

高岡市 液状化対策に関する中間報告

令和6年9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

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（速報）p.28

まとめ

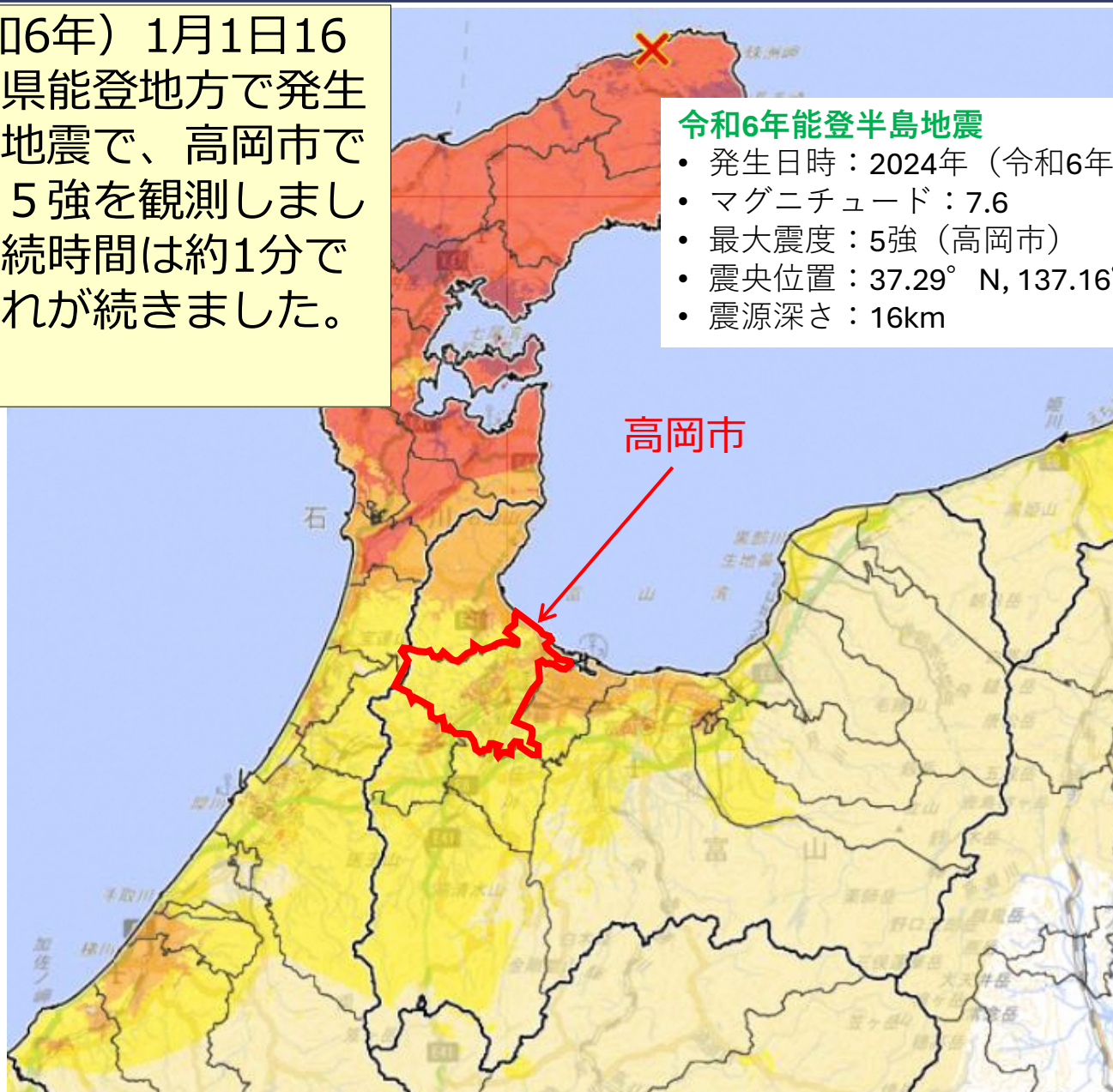
- 7. 調査結果の総括p.32
- 8. 対策工の検討についてp.33
- 9. 今後のスケジュールp.34

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

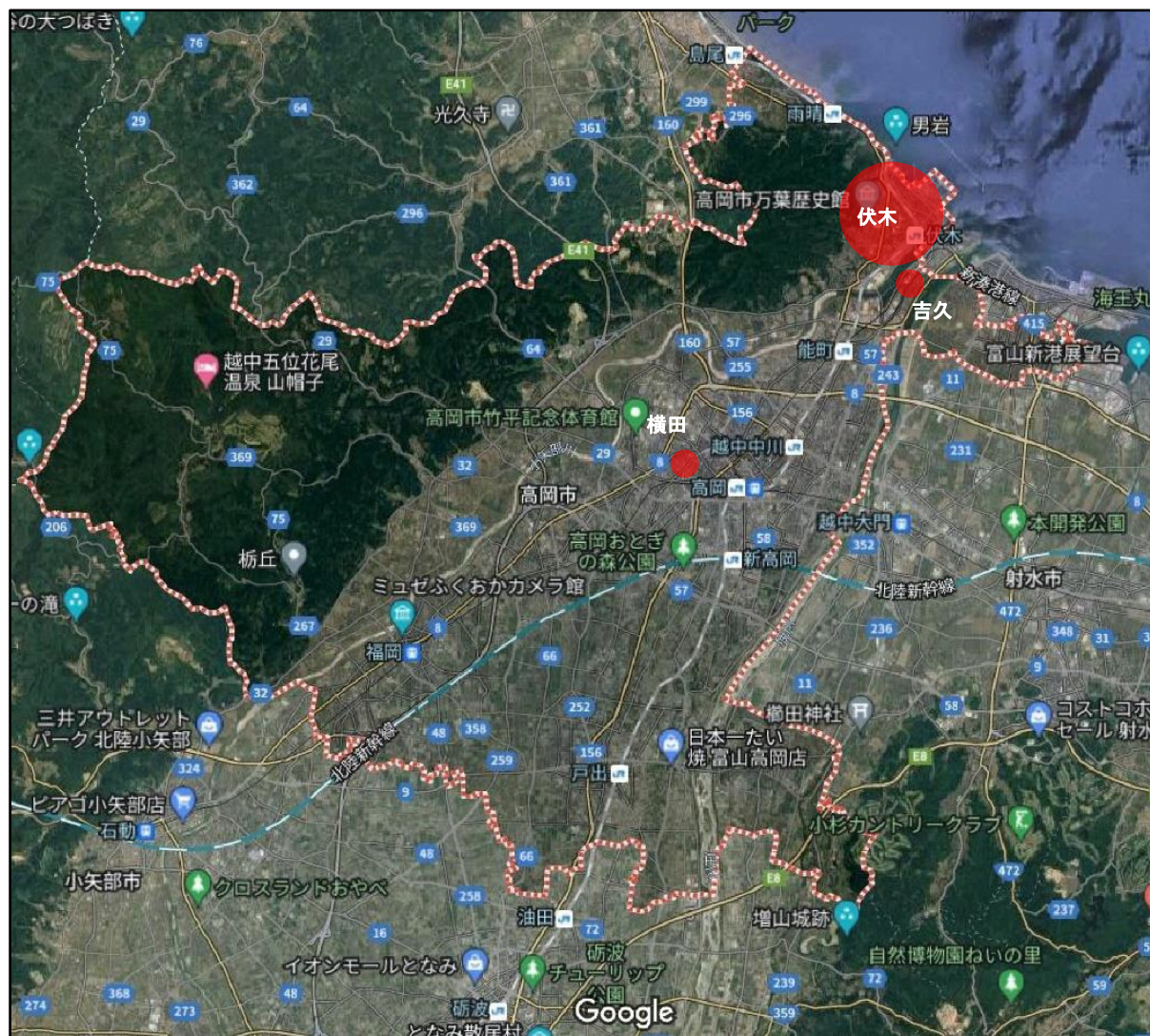
安政5年飛越地震

- ・ 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

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

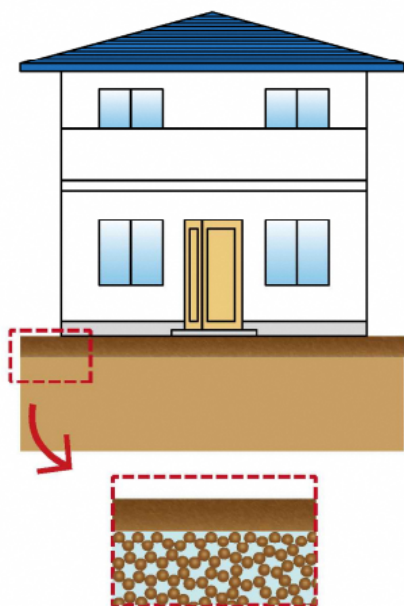
能登半島地震の影響で、高岡市内の特に「伏木」・「吉久」・「横田」の3地区では、液状化現象が発生し、道路や上下水道等のインフラが甚大な被害を受けたほか、宅地の傾斜や沈下が多く発生しました。



「液状化」は、以下の条件で発生しやすいといわれています。

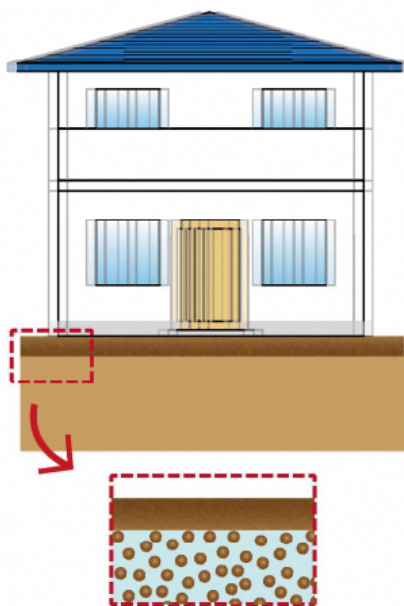
- ①緩い砂の層であること
- ②地下水で満たされていること
- ③地震動の強さが大きいことや、継続時間がある程度長いこと

【通常時】



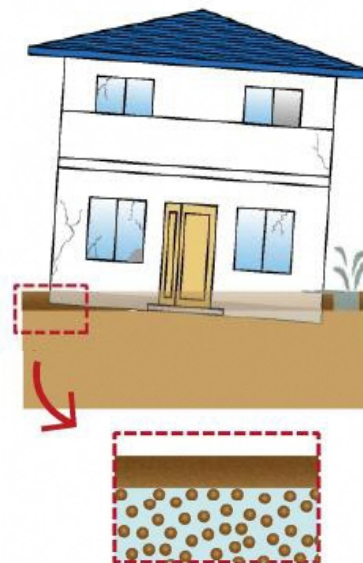
砂つぶ同士がバランスをとってかみ合い、建物の重さを支えています。

【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（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。

