

(1) 検討経過

久喜市液状化対策検討委員会では平成24年5月より、南栗橋地区における「液状化の原因究明」・「再液状化の可能性」・「一体的な液状化対策に有効な工法」などについて検討してまいりました。平成24年12月には、本日同様、それらの中間報告をいたしました。

この度、課題としていた地下水位低下工法の適用性について実証実験等の結果がとりまとめられましたので以下にその概要を報告いたします。

[平成24年12月に実施した中間報告時の主な内容]

- ① 液状化の原因究明
  - ：地質調査と土地利用の変遷整理により液状化により家屋の被害が生じた原因は造成に使われた浚渫土砂（Bs層）であると結論付けた
- ② 再液状化の可能性を整理
  - ：震災前後の地質状況に変化がないことや調査データによる液状化判定により、同規模の地震で再液状化が発生する可能性が高いことを確認
- ③ 対策に用いる想定地震と対策範囲の設定
  - ：久喜市全域の地盤強度を踏まえた想定地震の設定および想定地震による液状化対策必要範囲（案）の仮設定
- ④ 南栗橋の液状化に有効な対策の整理
  - ：騒音、振動、経済性を踏まえた対策工法の抽出により「地下水位低下工法」の適用性が高いことを整理
- ⑤ 対策実施にあたっての留意事項
  - ：地下水位低下工法の留意事項（水位が下がるか、圧密沈下の影響）について整理し、実証実験にて確認することとした

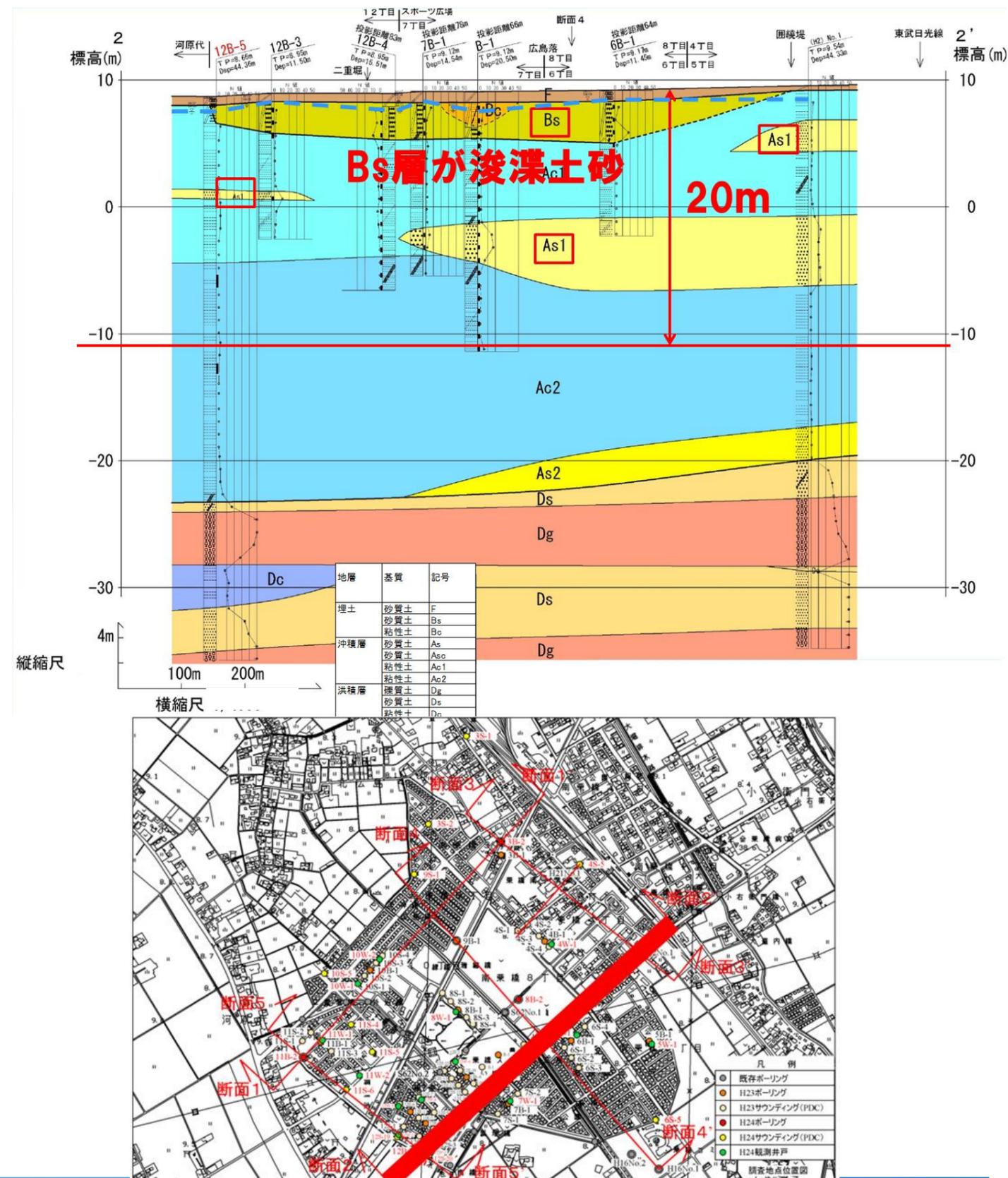
南栗橋スポーツ広場にて「地下水位低下工法」の実証実験を実施

- ・所定の水位まで地下水を下げることができるか
- ・水位を下げた際の家屋への影響はどうか

実験結果より、所定の水位まで地下水を下げられること・地下水位低下に伴う圧密沈下による家屋への影響はほとんど生じないことが確認できた

[本日の検討結果報告会の主な内容]

