

氷見市液状化対策検討委員会

第2回委員会資料

令和 6 年10月17日

氷見市 建設部 都市計画課

■前回からの課題と被災分析

1. 前回からの課題と被災分析

■地下埋設物調査

2. 地下埋設物の平面図

■地盤調査

3. ボーリング及びサウンディング（調査位置、柱状図）
4. 室内土質試験

■被災原因分析

5. 被災原因の推定、対策の必要性

1. 前回からの課題と被災分析

前回からの課題

液状化とそれ以外の要因による被害の区別

噴砂の有無で判断している。

微地形に関する記述

対象領域には海岸砂丘はなく、代わりに砂州がある。埋立地、砂州、後背地、旧河道を区別する。

県道の両側で液状化する、しないが分かれたのはなぜか

N値だけをみると大きな傾向の差はない。旧海岸線、埋立地盤が関係？

サウンディング調査の活用

地下水流の上流側にあると思われる箇所に1本、調査地点を設定し試験を行った。

集水井を採用した香取市の事例について

一度は集水井の採用が決まったが、検討途中で腐植土層が発見され、実施を断念した。

対象領域を矢板で囲むのはどうか、囲っても地下水が回り込んでくるのではないか。

茨城県鹿嶋市、東海村（以上、地下水位低下工法実施中）、金沢市（実施予定）の例に倣い、当面は矢板なしの場合を検討する。

下に液状化層があり、そこにドレーンなどがあるとする
と、地震時に地下の液状化層で水が一気にドレーンに流れ、地盤沈下が10～15cmほど起きることはないか。

液状化する可能性のある層は液状化に伴って、時間遅れとともに層厚の5%程度圧縮するといわれているため、例えば、液状化層厚5mなら沈下量25cmが時間的に遅れて起きる。

揚水した地下水を雪対策や打ち水に使えないか

検討中

被災分析のまとめ

- 噴砂箇所
 - 噴砂箇所を調べたところ、ほとんどが前回委員会において提示した液状化想定範囲に含まれるが、若干、範囲外にも噴砂箇所があることが分かった。
 - 液状化想定範囲には噴砂箇所の空白となっている部分が存在する。
 - 県道373号線の東側（海側）と西側（内陸側）とを比較すると、東側の方が噴砂箇所が多い。
- 旧河道と液状化との関係
 - 液状化想定範囲には、旧河道がほとんどみられない。
 - ただし、上庄川河口付近の両岸には旧河道範囲とみられる大被害等の被害がみられる。
 - 明治以後の河道しか判明していないため、今後精査が必要である。
- 鉛直変位量と家屋のり災程度との関係
 - 鉛直変位量と家屋のり災程度との間には、相関関係がみられない。
 - それは、倒壊原因の特定が現段階ではできないため、液状化によってり災した家屋とそうでない家屋を同一のグラフにプロットしているためと思われる。

1. 被災分析

想定液状化エリアにおいて、現地踏査による噴砂箇所を下図にプロット（黄色○）した。赤枠の中（青着色を除く）で噴砂がみられなかった箇所がある。



1. 被災分析

下図より、現河道の両側に旧河道部の存在が推定できる。

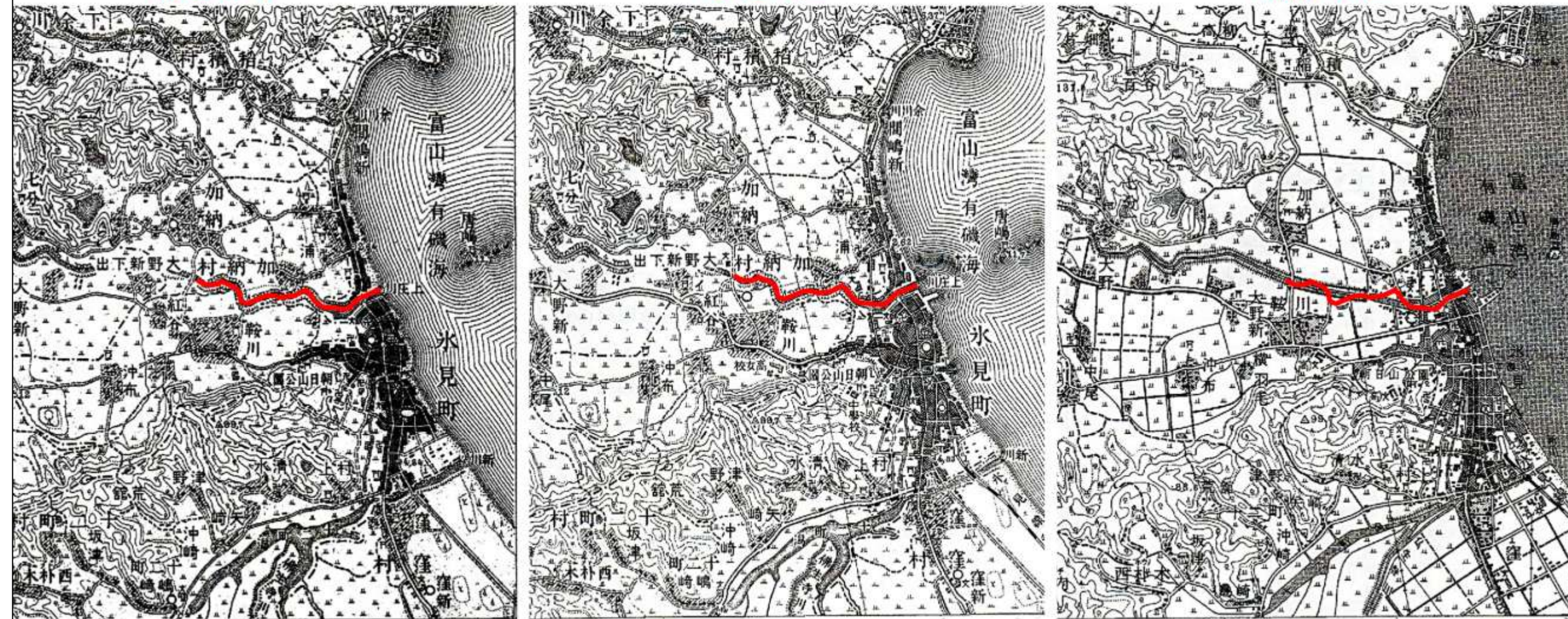
上庄川の旧河道位置の推定

明治43年と昭和7年を比較すると河道が変わっていないようなので、昭和7年の河道を赤線で描いて昭和40年の地形図に示した。この線と現河道を比較すると、両岸に旧河道部が少し存在するようである。