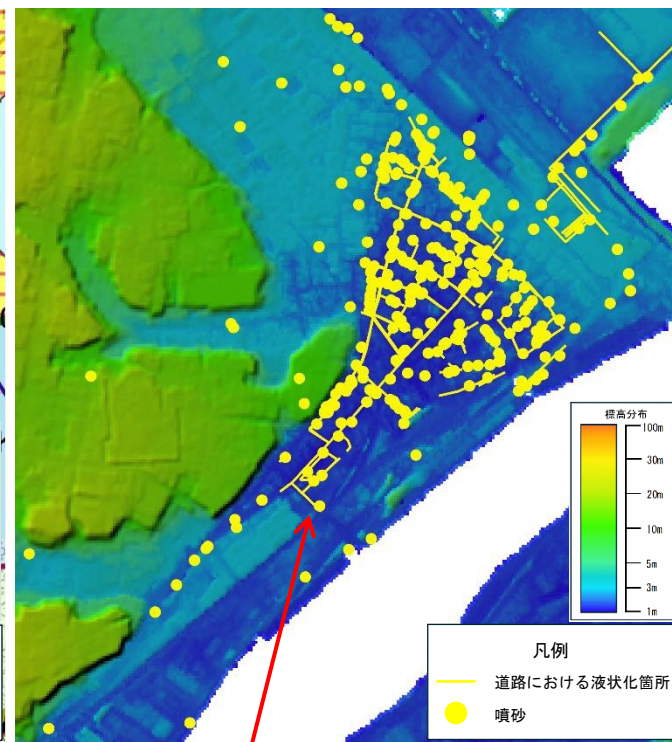
2021年(令和3年)の航空写真



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



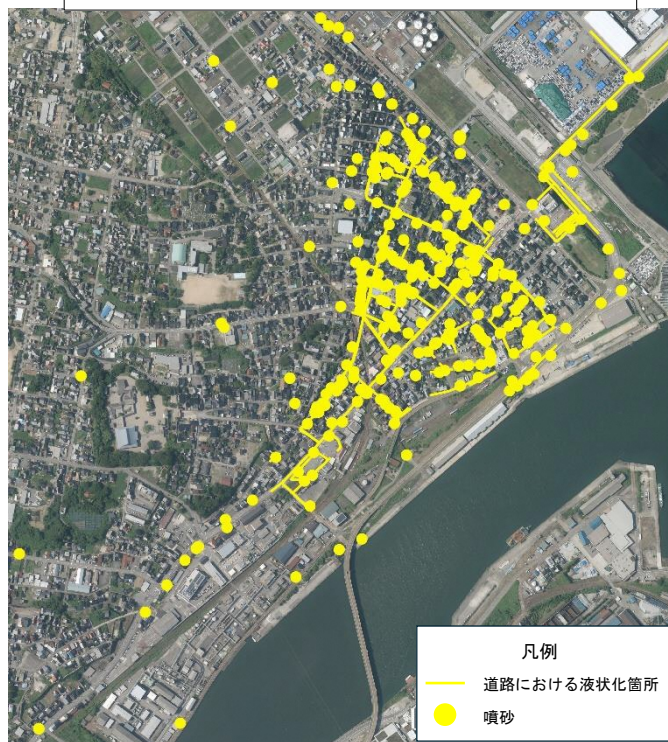
標高が低い地域に液状化が集中

2. 被害状況と地形（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。

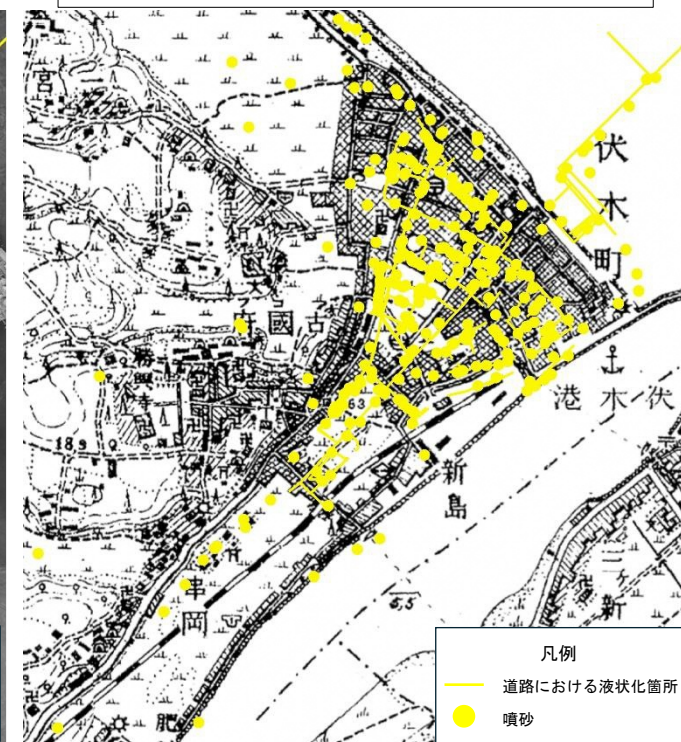
2021年(令和3年)の航空写真



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

2. 被害状況と地形（伏木地区）

10

- ・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

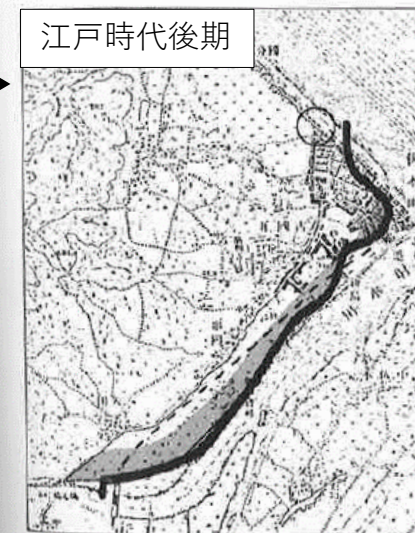


図210 江戸時代後期（180～200年前）の推定水際線



図211 明治初期（二〇一五〇年前）の推定水際線

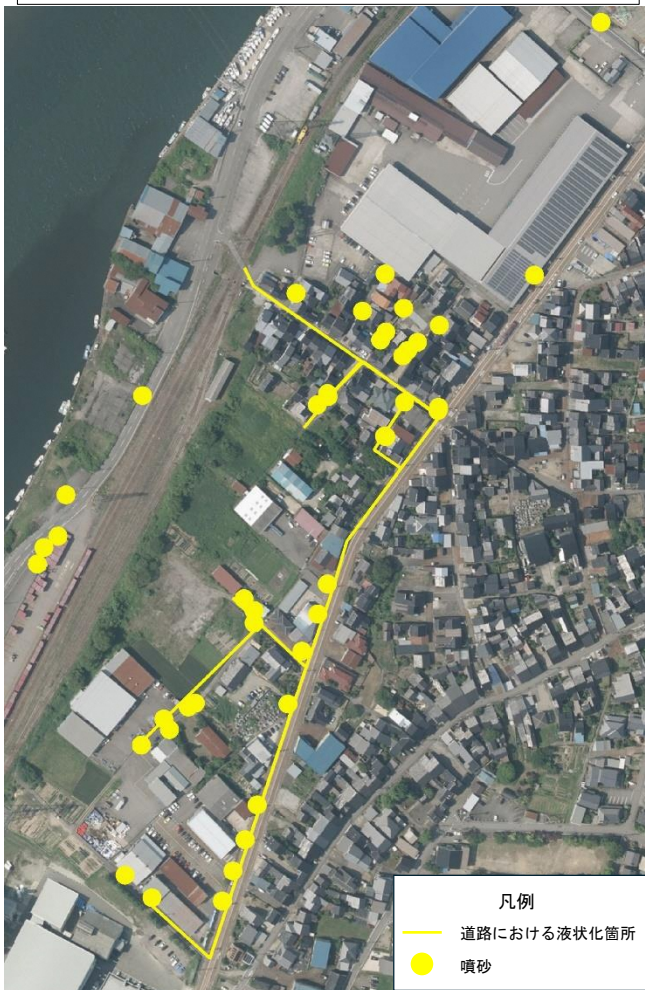
出典：越中伏木地理志稿

2. 被害状況と地形（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。

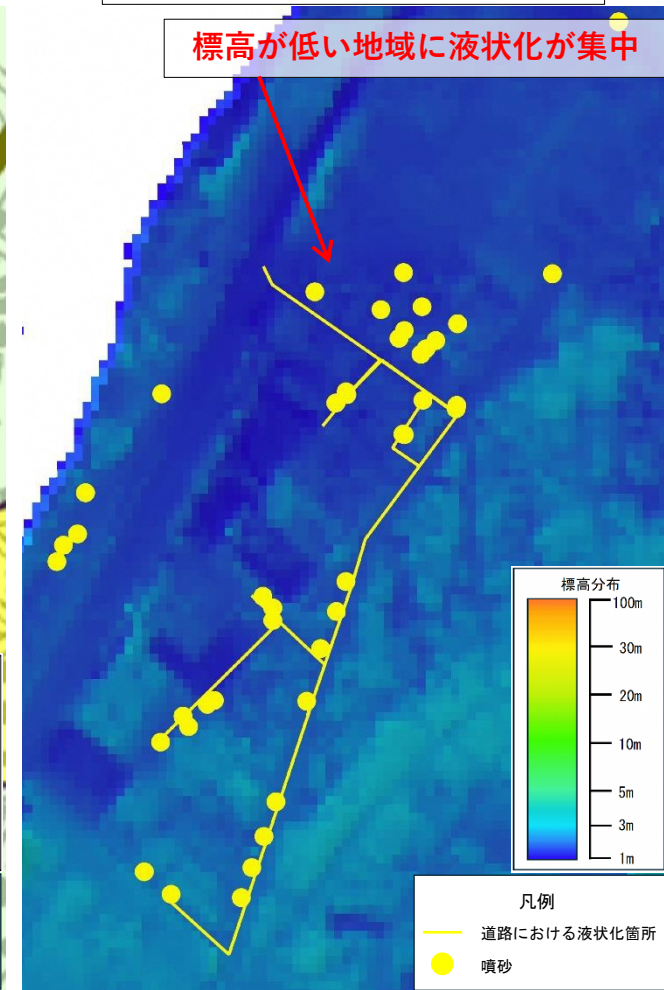
2021年(令和3年)の航空写真



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

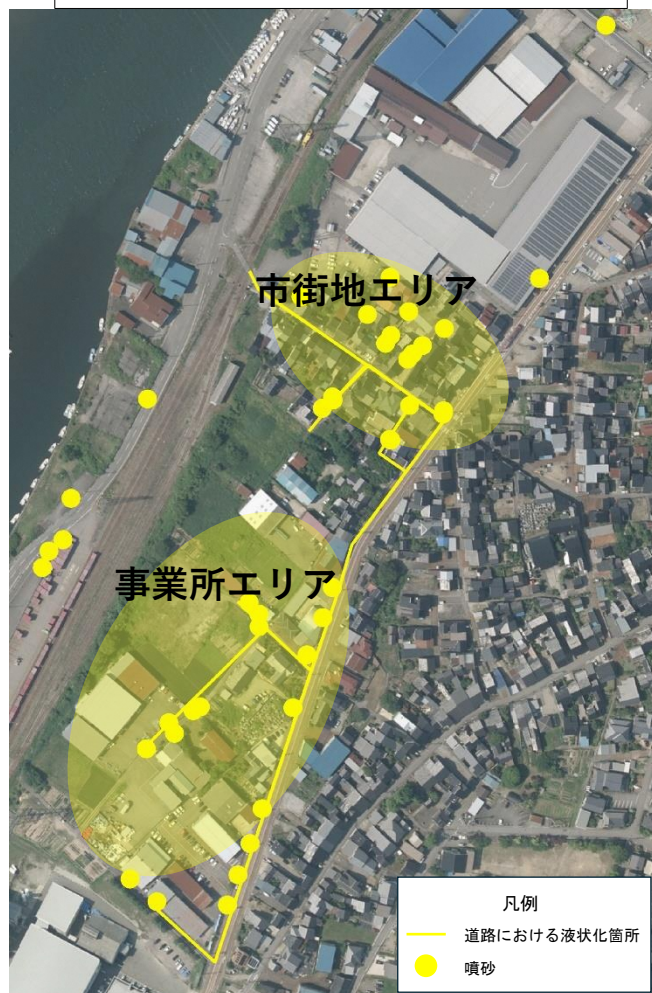


2. 被害状況と地形（吉久地区）

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

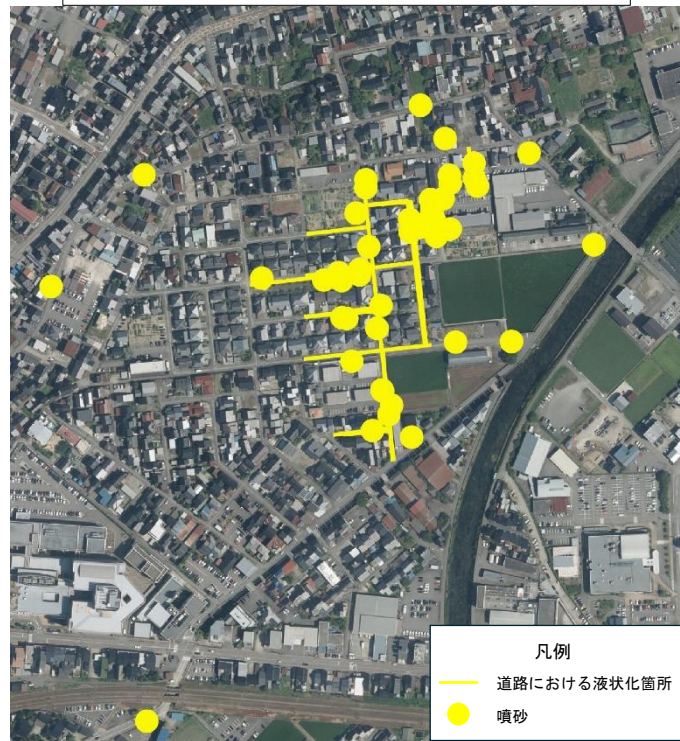
出典：時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」
((C)谷 謙二) により作成

