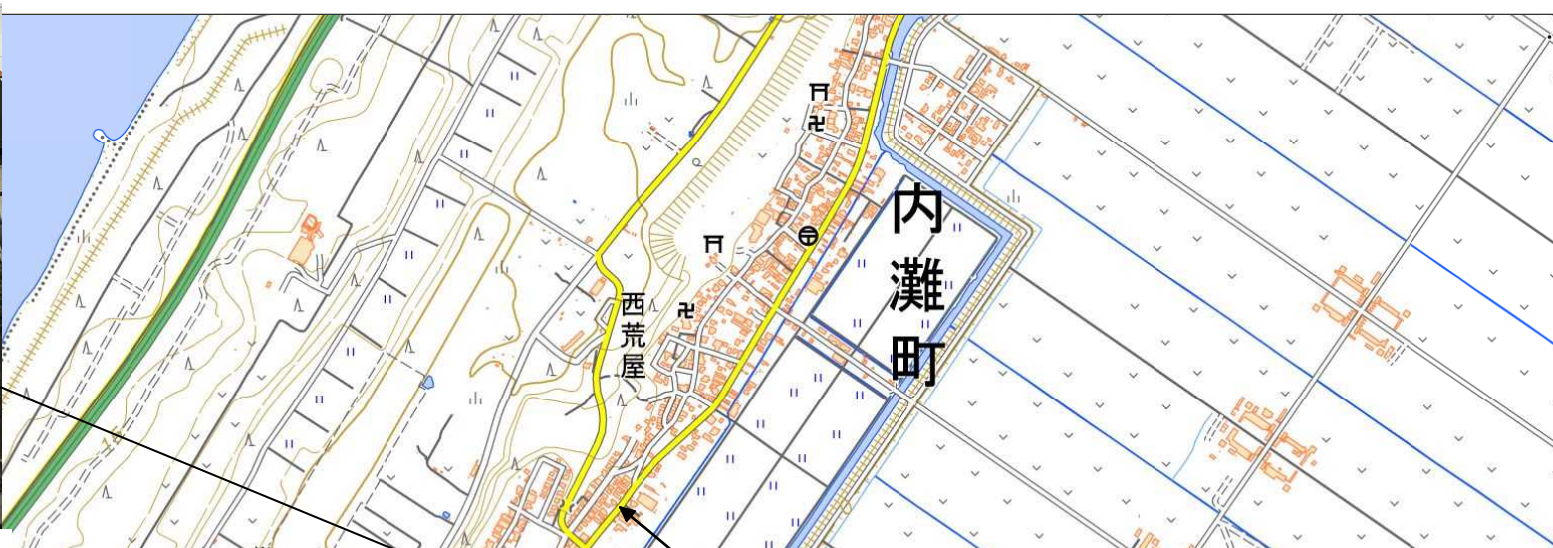




1\_液状化による被害\_宮坂～西荒屋地区



③西荒屋小学校前：道路の変形、道路標識の傾き



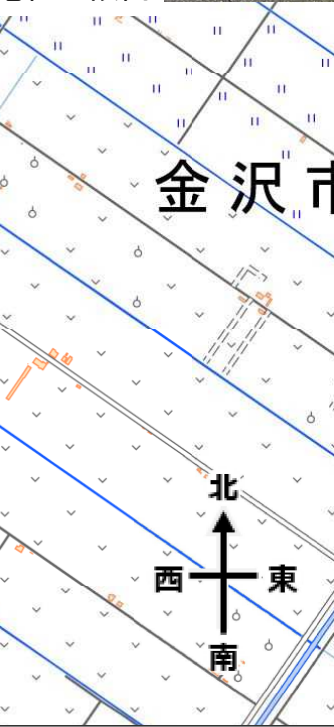
①建物の沈下：液状化により1階の半分が地中に埋没



④道路の変形、電柱の傾倒



②電柱の沈下：左側の電柱が1～2m地中に埋没



300 m



## 2\_液状化による被害\_室～大崎地区



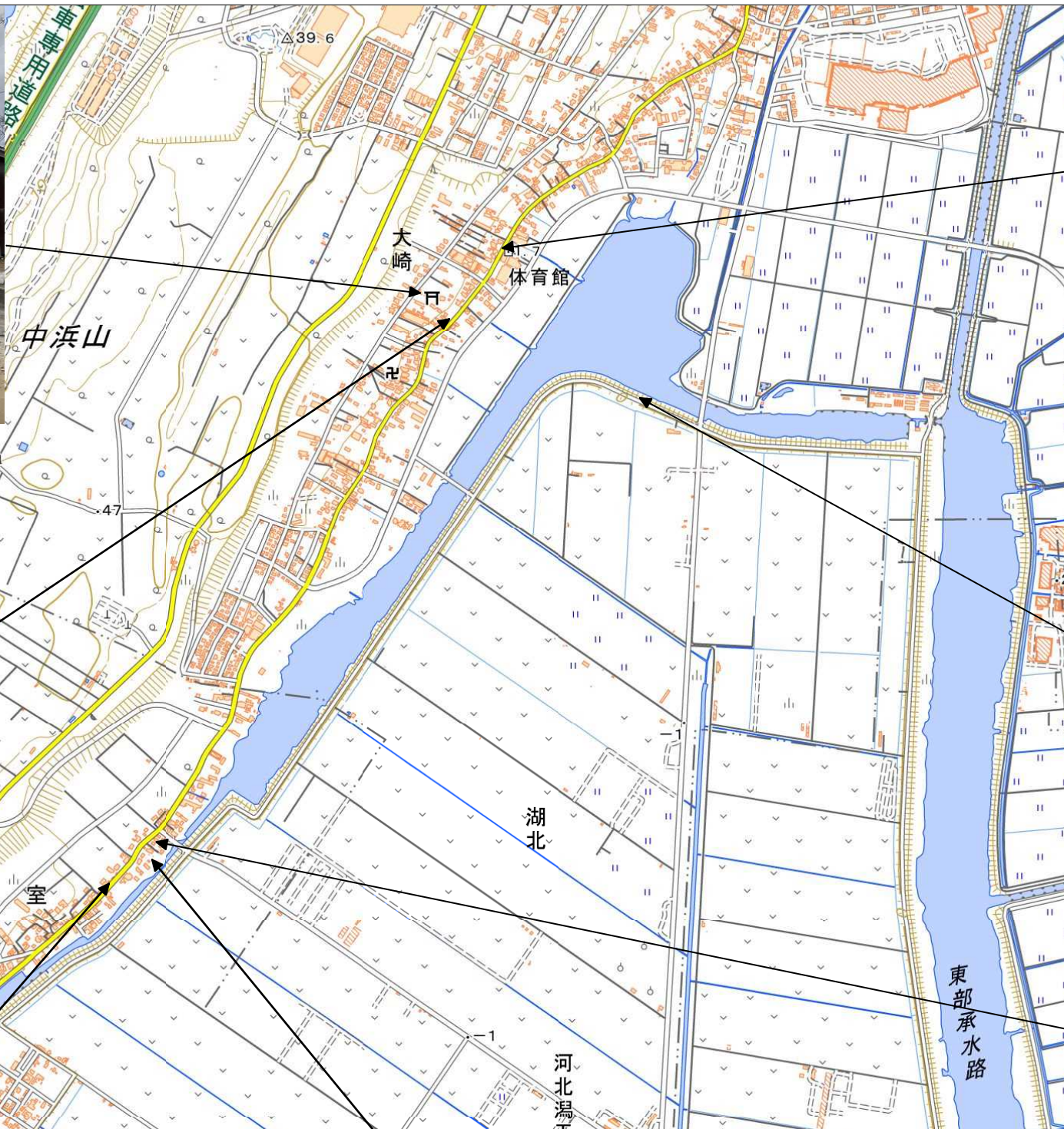
⑨神社の破損：液状化により倒壊



⑧道路が大きく変形している：砂丘側が隆起



⑤砂丘側の建物の変形：道路側でせりあがっている



⑥側方流動による河道の閉塞：建物が10m程度移動



建物周辺の液状化被害（噴砂、沈下）



⑩宅地の被害状況：階段が押出され急勾配になっている



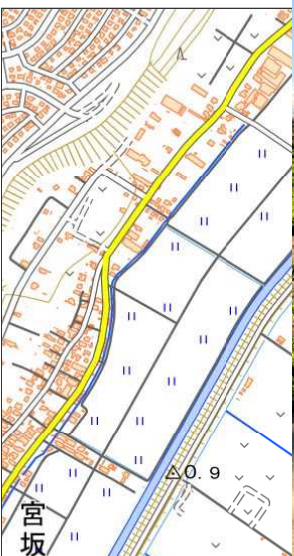
⑪堤高が0.6mと著しく低く、越水の恐れがある



⑦周辺地盤の沈下により改良体が露出している



