

氷見市液状化対策検討委員会

第 1 回委員会資料

令和 6 年 8 月 1 日

氷見市 建設部 都市計画課

目 次

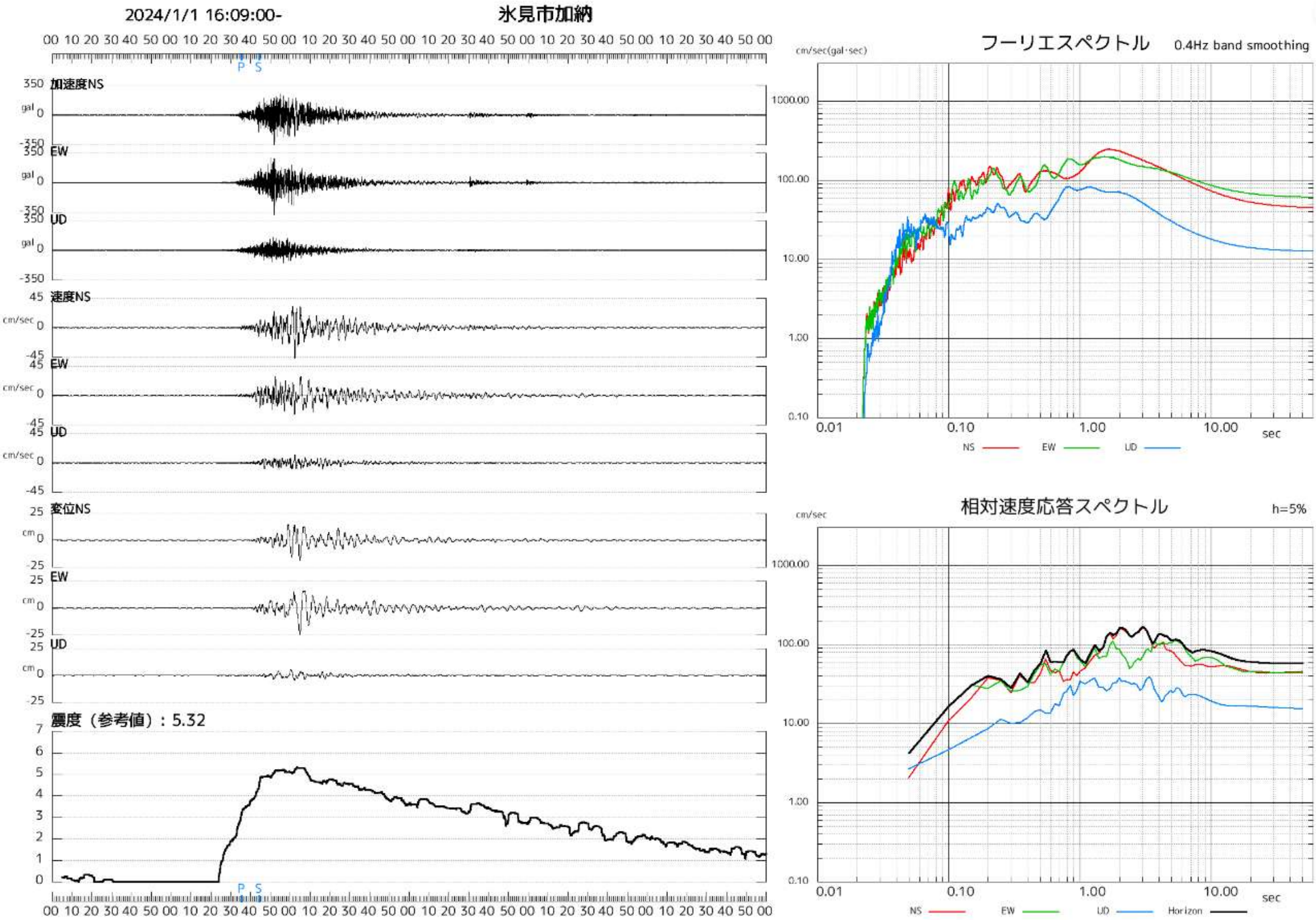
1. 被災概要
2. 被災メカニズム
3. 既存ボーリング調査
4. 液状化対策工法の検討
5. 新規ボーリング調査計画

1. 被災概要

1.1 地震の状況

令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震（M7.6、最大震度7、氷見市5強）により、道路・上下水道等の社会インフラは甚大な被害を受けた。また、地震に伴う液状化により、宅盤の沈下・流動、家屋の倒壊・傾倒が多数発生し、市民生活に深刻な影響を与えている。加えて、降雪・降雨により被害は拡大しており、早急な対策実行が求められている。

都道府県	観測点名	震度	計測震度	最大加速度 (gal=cm/s ²)				震央距離 (km)
				3成分合成	南北	東西	上下	
富山県	氷見市加納	5強	5.3	280.4	244.4	274.5	120.2	74.7

