

神栖市液状化対策 説明会

- ③地区(筒井大沼地区)
- ⑧地区(知手・知手中央地区)
- ⑬地区(太田新町地区)

平成28年 4月 10日
神栖市役所 都市計画課

P-1

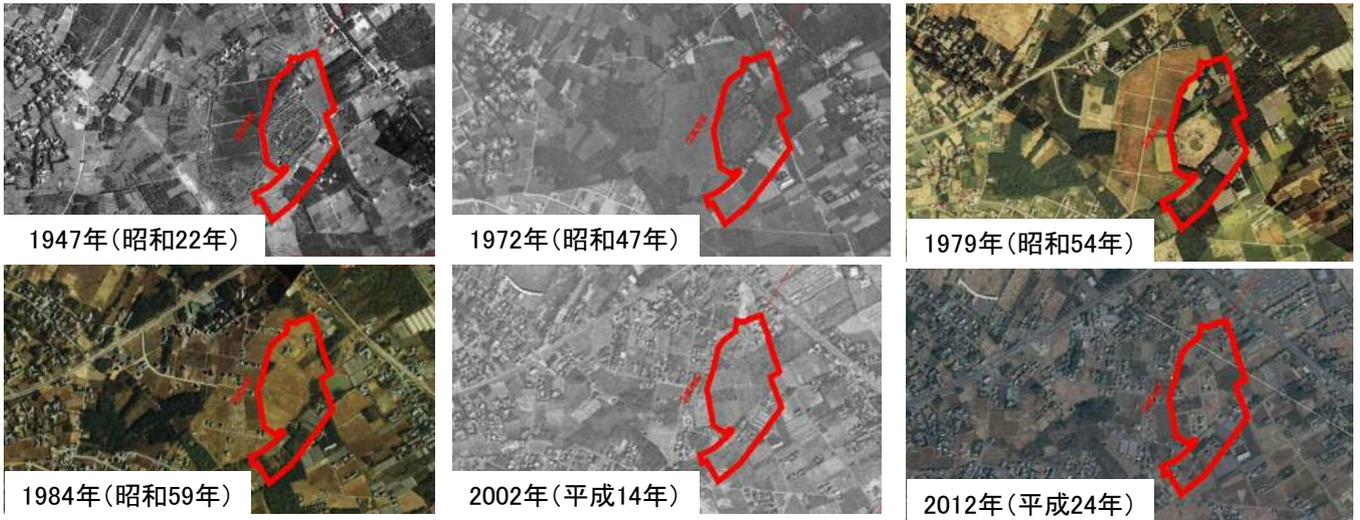
内 容

第1章 概況(造成履歴、地震波、地盤状況)

第2章 一体的な液状化対策について

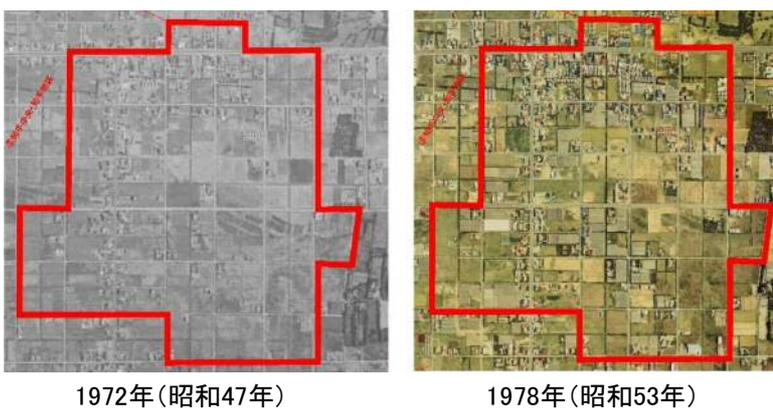
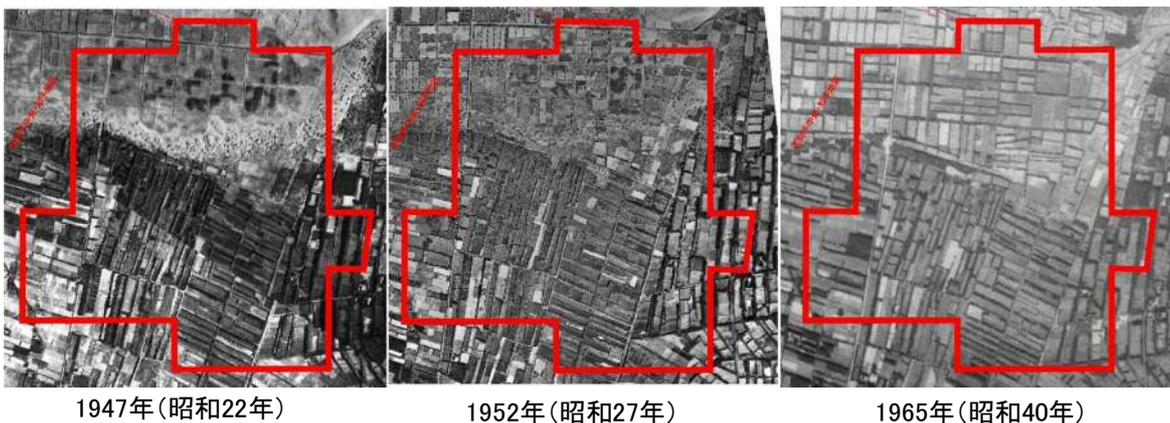
第3章 まとめ(建物個別の液状化対策の推奨)

1-1.筒井大沼地区の造成履歴(航空写真)

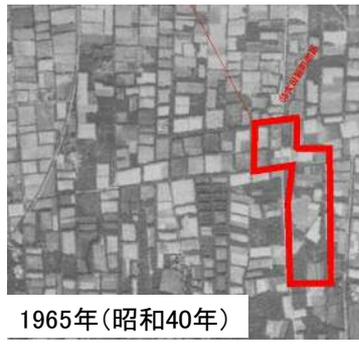
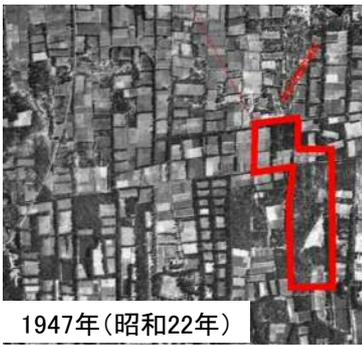


- 周辺は、昭和40年代後半から開発に伴う土地造成が行われました。
- 調査地区内の沼地は、昭和50年代後半に埋戻しが行われ、平成20年頃に現在の形に造成されたと思われます。

1-2.知手・知手中央地区の造成履歴(航空写真)



