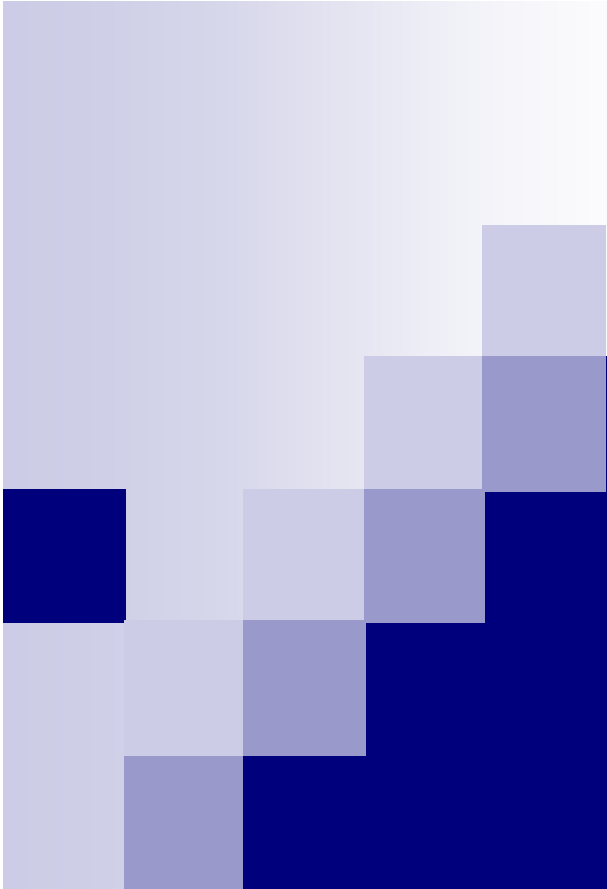




旭市 液状化対策に関する 住民説明会

- I . 市街地液状化対策事業について
- II . 戸建住宅の液状化対策について



I. 市街地液状化対策事業について

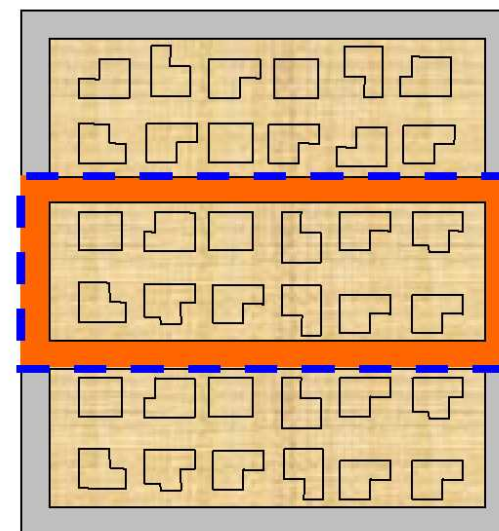
1. 市街地液状化対策事業の概要
2. 旭市における液状化被害
3. 地域の地盤的特徴(調査結果)
4. 再液状化の診断結果
5. 対策工法について

1. 市街地液状化対策事業の概要

・市街地液状化対策事業とは、

- ◎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

- ・面積が3000m²以上
- ・家屋が10戸以上



- : 公共施設 ⇒ 地方公共団体負担
- : 宅地 ⇒ 宅地所有者負担
- : 液状化対策実施範囲

事業をいいます。

・検討の流れ

概況の整理

液状化の検証

再液状化の診断

モデル地区の設定

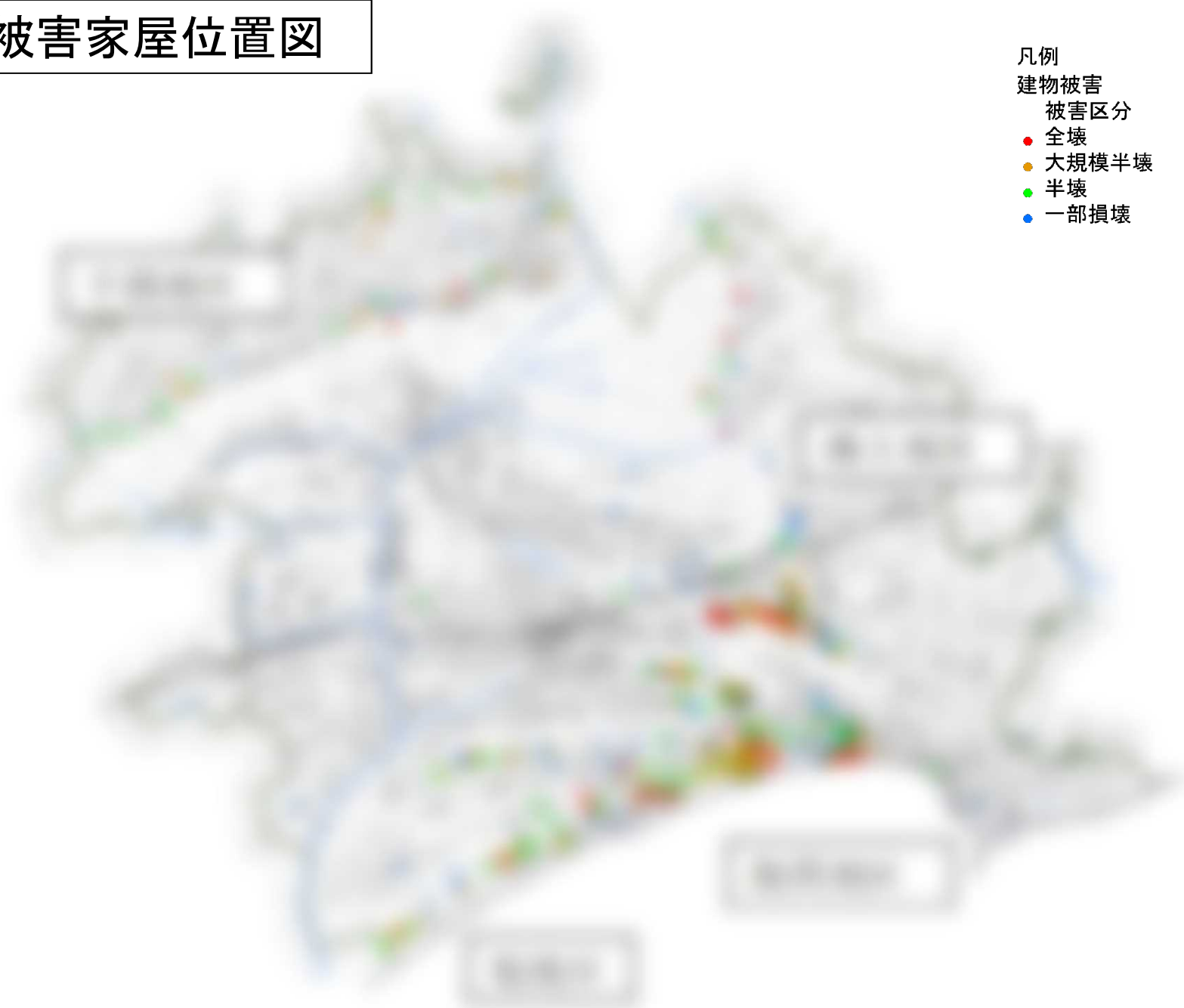
液状化対策工法の検討

2. 旭市における液状化被害(建物被害状況 計773棟)