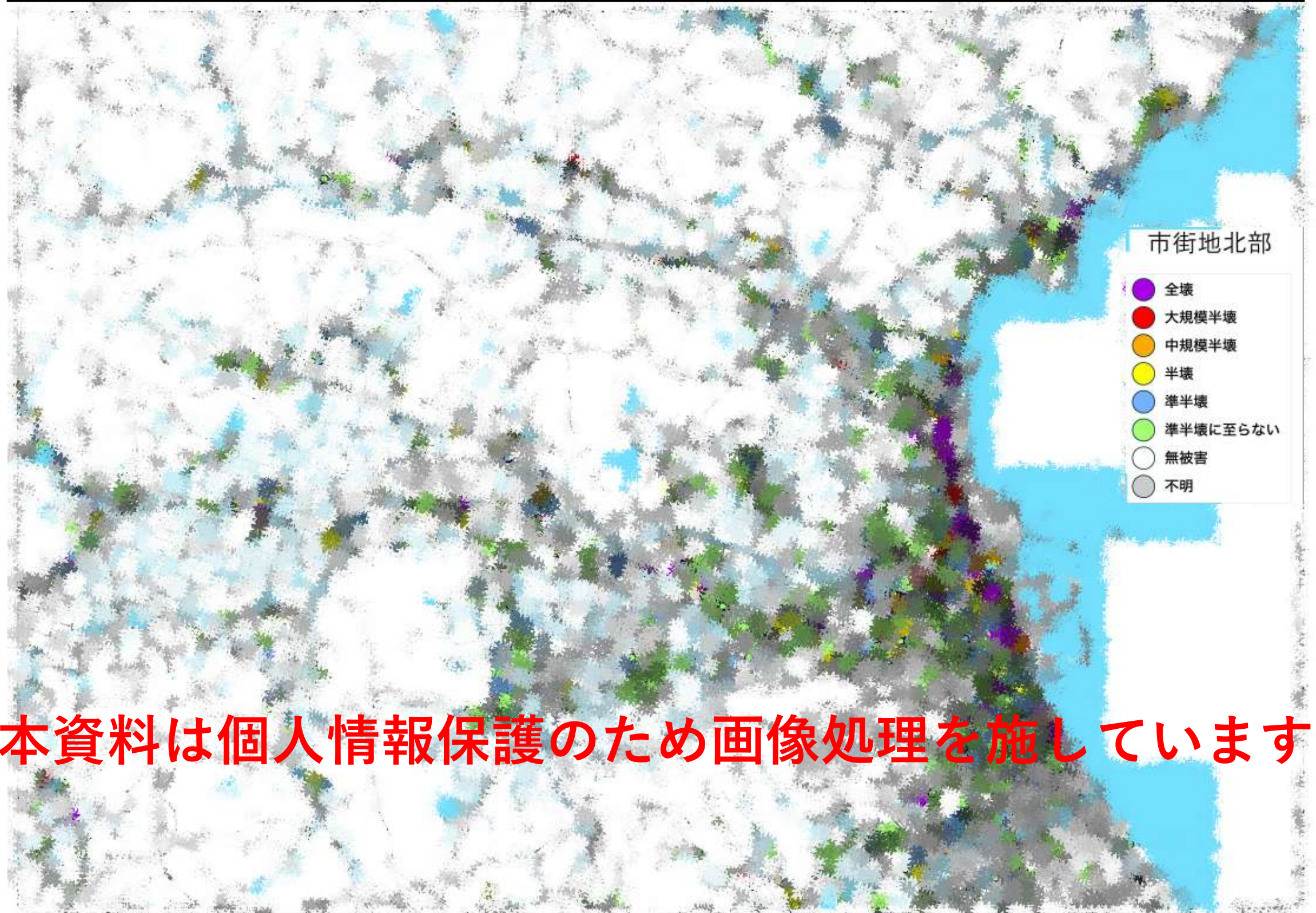


1. 被災概要

1.2 家屋被害の状況（罹災認定の状況）

1.2.1 罹災証明（1次調査）

下図は、罹災証明発行家屋を広域平面図にプロットしたものである。
全壊家屋は、市街地の旧国道（県道373号薮田下田子線）沿線の家屋連宅区域に集中している。

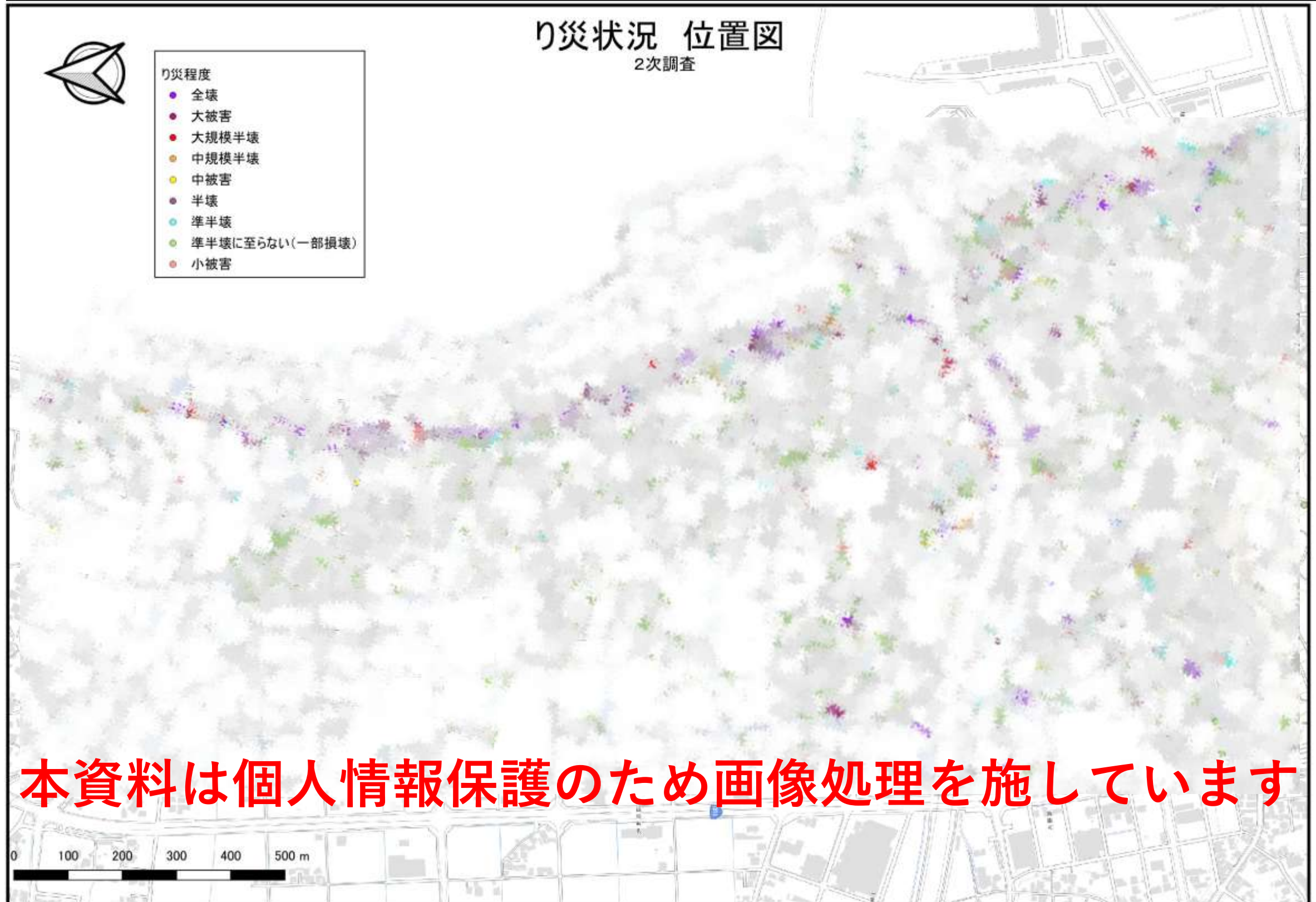


本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

1. 被災概要

1.2.2 罹災証明（2次調査）

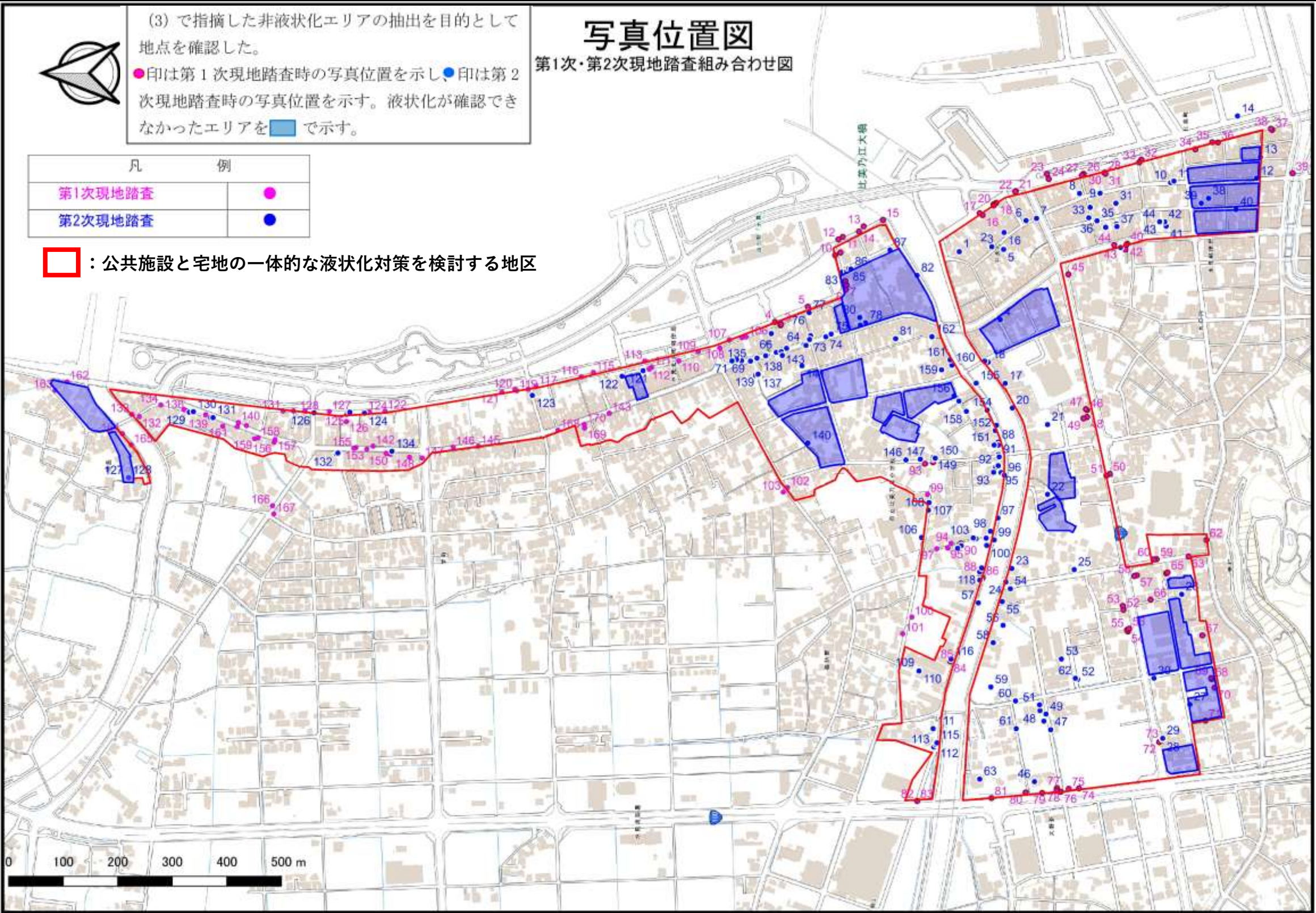
液状化発生エリアに着目し、被災程度（全壊・大被害・大規模半壊等）を平面図にプロットした。
全壊・大被害家屋は氷見市北大町・栄町（県道373号藪田下田子線沿線）に集中している。



1. 被災概要

1.3 インフラ被害の状況

液状化エリア現地踏査の結果、一般家屋の他、道路・上下水道等の社会インフラ被害も多数発生している。
下図は液状化エリア外周付近の被災状況写真撮影位置（写真番号）を示したものである。