- ① 検討経過説明
- ② 対策する上で想定する地震
- ③ 対策範囲
- ④ 実験結果について
- ⑤ 南栗橋地区で有効な対策工法について
- ⑥ 久喜市液状化対策事業について



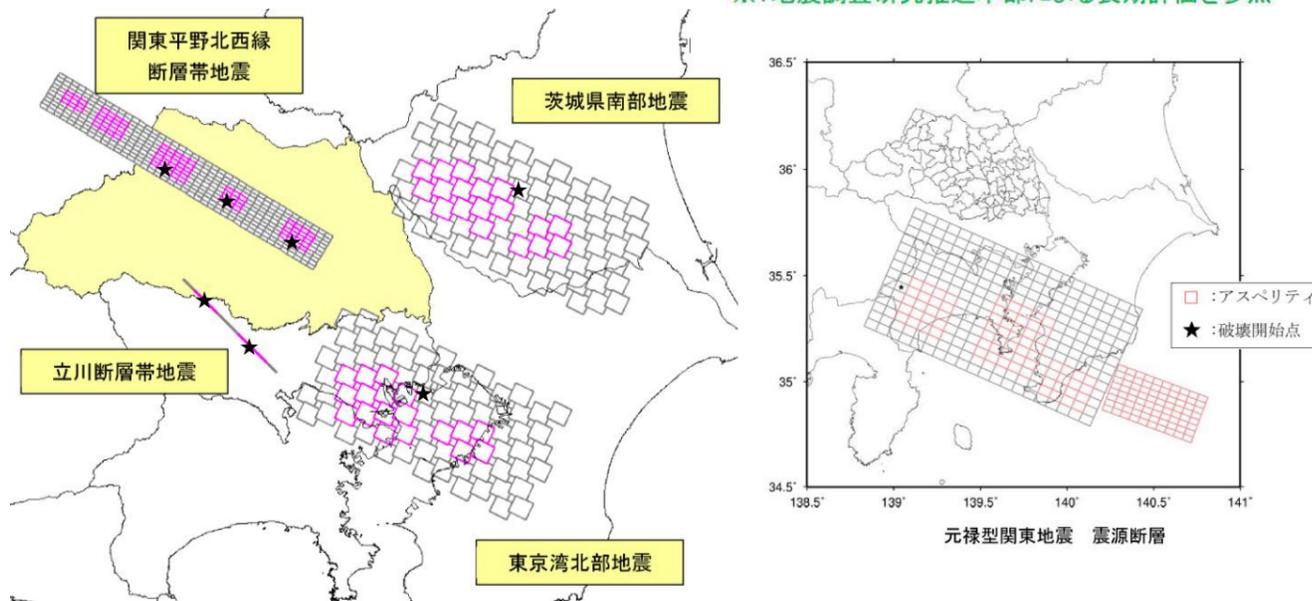
(2)対策する上で想定する地震

対策する上で想定する地震動はLV1 地震の「東日本大震災」と同レベルのマグニチュード及び久喜市で観測された地表面最大加速度 (M9、202gal) とした。

なお、LV2 地震については参考として埼玉県で取りまとめた「埼玉県地震被害想定調査 H26.3」において、今後発生が予見される地震について整理する。

海溝型地震 活断層型地震	再検証	東京湾北部地震 [M7.3]	フィリピン海プレート上面の震源深さに関する最新の知見を反映 ※今後 30 年以内に南関東地域でM7 級の地震が発生する確率:70%
	再検証	茨城県南部地震 [M7.3]	
	新規	元禄型関東地震 [M8.2] [相模湾～房総沖]	首都圏に大きな被害をもたらしたとされる元禄地震(関東大震災)を想定 ※今後 30 年以内の地震発生確率:ほぼ 0%
	変更	関東平野北西縁断層帯地震 [M8.1]	深谷断層と綾瀬川断層を一体の断層帯として想定 ※今後 30 年以内の地震発生確率:0.008%以下
	再検証	立川断層帯地震 [M7.4]	最新の知見に基づく震源条件により検証 ※今後 30 年以内の地震発生確率:2%以下

※:地震調査研究推進本部による長期評価を参照



地震名	マグニチュード	南栗橋地区の想定震度	南栗橋地区の想定地表面最大加速度
東京湾北部地震	7.3	5強	190.0
茨城県南部地震	7.3	6弱	329.9
元禄型関東地震	8.2	5強	156.2
関東平野北西縁断層帯地震	8.1	5強	407.5
立川断層帯地震	7.4	5弱	107.4

このうち発生確率、地表面最大加速度が高い茨城県南部地震について、M9、地表面最大加速度 202gal と液状化判定に与える影響を対比すると同じ地点の PL 値、Dcy (液状化の状態を判定する指標) は以下のように PL 値が大きくなり、東日本大震災以上の被害が想定される。