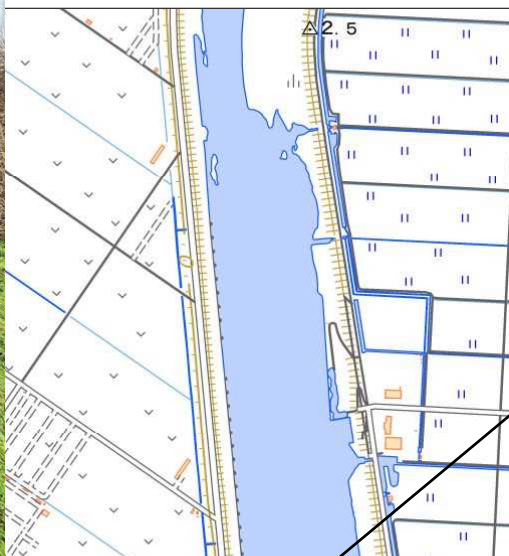
3\_液状化による被害\_東部承水路～正面堤防



⑬液状化に伴う噴砂、堤防の沈下



⑭液状化に伴う堤防の沈下、亀裂



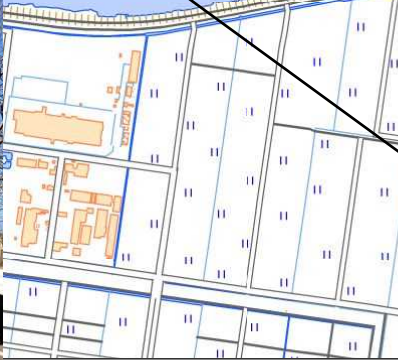
⑫東部承水路沿いの液状化被害：堤防沈下のため嵩上げ



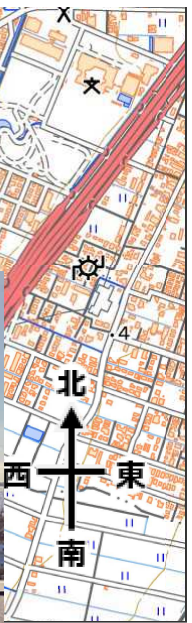
⑭道路の沈下：残存部は金沢排水機場からの排水



道路の沈下により1mの段差が生じ、一時通行止めとなった

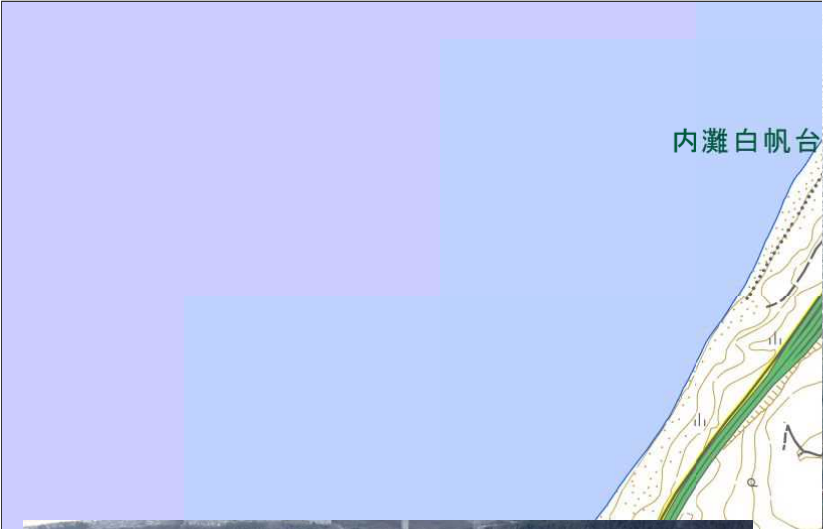


⑬才田大橋が破損により通行止めとなった

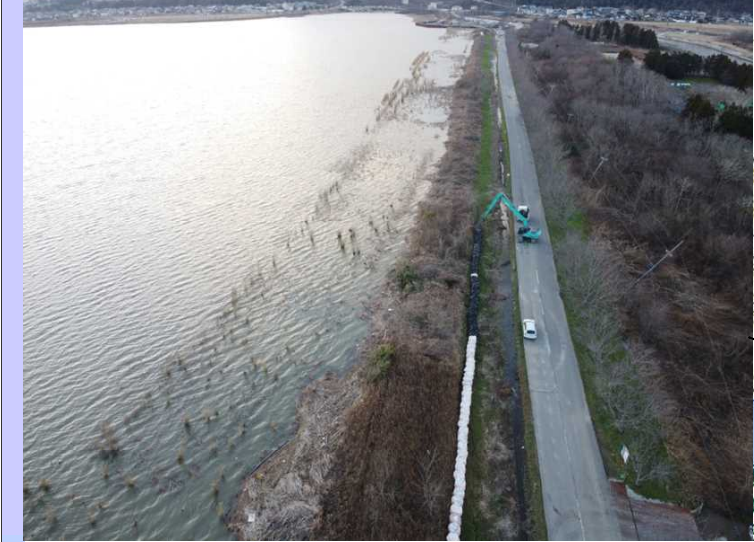




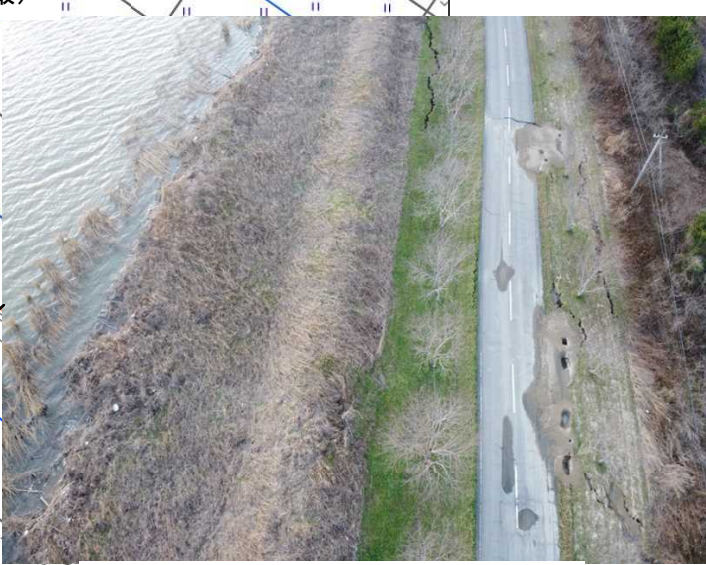
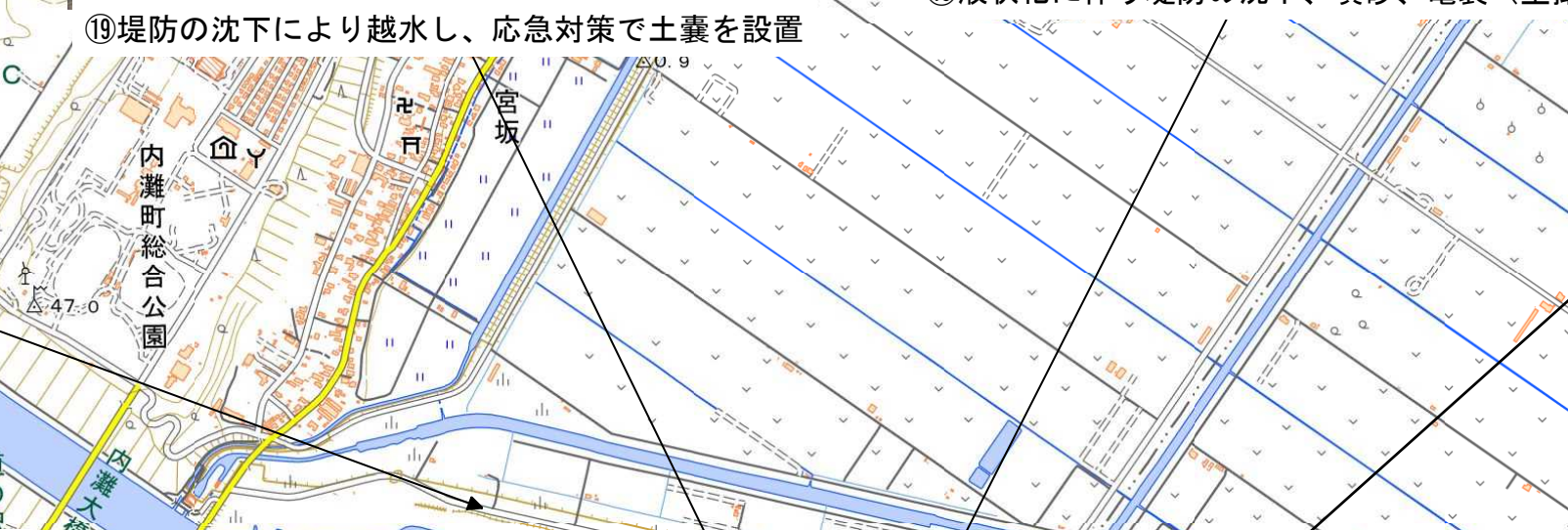
4\_液状化による被害\_正面堤防



⑱液状化に伴う堤防の沈下、噴砂、亀裂（空撮）



⑳堤防沈下の応急対策として堤防沿いに土嚢を設置