地区	建物被災程度	全家屋数	地区	建物被災程度	全家屋数
旭	全 壊	25	干潟	全 壊	2
	大規模半壊	78		大規模半壊	17
	半 壊	84		半 壊	13
	一部損壊	50		一部損壊	5
	地区合計	237		地区合計	37
海上	全 壊	39	飯岡	全 壊	32
	大規模半壊	56		大規模半壊	68
	半 壊	55		半 壊	111
	一部損壊	52		一部損壊	86
	地区合計	202		地区合計	297

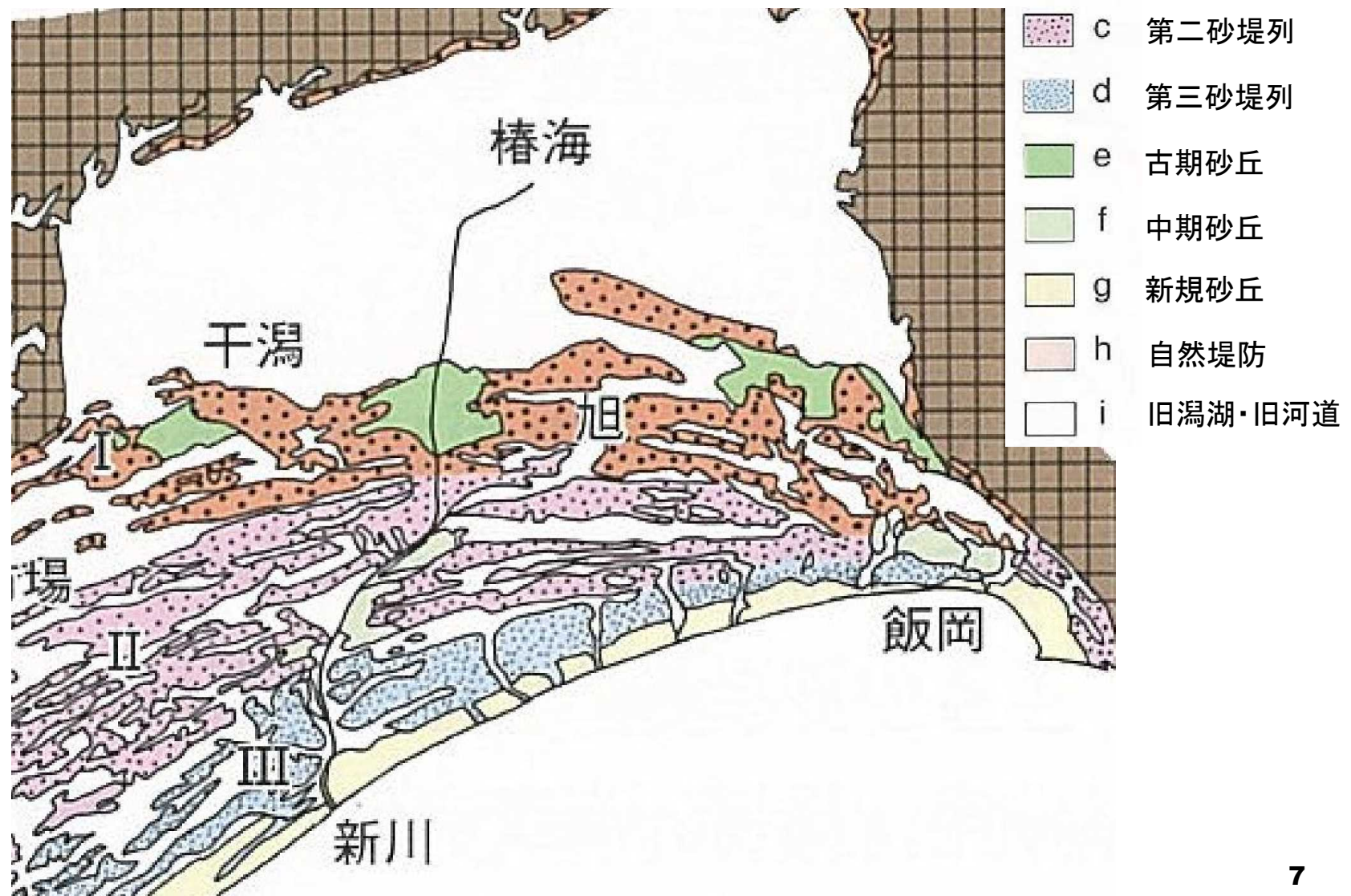
被害家屋位置図

- 凡例
- 建物被害
被害区分
- 全壊
 - 大規模半壊
 - 半壊
 - 一部損壊



3. 地域の地盤的特徴

1) 地形概要



・砂鉄採掘地

- 砂鉄採掘は海岸波打ち際で明治・大正・昭和27年頃まで続いた。
- その後、護岸堤防が建設されるようになると海岸道路北側の山林、畑で採取されるようになり、飯岡・三川から東足洗・西足洗・椎名内・足川・中谷里・蛇園などに鉱区が広がった。
- 採掘は昭和49年頃まで続いた。採掘方法は強力なポンプで水を注入し泥水を吸い上げ、選鉱機にかけられて砂鉄と砂に分離された。
- 採掘跡は砂鉄と砂を選別した際に余った砂で埋め戻しが行われたようである。

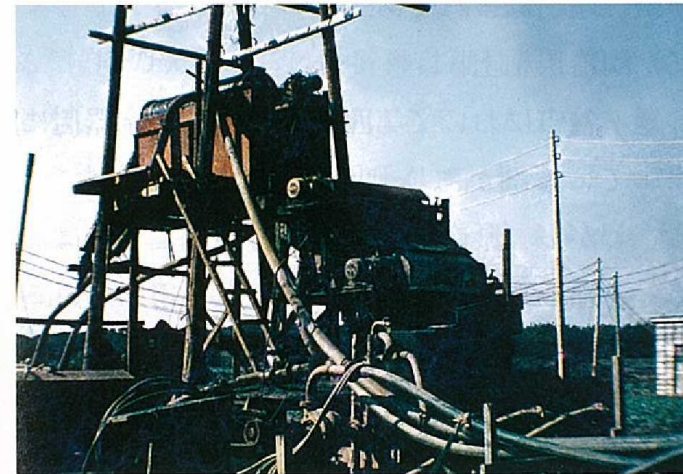


図5-21 砂鉄の採取
昭和40年代中ごろまで行われていた 飯岡町 写真 春川光男

・ SWS調査から砂鉄採掘埋め戻しと推定される箇所



凡例
地下水位以下の埋め戻し層厚 (m)