- 調査地区は、昭和40年以降から開発に伴う土地造成が大規模に行われました。
- 昭和40年代後半には宅地造成が完了しています。

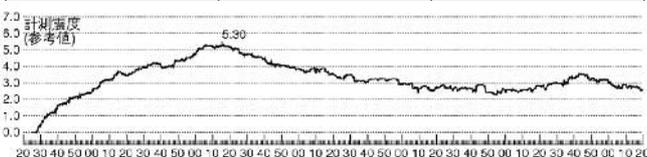


- 調査地区は、昭和50年代から開発に伴う土地造成が行われました。
- 昭和40年代後半に、砂利採取・埋戻しが行われていたと思われます。

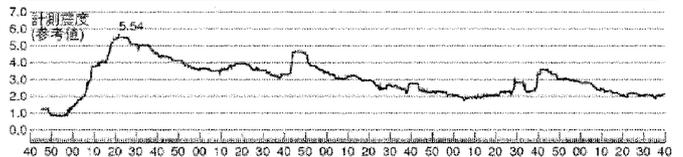
2.地震波「神栖市溝口(市役所周辺)」

神栖市においては、本震で震度5強のゆれを観測し、5分以上大きく長くゆれ、その約30分後の余震で最大震度6弱のゆれを観測しました。この2つの大きな地震によって液状化が発生し、建物や道路の沈下傾斜被害が発生したと考えられています。

東日本大震災(本震)		
観測地点名	震度	3成分合成最大加速度
神栖市溝口	5強	237.7gal
神栖市波崎	5強	199.3gal



東日本大震災(余震)		
観測地点名	震度	3成分合成最大加速度
神栖市溝口	6弱	337.9gal
神栖市波崎	5強	251.6gal

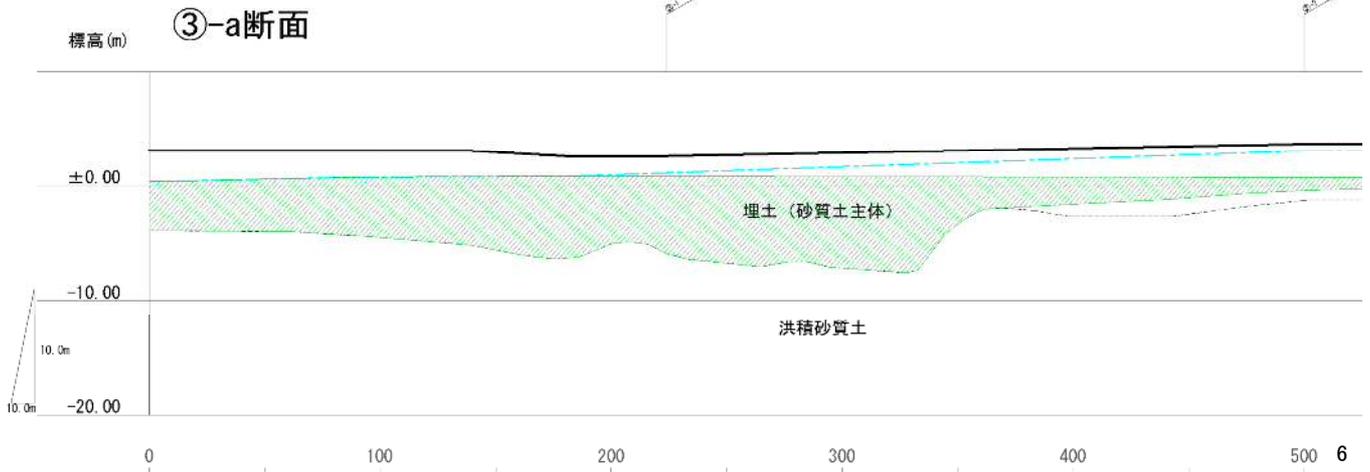


3-1.筒井大沼地区の地盤状況

- この地域の地盤は、硬い砂層（洪積砂質土）を基盤とし、地面を5～10m程度まで掘削した後、緩い土で埋戻した箇所が点在しています。
- 地下水位は地表面下1m程度と浅く、地下水位以深の緩い埋め戻し土が液状化し、建物等の沈下傾斜を引き起こしたものと推察されます。



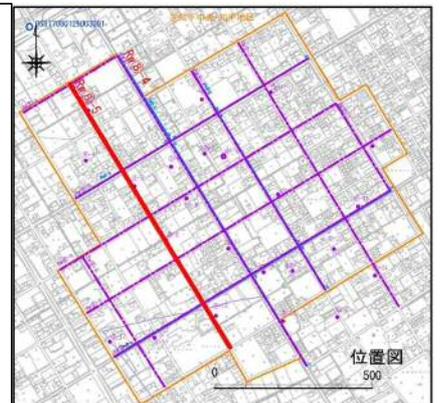
※緑ハッチ部:液状化したと思われる地層



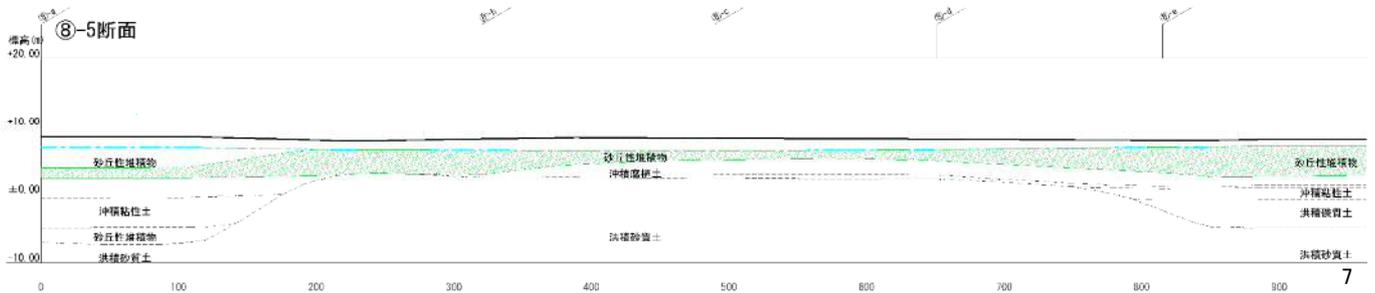
3-2.知手・知手中央地区の地盤状況

P-7

- この地域の地盤は、硬い砂層（洪積砂質土）を基盤とし、砂丘性堆積物、部分的に粘土層が堆積しています。
- 地下水位は地表面下1m程度と浅く、地下水位以深の緩い砂丘性堆積物が液状化し、建物等の沈下傾斜を引き起こしたものと推察されます。