1. 被災概要

家屋の倒壊（写真1次-129）



路面下の土砂流出（写真1次-95）



ブロック塀破損、側方流動による側溝圧壊（写真1次-151）



下水道マンホールの浮き上がり（写真1次-99）



1. 被災概要

家屋の倒壊（写真2次-135）



縁石の浮き（写真1次-2）



宅地地盤の陥没・噴砂（写真1次-31）



下水道マンホール周辺のコンクリート損壊（写真1次-20）



1. 被災概要

家屋の傾倒（写真1次-145）



アスファルト舗装の損傷（写真2次-22）



ブロック塀の破損（写真2次-31）



街渠沈下、縁石浮き上がり（写真2次-15）



本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

1. 被災概要

住宅基礎周辺の噴砂（写真2次-30）



電柱の沈下・傾倒（写真2次-10）



側溝と土間コンクリートとの開き（写真2次-4）



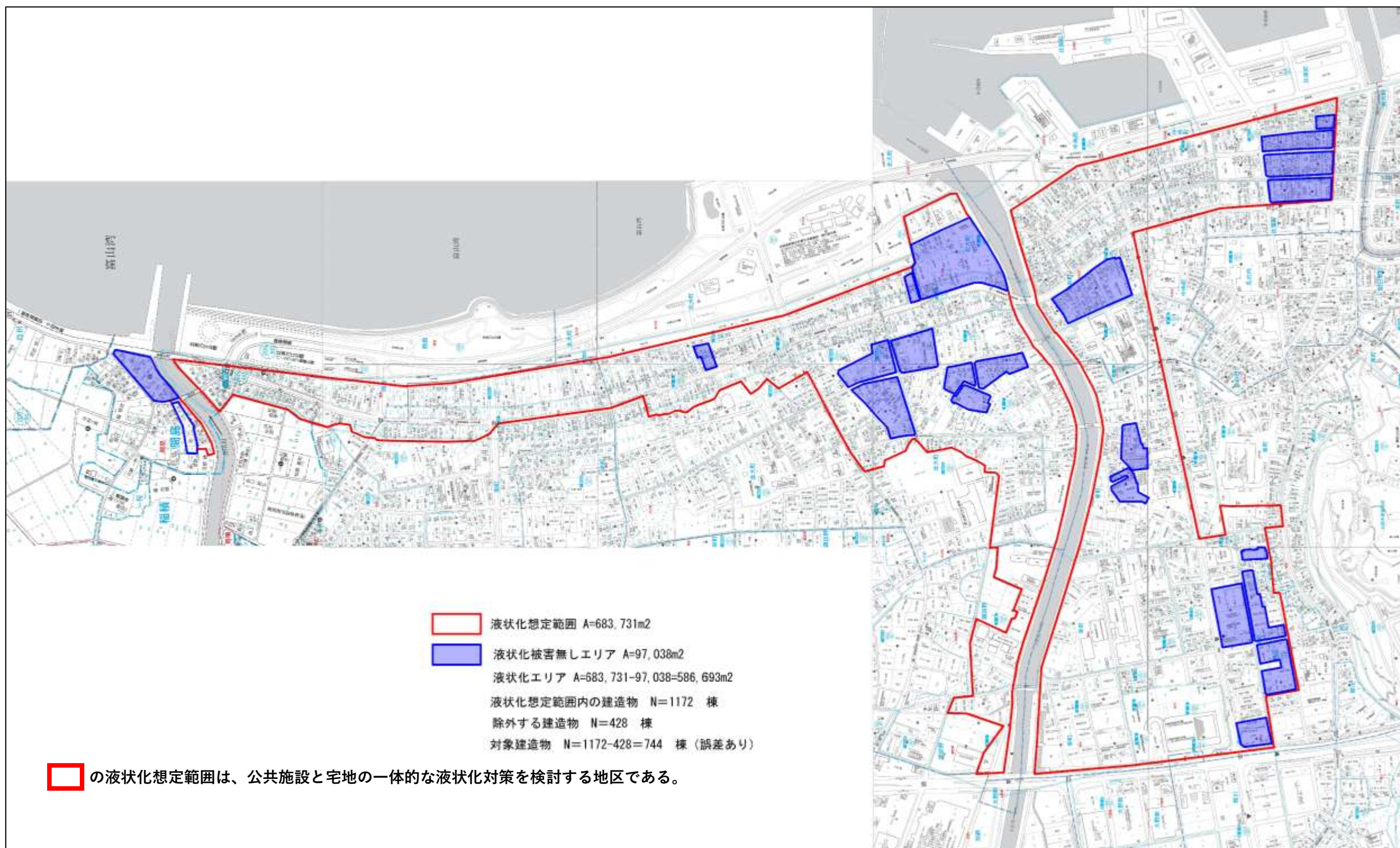
下水道宅内枳の浮き上り（写真2次-7）



1. 被災概要

1.4 液状化発生エリア

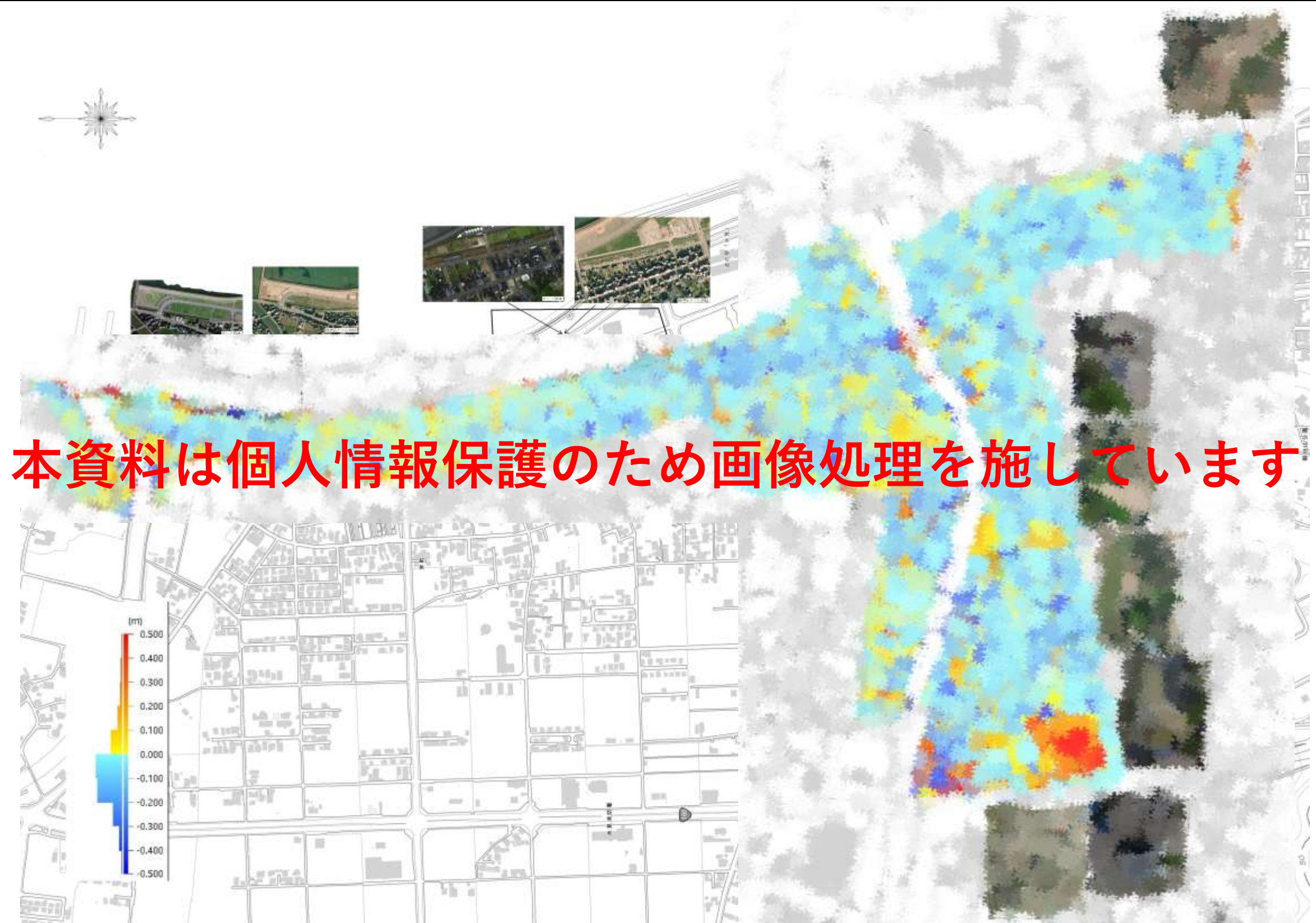
現地踏査結果を踏まえ、液状化エリア（赤枠線）、未被害宅地（青着色）をプロットした。



1. 被災概要

1.5 標高差分図

基盤地図情報(数値標高モデル5mメッシュ 国土地理院)とUAVレーザ計測(令和6年7月11～12日計測)結果を比較した結果、液状化エリアでは最大30cm程度の沈下が確認された。



1. 被災概要

参考 基準点改測結果の検証

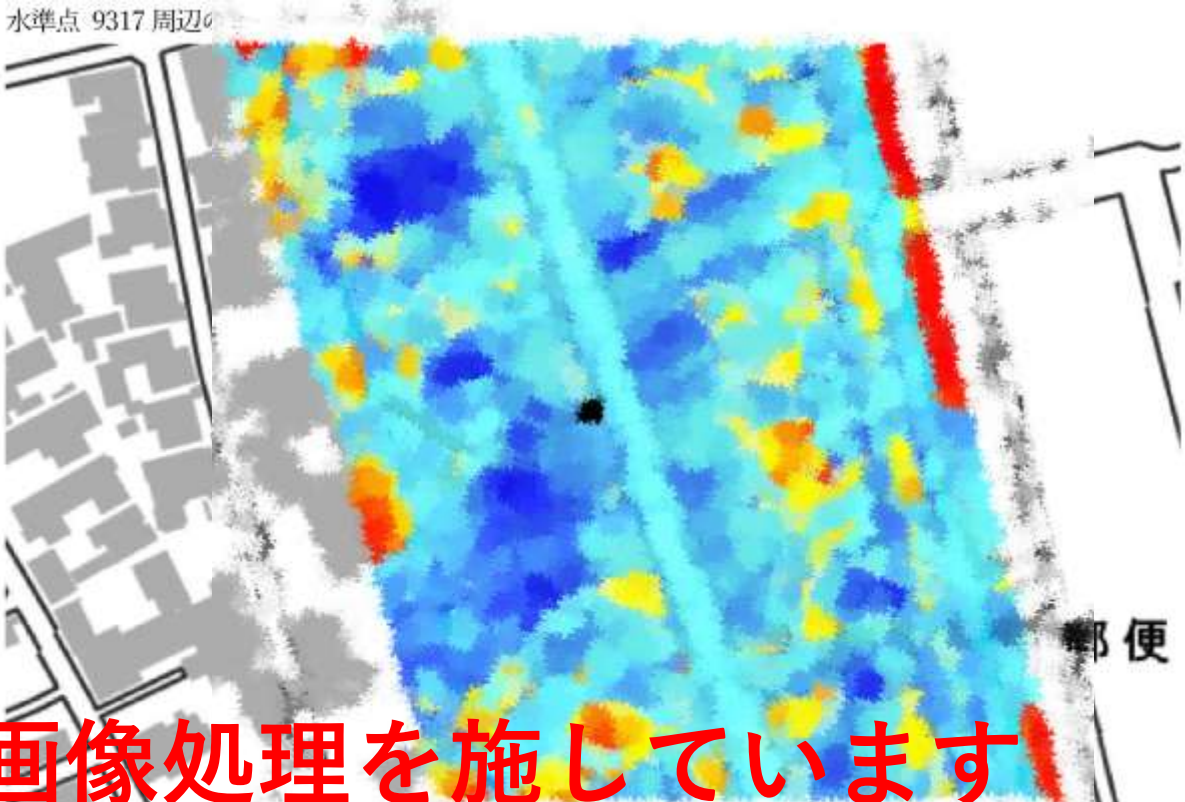
近傍水準点（一等水準点9317）では3cmの沈下が確認されている（改測結果：国土地理院）。



9317	単位:m
地震前	2.379
地震後	2.349
差	-0.030

3cm沈下

9318	単位:m
地震前	5.353
地震後	5.347
差	-0.006



本資料は個人情報保護のため画像処理を施しています

基準点基本情報	解説	取り置き
基準点コード	L010000009317	
ICタグ(ucode)		
等級種別	一等水準点	
路線番号	21300	
電子基準点観測点番号		
基準点名	9317	
成果品質	1970年以降観測されている	
電子基準点取り付け		
標高区分		
ワンストップサービスの可否		
基準点成果情報	解説	登録年月日
		2024/06/26
		正常
20万分の1地勢図名	七尾	
5万分の1地形図名	水見	
成果区分	測地成果2011	
北緯	36°51'58".5566	
東経	136°59'02".2981	
水準点緯度経度算出方法	水平位置決定作業より算出	
標高(m)	2.3488	
作業内容	改測	
作業年月日	20240318	