5m

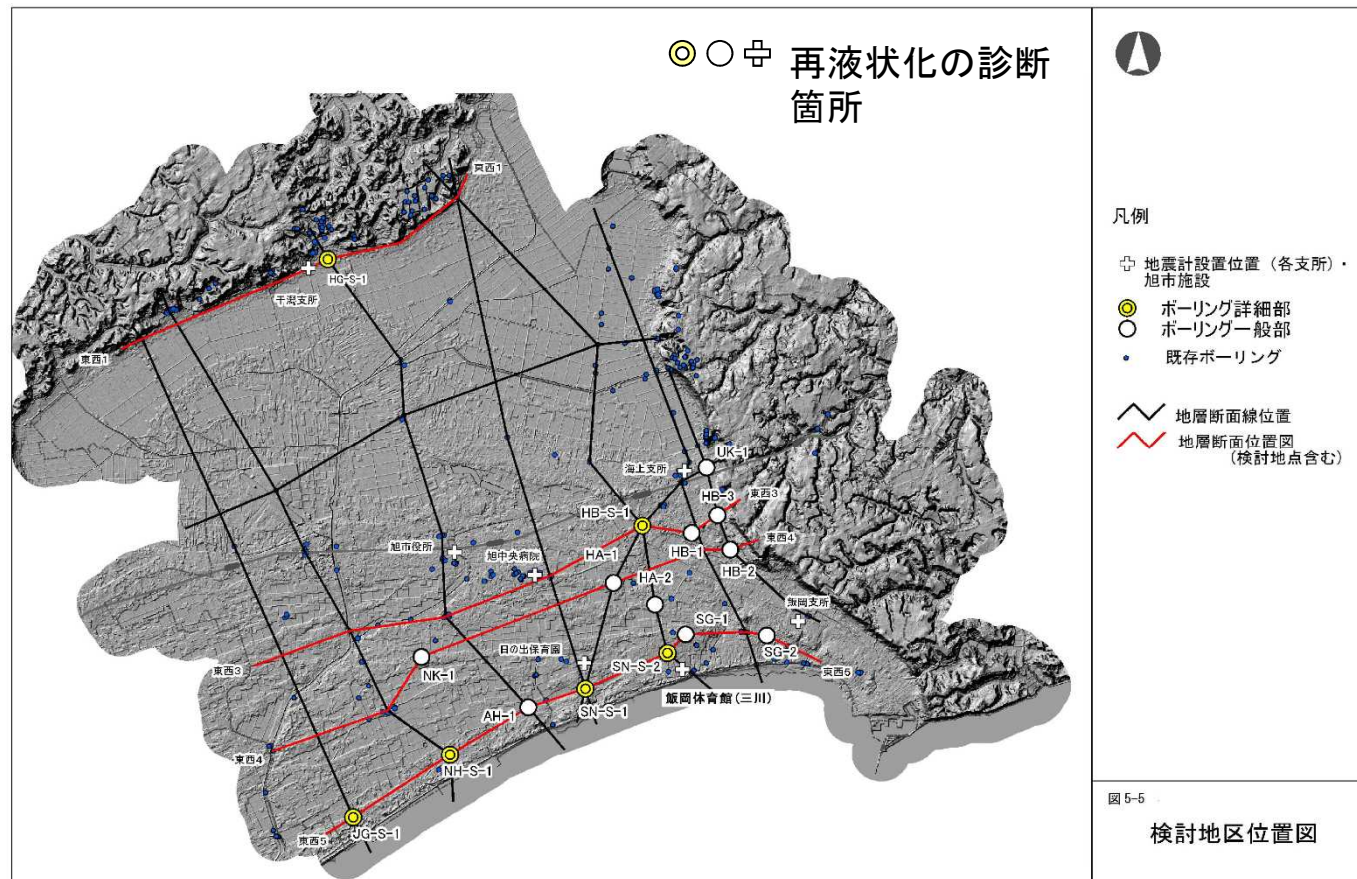
SWS から砂鉄埋戻し
と推定される箇所図

4. 再液状化の診断結果

・ 再液状化の診断箇所

東日本大震災においては砂鉄採掘埋め戻し箇所、多くの液状化被害が生じた。

このため、砂鉄採掘埋め戻しと推定される地点において、地盤調査を実施し、調査結果に基づき再液状化の診断を行った。



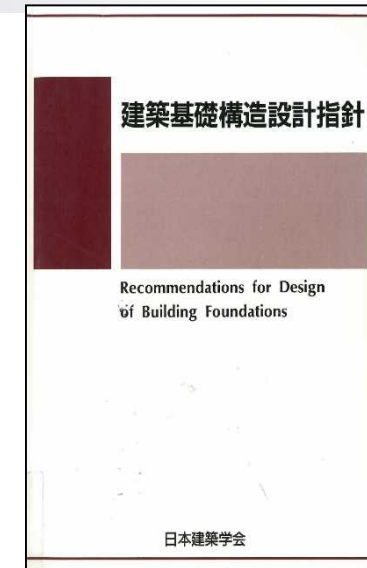
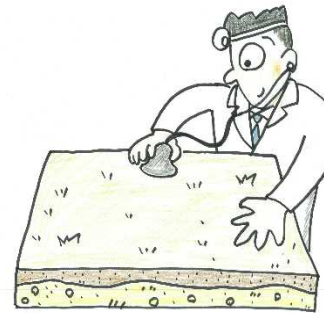
・液状化の判定方法

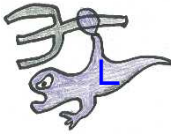
液状化の判定は、
建築物の設計を行う際に用い、

「建築基礎構造設計指針」

(日本建築学会)

に準拠して実施します。



・液状化する地層を推定 ( $\leq$  ... 液状化する)

