

内灘町液状化対策技術検討会議 (第2回)

会議資料



内灘町

令和8年 2月18日

目次

第1章 前回会議における主な意見とその対応

- (1) 指摘事項への対応 4

第2章 被災状況の再整理

- (1) 旧地形の見直し 14
- (2) 地形・地質分類の細分化 18
- (3) 液状化可能性範囲の見直し 32

第3章 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

- (1) 実証実験概要 43
- (2) 地下水位低下工法 46
- (3) 地盤改良工法 63

第4章 液状化対策方針の検討

- (1) 対策の基本方針 74
- (2) ゾーニングの検討方針 76
- (3) ゾーニング検討結果（案） 77

第5章 今後の進め方

- (1) 追加検討・調査事項 88
- (2) 液状化対策事業スケジュール 89

参考資料 別冊

第1章 前回会議における主な意見とその対応

1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

項目番号	指摘事項	No.	指摘事項の概要	対応方針	説明箇所
1	液状化被害状況の整理について	1-①	地盤変位を示した平面図にて、平らな地盤の住宅地の一部でも側方流動が起きているように見えるが、側方流動が起きているのか。	元データを確認	P.5
		1-②	砂丘地の上は液状化被害がなかった。砂丘地の下の被害が発生した箇所について議論はされているが、被害がなかった箇所も、その理由を含め資料中に示してほしい。	宅地被害と地表面標高、砂丘内水位の関係を整理	P.6,7
2	旧地形の見直し	2-①	旧地形は1954年の地形図を参照しているが、さらに古いものを参照し再考が必要。特に大根布周辺部分を参照されたい。	1909年の地形図を参照、旧地形を見直し	P.14～
3	簡易液状化判定結果における特異点について	3-①	簡易液状化判定のH1-PL図において、非液状化層H1が9.5mにも関わらず、変状有となっているデータはあるが、これはどのような理由か。	個別データを確認、原因を整理。	P.8,9
		3-②	盛土地盤の平均N値と層厚整理したグラフ内でN値が15以上の高いデータがある。どの地点のデータか、なぜ高いN値となっているのか。		P.10,11
4	液状化可能性範囲の見直し	4-①	液状化被害可能性範囲から外れているが、液状化被害の可能性がC判定になる箇所、罹災証明が「半壊」となっている箇所がある。範囲内に含んでいない理由は何か。	液状化判定のみではなく、公共被害等を含めて範囲設定しており宅地自体が古く半壊以上と判定された箇所もある。 ⇒家屋の罹災・被災証明を見直し、液状化対策検討エリアを再設定。	P.12
		4-②	側方流動による被害の可能性はないか。範囲に含まれないものは理由を整理してほしい。		
5	地下水位分布の広域調査について	5-①	3次元浸透流解析の地下水位設定等を考慮して、同日に地下水位を測定する調査が必要	調査計画を検討中	-
6	側方流動対策への効果検討	6-①	対策工が液状化に伴う側方流動への対策となるか効果を検証する必要がある。	液状化流動解析(ALID)による解析を実施して、側方流動に対する効果を検証する	P.90

1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

1-①：地盤変位を示した平面図にて、平らな地盤の住宅地の一部でも側方流動が起きているように見えるが、側方流動が起きているのか。

西荒屋地区

※第1回資料該当部分 抜粋

**本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています**

空中写真および被災前後の差分解析より判断。
⇒平地部においても瀉側に向かってクラックや水路が
つぶれている等の変状がみられたため、水平変位が生じていると判断。

**本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています**

水路がつぶれているように見える

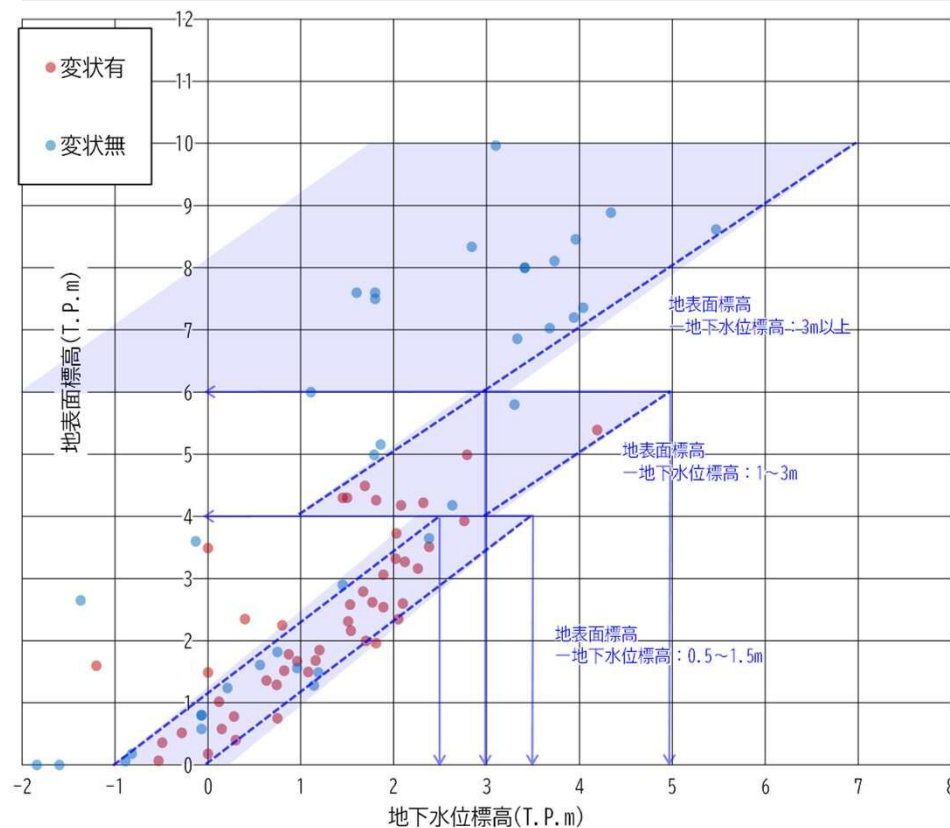
1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

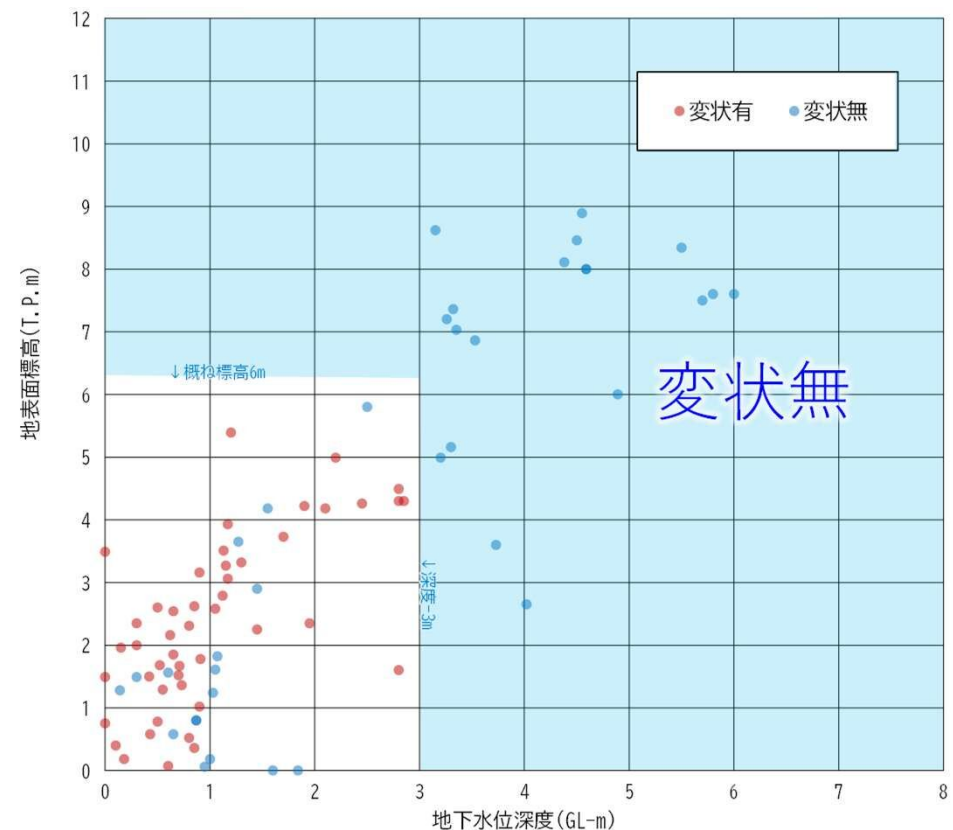
1-②：砂丘地の上は液状化被害がなかった。砂丘地の下の被害が発生した箇所について議論はされているが、被害がなかった箇所も、その理由を含め資料中に示してほしい。

○ 地下水位標高と地表面標高の関係は、地表面標高が高くなると両者の差（地表面から地下水位面までの距離H1）が大きくなり、地表面標高4m程度まではH1が0.5～1.5m、地表面標高4～6m程度まではH1が1～3m、**地表面標高6m程度～高い標高ではH1が3m以上になっている。**

○ 地下水位深度H1と地表面標高の関係では、変状有の箇所はH1が3m未満（地下水位深度GL-3mより浅）、地表面標高が概ね6mより低い位置に集中しており、H1が3m以上（地下水位深度がGL-3m以深）の場所、及び地表面標高6m程度～高い標高では、**変状無**になっている。



地下水位標高と地表面標高の関係図（エリアA・B）



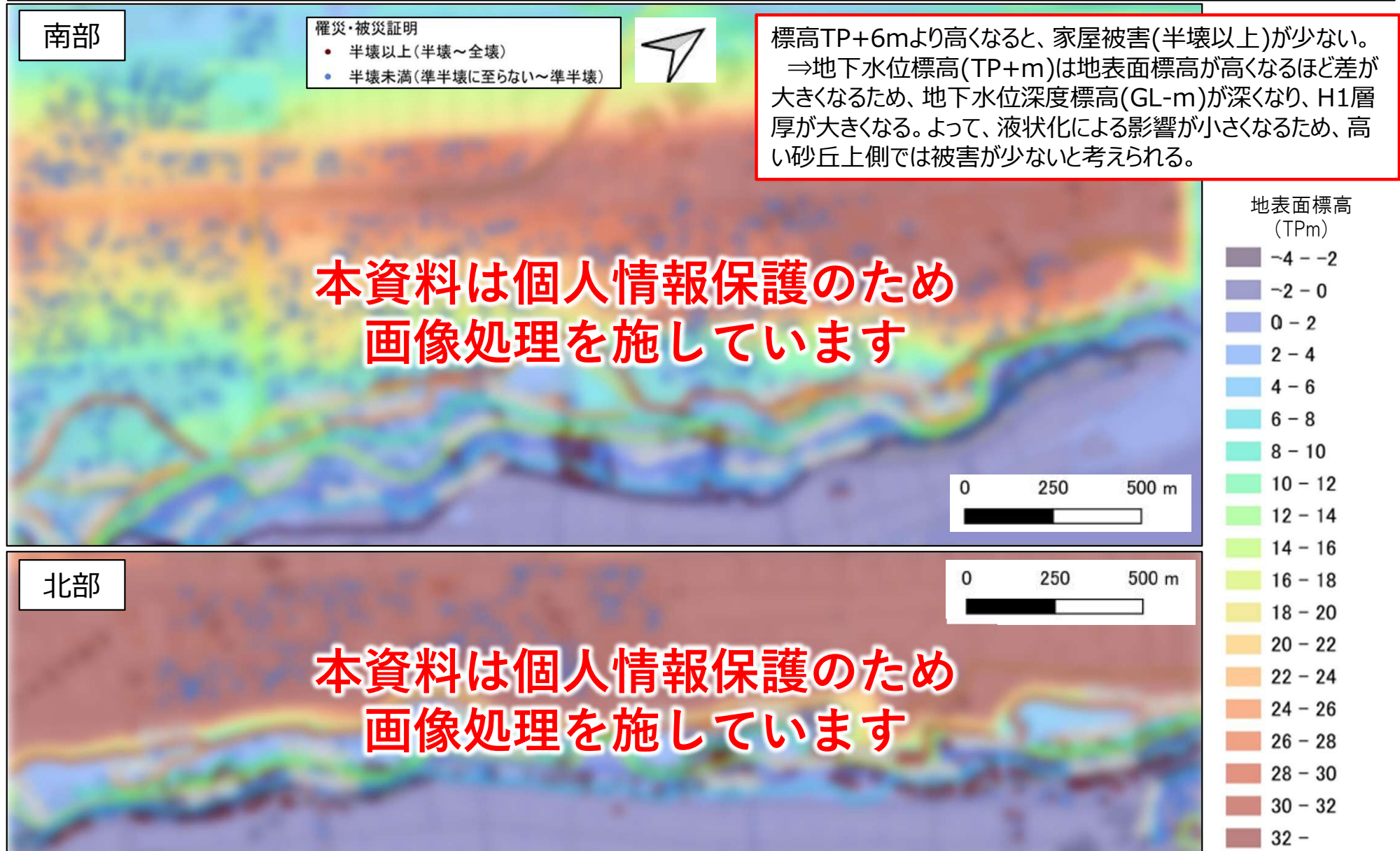
地下水位深度と地表面標高の関係図（エリアA・B）

※国直轄調査時資料より抜粋

1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

1-②：砂丘地の上は液状化被害がなかった。砂丘地の下の被害が発生した箇所について議論はされているが、被害がなかった箇所も、その理由を含めて資料中に示してほしい。



※水位コンターは国直轄調査時に作成したものを使用

1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

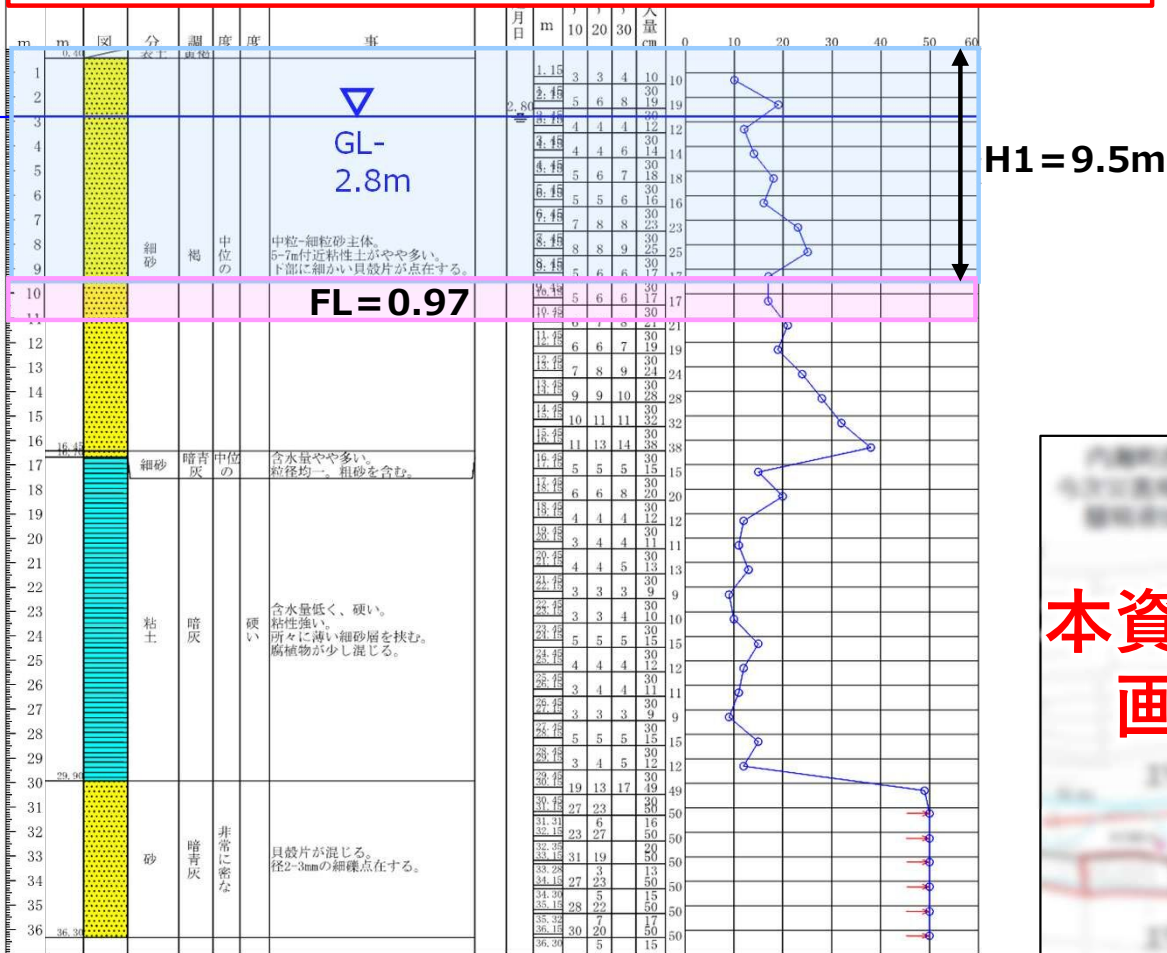
3-①：簡易液状化判定のH1-PL図において、非液状化層H1が9.5mにも関わらず、変状有となっているデータはあるが、これはどのような理由か。

N値が10以上(最大38)と高く、液状化しない(FL>1) ことが要因。

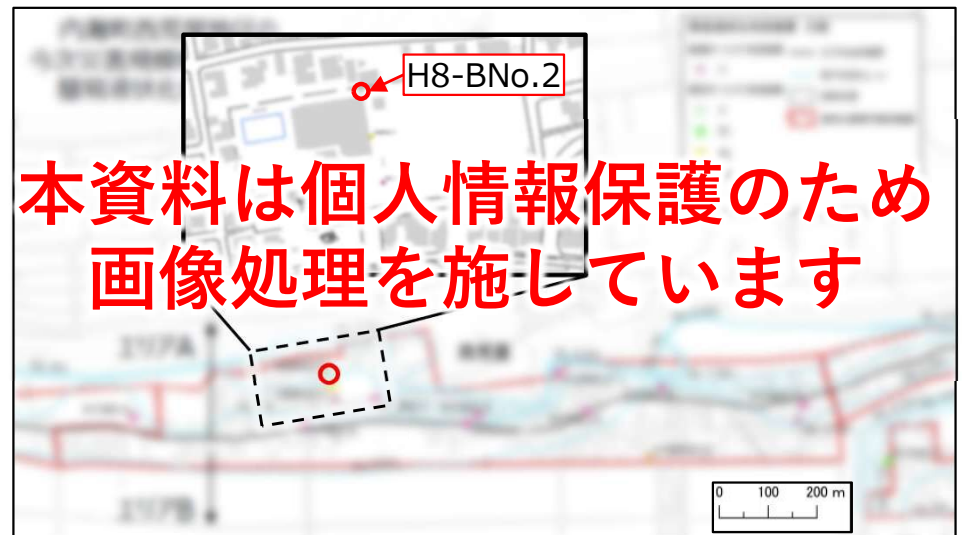
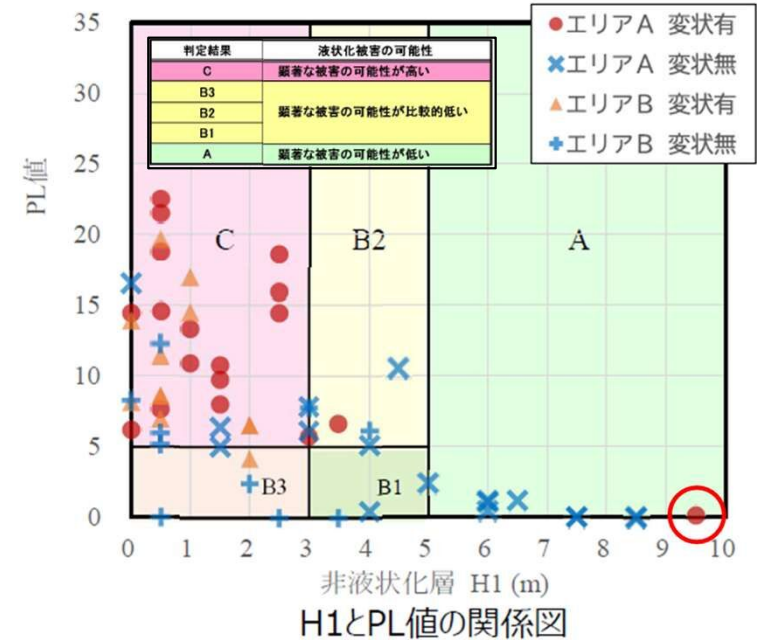
→周辺よりもN値が高く、特異点。

浅部は新砂丘であると考えられるものの、N>10となる。

土(砂)採取場、西荒屋小学校建築・増築時等の土工の履歴等によって締固められている可能性があるかと推定



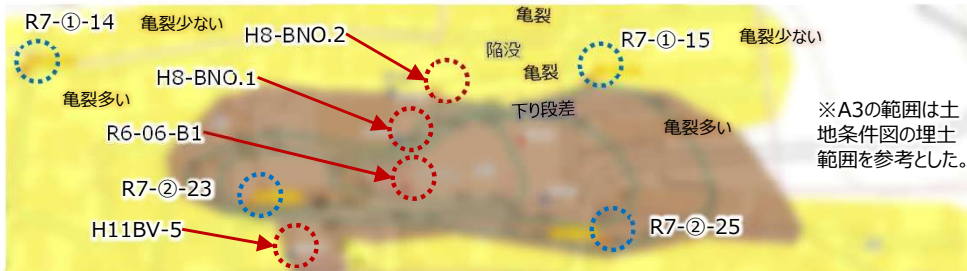
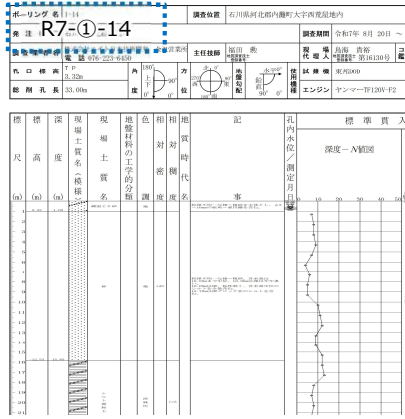
※第1回資料該当部分 抜粋



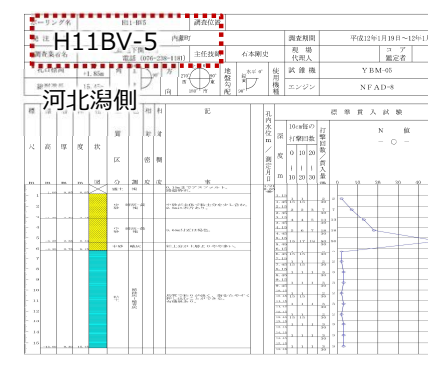
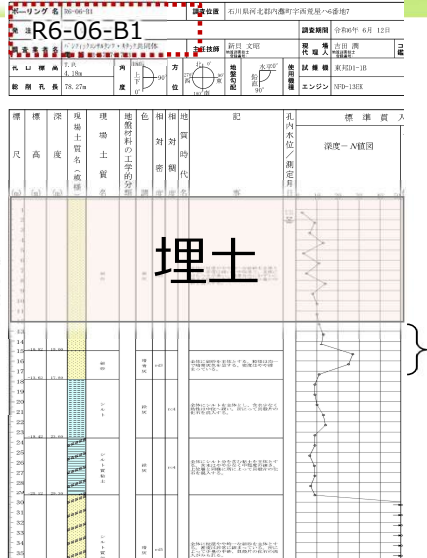
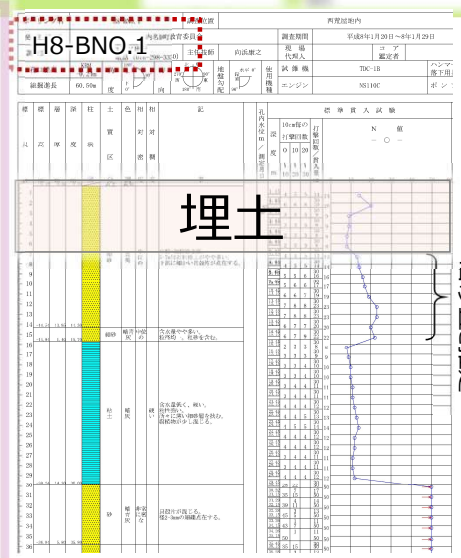
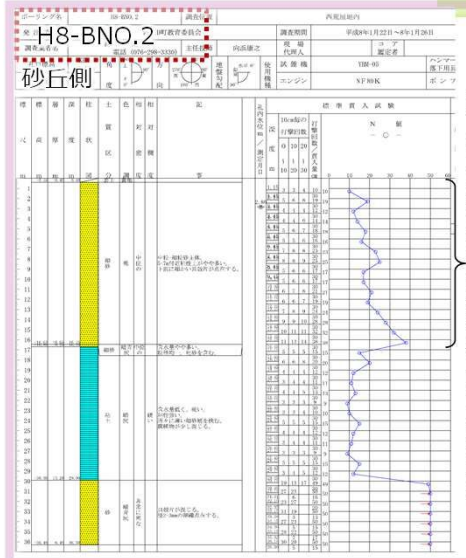
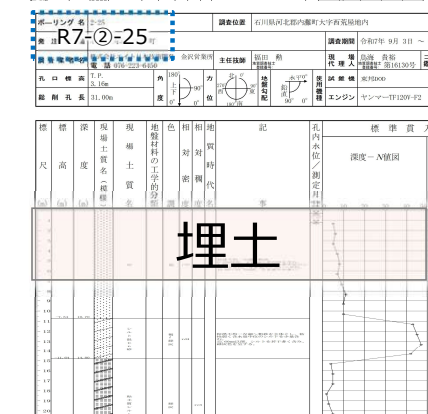
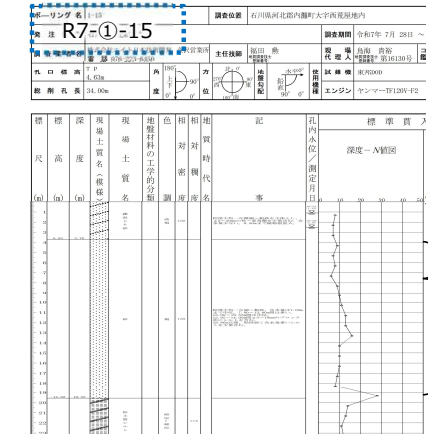
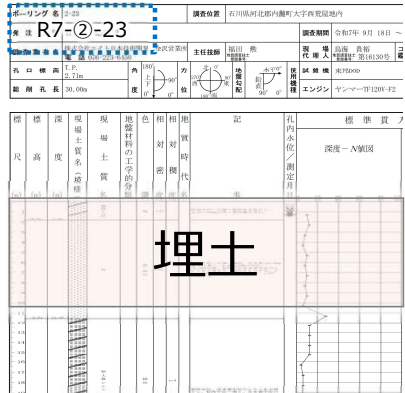
1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

OH8-BNO.2は表層からN値10以上の砂層であるが、周辺柱状図では表層付近のN値が低く、周囲に亀裂や陥没が生じている。



**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. 前回会議における主な意見とその対応

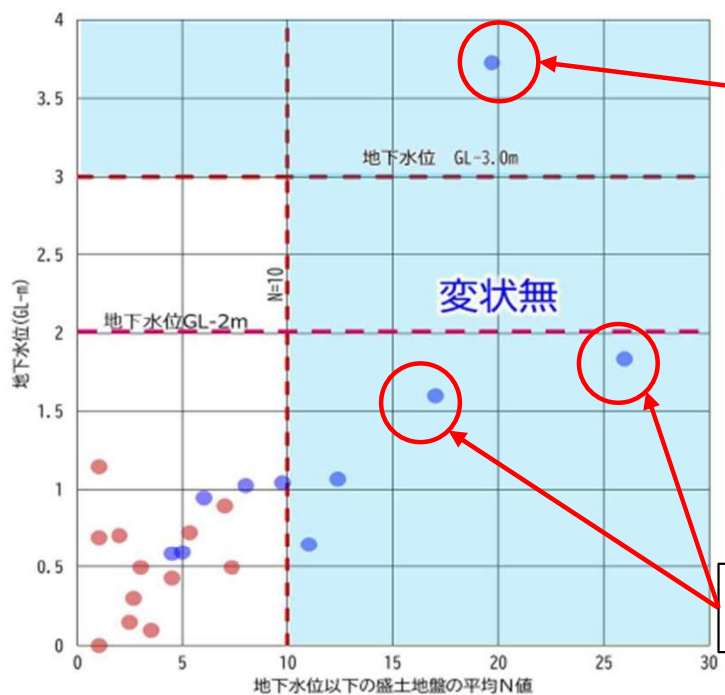
(1) 指摘事項への対応

3-②：盛土地盤の平均N値と層厚整理したグラフ内でN値が15以上の高いデータがある。どの地点のデータか、なぜ高いN値となっているのか。

※第1回資料該当部分 抜粋

- エリアBでは、地下水位（H1）が概ねGL-2mより浅く（エリアAより全体的に浅く）、盛土地盤の平均N値※2が10未満の場所に変状※1が発生している。地下水位以下の盛土層（H2）の平均N値※2と盛土層厚の関係では、 $H2 > 2m$ で平均N値 < 10 の場所、 $H2 \leq 2m$ で平均N値 < 5 の場所に変状が発生している。
- エリアBは、地下水位が浅く、不均質な盛土層であり、場所によって平均N値※2も1~20程度とばらついており、H2が1~2mと薄い場所でも変状が発生している。
- 平均N値の違い及び平均N値※2とH2の関係が、変状発生の有無に影響していると考えられ、平均N値※2 ≥ 10 または平均N値※2 ≥ 5 かつ $H2 \leq 2m$ の場合、変状は発生していない。

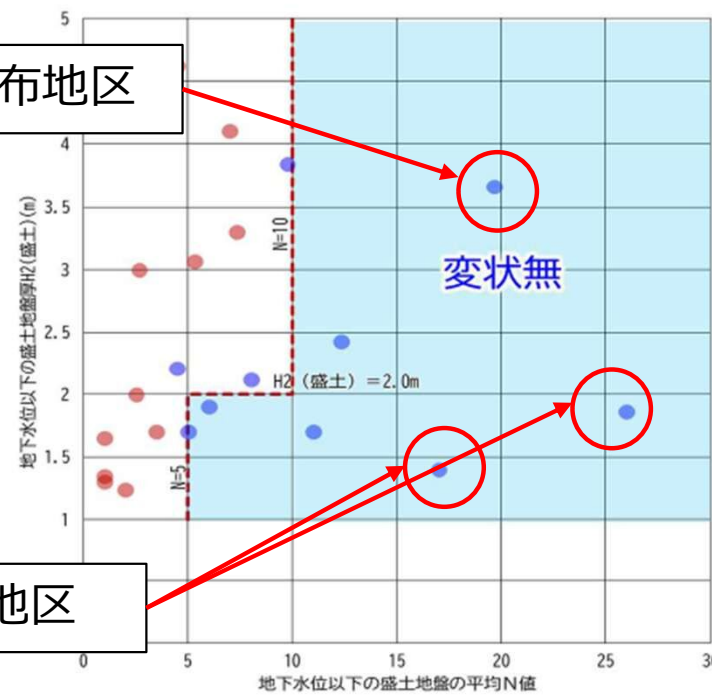
※1：多くは液状化による不同沈下等に伴い発生する家屋等の傾斜、地盤の沈下隆起・クラック等の変状 ※2：平均N値：ボーリング地点毎の地下水位以下の盛土地盤の平均N値