2. 被害状況と地形（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。

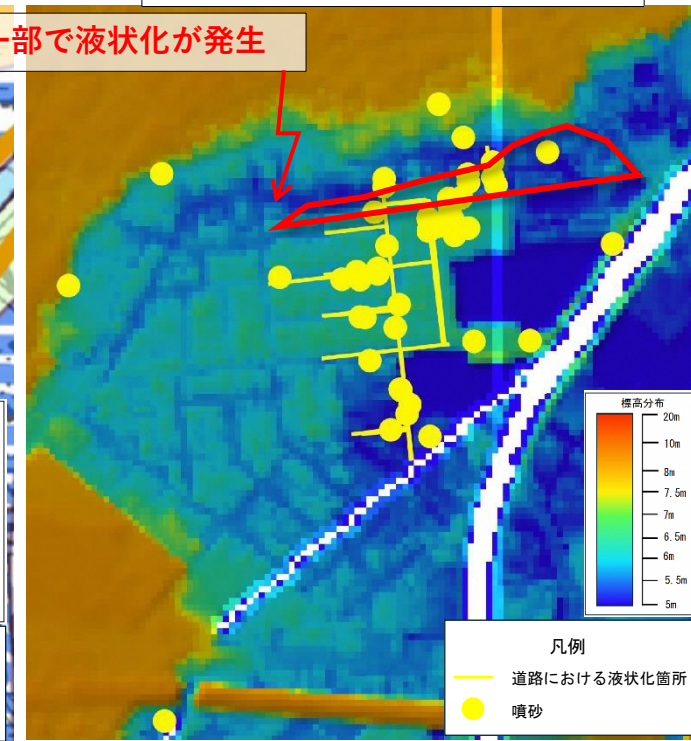
2021年(令和3年)の航空写真



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



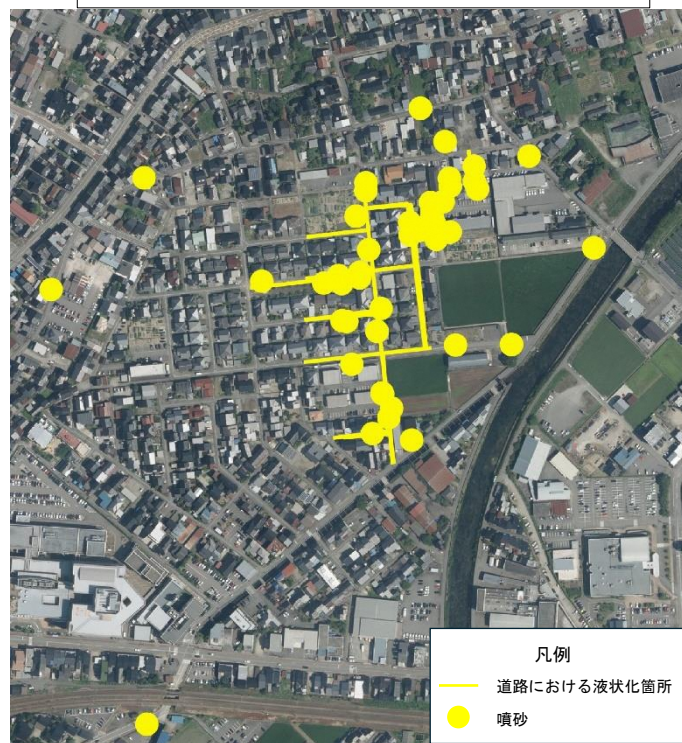
旧河道部は、周りと比べて標高が低い

2. 被害状況と地形（横田地区）

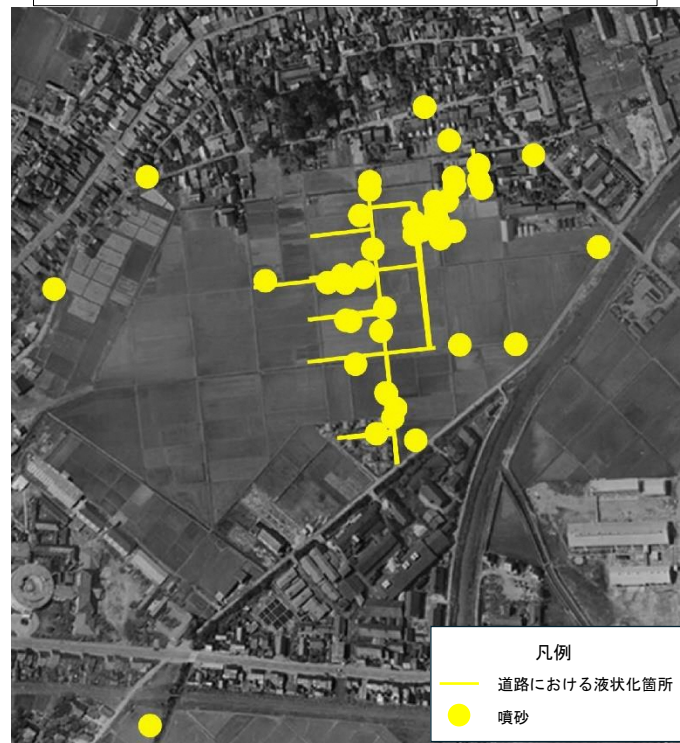
14

- ・ 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。

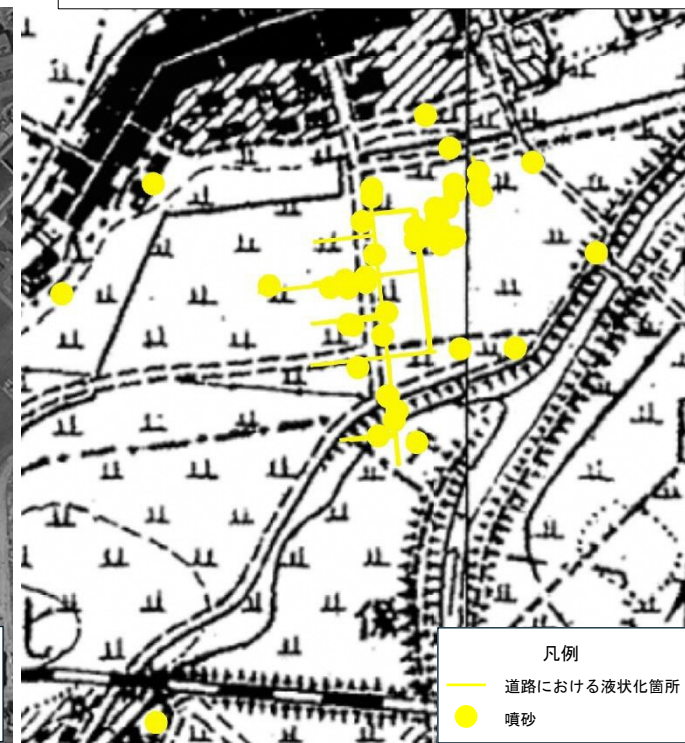
2021年(令和3年)の航空写真



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

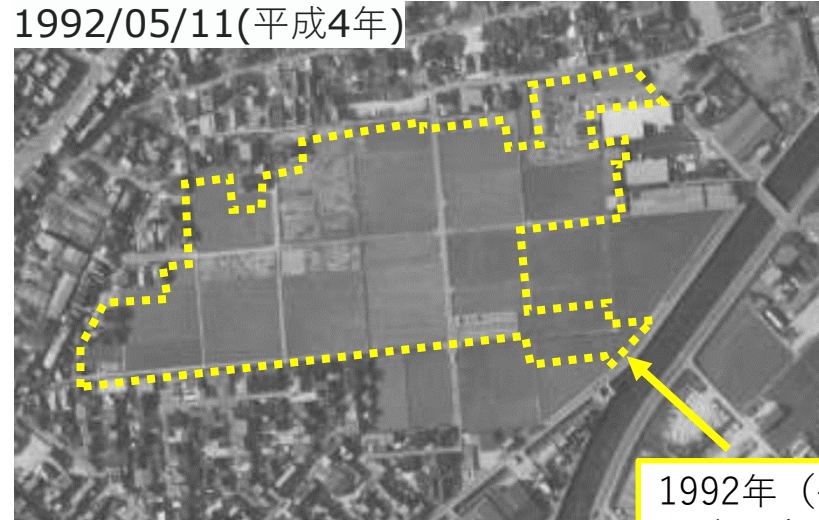
出典：時系列地形図閲覧サイト「今昔マップ on the web」
((C)谷 謙二) により作成

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)

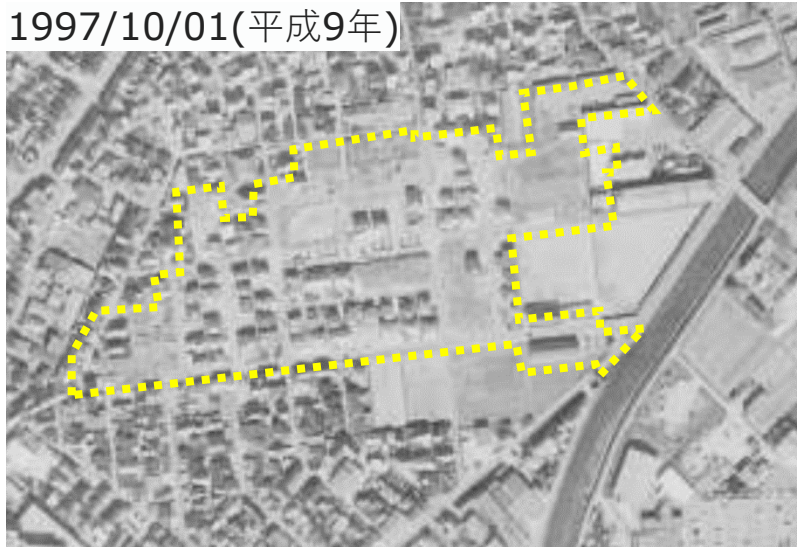


1992/05/11(平成4年)



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。

液状化ポテンシャルサウンディング試験による調査



- ・ 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（Nd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。