明治43年

昭和7年

昭和40年

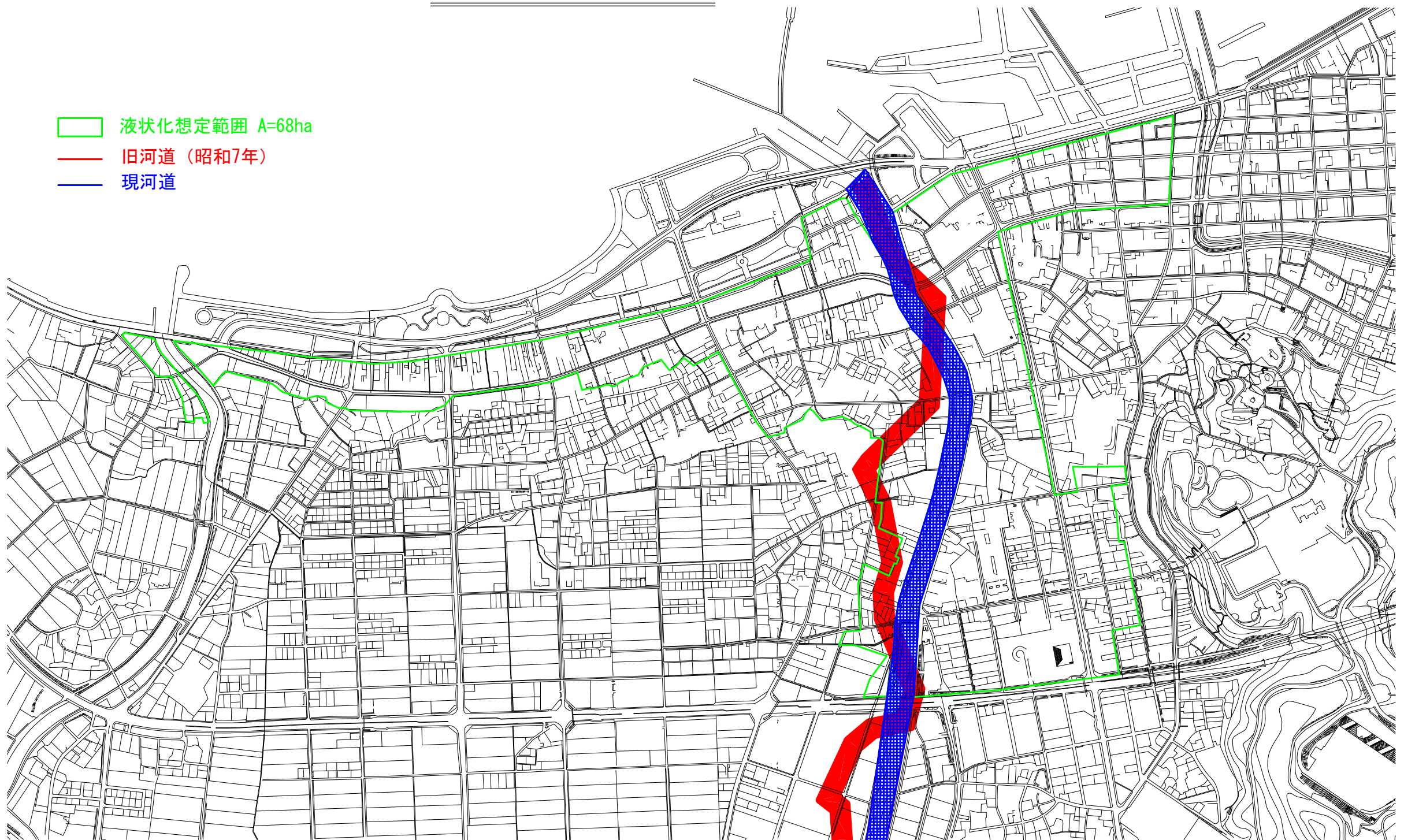


国土地理院5万分の1地形図、安田副委員長提供

1. 被災分析

上庄川の旧河道（昭和7年）と現河道を重ね合わせた結果、埋め立てられた旧河道において液状化が発生したと考えられる。

旧河道重ね合わせ図

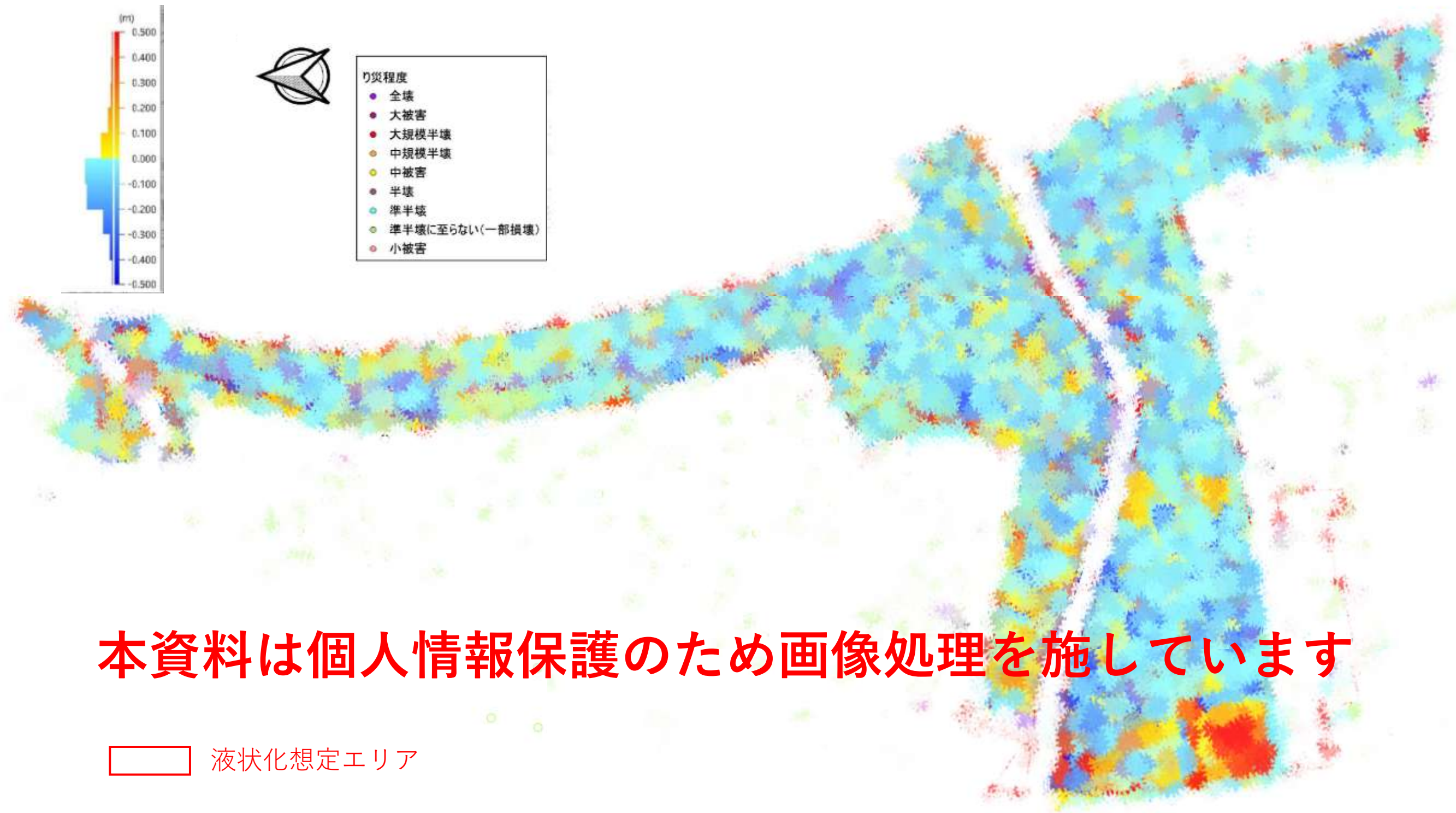


1. 被災分析

UAVレーザ計測調査結果とり災家屋調査結果を重ね合わせて、図化した。次頁に沈下量と損傷度の相関関係を散布図で整理した。

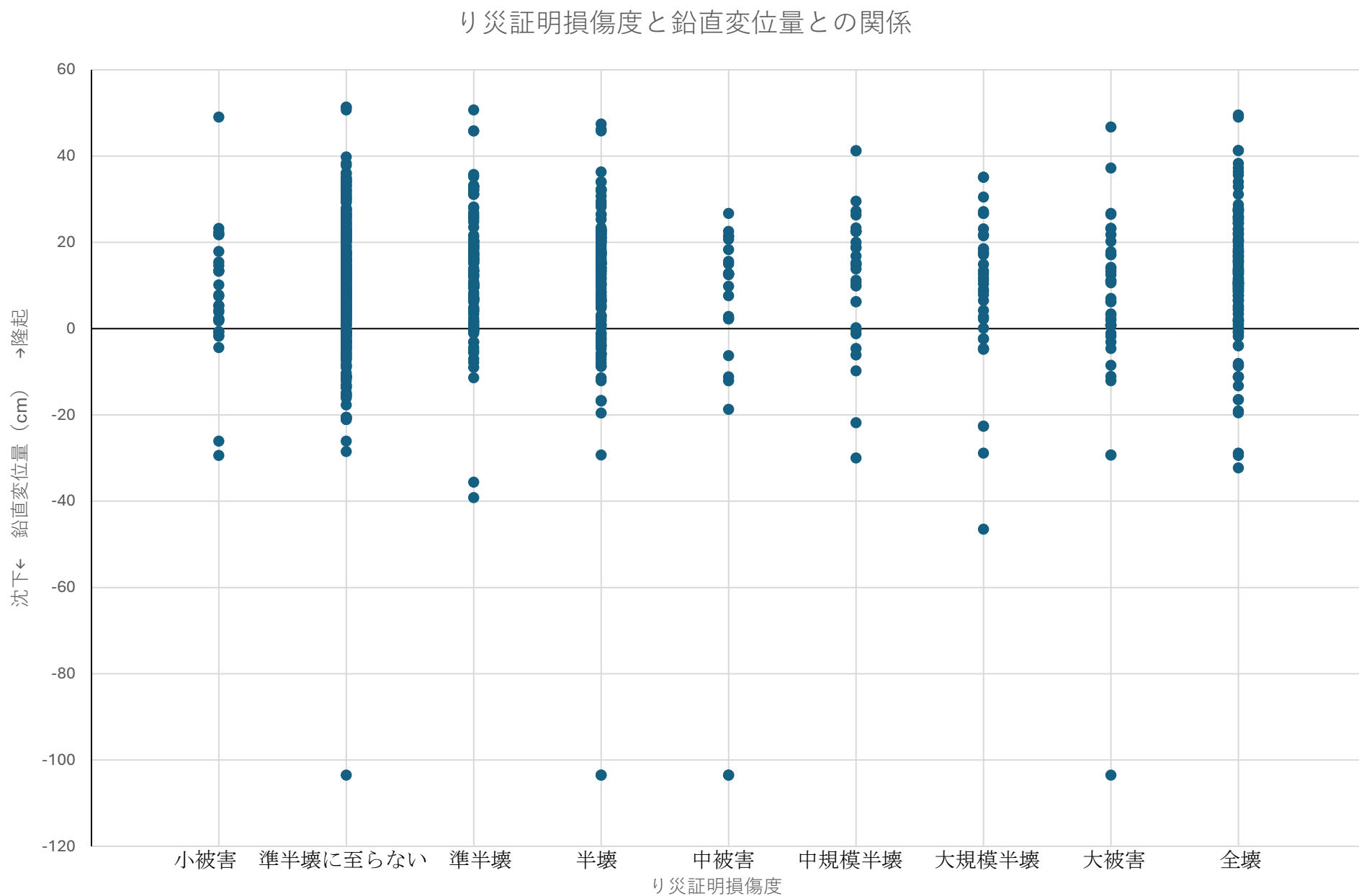
鉛直変位量

鉛直変位量ヒートマップとり災家屋の重ね合わせ図



1. 被災分析

り災証明を受けた家屋と、その位置における鉛直変位量との関係をグラフ化した。
グラフから、両者の間には相関関係がないことがわかる（相関係数*は0.01）。



*相関係数とは、2つの変数の間の相関の強さを表す量で、完全な正の相関のとき1、完全な負の相関のとき-1、完全な無相関のとき0となる。