H2（地下水位以下の盛土層）の平均N値と
H1（地下水位）の関係（エリアB）

大根布地区

湖西地区



H2（地下水位以下の盛土層）の平均N値と層厚の関係
（エリアB）

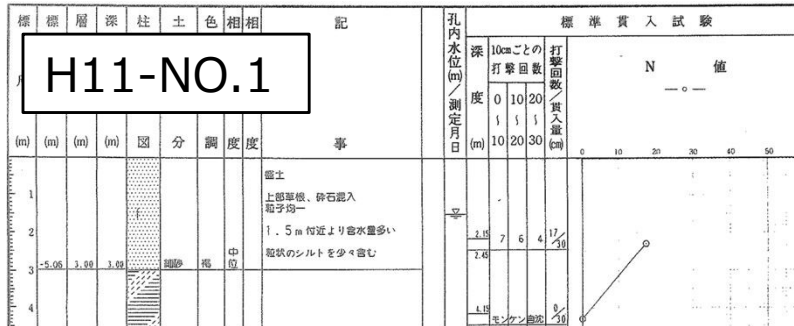
※関係図については、今後の詳細な地質調査結果によって更新される可能性があります

1. 前回会議における主な意見とその対応

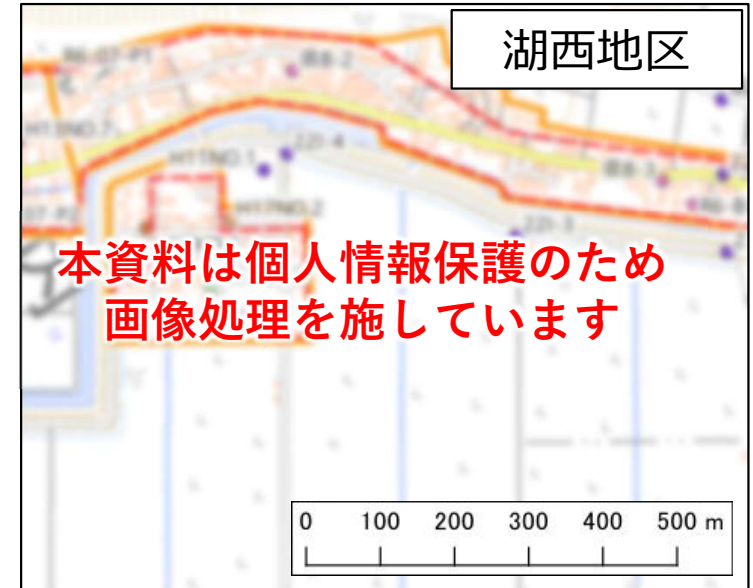
(1) 指摘事項への対応

3-②：盛土地盤の平均N値と層厚整理したグラフ内でN値が15以上の高いデータがある。どの地点のデータか、なぜ高いN値となっているのか。

湖西地区の干拓地内にある宅地部の盛土であり。宅地造成の際に十分に締固められて盛土されたと推定



地下水位以浅のデータについても集計 ⇒除外



1. 前回会議における主な意見とその対応

(1) 指摘事項への対応

4-①：液状化被害可能性範囲から外れているが、液状化被害の可能性がC判定なる箇所、罹災証明が「半壊」となっている箇所がある。範囲内に含んでいない理由は何か。

4-②：側方流動による被害の可能性はないか。範囲に含まれないものは理由を整理してほしい。

家屋被害、公共施設の被害状況より、面的な被害ではないと判断し、範囲外とした。

→罹災証明の個別帳票を確認したうえで、
液状化対策検討エリアとして検討（P.35にて説明）



※第1回資料該当部分 抜粋

公費解体・罹災証明

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

建築物応急危険度判定

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

公共施設の被害

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

第2章 被災状況の再整理

2. 被災状況の再整理

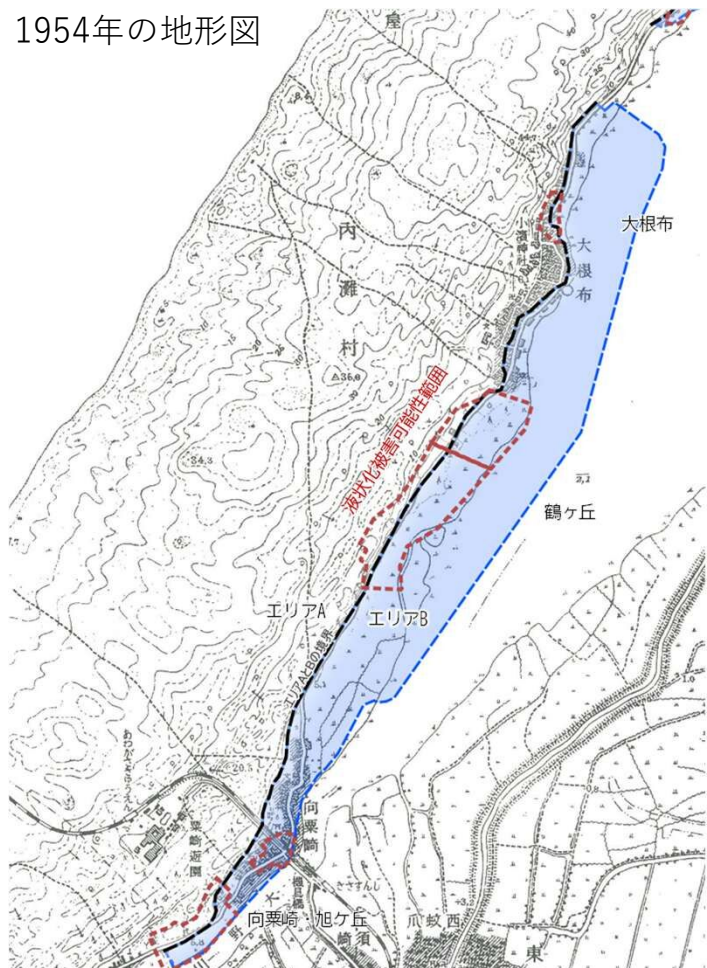
(1) 旧地形の見直し

【参考】下記の特徴を踏まえ、エリアをA、Bに区分した。

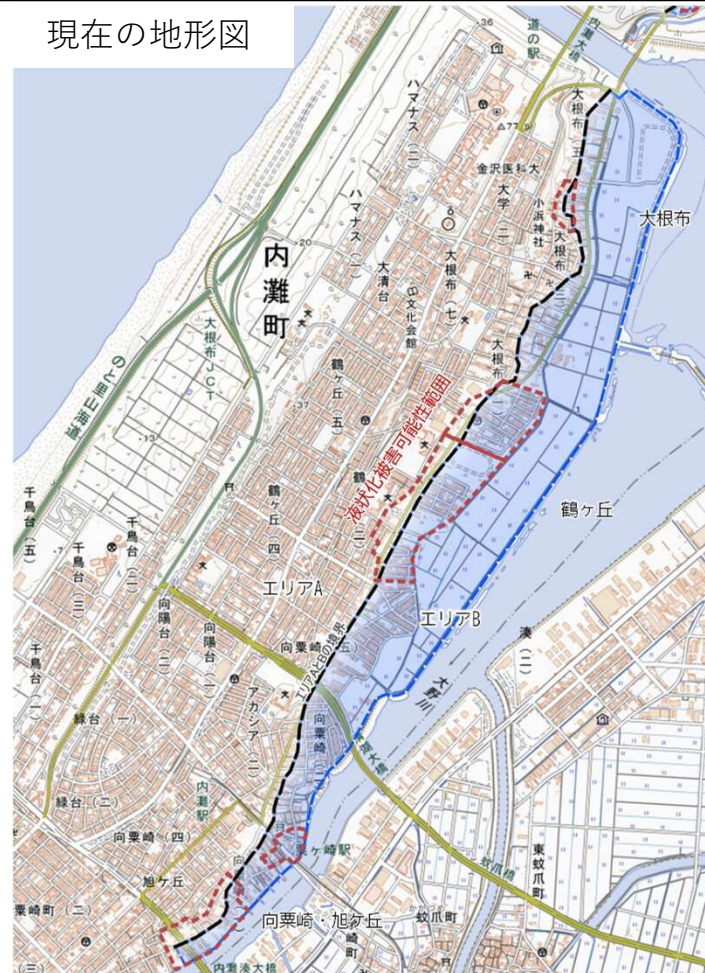
第1回検討会議資料抜粋、一部修正

- エリアAは、主に新砂丘が表層から分布している区域で、1954年の地形図において、砂丘斜面及び砂丘縁部であった範囲を設定した。特徴としては、緩い砂層が厚く、地表面が緩傾斜地である。
- エリアBは、主に海岸平野及び埋立土が表層から分布している区域で、1954年の地形図において、河北潟の水際の荒れ地もしくは水面であった範囲を設定した（青色の範囲）。特徴としては、砂丘砂、海岸平野堆積物（新砂丘の張出し箇所含む）及び埋立土からなり、平坦地である。⇒1909年以降の地形図を重ね合わせて検討

1954年の地形図



現在の地形図



エリアA：

主に新砂丘が表層から分布している区域で、1954年の地形図では、主に砂丘斜面及び砂丘縁部であった。

エリアB：

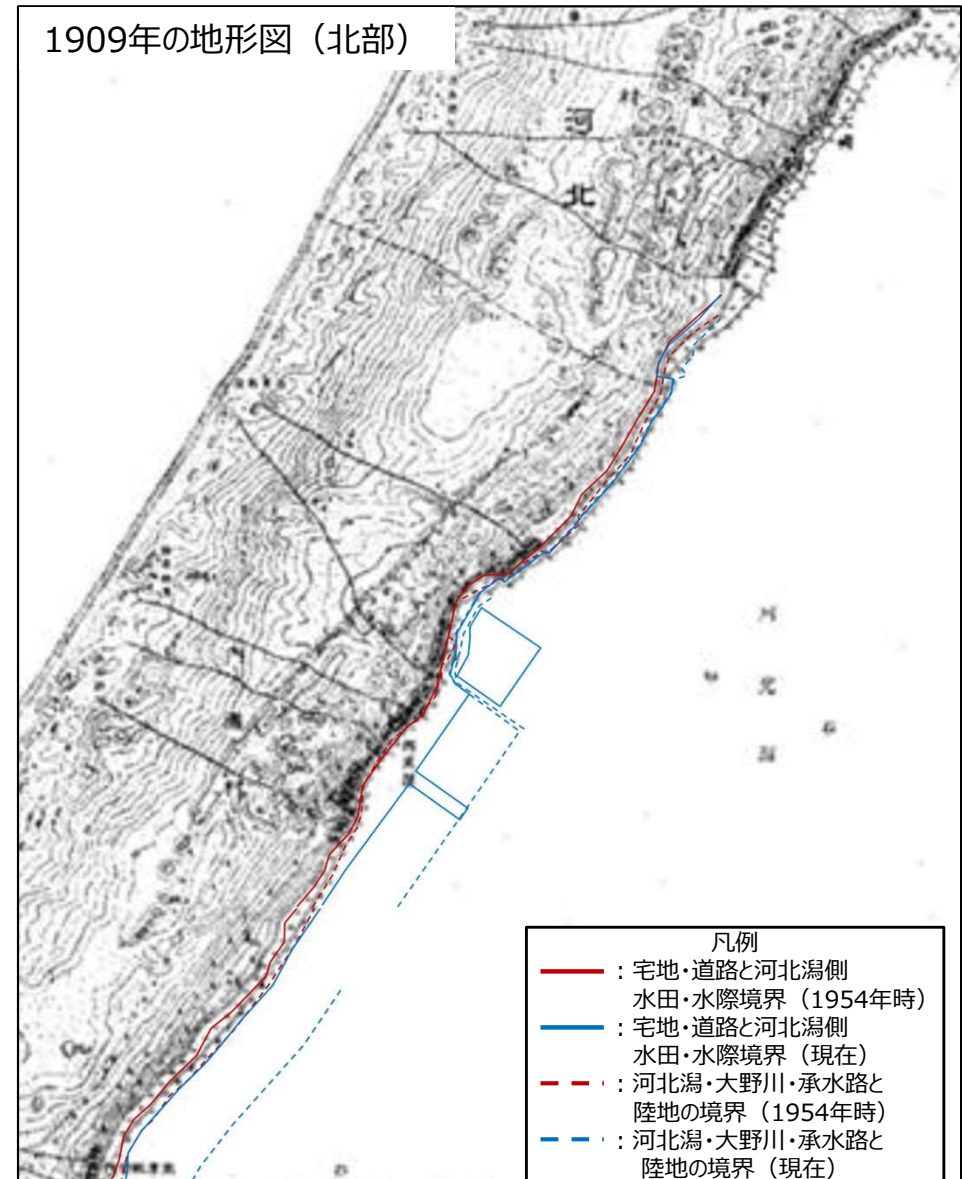
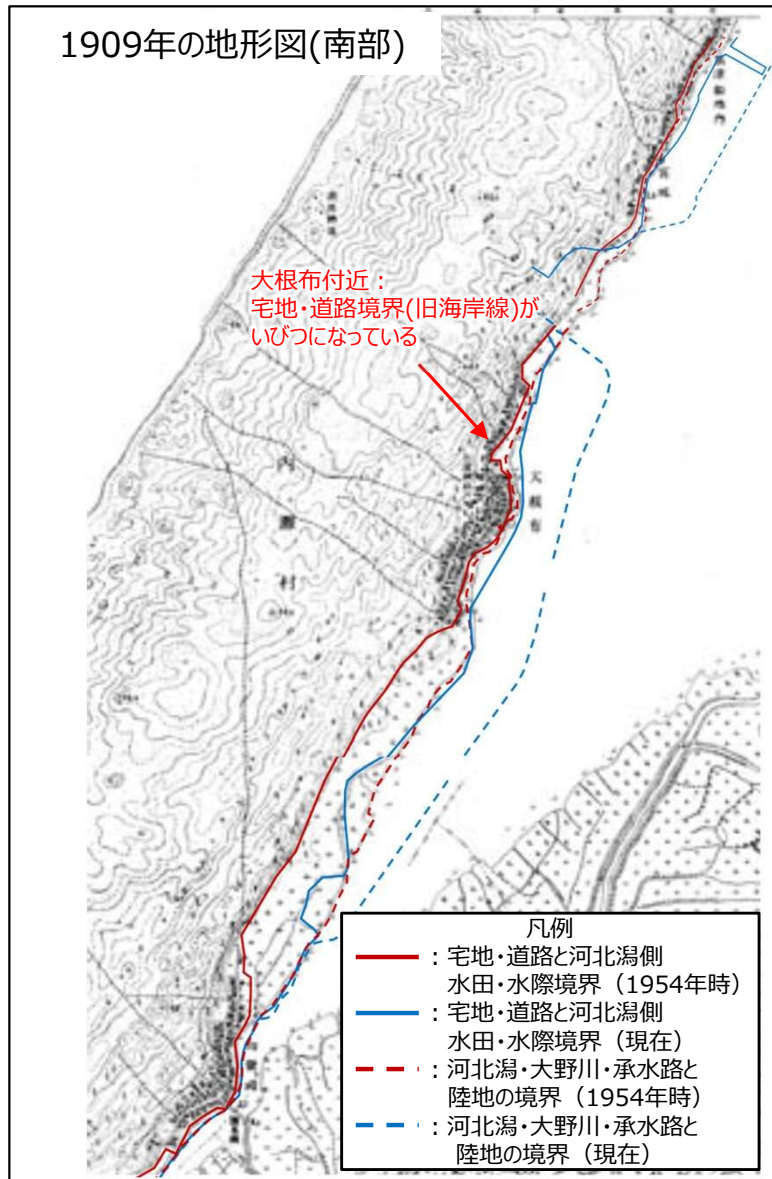
主に河北潟の水際の荒れ地（海岸平野）、もしくは水面であった範囲を埋立造成して形成された土地である。

内灘町「南部」の現地形と1954年時の地形の比較図

2. 被災状況の再整理

(1) 旧地形の見直し

○1909年版地形図と南側の1954年版及び北側の1930年版地形図にて、旧海岸線であると考えられる宅地・道路境界（赤実線） および河北潟・大野川・承水路と陸地の境界（赤破線）を比較すると、おおむね一致しており、1909～1954年の間で埋立等による地形の変化は小さい。→**大根布周辺について詳細に検討**



2. 被災状況の再整理

(1) 旧地形の見直し

○旧地形による海岸線の比較

局所的に被害が生じている大根布地区について、1903年と1954年における市街地ではない旧陸地部（旧海岸線～埋立による範囲）を比較した結果、旧陸地部の形状が1903年と1954年とでおおむね一致していることを確認。… 1954年の旧地形図読み取りにてエリア分けに資する情報を取得

→ 潟側の埋立部については、「内灘町史」等の郷土資料も参考に引き続き精査を行う



2. 被災状況の再整理

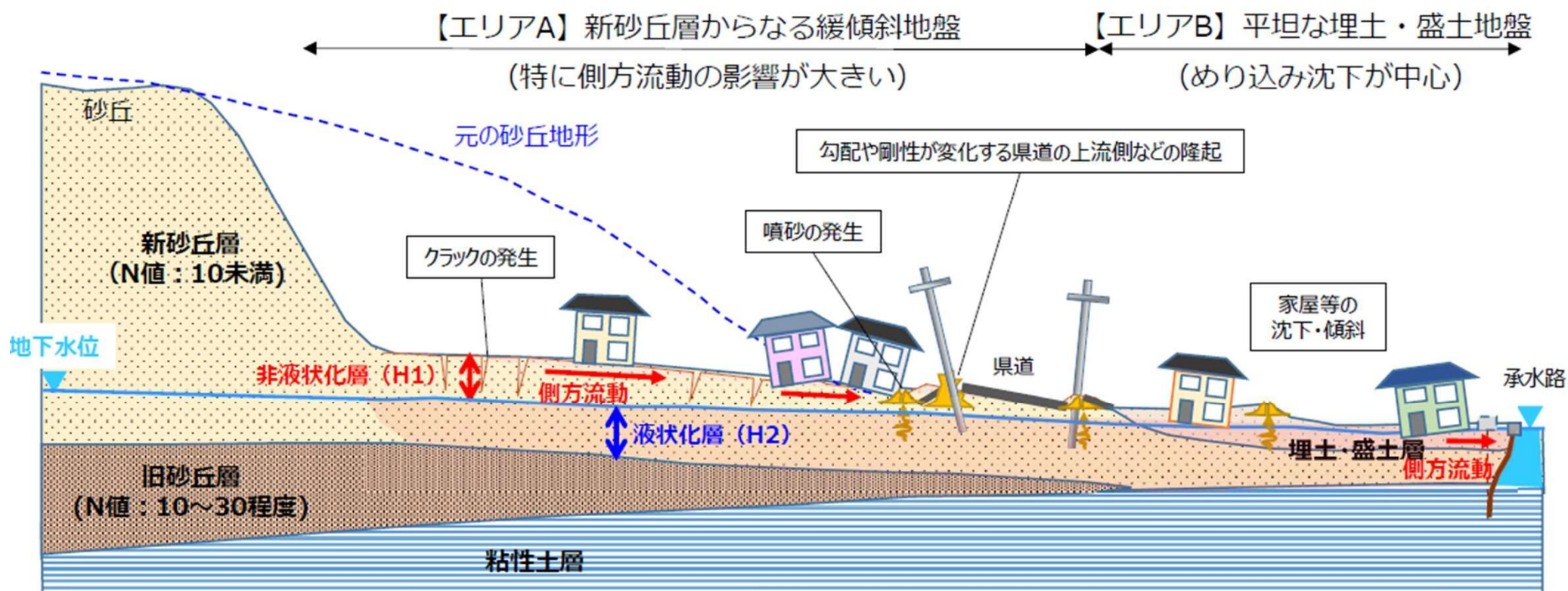
(2) 地形・地質分類の細分化

○ 既存地質調査及び昨年度実施した国・県・町による地質調査をもとに、各地点の変状の有無と地盤状況等の関係进行分析の結果、以下の箇所に変状が多いことが明らかとなった。

- ・エリアA（新砂丘層からなる緩傾斜地盤）では、地下水位がGL-3mより浅く、地表面が緩勾配の箇所
- ・エリアB（平坦な海岸平野・埋立地）では、地下水位がGL-2mより浅く、砂主体で平均N値が10未満の箇所

→ 上記の分析結果等より、今回の被害発生メカニズムは以下のとおりと推定される。

- ① 震度5弱～5強の継続時間が比較的長い地震動が発生
- ② 新砂丘層と表層が砂主体の海岸平野・埋立土層を中心に液状化し、めり込み沈下が発生
- ③ さらに砂丘側から干拓地側への緩勾配により、側方流動が生じたことで水平変位および沈下・隆起が発生
⇒ **追加情報（道路災害査定時のボーリング調査等）を考慮し、更に細分化、被害状況の整理**



2. 被災状況の再整理

(2) 地形・地質分類の細分化

○新規情報であるボーリングデータ等を踏まえ、地形・地質分類を細分化。
堆積過程、地表面付近の堆積物を考慮すると、エリアA、エリアBは以下のように分類される。

エリアA：砂丘切土部～砂丘縁部（表層は新砂丘）

└ A1：元砂丘斜面切土後の平地部（切土後に宅地化）

└ A2：元砂丘斜面法先の砂丘縁の平地部

エリアB：砂丘縁外部～埋立部（河北潟の縁辺部の海岸平野堆積物～河北潟内の埋立地）

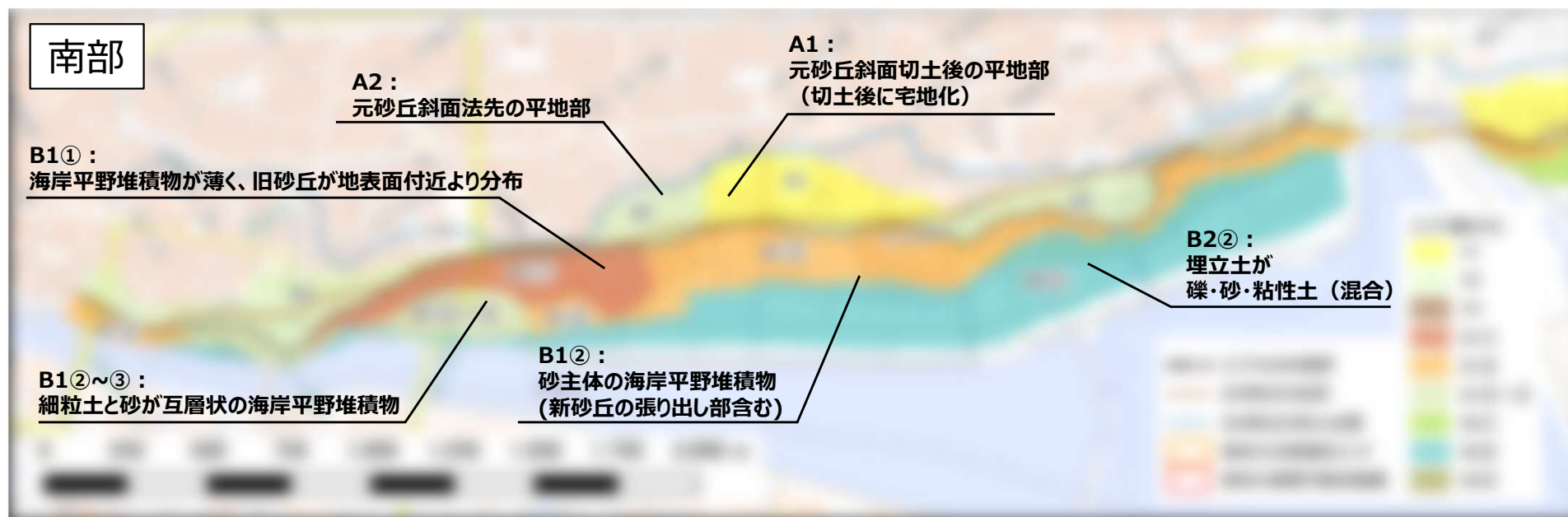
└ B1：砂丘縁外部の海岸平野で、└ B1①：海岸平野堆積物が薄く、旧砂丘が地表面付近より分布

└ 自然地形が陸地の低平地部 └ B1②：海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張り出し、表層数mは砂主体

└ B1③：細粒土と砂が互層状の海岸平野堆積物

└ B2：干拓地事業により陸地化された河北潟内の埋立地 └ B2①：埋立土が砂主体

└ B2②：埋立土が礫・砂・粘性土（混合）



※元の砂丘の法尻、元の砂丘の切土法肩は旧地形図(1954年)より読み取ったものを記載

2. 被災状況の再整理

(2) 地形・地質分類の細分化

○新規情報であるボーリングデータ等を踏まえ、地形・地質分類を細分化。
堆積過程、地表面付近の堆積物を考慮すると、エリアA、エリアBは以下のように分類される。

エリアA：砂丘切土部～砂丘縁部（表層は新砂丘）

└A1：元砂丘斜面切土後の平地部（切土後に宅地化）

└A2：元砂丘斜面法先の砂丘縁の平地部

エリアB：砂丘縁外部～埋立部（河北潟の縁辺部の海岸平野堆積物～河北潟内の埋立地）

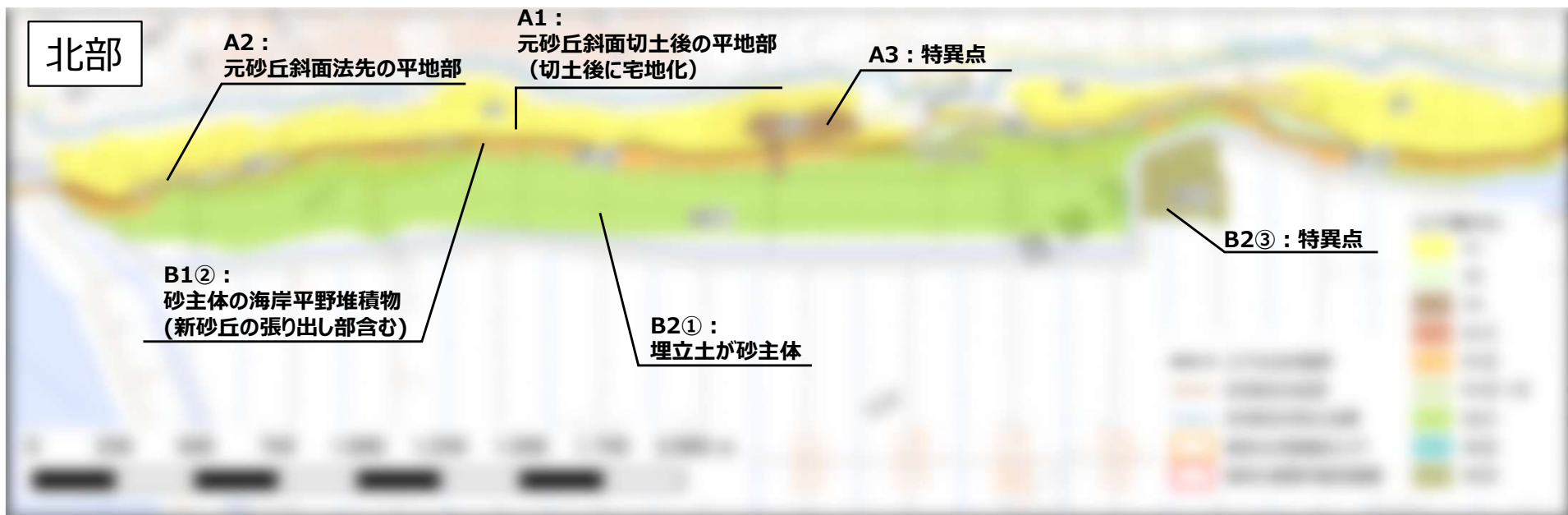
└ B1：砂丘縁外部の海岸平野で、└ B1①：海岸平野堆積物が薄く、旧砂丘が地表面付近より分布

自然地形が陸地の低平地部 └ B1②：海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張出し、表層数mは砂主体

└ B1③：細粒土と砂が互層状の海岸平野堆積物

└ B2：干拓地事業により陸地化された河北潟内の埋立地 └ B2①：埋立土が砂主体

└ B2②：埋立土が礫・砂・粘性土（混合）



※元の砂丘の法尻、元の砂丘の切土法肩は旧地形図(1954年)より読み取ったものを記載

2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

○代表断面 (南部：鶴ヶ丘地区)

エリアAはA1~2、エリアBはB1②~B2②が主に出現する。

⇒B1②は海岸平野堆積物、新砂丘の張り出し部等の砂主体の土層が堆積、下位は沖積粘性土。

エリアA：砂丘切土部～砂丘縁部 (表層は新砂丘)

└A1：元砂丘斜面切土後の平地部 (切土後に宅地化)

└A2：元砂丘斜面法先の砂丘縁の平地部

エリアB：砂丘縁外部～埋立部 (河北潟の縁辺部の海岸平野堆積物～河北潟内の埋立地)

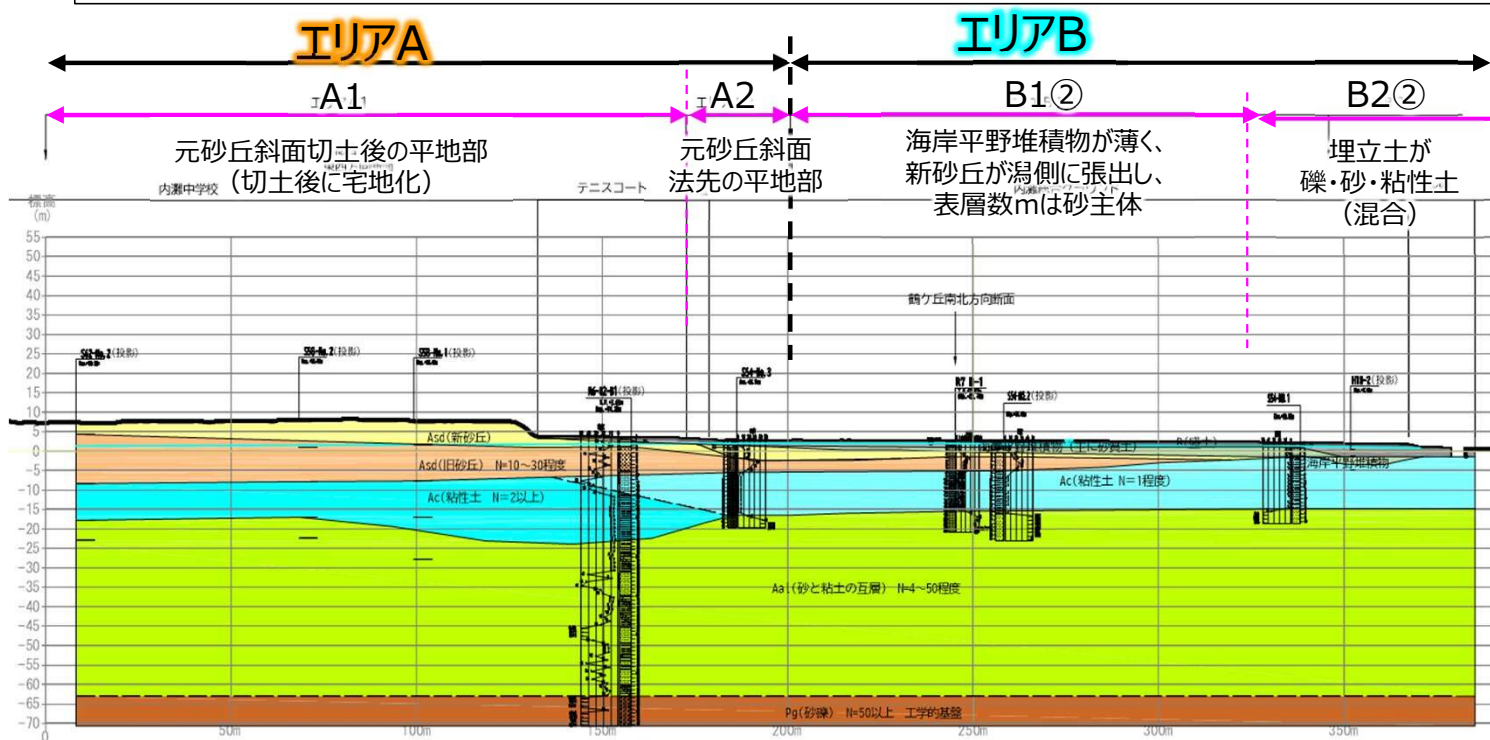
└B1：砂丘縁外部の海岸平野で、└B1①：海岸平野堆積物が薄く、旧砂丘が地表面付近より分布

自然地形が陸地の低平地部 └B1②：海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張り出し、表層数mは砂主体

└B1③：細粒土と砂が互層状の海岸平野堆積物

└B2：干拓地事業により陸地化された河北潟内の埋立地 └B2①：埋立土が砂主体

└B2②：埋立土が礫・砂・粘性土 (混合)



2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

水田
(干拓地)



○代表断面 (北部：西荒屋地区)

エリアAはA1、エリアBはB1②～B2①が出現する。

⇒エリアA内に特異点 (図中：A3土(砂)採取場) あり。

エリアBの浅層は新砂丘～埋立土・海岸平野堆積物(砂主体)、下位は沖積粘性土。

エリアA：砂丘切土部～砂丘縁部 (表層は新砂丘)

└ A1：元砂丘斜面切土後の平地部 (切土後に宅地化)

└ A2：元砂丘斜面法先の砂丘縁の平地部

エリアB：砂丘縁外部～埋立部 (河北潟の縁辺部の海岸平野堆積物～河北潟内の埋立地)

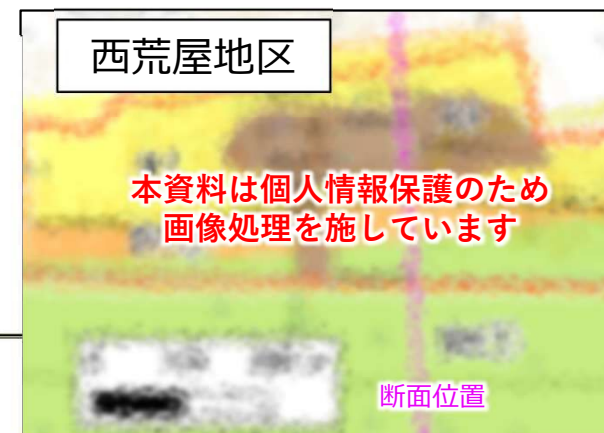
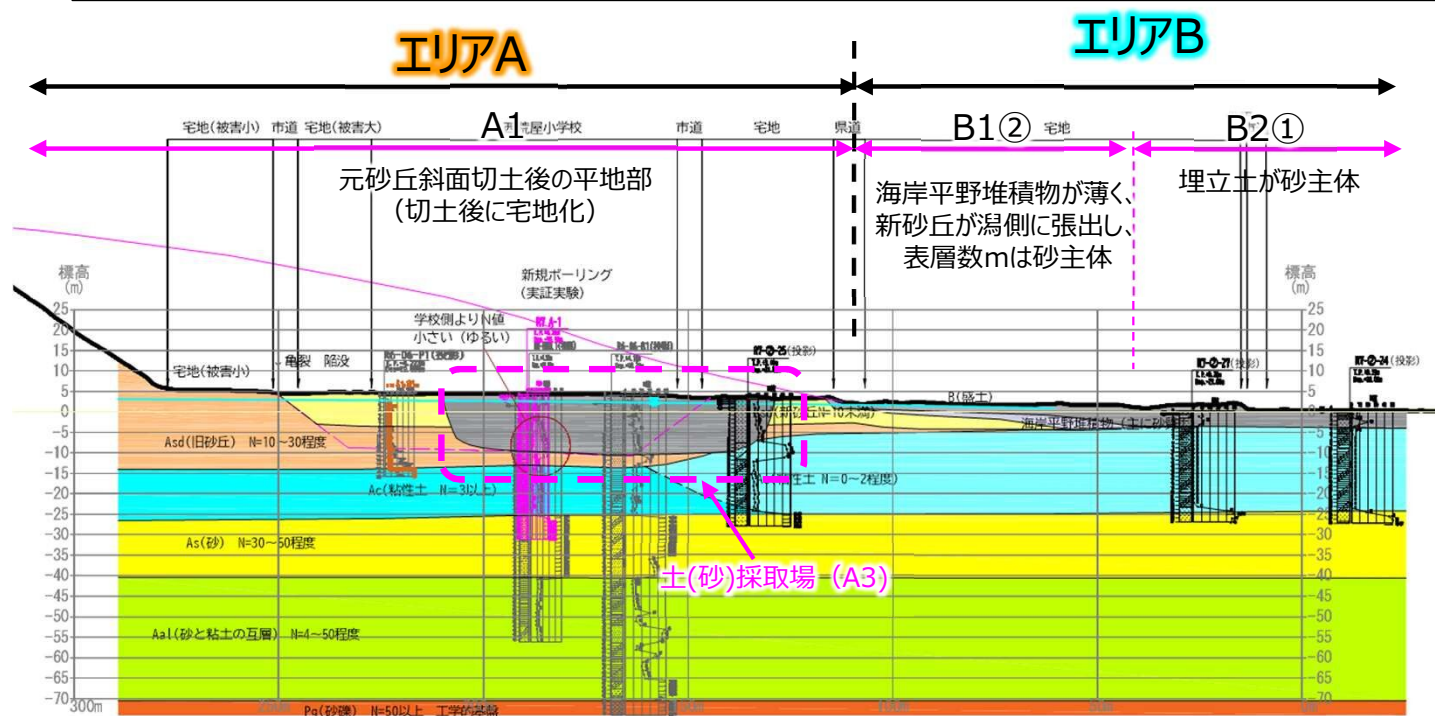
└ B1：砂丘縁外部の海岸平野で、└ B1①：海岸平野堆積物が薄く、旧砂丘が地表面付近より分布