スクリーウエイト貫入試験による調査



- ・ 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。

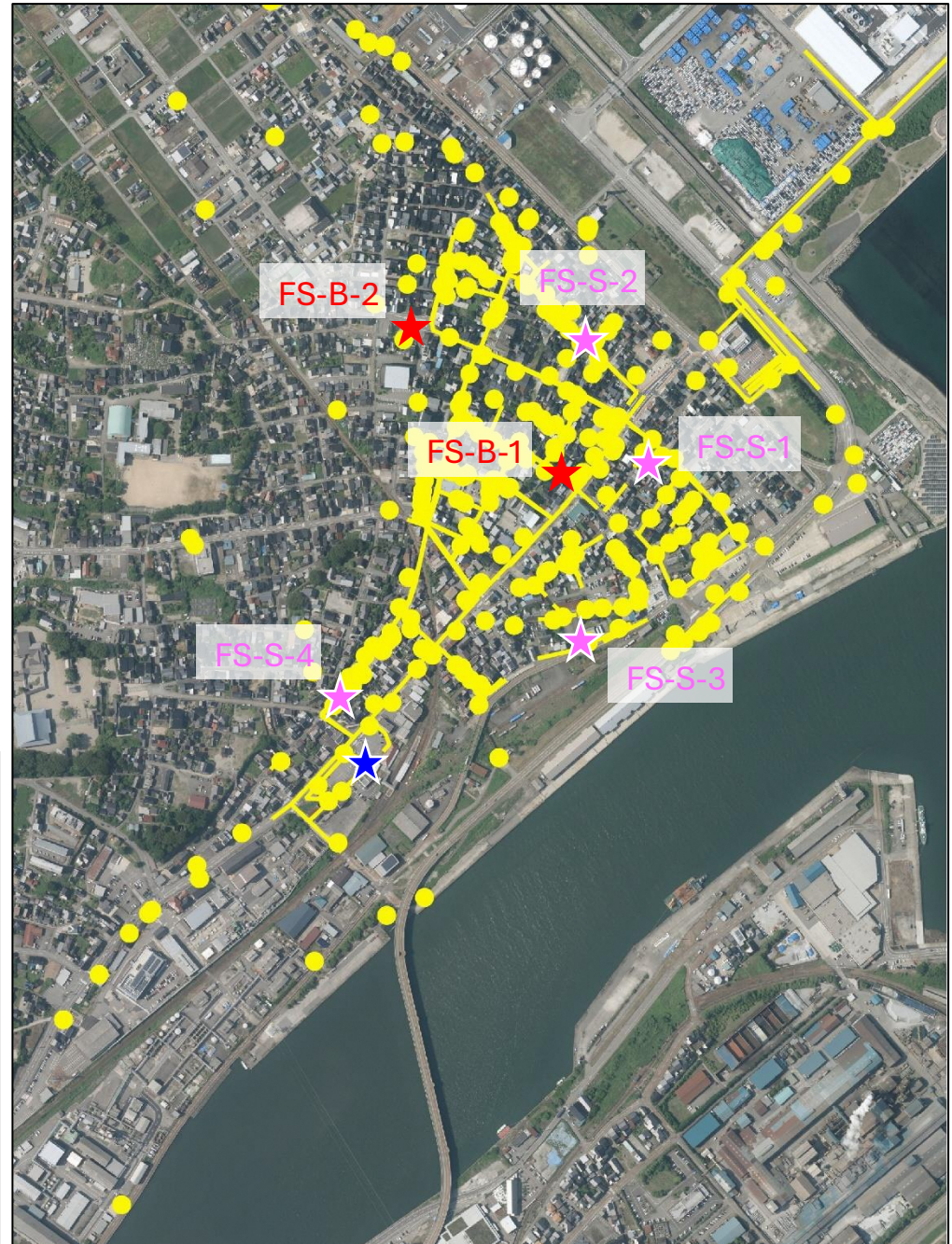
4. 調査位置（伏木地区）

18

伏木地区では、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4箇所を実施しました。

凡例

- ★ ボーリング
- ★ ボーリング
（別事業）
- ★ 液状化ポテンシャルサウンディング試験
- 噴砂
- 道路における
液状化箇所



4. 調査位置（吉久地区）

19

吉久地区では、被害が見受けられたエリアで、ボーリング1箇所、液状化ポテンシャルサウンディング試験2箇所を実施しました。

凡例

- ★ ボーリング
- ★ 液状化ポテンシャルサウンディング試験
- 噴砂
- 道路における液状化箇所



横田地区では、被害が見受けられたエリアで、ボーリング1箇所、液状化ポテンシャルサウンディング試験1箇所を実施しました。



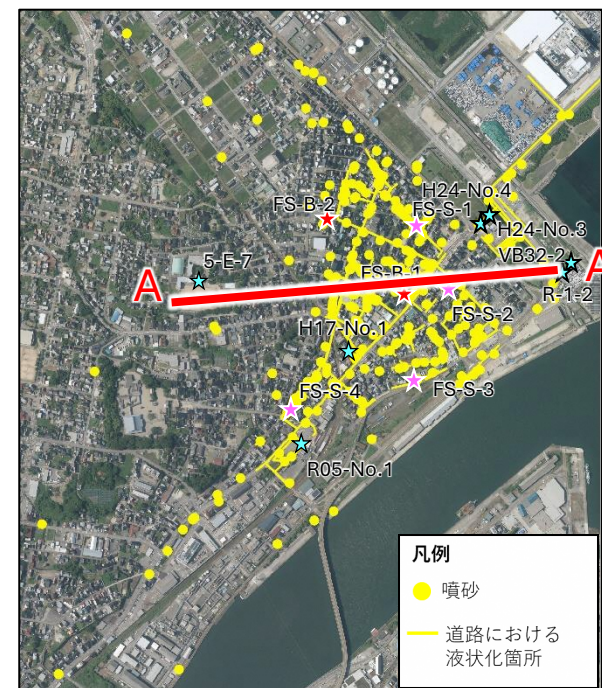
凡例

- ★ ボーリング
- ★ ボーリング
(別事業)
- ★ 液状化ポテンシャルサウンディング試験
- 噴砂
- 道路における
液状化箇所

5. 調査結果（伏木地区）

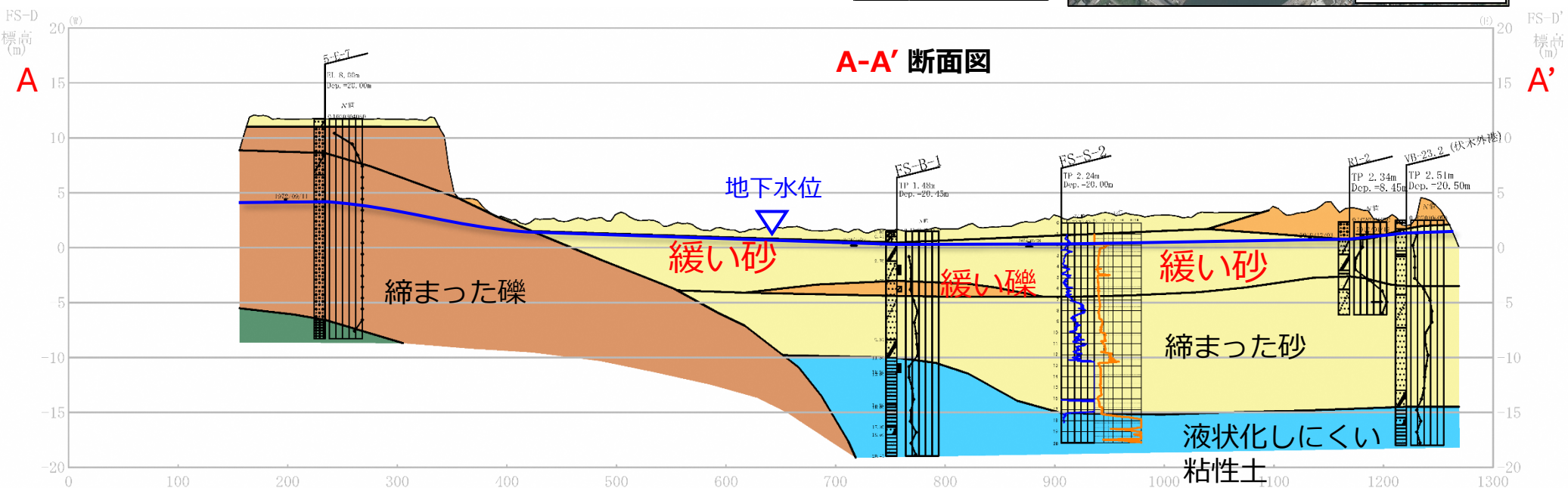
21

- ・伏木地区では、地表から4m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回の地震により液状化したと考えられます。
- ・また、液状化の被害が多く発生した地域では、地下水は地表から1m程度と浅い位置に確認されました。

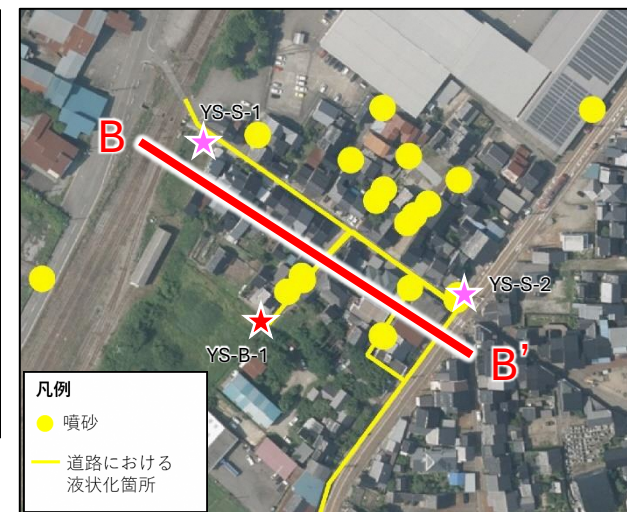


※地層は今後追加調査等により、見直す可能性があります

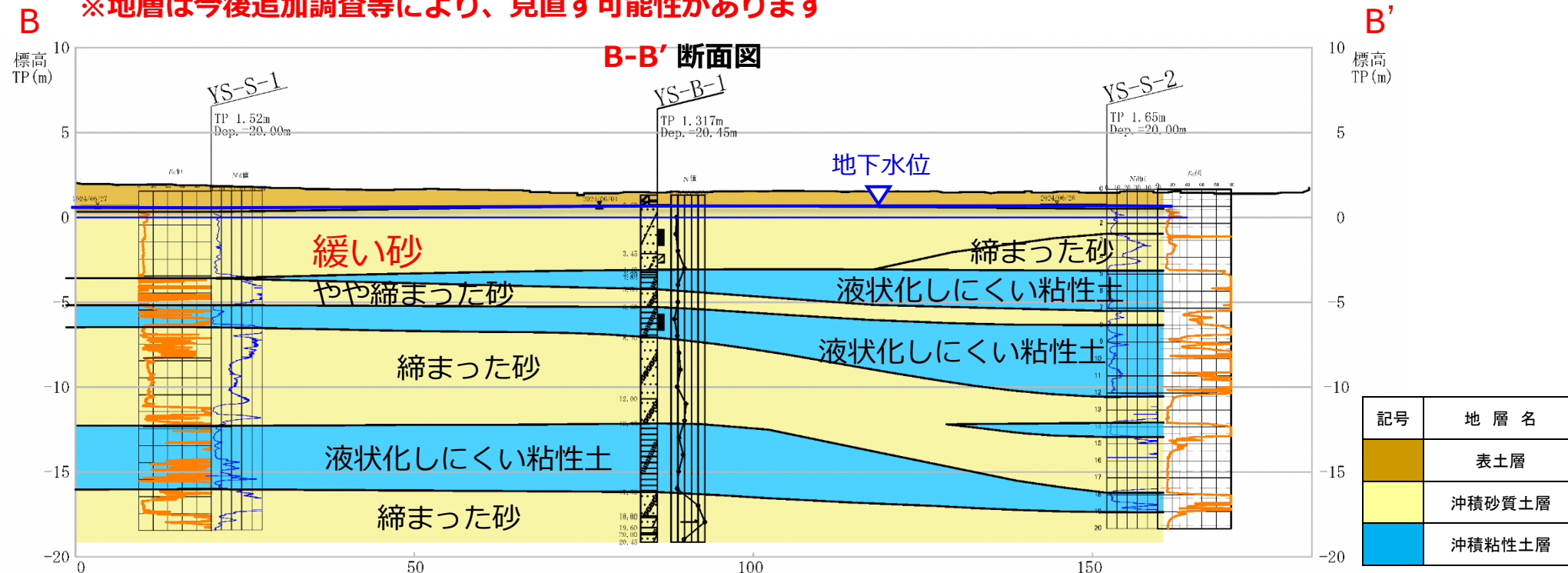
記号	地層名
■	沖積砂質土層
■	沖積礫質土層
■	沖積粘性土層
■	洪積礫質土層
■	泥岩層



