

講演 1

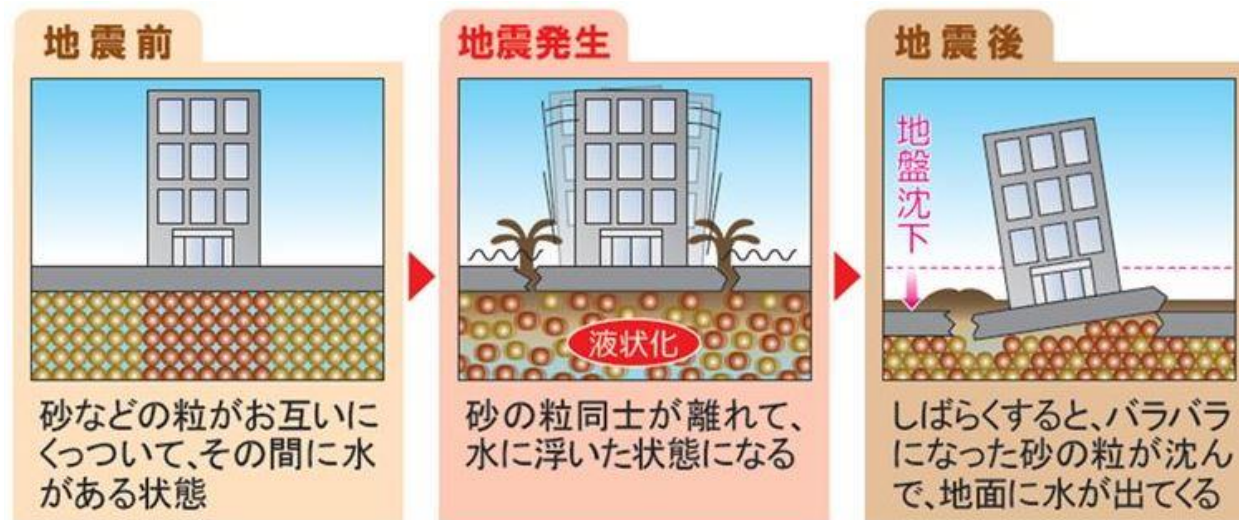
「熊本市宅地液状化防止事業」 について

熊本市液状化対策技術検討委員会 会長
熊本大学名誉教授 北園 芳人

液状化とは

○液状化とは

地下水位が高く、ゆるく堆積した砂地盤等が、地震により激しく揺らされ、砂の粒子と水が混ざり合うことで、地盤が一時的に液体のようにやわらかくなる現象のこと。



図_液状化とは

○液状化の発生する要因

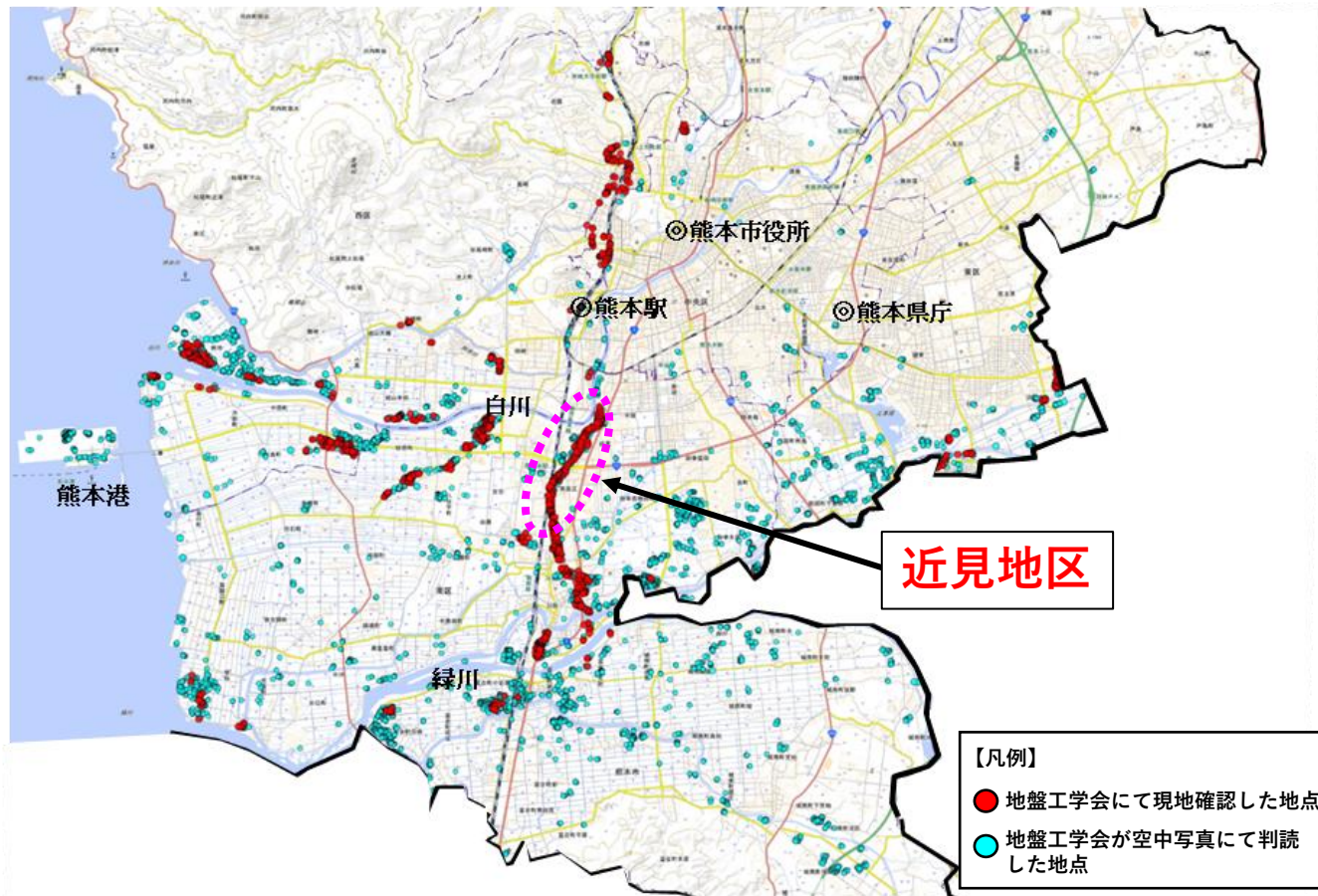
- ①地下水位が高い地域であること
- ②地盤がゆるく堆積した砂地盤であること
- ③地震等による強い揺れが一定時間継続して発生すること