地盤の
液状化抵抗力

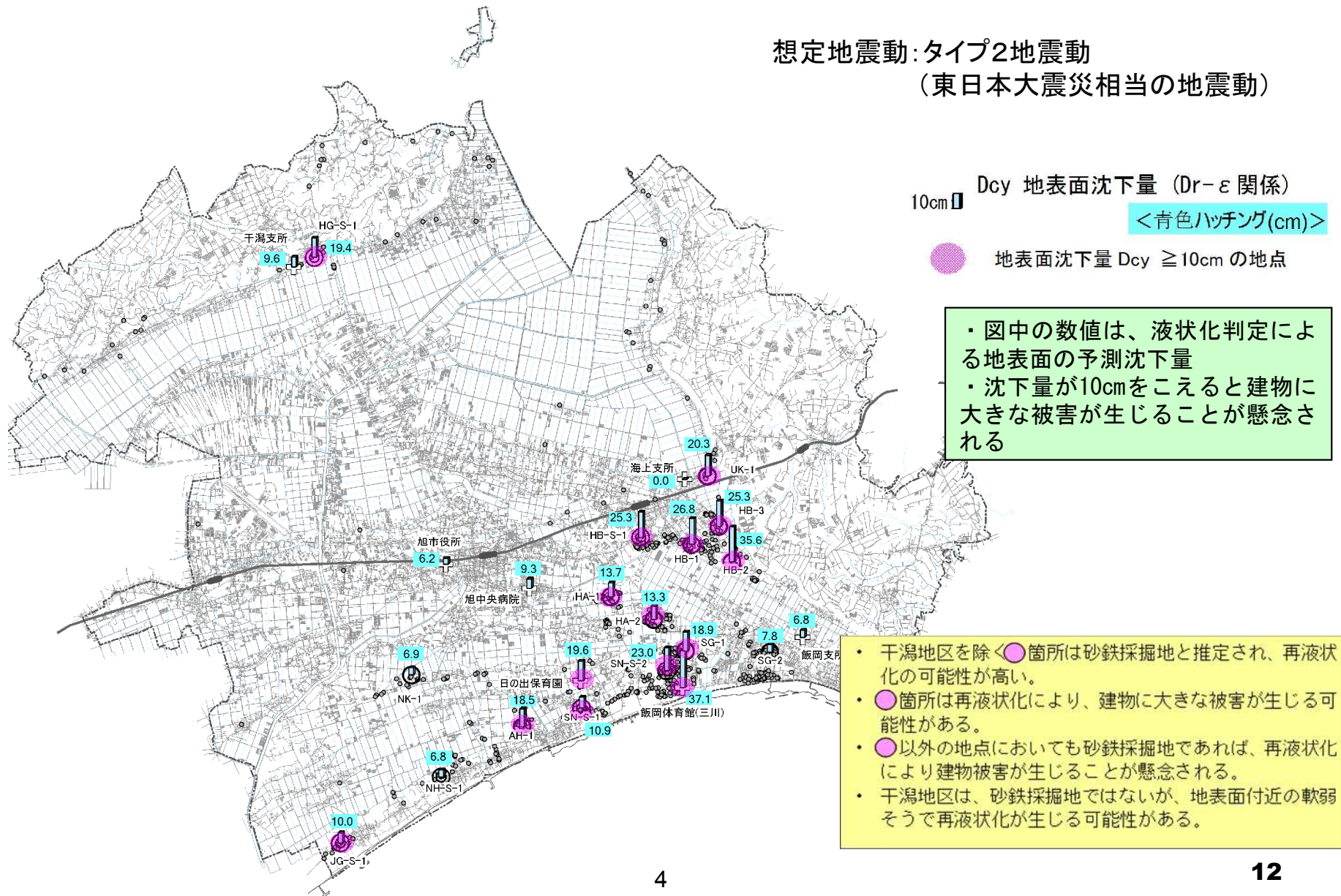
地盤に液状化を
起こそうとする力

・液状化による沈下量を推定 (Dcy値(cm)を算定)

・液状化を生じない地表面からの層厚(H1(m)を算定)

・再液状化の診断に基づく地表面沈下量

想定地震動:タイプ2地震動
(東日本大震災相当の地震動)





・再液状化の診断結果（まとめ）

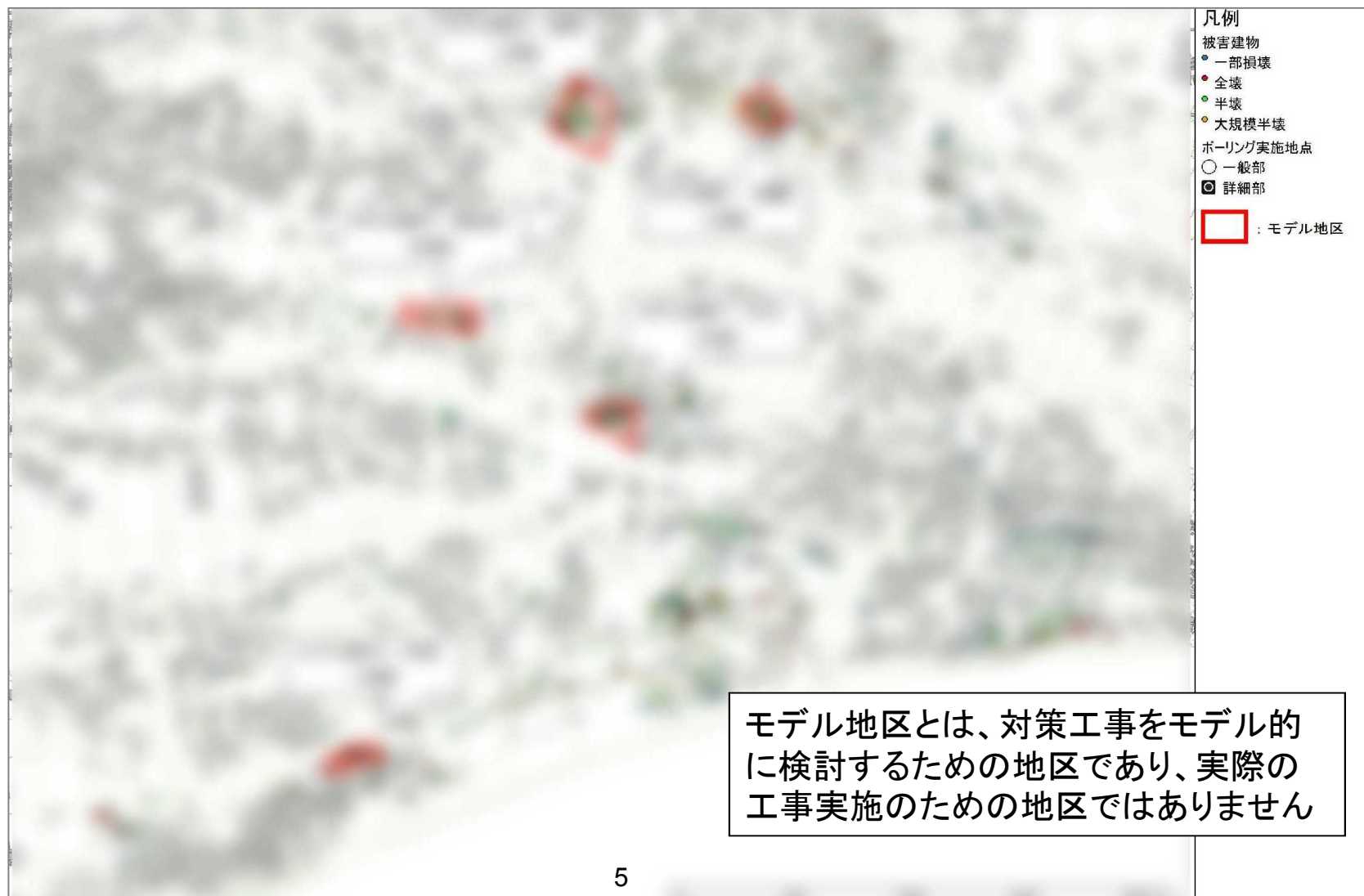
- 砂鉄採掘埋め戻しと推定される地盤が液状化する。
- 当該地域の地下水位は、地表面から1～2mと浅く、液状化が生じた場合には、建物への影響が大きいと考えられる。
- 液状化後の地表面に生じる沈下量は、10cm～40cmと予測される。
- 地表面沈下量が10cm以下、地表面から3m以内の浅い地盤に液状化が生じない場合には、建物への影響が比較的小さいと考えられるが、砂鉄採掘埋め戻しと推定される箇所では、いずれもこれを上回る結果となった。

以上のことより

- 再液状化の診断においては、砂鉄採掘埋め戻し箇所かどうかを把握することが非常に重要である。
- 砂鉄採掘箇所についての詳細な記録は得られていないことから、広域的な分布状況を詳細に把握することは困難である。
- このため個別の箇所の再液状化の診断に当たっては、SWS調査等により砂鉄採掘埋め戻しの有無及び埋め戻し深度を把握することが必要である。