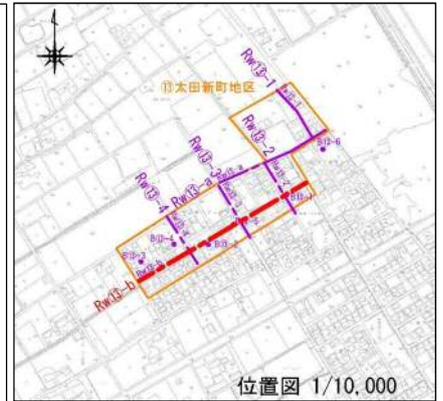


※緑ハッチ部:液状化したと思われる地層

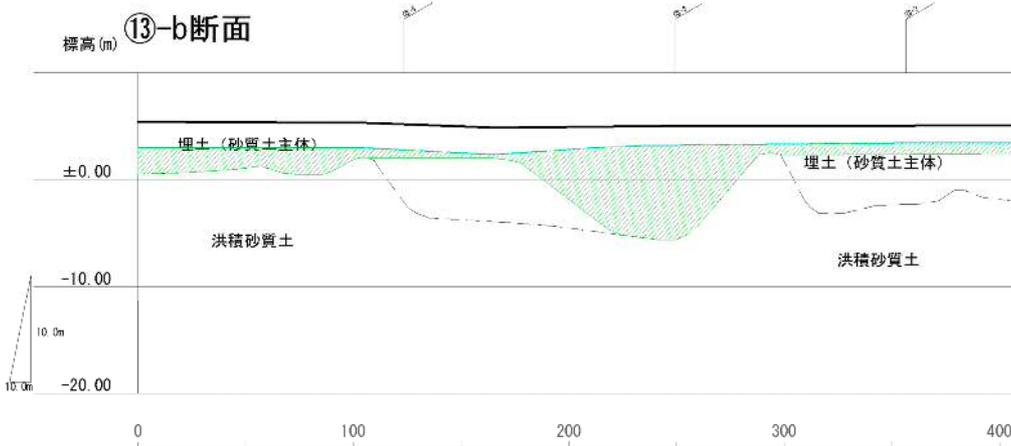


3-3.太田新町地区の地盤状況

- この地域の地盤は、硬い砂層（洪積砂質土）を基盤とし、地面を掘削した後、緩い土で埋め戻した箇所が点在しています。
- 地下水位は地表面下1m程度と浅く、地下水位以深の緩い埋め戻し土が液状化し、建物等の沈下傾斜を引き起こしたものと推察されます。



※緑ハッチ部:液状化したと思われる地層



4.地盤状況(家屋被災のメカニズム)

- 建物傾斜は以下の原因で発生したと推察されます。
 - ① 建物直下の地盤が液状化によって軟弱化し、建物の重さでめり込んで、沈下、傾斜したもので、知手・知手中央地区に多く見られました。
 - ② 掘削箇所の縁で、液状化した地盤と液状化しなかった原地盤の境界付近で生じた段差によって傾斜したもので、太田新町地区、筒井大沼地区に多く見られました。