2. 地下埋設物の平面図

液状化対象範囲内の地下埋設物（上下水道）を整理した。対象区域の道路は、上下水道で網羅されている。

地下埋設物 平面図

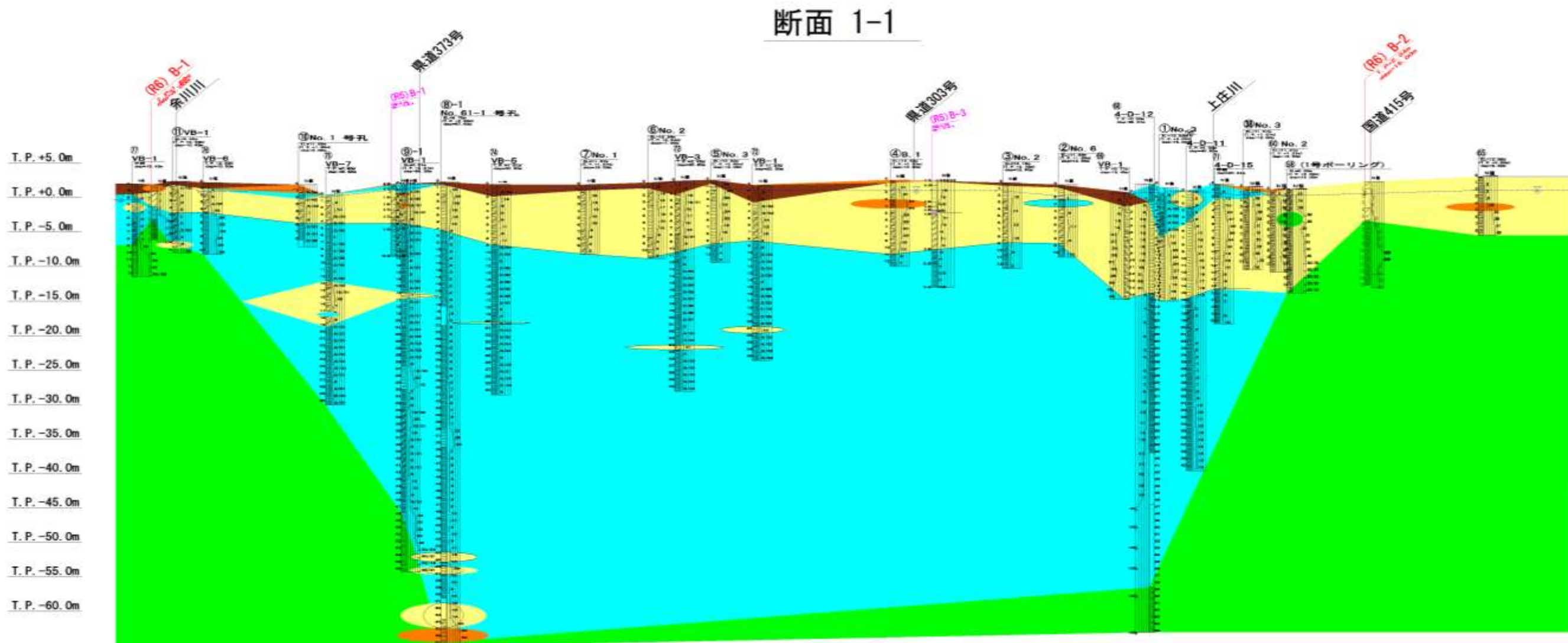


3. ボーリング及びサウンディング（調査位置図）

既存の調査結果を含め、当該区域における地質調査結果のある位置を整理した。被災後実施したボーリング調査の位置を赤字で示した。それらのボーリング調査位置は、縦断図を採得するため、また液状化被害の大小の原因を探るため選定した。



前頁の4つの断面を下に示す。1-1断面は地表面近くから層厚3～10mの砂層が堆積している。



断面1-1

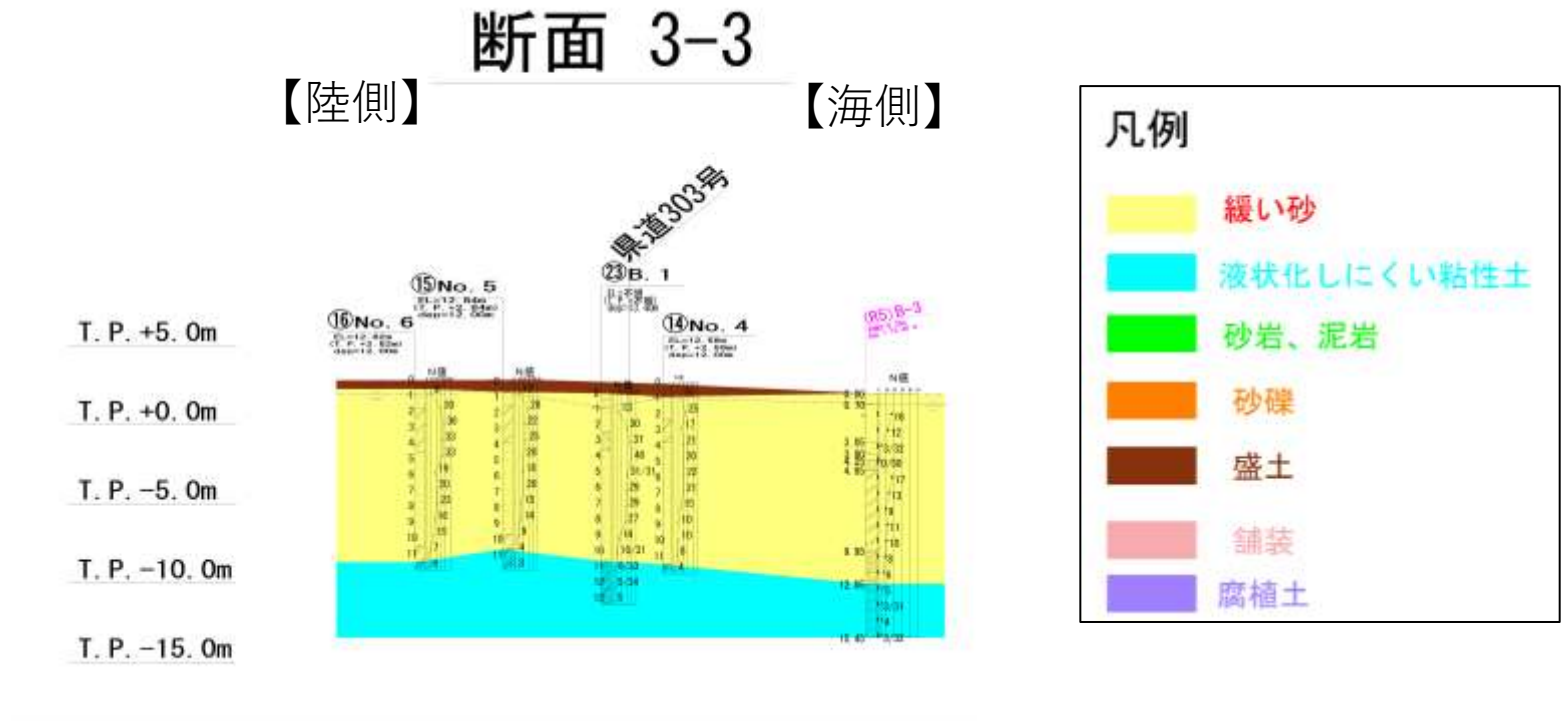
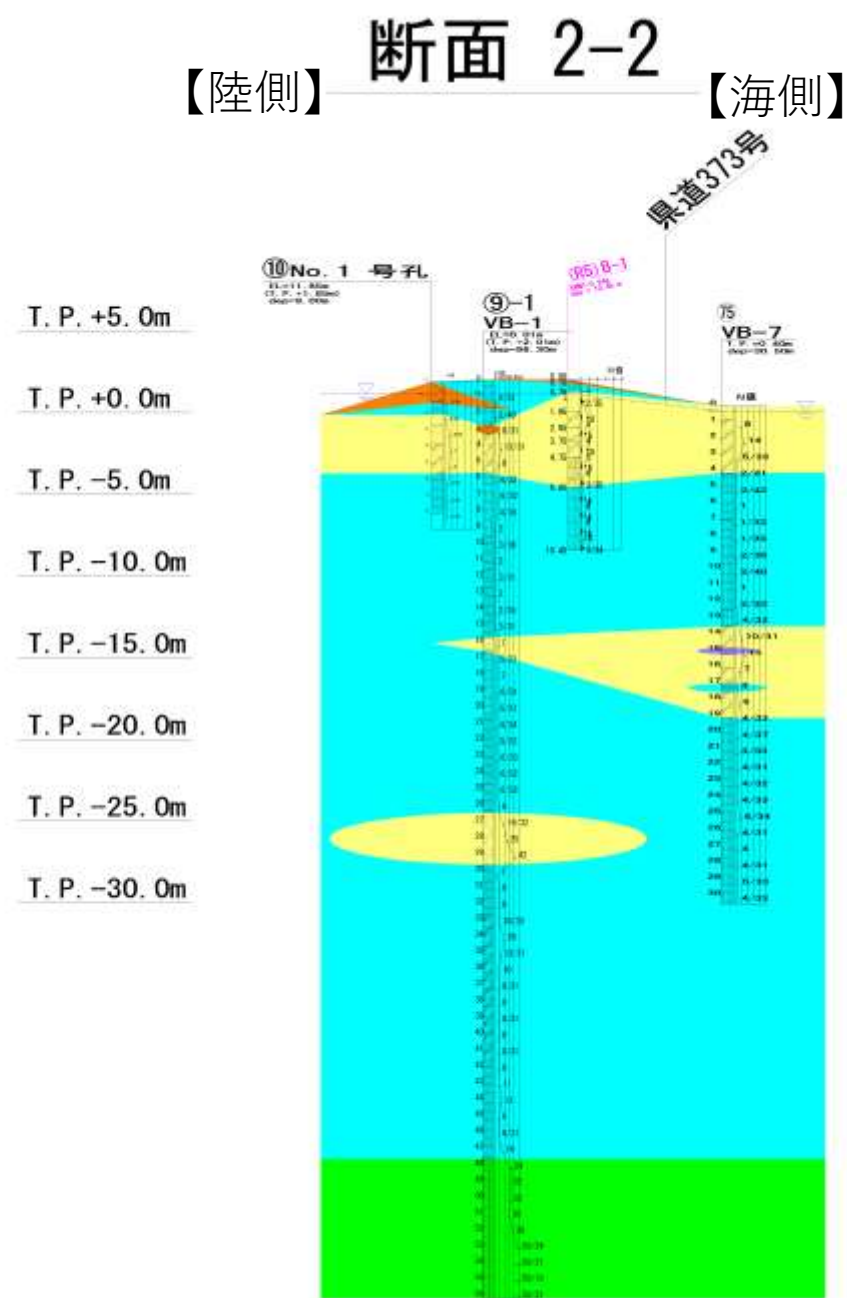
地表直下に堆積する砂層（黄色）がほぼ液状化層とみられる。その下に堆積する粘性土層（青色）や岩盤（緑色）は非液状化層とみなせる。液状化が北側に多い理由を検討するには、地表直下に堆積する砂層（黄色）、特に(R6)B-2の締めり具合をよく観察する必要がある。