- ・吉久地区では、地表から4m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回の地震により液状化したと考えられます。
- ・また、場所によっては液状化しにくい粘性土が分布しており、地下水は地表から1m程度と浅い位置に確認されました。

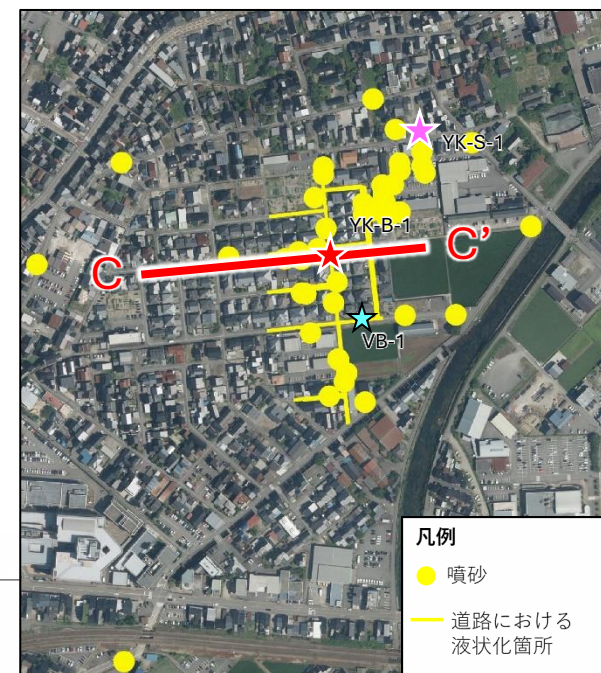
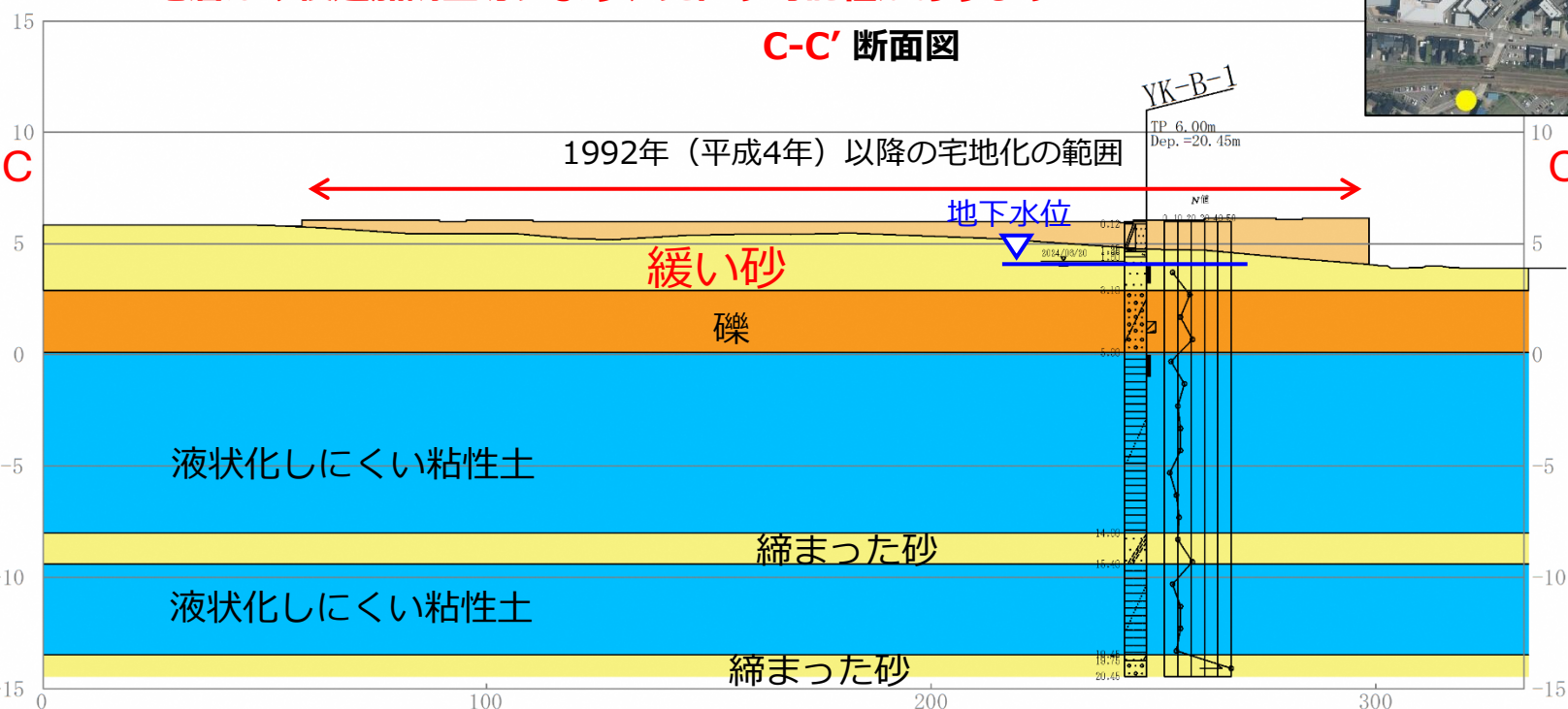


※地層は今後追加調査等により、見直す可能性があります



- ・横田地区では、地表から3m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回の地震により液状化したと考えられます。
- ・また、地下水は地表から約2mの位置に確認されました。

※地層は今後追加調査等により、見直す可能性があります



記号	地 層 名
	盛土層
	沖積砂質土層
	沖積礫質土層
	沖積粘性土層

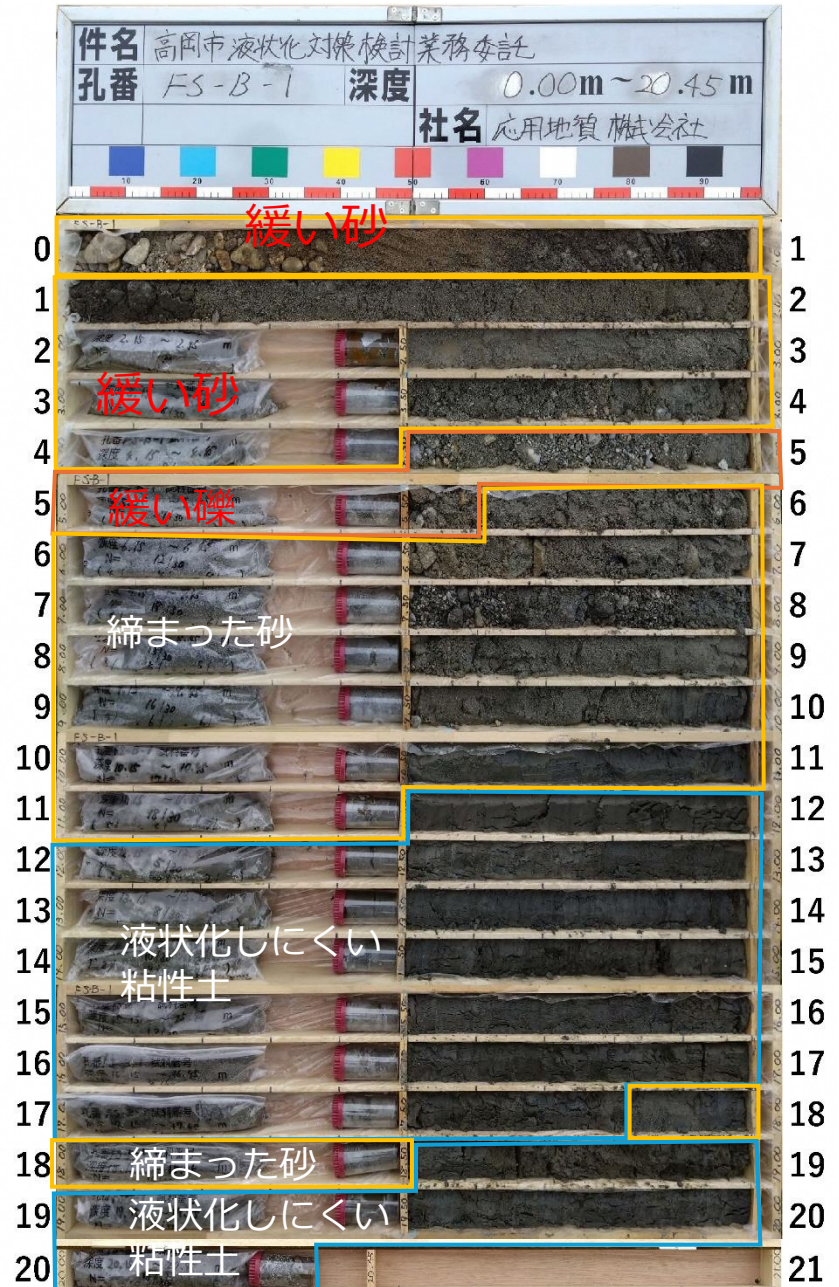
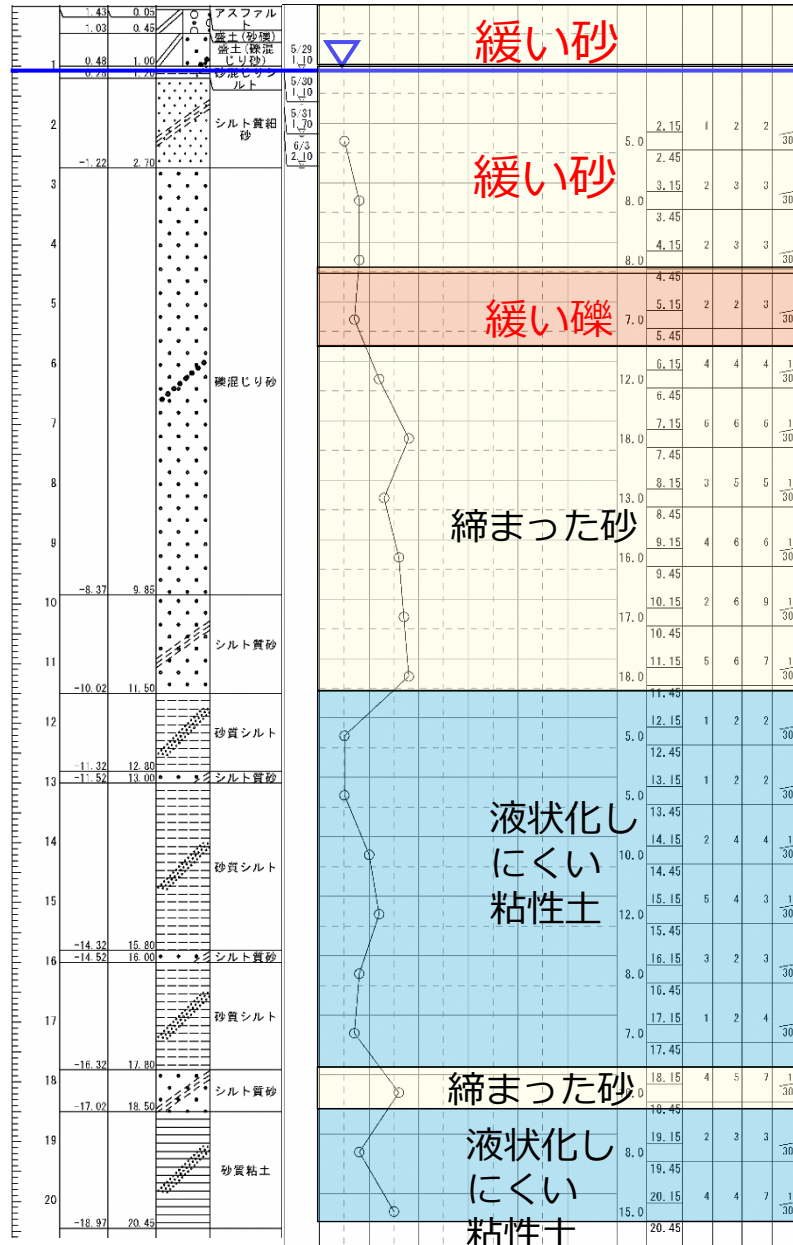
5. 調査結果（伏木地区）

