

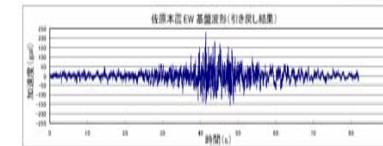
(4) 液状化対策工法の検討状況

(4) 液状化対策工法の検討状況

① 対策工法の検討箇所（モデル地区）



② 検討に用いる想定地震

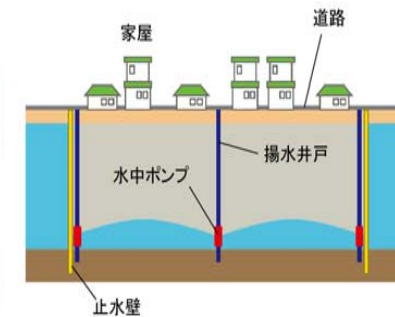
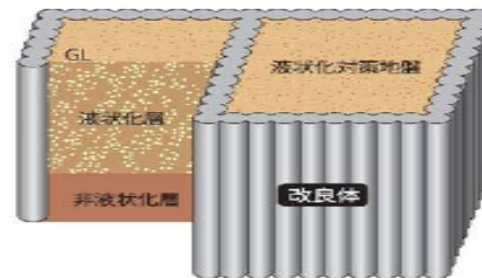