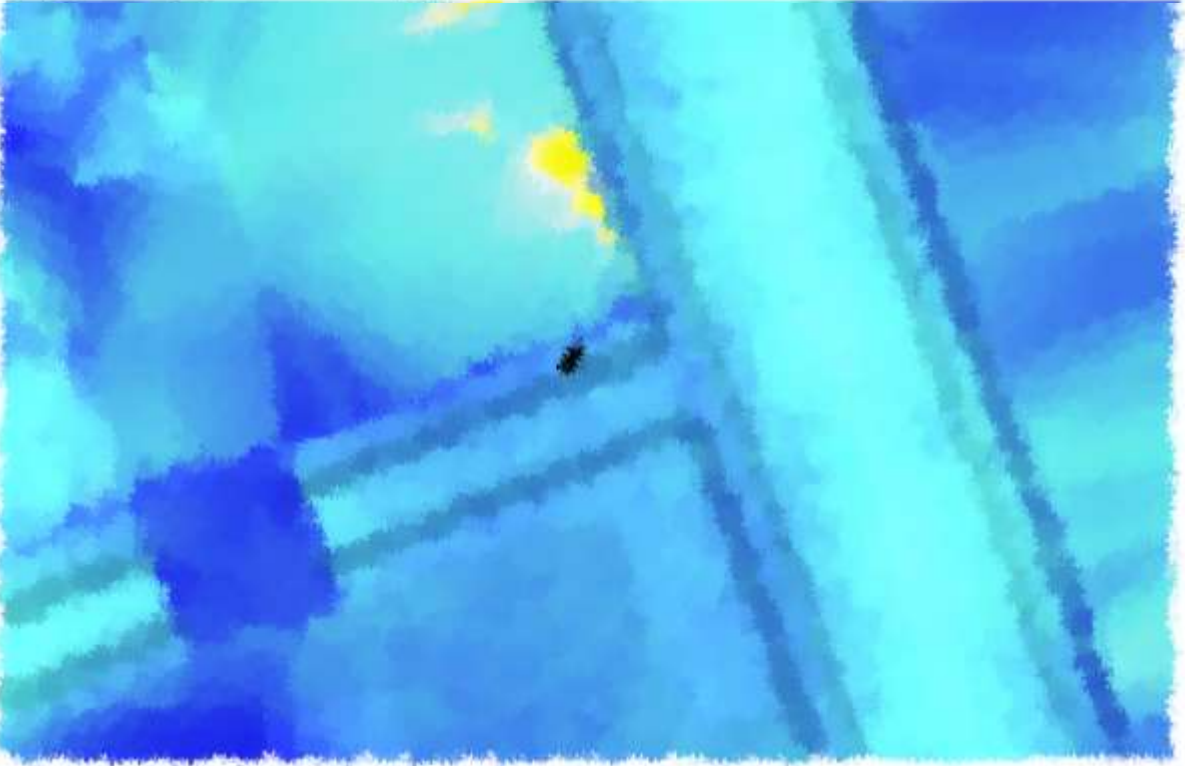


水準点 9317 観測 (2022 年 12 月 12 日時点 出典：国土地理院 基準点成果等閲覧サービス)



出典：国土地理院 基準点成果等閲覧サービス

水準点 9317 周辺のヒートマップ (近景)

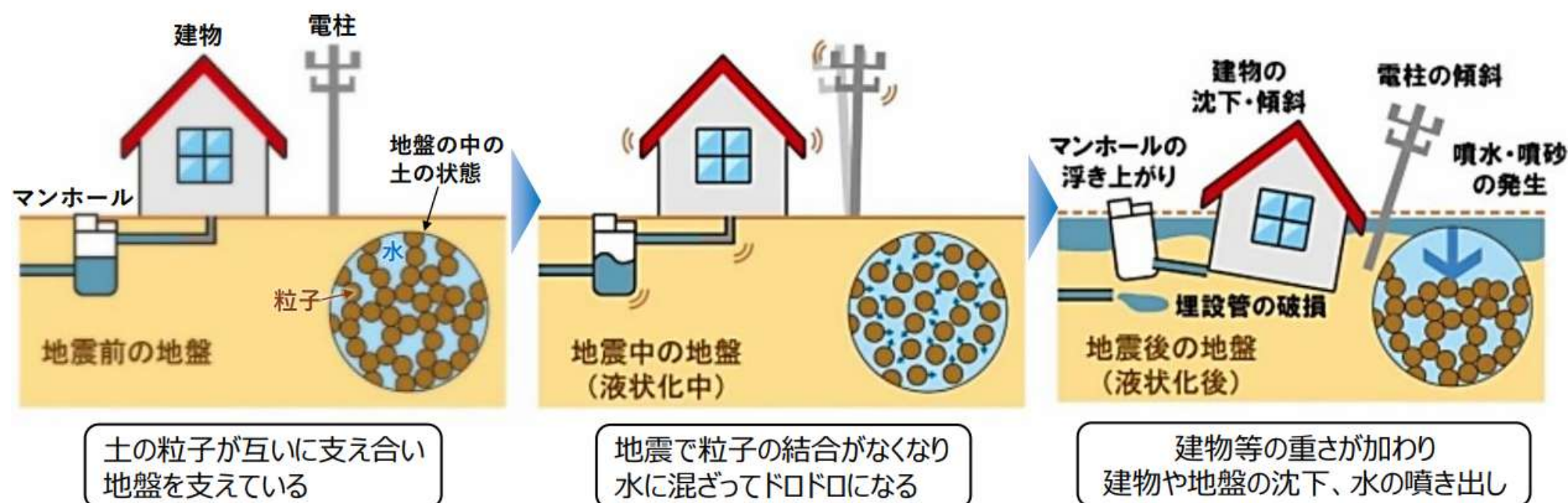


2. 被災メカニズム

2.1 液状化現象

地盤の液状化とは、地盤が液体状態となる現象である。

通常、地盤では、土の粒子が互いに支えあい、地盤を支えている。そこに地震動が加わると粒子の結合が無くなり、水に混ざって泥水状になる。その結果、地盤は沈下し、建物の傾倒、マンホール浮き上がりが発生するとともに、水や砂の吹き出しが発生する。



出典：石川県ウェブサイト

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kankyo/suidou/documents/ekijoukakisyahappyo.pdf>

2. 被災メカニズム

2.2 液状化の可能性

液状化は、下記条件が揃った場合に発生確率が高くなると言われている。

【緩い砂地盤】

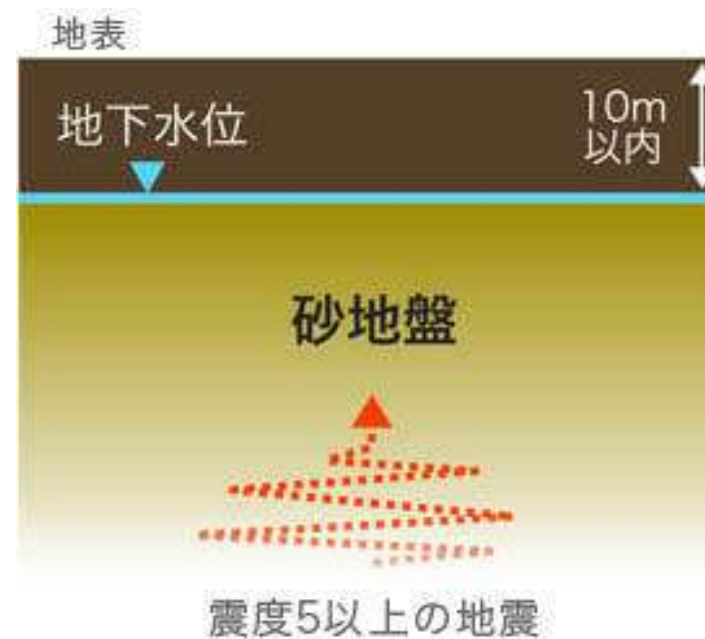
- 海岸や河口付近、埋立地、河川の扇状地などで多くみられる
- 地盤の硬さを示すN値が20以下
- 土粒子の大きさが0.03mm～0.5mmの砂地盤

【地下水の位置】

- 地下水位が地表面から10m以内
- 地下水位が浅いほど液状化が起こりやすくなる

【大きな地震の揺れ】

- 震度5以上で発生するといわれている
- 揺れている時間が長くなると被害が大きくなる傾向にある



出典：大林組ウェブサイト：

<https://www.obayashi.co.jp/thinking/detail/pickup012.html>

2. 被災メカニズム

2.3 氷見市の液状化被害発生要因

液状化被害が著しい氷見市北大町、栄町は砂州であり、粘性土の上に層厚3m～10m程度の緩い砂層が堆積し、地下水位はGL-1m前後と浅い。

このような液状化の素地が揃っていたところに能登半島地震（震度5強）の揺れが入力され、液状化に至ったと考えられる。

液状化に伴って発生した地盤の不同沈下により、戸建住宅をはじめとする建造物が支持力を失い、倒壊・傾倒し、加えて地盤の側方流動により建造物がせん断変形し損傷したと推測する。

県道藪田下田子線より東側（海側）は、道の駅氷見（駐車場）、氷見漁港で顕著な液状化被害が確認されており、潮位の影響により地下水位が常時高い状態に位置していたことに起因すると推測される。

一方、県道藪田下田子線より西側（陸側）の液状化被害は軽微である。基盤地質は県道藪田下田子線付近と大差は無いが、区画形状や住居外観からの推測になるが、宅盤は宅地造成時に盛土（プレロード）、置換等の表層改良が施された後に家屋を建設した可能性が高い。



海側：道の駅氷見



県道藪田下田子線沿線：連棟住宅が多い



陸側：宅地造成後に建設された戸建

3. 既存ボーリング調査

3.1 地質調査平面図・地質想定断面図

富山県・氷見市で実施した既存ボーリング調査、ほくりく地盤情報システムより入手した既存ボーリング調査データを基に作成した地質調査平面図を図-3.1に示す。また、地質想定断面図を図-3.2、図-3.3に示す。なお、現況平面図と地形分類図（国土交通省）を重ね合わせた結果、上庄川の河道は若干変異しているが、余川川の河道は安定していることが窺える。