⇒これらの条件が全て揃うと、液状化が発生する可能性が高い。

平成28年に発生した熊本地震での液状化被害（市全域）

- 熊本地震により市内各地で液状化被害が発生した。

⇒ 尚、宅地に被害が及んでいるのは、
約2,900戸と推定している。



写真_畑に亀裂が見られた地点



写真_マンホールが浮かび上がった地点



写真_広く噴砂が見られた地点

図 熊本地震による液状化発生箇所
(地盤工学会平成28年熊本地震地盤災害調査団液状化班報告(平成28年5月11日)_一部編集)

平成28年に発生した熊本地震での液状化被害（近見地区）



宅地液状化防止事業について

○宅地液状化防止事業とは

2011年3月11日に発生した東日本大震災を受け、公共施設と宅地との一体的な液状化対策により、大地震時における宅地の液状化による公共施設の被害を抑制するために策定された国の事業のこと。



写真_東日本大震災にて発生した液状化被害状況（茨城県_神栖市提供）

○事業実施要件 ※平成28年度 熊本地震発災当時の要件。

- ①当該宅地の液状化により、公共施設に被害が発生するおそれのあるもの。
- 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以上の土地の区域であり、かつ、区域内の家屋が10戸以上であるもの。
- ③事業区域内の宅地について所有権を有する全ての者等の2/3以上の同意が得られているもの。
- ④公共施設と宅地との一体的な液状化対策が行われているものと認められるもの。

⇒上記の4つの要件に合致した地区が「宅地液状化防止事業」を実施可能

「熊本市液状化対策技術検討委員会」について

○委員会の目的

地盤工学等の学識経験者による専門的な見地から、液状化対策の検討において必要な技術的事項を検討すること。

○委員名簿

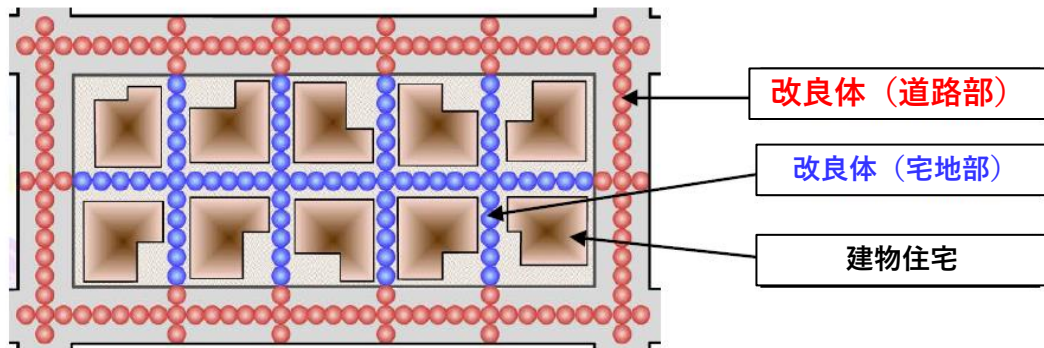
	氏名	所属・職名	専門
学 識 経 験 者	北園 芳人（会長）	熊本大学 名誉教授	地盤工学・地域防災
	市川 勉（副会長）	東海大学 名誉教授	地下水学
	永瀬 英生	九州工業大学 教授	地盤工学（液状化）
	村上 哲	福岡大学 教授	地盤工学（液状化）
	友清 衣利子	熊本大学 教授	建築構造・防災
	竹内 裕希子	熊本大学 教授	防災教育
行政	国土交通省_都市安全課_企画専門官		

※令和5年度現在は、永瀬教授が勇退され6名体制。

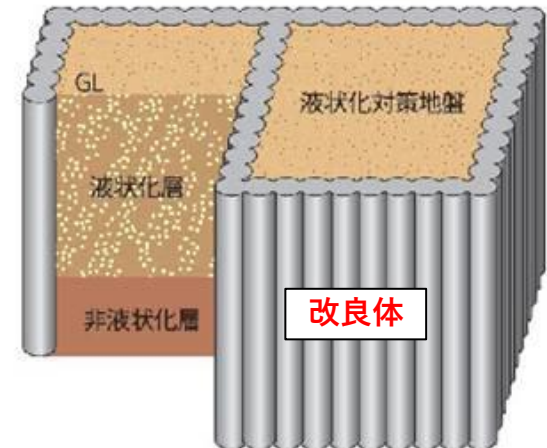
宅地液状化防止事業における主な対策工法

○格子状地中壁工法

地表からコンクリート系の地盤改良材を打ち込むことで、宅地を改良体で囲み、地震による地盤の横ずれを防ぎ、液状化被害を抑制する工法。



図_格子状地中壁工法 (イメージ)