自然地形が陸地の低平地部 └ B1②：海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張出し、表層数mは砂主体

└ B1③：細粒土と砂が互層状の海岸平野堆積物

└ B2：干拓地事業により陸地化された河北潟内の埋立地 └ B2①：埋立土が砂主体

└ B2②：埋立土が礫・砂・粘性土 (混合)



エリア区分(細分化)		
A1	B1①	B2①
A2	B1②	B2②
A3	B1②～③	B2③

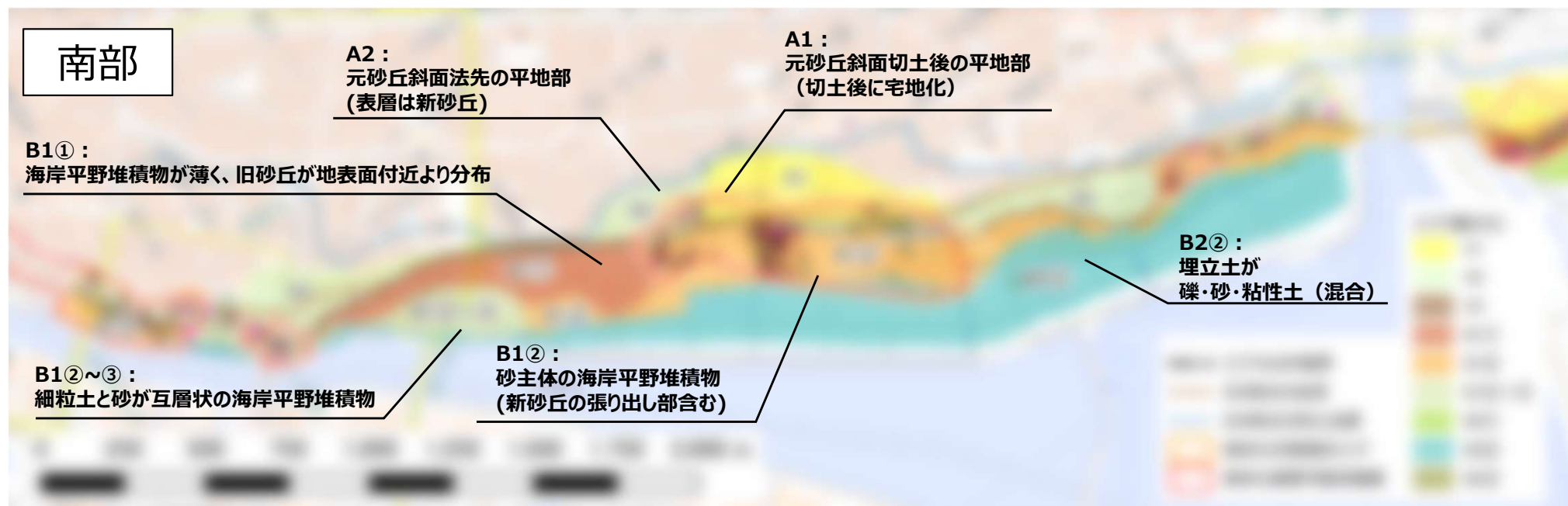
—	エリアAとBの境界
- - -	元の砂丘の法尻
- - -	元の砂丘の切土法尻
▭	液状化対策検討エリア
▭	液状化被害可能性範囲

2. 被災状況の再整理

(2) 地形・地質分類の細分化

○細分化エリア毎の被災状況（南部）

- ・細分化エリア平面図に宅地被害状況（罹災・被災証明および公費解体状況）を整理。
- ・向栗崎・旭ヶ丘～大根布間の宅地の多いエリアは「**B1①**」および「**A2**」であり、被災が少ない。
⇒「**B1①**」は海岸平野堆積物が薄く、旧砂丘が地表面付近より分布しているエリアであること、また「**A2**」でも層厚が薄い箇所やN値が大きい箇所などでは、液状化被害が小さかったと推定される。
- ・被害最も多く確認されたのは、「**B1②**」および「**A2**」の一部エリアであった。
⇒「**B1②**」は海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張出し、表層数mは砂主体であり、「**A2**」では浅部の新砂丘であることから、表層の緩い砂層が液状化し、被害が大きくなったと推定される。



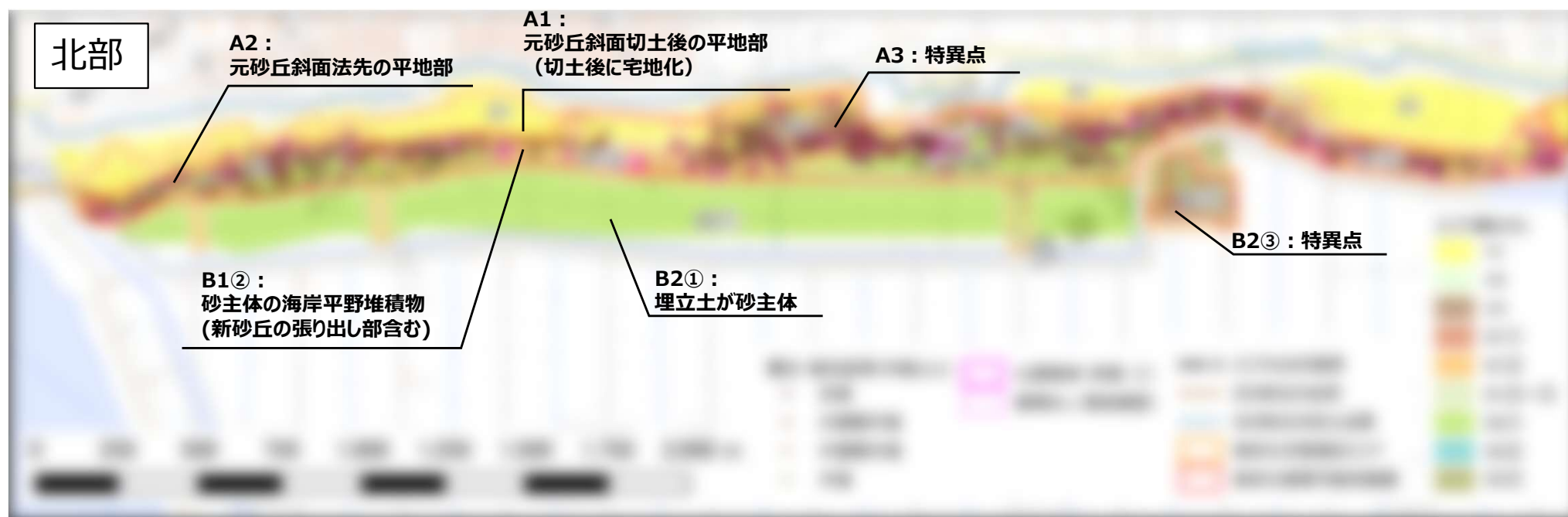
※元の砂丘の法尻、元の砂丘の切土法肩は旧地形図(1954年)より読み取ったものを記載

2. 被災状況の再整理

(2) 地形・地質分類の細分化

○細分化エリア毎の被災状況（北部）

- ・細分化エリア平面図に宅地被害状況（罹災・被災証明および公費解体状況）を整理。
 - ・被害最も多く確認されたのは、「**A1**」、「**A2**」、「**B1②**」および「**B2①**」であった。
- ⇒「**B1②**」は、海岸平野堆積物が薄く、新砂丘が潟側に張出し、表層数mは砂主体であること、「**A2**」では浅部の新砂丘であること、「**B2①**」では埋立土が砂主体であることから、表層の緩い砂層が液状化し、被害が大きくなったと推定される。
- また、「**A1**」は、元砂丘斜面切土後の平地部（切土後に宅地化）であり、側方流動が生じたことで被害が大きくなったと推定される。
- ・エリアAにおける「**A3**」は土(砂)採取場として利用されていた箇所、エリアBにおける「**B2③**」は干拓地内の宅地造成部であり、細分化エリア内でも堆積過程が異なる箇所である。



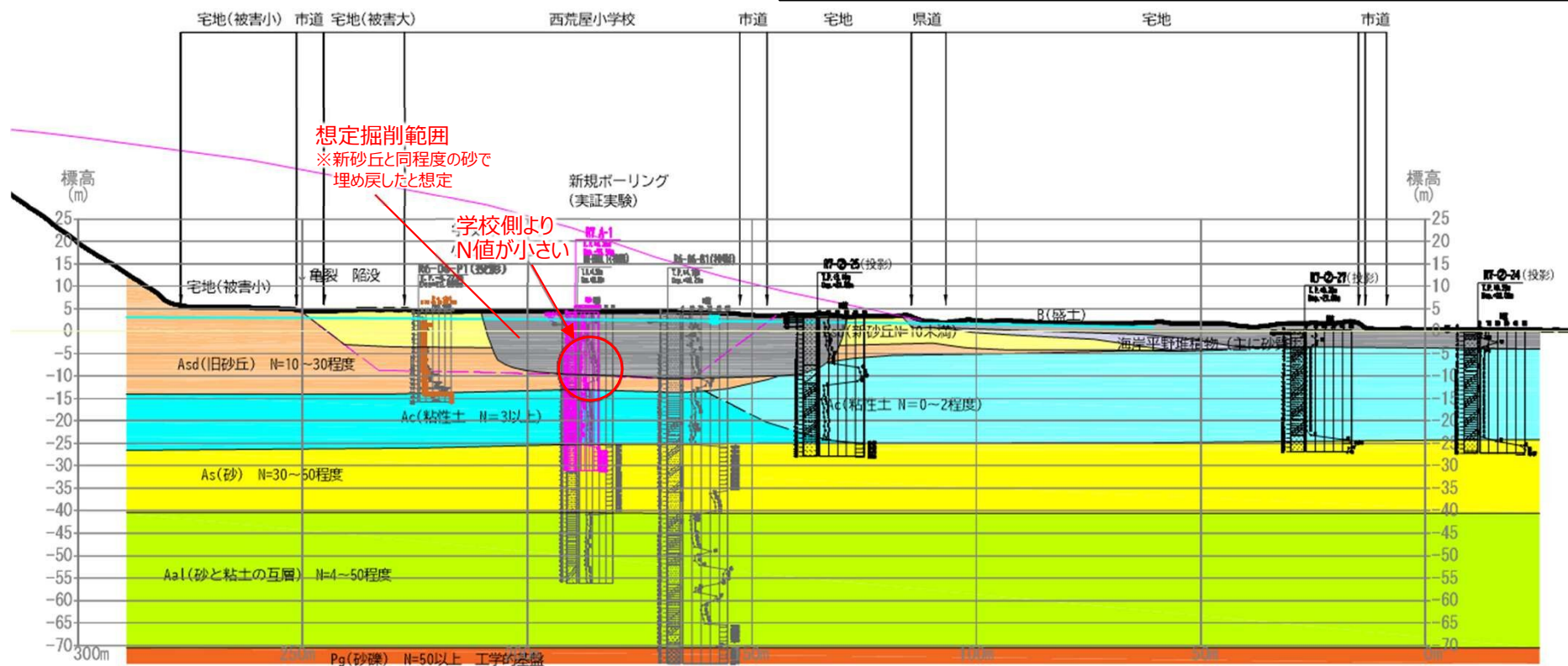
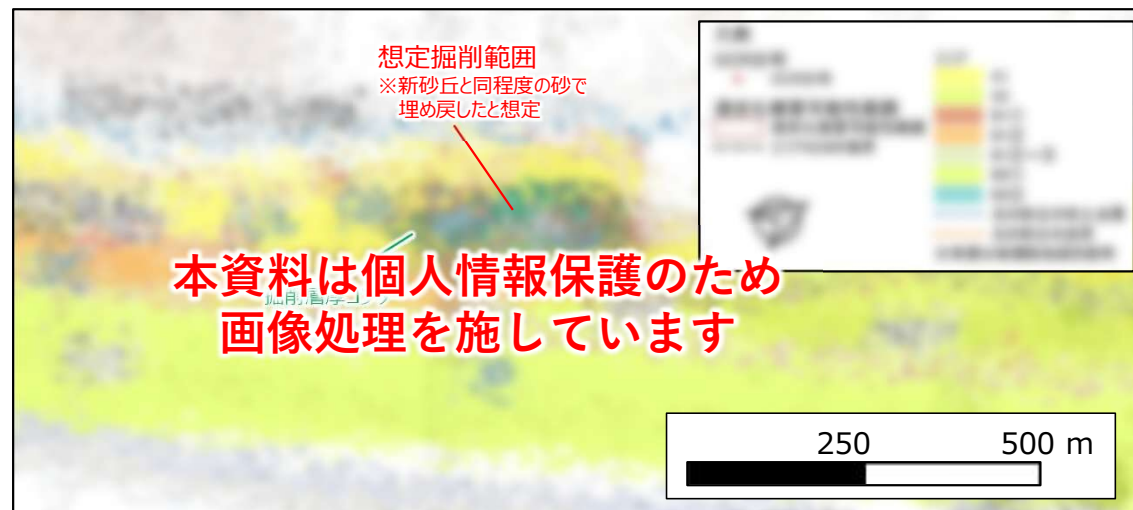
※元の砂丘の法尻、元の砂丘の切土法肩は旧地形図(1954年)より読み取ったものを記載

2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

○エリアAにおける特異点について（西荒屋小学校付近）

地形的特徴

- OA1（元砂丘斜面切土後の平地部）に該当する範囲。
- 干拓地事業における土(砂)採取場であった。一部の範囲では旧砂丘の上部まで掘削、その後、砂（物性は新砂丘と同程度）で埋め戻していると想定される。
- 1～3m程度の水平変位(側方流動)が発生、埋戻層厚が大きい範囲は、水平変位が大きい。



2. 被災状況の再整理

(2) 地形・地質分類の細分化

○エリアBにおける特異点について（湖西地区）

地形的特徴

干拓地事業による河北潟の埋立により陸地化された範囲の中で、宅地用に埋立造成された地区。

埋立土について

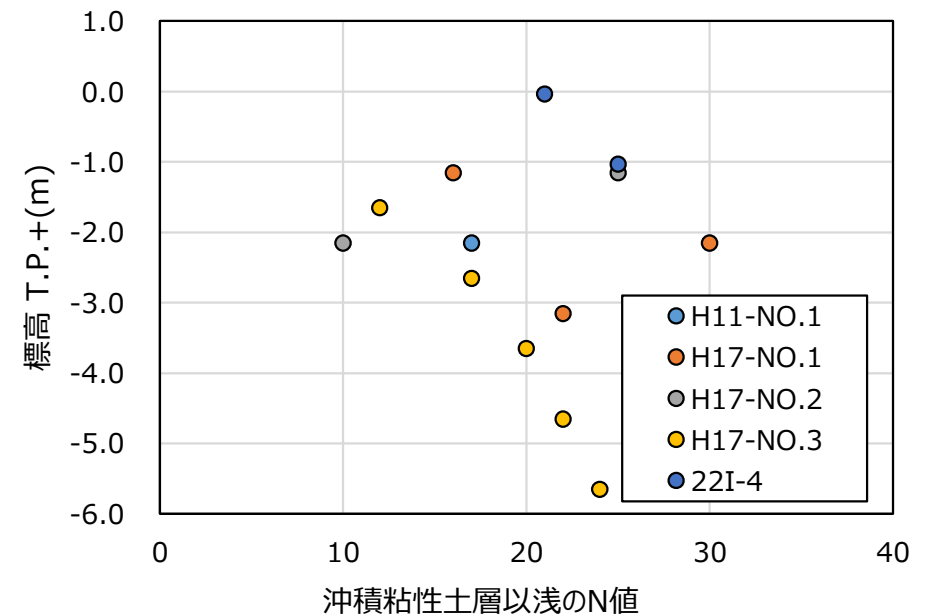
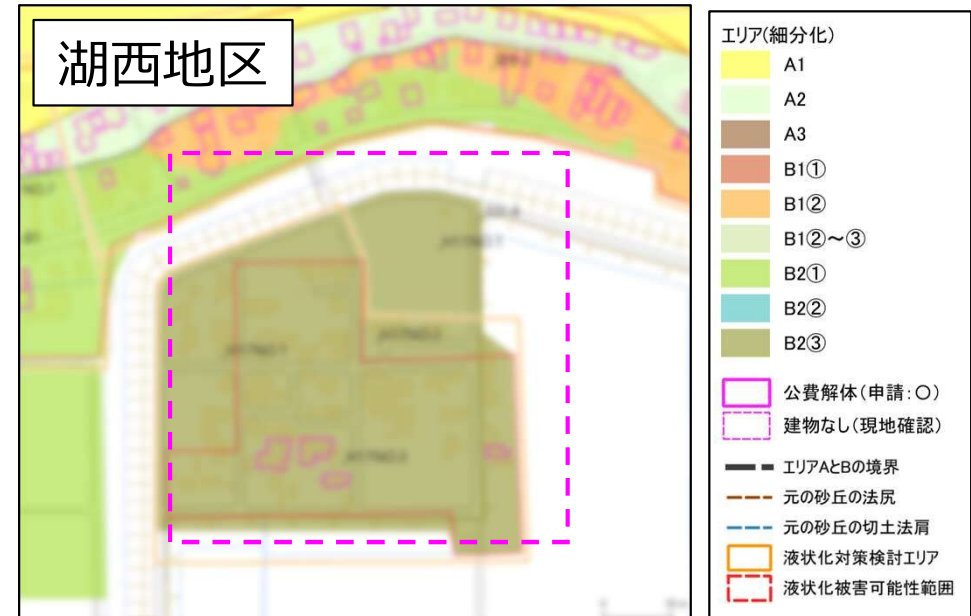
⇒埋立土の層厚は3～4m程度、土質は砂主体で、礫や細粒土が混在し、その下位には沖積粘性土が分布。

⇒埋立土と考えられる層（沖積粘性土層以浅）のN値は、おおむね10以上(10～30)となり、比較的大きい。

⇒B2に区分される範囲の中では、宅地用に造成された経緯もあり、浅部のN値が高く、液状化被害は面的に発生している可能性は小さい。

一部、N値が小さい箇所において、スポット的に液状化被害が発生していると考えられる。

⇒面的な対策ではなく、個別対策も視野に検討



2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

○細分化エリア毎の圧密特性について

○各エリアにおけるボーリング調査箇所で行われた圧密試験結果より、地点ごとに過圧密比OCRを算出（複数深度で実施している場合は平均値を算出）。

○整理結果より、エリア毎のOCRの傾向は以下とおりである。

エリアA…エリア全体における過圧密比OCRの平均は2.06であるが、細分化エリア毎に見るとA1のほうが高い傾向
⇒砂丘切土前の応力履歴による差であると推察される。

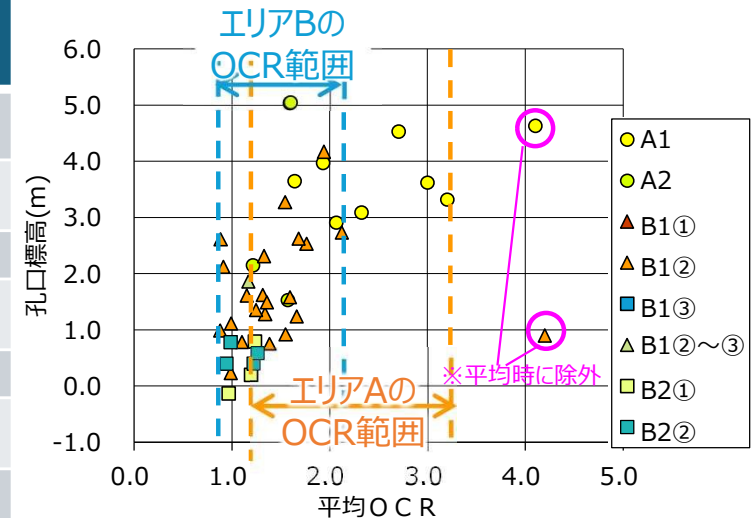
⇒エリアAの粘性土は過圧密側であり、圧密沈下の影響は小さいと考えられる。

エリアB…エリア全体における過圧密比OCRの平均値は1.26であるが、細分化エリア毎に見ると、B1②、②～③のほうがB2①、②よりも高い。

⇒B1は自然地形、B2は干拓事業の埋立によって陸地化された地域であることから、応力履歴が異なることでOCRに差が生じたと推察される。

⇒エリアBではエリアAよりもOCRが低く、一部、正規圧密状態に近い箇所もあることから、圧密沈下の影響を考慮する必要がある。細分化エリア毎に粘性土の圧密特性が異なることに注意が必要

エリア	地点数	平均OCR (最小～最大)	中分類 エリア	地点数	平均OCR (最小～最大)	細分化 エリア	地点数	平均OCR (最小～最大)
A	12	2.06 (1.21～4.10)	A1	8	2.41 (1.64～4.10)	-	-	-
			A2	4	1.49 (1.21～1.59)	-	-	-
B	32	1.41 (1.00～4.20)	B1	24	1.36 (1.00～4.20)	B1①	0	-
						B1②	23	1.39 (1.00～4.20)
						B1②～③	1	1.17
						B2①	4	1.14 (1.00～1.23)
						B2②	4	1.12 (1.00～1.26)



※平均OCRは特異値を除外して算出。また、OCR<1は以下の理由でOCR=1として平均値を算出した。

⇒B1：ボーリング地点の有効土被り圧等が適切でないため、1未満になっていると考えられる。

⇒B2：1963～1971年にかけての埋立であるため、ボーリングデータ（試験データ）が2000年より古い場合（昭和や平成初期の場合など）は、未圧密状態でOCR1未満の可能性はあるが、現在はほぼ収束していると推定されるため、OCR1とする。

**※エリア区分、
圧密特性を踏まえて
再度精査予定**

2. 被災状況の再整理

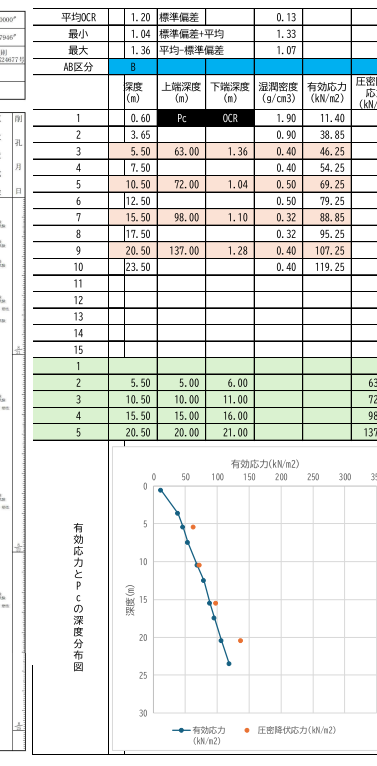
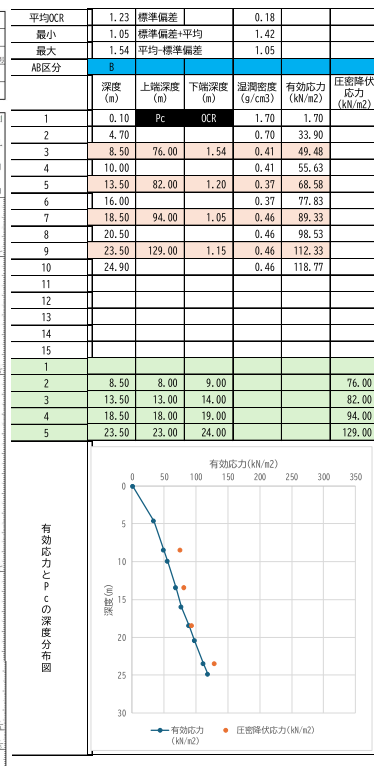
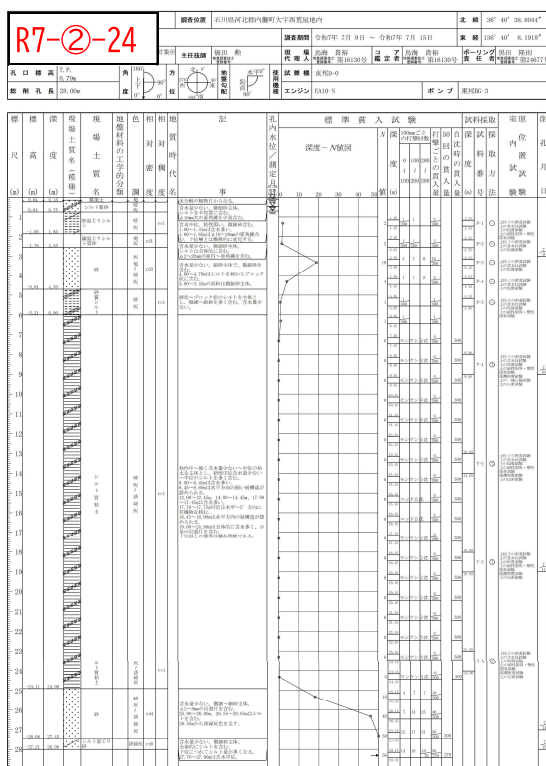
(2) 地形・地質分類の細分化

(参考) 西荒屋地区の新規調査地点における過圧密比OCRについて

○R7-②-27地点は、潟の粘性土の上に直接埋立てられた箇所であり、OCR1~1.1程度と小さい。

○一方、R7-②-24地点は、旧砂丘又は氾濫性堆積物等の自然堆積物が、潟側に張出しており、その上に埋立てられている箇所であり、OCR1.1~1.2以上と推定される。

細分化エリア内で沈下が懸念される場所では、追加調査等によって圧密特性を把握することが望ましい。



2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

表 エリアA・エリアBの特徴と液状化被害・液状化対策（面的対策）方針

エリア	A：砂丘切土部～砂丘縁部		砂丘縁外部～埋立部（河北潟の縁辺部の海岸平野堆積物～河北潟内の埋立地）				
地形的特徴 （表層地質の特 徴等）	A1：元砂丘斜面切土 後の平地部 （切土後に宅地化され た平地部で、表層は新 砂丘）	元砂丘斜面法 先の砂丘縁の平 地部 （表層は新砂 丘）	砂丘縁外部（河北潟の縁辺部）の海岸平野で、自然地形 が陸地の低平地部		B2：河北潟内で、干拓地事業の埋 立により、陸地化された埋立部（平 地）		
			B1①：海岸平野 堆積物が薄く、旧 砂丘が地表面付 近より分布	B1②：新砂丘が潟 側に張出し、海岸平 野堆積物は薄く、表 層数mは砂主体	B1③：細粒 土と砂が互層 状の海岸平野 堆積物	B2①：埋立土が 砂主体（砂丘砂 と同等の物性）	B2②：埋立土 は礫・砂・粘性土 等が混合
地層構成： 深度20m 程度まで	表層より新砂丘が分布し、その下位に旧砂 丘及び沖積粘性土が分布		表層は薄い盛土で、 旧砂丘の下位には、 沖積粘性土が分 布	表層は薄い盛土で、海岸平野堆積物 の下位には旧砂丘、沖積粘性土が分 布	埋立土の下位に海岸平野堆積物又 は旧砂丘が分布しており、その下位に は沖積粘性土が分布		
液状化被害 の有無 及び 被害の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 被害有：地下水位 GL-3m未満の範囲で 概ね連続的に発生 被害無：地下水位 GL-3m以深、標高 6m超の範囲など 側方流動被害が顕著 で、1～3m程度の水平 変位が発生 	<ul style="list-style-type: none"> 被害有：A1と 同様の状況 被害無：新砂 丘の層厚が薄い （概ね1.5m未 満）範囲など A1の側方流動 が、A2範囲でも 概ね連続的に発 生 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化被害はほ ぼ見られない 	<ul style="list-style-type: none"> 被害有：N値が小 さい範囲で、概ね連続 的に発生 被害無：部分的に N値が大、又は層厚 が薄い範囲など 沈下や噴砂被害が 主体であり、一部で水 平変位0.5m程度の 側方流動発生 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化被害 はほぼ見られな い 	<ul style="list-style-type: none"> 被害有：層厚 は3m程度であり、 概ね連続的に発 生 被害無：部分 的に細粒分の混 入が多い箇所など 沈下、噴砂、ク ラック等の被害が 主体 	<ul style="list-style-type: none"> 被害有：砂の 混入が多い埋立 範囲等で、スポッ ト的に被害有 被害無：礫・ 砂・粘性土等の 混合土であるため、 被害無が主体 スポット的に沈 下等の被害が主 体
液状化対策 （面的対策）の 方針案	<ul style="list-style-type: none"> 公費解体等が行われ、 面的な平坦地を確保で きる箇所は地盤改良工 法 上記以外は、地下水 位低下工法 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化被害箇 所は、左記と同 様の対策方針 	—	<ul style="list-style-type: none"> 面的な平坦地を確 保できる箇所は地盤 改良工法 上記以外は、地下 水位低下工法となる が、沖積粘性土の過 圧密比が小さい範囲 では、沈下検討等 による適否の判断が必 要 	—	<ul style="list-style-type: none"> 面的平坦地を 確保できる箇所 は地盤改良工法 沖積粘性土の 過圧密比が小さ いため、地下水位 低下工法につい ては、沈下検討 等による適否の判 断が必要 	<ul style="list-style-type: none"> スポット的な液状 化被害は、個別 対策になる可能 性あり

2. 被災状況の再整理 (2) 地形・地質分類の細分化

表 内瀬町北部における特異箇所（西荒屋小学校、室橋付近）の特徴と
液状化被害・液状化対策（面的対策）方針

特異箇所	西荒屋小学校付近 (エリアA3：砂採取場の埋立部)	室橋付近 (エリアB：B1②～B2①)	湖西地区 (エリアB2③)
地形的特徴 (人口 改変履歴 含む)	元砂丘斜面切土後の平地部（A1）であるが、干拓地事業における土（砂）採取場であり、一部の範囲では新砂丘だけでなく、旧砂丘の上部まで掘削し、その後、砂（物性は新砂丘と同程度）で埋め戻していると想定される。	・B1②及びB2①の該当部であり、B2①は砂丘砂と同様の物性の材料で埋め立てられている。B2①は、B1②の物性とも同様である。 ・B1②～B2①の層厚は3～5m程度であり、土堰堤の承水路に向かって、地表面と旧砂丘との境界面が傾斜している。	干拓地事業による河北潟の埋立により陸地化（B2）された範囲の中で、宅地用に埋立造成された地区である。
地層： 深度 20m程 度まで	深さ7～十数m程度まで掘削（新砂丘を掘削するとともに、一部の範囲では旧砂丘の上部まで掘削）し、同じ砂丘砂で埋戻しされており、この埋戻し土の下位には、旧砂丘及び沖積粘性土が分布している。	B1②の砂主体の海岸平野堆積物、及びB2①の砂主体の埋立土である。これらの層厚は3～5m程度であり、その下位には、旧砂丘及び沖積粘性土が分布している。	埋立土の層厚は3～4m程度、土質は砂主体で、礫や細粒土が混在し、その下位には沖積粘性土が分布
液状化層の 特徴	土砂採取場であった、西荒屋小学校（グラウンド・敷地内）及びその周辺において、液状化被害が発生している。土砂採取による埋戻し土の層厚は7～十数m程度であり、被害範囲の地下水位は概ねGL-1～2m、標高は5m程度である。	県道から承水路にかけての液状化層（海岸平野堆積物B1②・埋立土B2①：両者とも砂主体）の地下水位は、概ねGL-1～2m、標高は1～3m程度であり、また液状化層の地表面と下面が承水路に向かって傾斜している。	埋立土のN値は10前後～20以上と比較的大きいため、N値が部分的に小さく、砂主体の箇所等において、液状化が発生したと推定される
液状化層の被害の 特徴	側方流動被害が顕著で、1～3m程度の水平変位が発生しており、埋戻し土の層厚が厚い範囲の方が、側方流動の水平変位も大きくなっている。	県道付近から承水路に向かって、最大水平変位が十数mの大きな側方流動が発生し、土堰堤の一部は対岸まで押し流されている。液状化層の傾斜に加えて、承水路の土堰堤に近接していることが、大きな被害発生の要因と考えられる。	液状化被害はスポット的であり、クラックや若干の水平変位等が発生している。
液状化対策（面的 対策）の 方針案	・西荒屋小学校のグラウンドでは、地下水位低下工法の実証実験が行われているが、公費解体等が行われ、面的な平坦地を確保できる箇所は、地盤改良工法を適用するのが良いと考える。 ・上記以外は、地下水位低下工法の適用になると考えられる。	・公費解体等が行われ、面的な平坦地も概ね確保されているため、地盤改良工法が主体になると考えられる。また、側方流動対策として、承水路の補強対策（地盤改良等）も併せて行う可能性もある。 ・B2①に該当する範囲では、地下水位を下げると過大な沈下発生が懸念されるため、地下水位低下工法の適用は困難である。 ・この付近は調査データが少ないため、液状化対象層の層厚・剛性等を詳細に把握するための追加調査が必要である。	液状化による被害はスポット的であり、面的に発生している可能性は小さいと推定されるため、液状化対策は個別対策になると考えられる。