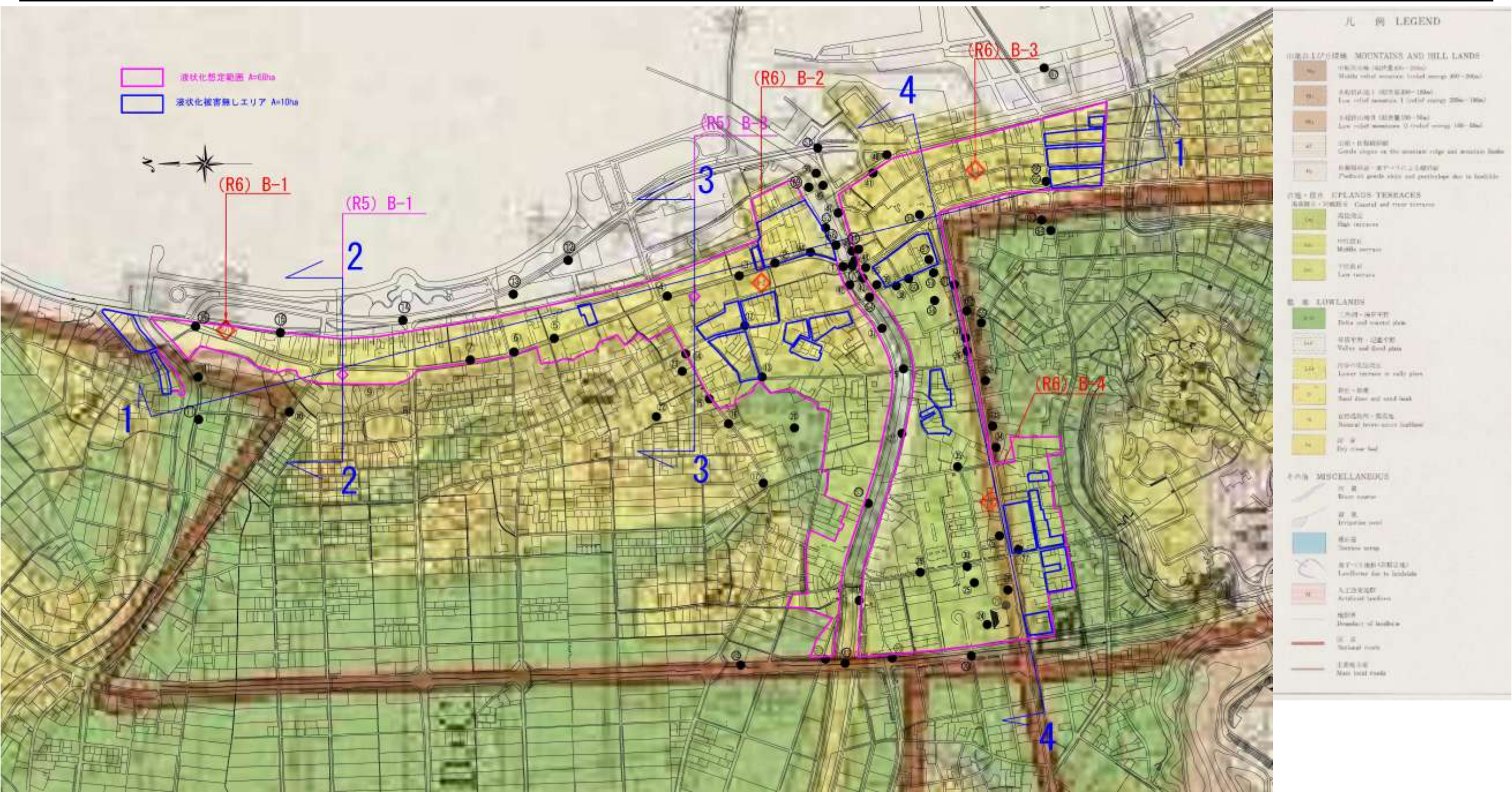


図-3.1 地質調査平面図（地形分類図出典：<https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/tochimizu/F3/data/L/1607L.jpg>）

3. 既存ボーリング調査

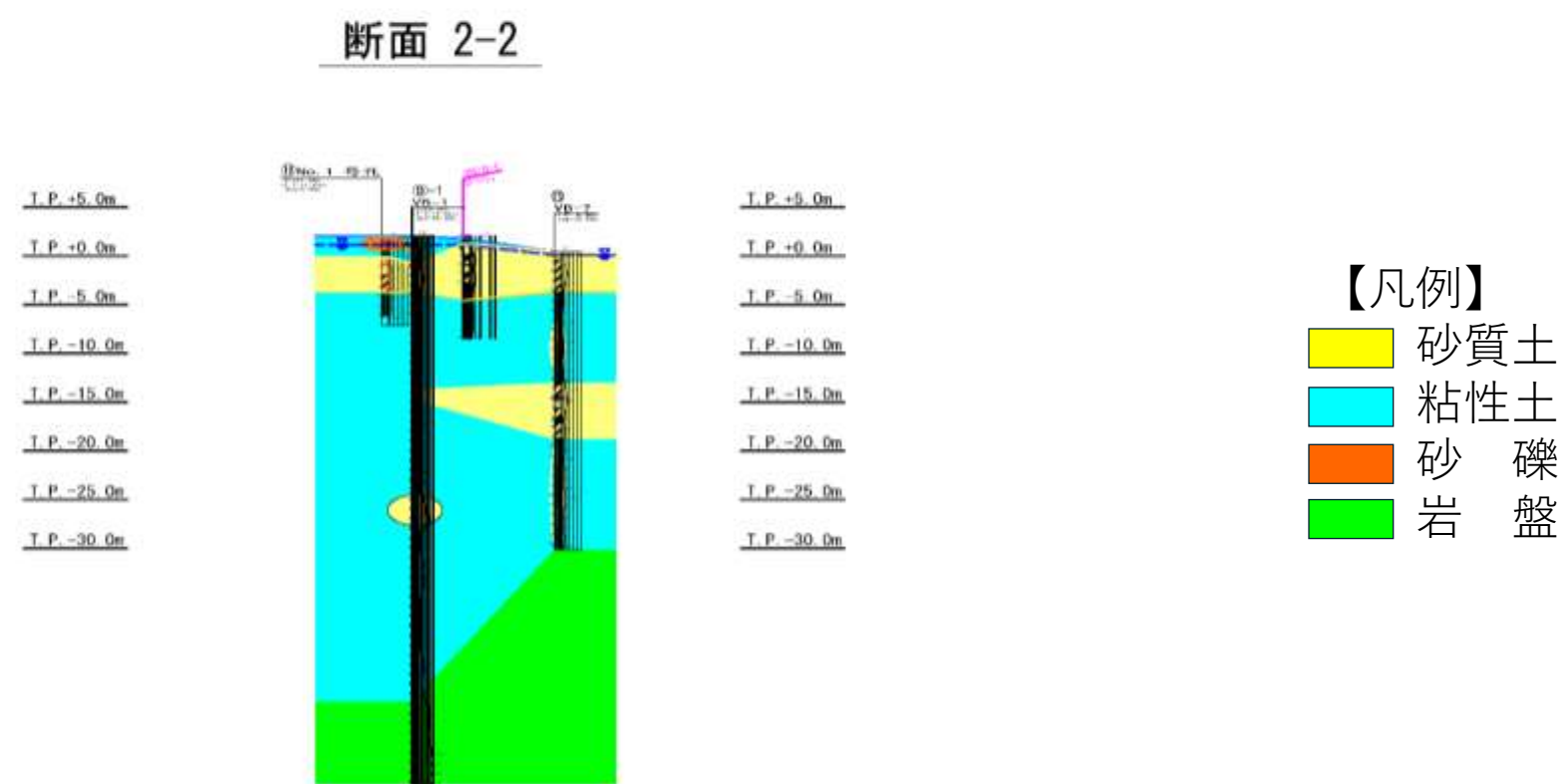
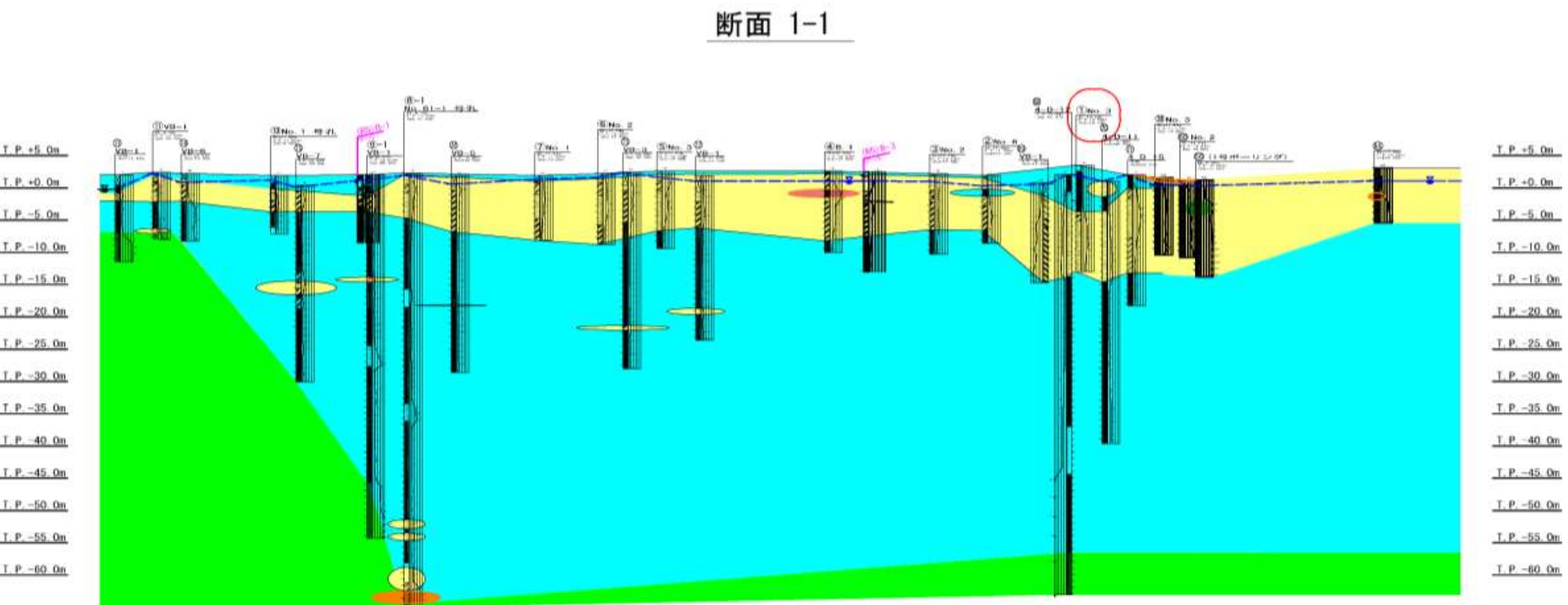
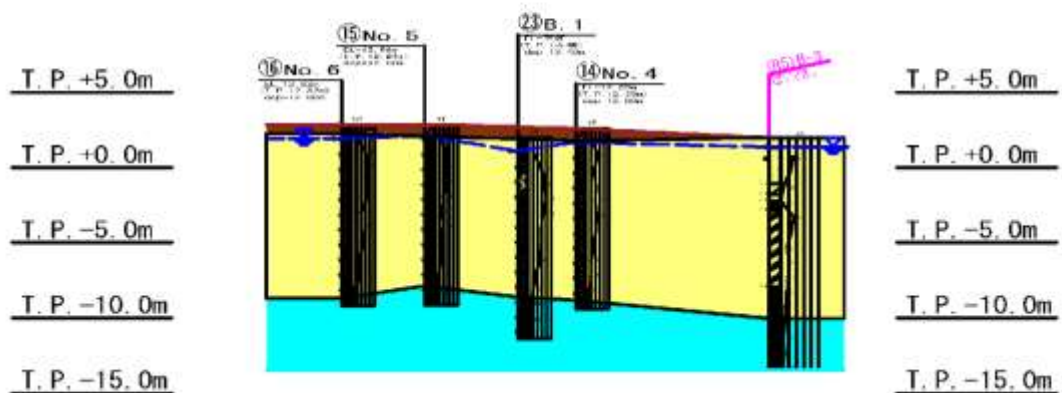