凡例

	緩い砂
	液状化しにくい粘性土
	砂岩、泥岩
	砂礫
	盛土
	舗装
	腐植土

2-2断面は地表面近くから層厚3前後の砂層が堆積している。

3-3断面では、同じ東西断面である2-2断面と比較すると、砂層の層厚が大きい。これが全面的に液状化したとすると、大きな変状がみられるはずである。



断面2-2

液状化が海側に多い理由を検討するには、国道373号線を境に、地表直下に堆積する砂層（黄色）の締まり具合をよく観察する必要がある。

断面3-3

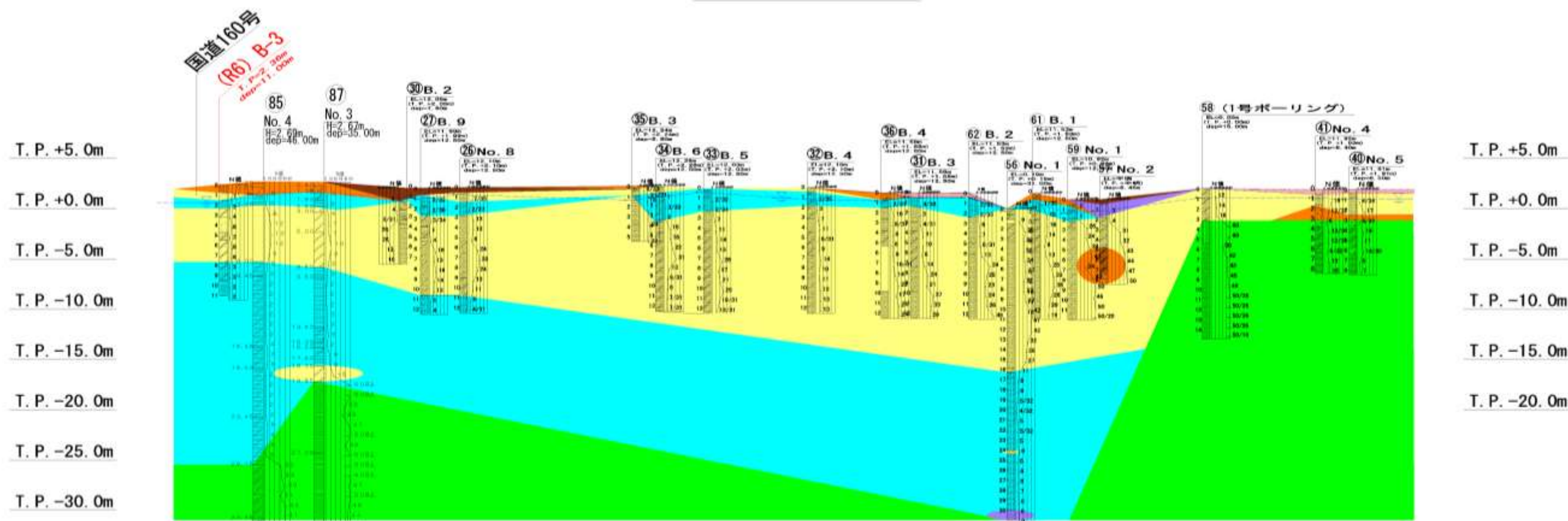
液状化が海側に多い理由を検討するには、国道373号線を境に、地表直下に堆積する砂層（黄色）の層厚及び締まり具合をよく観察する必要がある。

