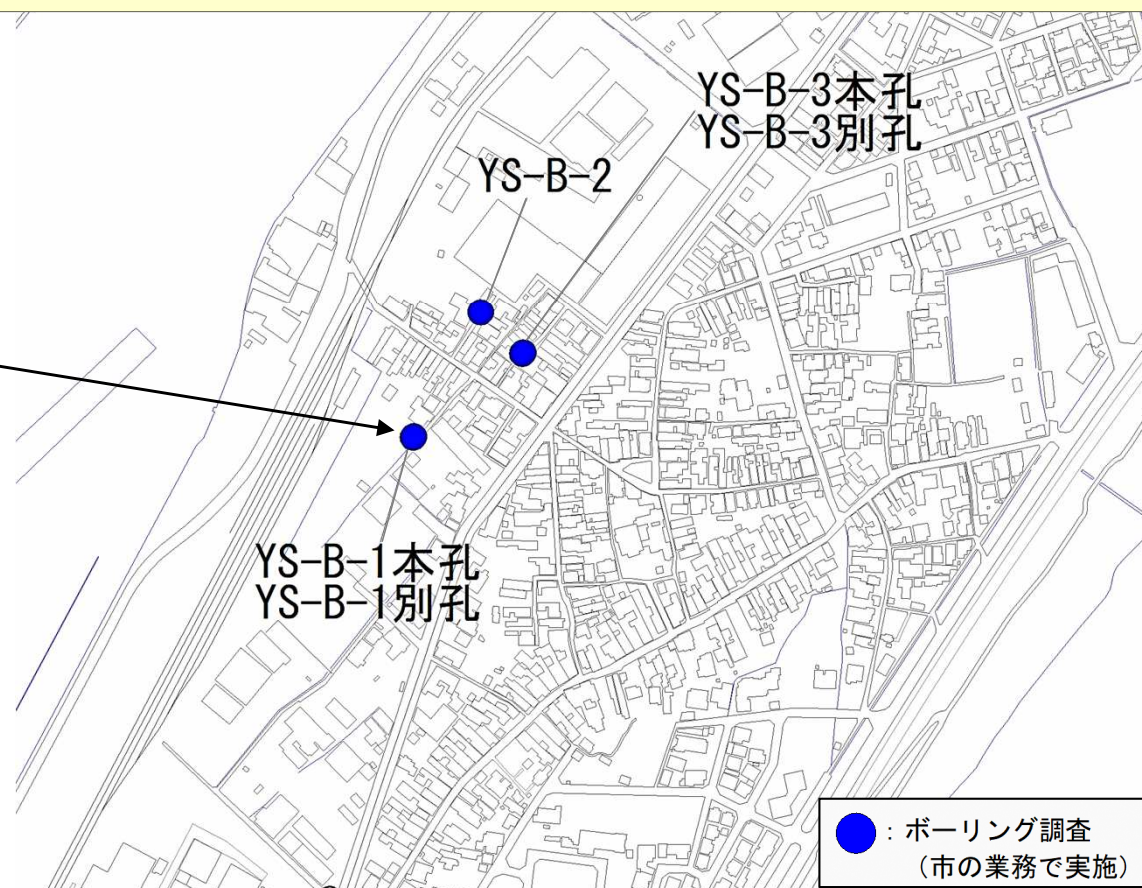
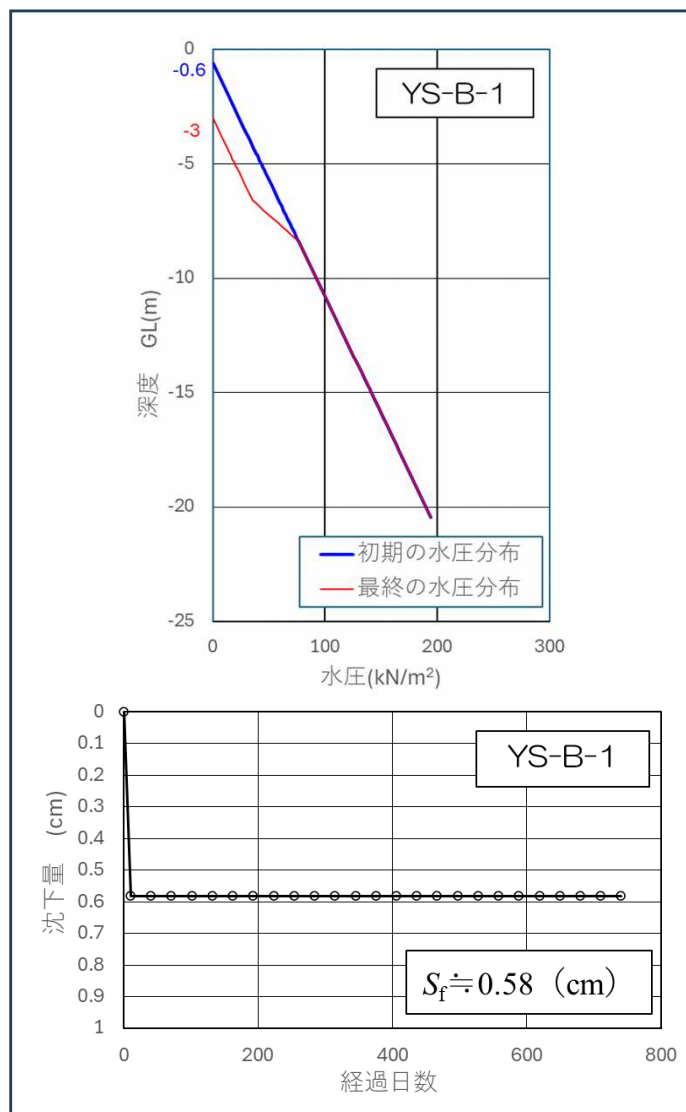
地下水位低下工法による地盤沈下の可能性の検証（伏木地区）

- 伏木地区で、目標ランクを満足する水位まで地下水位を低下させた場合、約 1 cm の地盤沈下が発生する可能性があります、沈下量としてごく僅かです。
- 地下水位低下工法を採用した場合、有害な地盤沈下が発生する可能性は小さいと考えられます。