図-3.2 地質想定断面図

3. 既存ボーリング調査

断面 3-3



断面 4-4

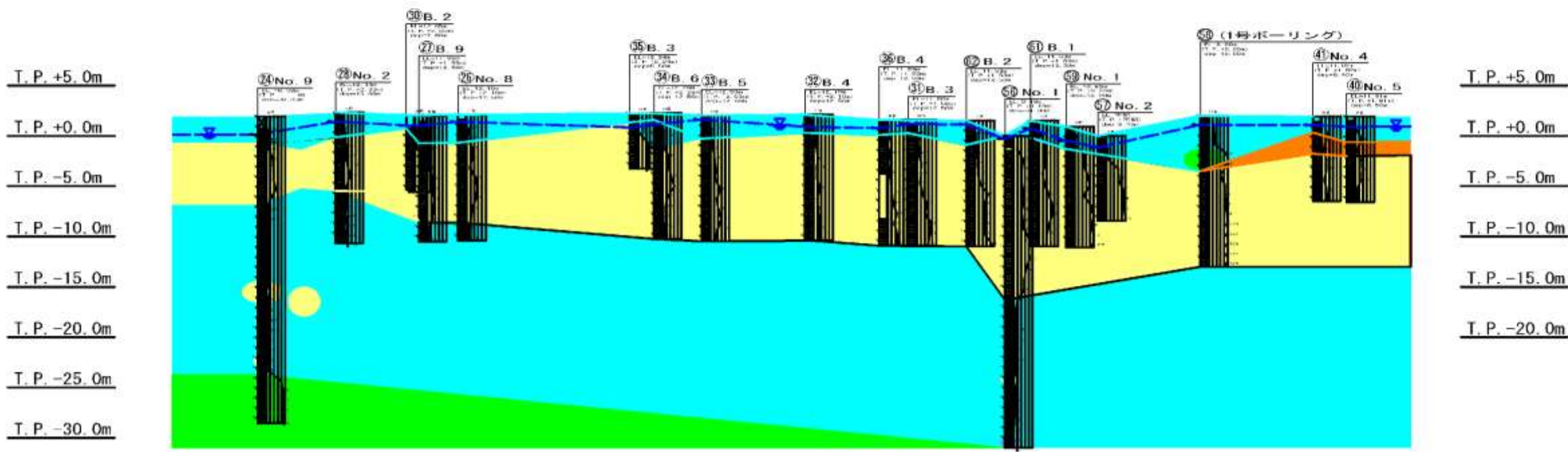


図-3.3 地質想定断面図

3. 既存ボーリング調査

3.2 地質図

液状化対象範囲近傍の地質構造は下図のとおりである。



図-3.4 地質図（産業技術総合研究所HPより引用、一部加筆）

4. 液状化対策工法の検討

4.1 液状化発生抑制原理と対策方法

液状化発生を抑制するには、地盤の液状化強度を増大させる。もしくは地盤内の応力・変形に関する条件や間隙水圧に関する境界条件を液状化し難いものにさせることが考えられ、その原理は以下に示すものが挙げられる。

【液状化強度の増大】

- ① 密度の増大
- ② 液状化しにくい粒度分布
- ③ 土粒子骨格の安定化
- ④ 飽和度の低下

【応力・変形および間隙水圧に関する条件の改良】

- ⑤ 過剰間隙水圧を速やかに消散
- ⑥ 液状化した周辺からの過剰間隙水圧の遮断
- ⑦ 初期有効応力を増大させることにより、せん断応力の初期有効応力に対する比を低下
- ⑧ 地震時に生じるせん断変形の抑制

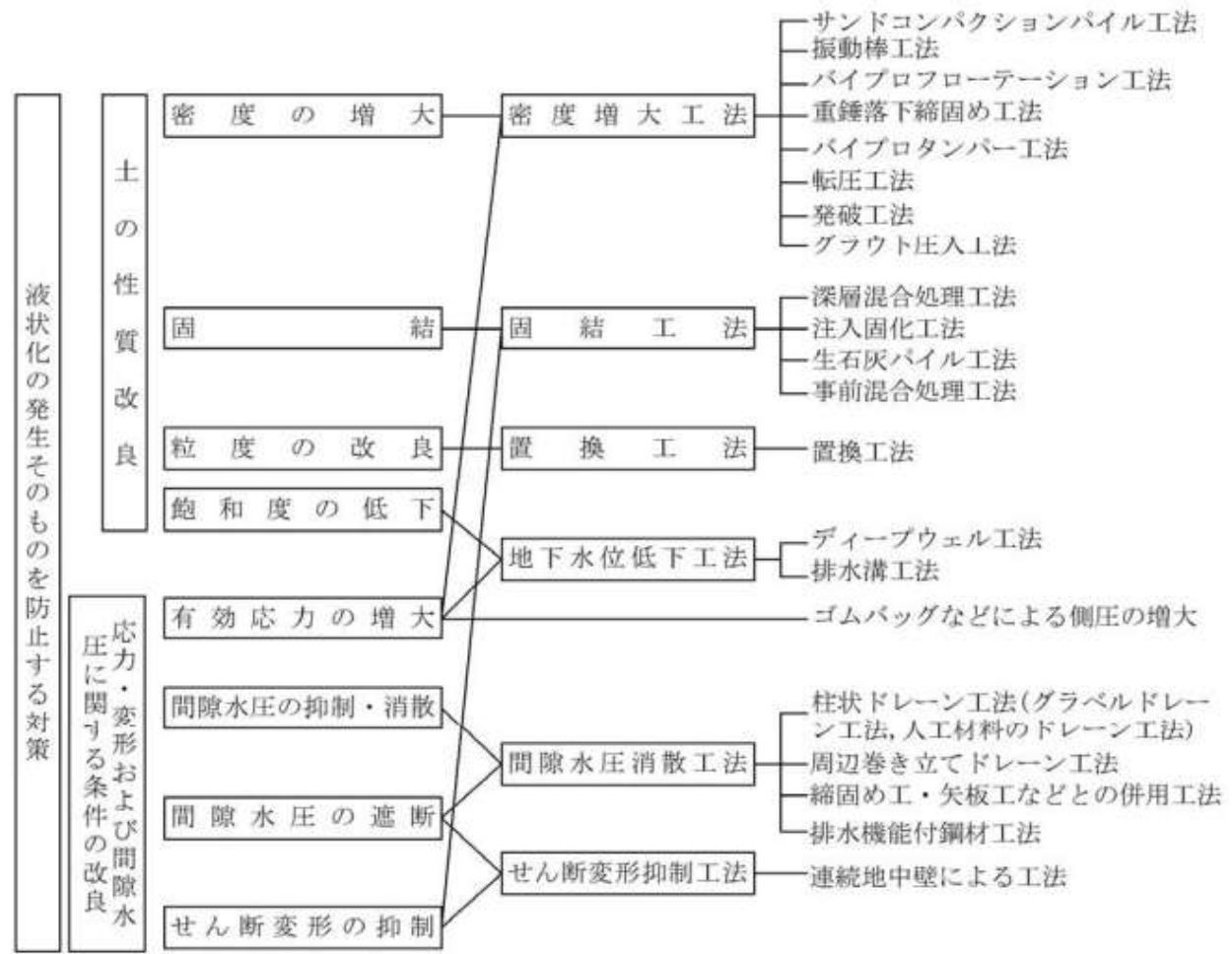


図-4.1 液状化発生を抑制する対策原理と工法（出典「地盤工学・実務シリーズ18 液状化対策工法（社）地盤工学会」）

4. 液状化対策工法の検討

4.2 主な液状化対策工法（公共施設と宅地の一体的な液状化対策に適用可能な液状化対策工法）

2011年 3 月11日に発生した東北地方大平洋沖地震（東日本大震災）で液状化被害を受けた地区では、地下水位低下工法と格子状地中壁工法により住宅を存置したまま公共施設・宅地一体型液状化対策が実施されてきた。

表-4.1 道路と宅地の一体的な液状化対策に適用可能な液状化対策工法

工法名	特徴	イメージ図	適用性	施工性	経済性	備考
地下水位低下工法	住宅地や道路部分の地下水位の高さを強制的に低下させて地表面下の数メートルを非液状化層とすること、およびその下層の液状化層の厚さや液状化の程度を軽減し、液状化による被害を抑制する。		① 有害な沈下を引き起こす圧密沈下対象層が厚く堆積していないこと ② 団地に公共施設（道路）があり、暗渠管あるいは汲み上げ井戸を設置するスペースがあること ③ 暗渠管を設置する工法の場合は、敷（画）地割が比較的整形であること ④ 施工区域外からの地下水流入量以上の水を排水して地下水位を下げられる地下水環境であること	道路直下にドレーン管を埋設し、周辺の地下水位を集水、自然流下によって地下水位を低下させる方式（自然流下方式）と、地盤内に止水壁を打設し、揚水井戸を設けポンプによって水を汲み上げる方式（汲み上げ井戸方式）がある。いずれも道路部分のみで施工が完結する。	道路部だけの施工であることから、宅地部分の費用はわずかと想定される。維持管理費等の官民負担については検討が必要である。	施工実績については次表参照 他に、兵庫県尼崎市、新潟県柏崎市の住宅地の液状化対策として実施された事例がある。
格子状地中壁工法	セメントなどの改良材を地中に供給し、原地盤の軟弱土と改良材を強制的に混合攪拌することで、地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑止し液状化を抑制する。		① 敷（画）地内の工事や住民負担等について、街区全体の住民が同意する街区 ② 敷（画）地割が比較的整形であり、高低差が小さい街区 ③ 敷（画）地割が大きすぎず、一定の隣棟間隔が確保されている街区	宅地と宅地の境界に施工する場合、高圧噴射工法を採用する。幅 1m 以上の施工スペースが必要である。 施工ヤードを設けるために、宅地と宅地の境界の塀や植栽の撤去が必要な場合がある。	道路部及び宅地と宅地の境界において施工する必要がある。宅地部分については所有者が負担する必要があるため、格子間隔によっては高額になる場合がある。	施工実績については次表参照