図_格子状地中壁工法 (イメージ)

適している場所

- ①街区全体の住民同意が得られること
- ②敷地割が比較的整形であり、高低差が小さい街区
- ③敷地割が大きすぎず、家屋の間隔が2m以上離れている



写真_地盤改良体

⇒改良体の品質管理が困難であり、効果を確認、評価することが困難。
⇒他の対策案と比較し工費が高額。

宅地液状化防止事業における主な対策工法

○地下水水位低下工法

液状化の発生原因である地下水位を強制的に低下させることで、地表面下の地盤を液状化しにくい地層へ変え、液状化が発生する可能性を軽減し、被害を抑制する工法。



図_地下水水位低下工法_排水管方式（イメージ）

適している場所

- ① 地下水位が施工により下がる状況にあること
- ② 不同沈下を引き起こす粘土層が厚く堆積していないこと
- ③ 団地に道路があり、暗渠管を設置するスペースがあること

⇒実証実験を行った結果、近見地区では、十分な対策効果が確認でき、周辺へ有害な影響も確認されなかった「地下水水位低下工法」を選定した。



写真_実証実験の様子（近見1丁目ふれあい公園）平成30年2月～秋頃

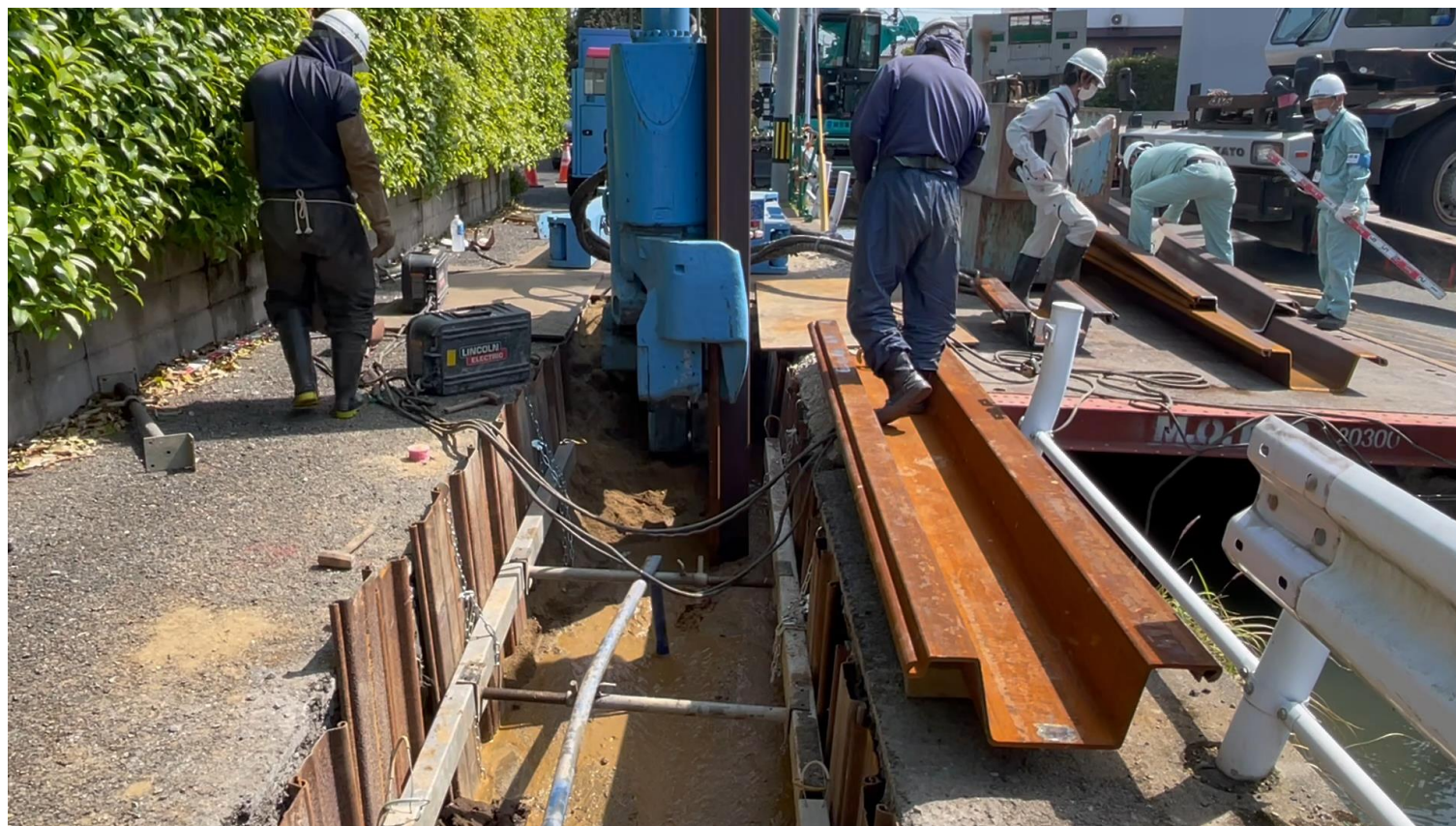
地下水位低下工法の進め方及び工事状況

①遮水鋼矢板で対策区域内外を分断

- 地下水を大量に低下させると、地盤沈下が発生する危険がある。
- 対策区域内だけの地下水位を低下させるため、連続的に「**遮水鋼矢板**」を約10mの深さまで設置することで区域を地中の中で分断させる。