2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

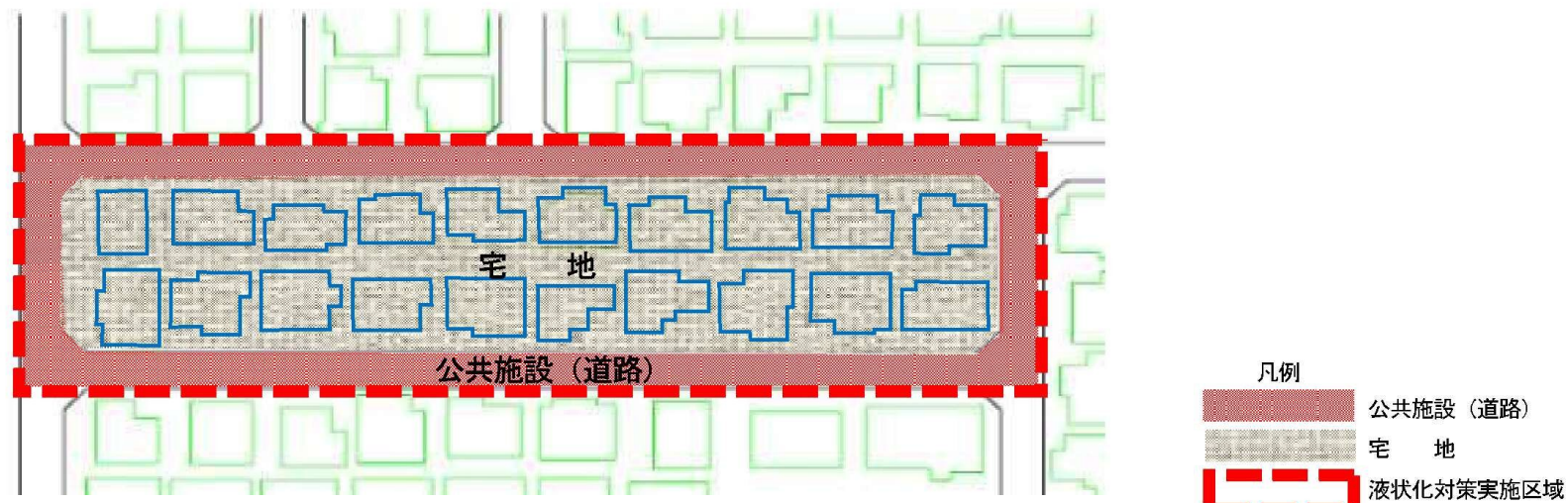
【液状化対策検討エリアの決め方】

- 公共施設（道路・上下水道等）と宅地との一体的な液状化対策が可能な地区を「液状化対策検討エリア」とする※。
- 対策想定地震動を今次災害規模程度とする方針のため、基本的には本業務で特定した液状化被害可能性範囲を包括するように道路・行政界等で候補範囲を設定した。

※補足説明

- ・ 宅地液状化防止事業の要件：以下の①～③すべてに該当する区域
- ① 当該宅地の液状化により、公共施設(道路、公園、下水道、水路、そのた公共施設等) に被害が発生するおそれがある区域
- ② 液状化による顕著な被害の可能性が高いと判定された3,000m²以上の一段の土地の区域であり、かつ、区域内の家屋が10戸以上
- ③ 公共施設と宅地との一体的な液状化対策が行われていっていると認められる区域

＜公共施設の復旧と一体的な液状化対策＞



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

第1回検討会議資料より抜粋



- 液状化被害可能性範囲を踏まえ、液状化対策検討エリアを以下のとおり設定した。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

第1回検討会議資料より抜粋



- 液状化被害可能性範囲を踏まえ、液状化対策検討エリアを以下のとおり設定した。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

第1回検討会議資料より抜粋



- 液状化被害可能性範囲を踏まえ、液状化対策検討エリアを以下のとおり設定した。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

- 液状化被害可能性範囲を踏まえ、液状化対策検討エリアを以下のとおり設定した。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

第1回検討会議資料より抜粋



- 液状化被害可能性範囲を踏まえ、液状化対策検討エリアを以下のとおり設定した。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

○設定した液状化可能性範囲が連続していない南部エリアについて、液状化可能性範囲外に位置するエリアの罹災・被災証明を個別確認し、液状化の被害がないかを見直し。

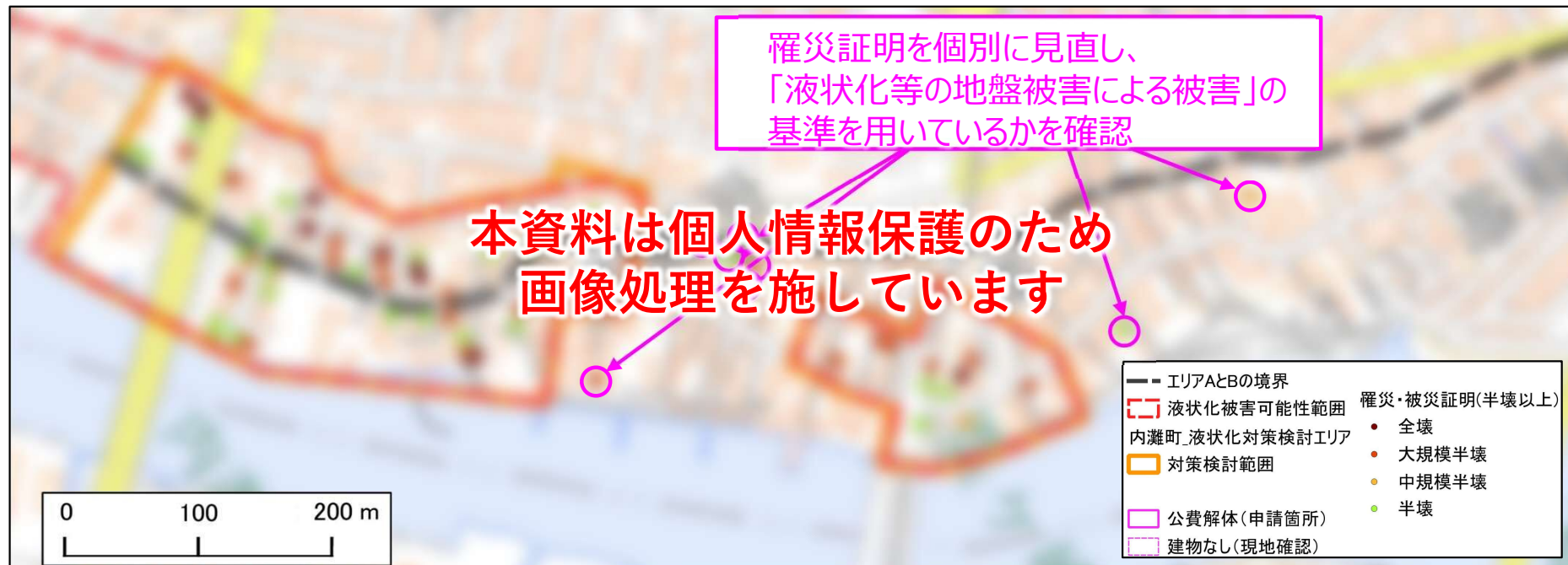
罹災・被害証明について

- ①発災直後に家屋の被害判定を実施し、発災当初の「地震による被害」の基準で被害認定。
- ②液状化したとみられる範囲については、1月下旬以降に現地調査員の判断に基づいて「液状化等の地盤被害による被害」の基準で再判定。※地盤や不同沈下による傾きの項目は未調査。

罹災・被害証明の見直しについて

○液状化被害可能性範囲および液状化対策検討エリア外の「半壊以上」と判定された地点について、罹災・被災証明の帳票を個別に見直し。⇒見直しの結果、被害写真や「噴砂」等の記載項目がなく、実際に液状化が生じているかを判断する材料なし。

⇒②の再判定時に調査票を「液状化等の地盤被害等による被害」とした地点は液状化が生じていたと判断し、液状化可能性範囲の見直しを実施。



2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

○見直しの対象箇所について

液状化対策検討エリア外に位置する罹災・被災証明が半壊以上となる地点は、南部：13箇所、北部：1箇所であった。

なお、北部の1箇所については、宅地ではなく「工場・倉庫」であることから見直し対象から除外とし、南部を対象に見直しを行った。

南部

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

北部

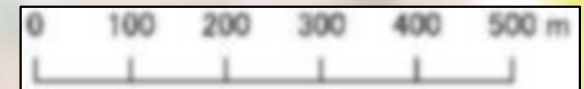
本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

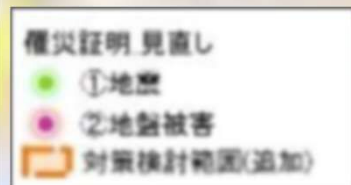
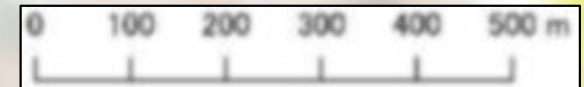
- 対策検討範囲外における罹災・被災証明の見直しを行った。
- 「半壊以上」と判断されており、「地盤被害」とされている箇所を網羅するような範囲へ変更

向粟崎・旭ヶ丘地区：見直し前



本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

向粟崎・旭ヶ丘地区：見直し後



本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

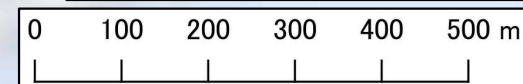
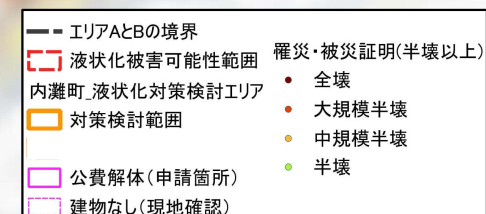
2. 被災状況の再整理

(3) 液状化可能性範囲の見直し

- 対策検討範囲外における罹災・被災証明の見直しを行った。
- 「半壊以上」と判断されており、「地盤被害」とされている箇所を網羅するような範囲へ変更

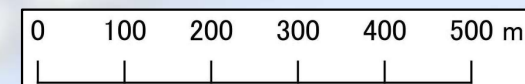
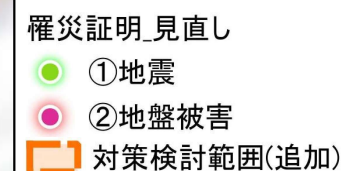
鶴ヶ丘～大根布地区：見直し前

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



鶴ヶ丘～大根布地区：見直し後

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



第3章 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（1）実証実験概要

- 液状化対策工法として選定された「地下水位低下工法」と「地盤改良工法」について、地盤特性が異なるエリアA（自然地盤（砂丘層））とエリアB（埋立地盤）の各エリアで実証実験を実施

	地下水位低下工法	地盤改良工法（密度増大）
実証実験で確認したい事項（実験目的）	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水位低下工法の対策効果（地下水位低下工法が現地に適用できるか） ・周囲の影響（地盤沈下、井戸の影響など） 	<ul style="list-style-type: none"> ・砂・礫杭による地盤改良の対策効果（N値増大（密度増大）の改良効果を検証） ・周囲の影響（騒音・振動・地表面変位等）
実験サイト	西荒屋小学校グラウンド（エリアA） 内灘町総合グラウンド（エリアB）	西荒屋児童公園（エリアA） 内灘町総合グラウンド（サブグラウンド）（エリアB）
観測目的・項目	下図参照	

< 地下水位低下工法 >

地下水位低下工法の実験イメージ

観測目的	観測項目
原地盤特性	N値※1、透水係数※1、圧密特性※1、土のせん断強さ※1
地下水位低下検証	地下水位（観測孔）、地下水位（既設井戸）※1,2,3 集水量（排水量）
実験値と解析値の検証	地表面沈下量※1,2,3、層別沈下量、間隙水圧
周囲の影響	模擬家屋不同沈下量※1,2,3、周辺家屋調査※1

< 地盤改良工法 >

SCP工法の施工サイクル²⁾

観測目的	観測項目
原地盤特性	N値※1、透水係数※1、粒度※1、最大最小密度※1
対策効果検証	N値※3、透水係数※3
周囲の影響(生活環境)	騒音・振動※1,2
周囲の影響(地盤)	地表面変位※1,3、透水係数※3

無印：定期、下線：連続、※1：施工前、※2：施工中、※3：施工後

出典1) 渡辺敏彦・泉秀之(2023)：サンドコンパクションパイル施工にあたっての河道堆積砂の有効利用について、平成25年度東北地方整備局管内業務発表会
2) 内田 正・畠山 徹(2025)：周辺環境に配慮した地盤改良工法 ～静的サンドコンパクションパイル工法～、平成27年度東北地方整備局管内業務発表会

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

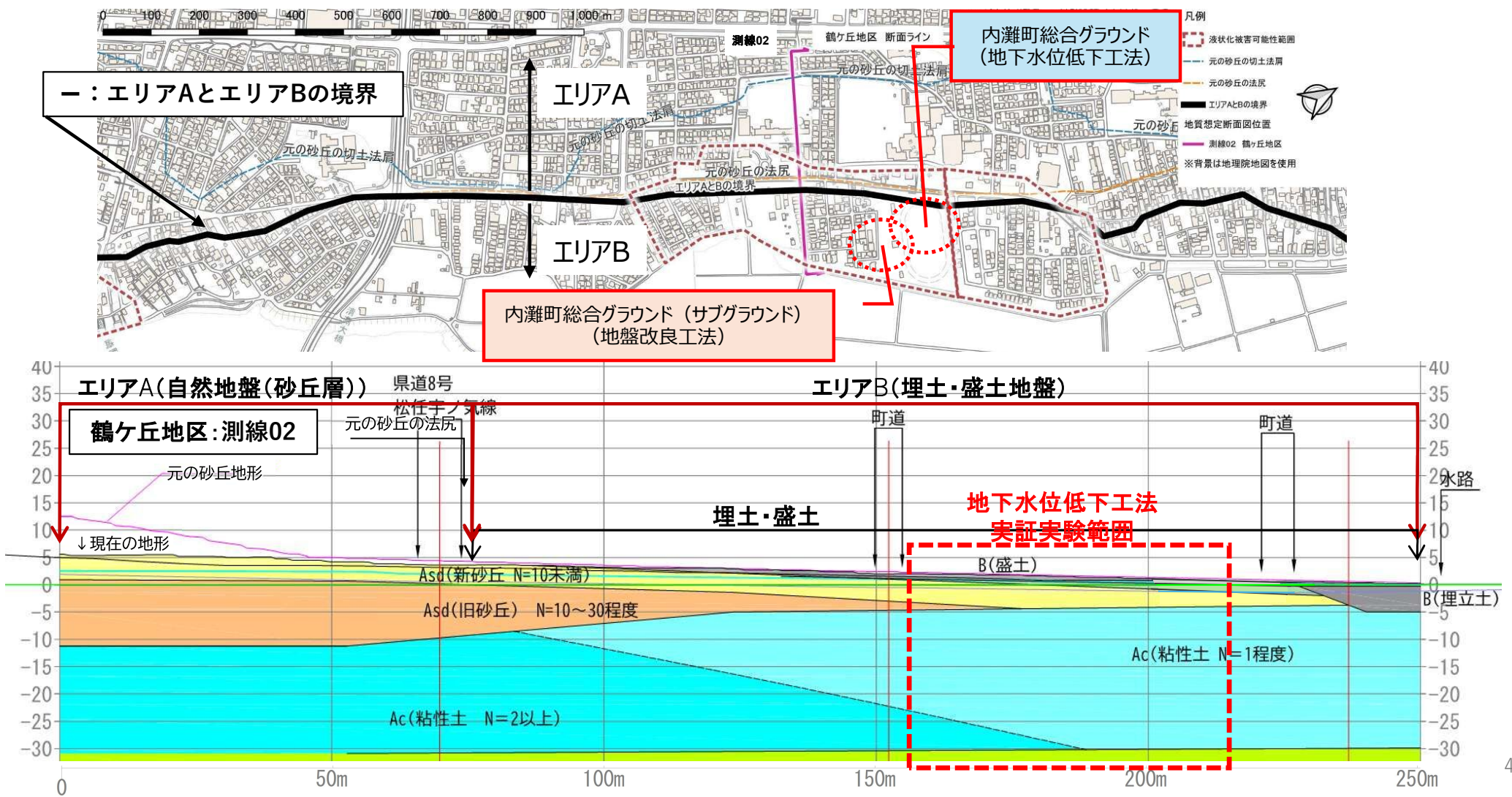
(1) 実証実験概要



■ 実証実験箇所（エリアB）

- エリアBの実証実験箇所は、地表面標高が概ねT.P.+6m以下で地下水位がGL-0.5~-1.5mと浅い位置にある液状化被害可能性範囲が分布している「内灘町総合グラウンド」（地下水位低下工法）と「内灘町総合グラウンド（サブグラウンド）」（地盤改良工法）を選定。

内灘町鶴ヶ丘地区の地形・地質・地下水の状況



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法



- 1/19より実験開始（ポンプ流量調整）、1/31より地下水位低下開始。
- 地下水位は2段階で低下させ、各段階は最大6ヵ月程度の観測期間を設ける。
- ※地盤変位や地下水位変化を考慮し、観測期間を短縮する場合あり

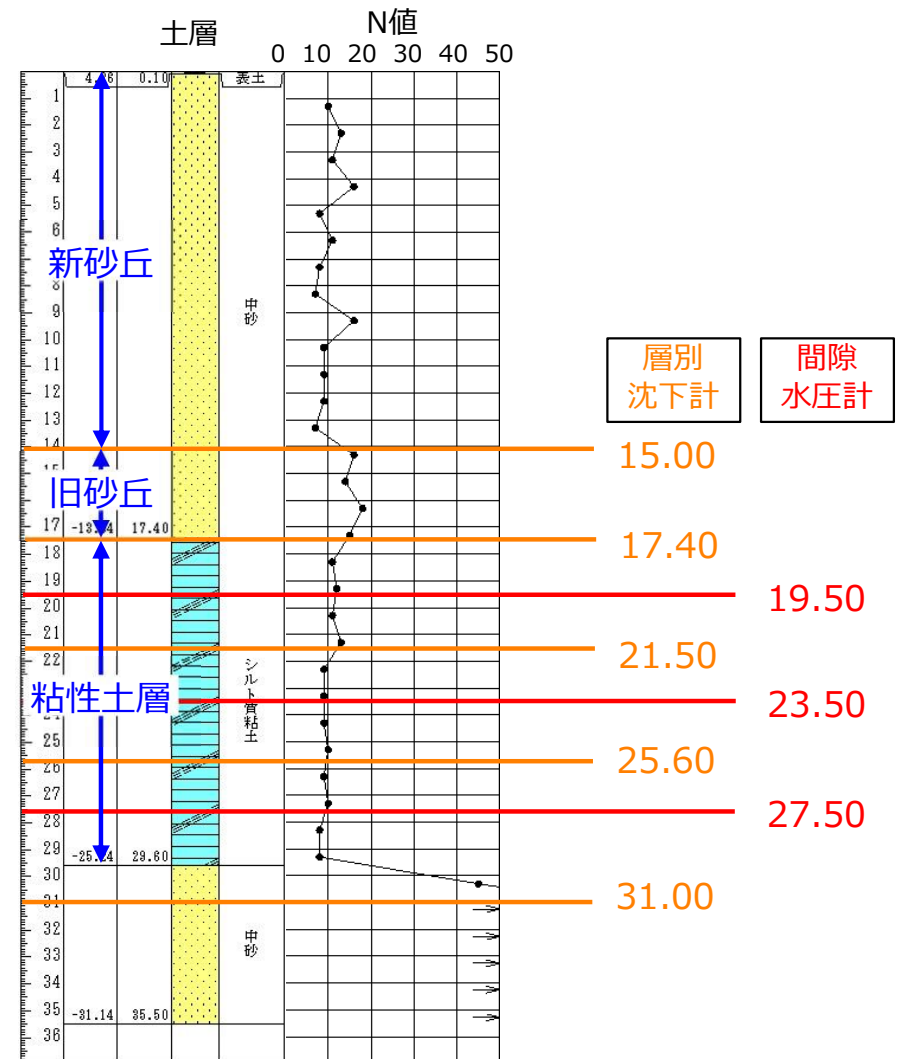
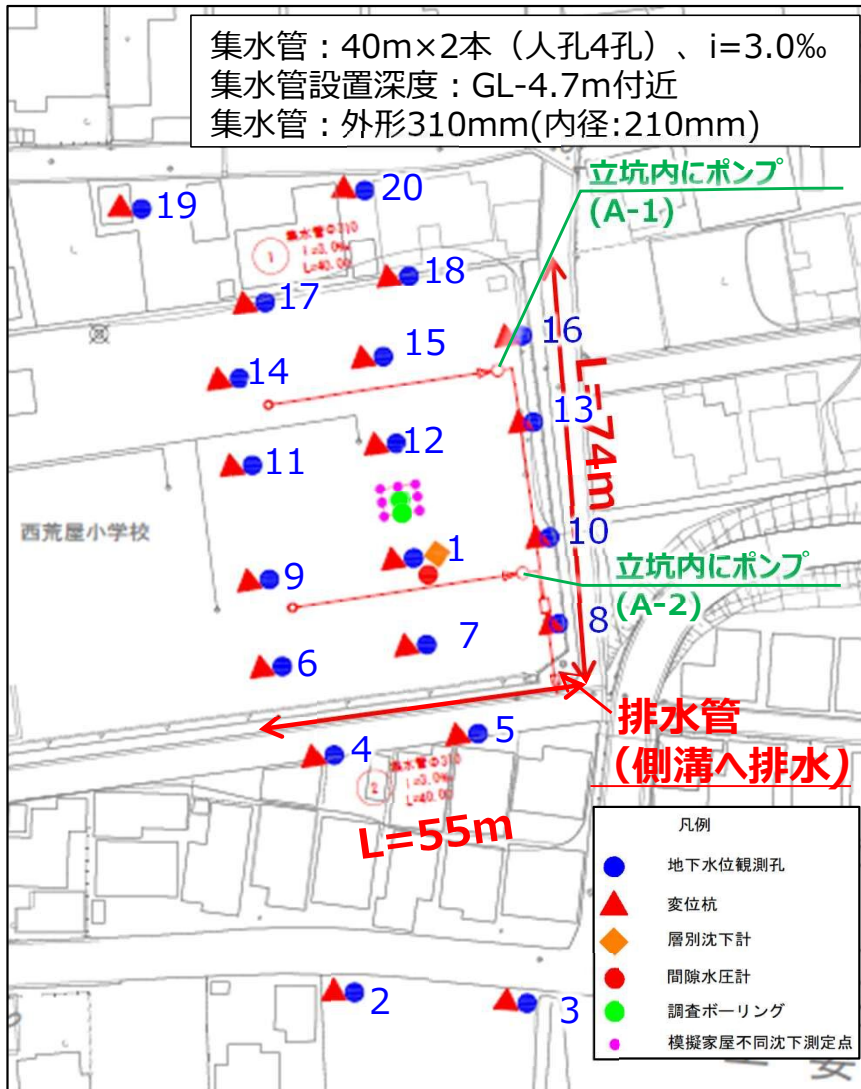
エリアA	2025 (R7)			2026 (R8)												2027 (R9)		
	~10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3~
実験段階	→			→												- - - →		
	・計器設置等準備 ・初期値取得			1/31 地下水位低下開始												第2段階（最終段階）へ 移行（予定）		
	-			第1段階						第2段階（最終段階） 経過観察								
地盤内 水位	-			GL-2.0m						GL-3.0m								
立坑水位 (目安)	-			GL-2.5m						GL-3.5m								

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

実証実験計画概要（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

観測項目	施工前ボーリング	地下水位観測孔	既設井戸	集水量（排水量）	地表面沈下量	層別沈下量	間隙水圧（粘性土層）	模擬家屋不同沈下量	周辺家屋調査
数量	1本	20箇所	15箇所	1箇所	20箇所	1箇所（5深度）	1箇所（3深度）	9箇所	35箇所程度



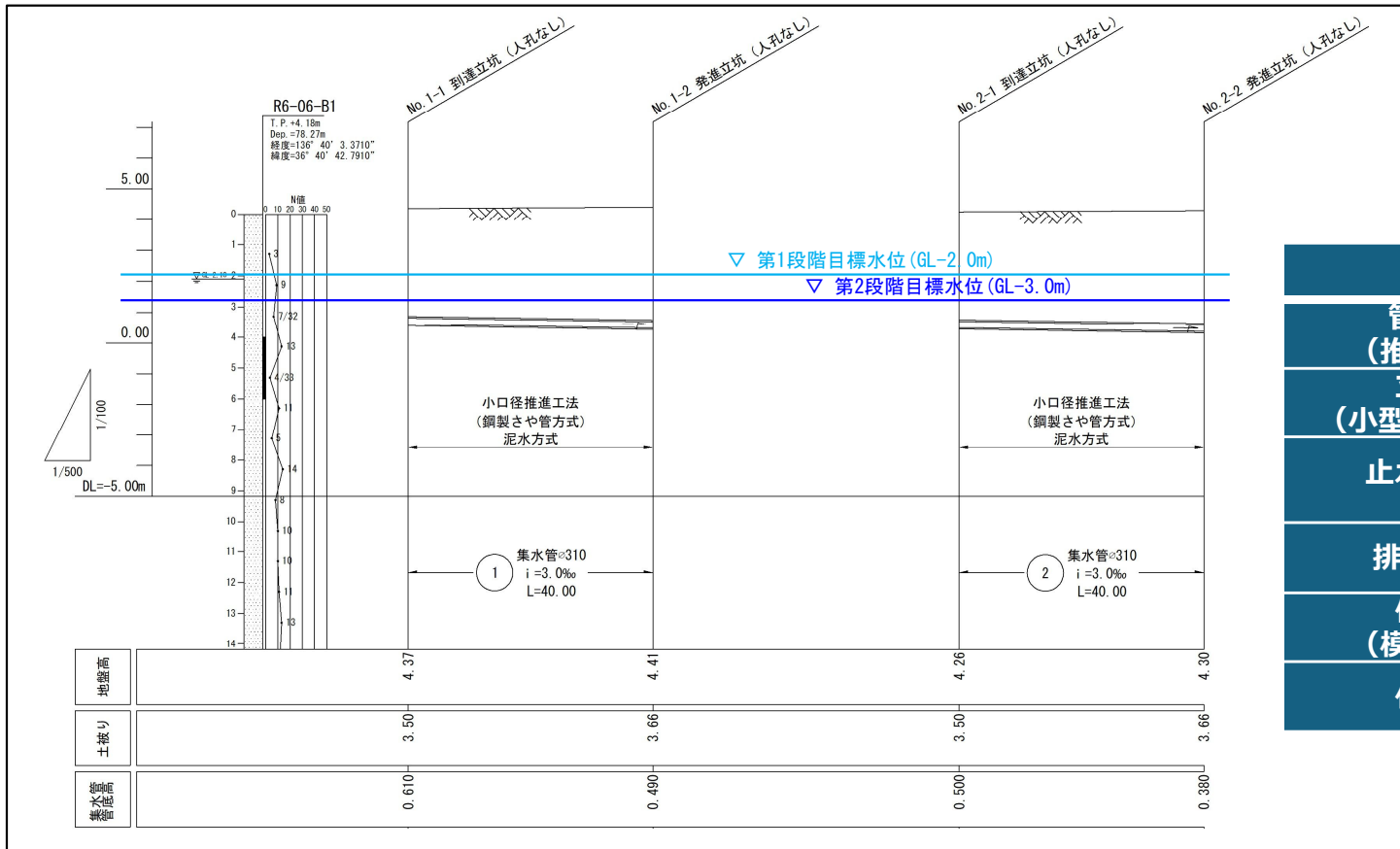
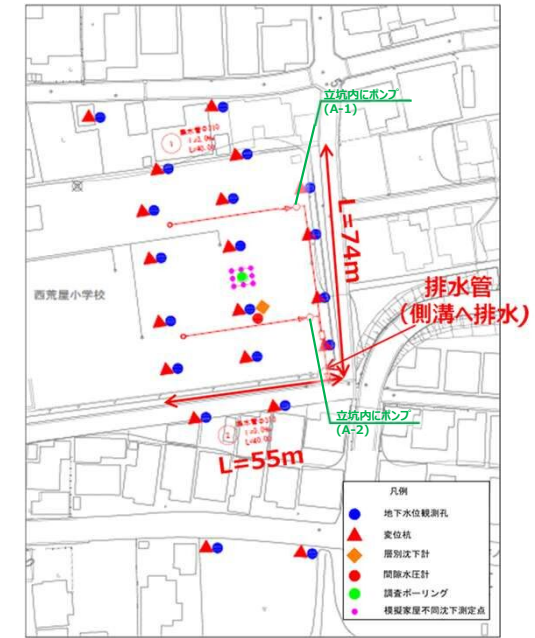
調査ボーリング結果および計器の設置深度

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

実証実験計画概要（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

実験段階	エリアA（西荒屋小学校）
第1段階	目標水位※： GL-2.0m (立坑水位〔目安値〕： GL-2.5m)
第2段階	目標水位※： GL-3.0m (立坑水位〔目安値〕： GL-3.5m)
備考	集水管設置深度： 約GL-4.7m



工種	エリアA（西荒屋小学校）
管きよ工 (推進工法)	延長 : 80.0m
立坑工 (小型ケーシング)	箇所数 : 4箇所
止水矢板工	—
排水ポンプ	台数 : 2台 (φ50×0.75kw)
仮設工 (模擬家屋)	敷鉄板等 : 1式
付帯工	1式

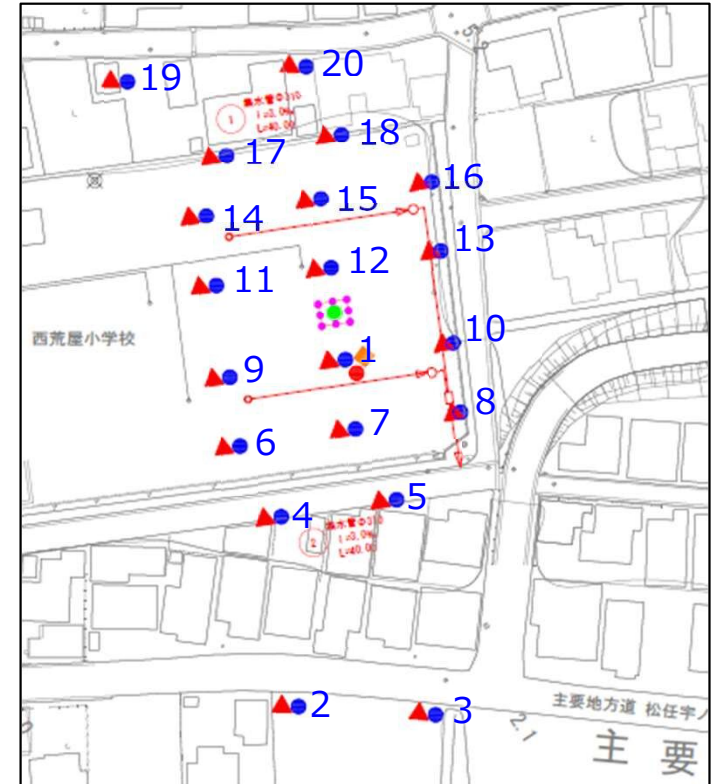
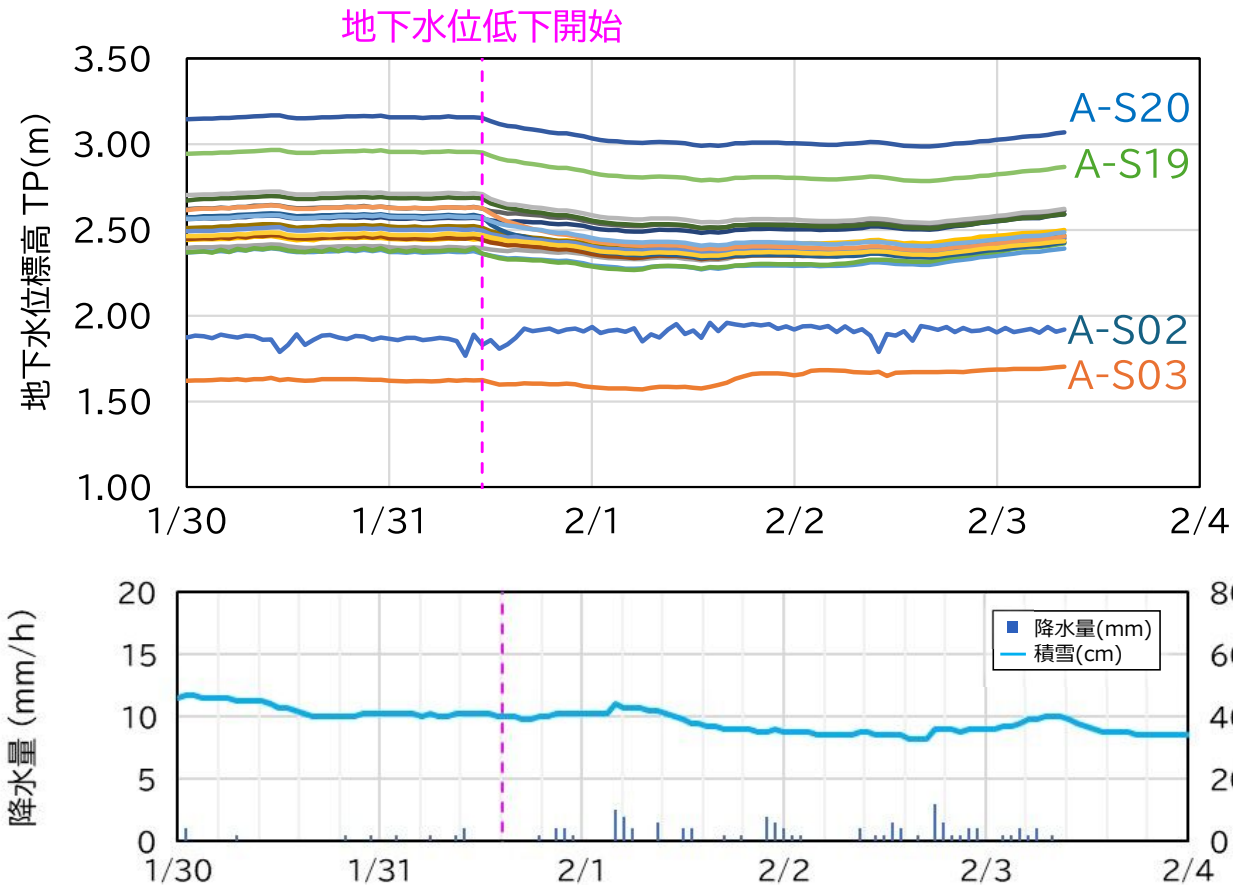
3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