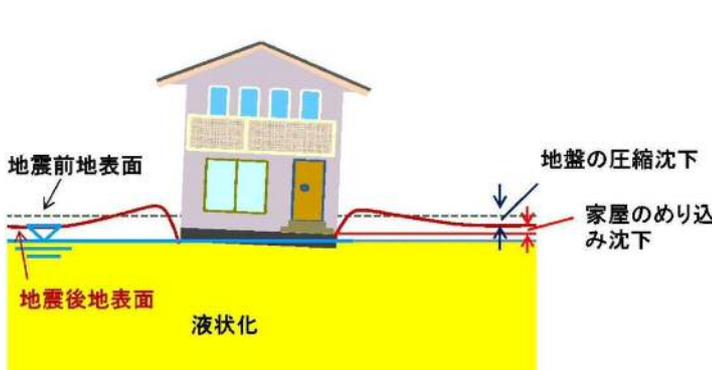


図 建物直下の液状化による沈下、傾斜

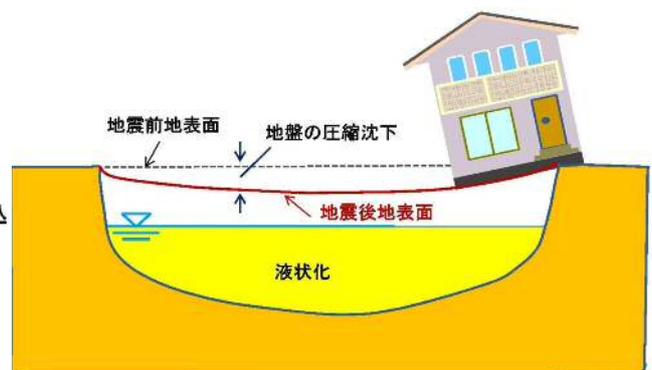


図 掘削箇所の縁での傾斜

液状化対策については、以下の二通りの方法があります。

「Ⅰ 道路、下水道等の公共施設と隣接宅地等との一体的な液状化対策(市街地液状化対策事業)」

※以下、一体的な液状化対策という。

「Ⅱ 建物個別の液状化対策」

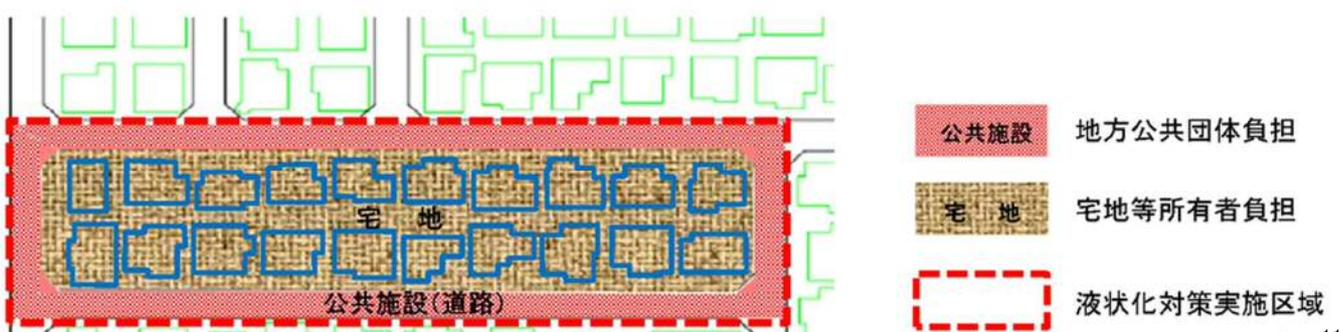
1.一体的な液状化対策について

✓ 事業内容

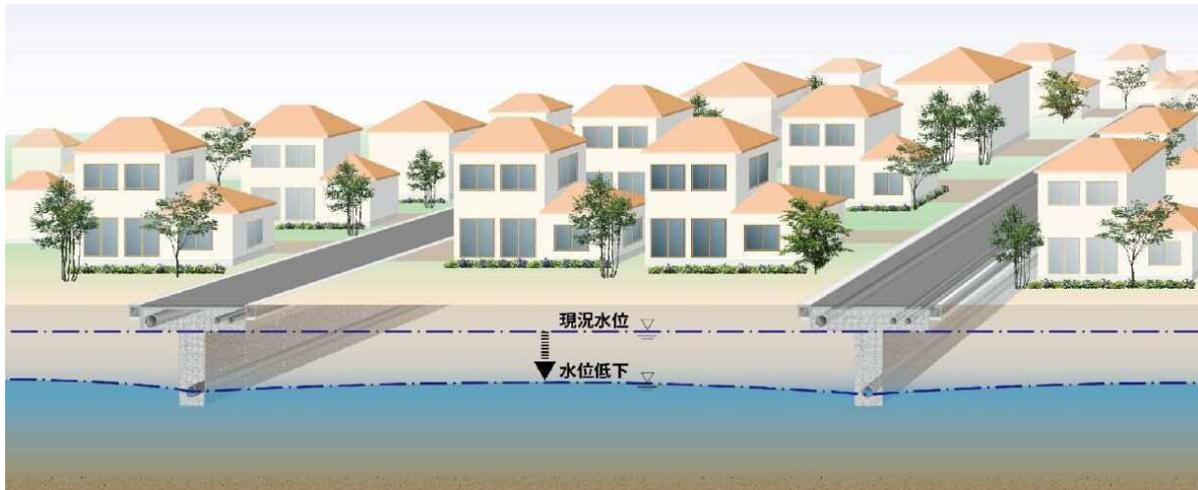
東日本大震災による地盤の液状化により著しい被害を受けた地域において、再度災害の発生を抑制するため、道路・下水道等の公共施設と隣接宅地等との一体的な液状化対策を推進する事業です。

✓ 補助要件

- ①面積が3,000㎡以上でありかつ、区域内の家屋が10戸以上のもの
- ②土地所有者・借地権者それぞれの2/3以上の同意が得られるもの
- 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るものと認められるもの



- 地下水位低下工法は、建物を存置したまま、道路部分だけに排水施設(有孔管)を埋設し、強制的に地下水位を下げることで、宅地を含めた地区全体の液状化被害を低減できることから、「公共施設と宅地の一体的な液状化対策事業」において最も一般的な液状化対策工法です。

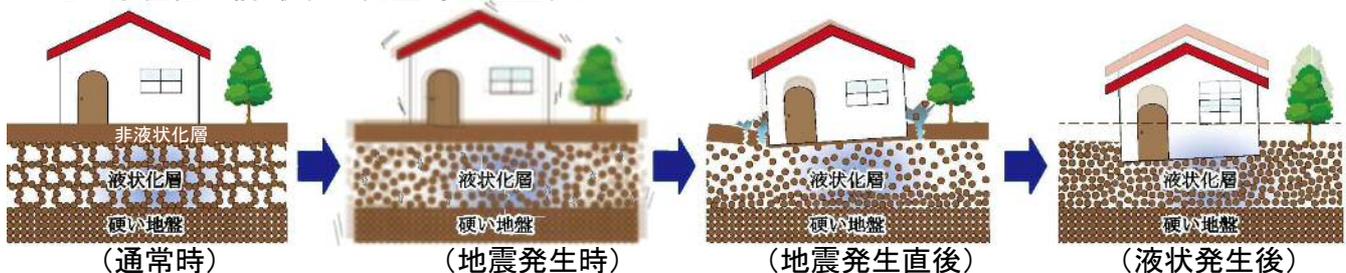


12

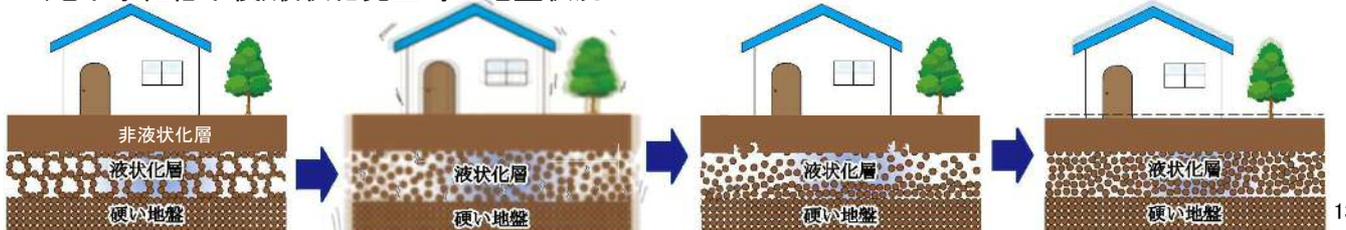
3.液状化について

- 液状化発生時の地下地盤の状況を拡大標記した模式図を以下に示しています。
通常、液状化被害が懸念される地盤は、地下水位面上位の液状化しない層と下位の液状化する層にて構成されます。
液状化は、地震の強い揺れにより砂粒同士の結合が外れ、地表面に砂粒や水が噴き出し、地盤や建物が沈下してしまう現象です。
地下水位低下工法の実施により、建物直下の液状化しない層厚が増し、その下の層が液状化しても建物はめり込み沈下を生じにくくなります。また、下の液状化層の厚さが薄くなるので、地盤全体の沈下量も減ります。

(地下水低下前)液状化発生時の地盤状況



(地下水低下後)液状化発生時の地盤状況



13

(1)実験場所(知手・知手中央地区)

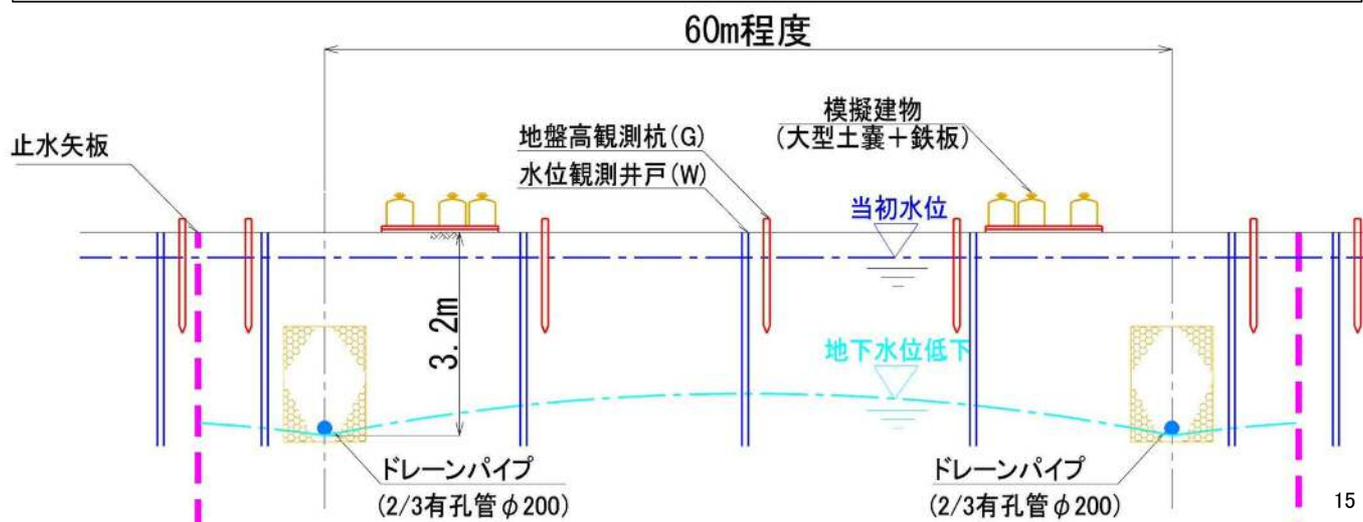
- 以下に示す2箇所地下水位低下の実証実験を行いました。
- **水色着色部**:粘性土が分布していると思われる場所です。
- 粘性土が分布する箇所は、止水矢板を併用することによって、容易に地下水位が低下できる可能性が高いものの、地下水位低下による地盤沈下が懸念される地区です。