写真_遮水鋼矢板



②地下水を集める

- 地下水を集水できる「**集水管**」を地中に設置。

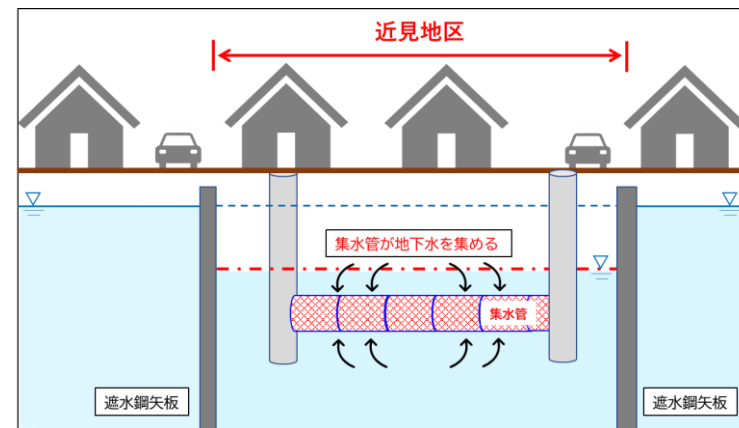


表面を
拡大すると...



写真_集水管概況

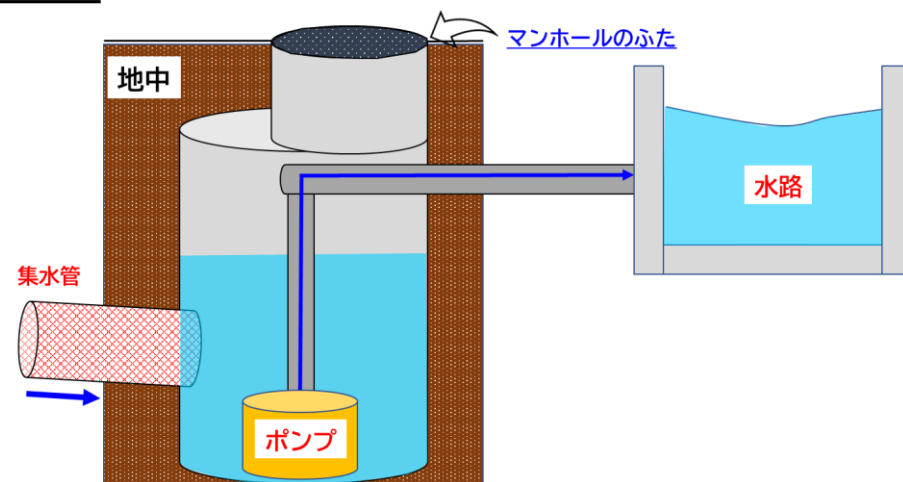
※表面の網目の部分から
地下水が管の中に流れ込む



図_地下水位低下工法（イメージ）

③ポンプにて地下水を地区外へ放出

- 「**集水管**」により集水した地下水はマンホールに集められ、ポンプにより対策区域外へ流出させている。
- 有害な地盤沈下が発生しないよう、段階的に地下水位を低下させている。