5. 対策工法について

・対策工法の検討を行うためのモデル地区



- ・ 対策工法の検討に用いる想定地震と対策目標

- ① 想定地震

東日本大震災相当の中程度の揺れに対する家屋の安全性を確保する。

- ② 対策目標（目標性能）

過去の実績から、建物に対して被害が少ないと考えられる以下の目標を満足させる。

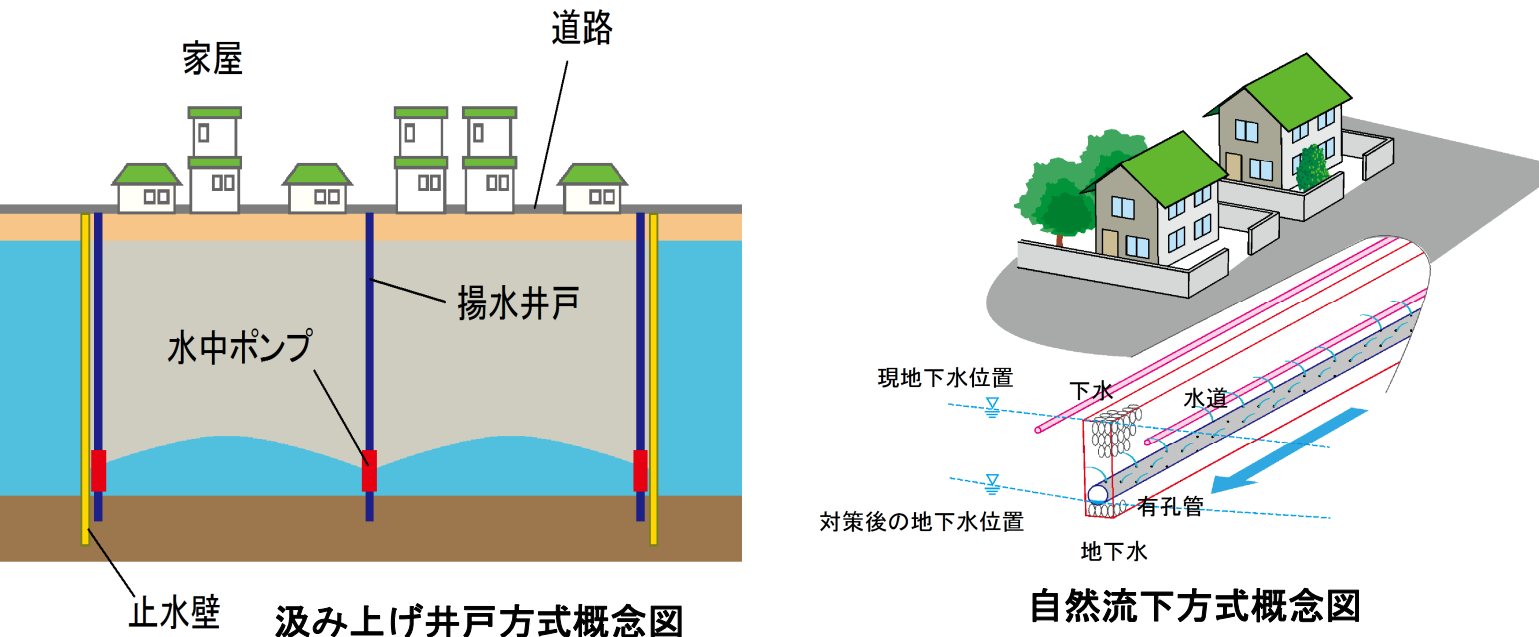
【目標1】地表面から深さ3mが液状化しない（非液状化層厚 $H1 \geq 3\text{m}$ ）

【目標2】10cmより少ない沈下量（地表面沈下量 $D_{cy} \leq 10\text{cm}$ ）

・ 液状化対策工法の概要（格子状地中壁工法）

	格子状地中壁工法	
イメージ図・写真		「液状化被災市街地における格子状地中壁工法の検討・調査について(ガイダンス(案))」国土交通省都市局 H25.4 より引用
原理	地盤の変形を抑制 （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液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑止し液状化を抑制する。）	
特徴	固化体は液状化しない。 施工可能な格子間隔で変形抑止効果の期待度が増減。 宅地部分は所有者負担の必要あり。 改良深度、格子間隔により高額になる場合あり。	

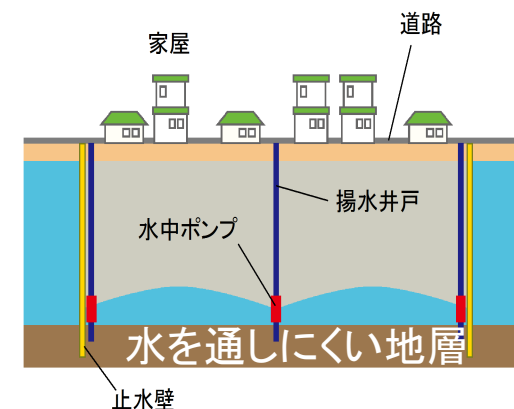
・ 液状化対策工法の概要（地下水位低下工法）

	地下水位低下工法
イメージ図・写真	 汲み上げ井戸方式概念図 自然流下方式概念図
原理	非液状化層厚を増大 （地下水位を低下させ、非液状化層厚を増大することで液状化被害を軽減する工法）
特徴	不飽和（水で満たされていない）地盤は液状化しにくい。 粘土層が堆積する地盤条件においては圧密沈下による家屋被害が懸念される。 水位低下のためのランニングコスト（維持費）がかかる。 維持費負担者を決める必要あり。

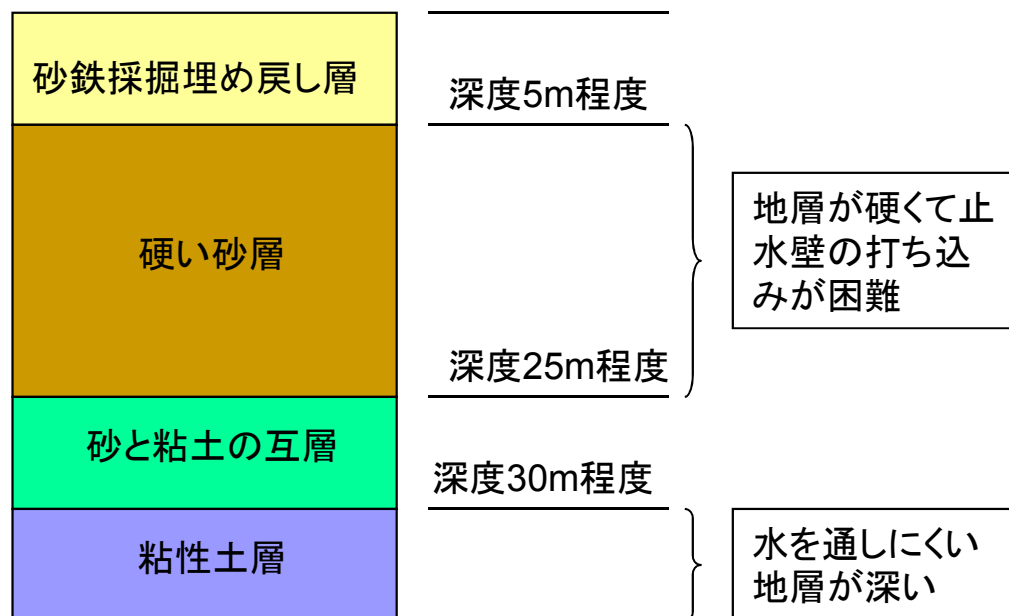
・ 地下水位低下工法が適さない条件

- 止水壁を打ち込むための水を通しにくい地層(右図参照)が無いかあるいは深い
- 地層が固くて止水壁を打ち込めない
- 地下水位低下による圧密沈下量が10cm以上懸念される