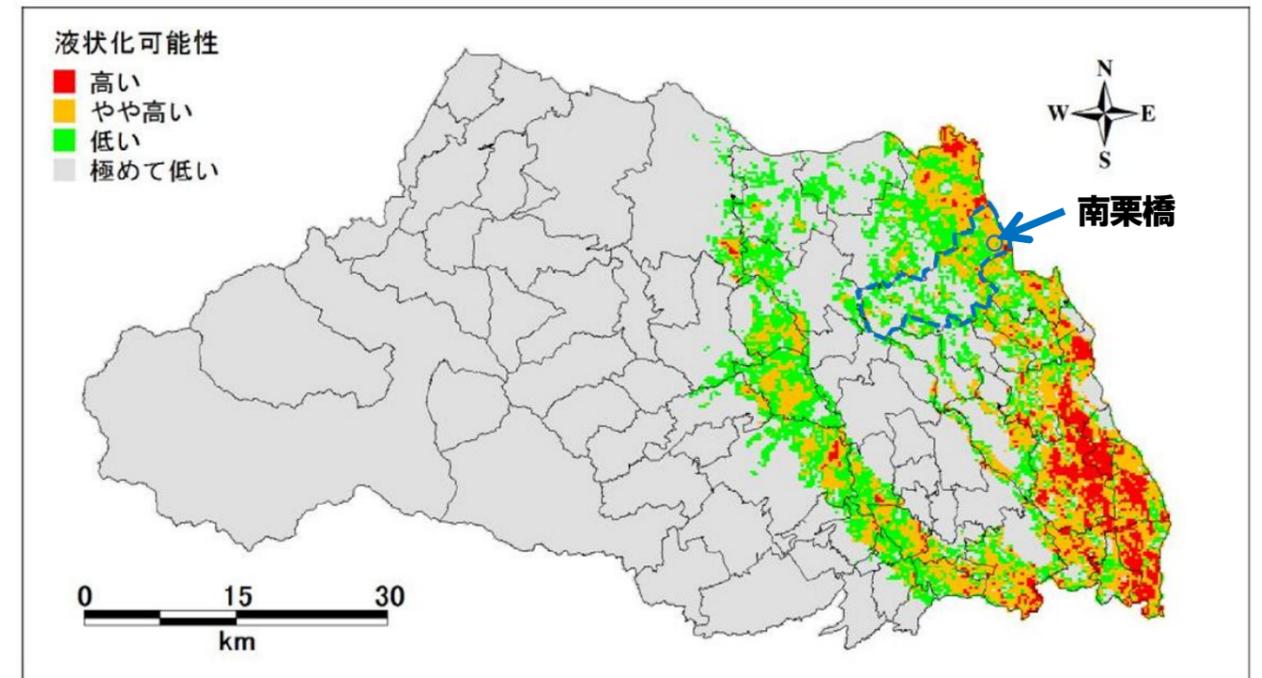
なお、発生確率は低い在地表面最大加速度が最も大きい関東平野北西縁断層帯地震についても同様である。

地震名	マグニチュード	地表面最大加速度(gal)	PL値	Dcy (cm)
東日本大震災	9.0	202.0	6.10	4
茨城県南部地震	7.3	329.9	8.58	4
関東平野北西縁部断層帯地震	8.1	407.5	11.02	4

[参考 12B-1]

また、茨城県南部地震における県内の液状化予測 (PL 値により判定) は以下のようになっており、南栗橋以外で液状化の可能性が高くなっている。

したがって、LV2 を用いる場合、南栗橋地区と接続地区の地盤強度が大きく変わるため、上下水道、ガス、下水管などがずれてしまうなどの問題が生じる可能性があることから、LV1 地震となる「東日本大震災」と同レベルとする。



(3) 対策範囲

対策範囲の設定にあたっては、「市街地液状化対策推進ガイダンス H26.3 国土交通省都市局都市安全課」に示される下記指標を用いる。

- ①「建築  $H_1$ -Dcy 法」：「建築基礎構造設計指針」を基本とし、非液状化層厚 ( $H_1$ ) と地表変位量 (Dcy 値) の関係から判定する手法
- ②「建築  $H_1$ - $P_L$  法」：「建築基礎構造設計指針」を基本とし、非液状化層厚 ( $H_1$ ) と液状化指標値 ( $P_L$  値) の関係から判定する手法

この結果から図1-7の判定図及び表1-3の判定図の数値表より、「A: 顕著な被害の可能性が低い」、「B: 顕著な被害の可能性が比較的低い」、「C: 顕著な被害の可能性が高い」の3ランクで判定する。

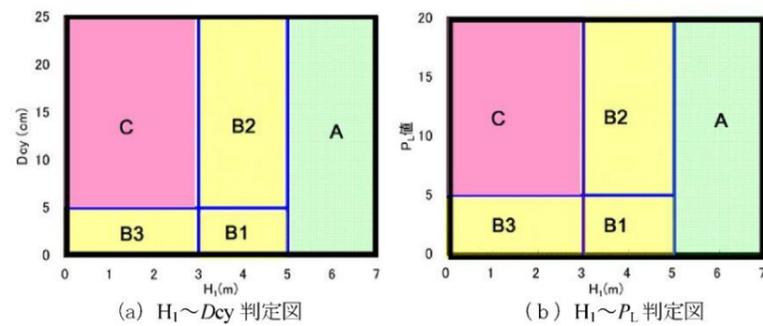


図1-7  $H_1$  値、Dcy 値、 $P_L$  値による判定図

表1-3 判定図の数値表

判定結果	$H_1$ の範囲	Dcyの範囲	$P_L$ 値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m 以下	5cm 以上	5 以上	顕著な被害の可能性が高い
B3	3mを超え、5m以下	5cm 未満	5 未満	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2		5cm 以上	5 以上	
B1		5cm 未満	5 未満	
A	5m を超える	-	-	顕著な被害の可能性が低い

1) 非液状化層厚 ( $H_1$ )

非液状化層厚 ( $H_1$ ) は、地表面から地下水位より浅い部分の層厚、または、粘性土層の層厚を示す。液状化層厚 ( $H_2$ ) は、地下水位より深い部分の液状化する層厚を示している。非液状化層厚 ( $H_1$ ) と液状化層厚 ( $H_2$ ) の関係を図1-8に示した。すなわち、 $F_L \leq 1.0$  となる地層の上端から下端までの厚さである。