24

FS-B-1（ボーリング結果）

N値 0 10 20 30 40 50

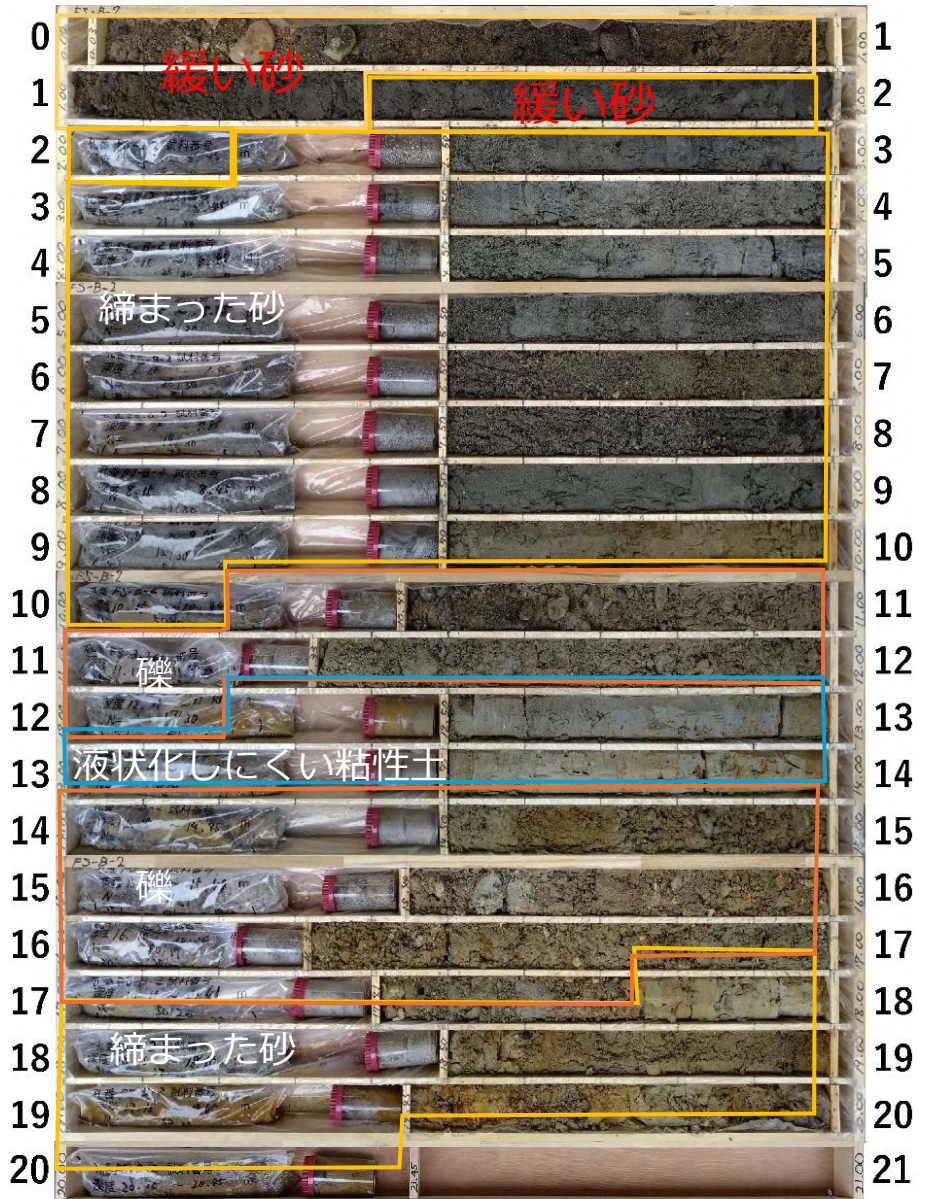
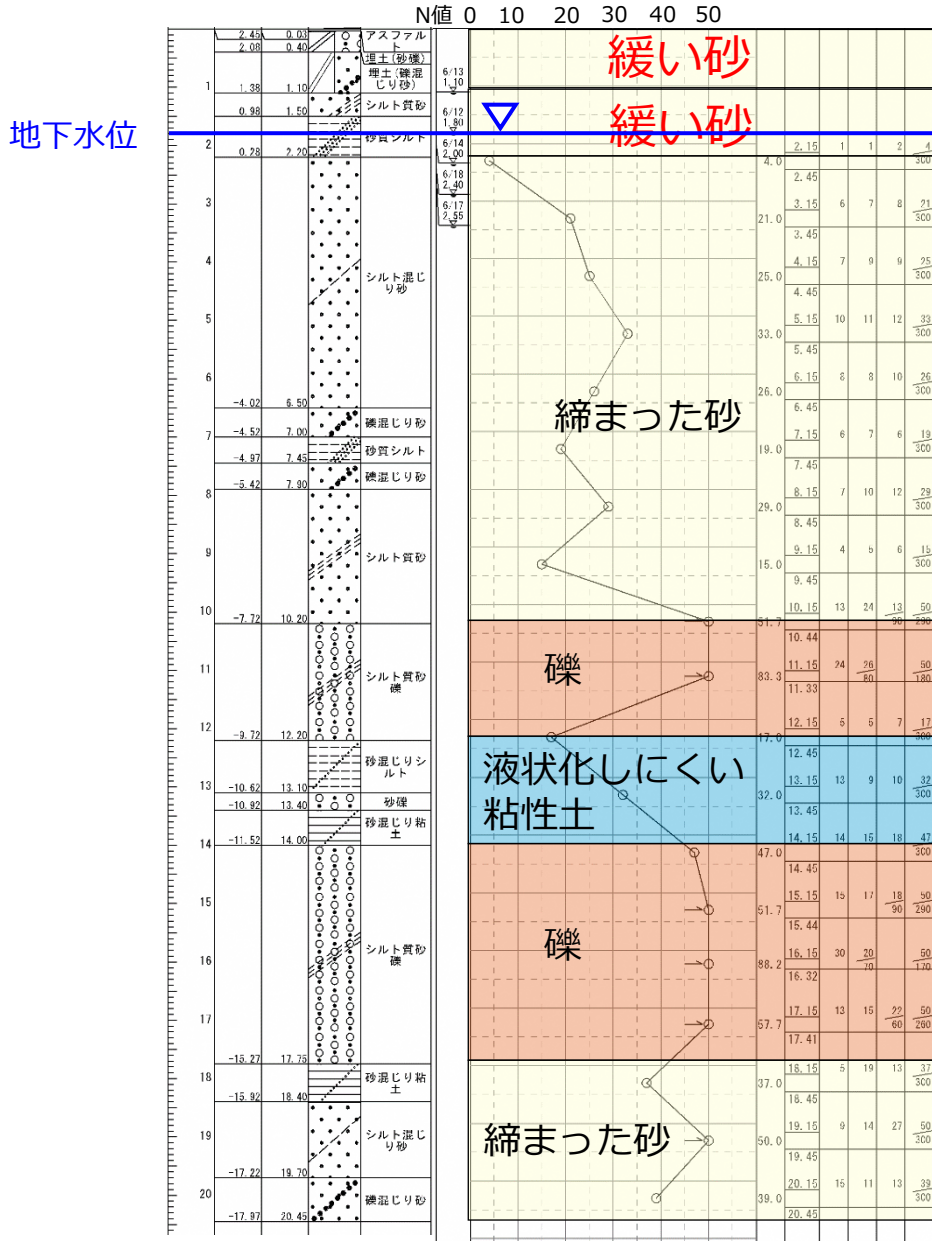
地下水位



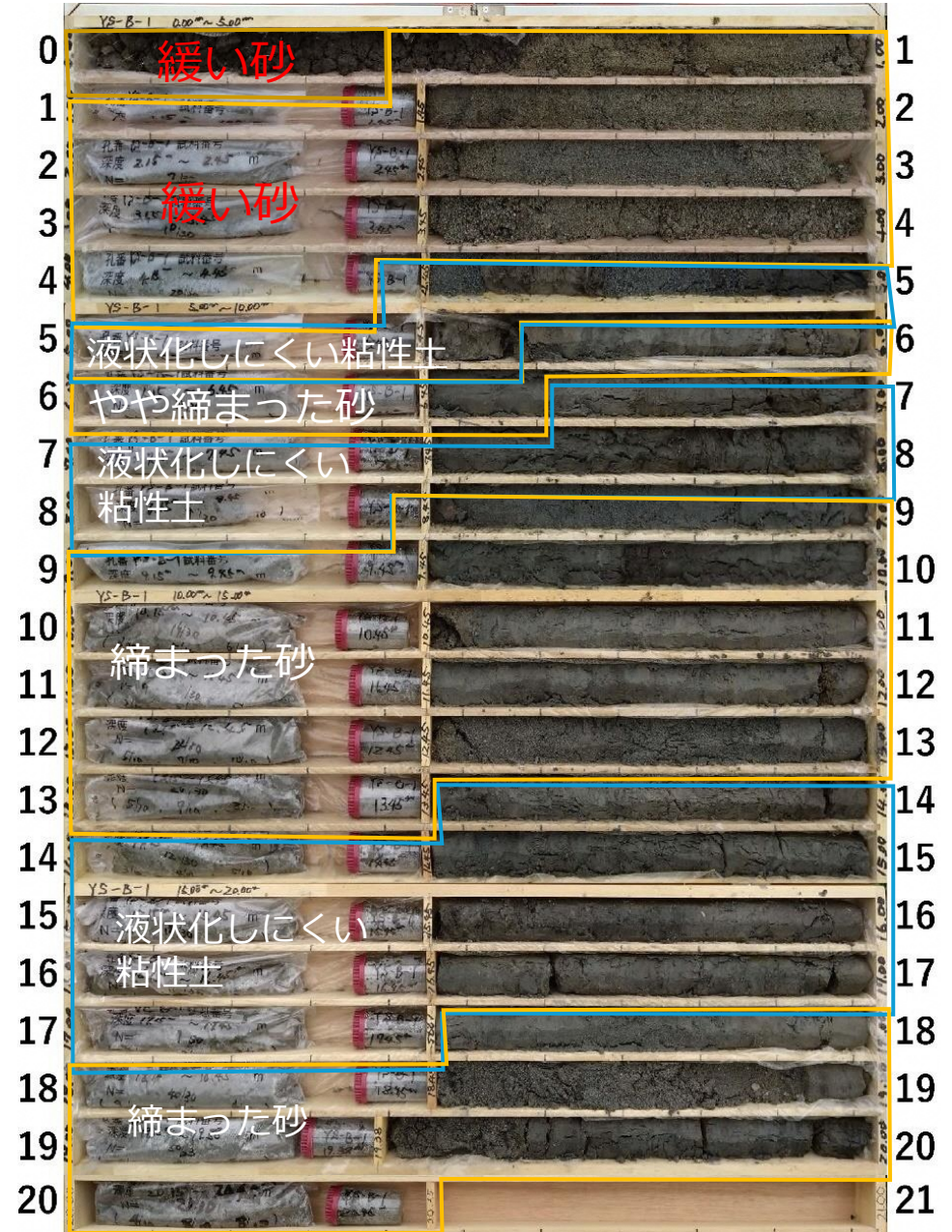
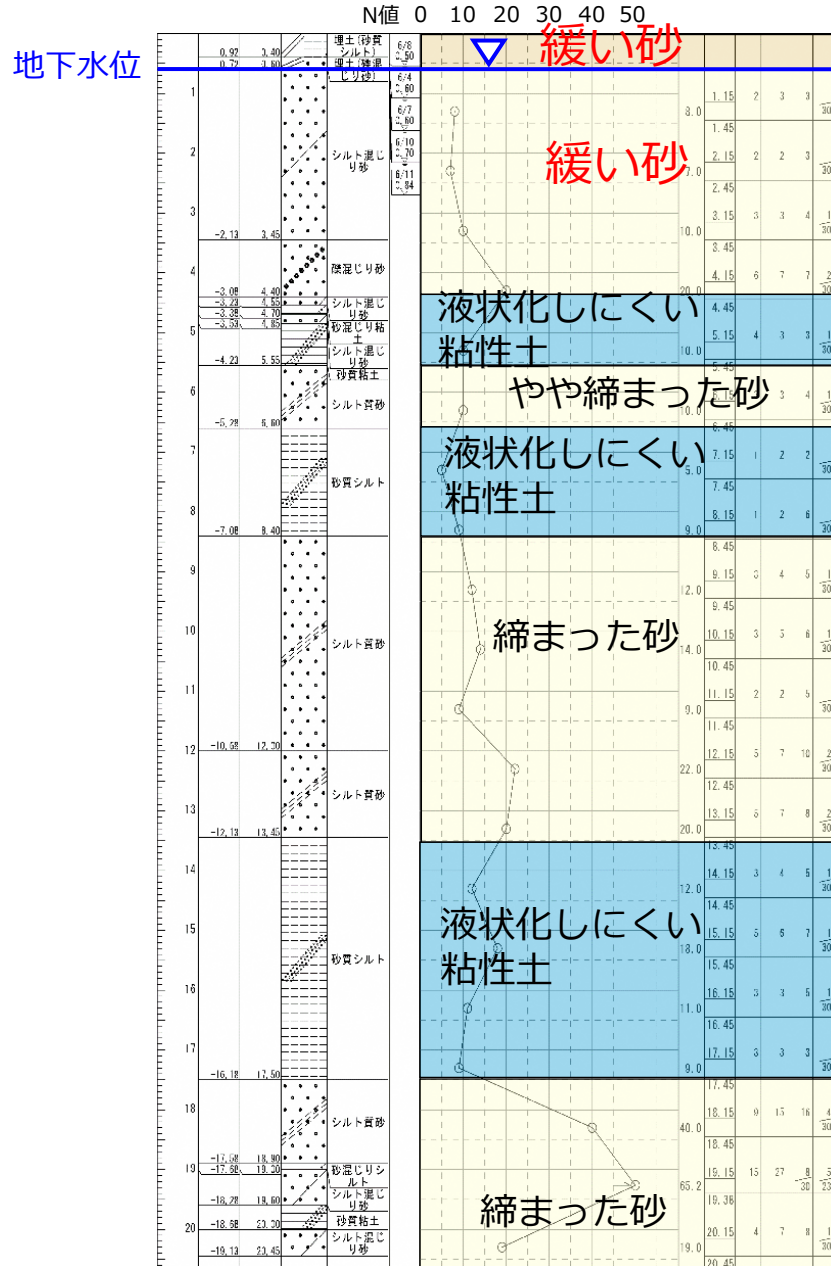
5. 調査結果（伏木地区）