4-4断面も3-3断面と同様、同じ東西断面である2-2断面と比較すると、砂層の層厚が大きい。これが全面的に液状化したとすると、大きな変状がみられるはずである。

【陸側】

【海側】

断面 4-4



断面4-4

液状化が海側に多い理由を検討するには、県道373号線を境に、地表直下に堆積する砂層（黄色）の締まり具合をよく観察する必要がある。

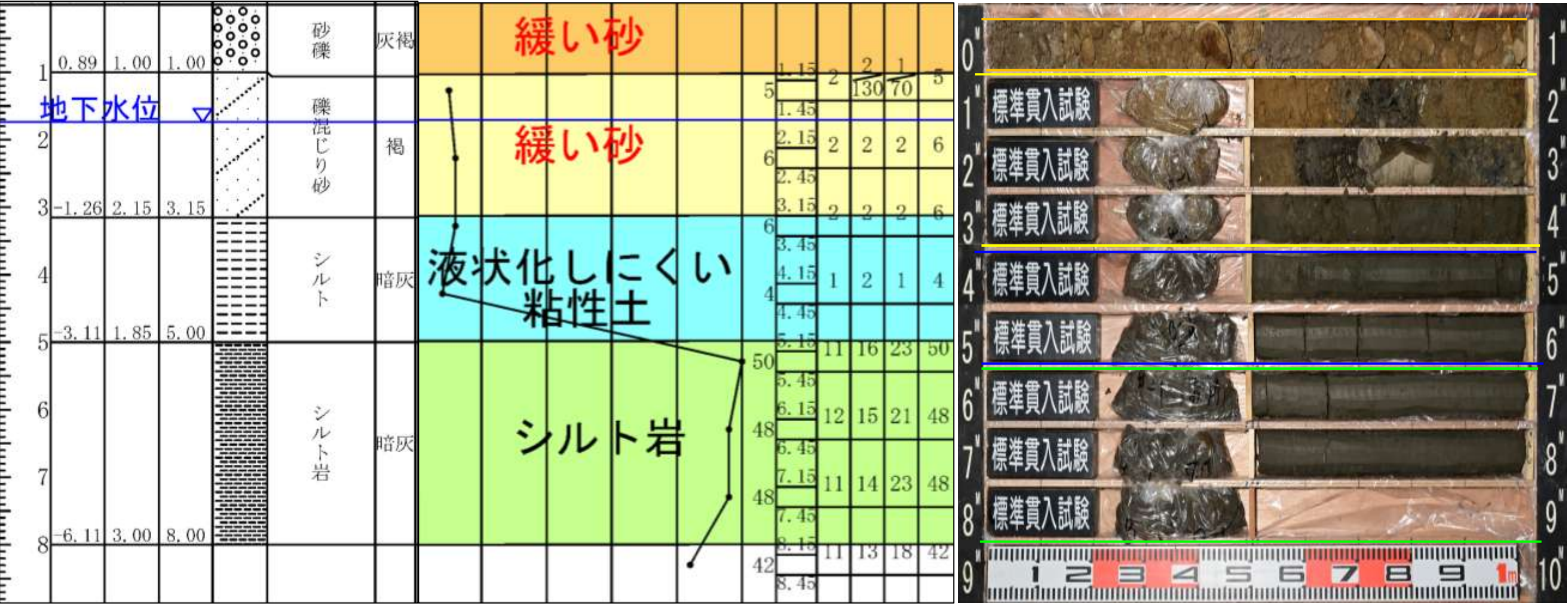
凡例

- 緩い砂
- 液状化しにくい粘性土
- 砂岩、泥岩
- 砂礫
- 盛土
- 舗装
- 腐植土

3. ボーリング及びサウンディング（柱状図）

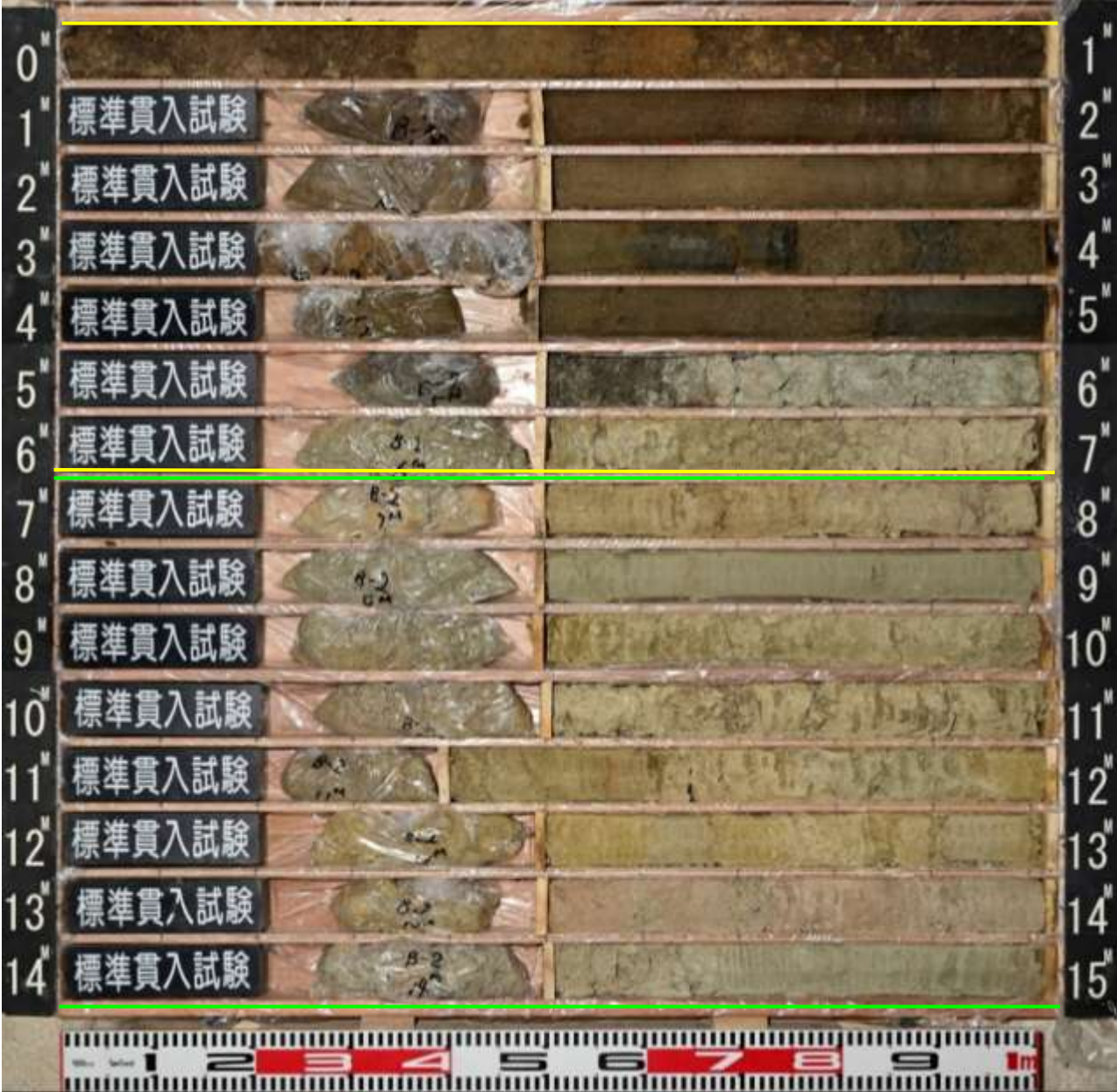
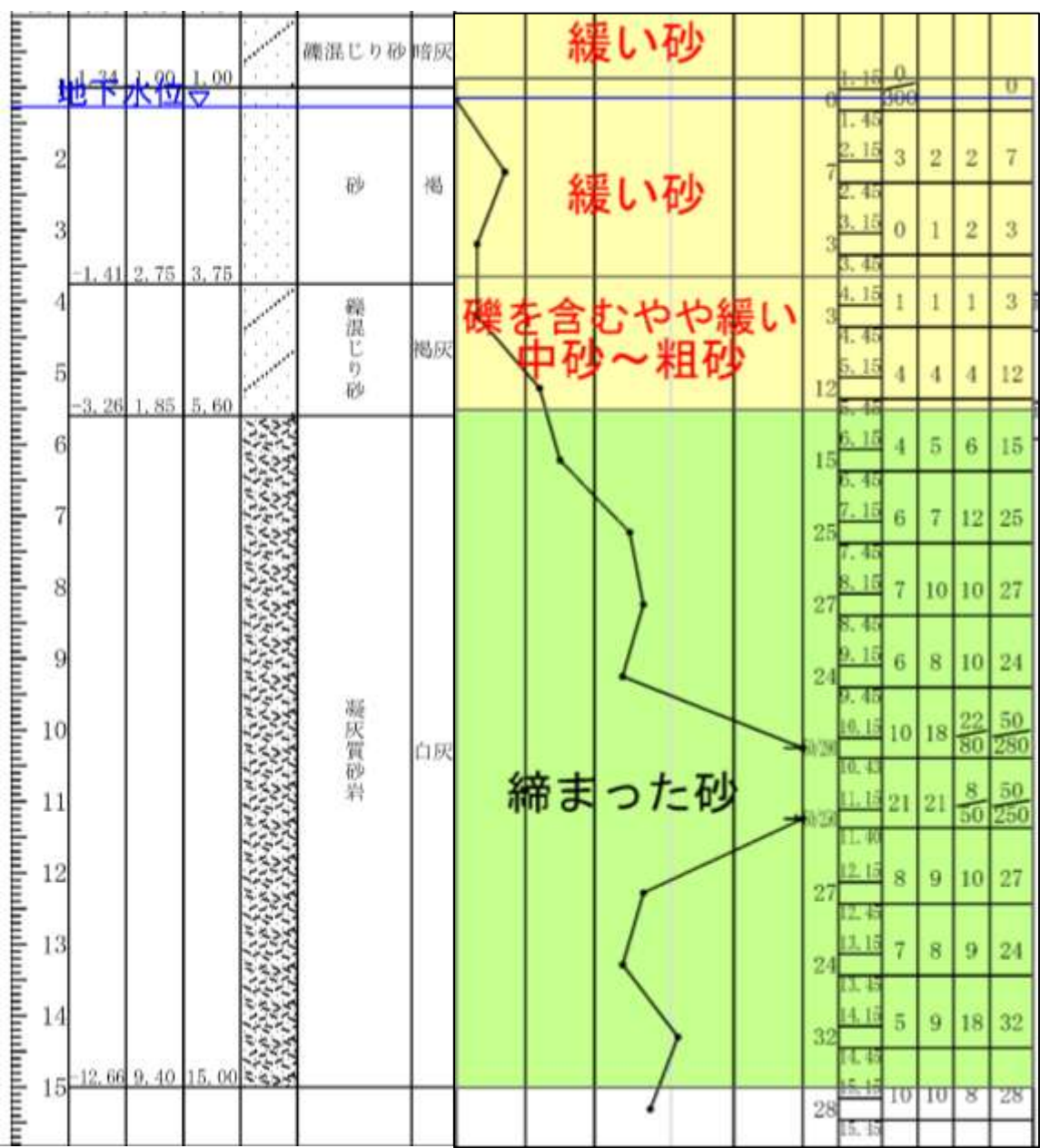
B-1は、地表面からGL-3.15mの礫混じり砂層までが液状化層と推定される。

R6(B-1) ボーリング結果



B-2は、地表面からGL-5.60mの礫混じり砂層までが液状化層と推定される。

R6(B-2) ボーリング結果

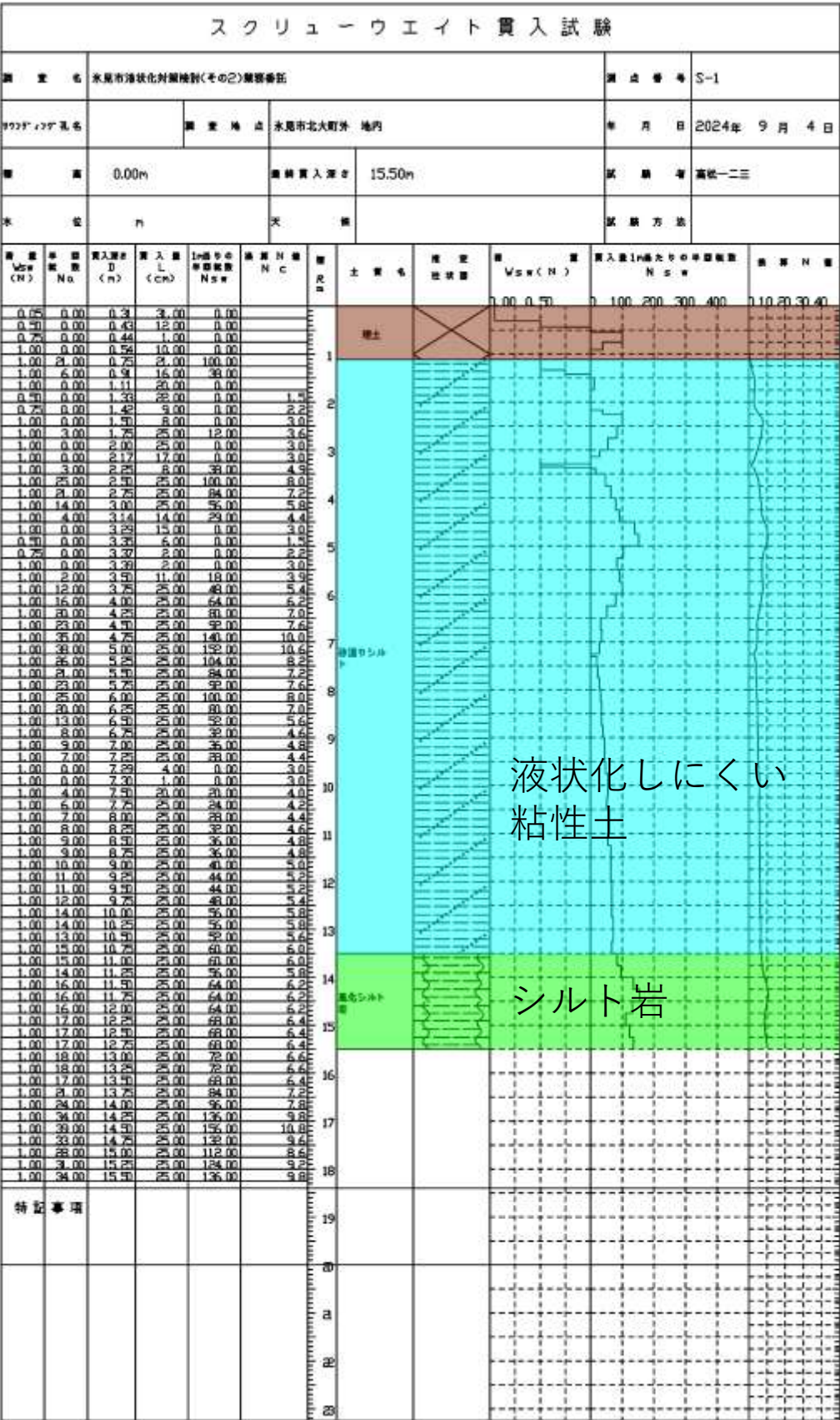


B-3は、少なくとも地表面からGL-4.70mの砂層までは液状化層と推定される。

R6(B-3) ボーリング結果



S-1は、水田の中にあり、表層の埋土以外はほぼ粘性土層である。



4. 室内土質試験

(R5)B-1孔及び(R5)B-3孔の室内土質試験結果(1/3)

(R5)B-1孔 採取試料における土粒子の密度及び含水比

試料番号	採取深度（GL-m）			土質区分	記号	土粒子の密度 ρs（g/cm ³ ）	含水比 （％）
B-1-1	1.15	～	1.50	砂質土層1	As-1	2.648	19.1
B-1-2	2.15	～	2.45			2.656	25.9
B-1-3	3.15	～	3.45			2.648	27.0
B-1-4	4.15	～	4.45	砂質土層2	As-2	2.685	32.1
B-1-5	5.15	～	5.45	粘性土層1	Ac-1	2.682	35.0
B-1-6	6.15	～	6.50			2.671	41.1
B-1-7	7.15	～	7.45	粘性土層2	Ac-2	2.671	48.2
B-1-8	8.15	～	8.45			2.669	49.0
B-1-9	9.15	～	9.45			2.663	53.2
B-1-10	10.15	～	10.45			2.680	56.3