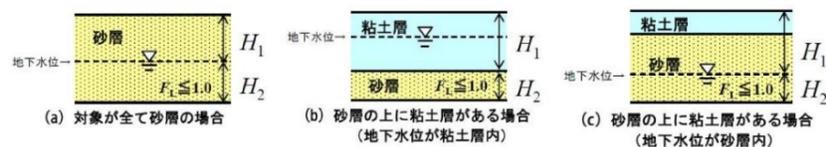


図1-8 非液状化層厚 ( $H_1$ ) と液状化層厚 ( $H_2$ ) の関係

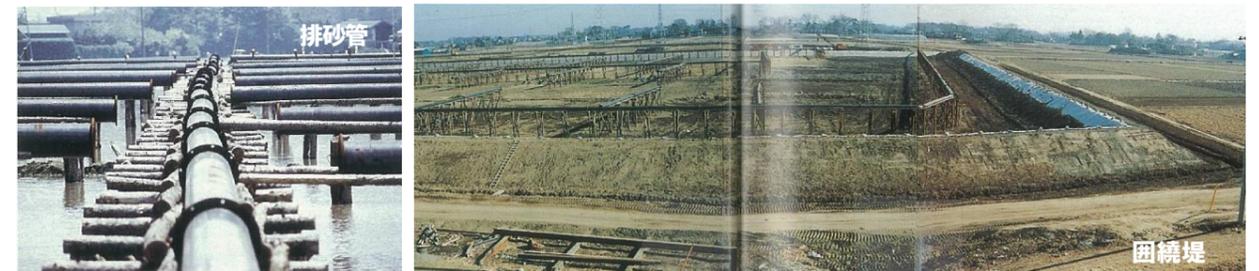
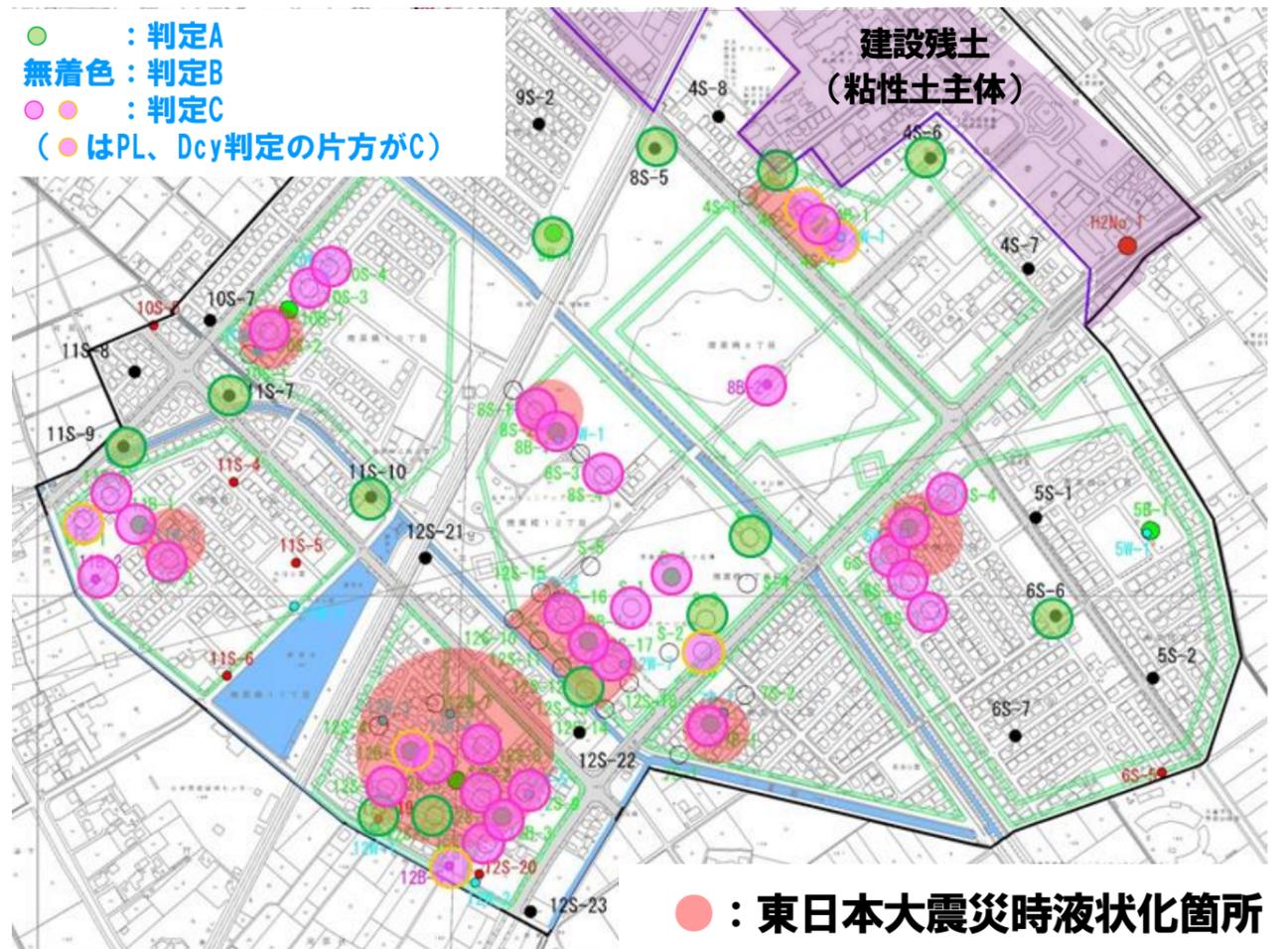
表1-4 地表変位量 (Dcy) と液状化の程度との関係<sup>2)</sup>