実証実験結果速報（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

地下水位観測（標高値）および降水量（エリアA 途中経過速報）

- ・A-S02、A-S03以外は、ポンプ運転から水位が低下したことを確認
- ・実験サイトより標高が低い位置にあるA-S02、A-S03は、ポンプ運転による水位への影響は受けていない



— A-S02	— A-S03
— A-S04	— A-S05
— A-S06	— A-S07
— A-S08	— A-S09
— A-S10	— A-S11
— A-S12	— A-S13
— A-S14	— A-S15
— A-S16	— A-S17
— A-S18	— A-S19
— A-S20	

※降水量、積雪：気象庁 金沢地方気象台観測データによる

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

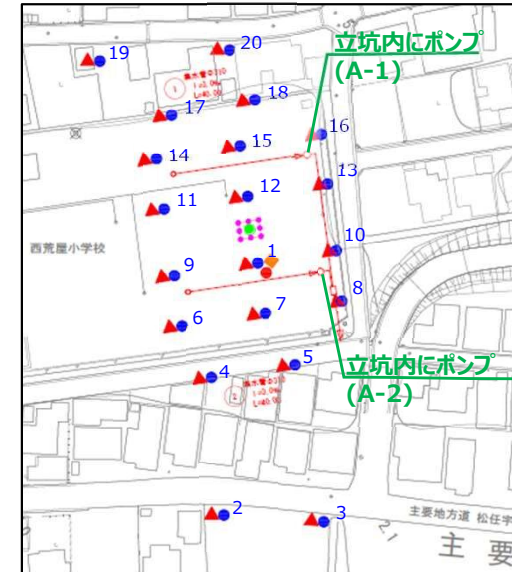
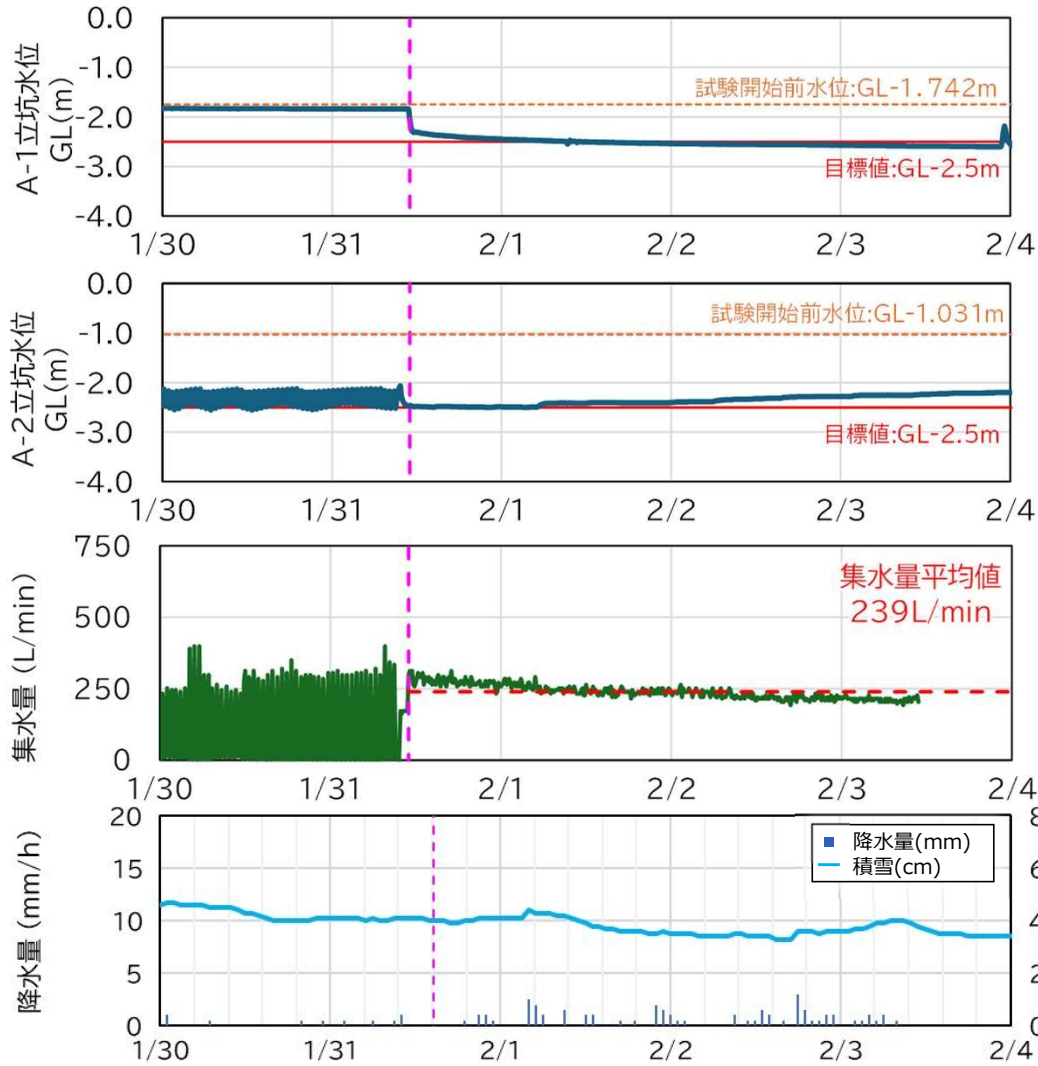
（2）地下水位低下工法



実証実験結果速報（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

集水量計測および水質（エリアA 途中経過速報）

- ・立坑水位 … 実験開始直後を除いて緩やかに低下し、2/1時点で目標水位に到達
- ・集水量 … 実験開始から2/3までの取水量は192～312L/min、平均取水量：239L/min
（取水量設計値：190 L/min×2箇所(A-1,A,2)）
- ・水質分析 … 集水した水について、塩分濃度および電気伝導度について現場計測



2/3測定	観測値
塩分濃度 (%)	0
電気伝導度 (mS/m)	15.7

※降水量、積雪：
気象庁 金沢地方気象台観測データによる

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

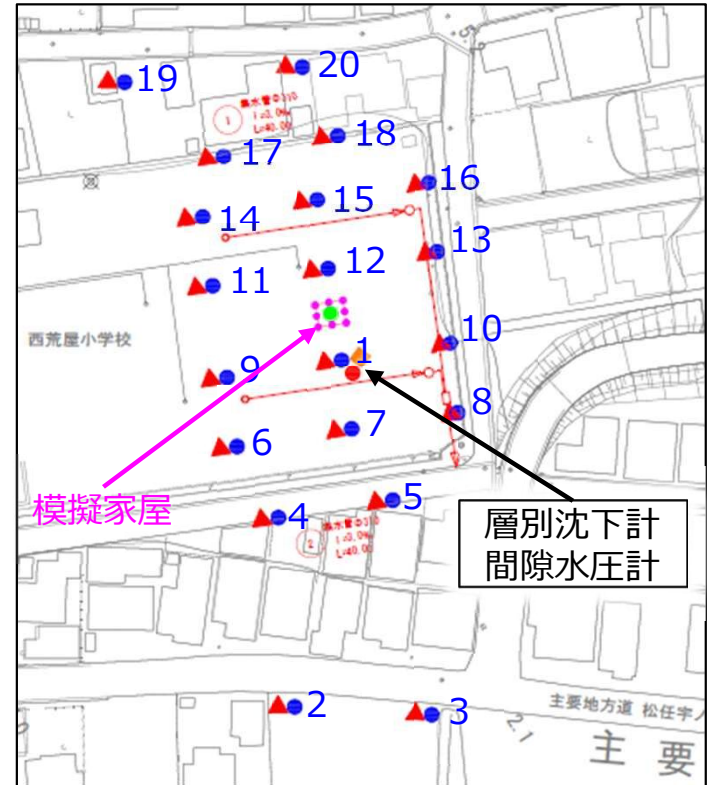
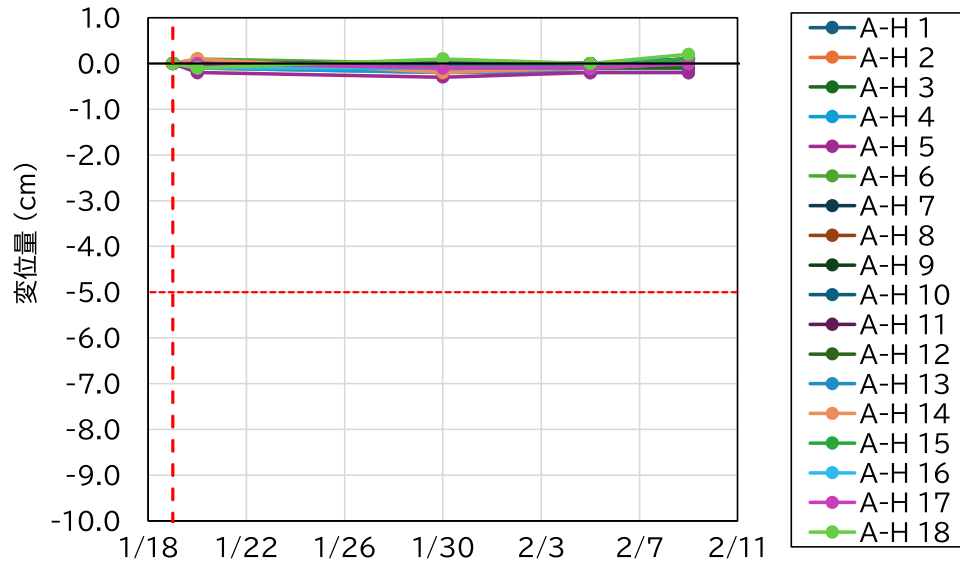
（2）地下水位低下工法

実証実験結果速報（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

地表面沈下・不同沈下観測（エリアA 途中経過速報）

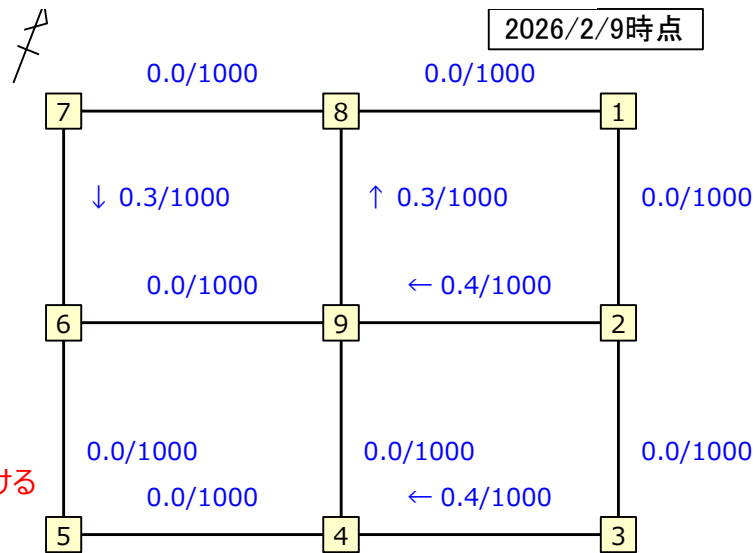
地表面沈下量計測

・実験開始～2/9時点の地表面沈下量は0～2mm程度。



不同沈下計測

・2/5時点の模擬家屋の傾斜角(rad)は最大0.4/1000と小さい



水位低下第1段階(GL-2.0m)における傾斜の限界値：1.5/1000

層別沈下計

・実験開始～2/5時点での沈下量は1mm未満

間隙水圧計

・実験開始～2/5時点での間隙水圧の低下量は1kN/m²未満

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

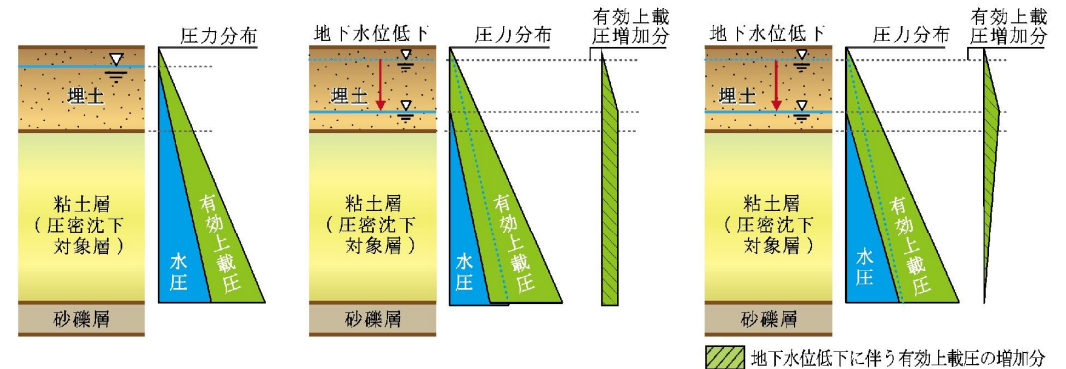
（2）地下水水位低下工法

圧密沈下解析結果速報（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

○地下水水位の低下によって生じた有効上載圧が圧密層下端まで作用すると仮定した「ケース1」、圧密層下部の砂・砂礫層より地下水が流入し地下水水位低下による有効上載圧が圧密層下端で0となる「ケース2」を検討

○「ケース1」に対し「ケース2」は圧密層に作用する有効上載圧が少ないため、沈下量が少なくなることを確認

○エリアAは元の砂丘地形から切土した地盤であり、圧密層のOCRが高く（2.7～3.3）、地下水水位低下工法によって有効上載圧が生じても、ほぼ圧密沈下は生じないことを確認



(a) 水位低下前 (b) 砂礫層からの地下水水位の流入がない場合 (c) 砂礫層からの地下水の流入がある場合

⇒ ケース1

⇒ ケース2

ケース1 圧密沈下解析結果

地下水水位低下目標	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.1	0.6	1.0
Ac-1沈下量(cm)	0.1	0.3	0.5
Ac-2沈下量(cm)	0.0	0.2	0.3
Ac-3沈下量(cm)	0.0	0.2	0.3
Ac-1増加応力(kN/m ²)	1.36	5.67	10.05
Ac-2増加応力(kN/m ²)	1.26	5.24	9.31
Ac-3増加応力(kN/m ²)	1.17	4.88	8.66

ケース2 圧密沈下解析結果

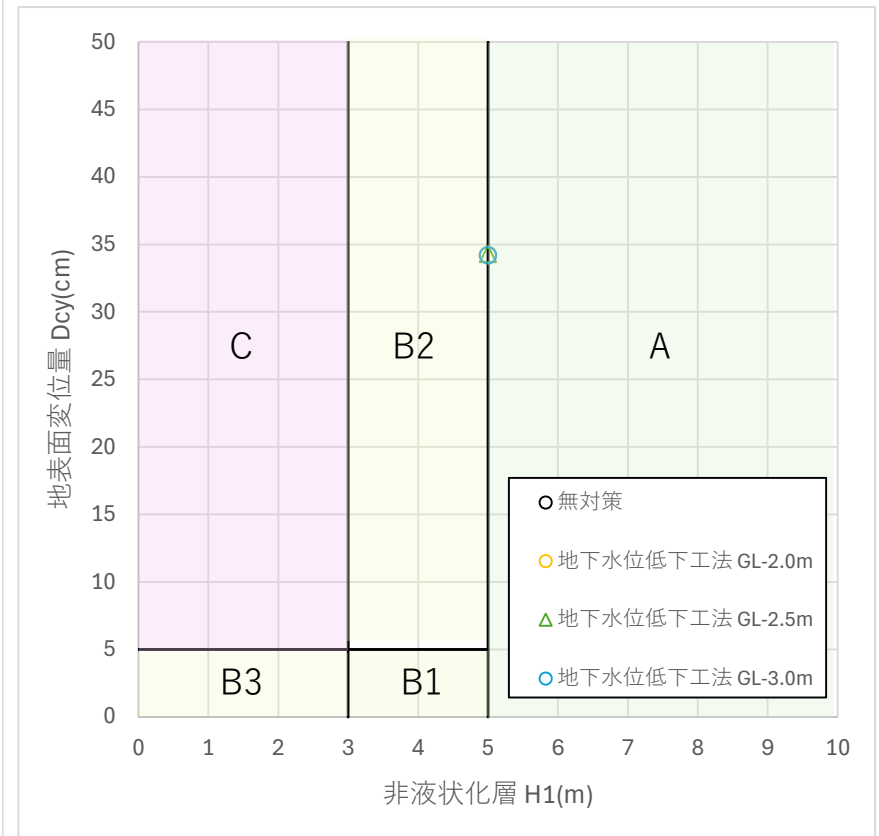
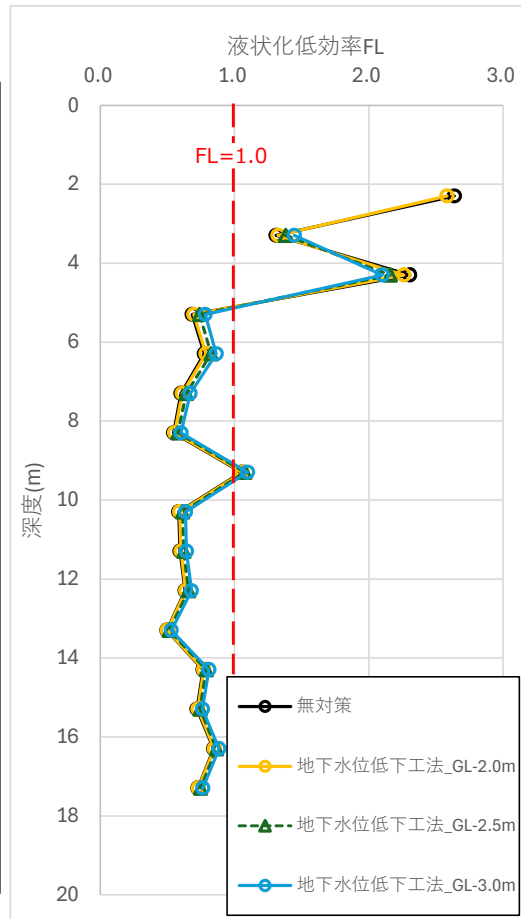
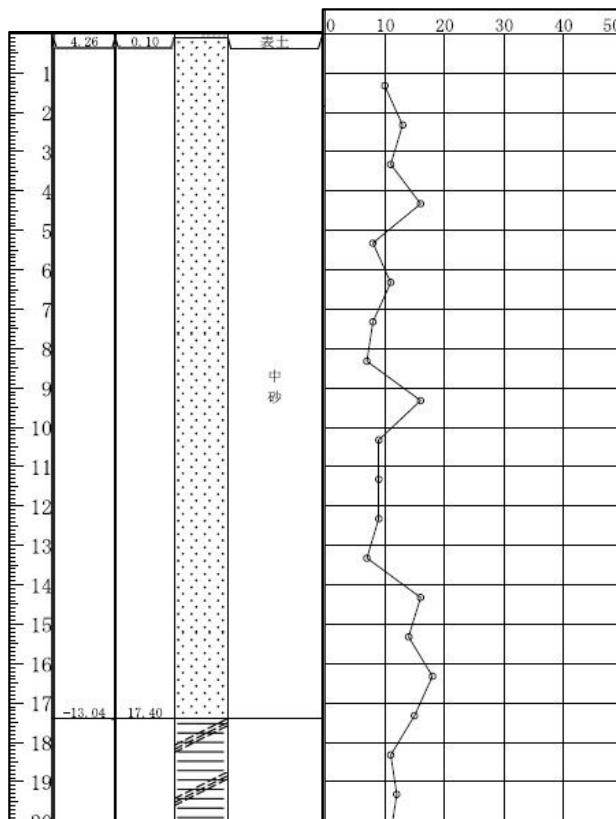
地下水水位低下目標	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.0	0.1	0.3
Ac-1沈下量(cm)	0.0	0.1	0.2
Ac-2沈下量(cm)	0.0	0.0	0.1
Ac-3沈下量(cm)	0.0	0.0	0.0
Ac-1増加応力(kN/m ²)	0.50	2.12	3.79
Ac-2増加応力(kN/m ²)	0.29	1.23	2.20
Ac-3増加応力(kN/m ²)	0.11	0.45	0.80

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

（参考）簡易液状化判定結果速報（エリアA：西荒屋小学校グラウンド）

- 実験サイト内で実施した「調査ボーリングA-1」について、今次災害規模の地震動で建築基準の簡易液状化判定を実施した（建築基準）。
- GL-5.0mまでは無対策の状態でも液状化抵抗率 $FL > 1.0$ となっており、地下水位を下げた場合でも非液状化層厚 $H1$ は変化しない。また、液状化判定結果も地下水位を下げたことによる変化はほとんどなく、 $H1$ と地表面変化量 Dcy による判定も変わらず「B2」判定となった。
- 今後、道路基準による簡易液状化判定を実施し、 $H1$ と液状の危険度を表す PL 値で同様の検討を行う。



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法



- 1/19より実験開始（ポンプ流量調整）、1/31より地下水位低下開始。
- 地下水位は2段階で低下させ、各段階は最大6ヵ月程度の観測期間を設ける。
- ※地盤変位や地下水位変化を考慮し、観測期間を短縮する場合あり

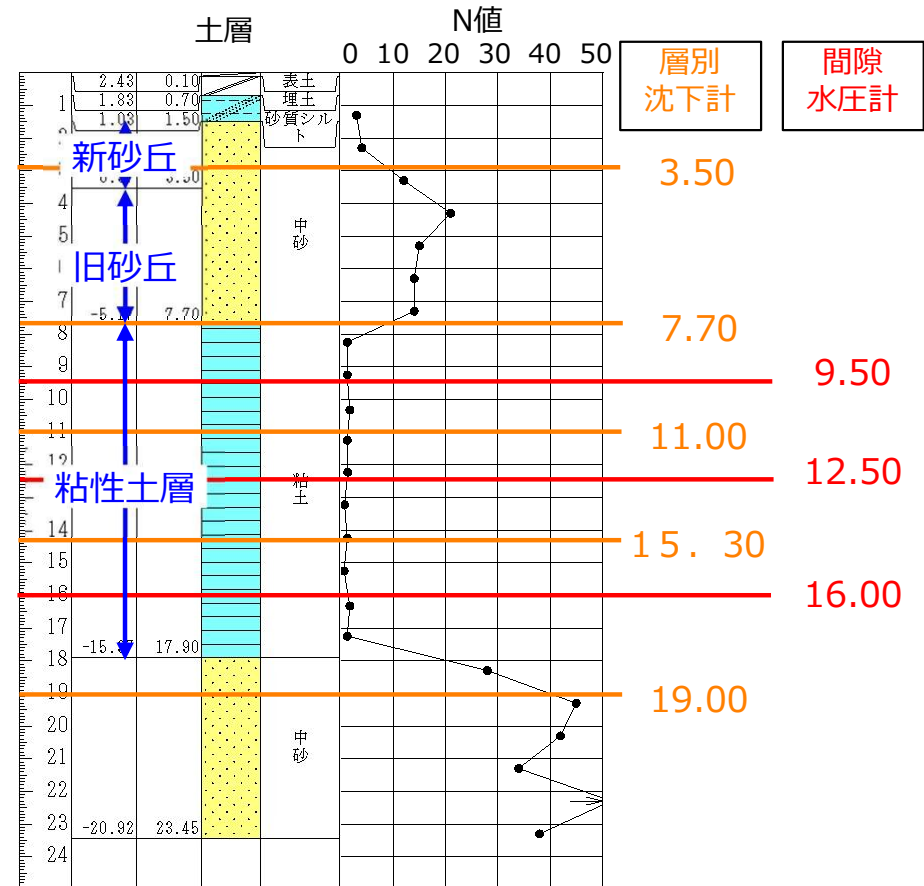
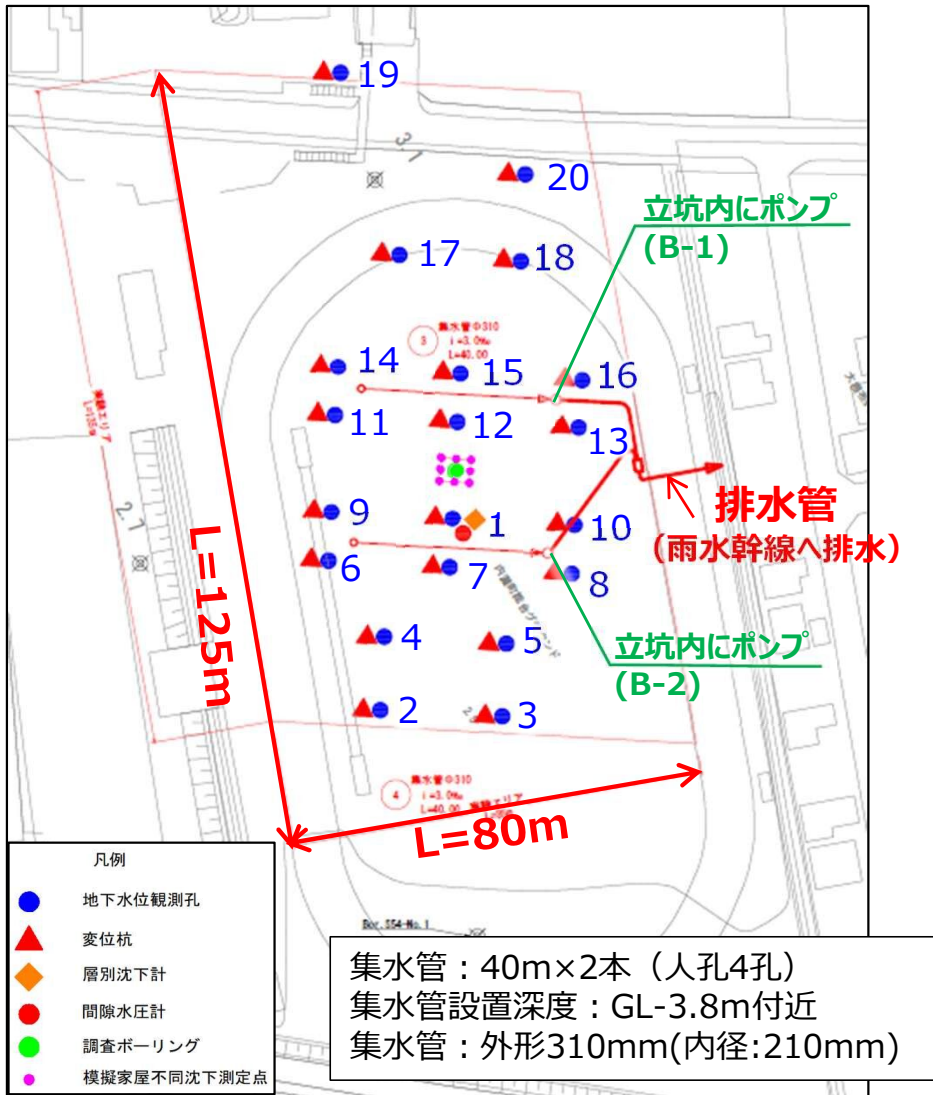
エリアB	2025 (R7)			2026 (R8)												2027 (R9)		
	~10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3~
実験段階	→			→												- - - - - →		
	・計器設置等準備 ・初期値取得			1/31 地下水位低下開始												第2段階（最終段階）へ 移行（予定）		
	-			第1段階												第2段階（最終段階） 経過観察		
地盤内水位	-			GL-1.0m												GL-2.0m		
立坑水位 (目安)	-			GL-1.5m												GL-2.5m		

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

実証実験計画概要（エリアB：内灘町総合グラウンド）

観測項目	施工前ボーリング	地下水位観測孔	既設井戸	集水量（排水量）	地表面沈下量	層別沈下量	間隙水圧（粘性土層）	模擬家屋不同沈下量	周辺家屋調査
数量	1本	20箇所	0箇所	1箇所	20箇所	1箇所（5深度）	1箇所（3深度）	9箇所	30箇所程度



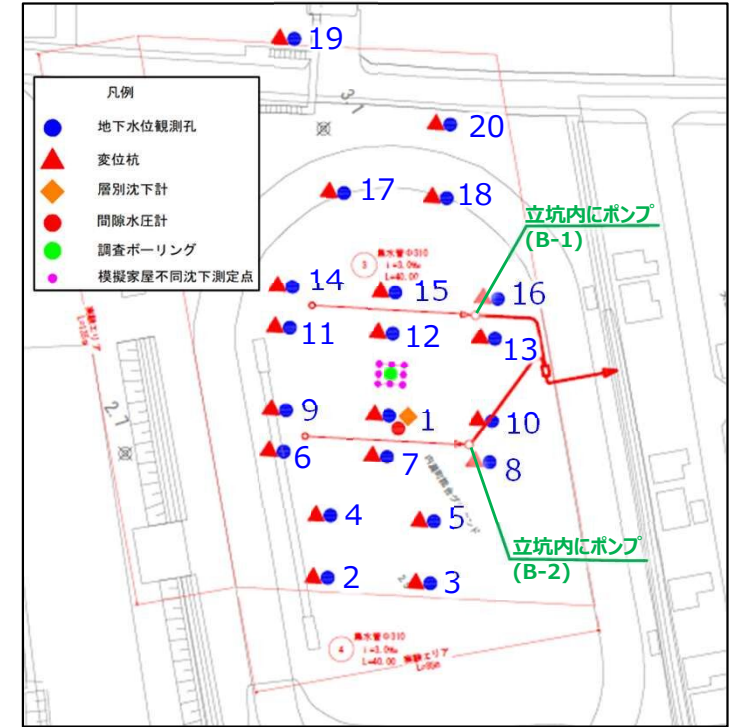
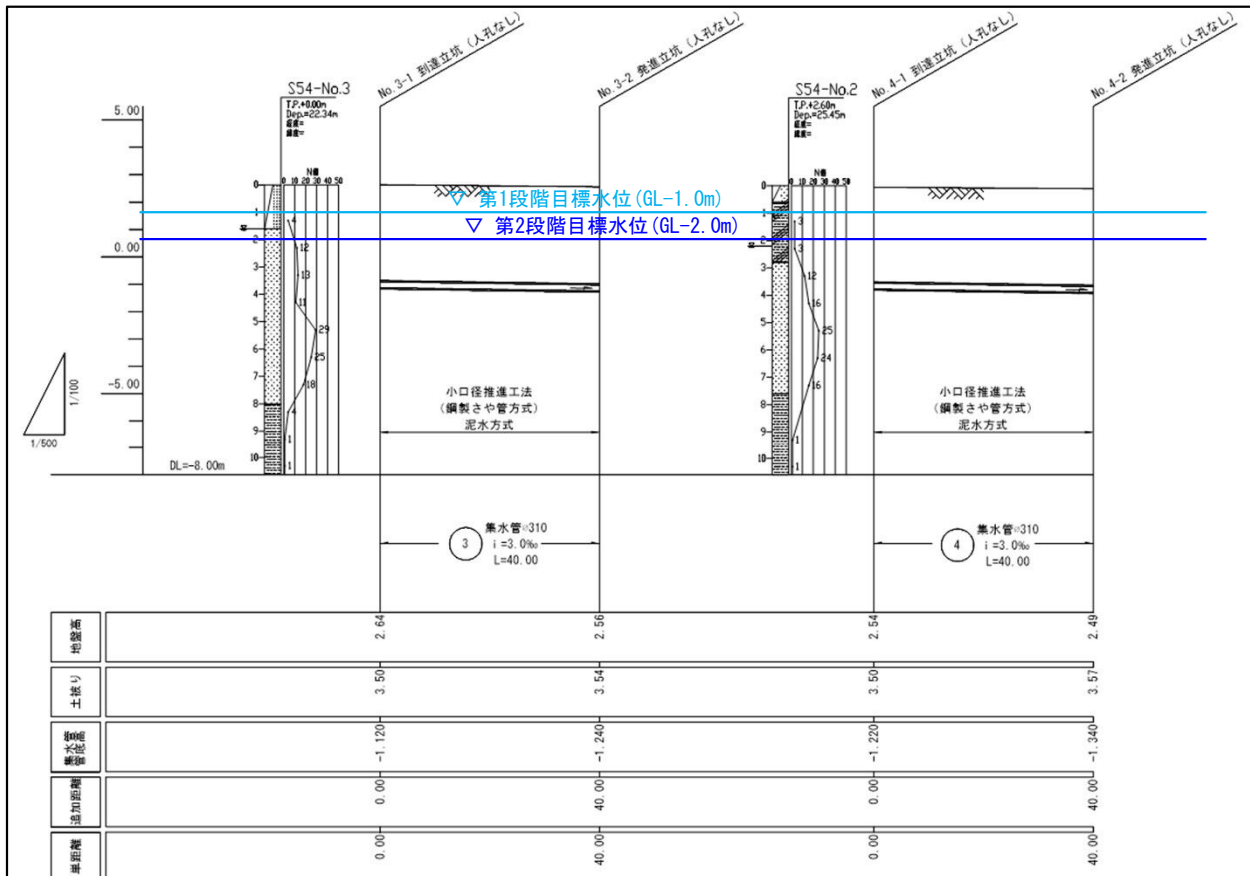
調査ボーリング結果および計器の設置深度

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法

実証実験計画概要（エリアB：内灘町総合グラウンド）

実験段階	エリアB（内灘町総合グラウンド）
第1段階	目標水位※： GL-1.0m (立坑水位〔目安値〕： GL-1.5m)
第2段階	目標水位※： GL-2.0m (立坑水位〔目安値〕： GL-2.5m)
備考	集水管設置深度： 約GL-3.8m