図_ポンプアップのイメージ

⇒対策区域内の地下水位を目標水位まで低下させていく

各地区の地下水位の状況について

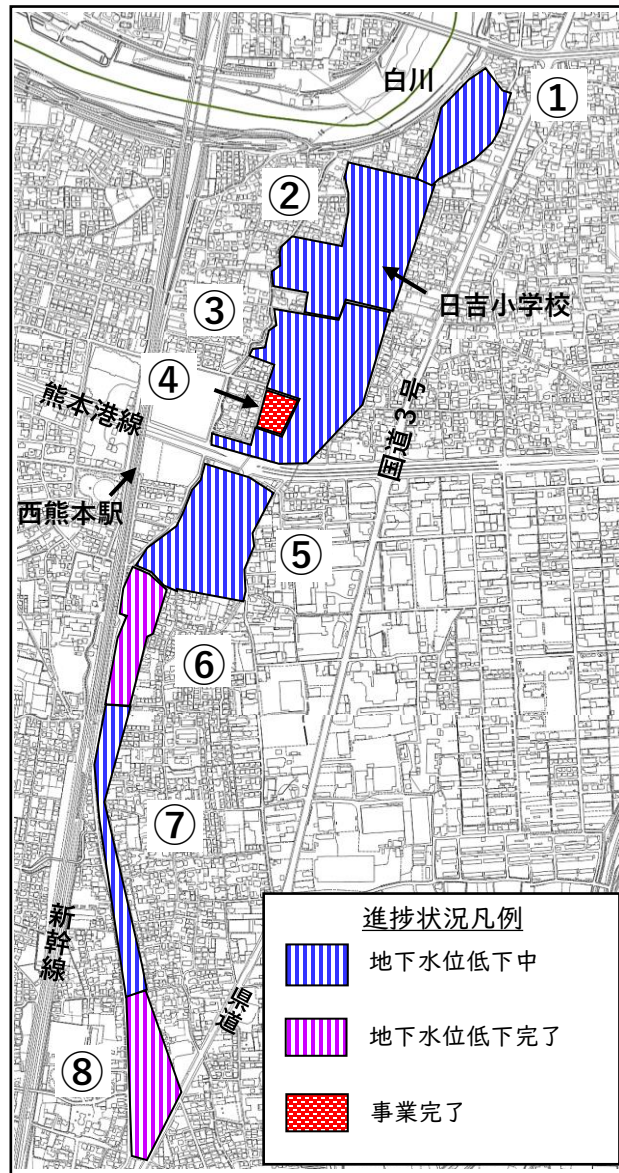


図 液状化対策区域の進捗状況

地区名	対策前	対策後
①	GL -1.0m	GL-2.3m
②		GL-3.3m
③		GL-3.3m
④		GL-3.4m
⑤		GL-2.9m
⑥		GL-2.7m
⑦		GL-1.7m
⑧		GL-2.7m

※10月末時点の地区代表箇所地下水位

- ・地下水位は対策前と比較し、概ね順調に面的に目標水位付近まで低下している。
- ・対策効果については、国交省が策定した、「市街地液状化対策推進ガイダンス」に基づき評価している。

※各地区の他地点での地下水位については
右のQRコードより熊本市HPをご覧ください。



各地区の沈下の状況について

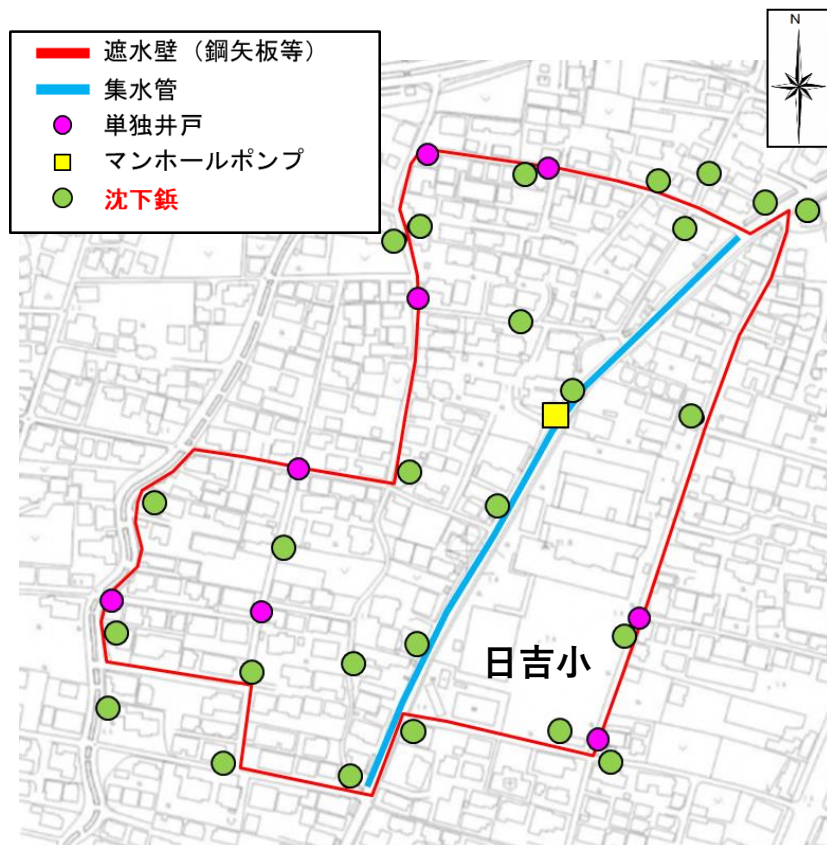
- ・ 沈下は50mm、傾斜は5/1000radを基準値と設定し地下水位低下を行っている。
- ・ 沈下鉆、代表家屋の観測を以下の頻度で実施している。
- ・ 下図のとおり、各地区とも地区内外を満遍なく観測している