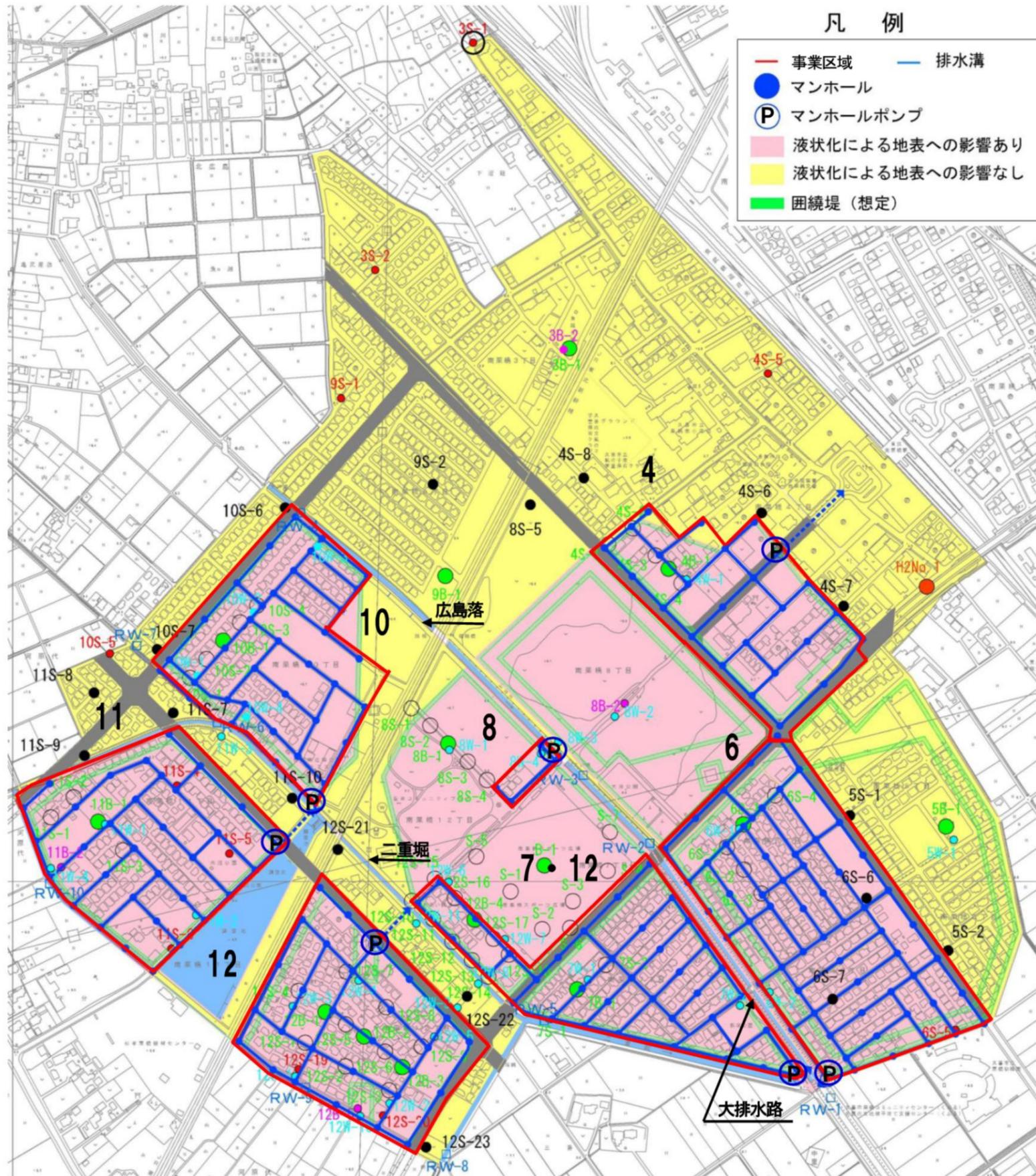
Dcy(cm)	液状化の程度
0	なし
~ 05	軽微
05 ~ 10	小
10 ~ 20	中
20 ~ 40	大
40 ~	甚大

表1-5  $P_L$  値と液状化による影響の関係<sup>3)</sup>

$P_L$	液状化発生の可能性
$P_L = 0$	液状化発生の可能性はない
$0 < P_L \leq 5$	液状化発生の可能性は低い
$5 < P_L \leq 15$	液状化発生の可能性はある
$15 < P_L$	液状化発生の可能性が高い

対策範囲は、造成地の埋戻し状況が異なっている可能性がある囲繞堤により区分する。東日本大震災時の被害実態と対比すると「判定C」の箇所において液状化被害が生じていることから、「判定C」がある区域は必要対策範囲とする。また、3丁目付近は建設残土により埋戻しがなされており粘性土主体であるため、検討範囲から除外する。