(R5)B-3孔 採取試料における土粒子の密度及び含水比

試料番号	採取深度（GL-m）			土質区分	記号	土粒子の密度 ρs（g/cm ³ ）	含水比 （％）
B-3-1	1.15	～	1.45	砂質土層1	As-1	2.652	20.8
B-3-2	2.15	～	2.45			2.644	20.9
B-3-3	3.15	～	3.47			2.647	30.6
B-3-4	4.00	～	4.50			2.645	26.5
B-3-5	5.15	～	5.45	砂質土層2	As-2	2.664	27.6
B-3-6	6.15	～	6.45			2.685	32.8
B-3-7	7.15	～	7.45			2.668	35.7
B-3-8	8.15	～	8.45			2.668	33.9
B-3-9	9.15	～	9.45	粘性土層1	Ac-1	2.667	36.1
B-3-10	10.15	～	10.45			2.673	39.3
B-3-11	11.15	～	11.45			2.673	44.4
B-3-12	12.15	～	12.45	粘性土層2	Ac-2	2.665	53.2
B-3-13	13.15	～	13.46			2.675	54.9
B-3-14	14.15	～	14.45			2.677	51.7
B-3-15	15.15	～	15.47			2.688	53.6

(R5)B-1孔及び(R5)B-3孔の室内土質試験結果(2/3)

(R5)B-1孔 採取試料における粒度組成

土質	記号	深度 (GL-m)			N 値	土の分類	粒度（％）				均等 係数
							粘土分	シルト分	砂分	礫分	
砂質土1	As-1	1.15	～	1.50	2	粘性土まじり砂	7.9	6.3	83.6	2.2	42.1
		2.15	～	2.45	8		4.7	9.3	81.4	4.6	3.85
		3.15	～	3.45	5	粘性土まじり礫質砂	4.6	4.2	45.7	45.5	23.6
砂質土2	As-2	4.15	～	4.45	8	粘性土質砂	9.3	12.6	78.0	0.1	14.3
粘性土1	Ac-1	5.15	～	5.45	5		12.9	28.3	58.8	-	55.0
		6.15	～	6.50	3	砂質粘性土	15.5	53.4	31.1	-	-
粘性土2	Ac-2	7.15	～	7.45	4		21.2	59.1	19.7	-	-
		8.15	～	8.45	4	砂混じり粘性土	20.0	65.4	14.6	-	-
		9.15	～	9.45	4		27.0	61.9	11.1	-	-
		10.15	～	10.45	3		33.8	59.7	6.5	-	-

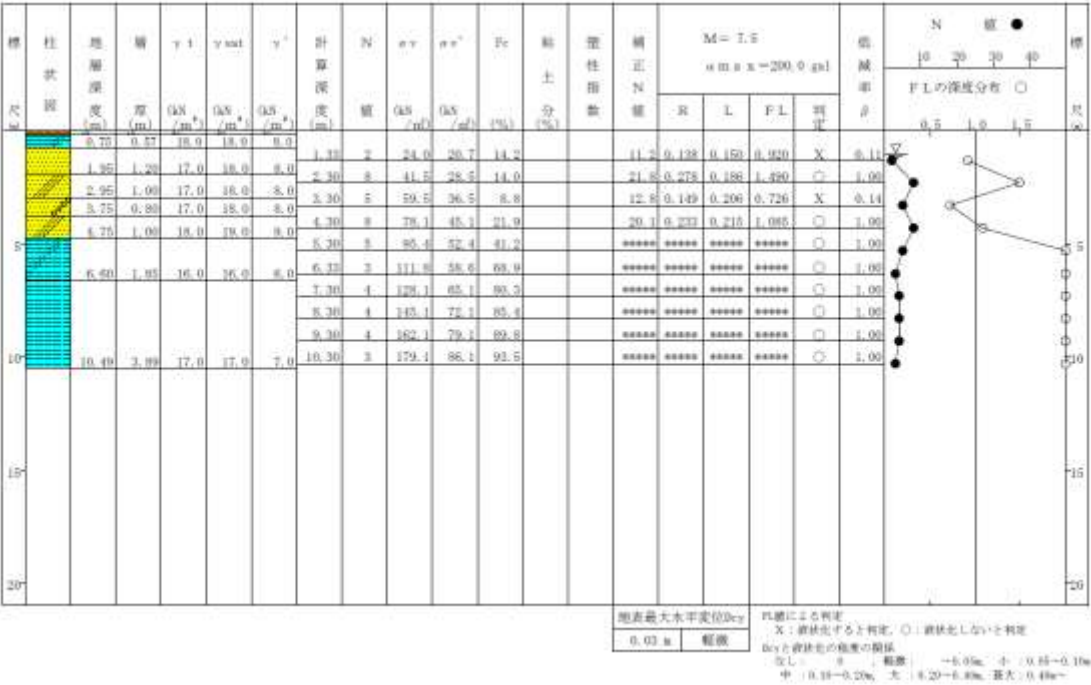
(R5)B-1孔及び(R5)B-3孔の室内土質試験結果(3/3)

(R5)B-3孔 採取試料における粒度組成

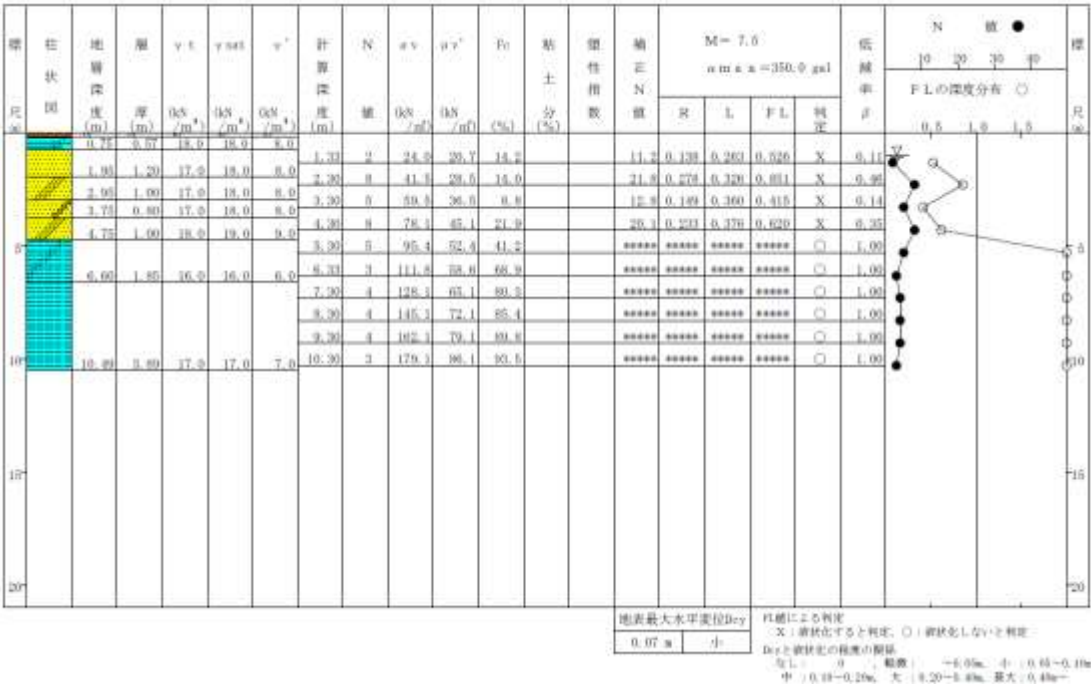
土質	記号	深度 (GL-m)			N 値	土の分類	粒度（％）				均等 係数
							粘土分	シルト分	砂分	礫分	
砂質土1	As-1	1.15	～	1.45	10	粘性土混じり砂	2.8	3.7	93.2	0.3	1.92
		2.15	～	2.45	12		2.9	4.8	88.3	4.0	2.36
		3.15	～	3.47	3	粘土質砂	12.6	20.5	66.6	0.3	100
		4.00	～	4.50	0	粘性土礫まじり砂	4.6	6.0	80.4	9.0	8.50
砂質土2	As-2	5.15	～	5.45	17	粘土質砂	9.6	14.6	72.4	3.4	23.4
		6.15	～	6.45	13		7.9	21.1	70.8	0.2	7.67
		7.15	～	7.45	9		5.8	19.7	74.5	-	4.22
		8.15	～	8.45	11		9.1	28.5	62.4	-	15.2
		9.15	～	9.45	10		7.9	38.5	53.6	-	8.60
粘性土1	Ac-1	10.15	～	10.45	8	砂質粘性土	16.4	44.8	38.8	-	-
		11.15	～	11.45	6		16.2	63.8	20.0	-	-
粘性土2	Ac-2	12.15	～	12.45	5	粘性土	24.9	71.8	3.3	-	-
		13.15	～	13.46	3		21.6	72.3	4.2	1.9	-
		14.15	～	14.45	4	砂まじり粘性土	27.4	62.3	9.6	0.7	-
		15.15	～	15.47	3		38.6	55.9	5.2	0.3	-