工種	エリアB（内灘町総合グラウンド）
管きよ工 (推進工法)	延長： 80.0m
立坑工 (小型ケーシング)	箇所数： 4箇所
止水矢板工	—
排水ポンプ	台数： 2台 (φ50×0.75kw)
仮設工 (模擬家屋)	敷鉄板等： 1式
付帯工	1式

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

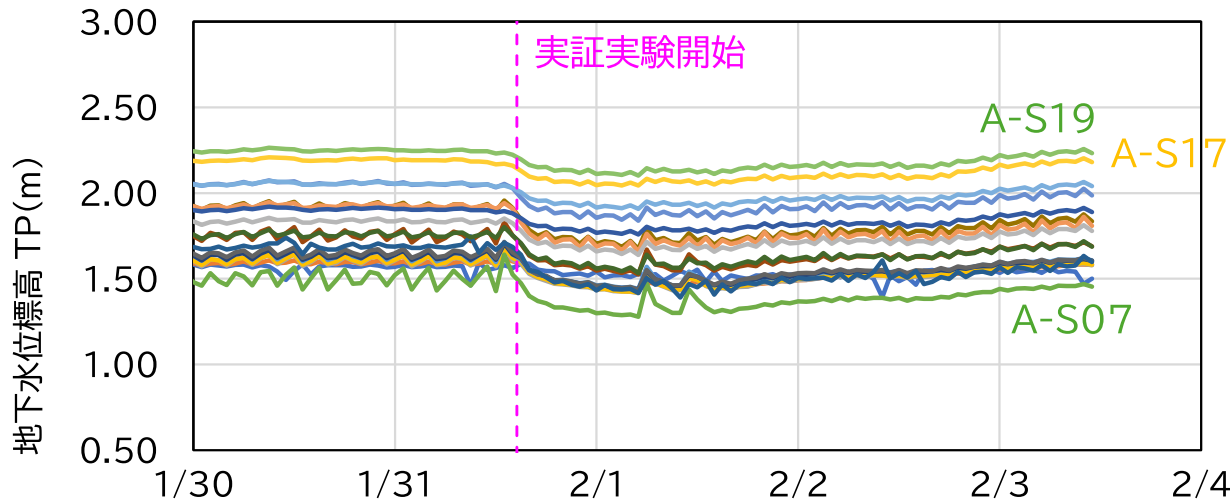
（2）地下水位低下工法



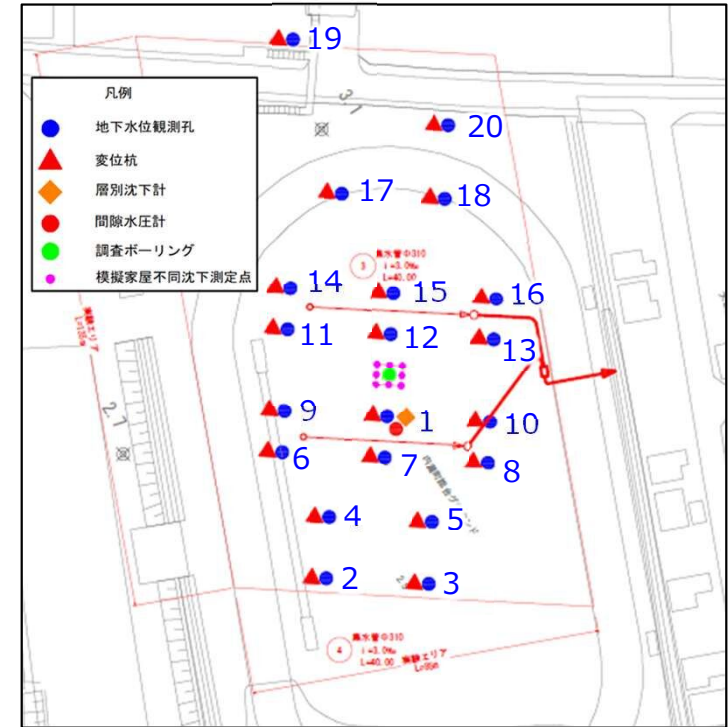
実証実験結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

地下水位観測（標高値）および降水量（エリアB 途中経過速報）

- 全ての地点において、ポンプ運転から水位が低下したことを確認
- 特にA-S07において、ポンプ運転による水位への大きな影響を確認



※降水量、積雪： 気象庁 金沢地方気象台観測データによる



— B-S02	— B-S03
— B-S04	— B-S05
— B-S06	— B-S07
— B-S08	— B-S09
— B-S10	— B-S11
— B-S12	— B-S13
— B-S14	— B-S15
— B-S16	— B-S17
— B-S18	— B-S19
— B-S20	

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

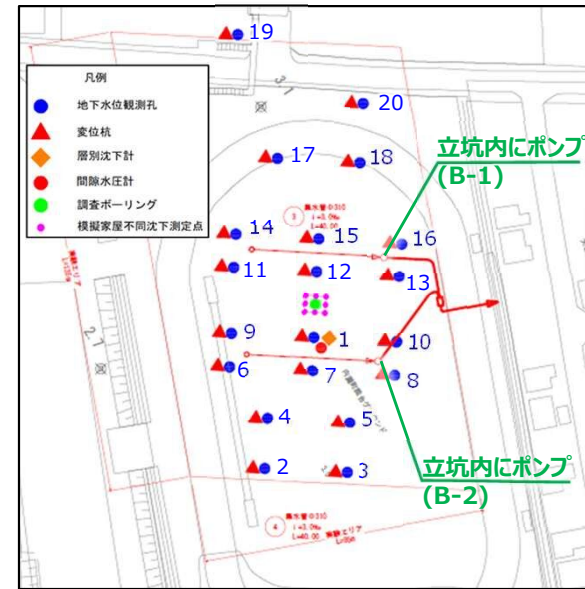
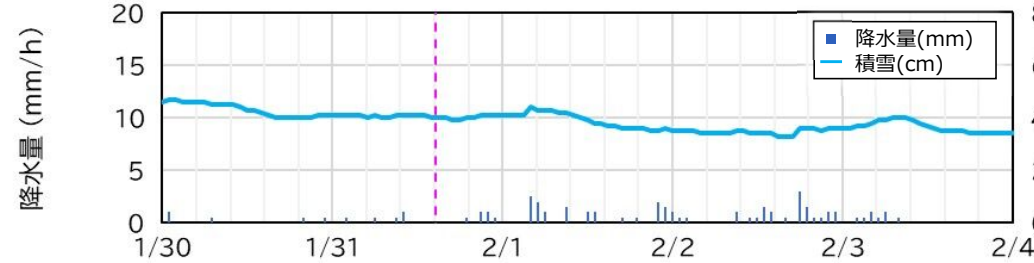
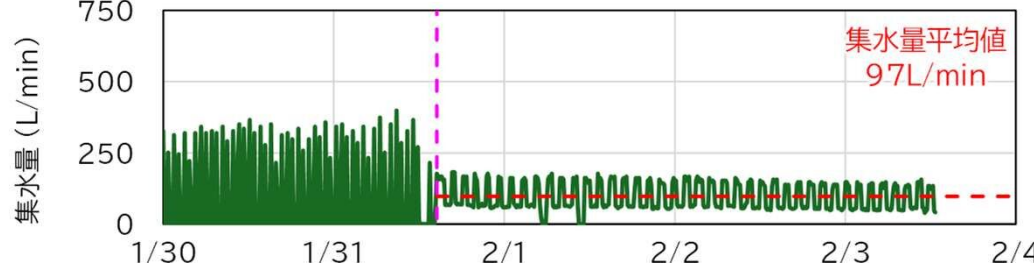
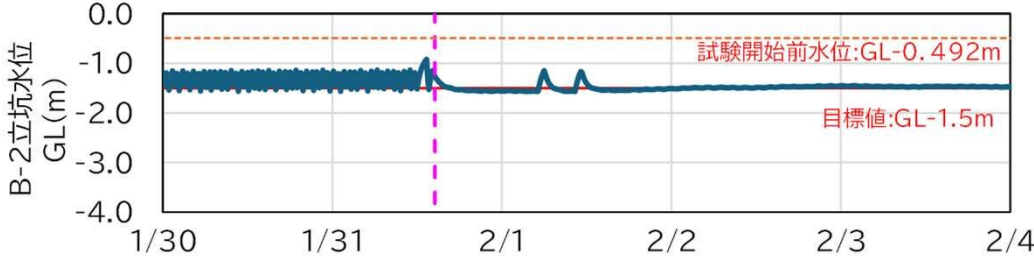
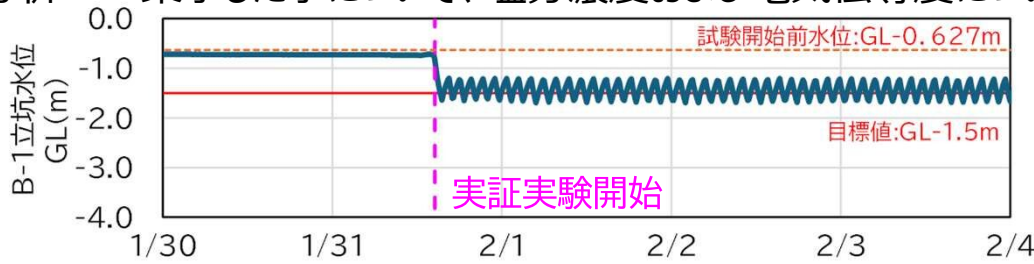
（2）地下水位低下工法



実証実験結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

集水量計測および水質（エリアB 途中経過速報）

- ・立坑水位 … 1/31時点で目標水位に到達、ポンプのオンオフを繰り返しながら目標水位GL-1.5m付近を維持
- ・集水量 … 実験開始から2/3までの取水量は0～182L/min、平均取水量：97L/min
(取水量設計値：150 L/min × 2箇所(B-1,B-2))
- ・水質分析 … 集水した水について、塩分濃度および電気伝導度について現場計測



2/3測定	観測値
塩分濃度 (%)	0
電気伝導度 (mS/m)	35.0

※降水量、積雪：気象庁 金沢地方気象台観測データによる

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

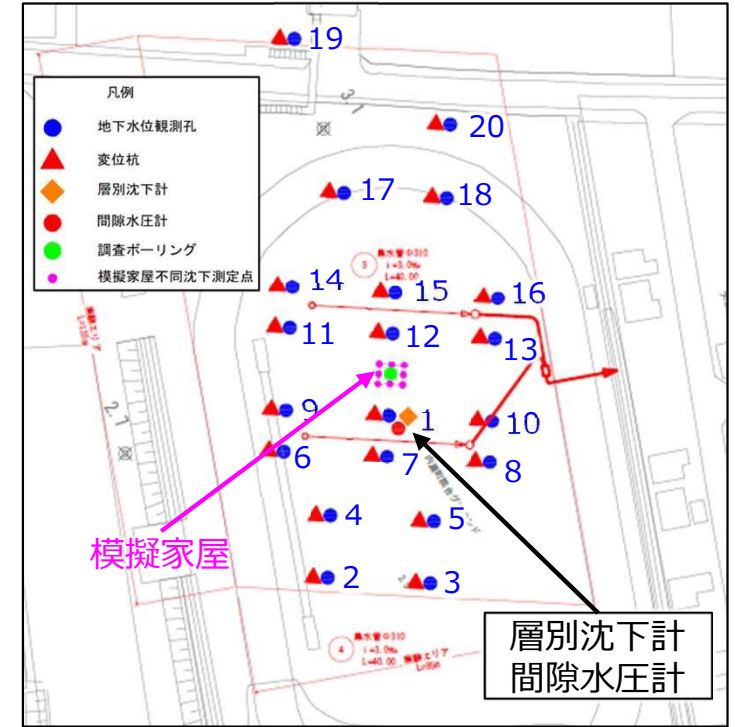
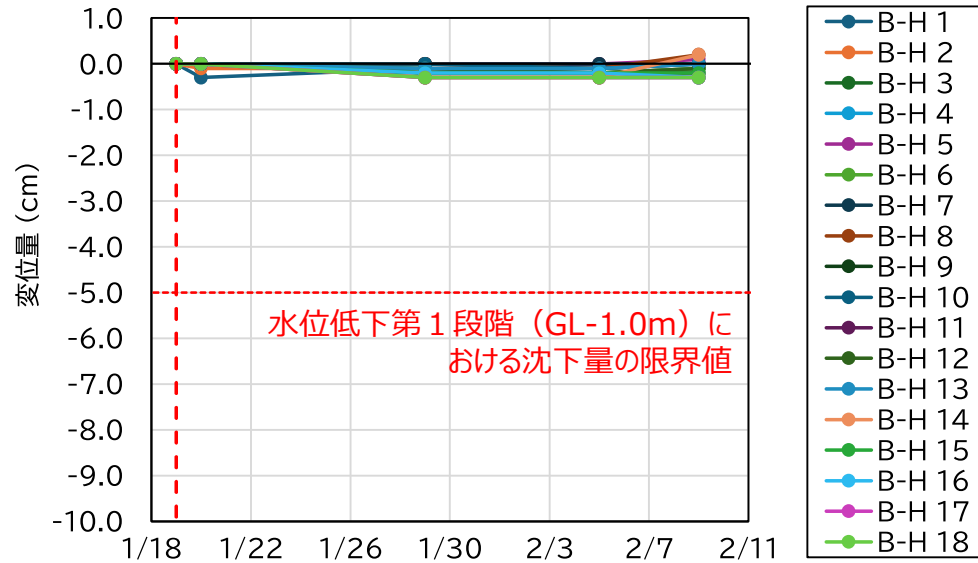
（2）地下水位低下工法

実証実験結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

地表面沈下・不同沈下観測（エリアB 途中経過速報）

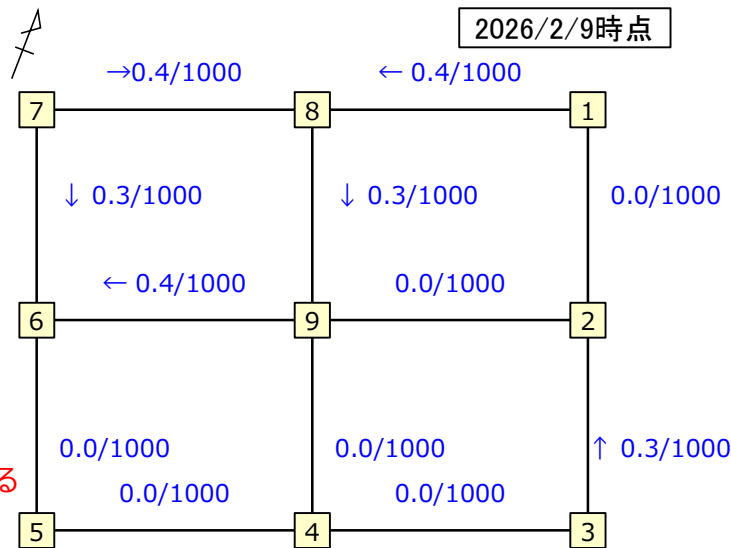
地表面沈下量計測

・実験開始～2/9時点の地表面沈下量は0～2mm程度。



不同沈下計測

・2/9時点の模擬家屋の傾斜角(rad)は最大0.4/1000と小さい



水位低下第1段階(GL-1.0m)における傾斜の限界値：1.5/1000

層別沈下計

・実験開始～2/5時点での沈下量は1mm未満

間隙水圧計

・実験開始～2/5時点での間隙水圧の低下量は0.3～1.5kN/m²程度

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

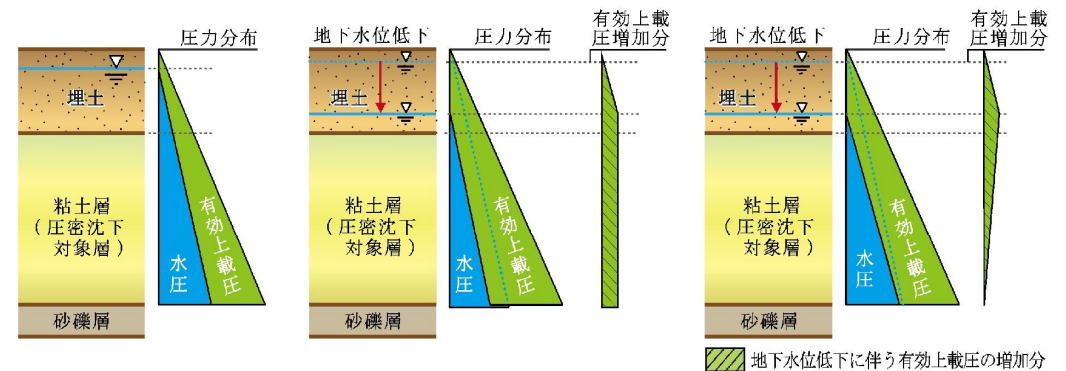
（2）地下水位低下工法

圧密沈下解析結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

○地下水位の低下によって生じた有効上載圧が圧密層下端まで作用すると仮定した「ケース1」、圧密層下部の砂・砂礫層より地下水が流入し地下水位低下による有効上載圧が圧密層下端で0となる「ケース2」を検討

○「ケース1」に対し「ケース2」は圧密層に作用する有効上載圧が少ないため、沈下量が少なくなることを確認

○エリアBは平坦な埋立て地盤であり、エリアAと比べて圧密沈下量が多くなることが想定されたが、圧密層のOCRが高く（1.3～1.6）、地下水位の低下によって生じる圧密沈下量は想定よりも少ない結果となった。



(a) 水位低下前 (b) 砂礫層からの地下水位の流入がない場合 (c) 砂礫層からの地下水の流入がある場合

⇒ ケース1

⇒ ケース2

図 地下水位低下による有効上載圧の増加概念図¹⁾

ケース1 圧密沈下解析結果

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0
Ac-1沈下量(cm)	0.3	0.6	0.8	1.1	1.3
Ac-2沈下量(cm)	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2
Ac-3沈下量(cm)	0.3	0.6	0.8	1.1	1.4
σ (kN/m ²)	4.39	9.29	14.24	19.21	24.20
σ (kN/m ²)	4.24	9.01	13.84	18.71	23.63
σ (kN/m ²)	4.03	8.59	13.21	17.90	22.65

ケース2 圧密沈下解析結果

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4
Ac-1沈下量(cm)	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7
Ac-2沈下量(cm)	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4
Ac-3沈下量(cm)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
Ac-1増加応力(kN/m ²)	2.05	4.46	7.02	9.74	12.65
Ac-2増加応力(kN/m ²)	1.29	2.82	4.43	6.15	7.99
Ac-3増加応力(kN/m ²)	0.47	1.02	1.60	2.22	2.89

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（2）地下水位低下工法



圧密沈下解析結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

○エリアBは場所によりOCRに差があることが考えられるため、OCRの値を変化させることによるケーススタディを実施
 ○OCRの値が1に近づくにつれて、正規圧密の領域が増え、圧密沈下量が大きくなることを確認
 ※速報値、解析結果・傾向について確認・修正作業中

ケース1 圧密沈下解析結果

OCR=1.0の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	7.3	15.1	22.7	30.0	37.1
Ac-1沈下量(cm)	2.5	5.2	7.7	10.2	12.5
Ac-2沈下量(cm)	2.3	4.7	7.0	9.3	11.5
Ac-3沈下量(cm)	2.5	5.3	7.9	10.6	13.1
Ac-1増加応力(kN/m ²)	4.39	9.29	14.24	19.21	24.20
Ac-2増加応力(kN/m ²)	4.24	9.01	13.84	18.71	23.63
Ac-3増加応力(kN/m ²)	4.03	8.59	13.21	17.90	22.65

OCR=1.1の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.7	2.2	8.1	15.5	22.7
Ac-1沈下量(cm)	0.3	1.2	3.7	6.2	8.6
Ac-2沈下量(cm)	0.2	0.5	2.6	4.9	7.1
Ac-3沈下量(cm)	0.3	0.5	1.8	4.4	7.0
Ac-1増加応力(kN/m ²)	4.39	9.29	14.24	19.21	24.20
Ac-2増加応力(kN/m ²)	4.24	9.01	13.84	18.71	23.63
Ac-3増加応力(kN/m ²)	4.03	8.59	13.21	17.90	22.65

OCR=1.2の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.8	1.6	2.3	4.5	9.2
Ac-1沈下量(cm)	0.3	0.5	0.8	2.5	4.9
Ac-2沈下量(cm)	0.2	0.5	0.7	1.0	3.0
Ac-3沈下量(cm)	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4
Ac-1増加応力(kN/m ²)	4.39	9.29	14.24	19.21	24.20
Ac-2増加応力(kN/m ²)	4.24	9.01	13.84	18.71	23.63
Ac-3増加応力(kN/m ²)	4.03	8.59	13.21	17.90	22.65

ケース2 圧密沈下解析結果

OCR=1.0の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	2.2	4.7	7.3	10.1	12.9
Ac-1沈下量(cm)	1.2	2.6	4.0	5.4	6.9
Ac-1U沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-1L沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-2沈下量(cm)	0.7	1.5	2.4	3.2	4.2
Ac-2U沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-2L沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-3沈下量(cm)	0.3	0.6	1.0	1.4	1.8
Ac-1増加応力(kN/m ²)	2.05	4.46	7.02	9.74	12.65
Ac-1U増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-1L増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-2増加応力(kN/m ²)	1.29	2.82	4.43	6.15	7.99
Ac-2U増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-2L増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-3増加応力(kN/m ²)	0.47	1.02	1.60	2.22	2.89

OCR=1.1の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.2	0.5	0.8	1.9	3.6
Ac-1沈下量(cm)	0.1	0.3	-	-	2.9
Ac-1U沈下量(cm)	-	-	0.2	1.4	-
Ac-1L沈下量(cm)	-	-	0.3	0.1	-
Ac-2沈下量(cm)	0.1	0.2	0.2	0.3	-
Ac-2U沈下量(cm)	-	-	-	-	0.2
Ac-2L沈下量(cm)	-	-	-	-	0.3
Ac-3沈下量(cm)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
Ac-1増加応力(kN/m ²)	2.05	4.46	-	-	12.65
Ac-1U増加応力(kN/m ²)	-	-	7.98	10.09	-
Ac-1L増加応力(kN/m ²)	-	-	6.63	8.21	-
Ac-2増加応力(kN/m ²)	1.29	2.82	4.43	6.15	-
Ac-2U増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	9.72
Ac-2L増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	7.50
Ac-3増加応力(kN/m ²)	0.47	1.02	1.60	2.22	2.89

OCR=1.2の場合

地下水位低下目標	GL-1.0m	GL-1.5m	GL-2.0m	GL-2.5m	GL-3.0m
合計沈下量(cm)	0.2	0.5	0.8	1.0	1.4
Ac-1沈下量(cm)	0.1	0.3	0.4	0.6	-
Ac-1U沈下量(cm)	-	-	-	-	0.1
Ac-1L沈下量(cm)	-	-	-	-	0.6
Ac-2沈下量(cm)	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
Ac-2U沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-2L沈下量(cm)	-	-	-	-	-
Ac-3沈下量(cm)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
Ac-1増加応力(kN/m ²)	2.05	4.46	7.02	9.74	-
Ac-1U増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	14.82
Ac-1L増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	12.38
Ac-2増加応力(kN/m ²)	1.29	2.82	4.43	6.15	7.99
Ac-2U増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-2L増加応力(kN/m ²)	-	-	-	-	-
Ac-3増加応力(kN/m ²)	0.47	1.02	1.60	2.22	2.89

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

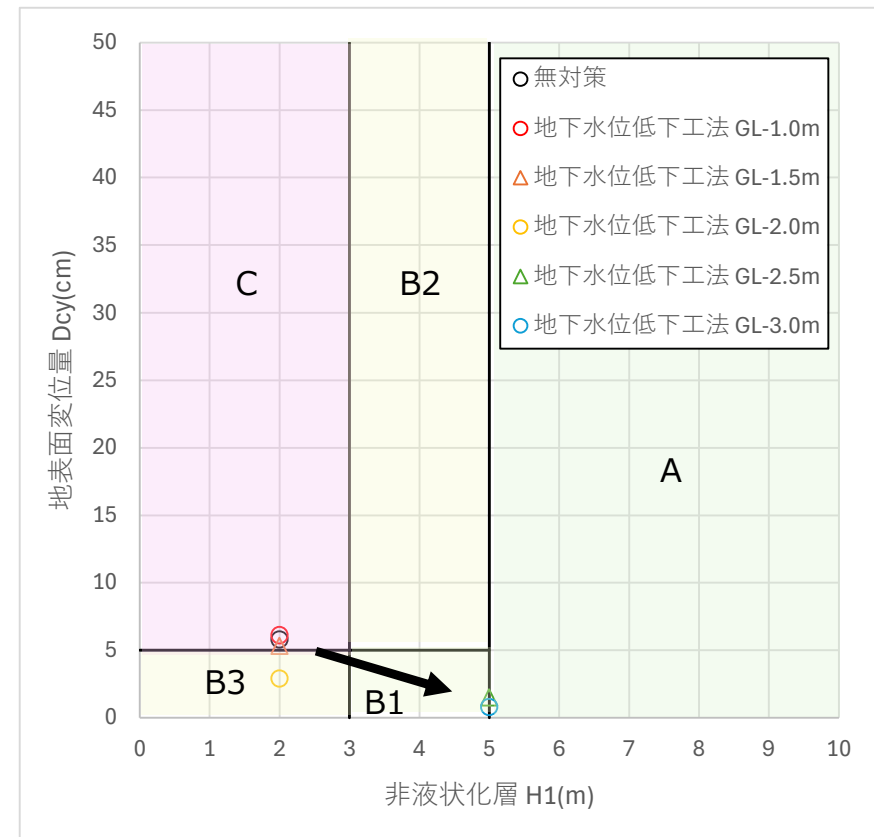
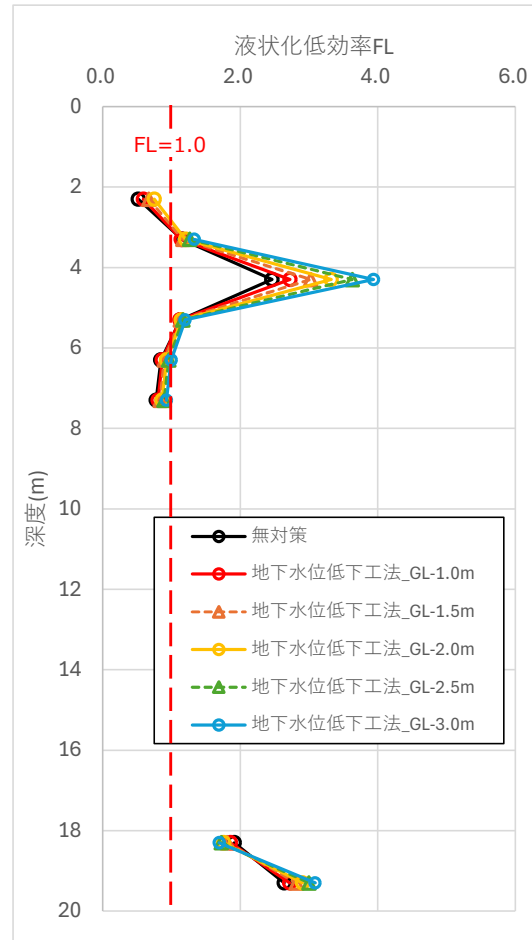
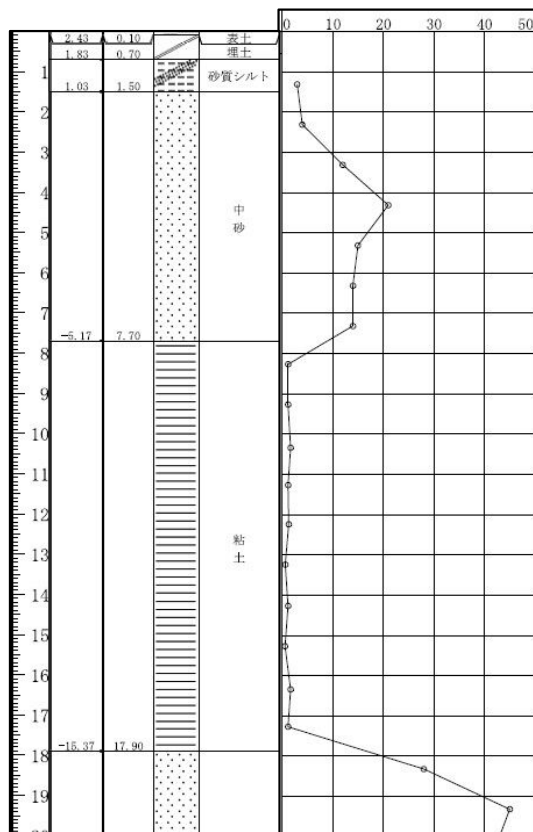
（2）地下水位低下工法

（参考）簡易液状化判定結果速報（エリアB：内灘町総合グラウンド）

○実験サイト内で実施した「調査ボーリングB-1」について、今次災害規模の地震動で建築基準の簡易液状化判定を実施した（建築基準）。

○GL-2.5mまで地下水を下げることで非液状化層厚H1が変化し、無対策及び低下後水位GL-1.5m以浅の条件で「C」判定から、低下後水位GL-2.5m以深の条件で「B1」となることを確認した。

○今後、道路基準による簡易液状化判定を実施し、H1と液状の危険度を表すPL値で同様の検討を行う。



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

(3) 地盤改良工法

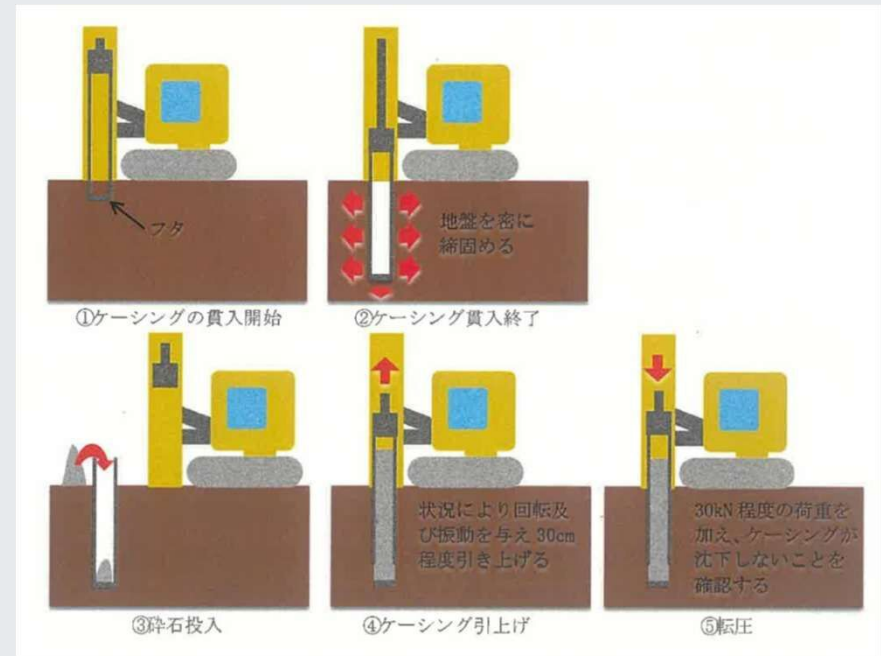
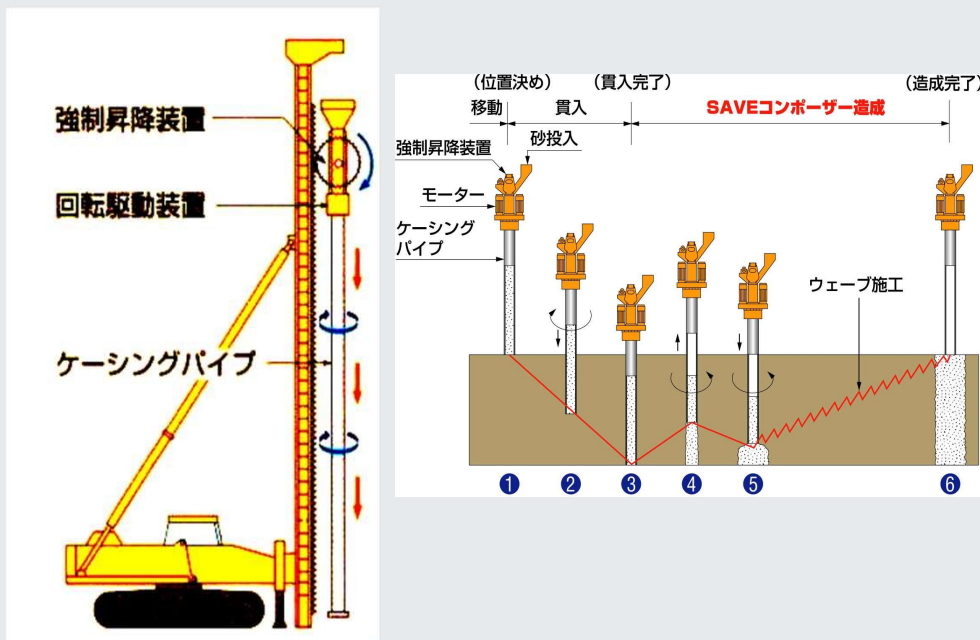
○一般に、密度増大工法は施工機械が大きく宅地ごとの施工が困難な工法となる。したがって、一体的な面的対策が可能な場合に採用される「静的締固め工法」に加え、個別の宅地でも密度の増大による地盤改良が可能な「小型密度増大工法」を実証実験で採用する工法とした。

静的締固め工法

一般的なサンドコンパクションパイルコンパクションパイル工法（SCP工法）は地盤中に振動機を用いて良く締め固めた砂杭を造成する工法であるが、その改良原理から、施工時の周辺影響として振動・騒音・変位が生じる。本実証実験では、油圧式の強制昇降装置を用いてケーシングを回転圧入し、SCP工法よりも細かいピッチで打ち戻しを行う静的締固め砂杭工法を採用する。