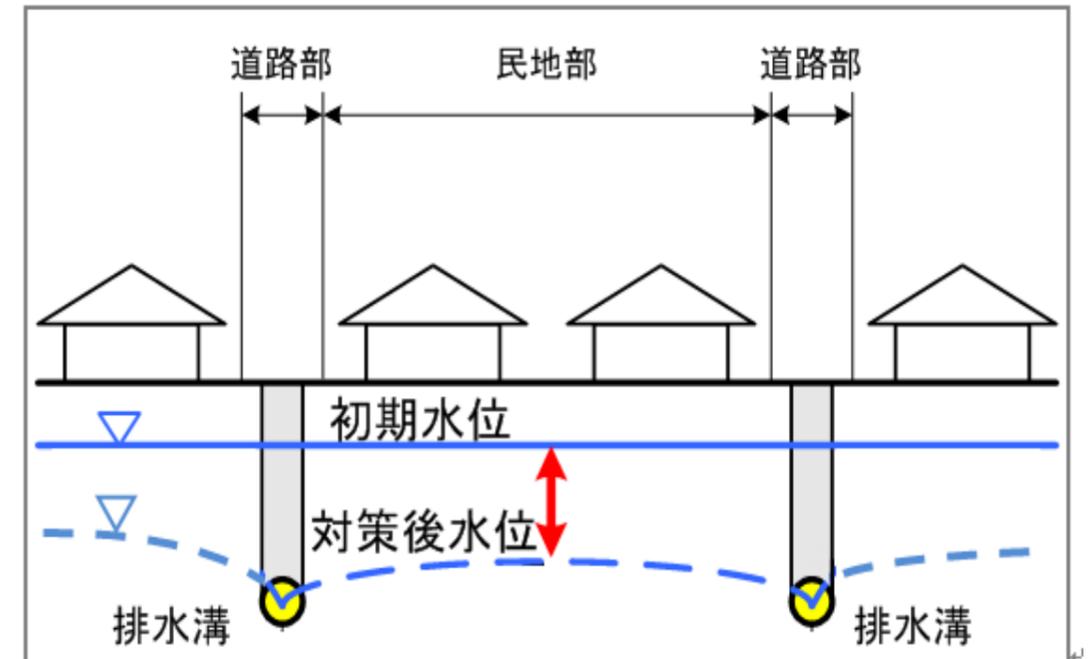




**[復興交付金による液状化対策事業の採択要件]**

1. 道路と宅地で一体的に液状化対策を行うこと
2. 対策費用は、国、自治体、及び所有者等が負担すること
3. 対策範囲は、3000㎡以上、10戸以上の家屋があること
4. 対策範囲の関係権利者の3分の2以上の同意を得ること

**[断面イメージ]**



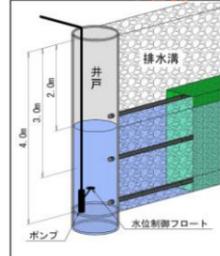
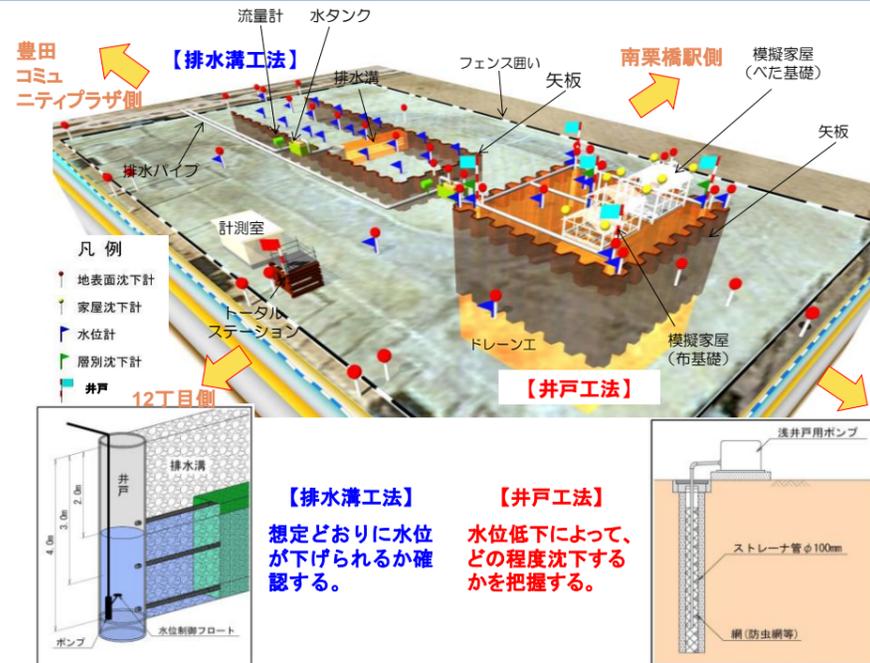
# 久喜市液状化対策検討結果報告会 概要書

## (4)実験結果について

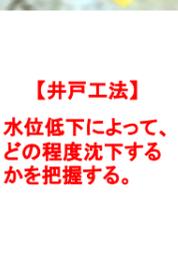
- ・実証実験では、想定通りに水位を下げられるか（排水溝工法）、水位低下によりどの程度沈下するか（井戸工法）の2点を確認した。

### 実証実験の概要

- ・水位低下の確認は水位測定により行い、排水溝工、井戸工の両工法を対象とした。沈下による影響把握は沈下測定により行い、井戸工のみを対象とした。
- ・実験で地下水位を低下させる際に、その影響が周辺に及ばないように、地下水を遮断するための鋼矢板を周囲に設けた。
- ・井戸工法では、沈下状況を短期間に確認するため、地盤改良を行った。