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ダンス」令和元年6月
pp. 59-61：<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001470556.pdf>

旭市ウェブサイト
p.6.2 <https://www.city.asahi.lg.jp/uploaded/attachment/7570.pdf>

4. 液状化対策工法の検討

4.4 その他の対策事例

1) 新潟県柏崎市・山本団地

- ・山本団地（129戸）は、1971年に水田を埋め立ててつくられた（cf. 液状化現象が注目される契機となった新潟地震は1964年に発生）。
- ・2007年中越沖地震において液状化の被害を受け、その後地下水位低下による液状化対策を施した。
- ・被災した宅地と市道の地下2～3mに暗渠配水管を施工した。
- ・国が対策費の一部を補助する、大規模盛土造成地滑動崩落防止事業を初適用した事例でもある。
- ・2024年能登半島地震において液状化の被害が確認できなかった。
- ・全体事業費は約1.6億円で、このうち4分の1を住人が負担した。

出典：日経クロステック2024年3月28日

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/na/18/00234/032100005/>（有料）

- ・地下水を融雪用水として利用している地域であるため、平素から地盤沈下防止のため地下水の節水が呼びかけられている。

出典：柏崎市ウェブサイト

<https://www.city.kashiwazaki.lg.jp/soshikiichiran/shiminseikatsubu/kankyoka/5/7/4/4573.html>

2) 兵庫県尼崎市・築地地区

- ・1995年兵庫県南部地震において液状化の被害を受けた。
- ・復興事業により、地下水位を下げ、さらに区域全体の土地を平均1.5m程度かさ上げすることで、液状化の対策をとった。

出典：尼崎市ウェブサイト

https://www.city.amagasaki.hyogo.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/005/009/siminmukedokuhon-3.pdf

3) 神戸市内の某ホテル

- ・埋立地の岸壁上に建設されている。
- ・格子状地盤改良を行った部分については阪神淡路大震災時に液状化がみられなかった。

出典：浦安市ウェブサイト

<https://www.city.urayasu.lg.jp/faq/1009717/1011044/1011092.html>

竹中工務店ウェブサイト：

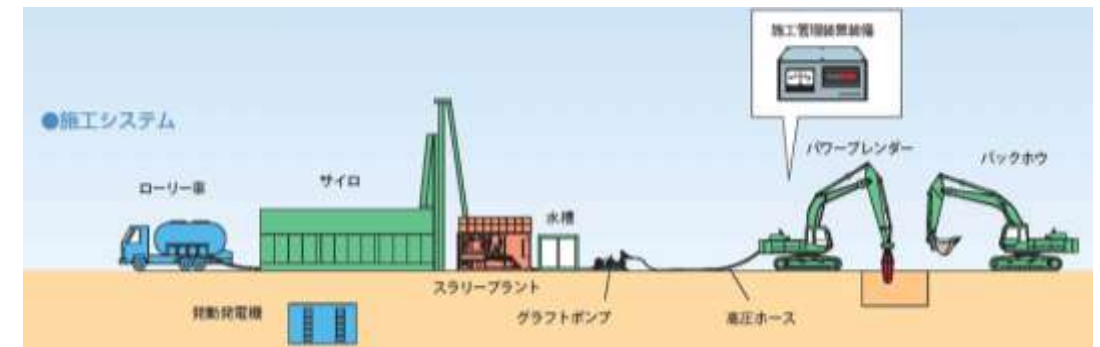
<https://www.takenaka.co.jp/solution/needs/earthquake/service09/index.html>

4. 液状化対策工法の検討

4.5 その他の対策工法

1) 浅層混合処理工法

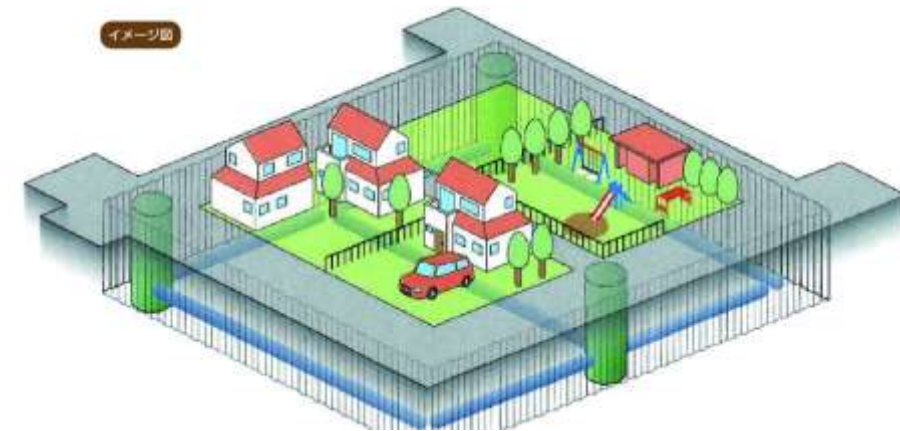
- ・地盤を1～2m程度まで掘り起こし、セメント系固化材を使って地盤の強度を高める方法
- ・表層改良工法と同じ
- ・粉体工法とスラリー噴射工法がある。



出典 宮坂建設工業（株）ウェブサイト <https://www.miyasaka-cc.co.jp/tech/powerb/>

2) レジェンドパイプ工法

- ・推進工法を用いて排水パイプを設置し、地下水位を下げることで水による影響を排除する工法
- ・地中管を作成するための推進工法と同様に鋼管を発進竪坑から水平方向に圧入し、その内側にポリプロピレン製パイプを挿入した後、鋼管だけを引き抜く。
- ・地下水がポリプロピレン製パイプに流入し、流末の竪坑から汲み上げられる。



出典 レジェンドパイプ工法ウェブサイト <https://www.legend-pipe.jp/about/>

3) 集水井工法

- ・地すべり対策工事に用いられる集水井・集水管（横ボーリング）を配置し、地下水を排除する工法。
- ・流末には調整池等を設置し円滑な地下水排除を実現。
- ・氷見市においても、古くから地すべり対策に採用されており、集水井を民有地に設置することにより、道路災害復旧も早期着工が可能となる。



出典 香取市ウェブサイト https://www.city.katori.lg.jp/living/sumai/ekijoka/shiminsetsumeikai/setsumeikai_dai5kai.files/2013-1210-1422.pdf

5. 新規ボーリング調査計画

既存ボーリング調査結果を踏まえ『令和6年度 氷見市液状化対策検討（その2）業務：NiX JAPAN（株）』において、追加ボーリング調査を実施する。

候補地4箇所を選定した理由としては、地下水位観測及び既存ボーリング調査位置との平面・縦断的なバランスや地質境界の状況を考慮しボーリング位置を特定した。

R6年度のボーリング調査予定位置を図-5.1～図-5.3に示す。

- ◆（R6） B-1 既存ボーリング位置から離れた位置であり、余川川周辺はGL-10m付近に軟岩が分布していることから、地質境界及び地下水位観測の視点から選定した。
- ◆（R6） B-2 既存ボーリング調査②と③の中間に位置し、GL-2.0m付近にシルト層が確認されていることから、シルト層の分布範囲を特定するため選定した。
- ◆（R6） B-3 既存ボーリング調査が未実施の区域であり、顕著な液状化被害が確認されていることから選定した。
- ◆（R6） B-4 沿岸部と陸側（国道160号側）の地下水位の変化を確認するため選定した。

新規既存ボーリング箇所で実施する試験項目は以下のとおりである。

- ◆ 砂質土層の試験
 - ・ 標準貫入試験
 - ・ 粒度試験
 - ・ 動的三軸試験（1試料）
 - ・ 現場透水試験
- ◆ 粘性土層の試験
 - ・ 標準貫入試験
 - ・ 粒度試験
 - ・ 一軸圧縮試験（1試料）
- ◆ 地下水観測（新規ボーリング箇所4孔を観測孔として定期観測する）