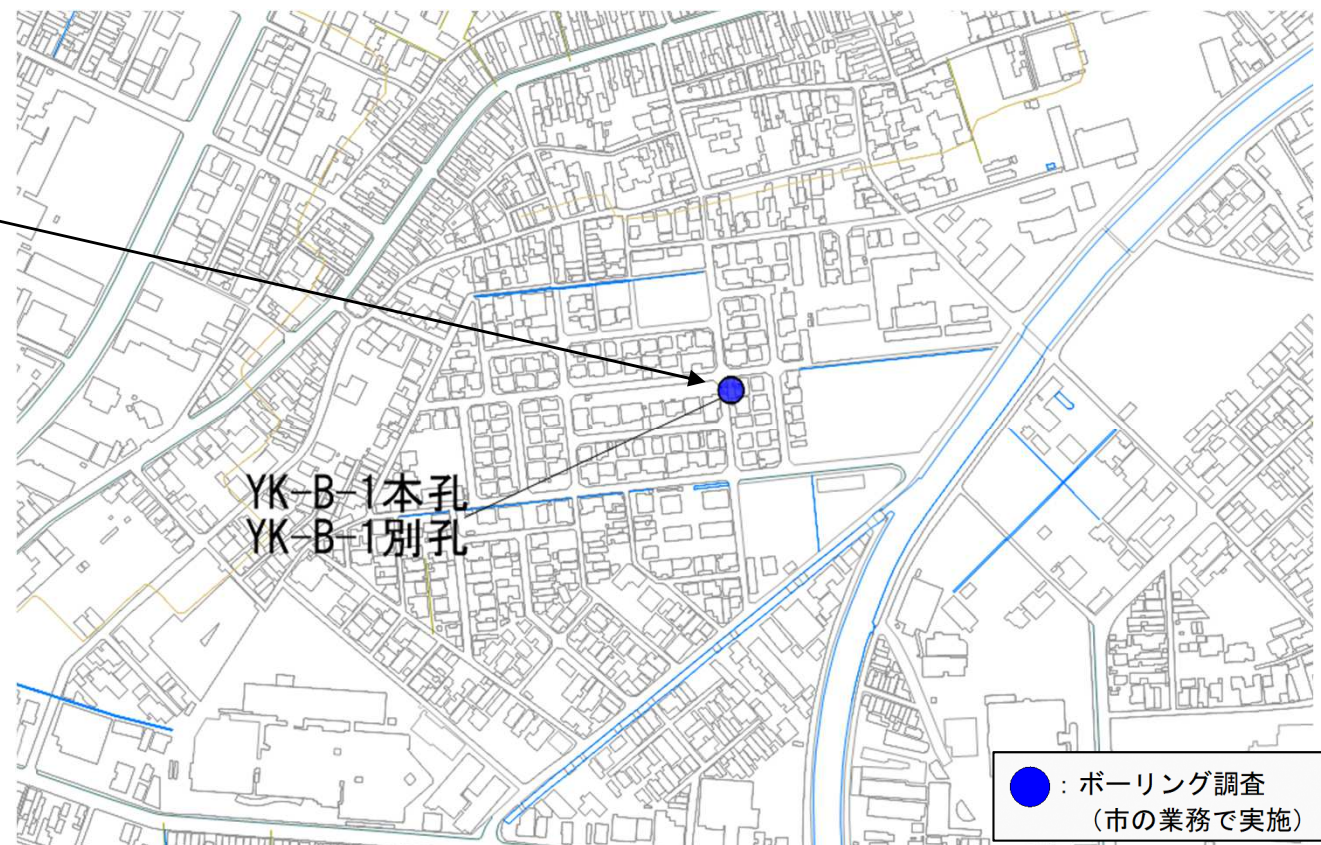
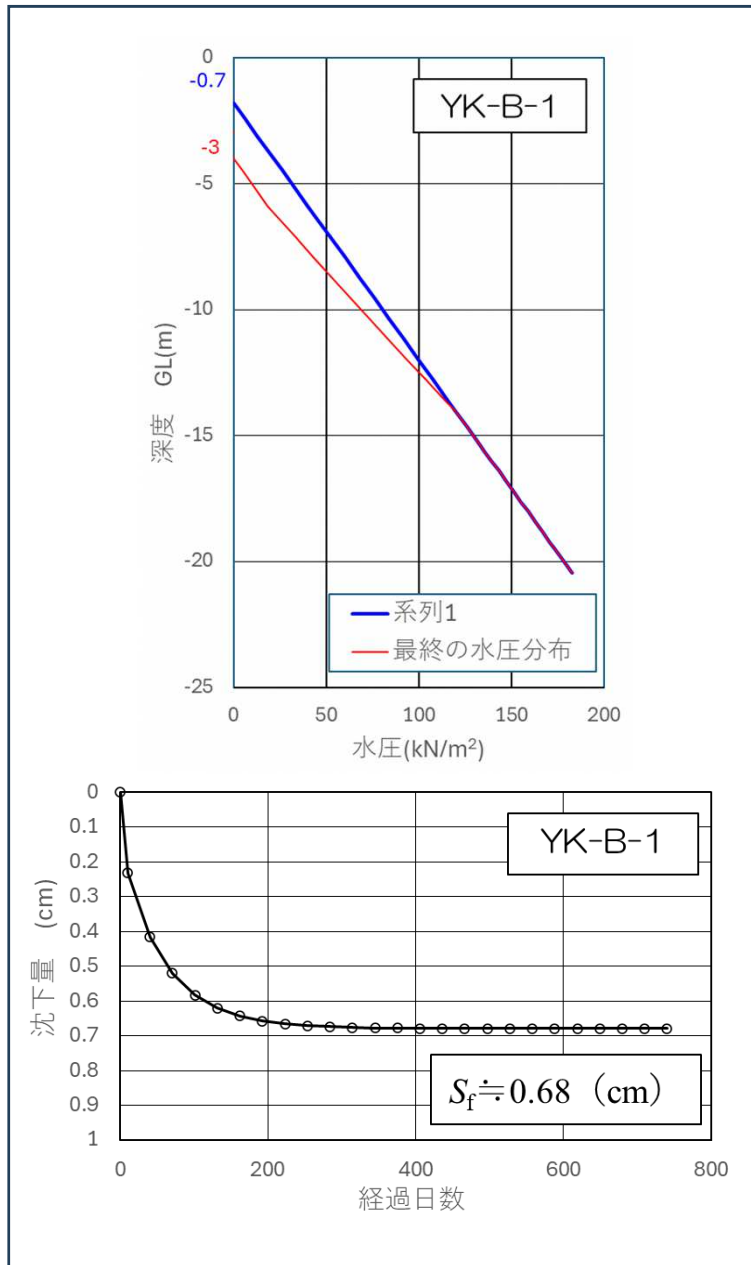
地下水位低下工法による地盤沈下の可能性の検証（吉久地区）