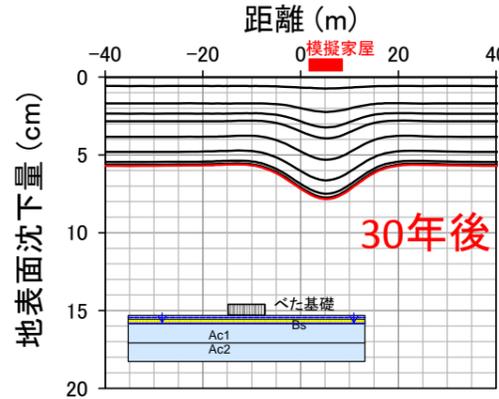
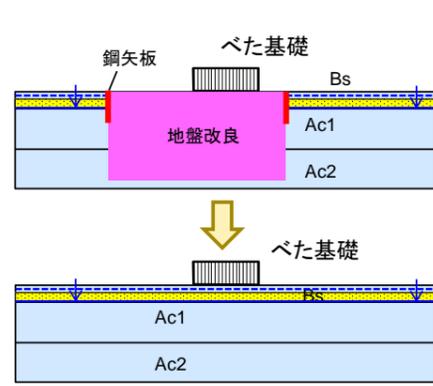
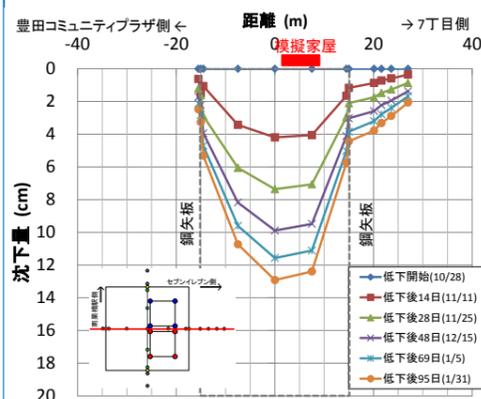
【排水溝工法】  
想定どおりに水位が下げられるか確認する。



【井戸工法】  
水位低下によって、どの程度沈下するかを把握する。

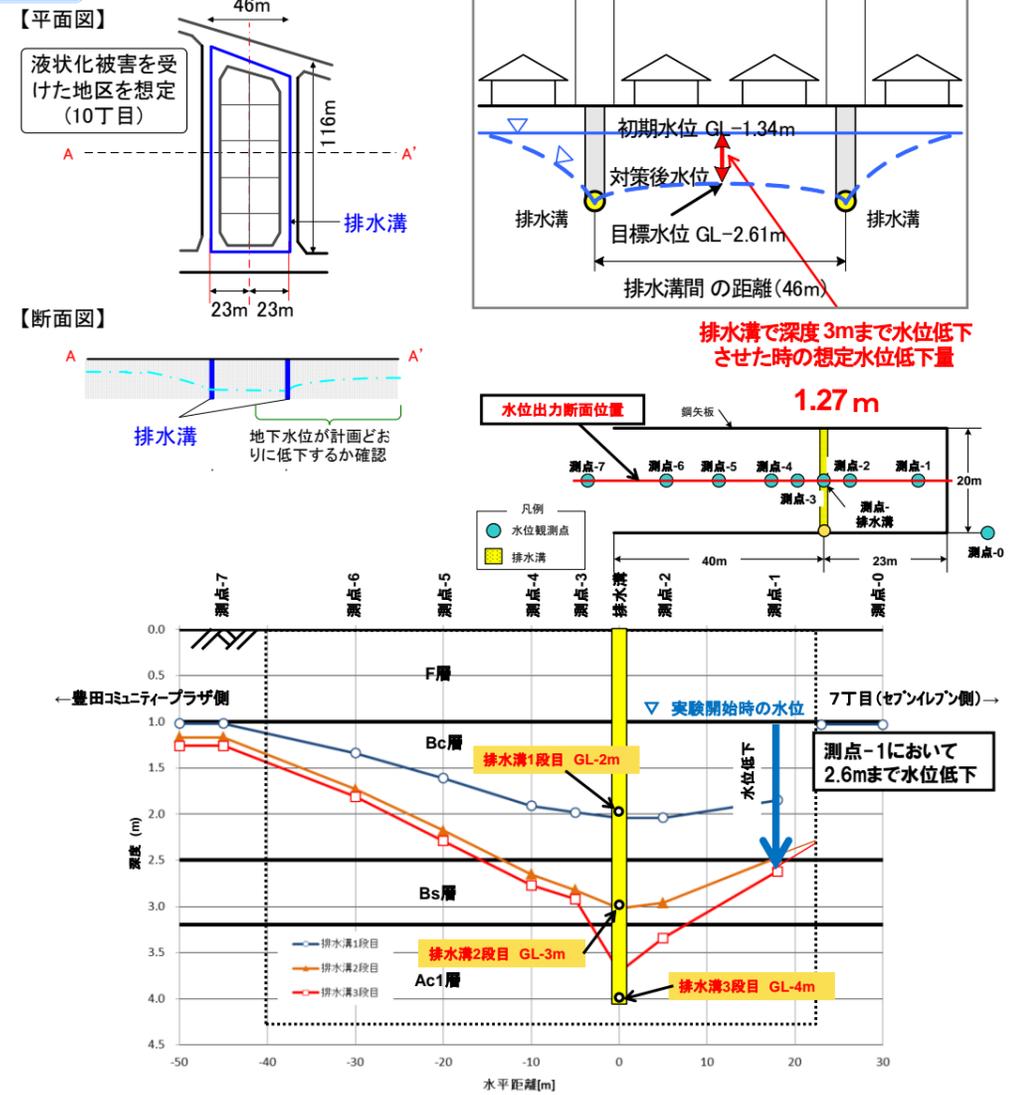
工種	H25年5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H26年1月	2月	3月
鋼矢板打設											
排水溝工											
排水溝実験											
地盤改良											
模擬家屋											
井戸工法実験											
復旧・撤去											

### 井戸工法



### 排水溝工法

- ・解析では、排水溝部で深度3.0 mまで1.66 m水位低下させた場合に、排水溝間中央部では深度2.6 mまで1.27 m低下すると予測した。
- ・実験結果から、排水溝間中央部相当位置で深度2.5 mまでの水位低下が確認され、さらに排水溝の水位を4.0 mまで下げた場合には2.6 mまで低下した（低下量では1.6 m）。
- ・道路部の排水溝施設から、想定通りに地下水位を下げられることが確認できた。