写真_沈下鉆

地下水位低下中	1回/週
低下完了後から1年間	1回/月

(例) 【②地区の沈下観測位置図】

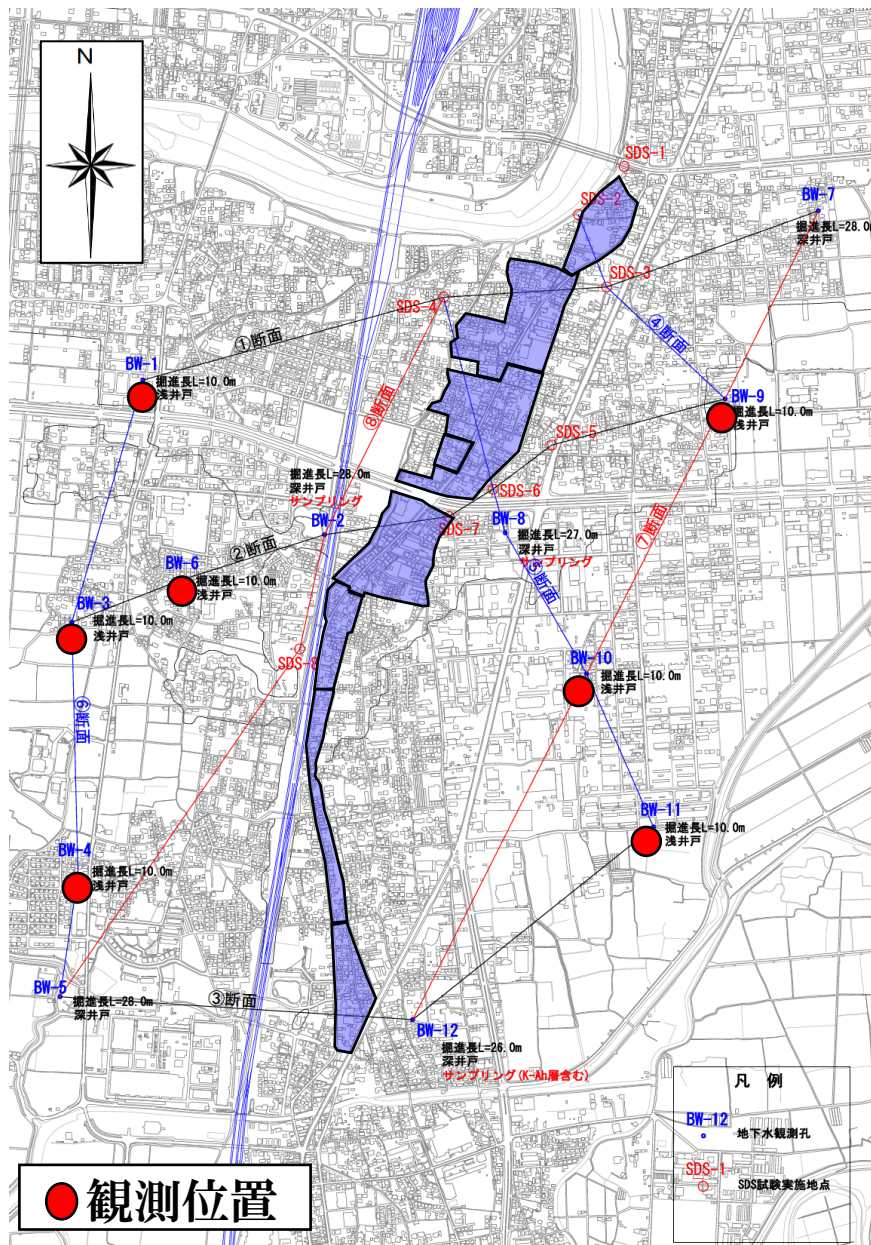


地区名	最大沈下量	最大傾斜角
①	2 mm	0.4/1000 rad
②	4 mm	0.3/1000 rad
③	9 mm	0.6/1000 rad
④	14 mm	—
⑤	9 mm	0.7/1000 rad
⑥	8 mm	1.0/1000 rad
⑦	4 mm	0.5/1000 rad
⑧	7 mm	1.0/1000 rad

※10月末時点のデータ。

**⇒各地区とも基準値以内であり、
有害な沈下は確認されていない。**

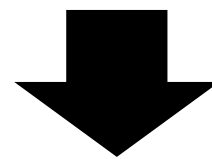
水質の変化について



図_広域的な地下水採水位置図

- ・各地区内及び近見地区の広域的な地下水の水質検査を年に2回実施している。
- ・検査項目は以下の11項目。

- ・一般細菌 ・大腸菌 ・亜硝酸態窒素
- ・硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素、
- ・塩化物イオン ・有機物の量、
- ・pH値 ・臭気 ・味 ・色度濁度