地下水位低下工法イメージ図



当該地区の地盤イメージ



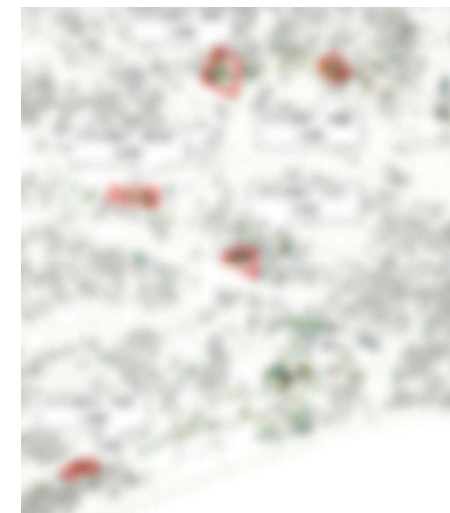
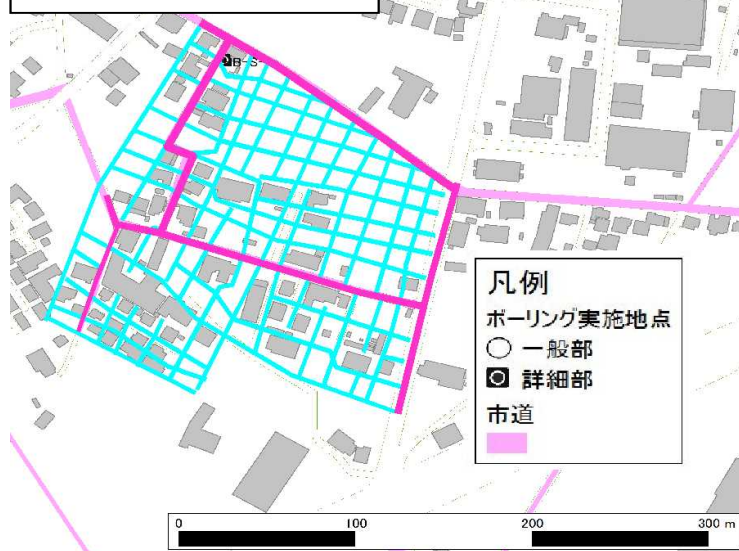
■ 水を通しにくい地層が地表面から30mと深く、中間に固い砂層が分布しており、止水壁の打ち込みが困難であることから、当該地区においては、地下水位低下工法は不適である

モデル地区における対策工法

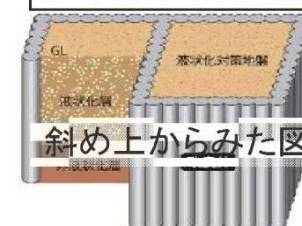
モデル地区1(蛇園)



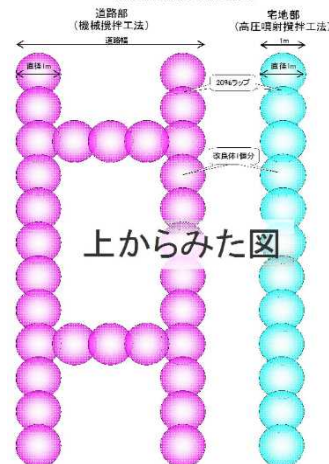
モデル地区2(後草)



格子状地中壁工法平面配置図

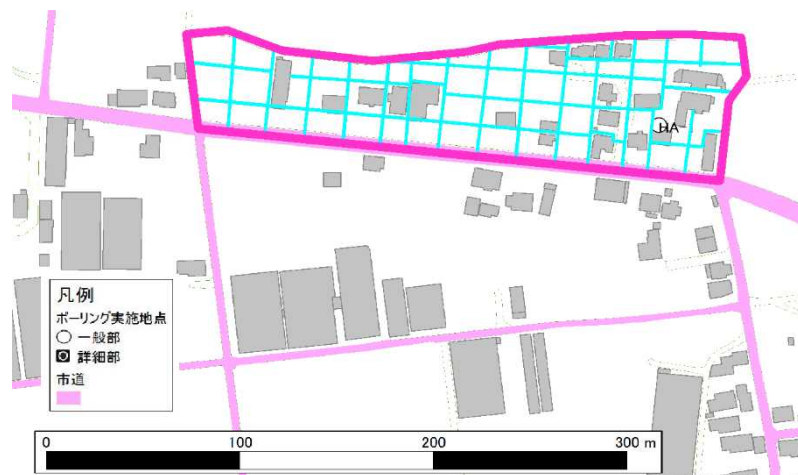


格子状改良平面配置図

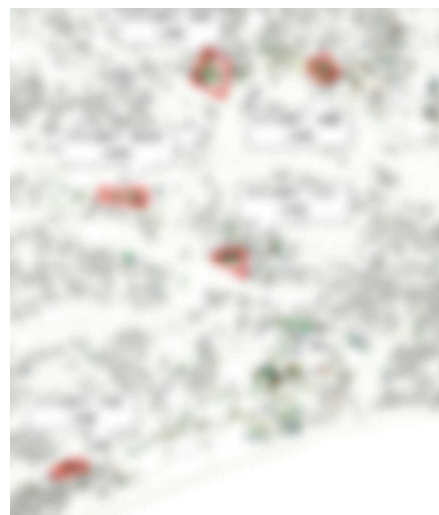
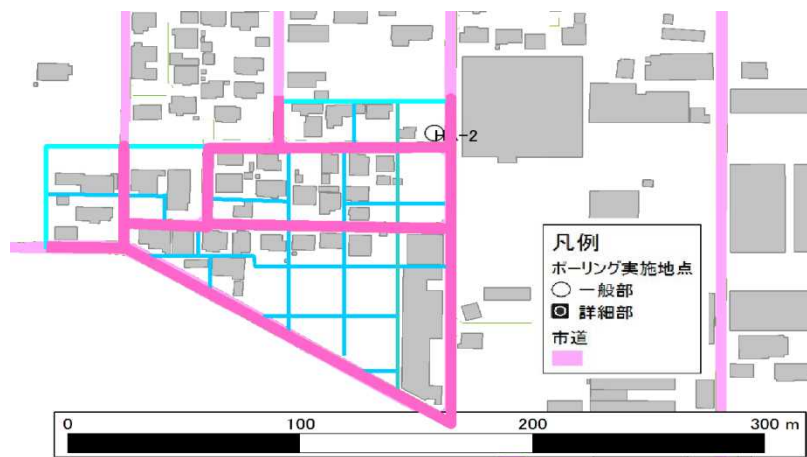


機械攪拌工法(道路部)
高圧噴射工法(宅地部)

モデル地区3(東足洗)