- 吉久地区で、目標ランクを満足する水位まで地下水位を低下させた場合、約 1 cm の地盤沈下が発生する可能性があります、沈下量としてごく僅かです。
- 地下水位低下工法を採用した場合、有害な地盤沈下が発生する可能性は小さいと考えられます。



地下水位低下工法による地盤沈下の可能性の検証（横田地区）

- 横田地区で、目標ランクを満足する水位まで地下水位を低下させた場合、約 1 cm の地盤沈下が発生する可能性があります、沈下量としてごく僅かです。
- 地下水位低下工法を採用した場合、有害な地盤沈下が発生する可能性は小さいと考えられます。



地盤調査の結果や液状化対策アドバイザーの助言から、本市では、有効な対策工法に「地下水位低下工法」を選定しました（伏木、吉久、横田）。別表1、別表2に示す概算の事業費は、他市の事例をもとに算出しました。

		道路と宅地の一体的な液状化対策【宅地液状化防止事業】	
		①地下水位低下工法	②格子状地中壁工法
施工イメージ			
概要		地下水位の高さを強制的に低下させ、液状化が発生する可能性がある地表面下数メートルを非液状化層とし、液状化の被害を低減する工法。 ①集水管方式と②井戸方式に分けられる。 ・道路などの公共施設区域内で実施可能 ・公共施設と宅地の一体型液状化対策 ・工事が比較的容易かつ低額 ・施工後の維持管理費が必要	地中に柱列状の固化壁を格子状に配置し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の被害を低減する工法。 ①機械攪拌方式(大規模)と②高圧噴射攪拌方式(小規模)に分けられる。 ・公共施設と宅地の一体型液状化対策 ・早期に対策効果が期待できる ・施工後の維持管理が不要
適用性	経済性	別表1、2のとおり	別表1、2のとおり
	対策効果	○ (一定の効果が見込まれる)	○ (一定の効果が見込まれる)
	施工性	○ (施工可能)	△ (地中壁の施工が困難)
	宅地等影響	△ (地盤沈下や対策範囲外での液状化リスクが高まる恐れ等)	△ (地盤変位や対策範囲外での液状化リスクが高まる恐れ、地中壁上部の利用制限等)
他都市実績		○ (多い)	× (非常に少ない)
総合評価		○ (一定の対策効果が見込まれ、経済性や施工性が優位であり、他都市での実績も豊富であることから、「実施可能性が高い」と判断される。)	× (当該地の各家屋の大きさや配置状況を考慮すると、地盤対策効果を得ることが可能な格子間隔・配置で地盤改良体を施工することは困難であるため、「実施可能性は極めて低い」と判断される。)