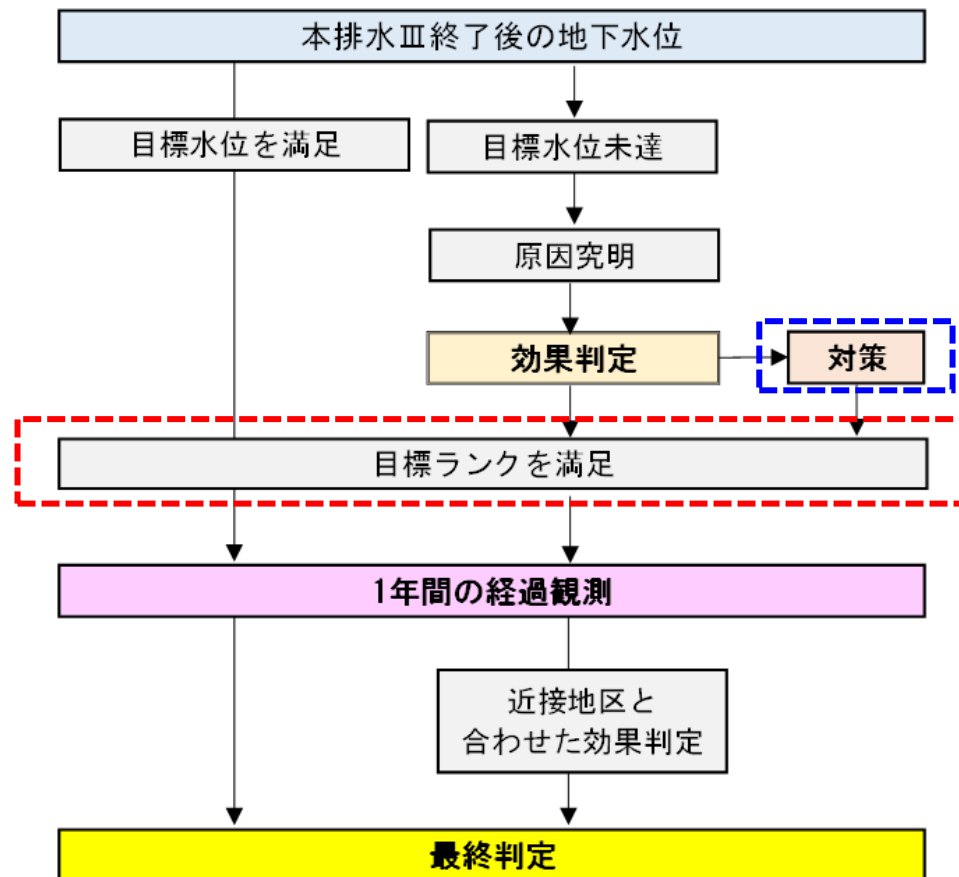


**「地下水位低下工法」による、
水質の変化は確認されていない**

液状化判定による事業評価

○事業評価判定フロー

- ・ 下図に熊本市宅地液状化防止事業における事業評価判定フロー図を示す。
- ・ 地下水位低下開始後、**目標水位GL-3.0mに到達**もしくは**一部の地点において目標水位GL-3.0mに未達であった場合においても目標ランクを満足**していれば、1年間の経過観測期間へ移行し、事業完了としている。



図_事業評価判定フロー

液状化判定による事業評価

【液状化判定】

ボーリング調査等により地質構成を調べ、地下水位の高さや土質試験結果を基に、その地盤が液状化しやすい地盤なのか総合的に判定するもの。

判定結果	液状化被害の可能性
C	顕著な被害の可能性が高い
B3	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2	
B1	
A	顕著な被害の可能性が低い

図_公共施設・宅地一体型液状化対策工法の判定基準
「宅地液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案)」
国土交通省都市局

【事業効果達成の目標値】

全ての地区において**液状化被害の抑制・軽減**が実現できる「**B2ランク**」以上を目標と設定している。

【各地区のランク変化】

※令和5年（2023年）12月3日（日）時点

※1年間の経過観測後、問題なければ事業完了としている。

地区名	対策前	対策後	
①	Cランク	一部の地点でCランクのまま	地下水位低下中
②	Cランク	全地点でB2ランク以上になる見込み	地下水位低下中
③	Cランク	全地点でB2ランク以上になる見込み	地下水位低下中
④	Cランク	全地点でB2ランク以上	事業完了
⑤	Cランク	全地点でB2ランク以上になる見込み	地下水位低下中
⑥	Cランク	全地点でB2ランク以上	1年間の経過観測期間
⑦	Cランク	一部の地点でCランクのまま	地下水位低下中
⑧	Cランク	全地点でB2ランク以上	1年間の経過観測期間