小型密度増大工法

碎石をパイル状に無排土で打設することで、緩く堆積した砂地盤の密度を増大させる工法となる。主に小規模建築物を対象としているため、低振動・低騒音のため市街地などと隣接した場所での施工も可能であり、無排土の施工が可能である。残土が発生しないことに加え、土木で用いられる液状化対策工法に比べて改良径が小さく、施工機械が小型であるため施工期間が短い。



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（3）地盤改良工法



■ 実証実験目的・仕様・観測項目

○密度増大工法の改良効果検証等を目的とした実験計画を整理した。以下に実験内容を示す。

	静的締固め工法	小型密度増大工法
実験目的	①改良効果（N値の増加）の確認 ②周辺環境影響（振動・騒音・周辺地盤変位）の確認 ③改良後の地盤透水性変化（止水影響）の確認	①改良効果（N値の増加）の確認 ②対策改良仕様（改良率・杭間）の検証 ③周辺環境影響（振動・騒音・周辺地盤変位）の確認 ④改良後の地盤透水性変化（止水影響）の確認
ケース数	1ケース	3ケース
実験仕様	・改良径　：φ600mm ・対策深度：新砂丘下端まで ・打設間隔：施工前ボーリングによる液状化判定により設定 ・余盛高　：0.5m（※）	・改良径　：φ200mm（CDP工法 施工径） ・対策深度：新砂丘下端まで（N≦10） ※施工機械の能力により最大深度6m ・打設間隔：0.6m、0.8m、1.0m ・余盛高　：0.5m（※）
観測項目	・施工前ボーリング ・施工後ボーリング ・振動 ・騒音 ・変位（鉛直方向）	・施工前ボーリング ・施工後ボーリング ・振動 ・騒音 ・変位（鉛直方向）

※：圧入に伴う盛上り防止のために余盛0.5mを行う

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（3）地盤改良工法

■ 実証実験地概要

① 地盤改良工法エリアA

実証実験用地の南側に蛭児神社、東側に西荒屋公民館が隣接する。震災前には東側に北部保育所が存在したが、2025年3月時点で解体撤去されている。児童公園の園地は、液状化に伴う側方流動により階段状に地盤が変形している。このため、実証実験に際しては整地が必要となる。

機材の搬出入に関しては、県道松任宇ノ気線の西荒屋簡易郵便局交差点からの進入となるが、大型車両の通行（資機材の搬出入）に問題はない。



図 地盤改良工法エリアA 状況写真

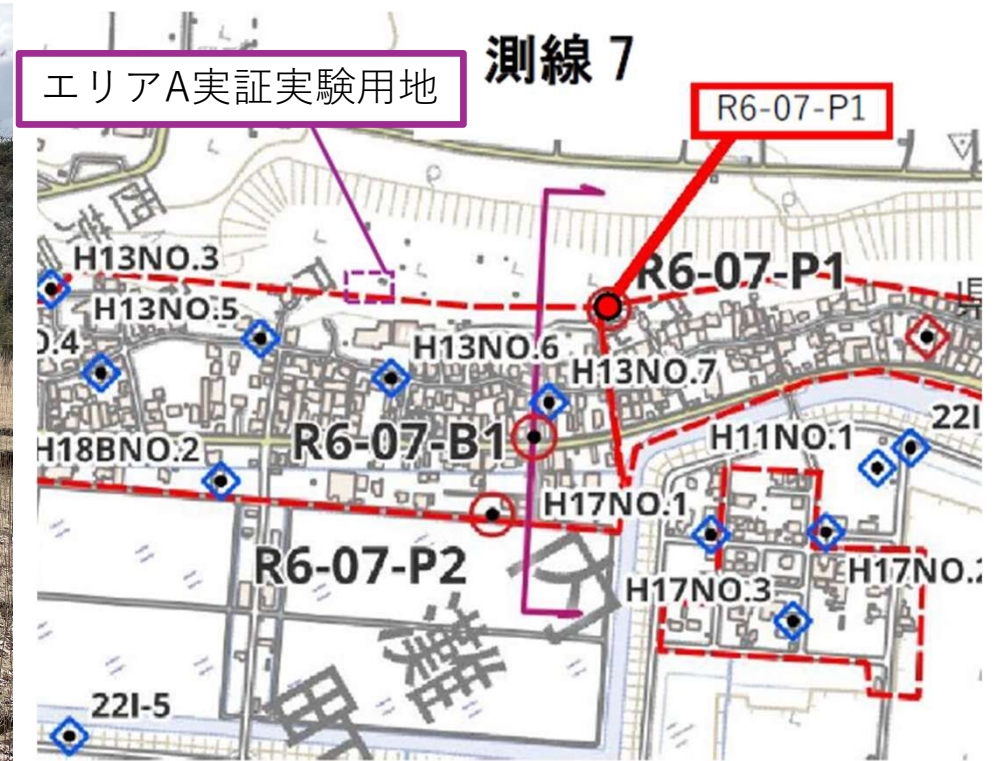


図 地盤改良工法エリアA 位置図

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（3）地盤改良工法

■ 地盤状況（測線7）

- 標高-15m付近まで砂丘層が分布する。
- 砂丘層は、N値10を境に新・旧に区分した。
- 切土部の新砂丘のN値は、切土による除荷により概ね10未満の低いN値になったと考えられる。
- 干拓地側については、盛土層が分布する。
- 砂丘層・盛土層下部には、N値0～1程度の粘性土層が分布する。

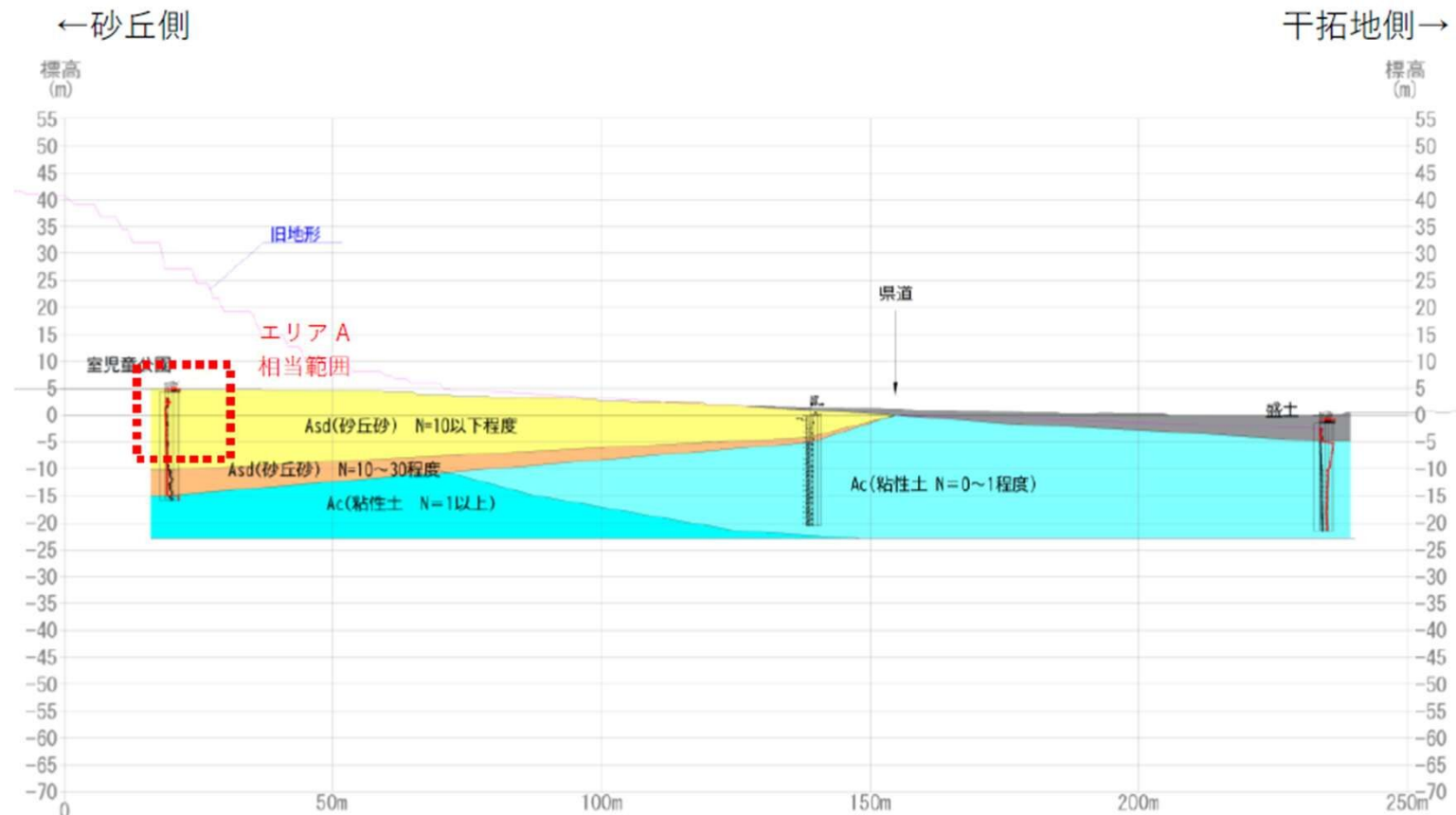
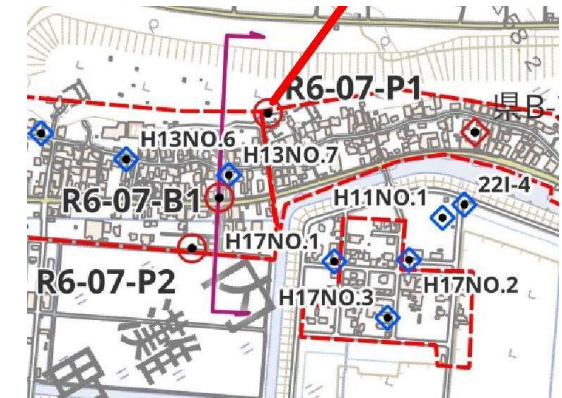


図 測線7 地層断面図

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

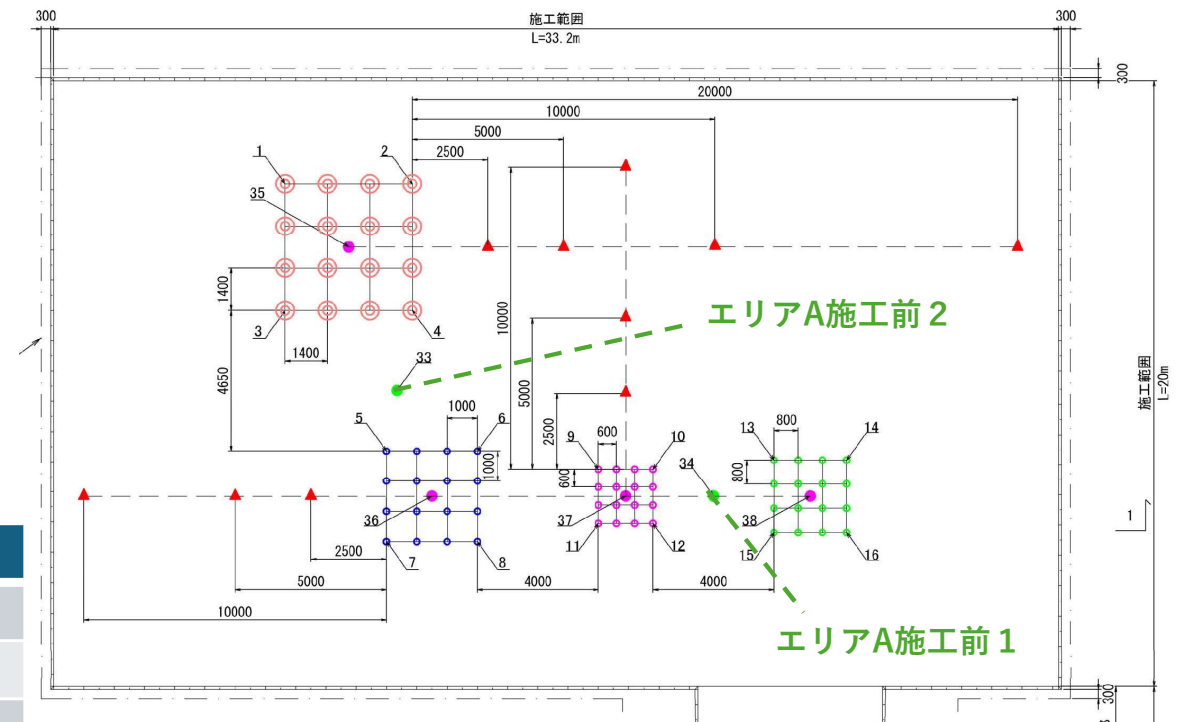
（3）地盤改良工法

■ 施工計画（地盤改良エリアA）

	静的締固め工法	小型密度増大工法
ケース数	1ケース	3ケース（打設間隔：0.6m、0.8m、1.0m）
実験仕様	<ul style="list-style-type: none"> 改良径：φ600mm 対策深度：新砂丘下端まで 打設間隔：液状化判定により設定 →ボーリング「エリアA施工前1」「エリアA施工前2」の液状化判定結果より、1.4mに設定 	<ul style="list-style-type: none"> 改良径：φ200mm（CDP工法 施工径） 対策深度：新砂丘下端まで ※施工機械の能力により最大深度6m 打設間隔：0.6m、0.8m、1.0m

凡例	
▲	地表面変位（変位杭）
●	調査ボーリング 〔施工前、標準貫入試験、土の粒度試験、土の液性限界・塑性限界試験〕
●	調査ボーリング 〔施工後、標準貫入試験、土の粒度試験、土の液性限界・塑性限界試験〕
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=8.7% (□0.6m×0.6m)
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=4.9% (□0.8m×0.8m)
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=3.1% (□1.0m×1.0m)
◎	静的締固め工法 φ=600mm, ap=14.4% (□1.4m×1.4m)

記号	施工方法	杭数	杭間隔	杭径	杭長
1	静的締固め工法	16本	1.4m	Φ600	8.0m
2-1	小型密度増大工法	16本	0.6m	φ200	6.0m
2-2		16本	0.8m	φ200	6.0m
2-3		16本	1.0m	φ200	6.0m



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（3）地盤改良工法

実証実験結果速報（地盤改良エリアA）

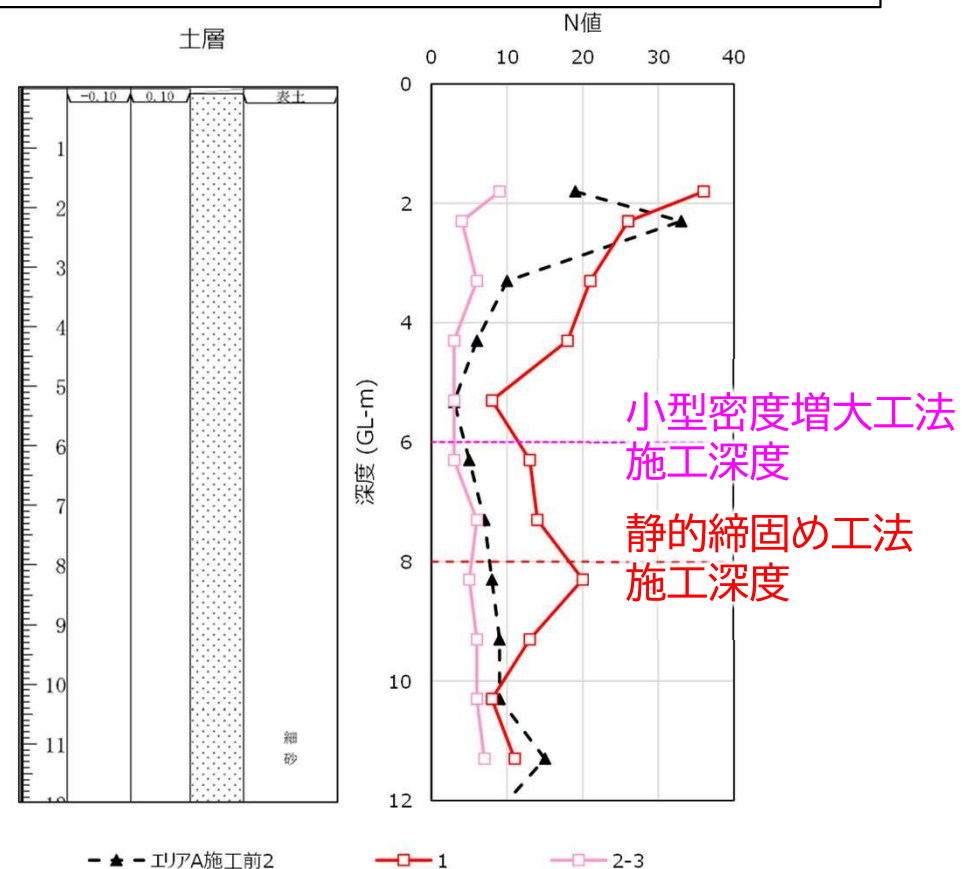
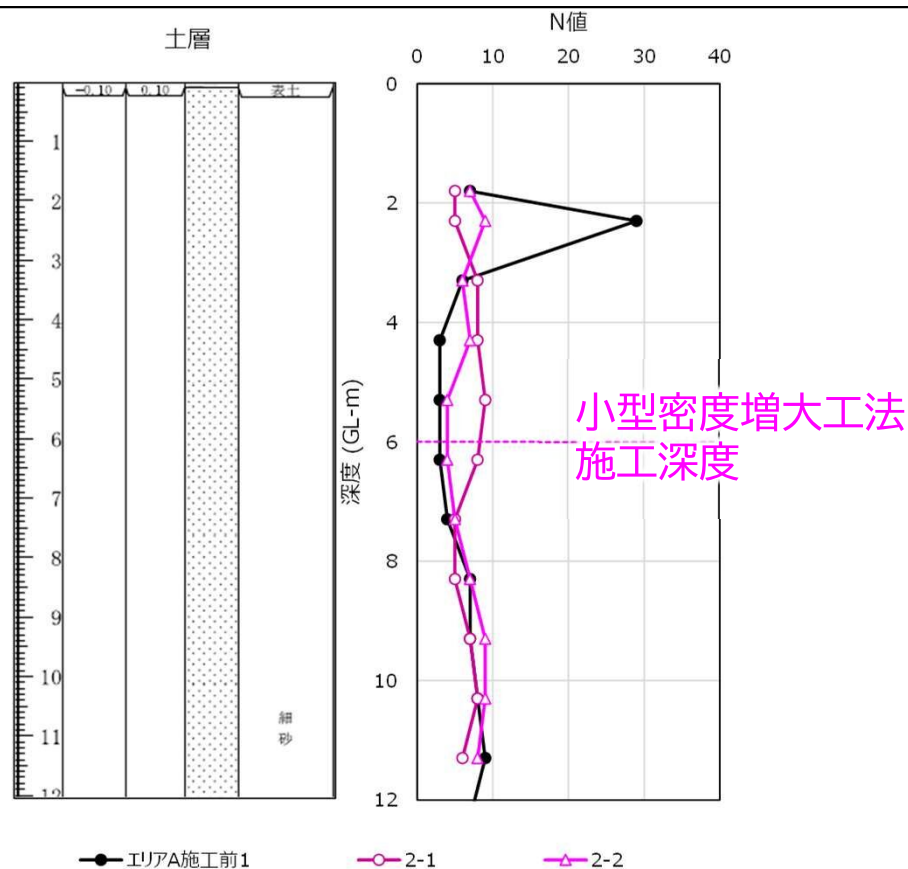
○静的締固め工法

… 下端付近・GL-2.3mの局所的にN値が高い箇所を除き、すべての深度でN値が大きくなっている。

○小型密度増大工法

… 下端を除き、全体的にN値が高くなる傾向がみられるが、部分的にN値が低い箇所あり。
改良ピッチが狭くなるほどN値の増大効果が大きくなるという傾向はみられない。

○簡易液状化判定を行い、対策効果検討を実施中



3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

（3）地盤改良工法

■ 実証実験用地概要

② 地盤改良工法エリアB

実証実験用地の南側にブロック塀と町道を挟んで民家が隣接する。その他の方向には民家は存在しない。

実証実験用地は、内灘総合グラウンドのサブグラウンドであり、液状化により地盤が沈下した形跡が見受けられ、マンホールの浮き上がりや建屋基礎の抜け出しが確認できる。

資機材の搬出入に関しては、用地の西側にて県道松任宇ノ気線に面しており、大型車両の通行（資機材の搬出入）に問題はない。



図 地盤改良工法エリアB 状況写真

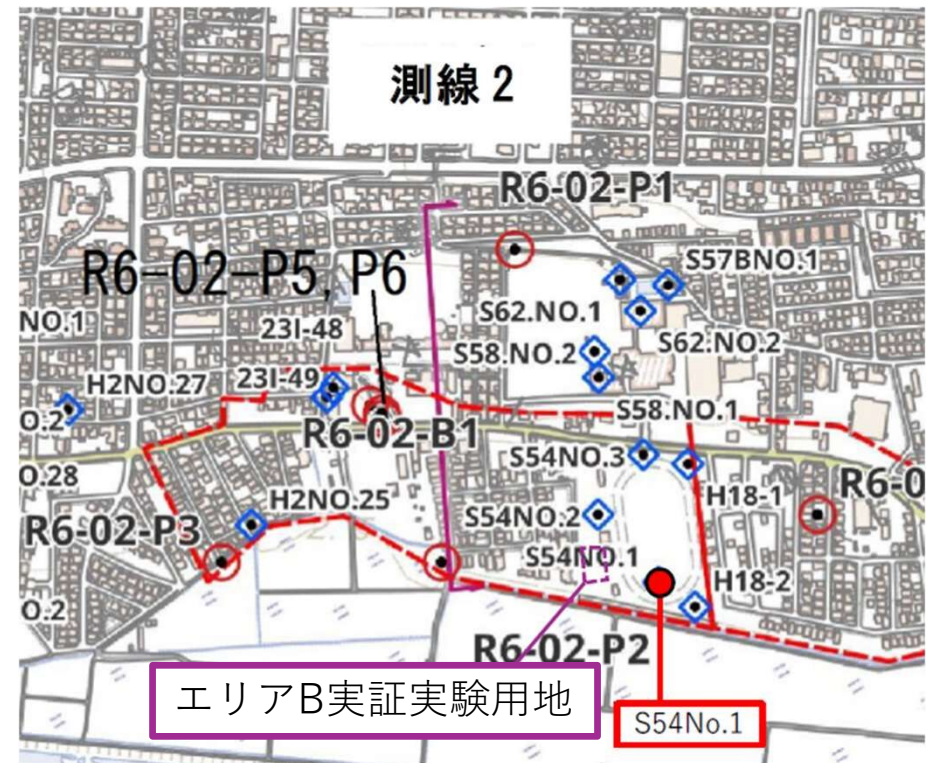


図 地盤改良工法エリアB 位置図

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

(3) 地盤改良工法

■ 地盤状況（測線2）

- 標高-10m付近まで砂丘層が分布する。
- 砂丘層は、N値10を境に新・旧に区分した。
- 切土部の新砂丘のN値は、切土による除荷により概ね10未満の低いN値になったと考えられる。
- 大野川側については、盛土層が分布する。
- 砂丘層・盛土層下部には、N値1～2程度の粘性土層が分布する。

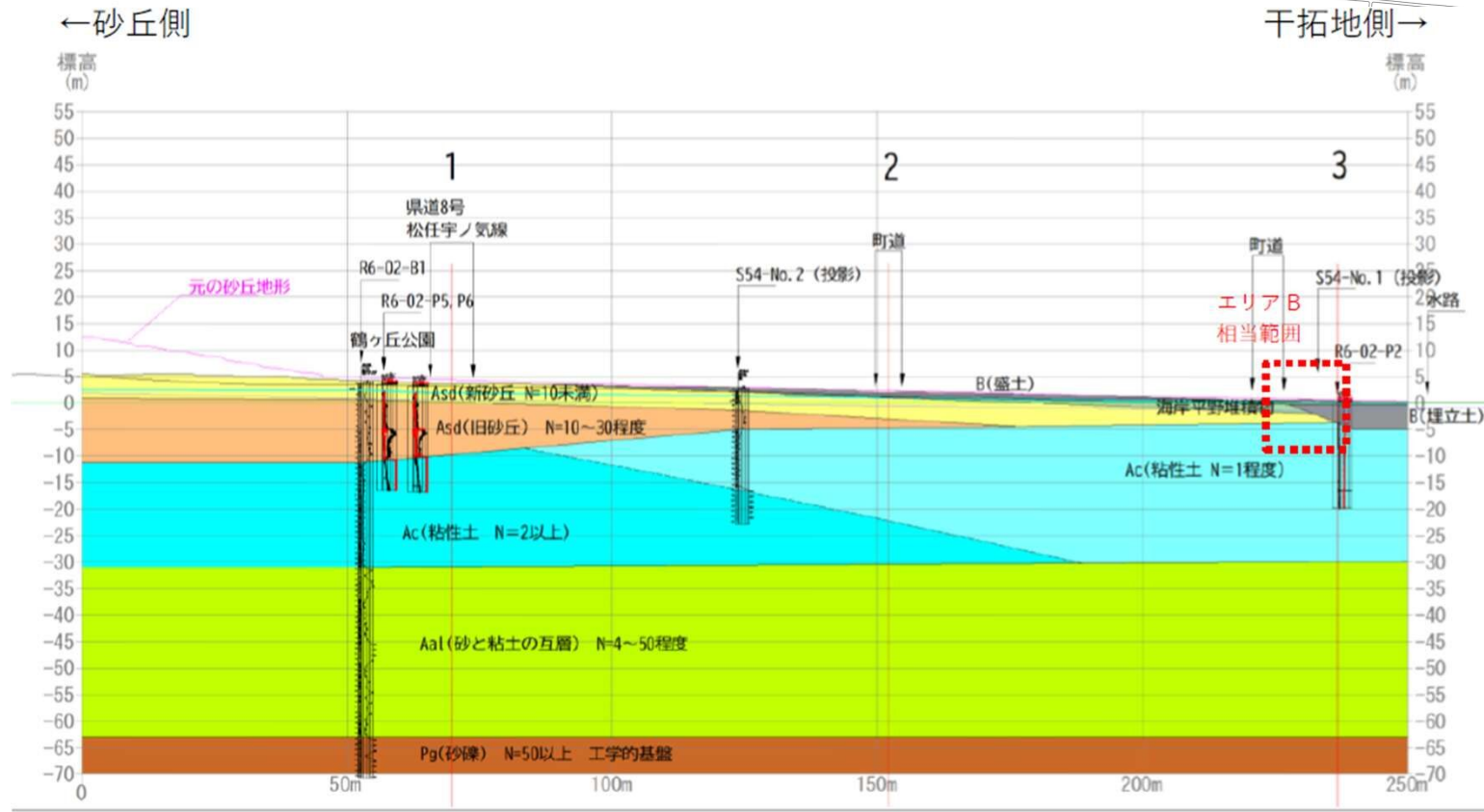
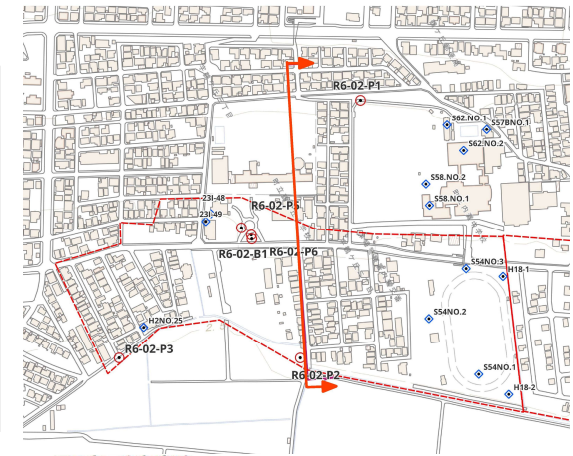


図 測線2 地層断面図

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

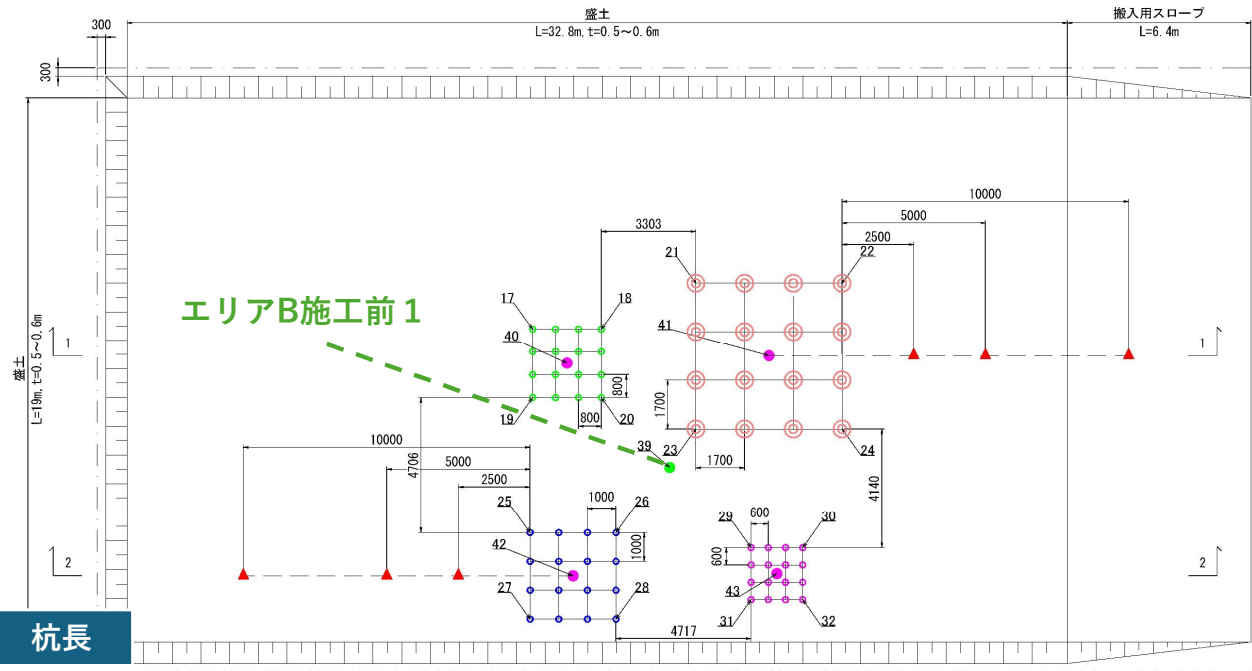
（3）地盤改良工法



■ 施工計画（地盤改良エリアB）

	静的締固め工法	小型密度増大工法
ケース数	1ケース	3ケース（打設間隔：0.6m、0.8m、1.0m）
実験仕様	<ul style="list-style-type: none"> 改良径：φ600mm 対策深度：新砂丘下端まで 打設間隔：液状化判定により設定 →「エリアB施工前1」液状化判定結果より□1.7mに設定 余盛高：0.5m 	<ul style="list-style-type: none"> 改良径：φ200mm（CDP工法 施工径） 対策深度：新砂丘下端まで ※施工機械の能力により最大深度6m 打設間隔：0.6m、0.8m、1.0m 余盛高：0.5m

凡例	
▲	地表面変位（変位杭）
●	調査ボーリング 【施工前，標準貫入試験，土の粒度試験，土の液性限界・塑性限界試験】
●	調査ボーリング 【施工後，標準貫入試験，土の粒度試験，土の液性限界・塑性限界試験】
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=8.7% (□0.6m×0.6m)
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=4.9% (□0.8m×0.8m)
○	小型密度増大工法 φ=200mm, ap=3.1% (□1.0m×1.0m)
◎	静的締固め工法 φ=600mm, ap=14.4% (□1.4m×1.4m)



記号	施工方法	杭数	杭間隔	杭径	杭長
1	静的締固め工法	16本	1.7m	φ600	8.0m
2-1	小型密度増大工法	16本	0.6m	φ200	6.0m
2-2		16本	0.8m	φ200	6.0m
2-3		16本	1.0m	φ200	6.0m

3. 液状化対策工法実証実験に関する報告（速報）

(3) 地盤改良工法

実証実験結果速報（地盤改良エリアB）

○静的締固め工法

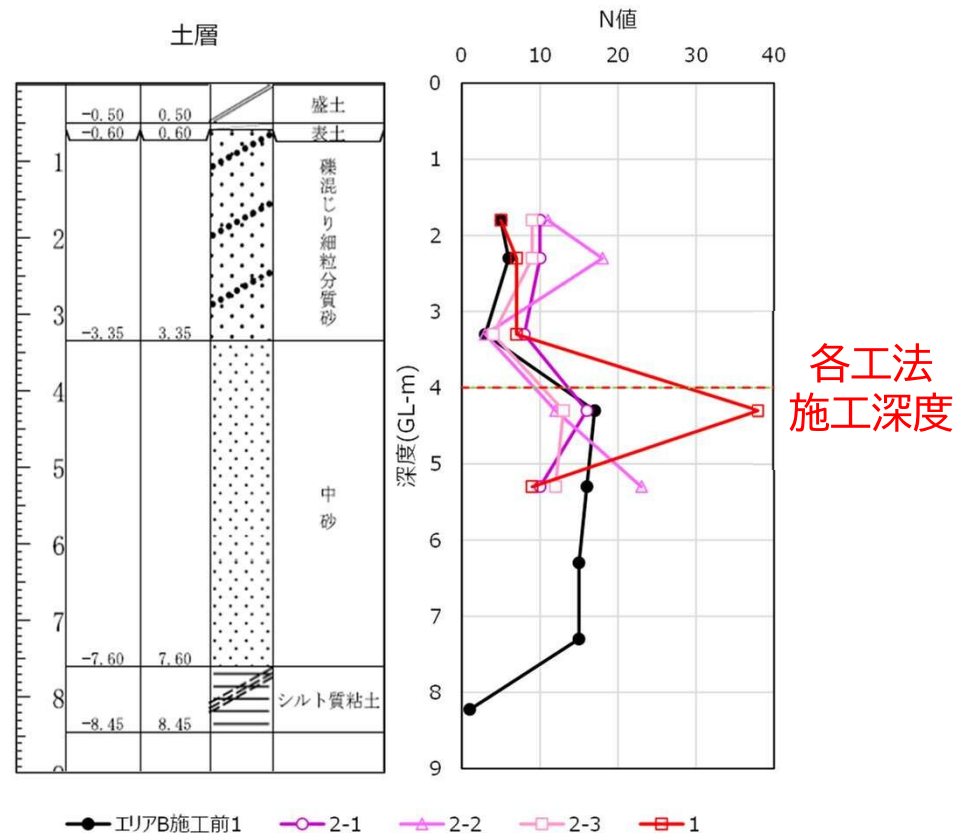
… 上端を除き、N値が高くなる傾向はみられるが、改良効果は小さい。

○小型密度増大工法

… 全体的にN値が高くなる傾向がみられるが、改良効果は小さい。

改良ピッチが狭くなるほどN値の増大効果が大きくなるという傾向はみられない。

○簡易液状化判定を行い、対策効果検討を実施中



第4章 液状化対策方針の検討

4. 液状化対策方針の検討

(1) 対策の基本方針

○国直轄調査の成果を基礎として活用したうえで、**新たな情報を踏まえ、液状化対策検討エリアにおける液状化対策範囲のゾーニング（対策工法の組み合わせ）を再検討**する。