㉑液状化に伴う噴砂現象（空撮）



㉒正面堤防：堤防の沈下により越水し、応急対策で土嚢を設置  
河北潟の水が土嚢の隙間から漏水し、管理道路に流入



㉓金沢排水機場付近（空撮）

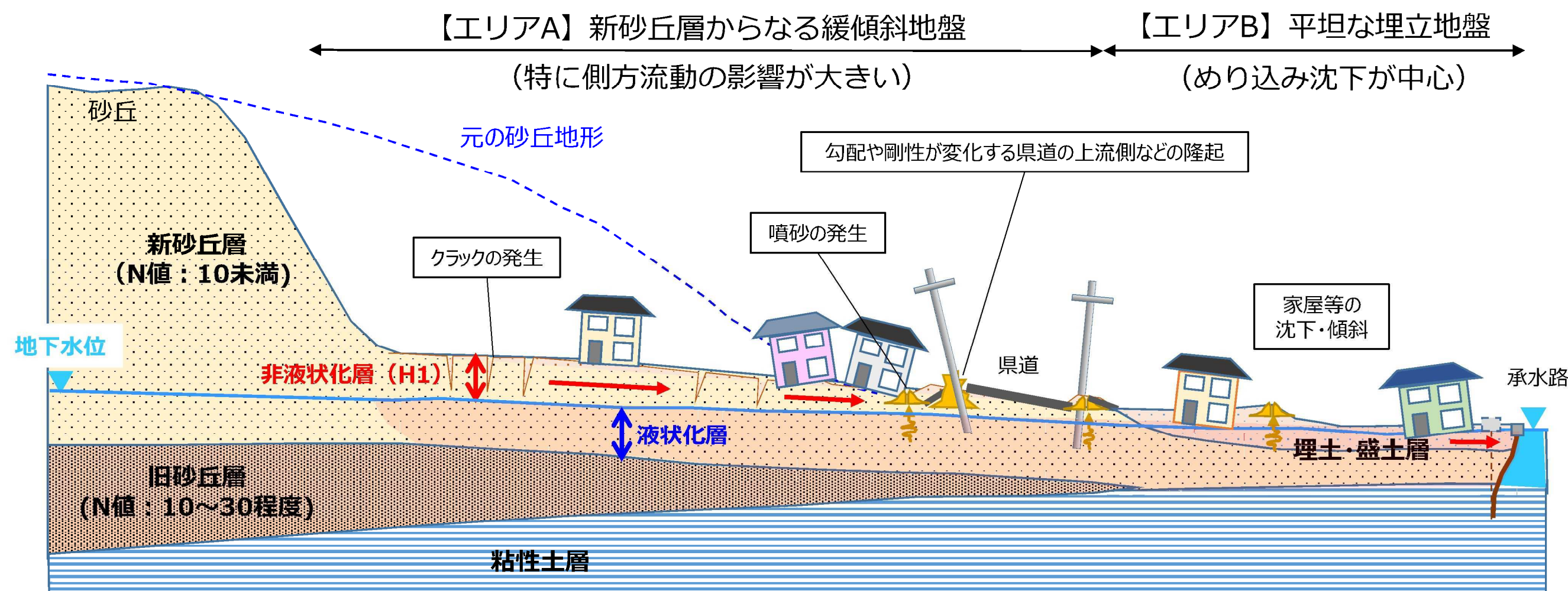


## 【被害発生メカニズム】 参考：大崎地区の事例

- 既存の地質調査・今回実施した地質調査について各地点の変状の有無と地盤状況等の関係性を分析した結果
  - ・ エリアA（新砂丘層からなる緩傾斜地盤）は地下水位がGL-3mより浅く、地表面傾斜角が概ね1°以上の箇所
  - ・ エリアB（平坦な埋立地盤）は地下水位がGL-2mより浅く、平均N値が概ね10未満の箇所
 で変状が多くみられる。

→ 上記の分析や地質調査の結果等を踏まえて、今回の被害発生メカニズムは以下の通りと推定される。

- 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 新砂丘層と人工的に埋立てた埋土・盛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