別表1

		概算建設費（億円）	
		地下水位低下	格子状地中壁
伏	木	83	665
吉	久	8	50
横	田	14	90
計		105	805

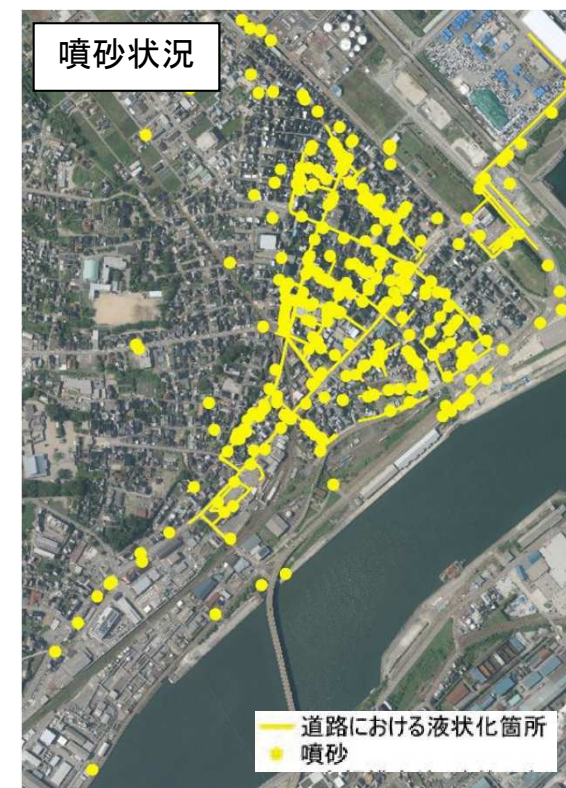
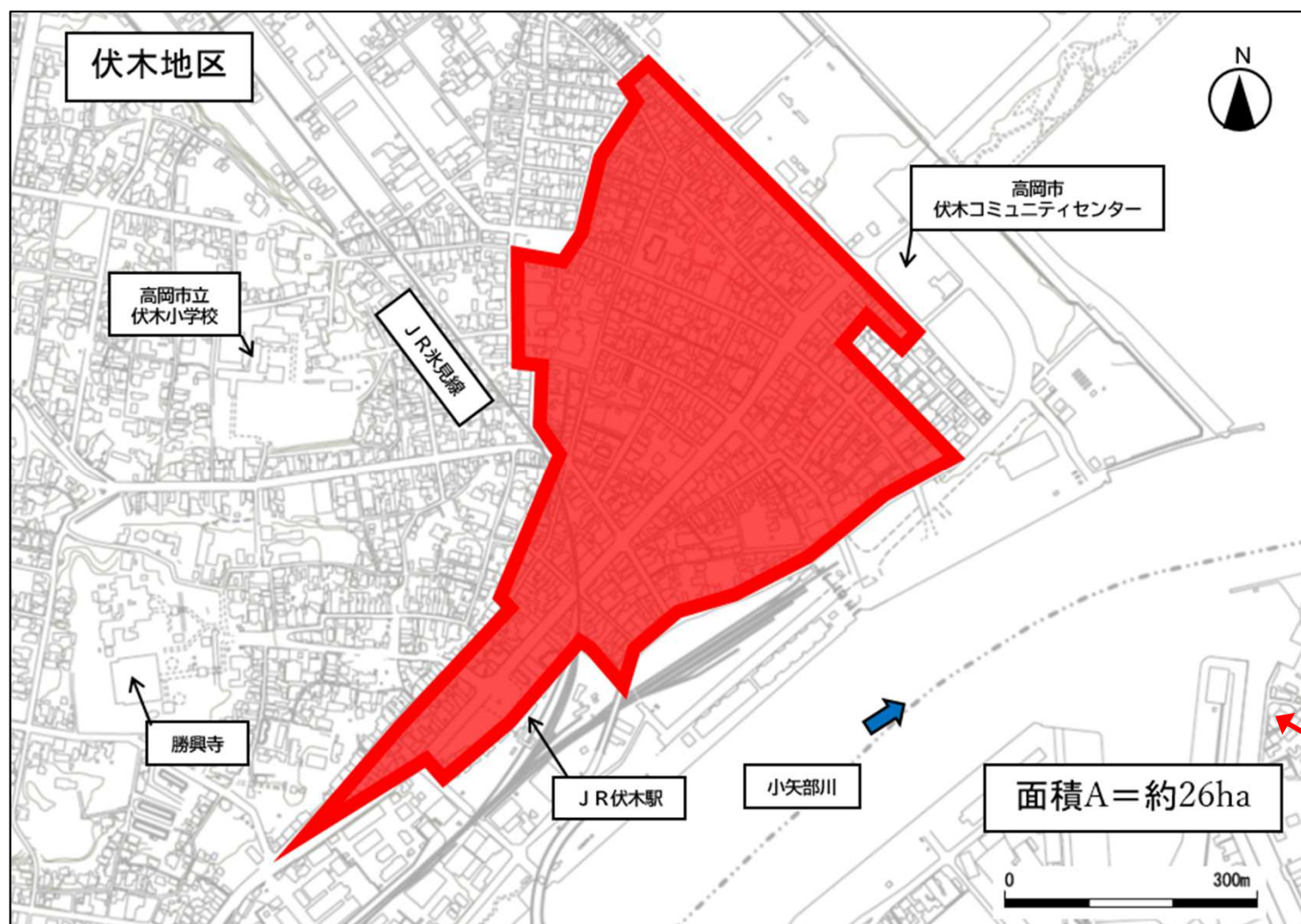
別表2