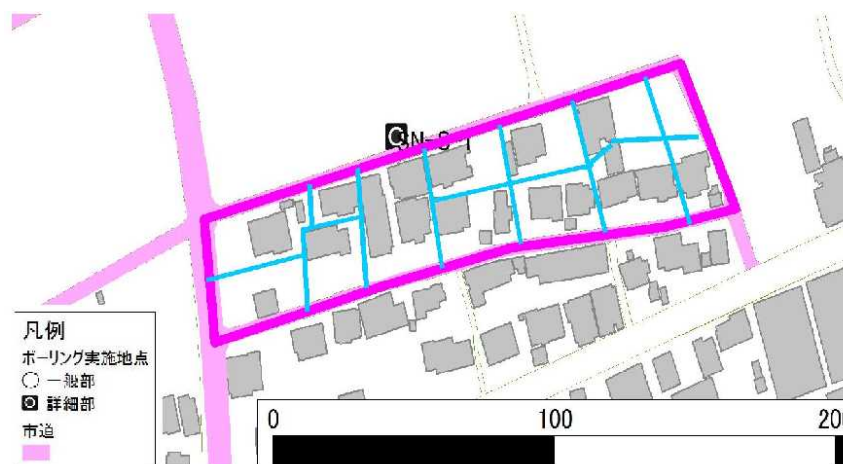


モデル地区4(三川)

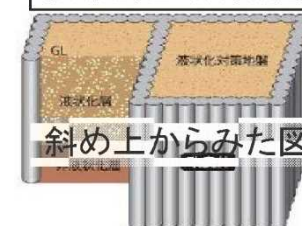


■ : 機械攪拌工法(道路部)
■ : 高圧噴射工法(宅地部)

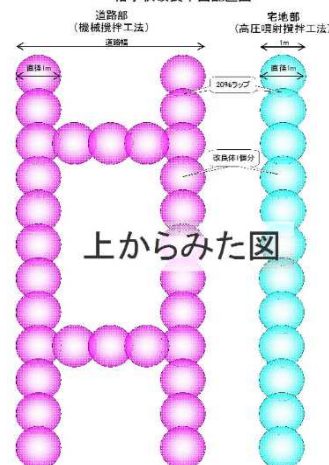
モデル地区5(矢指)



格子状地中壁工法平面配置図



格子状改良平面配置図



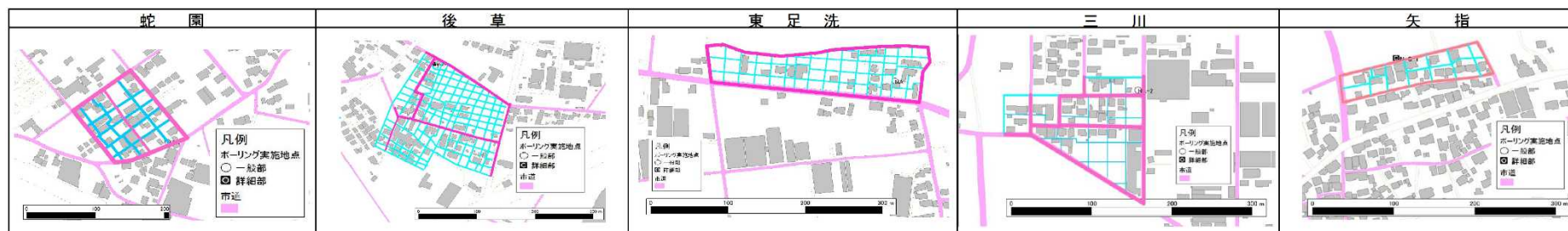
・液状化対策工概算費用

モデル地区における対策工概算費用一覧を以下に示す。

対策工概算費用一覧表（モデル地区）※1

番号	地 名	地区名	概算戸数	工 法 名	概算施工規模				概算事業費 ¹		
					対象面積 (m ²)	格子間隔 (m)	改良深度 (m)	改良体積 (m ³)	内 訳		
									公共部	宅地部	宅地部 1m ² 当り
1	蛇園	海上	30	格子状 地中壁工法	13,000	20	6	11,900	2.3億円	5.3億円	4.1万円
2	後草	海上	50	格子状 地中壁工法	25,600	20	6	25,500	2.9億円	17.5億円	6.8万円
3	東足洗	旭	20	格子状 地中壁工法	16,000	20	6	18,500	2.8億円	10.6億円	6.6万円
4	三川	飯岡	25	格子状 地中壁工法	18,000	30	6	12,400	2.4億円	5.6億円	3.1万円
5	矢指	旭	15	格子状 地中壁工法	7,500	30	6	8,000	2.0億円	2.4億円	3.2万円

※1：事前事後調査、埋設管仮設費などは別途計上





【まとめ】

- ・格子状地中壁の詳細検討の結果、地盤条件により格子間隔20mあるいは30m、改良深度6mで、目標性能を満足できる。
- ・検討結果から設定した対策工仕様にに基づき対象範囲全体の概算事業費、公共部分、宅地部分の概算事業費を算出した。
- ・対象範囲の大きさにより全体事業費には差が生じているが、宅地部分の敷地1m²あたりの事業費を比較すると、格子間隔20mの蛇園、後草、東足洗では4.1～6.8万円/m²、格子間隔30mの三川、矢指は3.1～3.2万円/m²で区分できる結果となった。



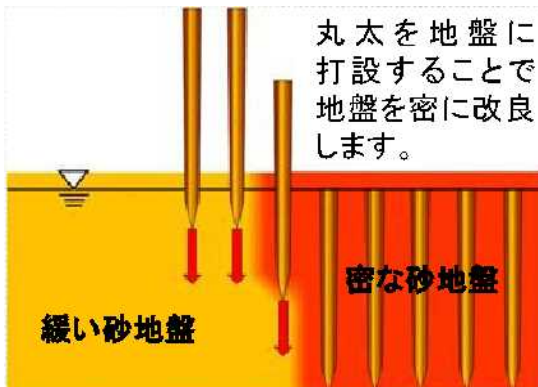
Ⅱ 戸建住宅の液状化対策について

1. 戸建住宅の液状化対策方法

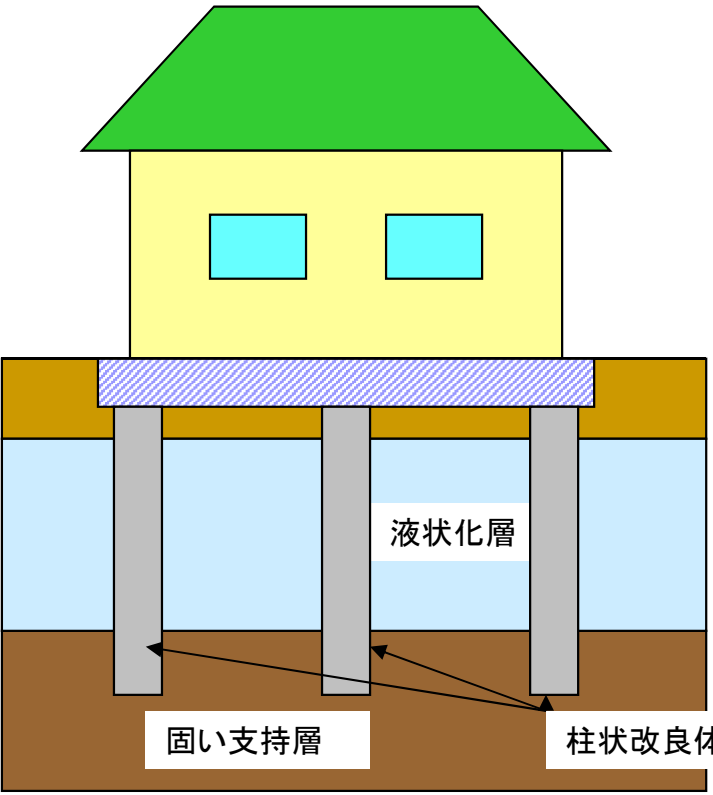
- ・液状化現象の発生を防止または低減する方法
- ・液状化が発生しても建物被害を軽減する方法