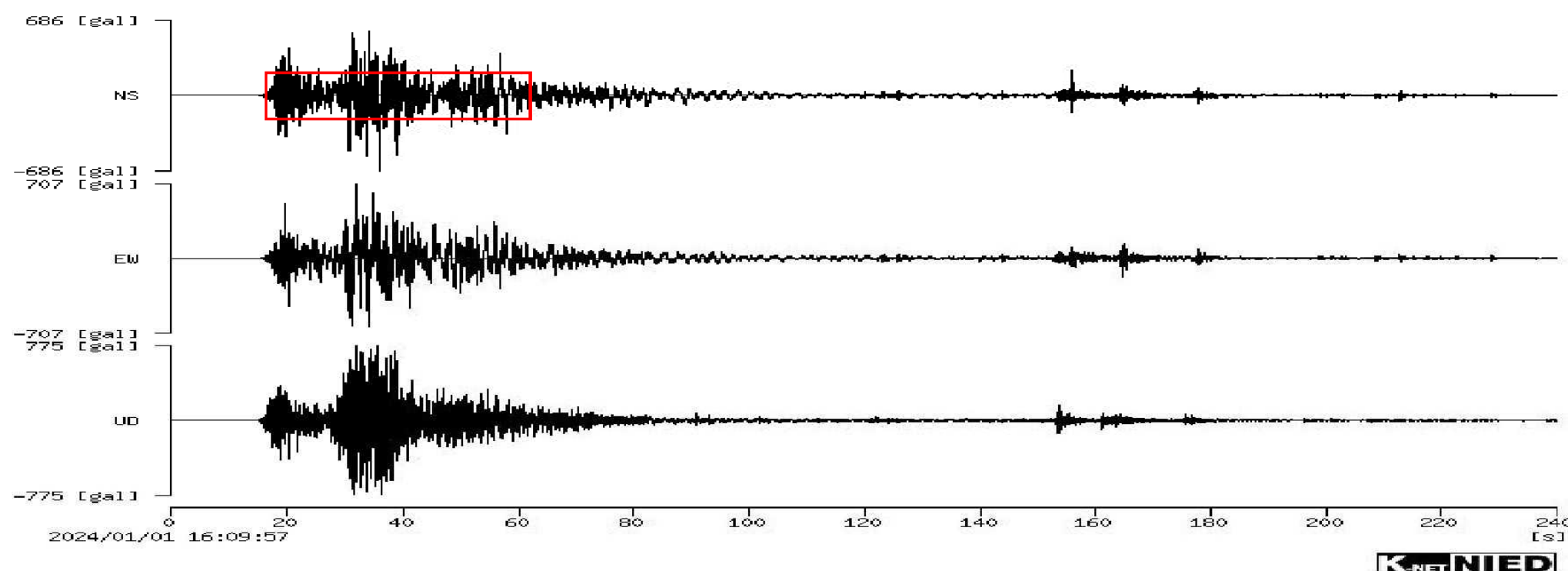
被害発生メカニズムのイメージ図





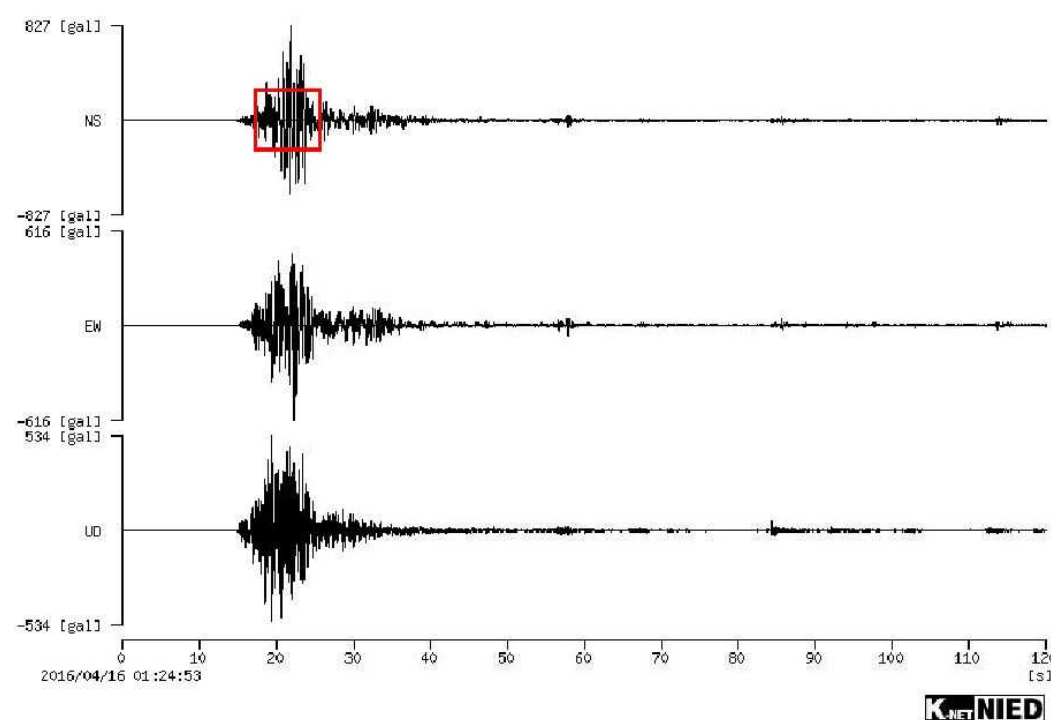
## 令和6年能登半島地震 K-NET正院（珠洲市） 震度6強（M7.6）

ISK002 2024/01/01-16:10:12



## 平成28年熊本地震 K-NET熊本（熊本市） 震度6強（M7.3）

KHM006 2016/04/16-01:25:08



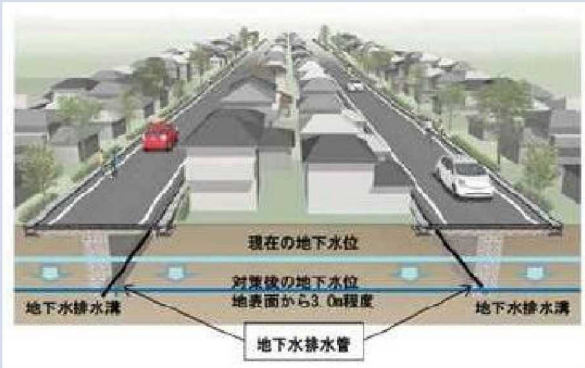

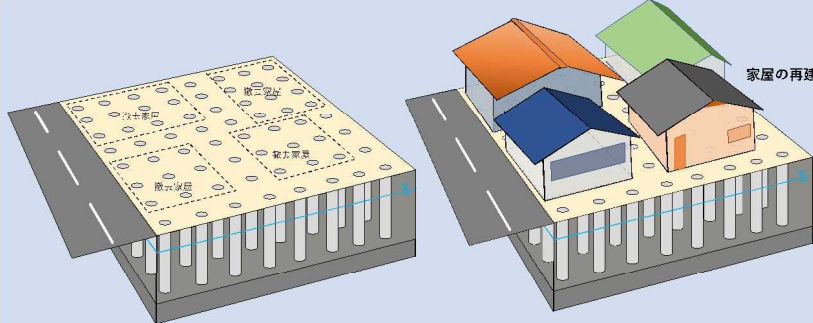
同程度の大きさ（最大振幅約800gal）の地震波形で比較した場合、熊本地震では、液状化を発生させる150gal程度以上の継続時間が10秒程度なのに対し、能登半島地震は40秒程度と長い。地震動の継続時間が液状化の被害の拡大に影響した可能性。