		概算年間維持管理費（百万円）	
		地下水位低下	格子状地中壁
伏	木	18	0
吉	久	3	0
横	田	5	0
計		26	0

※概算の事業費は今後の検討によって変動する可能性があります。

■対策範囲（案）：伏木地区

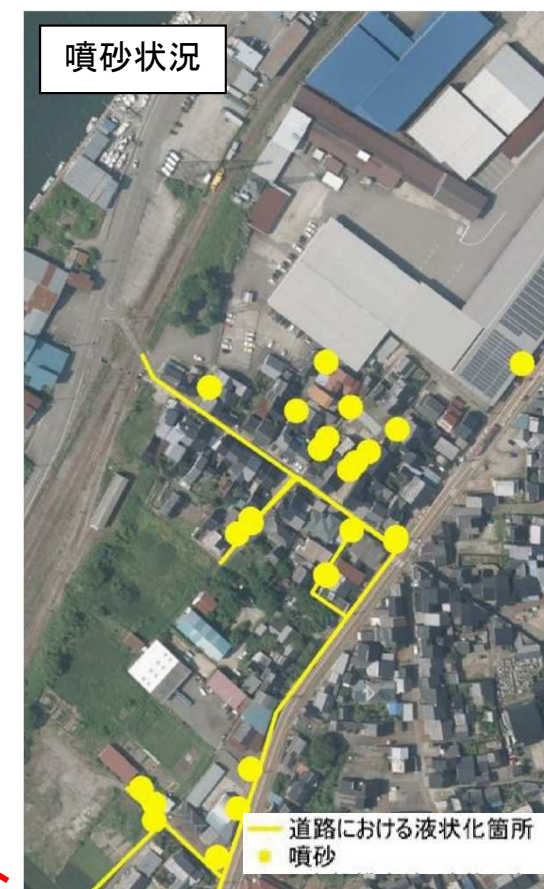
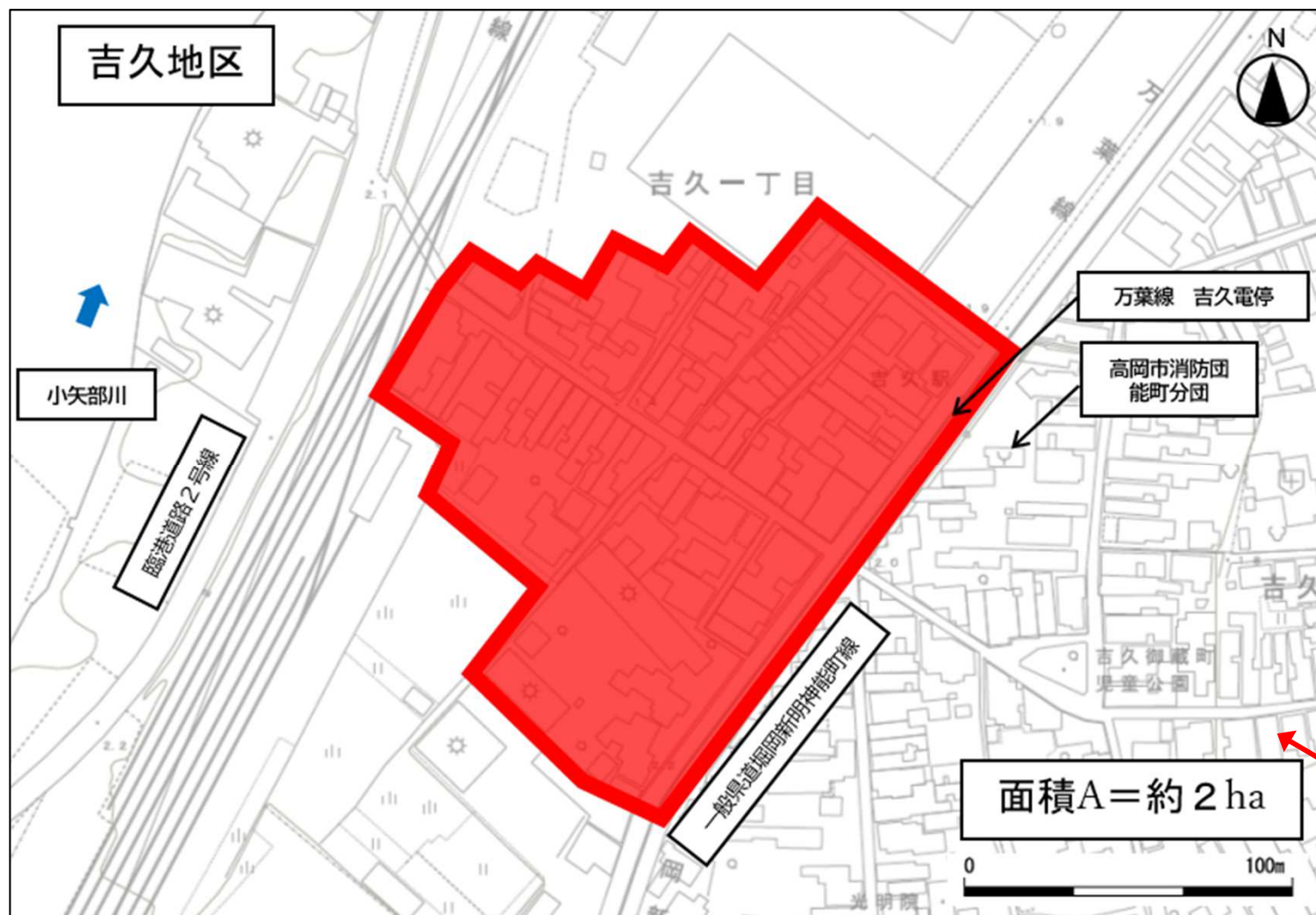