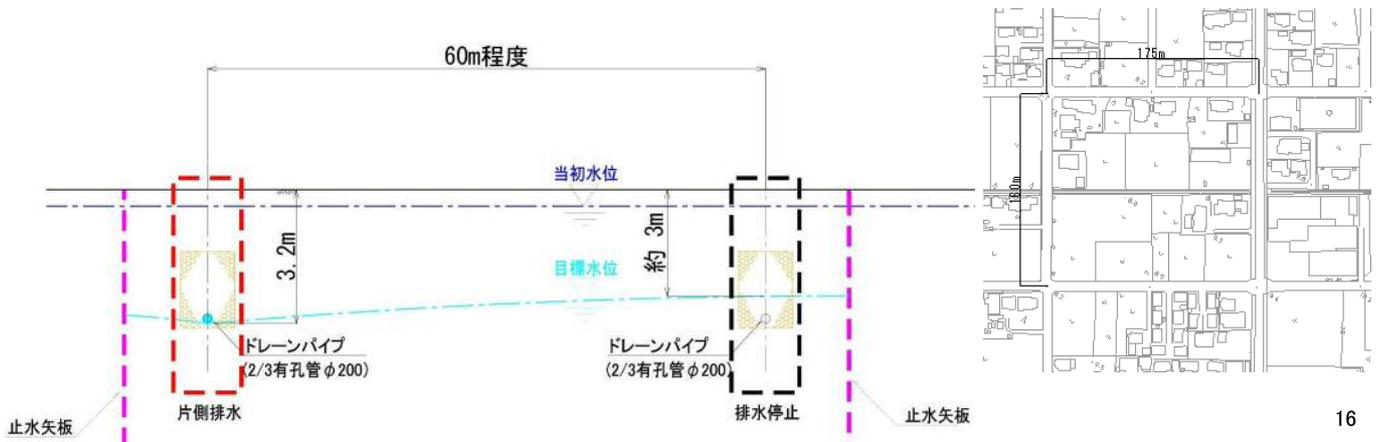
実験場所位置図

(2)実験の概要

- 実験場所には主に以下を設置しました。
- ・排水施設 : 用地全体の地下水位を低下させるため両端に設置し、流末にてポンプで排水させます。
- ・止水矢板 : 効率よく地下水位を低下させるために設置
- ・地盤高観測杭 : 地下水位低下による地盤沈下を観測
- ・水位観測井戸 : 用地内の地下水位低下状況を観測
- ・模擬建物 : 地下水位低下による建物への影響を観測

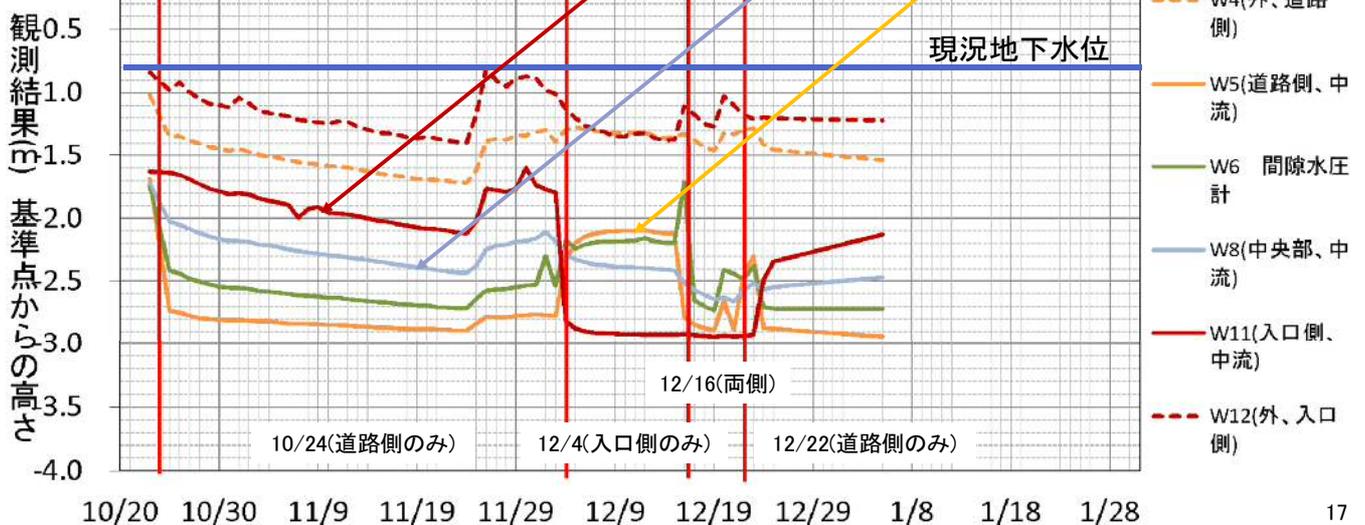
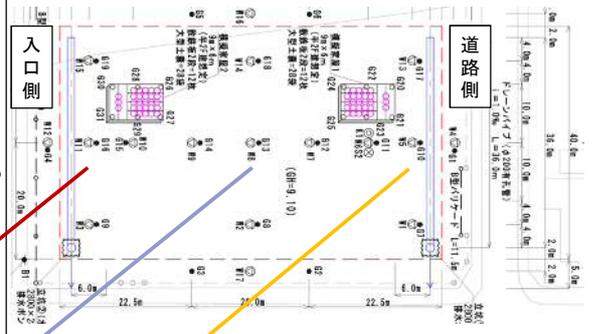


- 先に述べたように、道路内に設置した排水施設(有孔管)によって地区全体の地下水位が低下しない場合、一体的な液状化対策とは認められません。
- また、街区幅160m以上の知手地区全体で、地下水位低下の目処をつけるには、用地幅60mの実験用地において、片側排水施設だけで、全体の地下水位低下(3m程度)を確認する必要があります。
- 地下水位低下による粘性土の地盤沈下によって、建物へ有害な沈下・傾斜を引き起こす可能性があるため、地下水位低下による地盤沈下の状況を確認する必要があります。