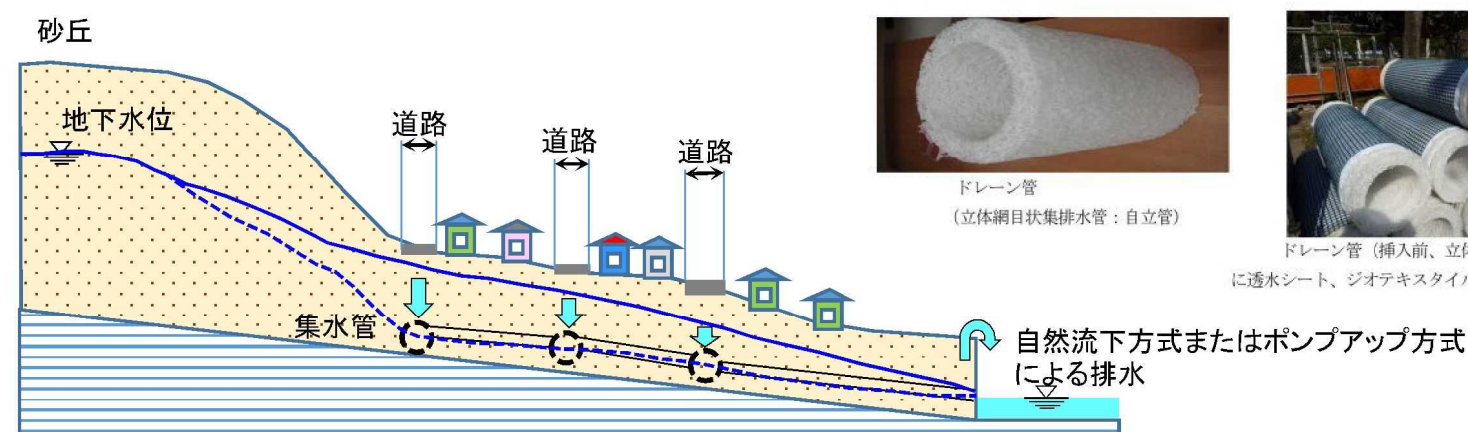




## 【適用可能な液状化対策工法の選定】

- 公共施設と宅地の一体的な液状化対策工法の中から、当該地区の特性を踏まえ、「地下水位低下工法」と「地盤改良工法」を選定した。

	地下水位低下工法	格子状地中壁工法	地盤改良工法
工法概念			
概要	宅地や道路の地下水位の高さを強制的に低下し、地表面下に非液状化層厚を確保し、その下の液状化層の厚さや液状化の程度を軽減する。	原地盤とセメントなどの改良材を強制的に混合攪拌して、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て囲込むことで、液状化を抑制する。	原地盤に圧入・振動等により砂杭等を造成し、杭間原地盤の密度を増大させて、地盤強度（N値等）を高めることで、液状化を抑制する。
適用可否	○	× (当該地では地下水阻害により周辺の液状化リスクを高める可能性があるため)	○



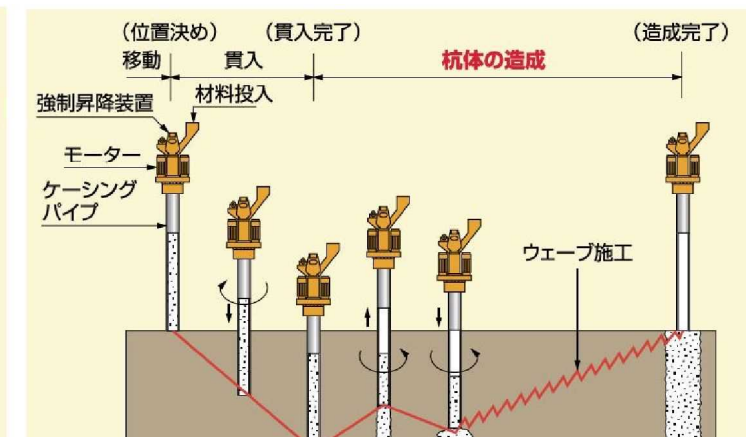
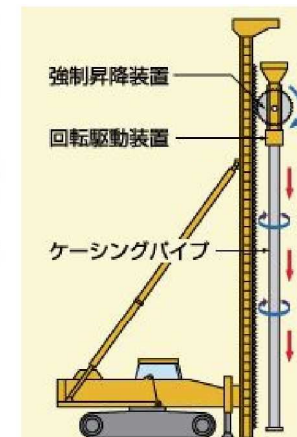
- ・道路直下に集水管を設置し、宅地の地下水位を低下する工法
- ・排水には自然流下方式、ポンプ排水方式がある



ドレーン管  
(立体網目状集排水：自立管)



ドレーン管（挿入前、立体網目状集排水管に透水シート、ジオテキスタイルを巻いた状況）



- ・砂等を圧入するなどして地盤のN値を上げる工法
- ・砕石杭などによる間隙水圧消散工法なども選択肢となる




# 2. 液状化対策工法に係る実証実験について

## 【実証実験の概要】

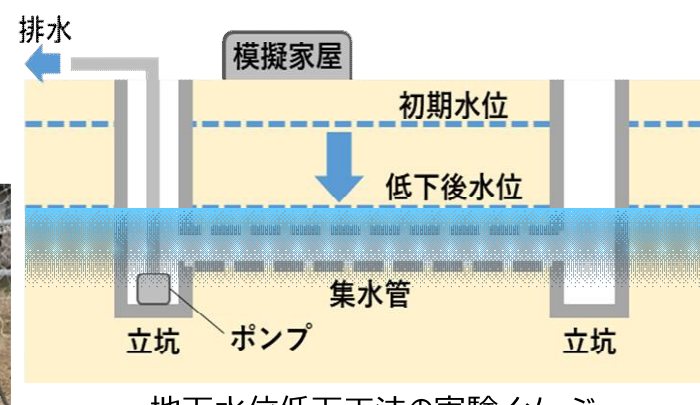
- 液状化対策工法として選定された「地下水位低下工法」と「地盤改良工法」について、地盤特性が異なるエリアA（自然地盤（砂丘層））とエリアB（埋立地盤）の各エリアで実証実験を実施

	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）	・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（地盤沈下量、井戸の影響など）	・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）
実験箇所	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 >



模擬家屋の例




排水  
初期水位  
低下後水位  
集水管  
立坑  
ポンプ  
立坑

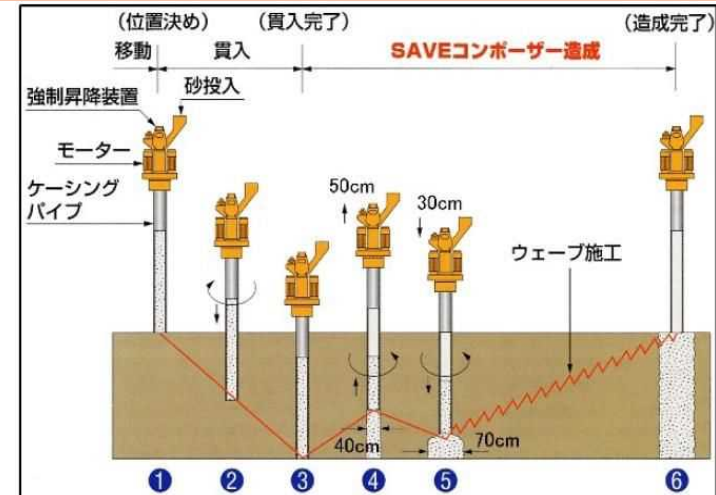
地下水位低下工法の実験イメージ

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工法施工完了事例<sup>1)</sup>



（位置決め）移動  
（貫入完了）砂投入  
（造成完了）  
強制昇降装置  
モーター  
ケーシングパイプ  
ウェーブ施工  
50cm  
30cm  
40cm  
70cm

SCP工法の施工サイクル<sup>2)</sup>

観測目的	観測項目
原地盤特性	N値※1、透水係数※1、粒度※1、液性・塑性限界※1
対策効果検証	N値※3、粒度※3、液性・塑性限界※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