- 伏木地区では、液状化の被害が多く発生した地域で、対策範囲を設定しました。



現時点で想定される
対策範囲

■対策範囲（案）：吉久地区

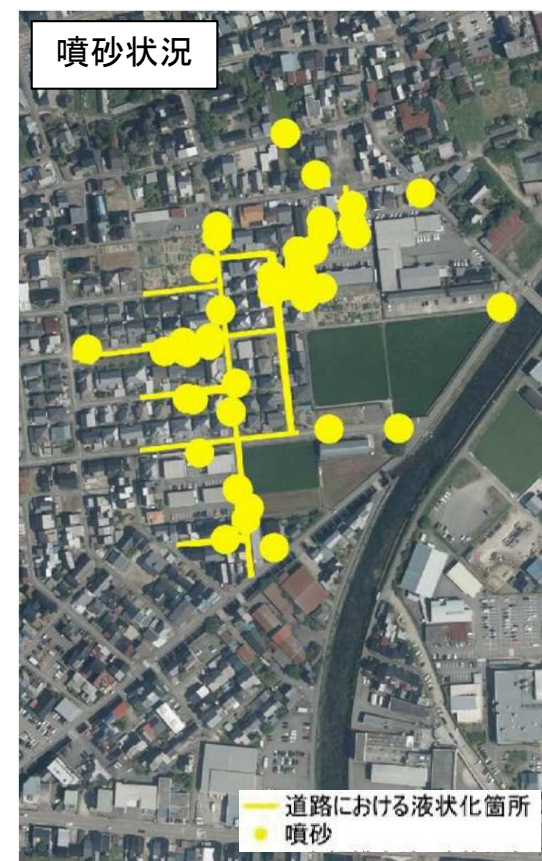
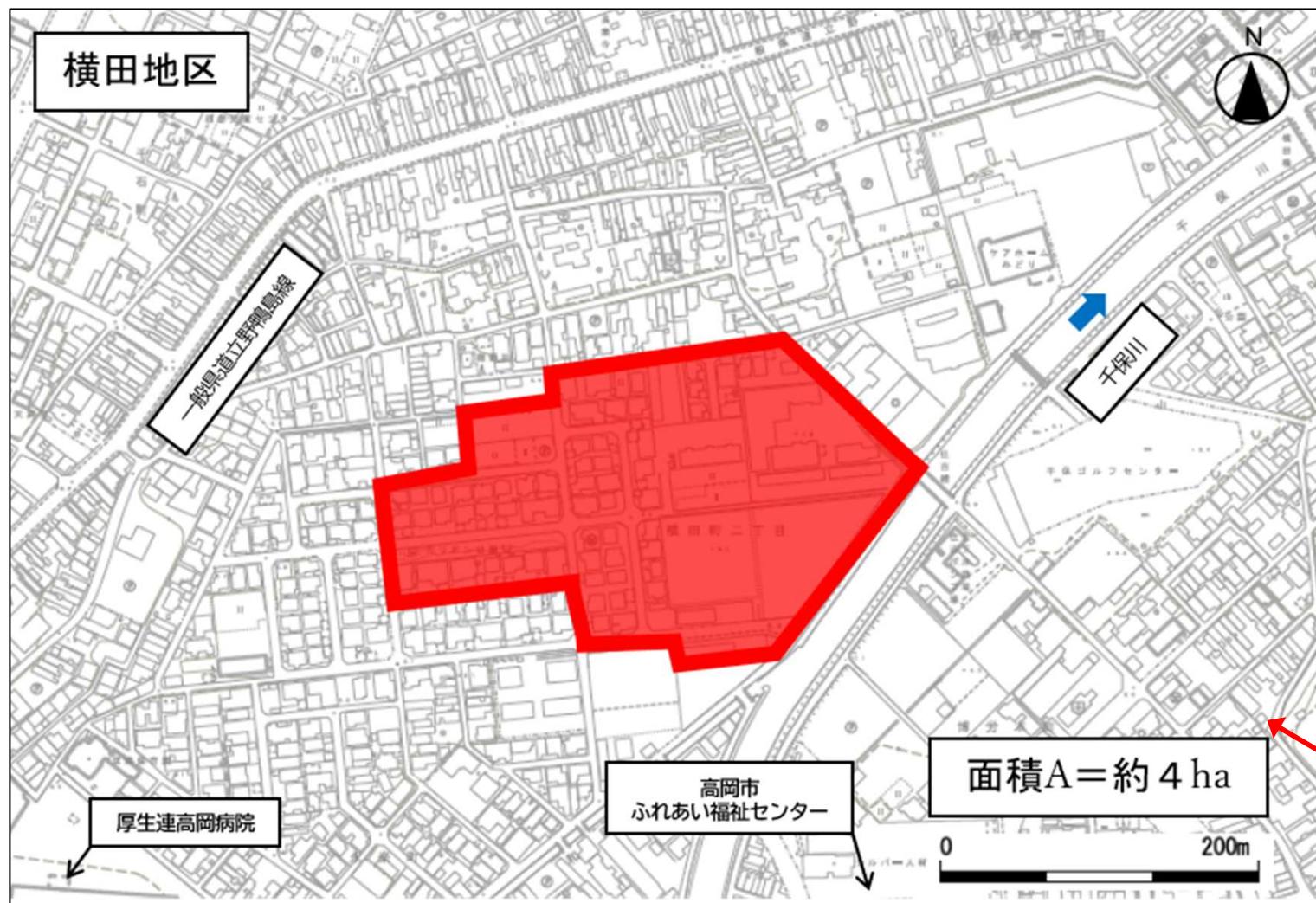
- 吉久地区では、液状化の被害が多く発生した、県道の西側で対策範囲を設定しました。