25

FS-B-2（ボーリング結果）



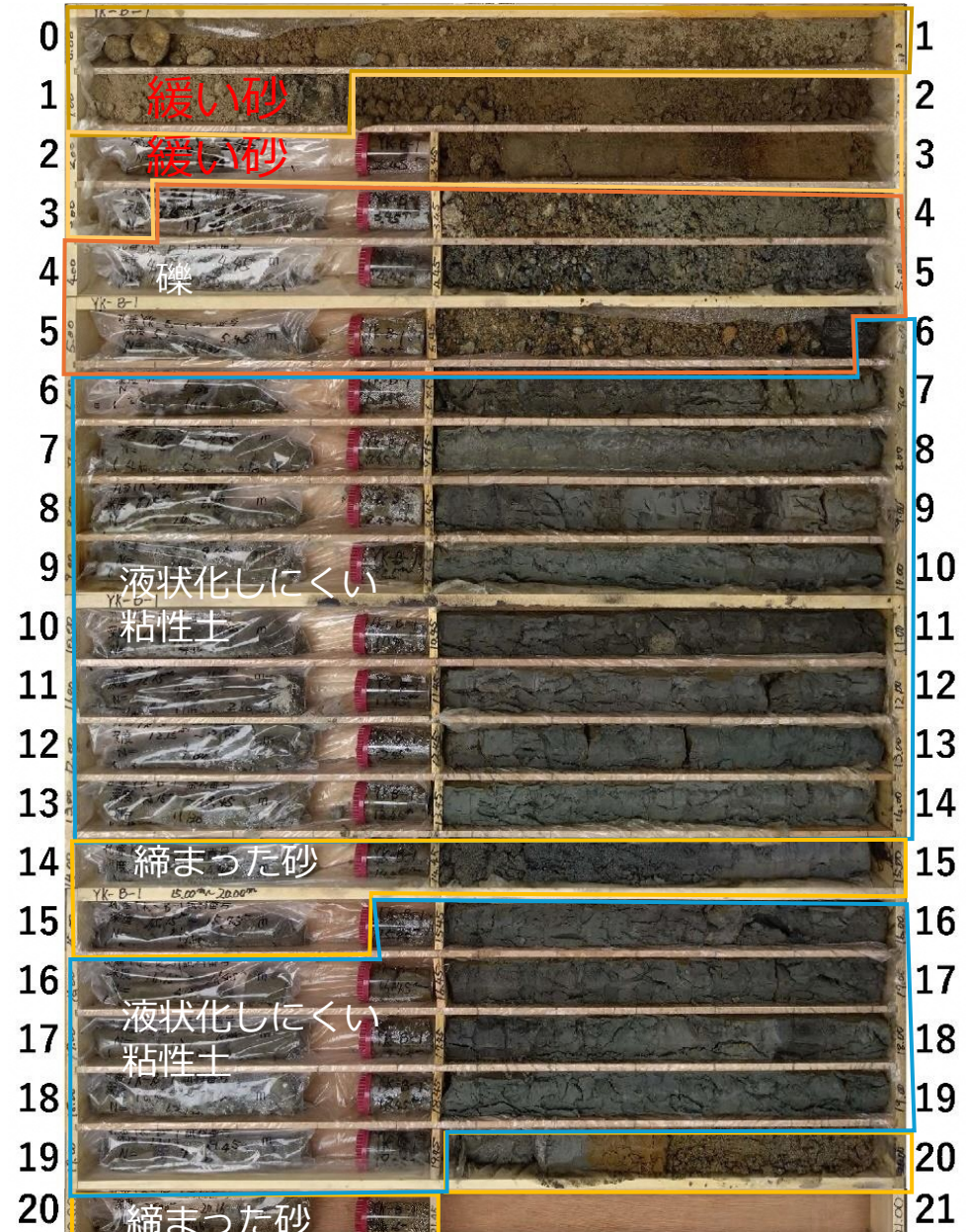
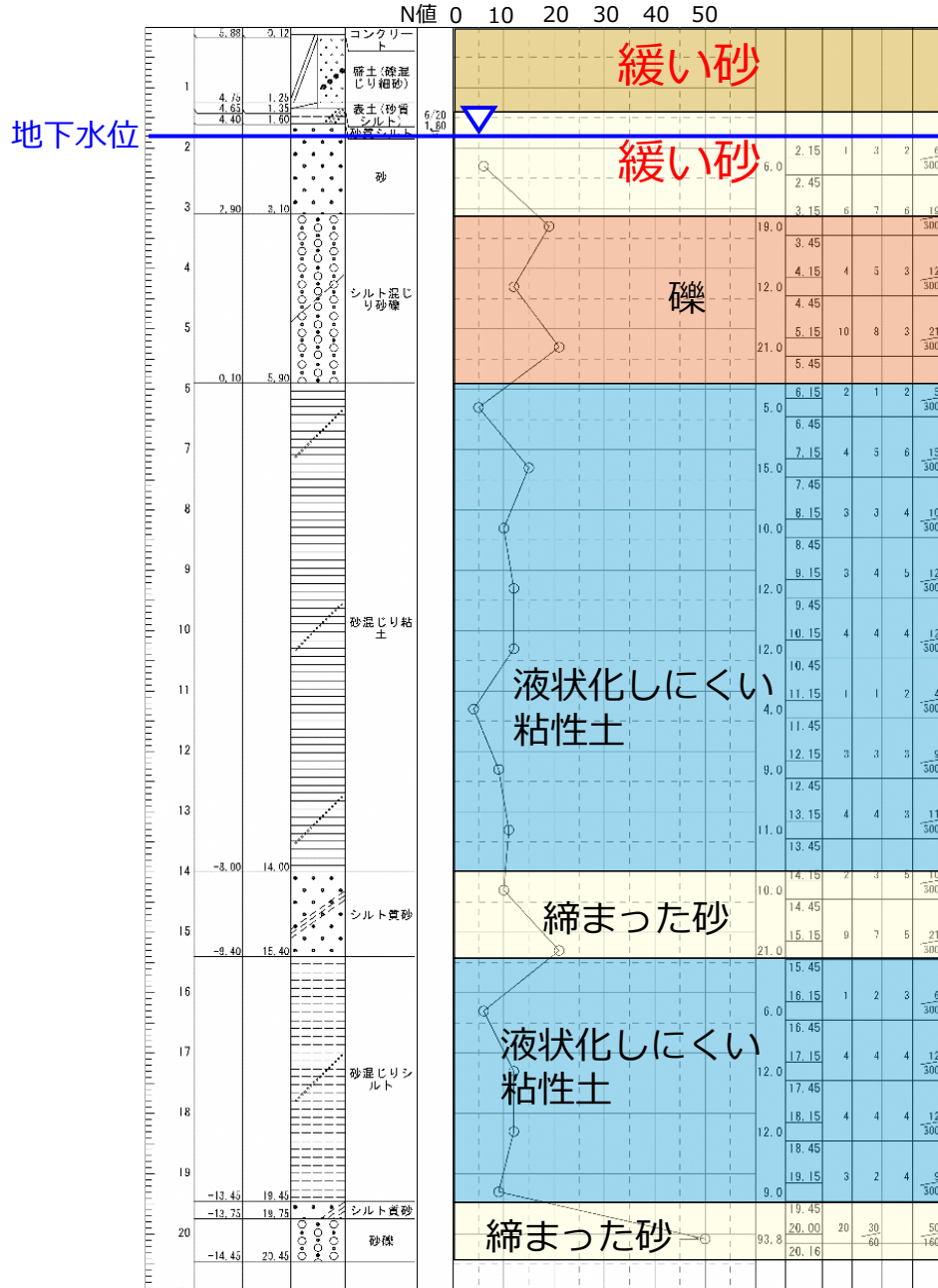
YS-B-1 (ボーリング結果)



5. 調査結果 (横田地区)

27

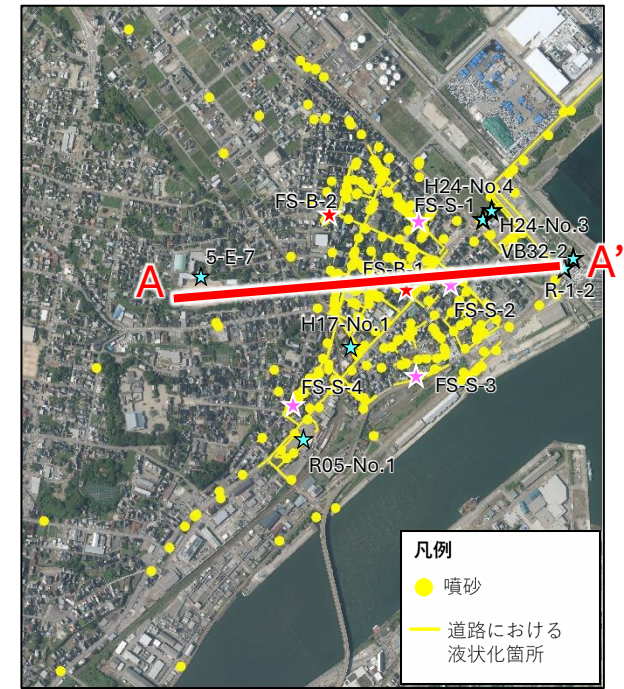
YK-B-1 (ボーリング結果)



6. 液状化に関する検討結果（速報）（伏木地区）

28

- ・ボーリング調査から液状化に関する検討を行いました。
- ・今後追加調査を行い、対策工の検討を進めます。
- ・同規模の地震が発生すれば、地下水位の高い、地表面近くの緩い砂の層で、再び液状化する可能性があります。