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

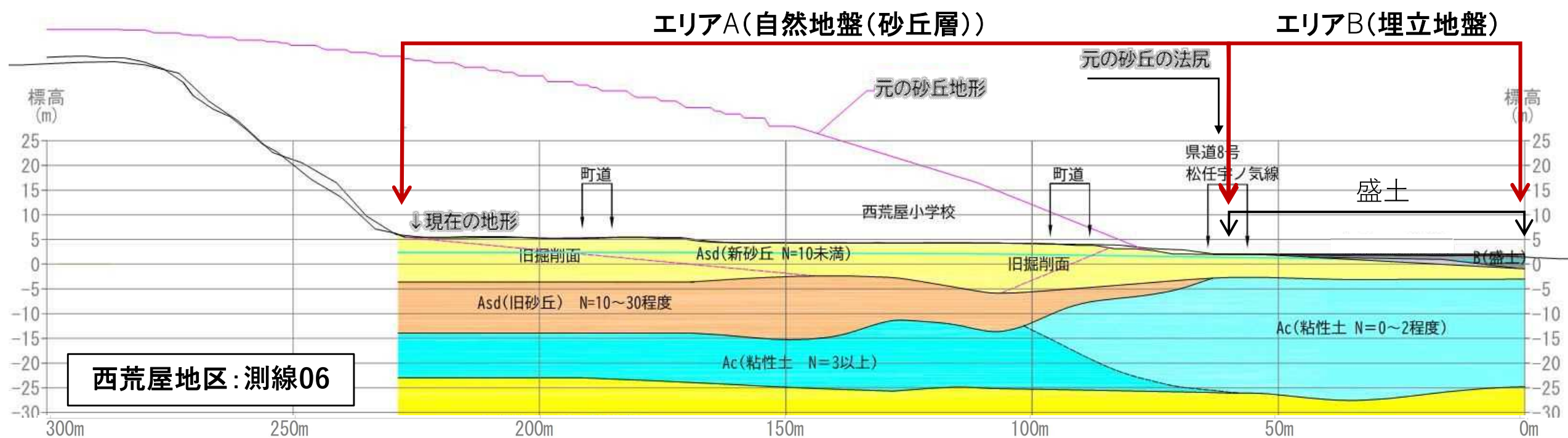
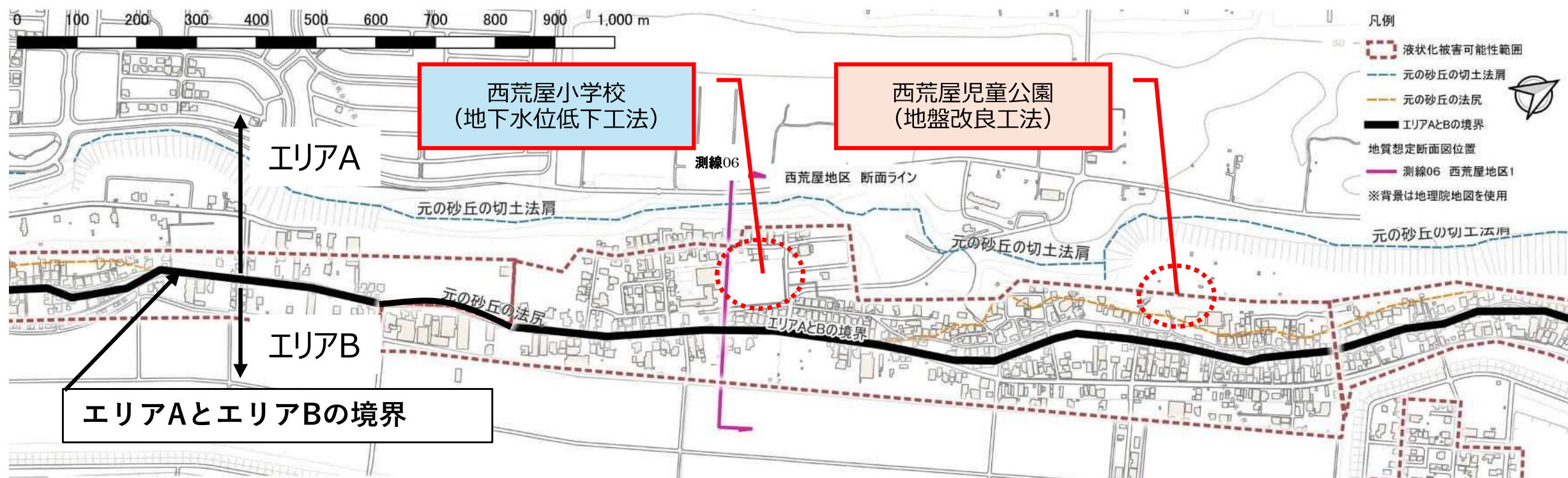
無印：定期、下線：連続、※1：施工前、※2：施工中、※3：施工後



## 2. 液状化対策工法に係る実証実験について

### 【実証実験箇所（エリアA）】

- エリアA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~-2.5m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「西荒屋小学校」（地下水位低下工法）と「西荒屋児童公園」（地盤改良工法）を選定。