①地区・⑦地区の追加工事について

◇①地区

【原因】

- ・ 白川近くのため、透水性が良い砂層と悪い粘土層が、**不均質に入り混じっている地盤**。

【対策】

- ・ 詳細な地盤調査を実施し、有効な対策を検討後、追加工事を実施。

【今後の予定】

- ・ 工事は令和6年度中、事業は令和7年度末完了を目標。

◇⑦地区

【原因】

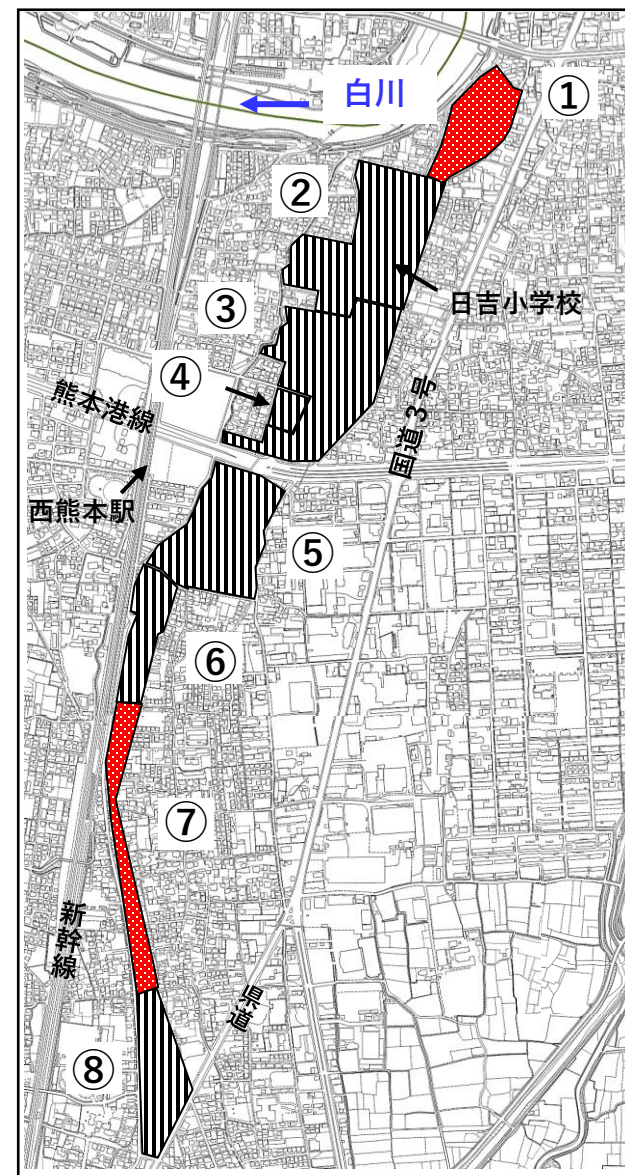
- ・ 地区中央部に透水性が悪い粘土層が介在し、集水機能を阻害している。

【対策】

- ・ 地盤調査を実施した結果、透水性が良い砂層が確認された場所へ集水管を追加設置する。

【今後の予定】

- ・ 今年から工事開始。令和6年の夏頃完成目標。
その後、地下水位低下を再開。令和7年度中の事業完了。



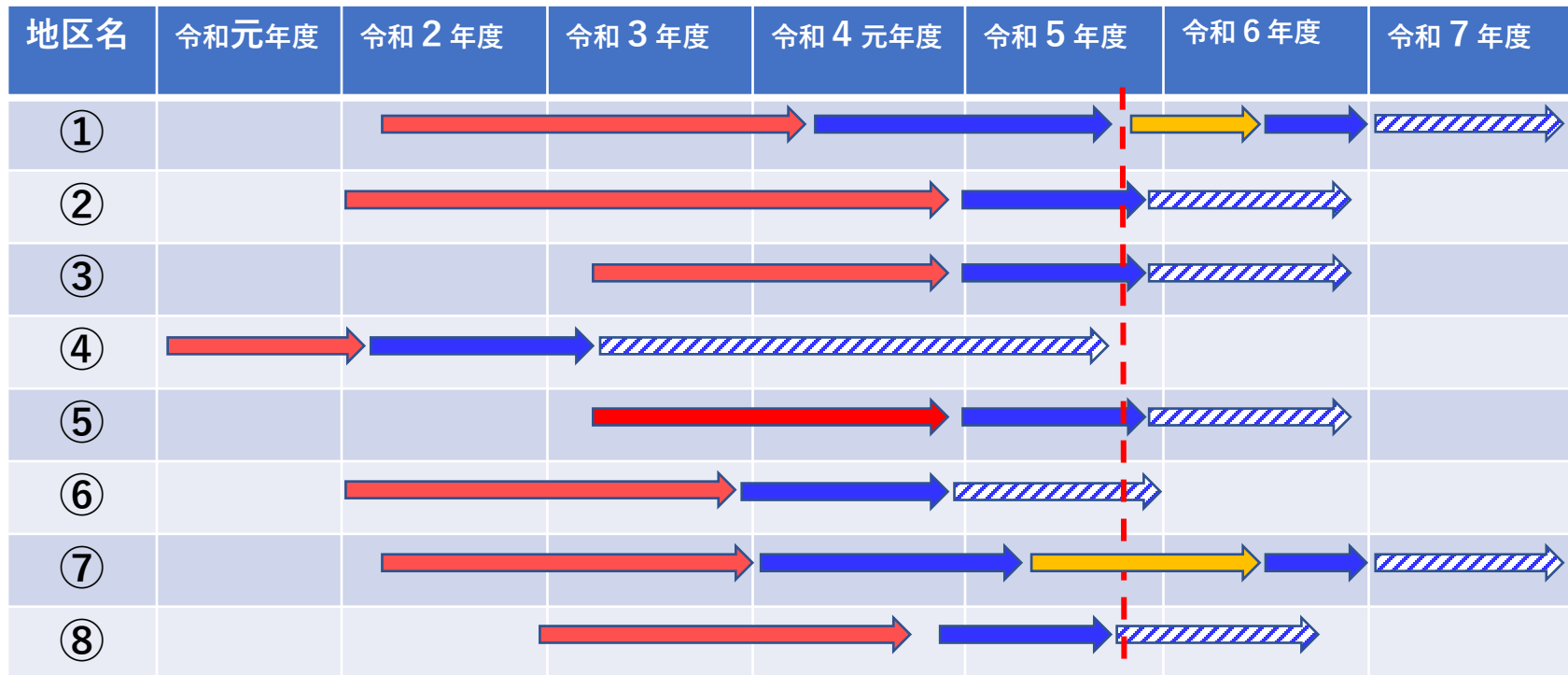
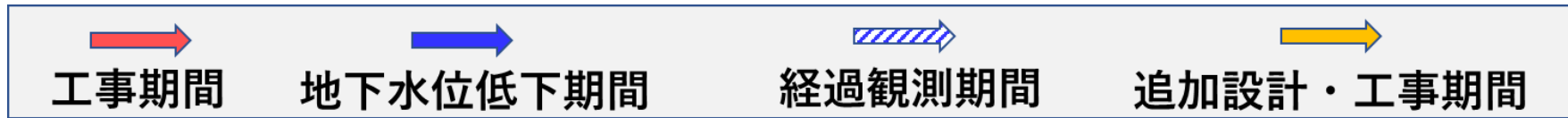
図_対策位置図

⇒近見地区は自然地盤にて形成されている。

⇒目に見えない地下での対策のため、対応が難しい。

今後の事業の流れ

-凡例-



※④地区においては隣接地区の③地区を含めた評価を実施している。

令和5年12月3日（日）現在

⇒全ての地区において令和7年度中の事業完了を目標。

⇒維持管理について、地元からの費用負担は発生しない。

ご清聴

ありがとうございました