現時点で想定される
対策範囲

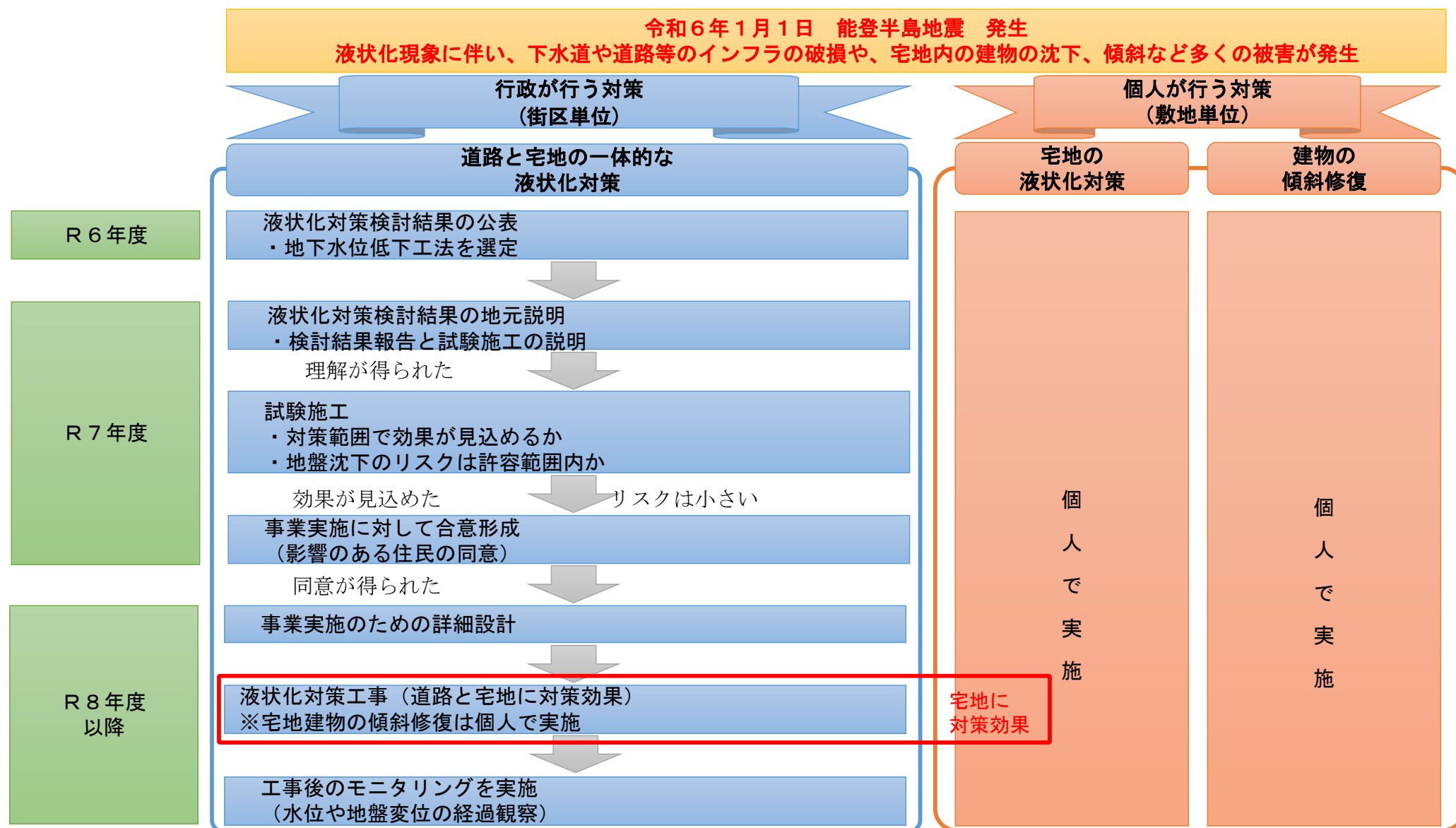
■対策範囲（案）：横田地区

- 横田地区では、液状化の被害が多く発生した、団地の東側エリアで対策範囲を設定しました。



現時点で想定される
対策範囲

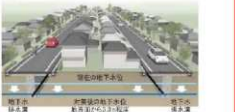
- ・令和7年度は「地下水位低下工法」の試験施工を行い、該当地区住民の合意形成に努めていく予定です。なお、伏木、吉久、横田地区は、各地区の状況にあわせて進めていきます。
- ・また、個人が行う敷地単位の宅地の傾斜修復や液状化対策は、所有者の判断で対応いただくものですので、各自で検討してください。



まとめ

(1) 地区に適した有効な対策工法

地盤調査の結果や液状化対策アドバイザーの助言から、本市では、有効な対策工法に「地下水位低下工法」を選定する（伏木、吉久、横田）。別表1、2に示す事業費は、他市の事例をもとに算出した。引き続き、試験施工や詳細設計等を行い、効果やリスクを検証し、事業費の精度向上を図る。

道路と宅地の一体的な液状化対策【宅地液状化防止事業】		
	①地下水位低下工法	②格子状地中壁工法
施工イメージ		
概要	地下水位の高さを強制的に低下させ、液状化が発生する可能性のある地表面下数メートルを非液状化層とし、液状化の被害を低減する工法。 ①集水管方式と②井戸方式に分けられる。 ・道路などの公共施設区域内に実施可能 ・公共施設と宅地の一体型液状化対策 ・工事が比較的容易かつ低額 ・施工後の維持管理費が必要	地中に柱状の固着壁を格子状に配置し地盤を固めることで、地盤のせん断変形を抑制し液状化の被害を低減する工法。 ①機械攪拌方式(大規模)と②高圧噴射攪拌方式(小規模)に分けられる。 ・公共施設と宅地の一体型液状化対策 ・早期に対策効果が期待できる ・施工後の維持管理が不要
経済性	別表1、2のとおり	別表1、2のとおり
対策効果	○ (一定の効果が見込まれる)	○ (一定の効果が見込まれる)
施工性	○ (施工可能)	△ (地中壁の施工が困難)
宅地等影響	△ (地盤沈下や対策範囲外での液状化リスクが高まる恐れ等)	△ (地盤変位や対策範囲外での液状化リスクが高まる恐れ、地中壁上部の利用制限等)
他都市実績	○ (多い)	× (非常に少ない)
総合評価	○ (一定の対策効果が見込まれ、経済性や施工性が優位であり、他都市での実績も豊富であることから、「実施可能性が高い」と判断される。)	× (当該地の各家屋の大きさや配置状況を考慮すると、地盤対策効果を得ることが可能な格子間隔・配置で地盤改良体を施工することは困難であるため、「実施可能性は極めて低い」と判断される。)

別表1

	概算建設費(億円)	
	地下水位低下	格子状地中壁
伏木	83	665
吉久	8	50
横田	14	90
計	105	805

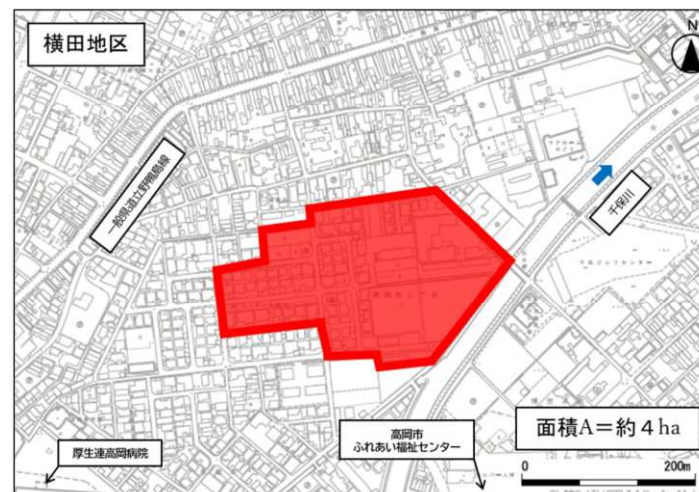
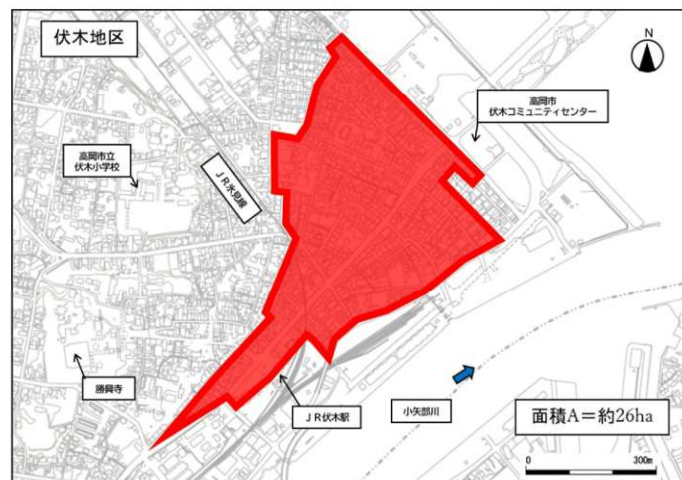
別表2

	概算年間維持管理費(百万円)	
	地下水位低下	格子状地中壁
伏木	18	0
吉久	3	0
横田	5	0
計	26	0

※概算の事業費は今後の検討によって変動する可能性がある

(2) 対策範囲(案)