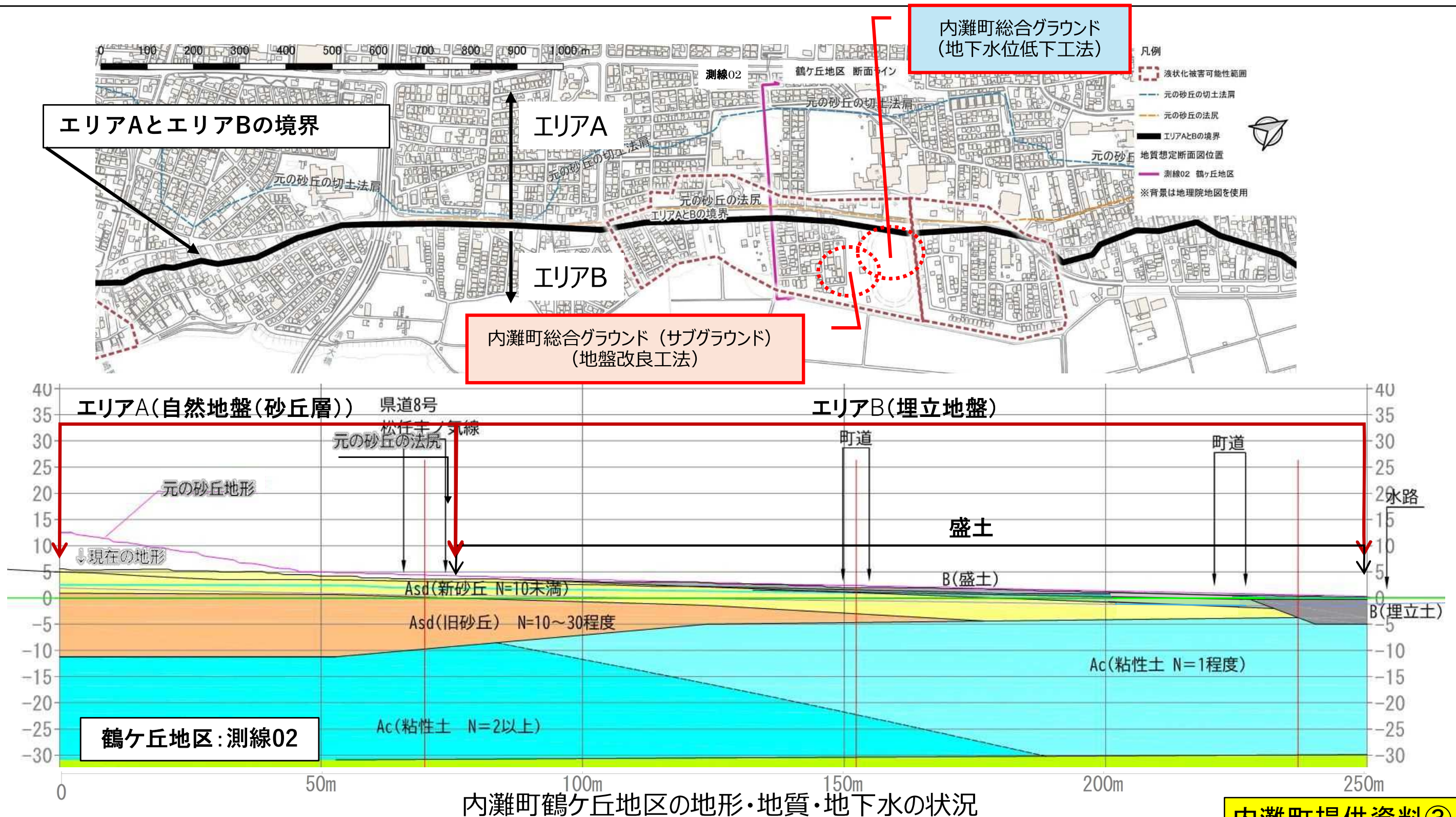
内灘町西荒屋地区の地形・地質・地下水の状況



## 2. 液状化対策工法に係る実証実験について

### 【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。

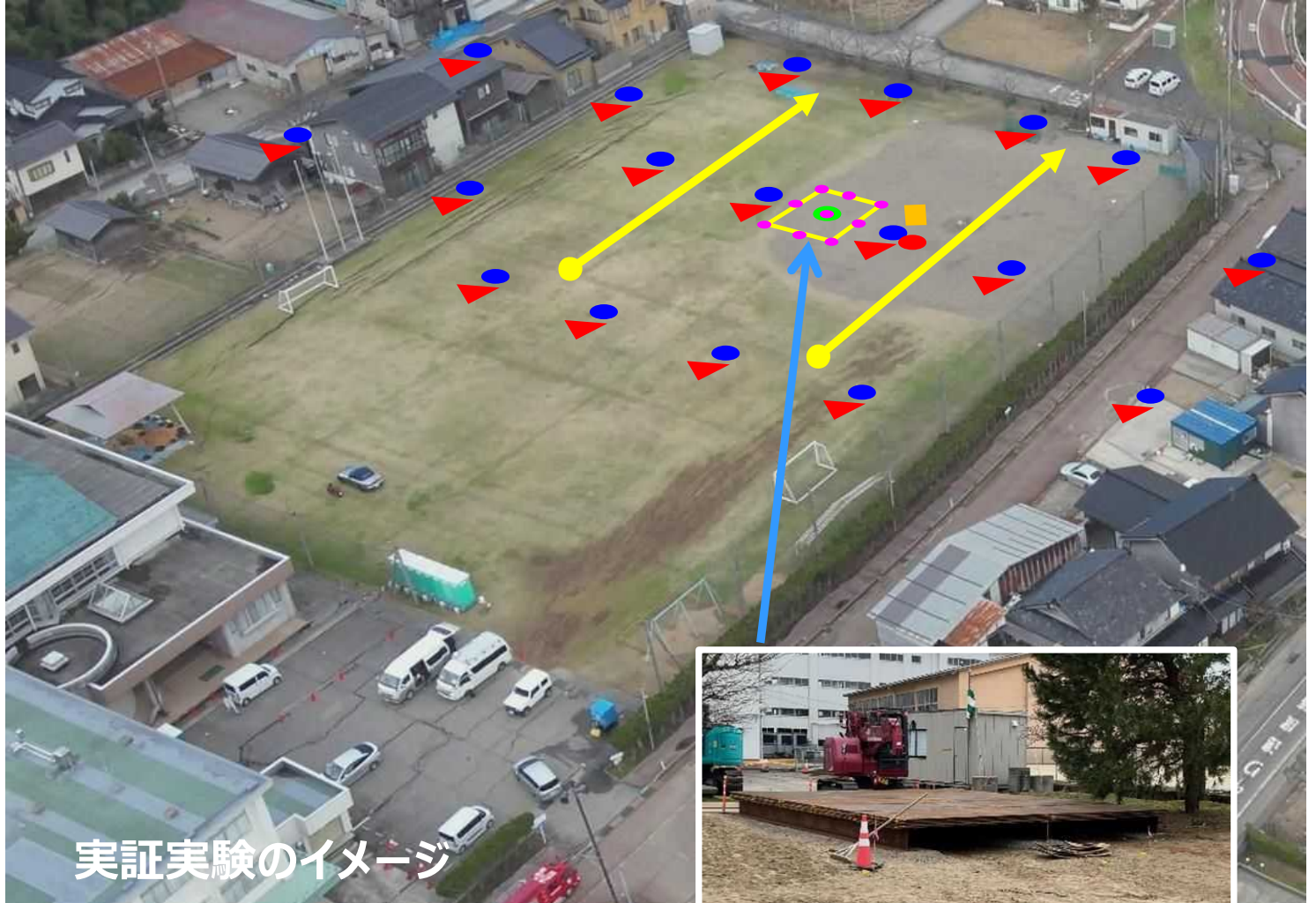
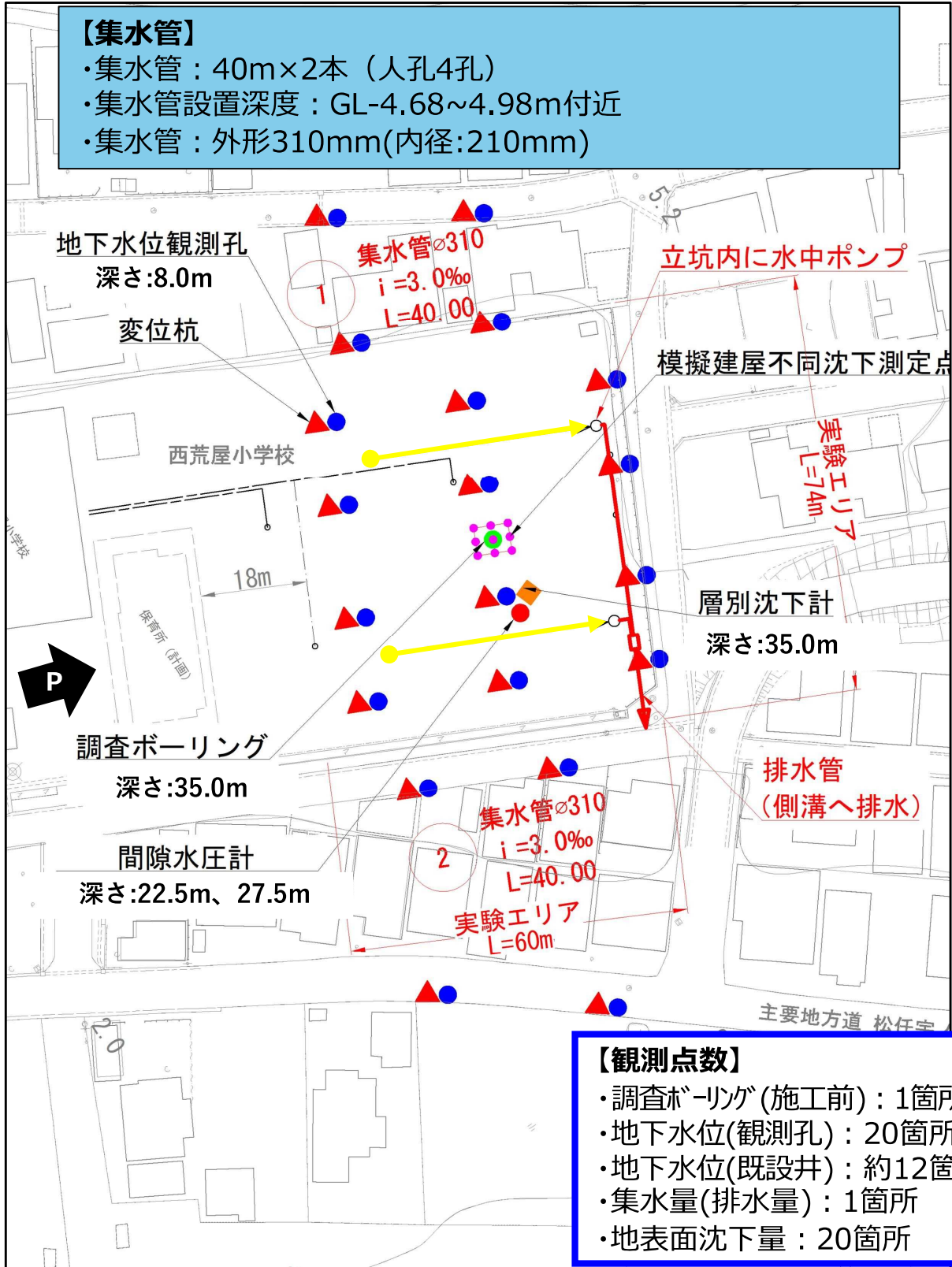