(R5)B-1孔 液状化判定結果

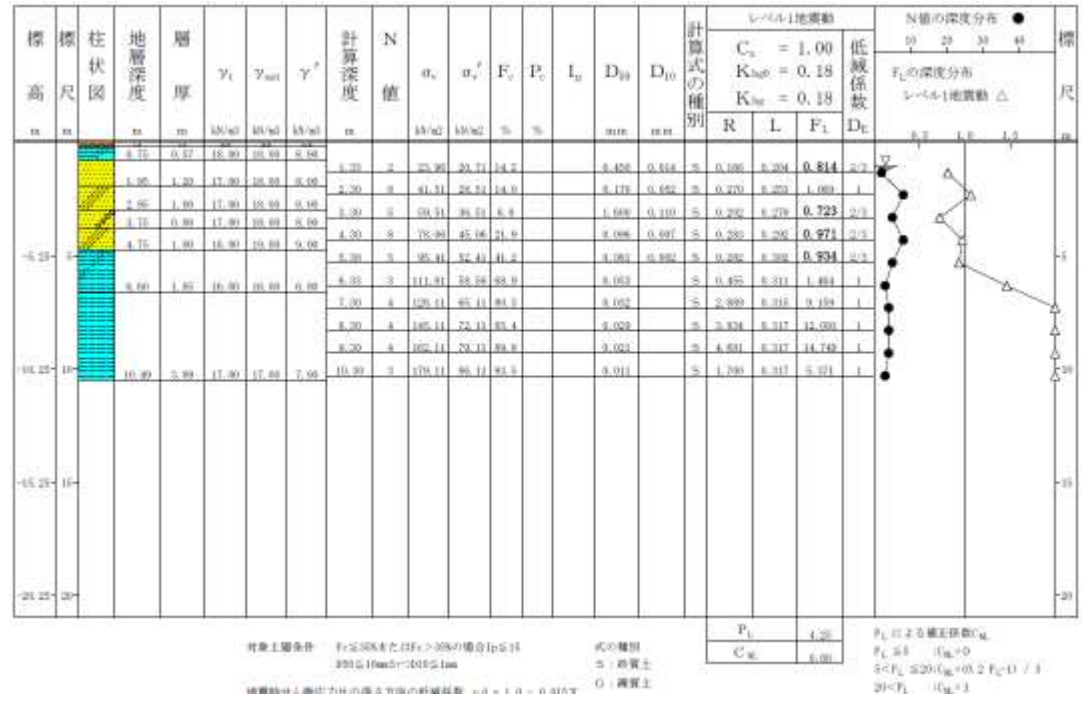
(今後の追加調査結果を踏まえ精度向上を図る)