- ・実験で得られた沈下量は、図の中央部で13 cm程度、最大で15 cm程度となった。
- ・井戸工法工区を囲った鋼矢板や地盤改良、整地盛土荷重が模擬家屋の沈下に影響を与えていることが判明し、この影響を取り除いた解析の結果、水位低下による沈下量は最大7.8 cm (30年後) となった。
- ・工事の影響を除去した結果、国の「市街地液状化推進ガイダンス」に照らし、実験で検証された傾斜角は参考値未満に収まることが確認できた。

種別	最大沈下量 cm	最大相対変位 cm	最大傾斜角	最大変形角
実験結果 (模擬家屋)	14.7(終了時)	0.5	5.3/1,000	2.2/1,000
	19.9(予測値*1)	0.4	7.6/1,000	1.6/1,000
施工の影響を除去した解析結果	7.8(30年後)	0.5	0.3/1,000	1.9/1,000
ガイダンス*2	10~20(30)	—	3/1,000	—

\*1) 実験計測値に基づく予測値

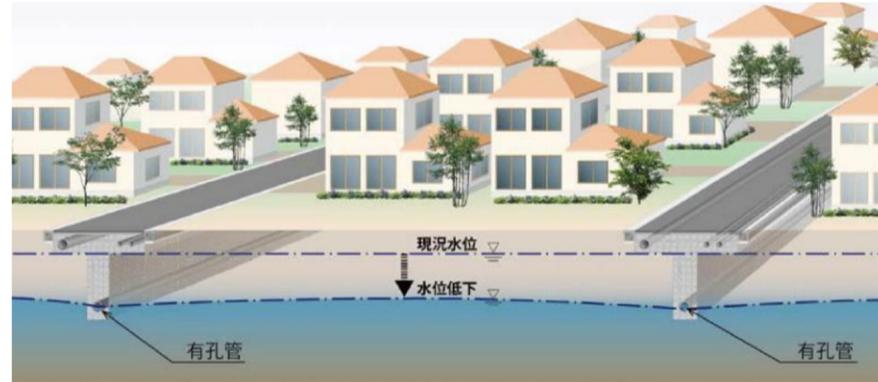
\*2) 沈下量は限度値の参考値、傾斜角は参考値(品確法基準レベル1相当)

\*3) 上記解析結果は、理想化された水平地盤、水平な地下水位に1棟の建屋荷重を載せた場合のものである。

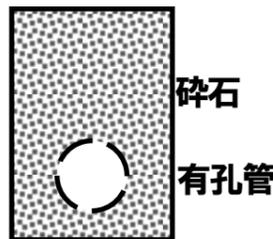
(5)南栗橋地区で有効な対策工法について

■ 「地下水位低下工法」とは

地下水位低下工法は、液状化発生の原因の一つである「地下水位」を下げることで、水と接しない砂層の厚さを増やすことで液状化強度を大きくする効果がある。地面から約3mの深さに穴の開いたパイプを埋設し、地下水を集めて排水する。



外周：透水シート



排水溝部構造図



写真は透水シートがない状態

宅地部の液状化対策として用いられている同種の事例として「**尼崎市築地地区（兵庫県南部地震）**」「**新潟県柏崎市（中越沖地震）**」がある。

■ なぜ、「地下水位低下工法」なのか

南栗橋地区で「地下水位低下工法」を最適とした理由は下記による。

- ①液状化の発生原因を直接的に除去できる。
- ②道路の下の工事だけで宅地下も効果が見込まれるため、原則、ほとんど宅地内での工事が発生しない。
- ③地下水を排水するための水路が整備されている。
- ④過去の地盤沈下において家屋の構造系に影響を与えるような不等（不同）沈下が報告されていないこと。
- ⑤対象となる砂層厚さが薄く水位低下量も少なく済む。
- ⑥維持管理費のみを住民負担とすることで、他工法に比べ、一度に多額の費用負担が生じない。

■ 「地下水位低下工法」にデメリットはないのか

「地下水位低下工法」を採用するにあたって留意すべき点を下記に示す。

- ①南栗橋地区には液状化が発生する砂層の下に粘性土層があるため、地下水位を低下させることで「**圧密沈下**」が発生する。
- ②排水溝の最下流には水路へ放流するためのポンプを設置することから**ポンプの維持管理費が発生する**。
- ③雨天時には一時的に水位が上昇する。
- ④想定している東日本大震災以上の地震に対しては、液状化による地表面への影響が生じる恐れがあるが**無対策よりは被害軽減される**。
- ⑤水位低下により「**庭木**」の生育に影響が生じる恐れがある。  
(浅根型となるツツジ、乾燥に弱いハナミズキ、ヤマボウシ等)

■ 圧密沈下は大丈夫なのか

下層に粘性土層があることから地下水低下に伴う「圧密沈下」が生じることが予想される。「圧密沈下」により懸念される現象と考えを下記にまとめる。

- ①どの程度の沈下が見込まれるのか  
→実験結果によれば**最大7.8cmの沈下**が見込まれる。
- ②家屋が傾いてしまうのではないのか  
→実証実験等により**家屋の使用に影響を及ぼすような傾斜が生じないもの**と考えられる。(工事前に家屋調査を実施し、事後の変状との対比が可能にする)
- ③水位低下による沈下が**無対策側に影響しない**か  
→実証実験を踏まえた解析結果により、**影響は生じないもの**と考えられる。
- ④既存排水施設への影響は生じないのか  
→排水溝工事により一部側溝の撤去・復旧を行うため、既存排水施設の**排水機能に問題が生じないような復旧**を行う。
- ⑤**インフラ埋設物への影響はない**のか  
→住民の同意が得られる範囲が確定次第、**埋設企業者と協議を行い対応**する。