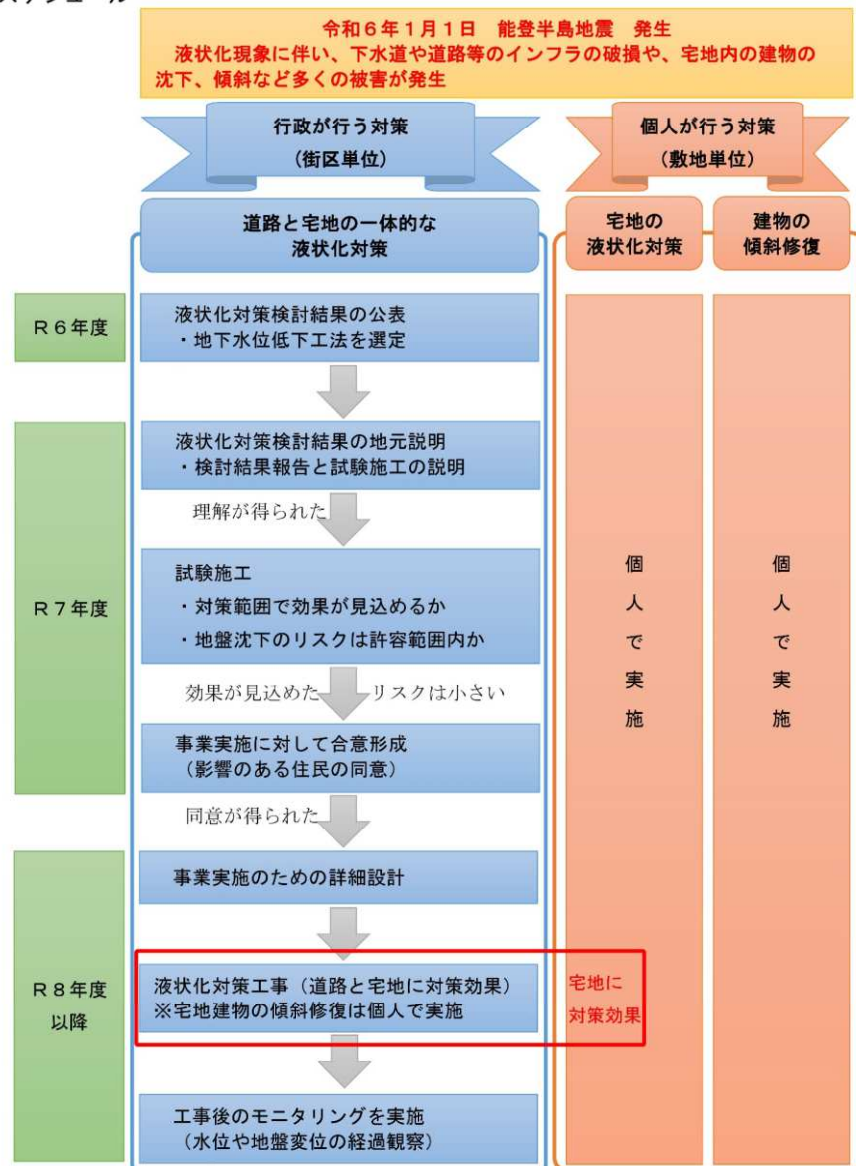
下図は、噴砂状況をもとに現時点で想定される対策範囲を示したもの。今後の試験施工や詳細な設計、該当地区の住民の合意形成等により対策範囲を精査する。



令和7年度は「地下水位低下工法」の試験施工を行い、効果とリスクを確認したうえで、事業実施に向けて、該当地区住民の合意形成に努めていく予定である。なお、伏木、吉久、横田地区は、それぞれ液状化対策範囲の規模や土地の形状等が異なることから、今後、各地区の状況にあわせて進めていく。

また、個人が行う敷地単位の宅地の傾斜修復や液状化対策は、その実施の可否を含め、所有者の判断で対応いただくものである。今後の地震に備えた地域の防災力を高めるために行政が行う「道路と宅地の一体的な液状化対策」の見通しも踏まえて各自で検討していただきたい。

(1) スケジュール



(2) 地下水位低下工法の実施に向けた「課題」と「取組み」

1) 対策範囲(案)の精査とコスト(建設費、維持管理費)縮減と精度向上

- これまでの地質調査結果をもとに各種解析を行い、今回、有効な対策工法及び対策範囲(案)、概算建設費、概算年間維持管理費を整理
- 対策範囲内において試験施工を行い、地下水位の低下量や地盤沈下量の計測等を実施し、当該工法の効果やリスクの確認を行う
- 試験施工の結果を踏まえ、対策範囲やコスト(建設費、維持管理費)の精度向上とコスト縮減に取り組む

2) 維持管理費負担のあり方検討

- 地下水位を低下させるためには、集水管で集めた地下水を汲み上げる排水ポンプが必要であり、電気代やメンテナンス、取替が発生することから、維持管理費の縮減に向けて検討
- 集水管の目詰まりを防ぐなど、集水機能を維持していくための対策が必要なため、先行都市の事例を調査、研究
- 維持管理費については、液状化対策の効果が見込まれる住民の皆さんと十分かつ丁寧な議論を重ねながら、住民負担のあり方について慎重に検討

3) 個々の宅地の傾斜修復、液状化対策

- 「道路と宅地の一体的な液状化対策」では被災した宅地建物の傾斜修復はできないことから、個人での実施が必要
- 行政が行う「道路と宅地の一体的な液状化対策」は、液状化の被害低減が期待されるが、リスクは無くならない。事業完了まで長期間を要すること、また、地下水位低下工法の集水管や排水ポンプには耐用年数があり、目詰まりや劣化により地下水位低下の効果が薄れていく可能性があることから、地震発生リスクを考えると個々の宅地で液状化対策を行うことは有効
- 個々で行う傾斜修復や液状化対策に対する高岡市の支援制度について、多くの皆さんに活用していただけるよう、引き続き周知