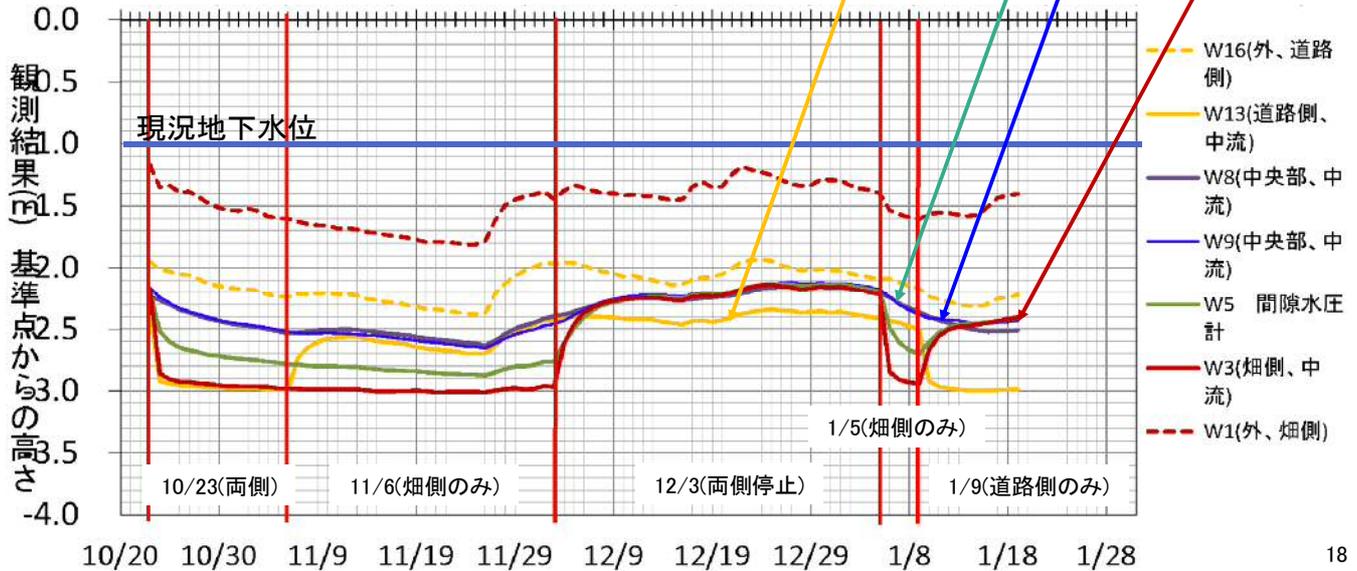
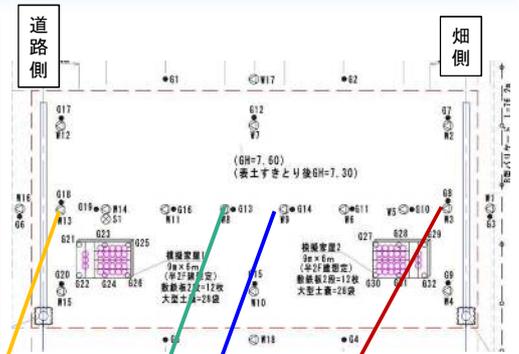


(4-1)No.1実験結果

- 入口側のみ、道路側のみ、それぞれ排水施設を機能させ、地下水位低下の実証実験を行いました。機能させた排水施設と反対側の地下水位は、2.1m程度まで低下しました。
- ※11/29付近の水位上昇は、大雨の影響によるものです。
- 今回の実験においては、1mm程度の地盤沈下しか確認できなかったため、地下水位低下による有害な沈下・傾斜は発生しないと予測しました。
- 一方で、粘性土が分布し、止水矢板を設置しているにも関わらず、地下水位の低下は、芳しくありませんでした。



- 入口側のみ、道路側のみ、それぞれ排水施設を機能させ、地下水位低下の実証実験を行いました。機能させた排水施設と反対側の地下水位は、2.5m程度まで低下しました。
- 今回の実験においては、1mm程度の地盤沈下しか確認できなかったため、地下水位低下による有害な沈下・傾斜は発生しないと予測しました。
- 粘性土が分布していないに関わらず、No1以上の地下水位低下を確認しました。



(5)委員会での地下水位低下工法、可能性の判断

- 実証実験においては、一定程度の地下水位低下、時間経過とともに、更なる地下水位低下の可能性を確認しました。
- このことから、道路間隔が広い知手地区における地下水位低下工法の実施について、様々な課題はあるものの技術的には可能であると判断しました。

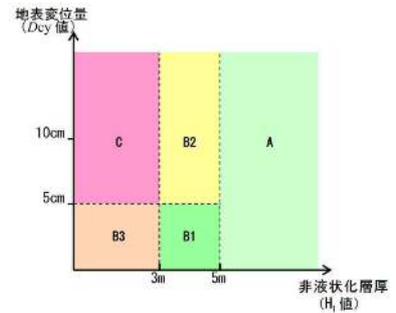
◎神栖市液状化対策検討委員会構成員名簿

- (委員長) 安田 進 東京電機大学工学部建築・都市環境学系地盤工学研究室 教授
- (副委員長) 山田 恭央 筑波大学システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻 教授
- (委員) 庄司 学 筑波大学システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻 准教授
- 安原 一哉 茨城大学地球変動適応科学研究機関 名誉教授
- 村上 哲 茨城大学工学部都市システム工学科 准教授
- 桑原 文夫 パイルフォーラム
- 秋山 武清 神栖市都市計画審議会会長 青山学院大学 名誉教授
- 池田 美穂 神栖市都市計画審議会副会長 芝設計株式会社

(1)検証方法

- 地盤調査の結果を踏まえ、液状化の検証を行いました。
- (1)想定地震動:東日本大震災程度(本震)を考慮した地震動として、200gal、M9を想定地震動としました。
- (2)以下の市街地液状化対策推進ガイダンス(国土交通省、都市局)の抜粋に基づき、非液状化層の厚さと液状化発生時の地表変位量(Dcy)値を算定し、液状化被害の可能性を分類しました。

- ▶ 地下水位が地表面から5m以上深い箇所は、液状化しない層が地表面に5m以上あることから、顕著な被害の可能性が低いA判定に区分されます。
- ▶ 地下水位が地表面から3m以下で、地表変位量(Dcy)が5cm以上となる箇所は、顕著な被害の可能性が高いC判定に区分されます。