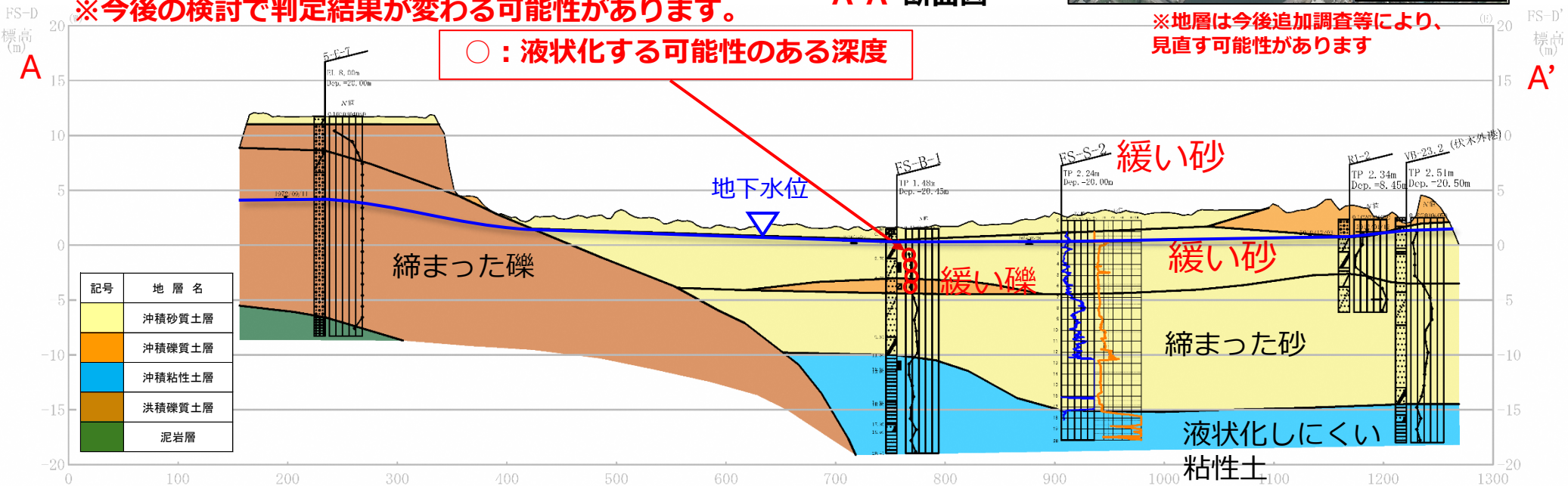


※今後の検討で判定結果が変わる可能性があります。

A-A' 断面図

○：液状化する可能性のある深度

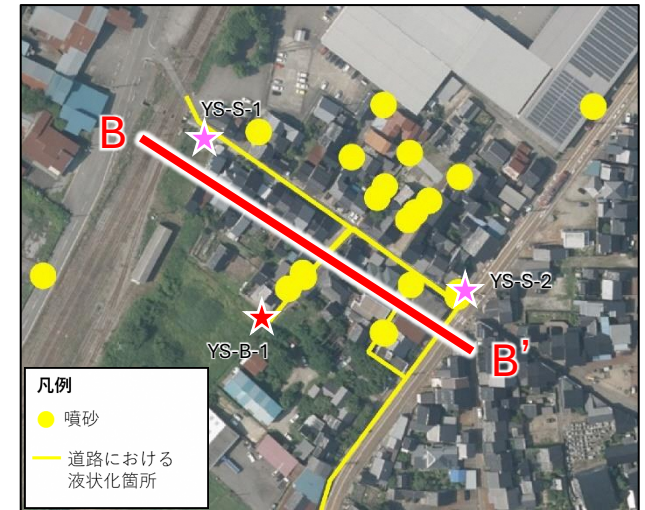
※地層は今後追加調査等により、見直す可能性があります



6. 液状化に関する検討結果（速報）（吉久地区）

29

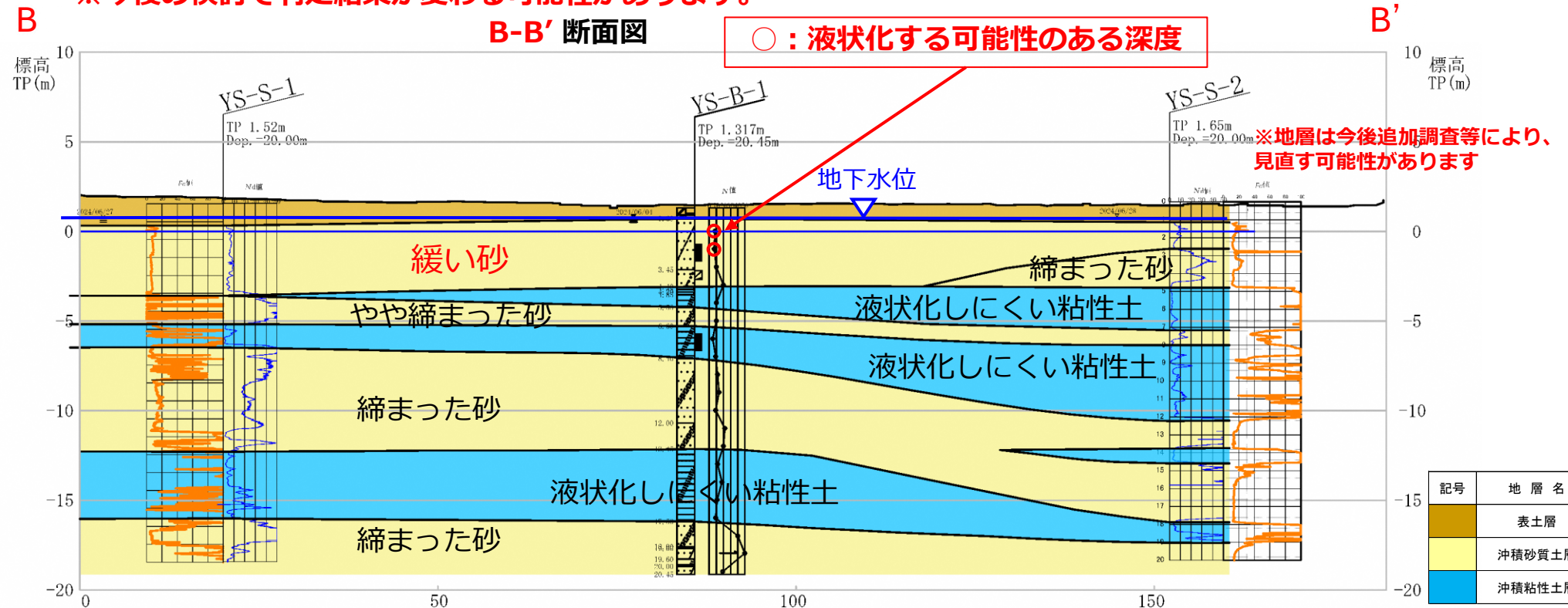
- ・ボーリング調査から液状化に関する検討を行いました。
- ・今後追加調査を行い、対策工の検討を進めます。
- ・同規模の地震が発生すれば、地下水位の高い、地表面近くの緩い砂の層で、再び液状化する可能性があります。



※今後の検討で判定結果が変わる可能性があります。

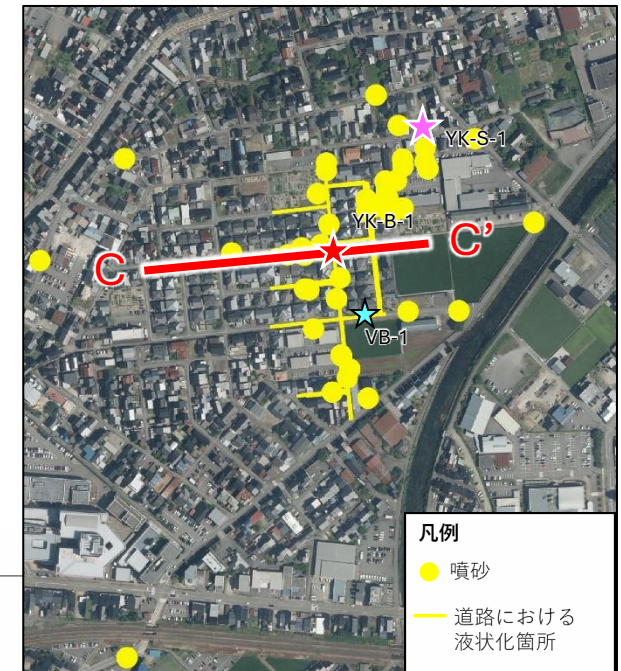
B-B' 断面図

○：液状化する可能性のある深度



30

- ※今後の検討で判定結果が変わる可能性があります。



記号	地 層 名
	盛土層
	沖積砂質土層
	沖積礫質土層
	沖積粘性土層

まとめ

- ・ 伏木地区の中央付近の調査地点では、地表から4m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回、この緩い砂の層が液状化したと考えられます。
- ・ 西側の調査地点では、段丘のそばにあり、液状化しにくい硬い地層が浅い深度に出てきています。
- ・ 地下水は、地表から1m程度と浅い位置に確認されました。

- ・ 吉久地区では、地表から4m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回、この緩い砂の層が液状化したと考えられます。
- ・ 場所によって、液状化しにくい粘性土の分布状況が異なっていました。
- ・ 地下水は、地表から1m程度と浅い位置に確認されました。

- ・ 横田地区では、地表から3m程度までの深さに緩い砂の層が分布しており、今回、この緩い砂の層が液状化したと考えられます。
- ・ 北側の旧河道内の調査地点では、地表付近から液状化しにくい粘性土を確認しました。
- ・ 地下水は、旧河道の調査地点で地表から0.6m、氾濫平野部の造成地の調査地点で、地表から約2mの深さに確認されました。

国土交通省で示されている「市街地液状化対策推進ガイドンス」に基づいて、候補となりえる下記の2工法を検討します。

	地下水位低下工法	格子状地中壁工法	高岡市液状化対策アドバイザーの所見
施工イメージ			・左図の工法は、国土交通省の「市街地液状化対策推進ガイドンス」で示されている工法です。 ・今回の調査対象となった伏木、吉久、横田地区の家屋の立地状況や、道路の整備状況から見ても、これらの工法が候補になりえると考えられます。 ・地区ごとに有効な対策工法を選定するには、さらなる詳細な調査が必要です。
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・宅地一体型液状化対策 ・工事が比較的容易かつ低額	地中に柱列状の固化壁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の被害を低減する工法。 かくはん 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・宅地一体型液状化対策 ・早期に対策効果が期待できる ・施工後の維持管理が不要	
課題	・地盤沈下に対する十分な検証 ・地下水位を目標水位まで低下できるか実証実験等での検証が必要 ・ポンプ設備等の運転費用・維持管理（更新は約30年） ・既存井戸への影響	きょうあい ・道路狭隘部では特に工事費が高額 ・工事による通行規制等、生活への影響 ・格子内井戸への影響 ・傾斜地における効果確認が必要 ・上流側の地下水位上昇に伴う地区外の液状化リスク	

R6.1.1 発災

①被害情報の把握・応急復旧

被害状況の把握
道路、上下水道等の応急復旧

R6.5 ～ 9

②地盤調査・被災要因分析の検討開始

地盤調査
被災要因分析

R6.9 中間報告

※有識者によるアドバイスを反映

有識者によるアドバイス

③追加地盤調査

情報が不足している箇所の地盤調査
面的な地下水分布の把握

有識者によるアドバイス（適宜）

④対策工の方針決定

有効な対策工法（案）の選定

有識者によるアドバイス（適宜）

⑤検討結果とりまとめ

⑥実施設計

実施設計のための調査を実施する場合があります

⑦工事着手

現在

※下記条件が揃った場合、工事着手

- ①再液状化の可能性
- ②実現可能で有効な工法
- ③住民の合意形成