## 2. 液状化対策工法に係る実証実験について

【実証実験施設配置計画（地下水位低下工法\_エリアA：西荒屋小学校グラウンド）】

○ 地下水位低下工法の実証実験施設配置計画概要図を以下に示す。



模擬家屋の例  
(7.5m×6m、2階建相当、布基礎)

**【観測点数】**

- ・調査ホーリング(施工前)：1箇所
- ・地下水水位(観測孔)：20箇所
- ・地下水水位(既設井)：約12箇所
- ・集水量(排水量)：1箇所
- ・地表面沈下量：20箇所
- ・層別沈下量：1箇所(5深度)
- ・間隙水圧：1箇所(3深度)
- ・模擬建屋不同沈下量：9箇所
- ・周辺家屋沈下量：約30箇所※

※ 別途、家屋調査を実施

- ・調査ホーリング(施工前)：1箇所
- ・地下水位(観測孔)：20箇所
- ・地下水位(既設井)：約12箇所
- ・集水量(排水量)：1箇所
- ・地表面沈下量：20箇所

- ・層別沈下量：1箇所(5深度)
- ・間隙水圧：1箇所(3深度)
- ・模擬建屋不同沈下量：9箇所
- ・周辺家屋沈下量：約30箇所※

※ 別途、家屋調査を実施



## 2. 液状化対策工法に係る実証実験について

### 【実証実験施設配置計画（地盤改良工法\_エリアA：西荒屋児童公園）】

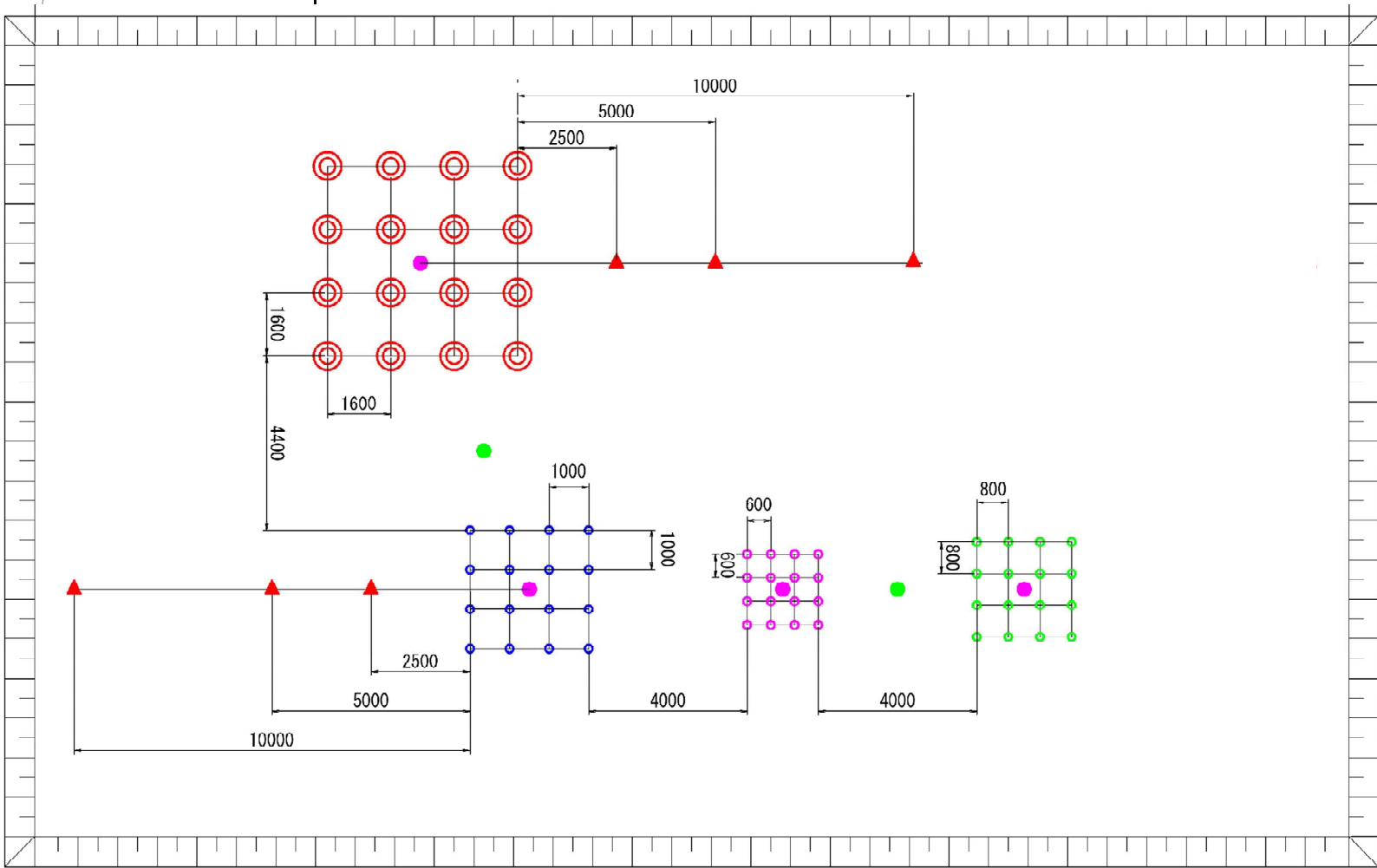
○ 地盤改良工法の実証実験施設配置計画概要図を以下に示す。

#### 【砂・礫杭】

- ・静的締固め工法：砂杭  
杭径：φ700mm、杭間：約1.5m、杭数：16本
- ・小型密度増大工法：礫杭  
杭径：φ200mm、杭間：0.8m, 1.0m, 1.2m、杭数：48本
- ・盛土：0.5m×20m×20m ※地表付近の低拘束圧対応

#### 【観測点数】

- ・調査ボーリング（施工前）：2箇所
- ・調査ボーリング（施工後）：4箇所
- ※1：3～4点/測線  
(2.5m, 5m, 10m)
- ・地表面変位：2測線※1
- ・騒音・振動：2測線※2
- ※2：3点/測線(5m, 10m)



▲	地表面変位（変位杭）
●	調査ボーリング〔施工前〕 …標準貫入試験、SWS試験、土の粒度試験、土の最小密度・最大密度試験
●	調査ボーリング〔施工後〕 …標準貫入試験、SWS試験、土の粒度試験、土の最小密度・最大密度試験
○	小型密度増大工法〔Φ=200mm、礫杭の間隔 0.6m × 0.6m 〕
○	小型密度増大工法〔Φ=200mm、礫杭の間隔 0.8m × 0.8m 〕
○	小型密度増大工法〔Φ=200mm、礫杭の間隔 1.0m × 1.0m 〕
◎	静的締固め工法〔Φ=700mm、砂杭の間隔 1.5m × 1.5m〕