(a) H₁～Dcy判定図

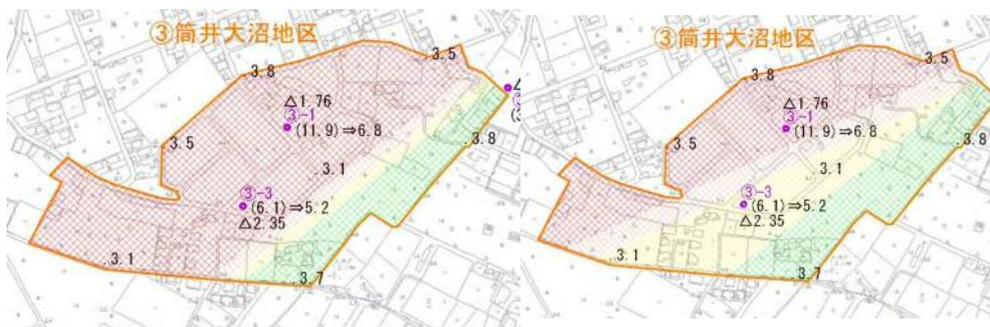
表 4-7 地表変位量 (Dcy) と液状化の程度の関係

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

判定結果	H ₁ の範囲	Dcyの範囲	P ₁ 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

(2-1)筒井大沼地区の液状化検証結果

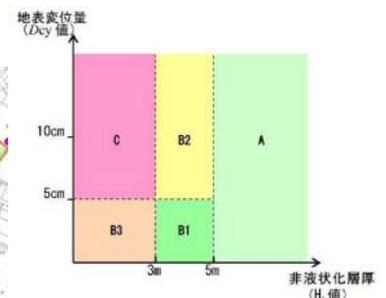
- 実証実験の結果から、液状化被害の可能性を検証しました。
- 水位低下は、地表面から2.5mまで低下すると想定しました。
- 判定が一部地域で向上し、液状化被害発生の可能性は、一部で低くなると予測できます。
- ただし、掘削が深かった箇所では地下水位以下の埋戻し土が液状化し、地盤自体が圧縮沈下し、液状化しない原地盤部との境界で段差ができます。地下水位低下により、この段差は少なくなりますが、それでも段差によって建物が傾く可能性は残ります。



(現況水位)

(地下水位低下)

液状化発生の可能性、判定結果

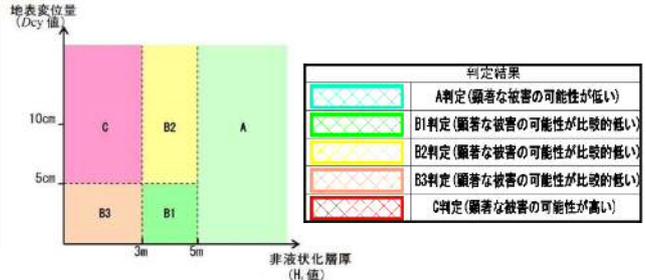


判定結果	液状化被害の可能性
A判定 (薄緑)	顕著な被害の可能性が低い
B1判定 (緑)	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2判定 (黄色)	顕著な被害の可能性が比較的低い
B3判定 (オレンジ)	顕著な被害の可能性が比較的低い
C判定 (ピンク)	顕著な被害の可能性が高い

(2-2)知手・知手中央地区の液状化検証結果

P-22

- 水位低下は、地表面から2.5mまで低下すると想定しました。
- 判定が一部地域で向上し、液状化被害発生の可能性は、一部で低くなると予測できます。



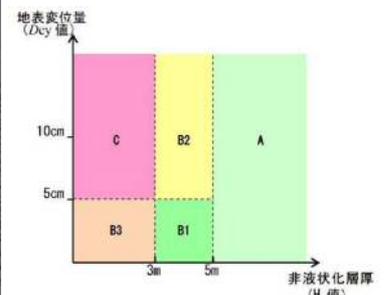
液状化発生の可能性、判定結果

22

(2-3)太田新町地区の液状化検証結果

P-23

- 水位低下は、地表面から2.5mまで低下すると想定しました。
- 判定が一部地域で向上し、液状化被害発生の可能性は、一部で低くなると予測できます。
- ただし、掘削が深かった箇所では地下水位以下の埋戻し土が液状化し、地盤自体が圧縮沈下し、液状化しない原地盤部との境界で段差ができます。地下水位低下により、この段差は少なくなりますが、それでも段差によって建物が傾く可能性は残ります。



(現況水位)

(地下水位低下)

液状化発生の可能性、判定結果

23

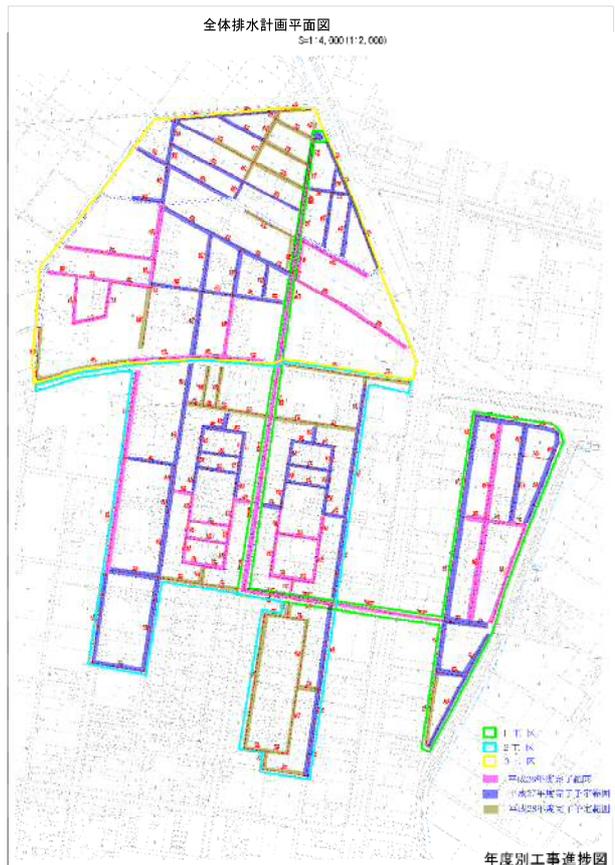
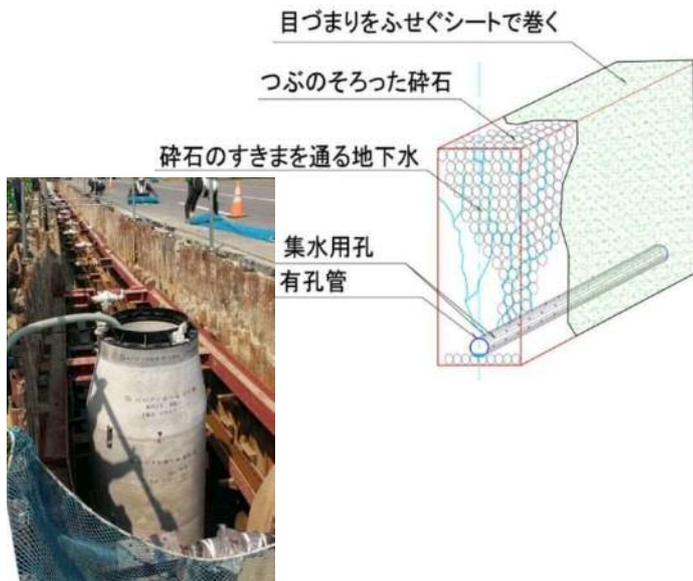
- 知手地区の排水先として以下の3ケースが考えられます。
- ただし、常陸利根川は排水量が制限されること、人工運河は船舶への影響が懸念されること等理由から、都市河川水路への放流が有力です。
- しかしながら、止水が困難なため、ポンプ施設等の維持管理での課題が懸念されます。