5. 新規ボーリング調査計画

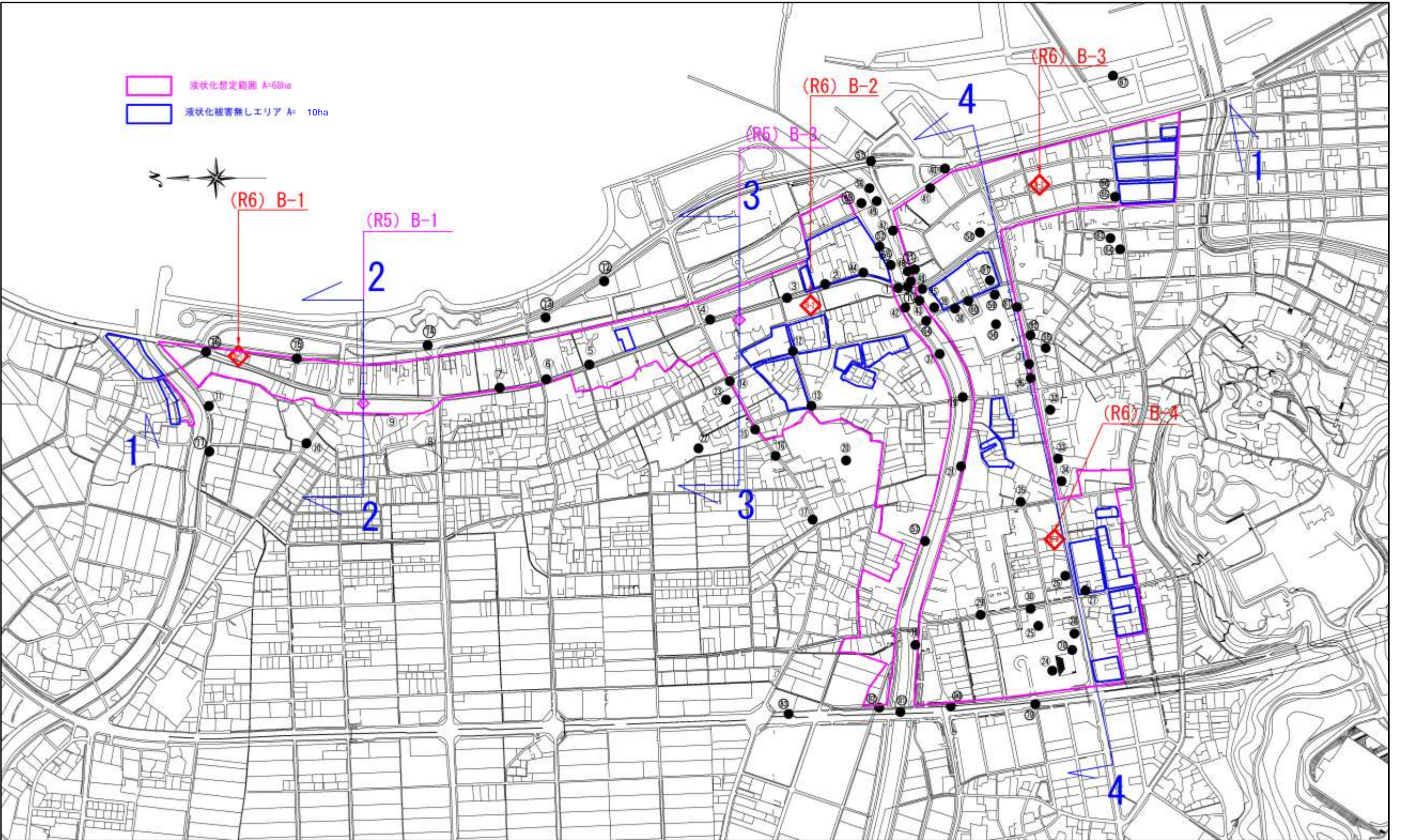


図-5.1 R6年度ボーリング調査位置図

5. 新規ボーリング調査計画

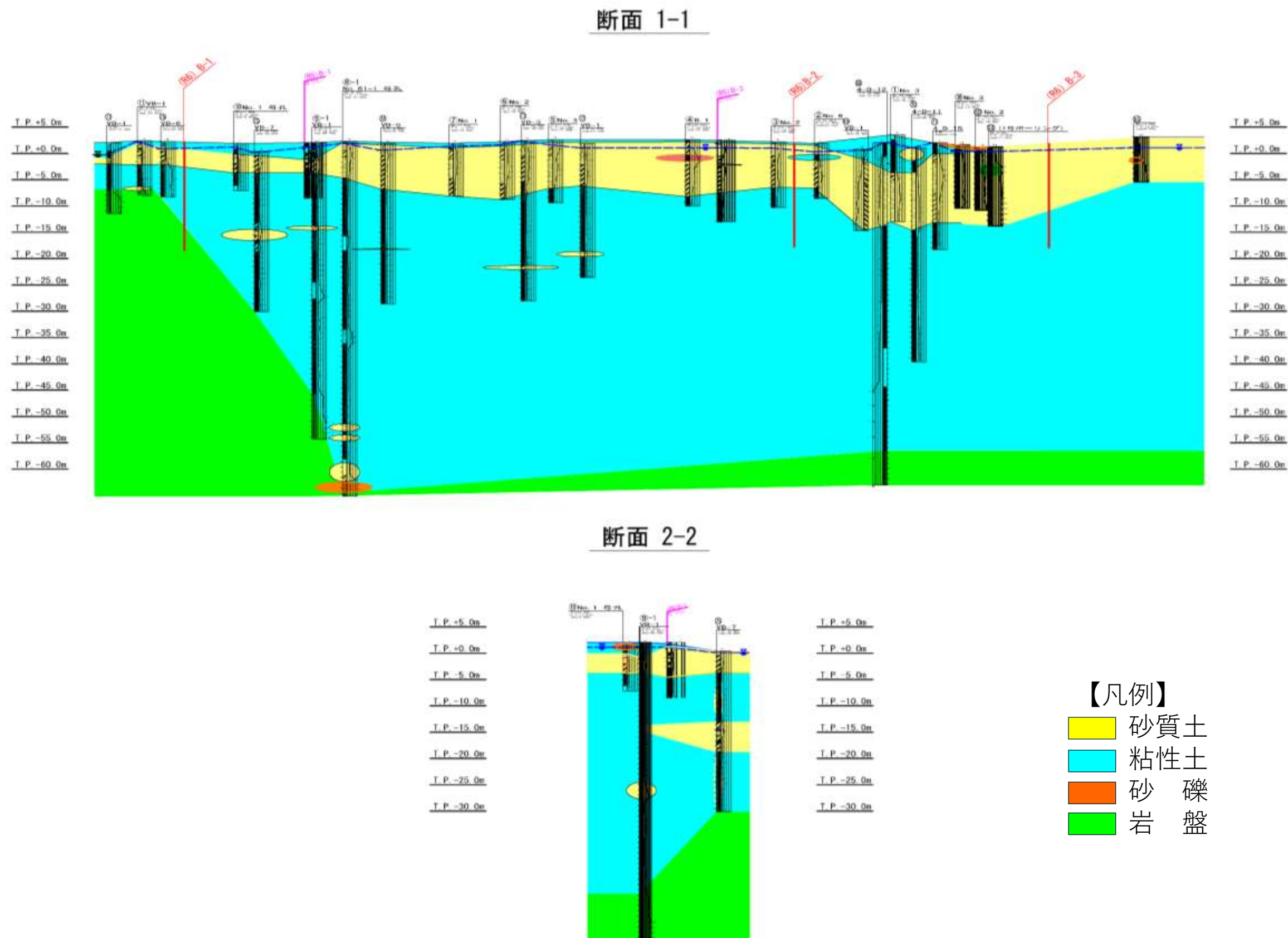
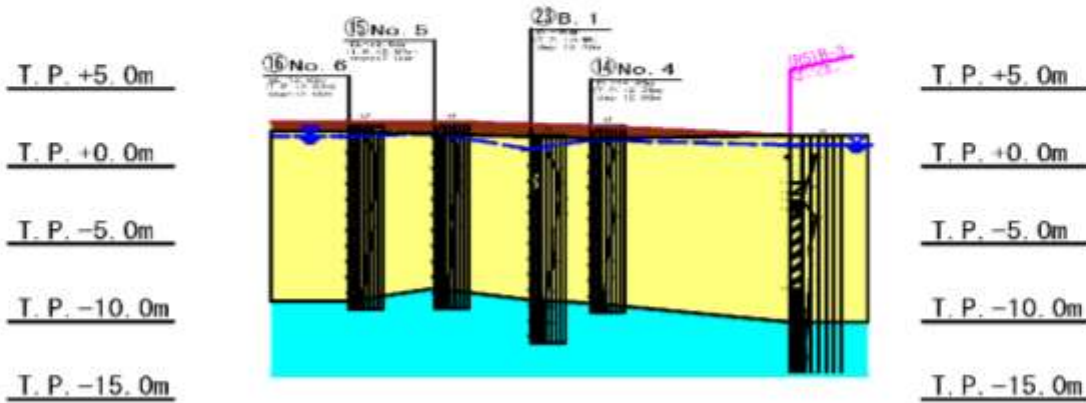


図-5.2 R6年度ボーリング調査 地質想定断面図 (1)

断面 3-3



- 【凡例】
- 砂質土
 - 粘性土
 - 砂 礫
 - 岩 盤

断面 4-4

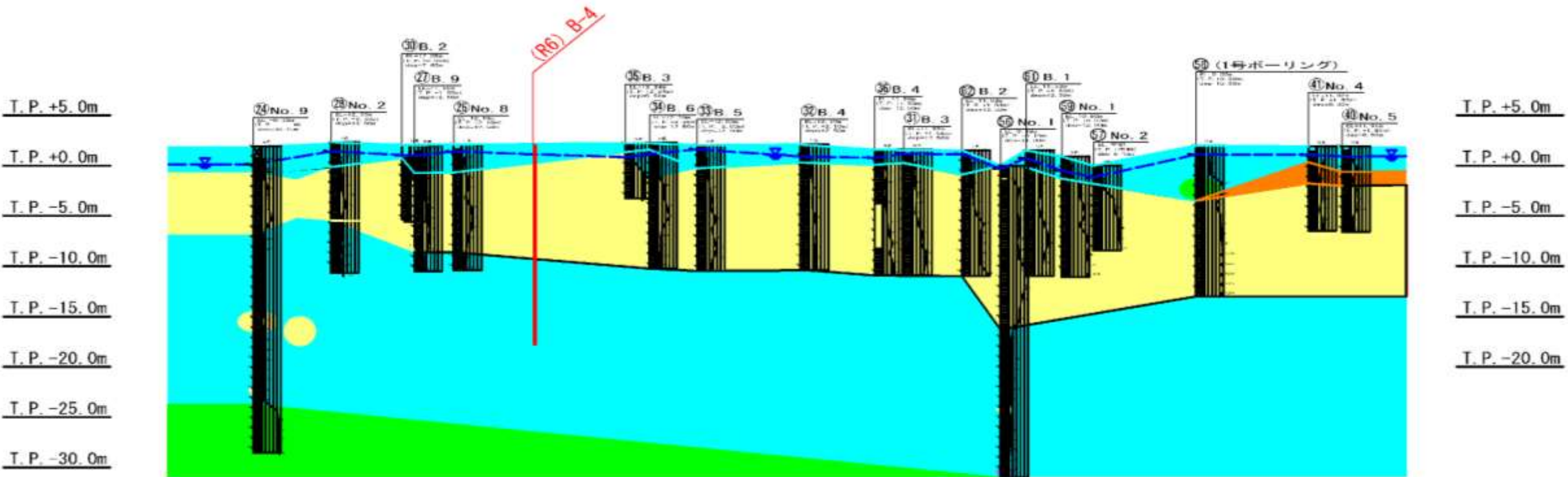


図-5.3 R6年度ボーリング調査 地質想定断面図 (2)