○国直轄調査における検討結果（概要）

以下3つの対策工法について適用可能範囲を検討し、液状化対策範囲のゾーニング（対策工法の組み合わせ）を提案。※各検討における適用可能範囲は参考資料に記載

ゾーン①：地盤改良工法（密度増大工法）

⇒地盤改良工法（密度増大工法）の適用可能範囲を、当時の公費解体状況を基に検討。

ゾーン②：地下水位低下工法（自然流下方式）

⇒自然流下方式（大野川・承水路への排水）により対策効果が得られる（判定がB3以上となる）範囲を集水管布設後の地下水位の浸透流解析の結果から推定。液状化対策検討エリアの大野川・承水路に近い側では、対策効果が得られない範囲が生じる結果となった。

ゾーン③：地下水位低下工法（ポンプ排水方式）

⇒ポンプ排水方式（大野川・承水路への排水）により対策効果が得られる（判定がB3以上となる）範囲を集水管布設後の地下水位の浸透流解析の結果から推定。液状化対策検討エリアの全域で対策効果が得られる結果となった。

○国直轄調査時からの情報の変化

公費解体が進むことで地盤改良工法（密度増大工法）の適用可能範囲が拡大し、国直轄調査の検討時と前提条件が変化

新規地盤調査データ（道路災害査定・実証実験エリアにおけるボーリング等）により、より詳細に地盤の平面的な整理が可能となった。

また、実証実験を行うことで、集水管の地下水位低下特性、地下水位低下による沖積粘性土層の圧密特性が明らかになりつつあり、地下水位低下工法の対策効果・影響をより適切に検討できるようになった。

対策工の工種が複数でも、対策工が実施される一団の土地（3,000m²以上、10戸）と判断されれば「宅地液状化防止事業」が適用されることが明らかになった

液状化対策の実施設計（又は基本設計）に資するため、液状化対策範囲のゾーニングを再検討

4. 液状化対策方針の検討

(1) 対策の基本方針

○ゾーニングの定義

⇒ 液状化対策検討エリアを、a)対策工法、b)対象事業の観点から範囲分けすること

○「宅地液状化防止事業」の適用範囲（事業適用範囲）の考え方について

⇒「3,000m²以上かつ10戸以上となる一団の土地」については、
対策工法によらず液状化対策を施す範囲を一団の土地として検討。

対策漏れとなる範囲を極力減らすよう、事業適用範囲は対策工法毎に特定せず、ゾーニング案毎に特定する

○対策費用の考え方について

⇒ 対策工法毎に対策費用を算出すると、適用可能範囲がラップする箇所や地下水位低下工法の一部を地盤改良工法により補完する等の場合、ゾーニングの組み合わせ次第で不経済となる※可能性があるため、費用算出はゾーニング案毎に算出することとする。

対策工法の適用可能範囲を異なる前提条件のもとで検討し、組み合わせることでゾーニング案を複数案提示する。そのうえで、費用面を検討

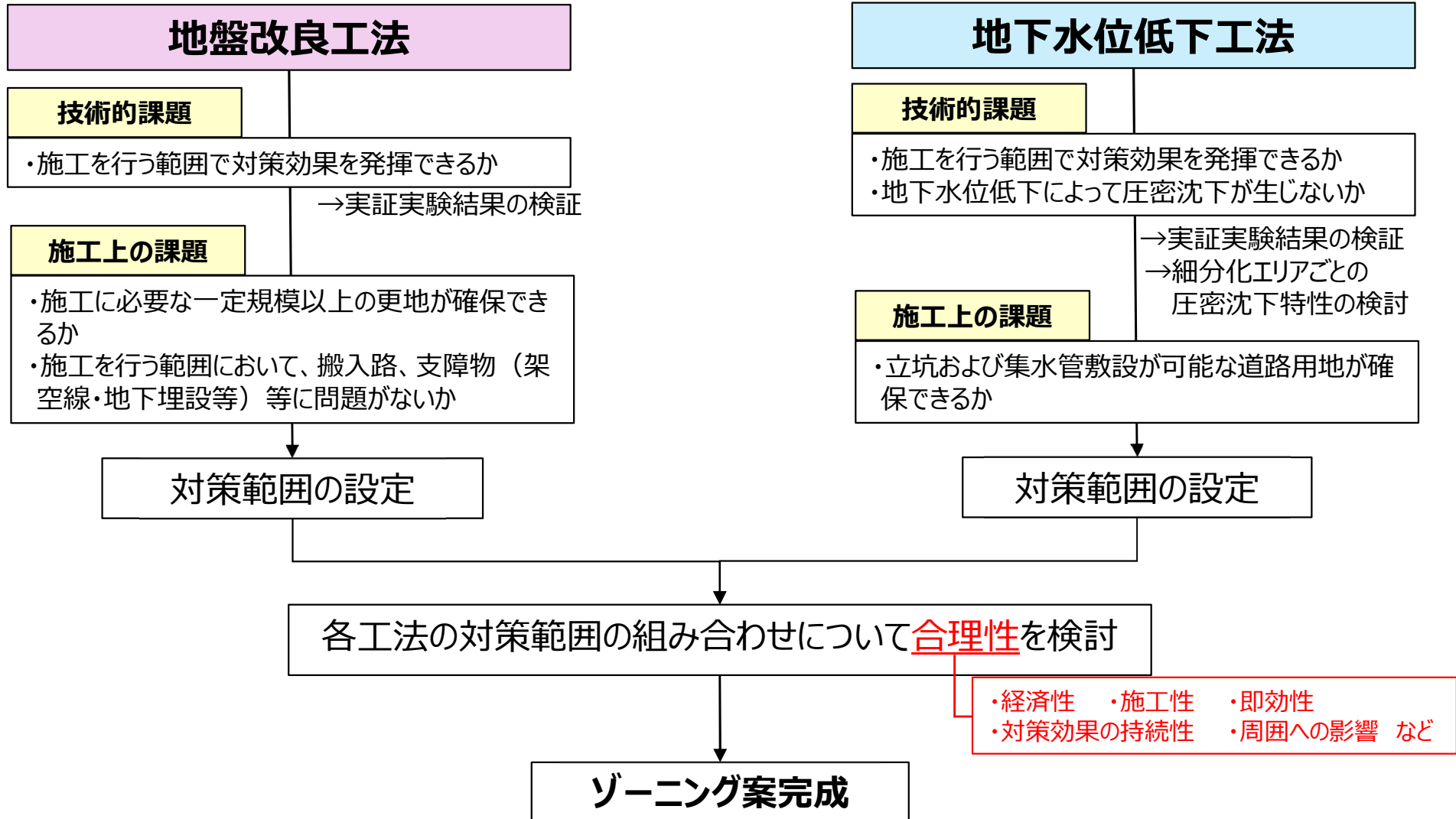
※地盤改良工法は、一定規模以上の面的施工により費用効率が高まるため、地下水位低下工法の一部区間の狭い範囲を地盤改良で代替すると、結果として不経済となる場合があるなど。

4. 液状化対策方針の検討

(2) ゾーニングの検討方針



○ゾーニング案作成のフロー図を以下に示す。
以下フローに則り、ゾーニング案を作成する。



4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果 (案)

(施工上の課題) 地盤改良工法：対策範囲選定

○公費解体状況等を考慮し、対策範囲を検討

以下の条件と前提とし、机上検討による施工検討エリアを選定。**※現地確認のうえ再度精査予定**

項目	前提条件
対象範囲	<ul style="list-style-type: none"> 公費解体後の更地を主な対象として選定。
施工機械	<ul style="list-style-type: none"> 施工機は標準機(20×10m)、小型機(15×10m)程度で考慮 施工機の組立ヤードは20×50m程度を基本とする。
搬入経路	<ul style="list-style-type: none"> 県道沿い：トレーラーによる搬入が可能とする それ以外：道幅が広い場合はトレーラーによる搬入が可能とする 公費解体や宅地のない箇所はマシン自走にて通行可能とする
支障物	<ul style="list-style-type: none"> 架空線や地下埋設物は切り替えや仮設によって支障がないことを前提とする 迂回路が確保できる場合は、町道を一時的に通行止めとし、道路を横断して施工可能とする
残存宅地	<ul style="list-style-type: none"> 対策範囲内に含まれる、もしくは対策範囲に囲まれている場合は既設構造物直下へ施工可能な工法にて改良(斜めコンパクショングラウチングなど)



機種	小型施工機	標準機
最大杭長	10m程度	25m程度
杭径	φ700 φ600※	φ700
適用地盤	N値 10程度まで	N値 35程度まで

※適用地盤N値を超える場合、先行削孔することにより対応可能です。
 ※上記の値は地盤条件、施工条件によって変更となる場合があります。
 ※標準機で杭長25m以上については、継足方式により施工可能です。
 ※変位を軽減した施工についても対応可能です。
 ※更に小さい超小型施工機も用意があります。仕様・適用範囲については個別に検討します。

※実証実験の杭径に
合わせてφ600を想定

施工機のサイズ例

出典「(株) 不動テトラHP公式パンフレット」に加筆

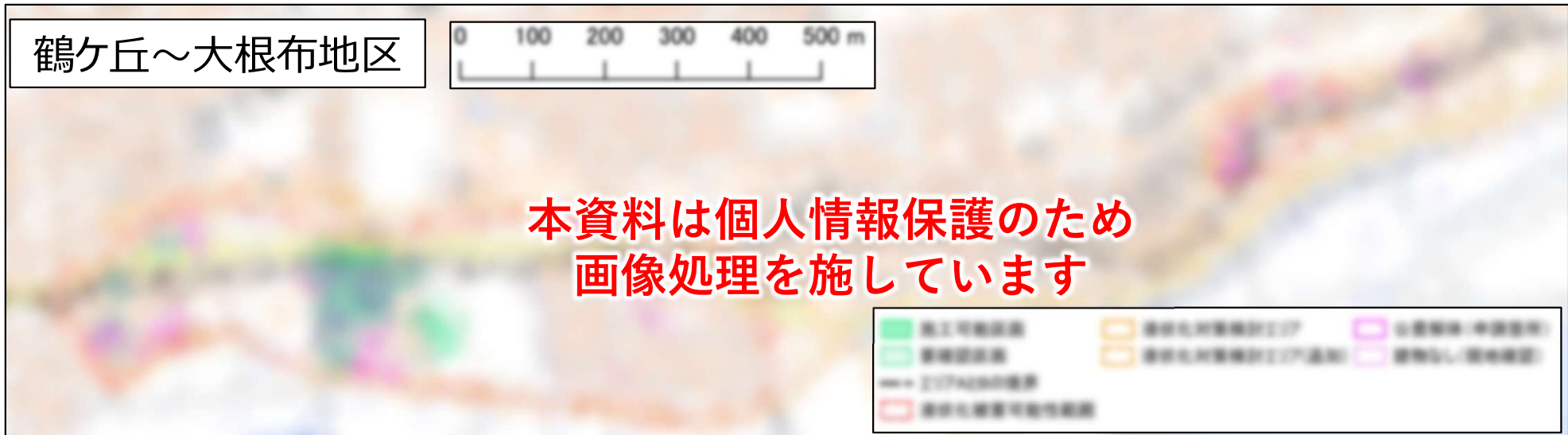
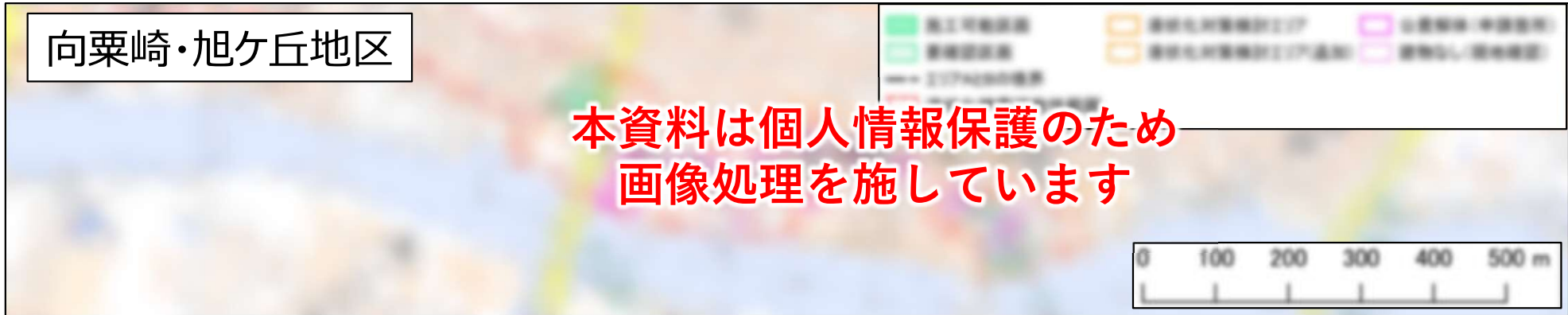
https://www.fudotetra.co.jp/solution/soil/save_composer/より

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果 (案)

(施工上の課題) 地盤改良工法：対策範囲選定イメージ

- 向粟崎・旭ヶ丘地区 … 公費解体箇所が点在しており、施工可能箇所が少ない。
- 鶴ヶ丘～大根布地区 … 内灘町総合グラウンドより南側は施工可能区画が多い。



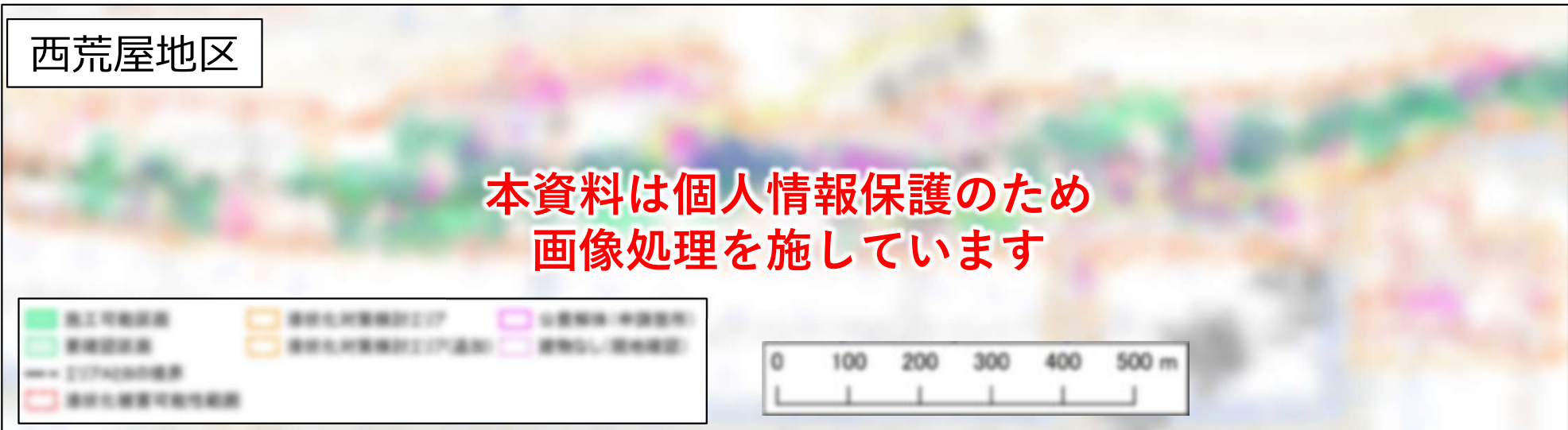
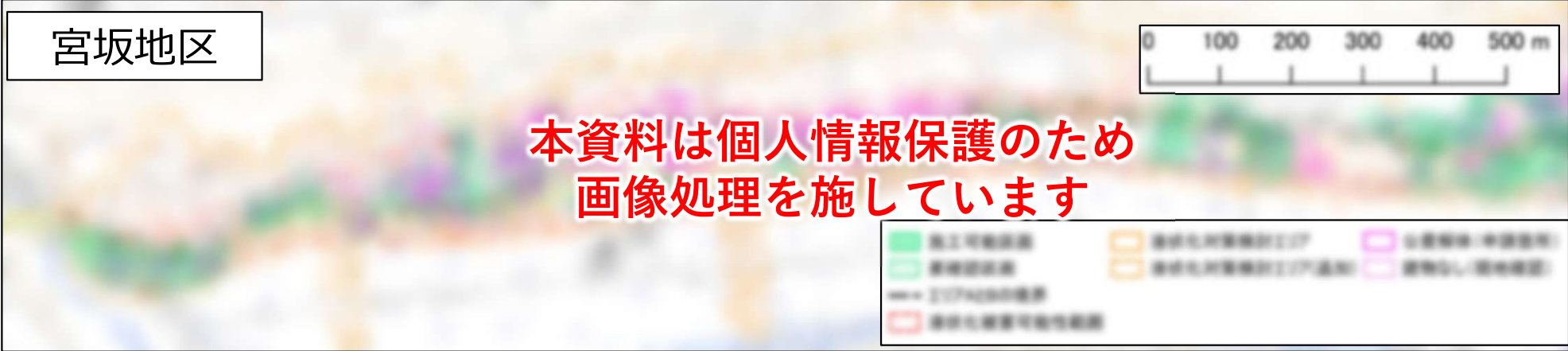
※現地確認のうえ再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果(案)

(施工上の課題) 地盤改良工法：対策範囲選定イメージ

- 宮坂地区 … 県道から砂丘側では搬入が難しい箇所あり。
- 西荒屋地区 … 連続的に公費解体箇所があり、施工可能区画が多い。



※現地確認のうえ再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

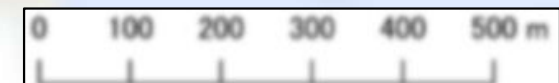
(3) ゾーニング検討結果（案）

（施工上の課題）地盤改良工法：対策範囲選定イメージ

○室・湖西地区

公費解体箇所が連続している箇所が多く、地盤改良が適用できる範囲が多い。

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



※現地確認のうえ再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果



(技術的課題) 地下水位低下工法：沈下可能性範囲選定

○圧密沈下が懸念される沖積粘性土層分布、圧密特性を踏まえて、沈下可能性範囲を検討

○粘性土層の圧密沈下の影響について、過圧密比OCRを地区毎に整理し、圧密沈下の影響度をエリア毎に評価。

エリアA … 圧密沈下の影響は小さいものとする

エリアB … 細分化エリア毎のOCRを参考に、以下に示すように適用可否を判断。

- ①地区毎に代表的な層厚、圧密特性を設定
- ②地下水位低下工法における目標水位まで下げたときの沈下量を算出
- ③算出した沈下量が許容値(10cm)を満たすかを確認

表 5-5 沈下量の限度値の参考値⁸⁾ (cm)

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：幾分かでの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

出典「国土交通省都市局都市安全課(2014);
市街地液状化対策推進ガイドンス【本編】」より引用・加筆

エリア	地点数	平均OCR (最小~最大)	中分類 エリア	地点数	平均OCR (最小~最大)	細分化 エリア	地点数	平均OCR (最小~最大)	圧密沈下の 影響
A	12	2.06 (1.21~4.10)	A1	8	2.41 (1.64~4.10)	-	-	-	小
			A2	4	1.49 (1.21~1.59)	-	-	-	
B	32	1.41 (1.00~4.20)	B1	24	1.36 (1.00~4.20)	B1①	0	-	小~中
						B1②	23	1.39 (1.00~4.20)	
			B2	8	1.12 (1.00~1.26)	B1②~③	1	1.17	中~大
						B2①	4	1.14 (1.00~1.23)	
B2②	4	1.12 (1.00~1.26)							

概算沈下量の算出例：

宮坂~西荒屋地区のB2①にてGL-3mまで地下水位低下させた場合…
⇒実証実験(エリアB)にて検討した圧密沈下量(P.61)を基に概算沈下量を算出
①平均OCRに近い沈下量計算結果を参照
・B2①の平均OCR=1.14≒1.1とし、
実証実験(エリアB)でのOCR=1.1とした時の沈下量(ケース2:間隙水圧考慮) ⇒ 約3.6cm
②粘性土層厚で按分
・実証実験(エリアB)での粘性土層厚：約10m
宮坂・西荒屋の粘性土層厚：約20m
→3.6cm×(20/10)=7.2cm程度(<10cm)
※別途地質調査等によって詳細検討が望ましい

※平均OCRは特異値を除外して算出。また、OCR<1は以下の理由でOCR=1として平均値を算出した。

⇒B1：ボーリング地点の有効土被り圧等が適切でないため、1未満になっていると考えられる。

⇒B2：1963~1971年にかけての埋立であるため、ボーリングデータ(試験データ)が2000年より古い場合(昭和や平成初期の場合など)は、未圧密状態でOCR1未満の可能性はあるが、現在はほぼ収束していると推定されるため、OCR1とする。

※平均OCRはエリア区分、圧密特性を踏まえて再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果（案）

(施工上の課題) 地下水位低下工法：集水管・立坑配置選定

○道路用地等を考慮した集水管配置を検討、対策範囲を検討

以下の条件と前提とし、机上検討による施工可能範囲を選定。

※現地確認のうえ再度精査予定

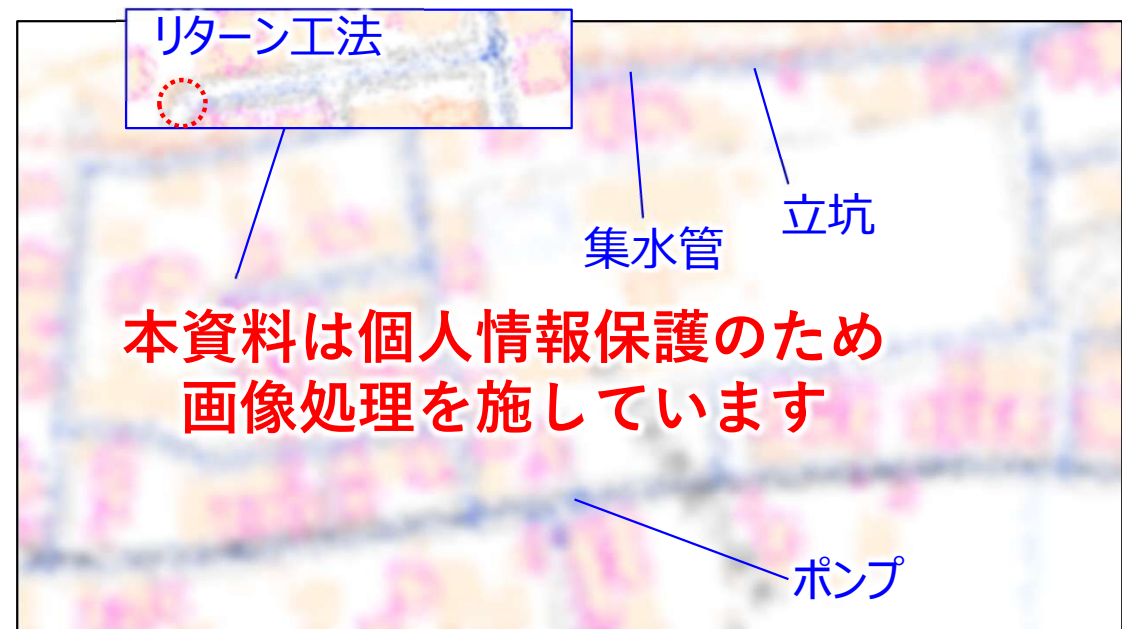
○対策範囲選定における前提条件

・道路の線形・幅員、埋設構造物の有無を
基に立坑配置を検討。

⇒立坑配置は、なるべく対策範囲を
広く設定できるように以下2点を
許容して設定。

- ① 立坑範囲が一部民地にか
かる部分を許容
- ② 狭隘道路ではリターン工法を採
用

・インフラ復旧管（水道・汚水）につ
いては考慮せず、現況の位置のま
まで計画。



4. 液状化対策方針の検討

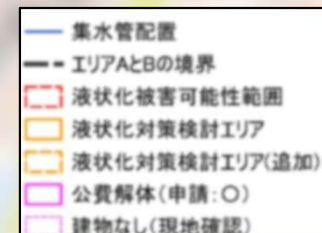
(3) ゾーニング検討結果(案)

(施工上の課題) 地下水位低下工法：集水管・立坑配置選定イメージ

○向栗崎・旭ヶ丘、鶴ヶ丘～大根布地区…対策範囲を網羅するように集水管を配置。

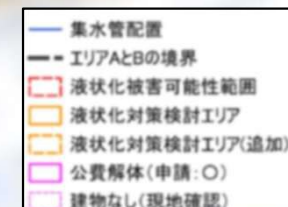
向栗崎・旭ヶ丘地区

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



鶴ヶ丘～大根布地区

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果 (案)

(施工上の課題) 地下水位低下工法：集水管・立坑配置選定イメージ

○宮坂地区、西荒屋地区…いずれも対策範囲を網羅するように集水管を配置。

宮坂地区

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



西荒屋地区

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています



※現地確認のうえ再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果（案）

（施工上の課題）地下水位低下工法：集水管・立坑配置選定イメージ

○室、湖西地区…対策範囲を網羅するように集水管を配置。

室・湖西地区



- 集水管配置
- - エリアAとBの境界
- 液状化被害可能性範囲
- 液状化対策検討エリア
- 液状化対策検討エリア(追加)
- 公費解体(申請:○)
- 建物なし(現地確認)

本資料は個人情報保護のため
画像処理を施しています

※現地確認のうえ再度精査予定

4. 液状化対策方針の検討

(3) ゾーニング検討結果 (案)

○合理性の検討について

各液状化対策工法の適用範囲をゾーニングを実施したうえで経済性、施工性、即効性、対策効果の持続性、周囲への影響等を考慮し、対策工の組み合わせの合理化を図る。



① 地下水位低下工法と地盤改良がラップする区間

→各工法の組み合わせとして最も省コストとなる組み合わせを検討
案①：地盤改良区間の集水管を敷設しない
案②：地盤改良区間の集水管を導水管とする

③ 地盤改良範囲内に残存家屋がある区間

→斜めコンパクショングラウチング等の既設構造物があっても施工可能な地盤改良の実施を検討

② 地下水位低下工法の影響範囲に圧密沈下が懸念されるエリアがある区間

→細分化エリア毎の圧密沈下検討、許容値を満たすかを確認

地下水位低下工法、地盤改良工法の適用範囲を設定、合理化

第5章 今後の進め方

5. 今後の進め方

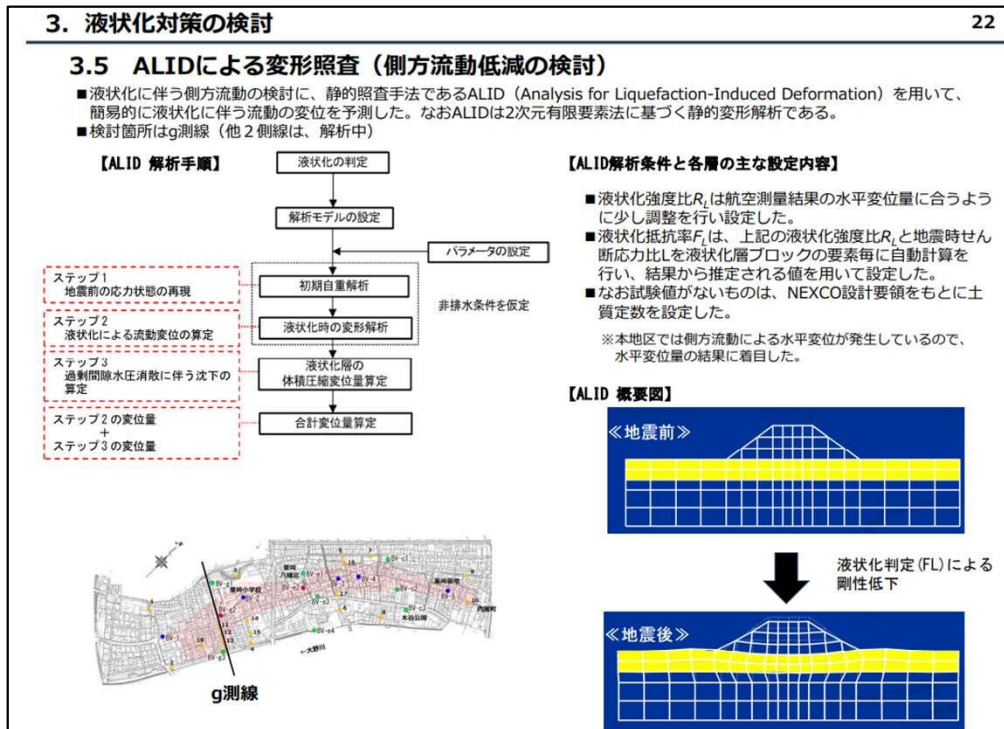
(1) 追加検討・調査事項

○側方流動に対する効果検証について

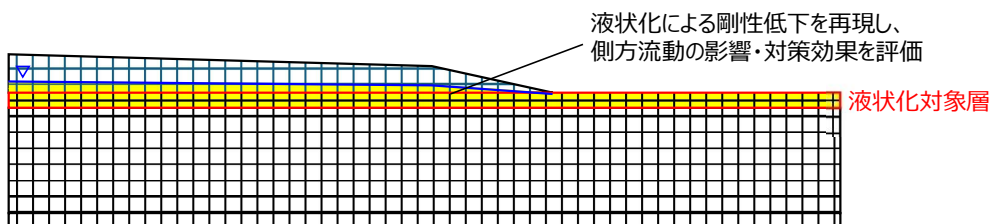
地盤改良工法は、側方流動に対する効果検証が必要である。

→金沢市における前例を参考に、液状化流動解析(ALID)による解析を実施、対策効果の検証を行う。

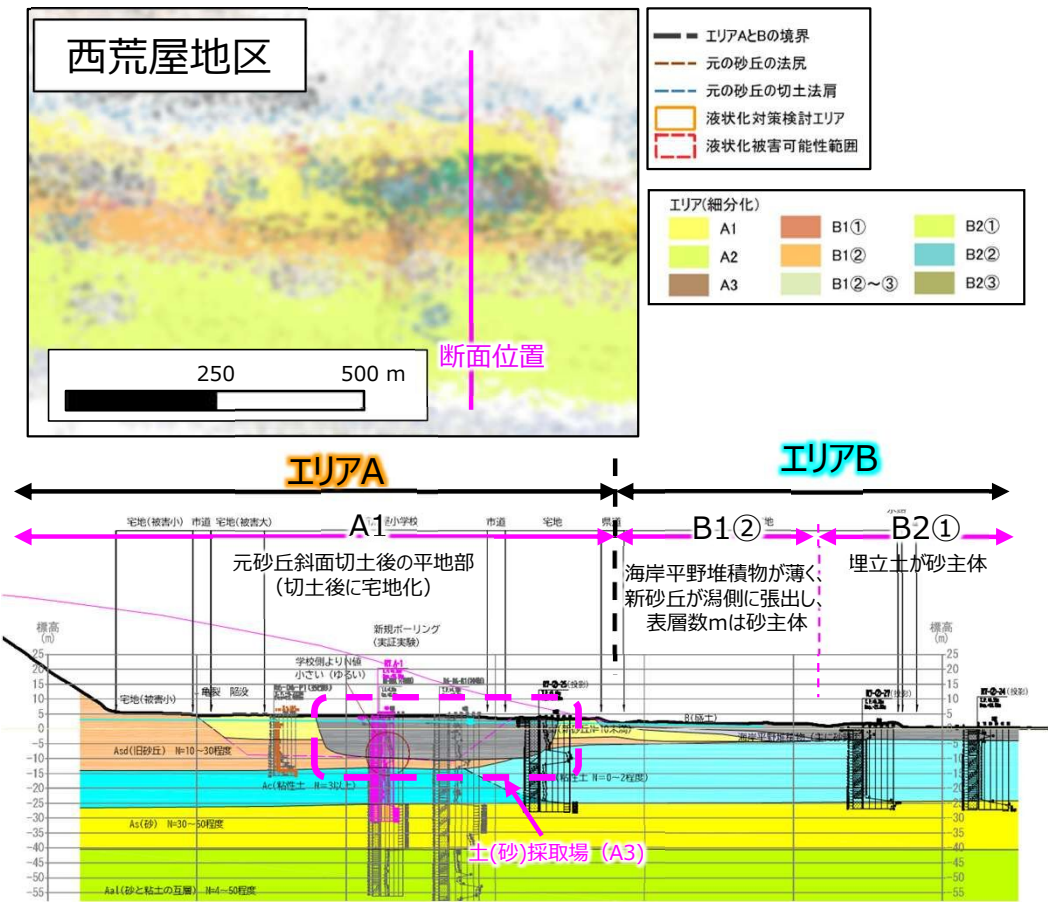
⇒解析断面は実証実験周辺の西荒屋地区等を検討。



出典：第3回金沢市被災地区復旧技術検討会議説明資料、P22より



解析断面の模式図



解析断面の例 (西荒屋地区)

5. 今後の進め方

(2) 技術検討会議のスケジュール

○ 液状化対策スケジュールは以下のように予定している ※下記スケジュールは一つの工区を想定
 ○ 本技術検討会議は以下に示す通り実施予定である。