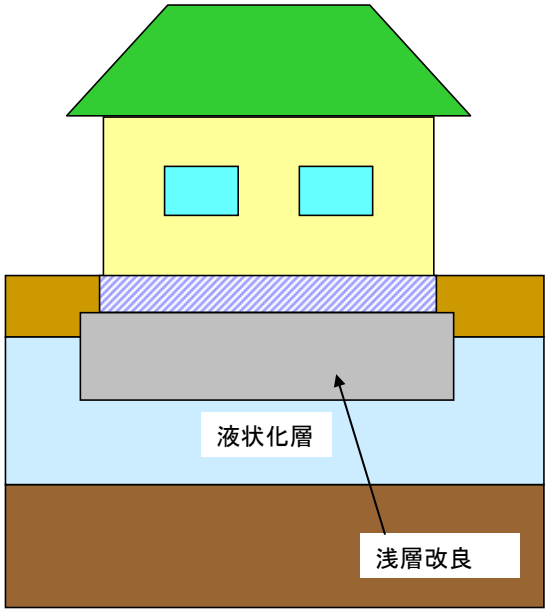
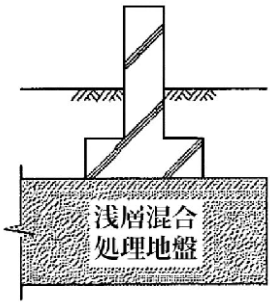
戸建住宅の液状化対策工法一覧表

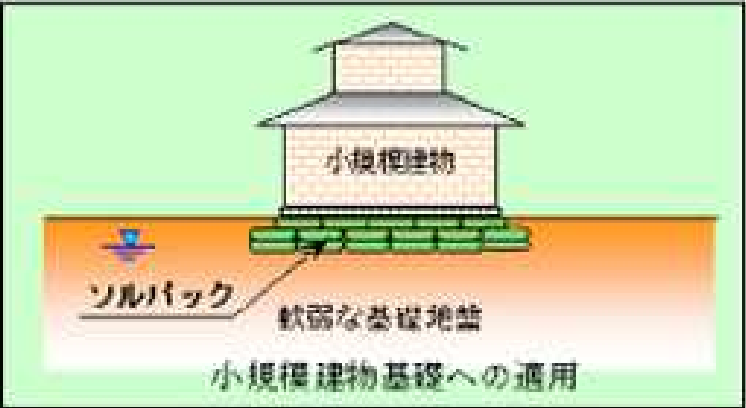
対策区分	工法名	分類(対策原理)
液状化発生の防止・軽減	砂杭、丸太杭、 ドライモルタル工法	密度増大
	盛土工法	有効応力の増大
建物被害軽減	柱状改良	構造対策
	杭基礎(小口径杭)	構造対策
	表層改良	構造対策
	短管打設	構造対策
	土のう工法	間隙水圧消散
	建物での被害軽減	構造対策

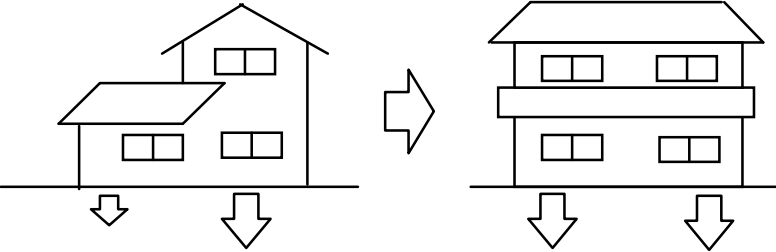
工法	砂杭、丸太杭、ドライモルタル工法		分類	密度増大
概要	地盤の密度を増大させる工法。 ・対象地盤への砂、モルタル、丸太等を圧入・打設・注入による地盤を締固め、地盤の密度を増加させることによって液状化の発生を抑制することを期待する工法。		概略図	
特徴	・比較的低騒音、低振動での施工が可能である。 ・地盤中に砂杭、丸太杭等を圧入するため、地盤変位に対する注意が必要である。			
費用	600万円程度(50坪、深さ8m)			

工法		盛土工法	分類	有効応力増大
概要		現在の地盤に盛土を行うことで、 上載圧増大を図る工法。	概略図	 盛土のみで造成可能な場合  用地が厳しく、造成に擁壁が必要な場合
特徴				
・上載圧が増加することで、液状化が生じにくくなる。 ・地表面の液状化が生じない層の厚さの増加が図れる。 ・盛土を行うことで、現在の地盤の強度増加が図れる。				
費用	300万円程度(50坪、高さ1m)			
	750万円程度(50坪、高さ1m、擁壁)			

工法	柱状改良	分類	構造対策
概要	・小型機械により地盤中にセメントを攪拌混合した円柱状の改良体を構築することで、地盤液状化時にも建物を支持することにより、沈下や傾斜の発生を抑制する工法。	概略図	
特徴			
費用	100～200万円程度(20坪、深さ6m)		

工法	表層改良工法	分類	固結
概要	固化地盤を形成する工法。 攪拌装置を用いてセメントスラリーや粉体セメント等固化材を吐出しつつ、原地盤と固化材を鉛直方向に攪拌混合させ固化地盤を形成する。	概略図	
特徴			
	・バックホウベースで機動性が優れている。 ・地盤変位が比較的小さい。 ・狭隘な場所や障害物近傍でも施工可能。		  改良厚さ: 1m～2m程度
費用	80～150万円程度(20坪、深さ2m)		

工法	土のう工法	分類	間隙水圧消散
概要	・家屋の支持、不同沈下防止、液状化防止効果を期待する工法である。 ・地盤に碎石を混ぜた土のうを敷設することにより、建物荷重の分散・支持、液状化時の排水、不同沈下防止が可能である。	概略図	 小規模建物 ソルバック 軟弱な基礎地盤 小規模建物基礎への適用
特徴			
費用	50万円程度／(20坪)		

工法	建物での被害軽減	分類	構造対策
概要	液状化被害軽減に配慮した建築設計を実施する。 ・バランスの良い建物配置 ・建物重量の軽減 ・基礎の剛性の向上 ・基礎底面の透水性の向上	概略図	 建物の形状をシンプルにし、液状化時の偏心傾斜を軽減する。
特徴	・建築設計時に液状化被害軽減に配慮した設計とするものであり、特別な対策工事を必要としない。 ・液状化の発生あるいは被害を完全に防止するものではなく、被害軽減を目指したものである。		

- 対策工法の選定に当たっての留意事項

- ①施工実績

- ②施工の可否（施工機械の大きさ、搬出入の容易性）

- ③設計方法の有無

- ④対策効果の確実性

- ⑤周辺への配慮（振動、騒音、地盤変位）

- ⑥工事費用

- ⑦工事期間



旭市では、液状化対策についての調査、検討内容と結果について
ホームページでも公表しています

旭市のホームページから参照できます。

<http://www.city.asahi.lg.jp/>