	CASE1	CASE2	CASE3
概略系統図			
吐口先	一級河川 常陸利根川	人工運河(鹿島港)	都市河川水路(鹿島灘)
然流下必要断	φ800 I=3.0‰ L=2,750m	φ800 I=3.0‰ L=1,604m	φ800 I=3.0‰ L=2,561m
放流量(目安)	82ha × 0.033m ³ /sec/ha = 0.41m ³ /sec	82ha × 0.033m ³ /sec/ha = 0.41m ³ /sec	82ha × 0.033m ³ /sec/ha = 0.41m ³ /sec
吐口概要	圧送管φ300 L=101m	圧送管φ300 L=857m	圧送管φ300 L=88m
ポンプ場	1式 ¥150,000千円	1式 ¥150,000千円	1式 ¥150,000千円
放流管(推進工)概算工事費(直工ベース)	φ800 ¥480.0千/m × L=2,750.0m = ¥1,320,000千円 φ300 ¥150.0千/m × L=101.0m = ¥15,150千円 概算工事費 ¥1,320,000千円 + ¥15,150千円 = ¥1,335,150千円	φ800 ¥480.0千/m × L=1,604.0m = ¥769,920千円 φ300 ¥150.0千/m × L=857.0m = ¥128,550千円 概算工事費 ¥769,920千円 + ¥128,550千円 = ¥898,470千円	φ800 ¥480.0千/m × L=2,561.0m = ¥1,229,280千円 φ300 ¥150.0千/m × L=88.0m = ¥13,200千円 概算工事費 ¥1,229,280千円 + ¥13,200千円 = ¥1,242,480千円
計	¥1,485,150千円	¥1,048,470千円	¥1,392,480千円
評価	排水量が制限される、困難 △	船舶に排水が影響しないことを示す必要があるため困難 △	工事費は高いが、他案に比べ現実的である ○

7.鰐川・堀割地区の施工について

(1)工事の概要

鰐川・堀割地区においては、地下水位低下工法のために、道路内を土留め矢板で止水・開削し、目詰まり防止シートと砕石で囲まれた有孔管を埋設した後、矢板を引抜く工事を実施しています。



- 地下水位低下の工事では、排水管を3mの深さに設置するため、下水道工事と同じように溝を掘る過程において、地盤が緩い場合に限り、溝の近傍で以下のような変状も発生しています。
 - ✓ 騒音、振動、地割れ、土間の損傷、塀の亀裂、
 - ✓ 空洞化・地盤沈下、道路側溝の変位、建物の異変、等



26

8.一体的な液状化対策のまとめ

- 検討委員会の判断に基づく様々な課題、実証実験の結果等を踏まえ、以下の理由から、神栖市役所としては地下水位低下工法の実施を断念せざるを得ないと考えています。
 - (共通)太田新町地区、知手・知手中央地区、筒井大沼地区
 - ✓ 地下水位低下による、対策効果が少ない街区もあること。
 - ✓ 液状化被害を受け、脆弱となった地盤に対する工事等の影響について、不測の事態が懸念されること。
 - 知手・知手中央地区
 - ✓ 緩い砂層の下部に粘土層がない地区では一部、止水効果が確認できず、対策地区周辺に及ぼす影響、排水方法、維持管理での課題が懸念されること。
 - 太田新町地区、筒井大沼地区
 - ✓ 地下水位低下工法を実施した場合でも、地区内に点在する深い掘削地の液状化により、建物が傾く可能性は残ること。

27

「Ⅱ 建物個別の液状化対策」は、建物所有者の判断で、個別に建物基礎を補強する液状化対策です。

今回の調査地区においては、東日本大震災によって一定程度の液状化被害を受けた地区となっており、「建物個別の液状化対策」の実施が望ましい地区であると考えています。

そのため、「神栖市ハザードマップ」の内容の一部について、再度説明させていただきます。

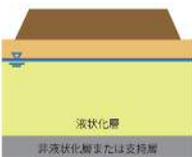
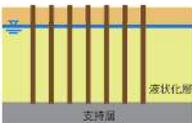
※「建物個別の液状化対策」の詳細については、複数の専門業者に問い合わせ、建物所有者自身の判断により実施してください。

また、「建物個別の液状化対策」に必要な地盤調査結果等については、市役所窓口にて情報提供を行います。

1. (建替時)建物個別の液状化対策

新規に家を建てる・建替える場合、液状化しない層を厚くする「盛土」、液状化しても建物が安定する「鋼管杭、柱状改良」および、圧入等で地盤を締固める「表層地盤改良」が一般的な方法です。

太田新町地区、筒井大沼地区のような掘削箇所では、段差による傾斜を防止するため、鋼管杭柱状改良が液状化対策として有効です。

状況	概要	模式図	具体的な工法
新規に建てる・建替える	建物基礎下の液状化しない層を厚くすることにより、その下部が液状化しても地表に影響がでにくくなる		もりど 盛土
	液状化しても建物が安定しているように、杭で建物を支える		こうかんくい 鋼管杭 ちゆうじょうかいりよう 柱状改良
	盤状に地盤を締め固めたり、セメントを混ぜて固化することにより、その下部が液状化しても地表に影響が出にくくなる。		締固めや 固化による ひょうそうじばんかいりよう 表層地盤改良

すでに住宅がある場合、注入材を地盤に押し込み締め固める「静的圧入工法」が一般的な液状化対策工法です。

状況	概要	模式図	具体的な工法
すでに住宅がある	流れ動きにくい注入材を地盤中に押しこみ、周辺地盤を押し広げることで締め固め、液状化を起きにくくする		せいできあつにゆうこうほう 静的圧入工法
	地下水を汲み上げて強制的に地下水位を下げ、地表の液状化しない層を厚くする		井戸による 汲み上げ
	鋼矢板などで作った壁で地盤を囲み、地震時に地盤をずれさせる力を抑えることで液状化を防ぐ		かべじょうしめき 壁状締切り
	人工ドレーン材を地中に埋設し、地震時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散させ、液状化現象を抑制する		かんげきすいあつ 間隙水圧 しょうさんこうほう 消散工法