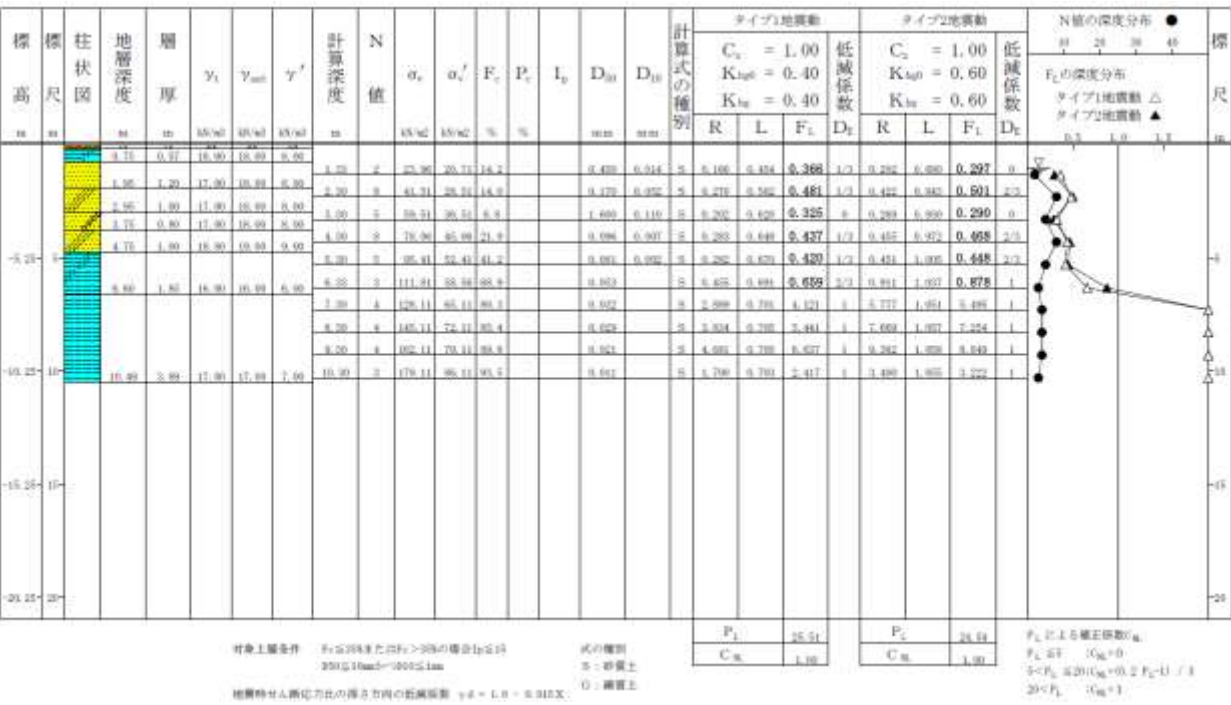
建築基礎構造設計指針 200gal



建築基礎構造設計指針 350gal



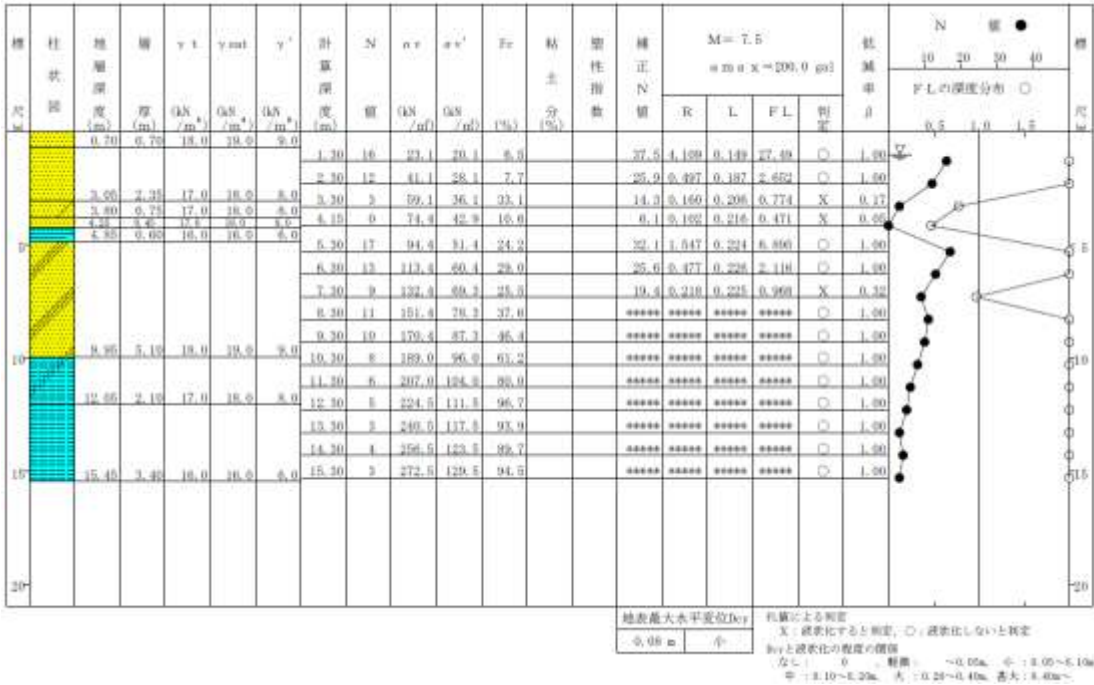
道路橋示方書 Level 1



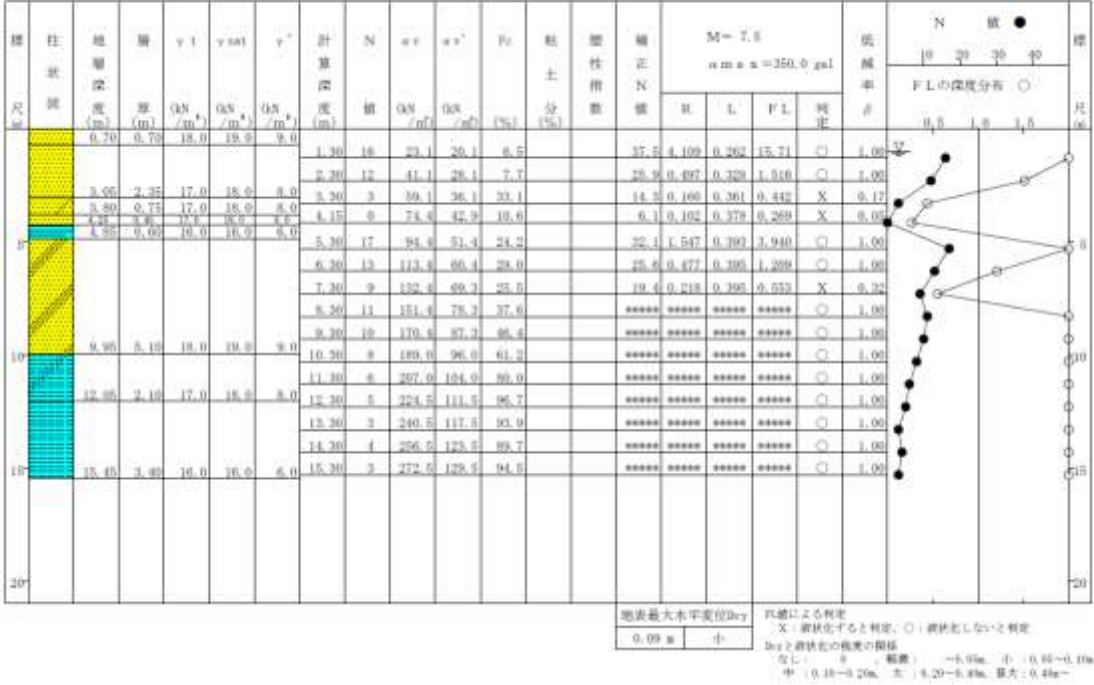
道路橋示方書 Level 2

(R5)B-3孔 液状化判定結果

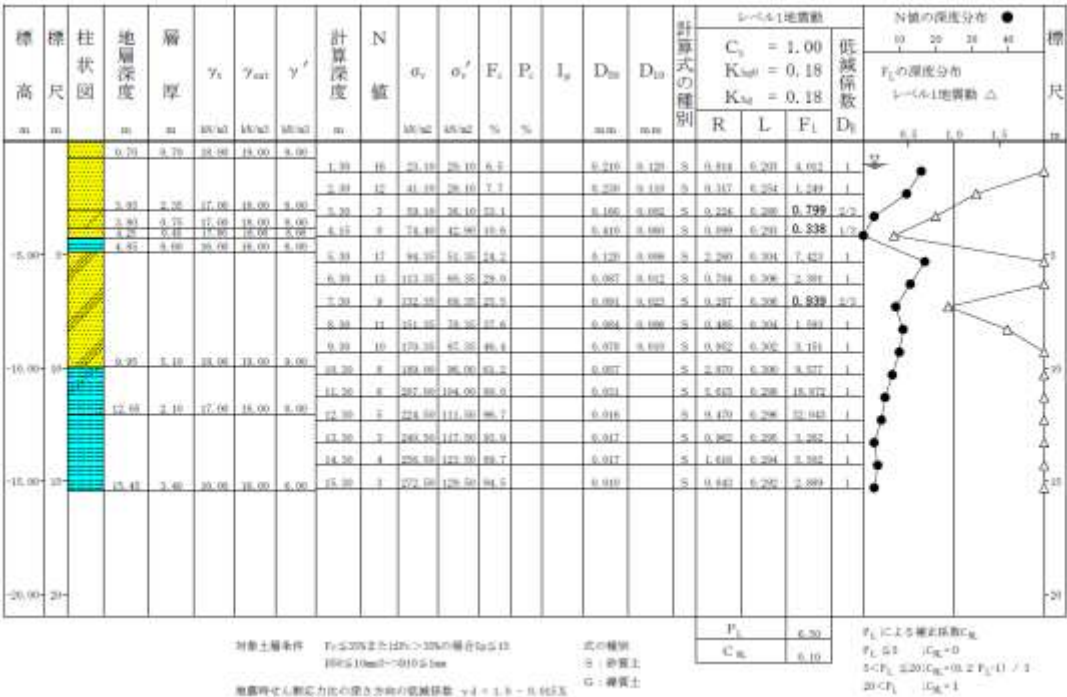
(今後の追加調査結果を踏まえ精度向上を図る)



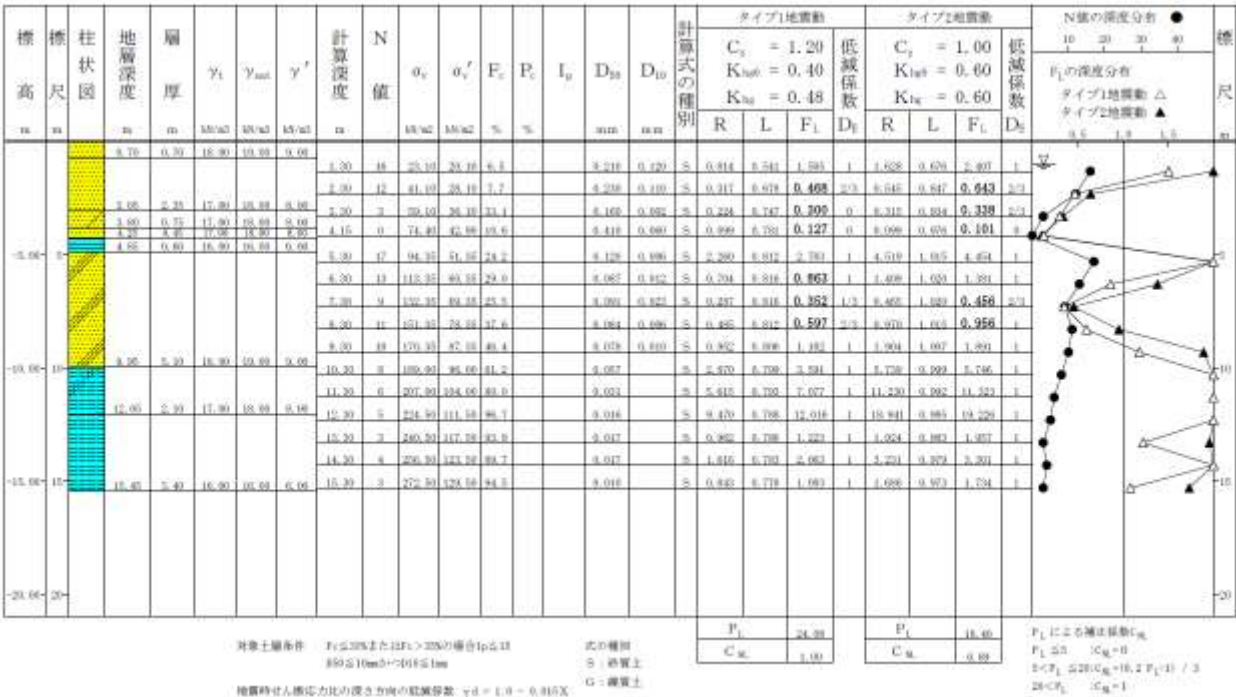
建築基礎構造設計指針 200gal



建築基礎構造設計指針 350gal



道路橋示方書 Level 1



5. 被災原因の推定、対策の必要性

これまでの議論に鑑みるに、2024能登半島地震クラスの地震が再び起きれば、対象地域は再度液状化する可能性が極めて高く、被害を軽減するには対策が必要である。

家屋の倒壊



路面下の土砂流出



ブロック塀破損、側方流動による側溝圧壊

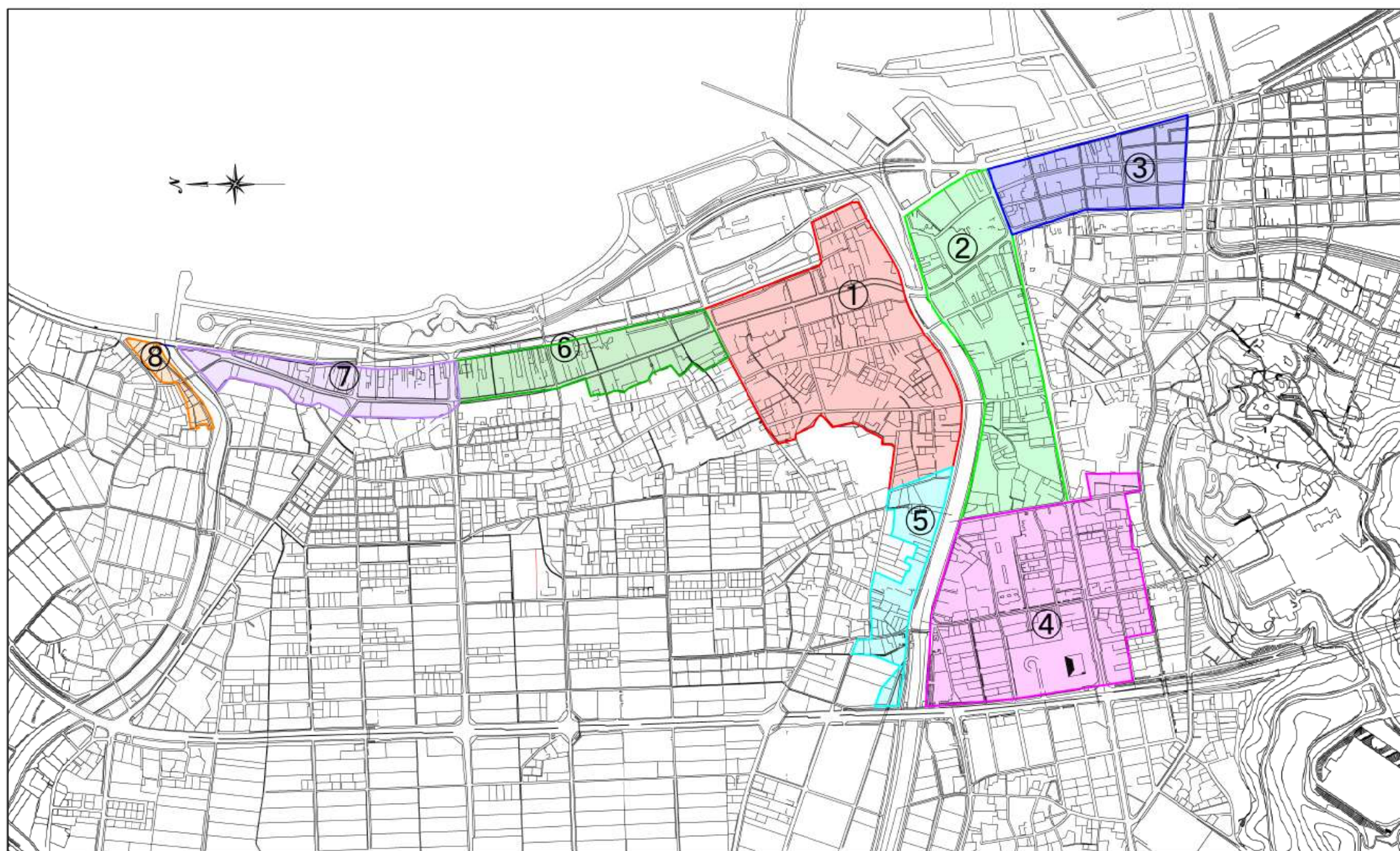


下水道マンホールの浮き上がり



液状化対策を考えるうえでの合理性及び類似性を考慮し、対象領域を下図の8ブロックに分割する。河川沿い、住宅密集など対策の条件が厳しい①、②ブロックを比較モデルブロックとして検討対象とすることとする。ブロック分割の根拠を次頁に示す。

ブロック図



ブロック分割の根拠

- ①地区：多数の大被害がみられるのに加えて、上庄川の「北の橋」以東の石積み護岸の区間に面し、旧河道があるなど液状化発生の条件が厳しい区域であるため、その左岸側を1地区とした。
- ②地区：同、右岸側を1地区とした。
- ③地区：②から南側の、浅いところに岩盤があり、液状化が比較的少ない地区を1地区とした。
- ④地区：②から西側の、上庄川右岸の矢板護岸の区間に面し、液状化が比較的少ない地区を1地区とした。
- ⑤地区：同、①から西側の、上庄川左岸の矢板護岸の区間に面し、液状化が比較的少ない地区を1地区とした。
- ⑥地区：噴砂が少ししかみられない区域（p. 3参照）を含む区画を1地区とした。
- ⑦地区：⑥から北側の再び噴砂がみられるところで、余川川の右岸を1地区とした。
- ⑧地区：余川川の左岸を1地区とした。