③ 対策目標（目標性能）



④ 液状化の発生を抑制する方法

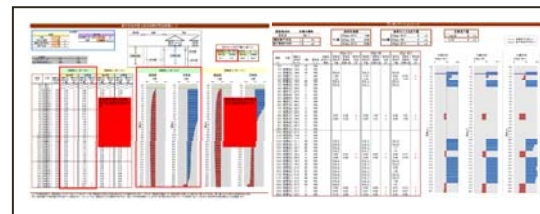
⑤ 液状化対策工法の概要



⑥ 他自治体の事例

⑦ 対策工法の検討方法

概略検討



詳細検討



⑧ 対策工法の検討状況

①対策工法の検討箇所（モデル地区）

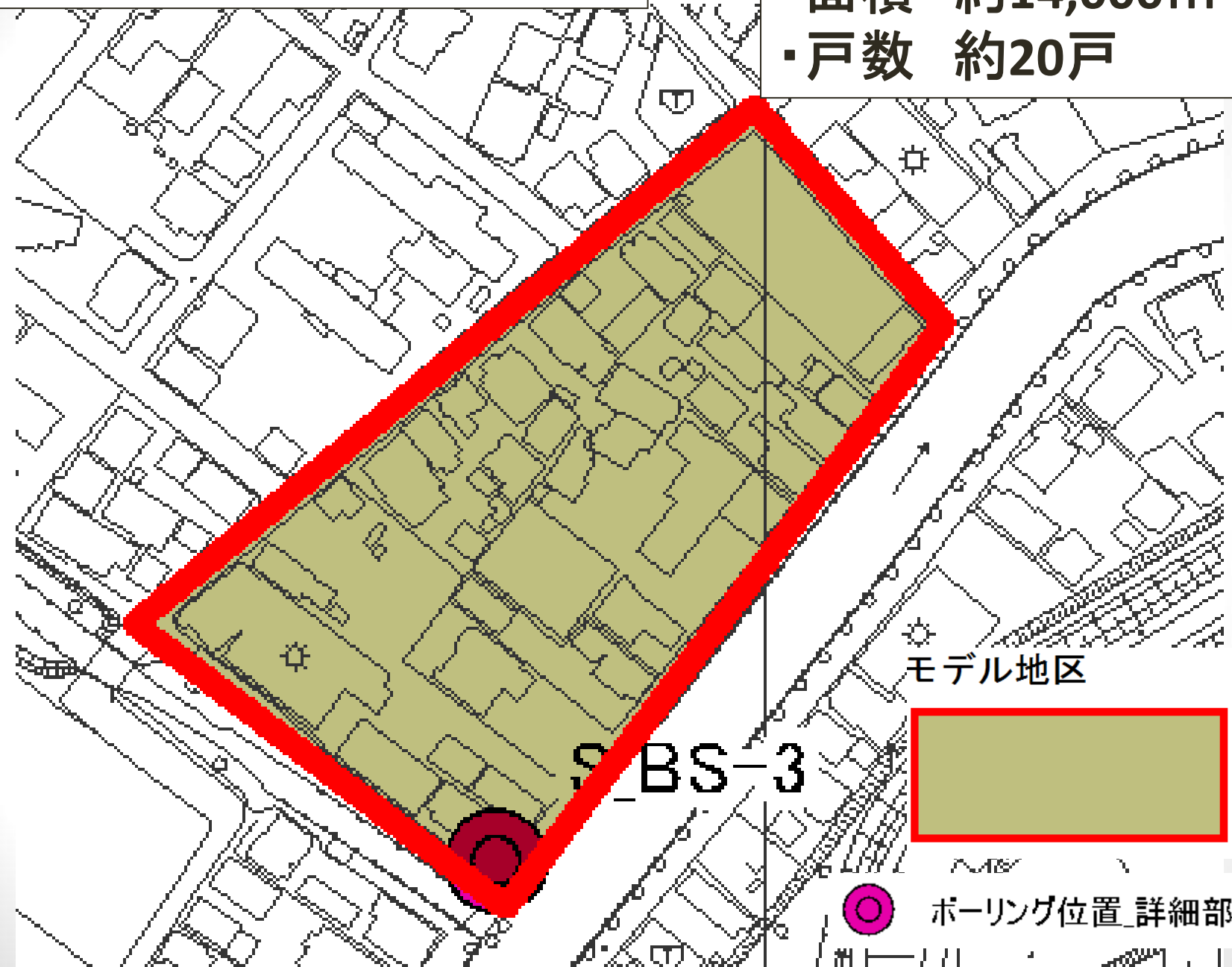
※モデル地区は、

事業化の判断材料とするため、
液状化対策の工法や効果を検討し、
それに伴う経費を算定するための地区です。

モデル的に事業(工事)を実施する場所では
ありません。

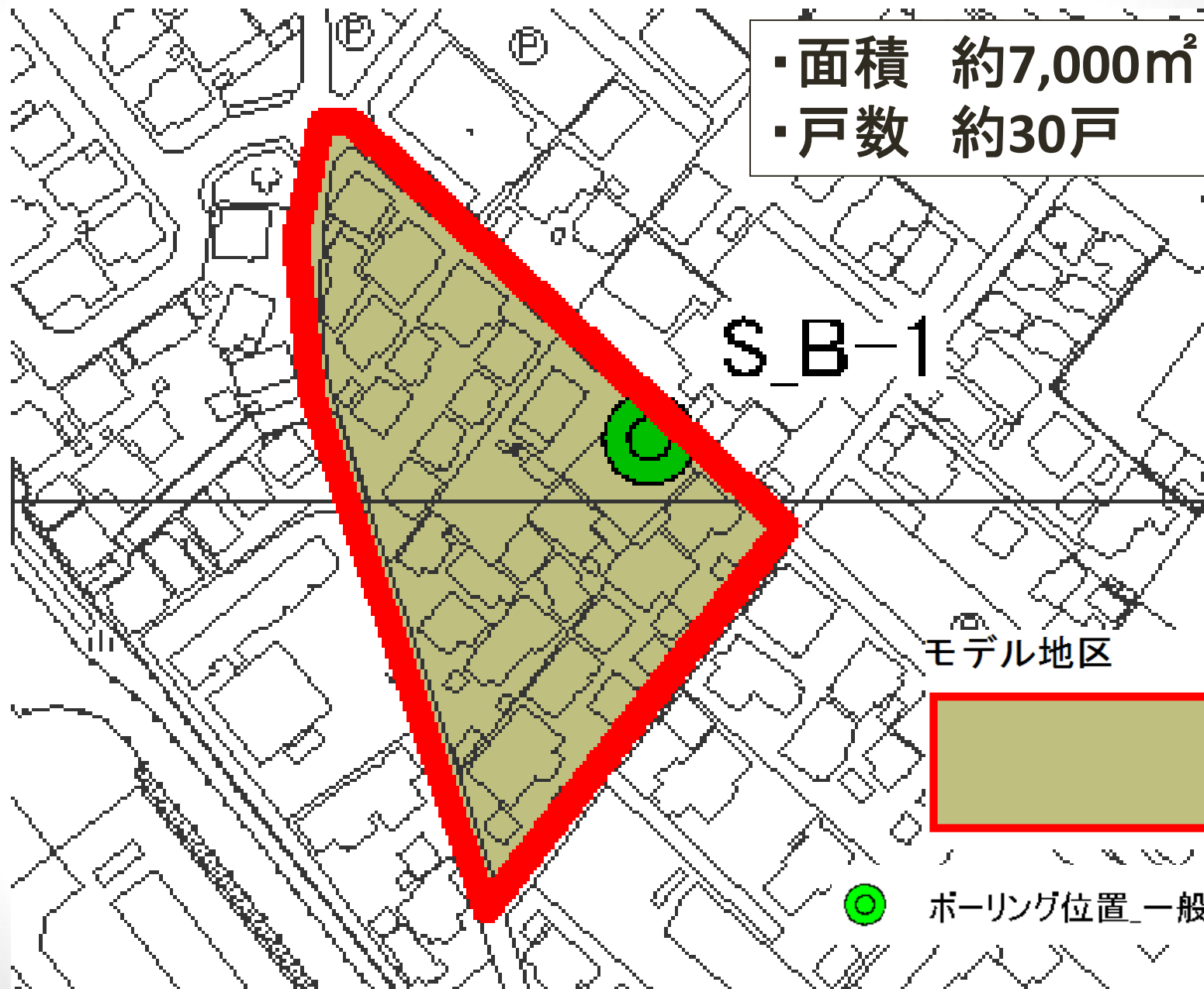
佐原市街地地区(下川岸)

- ・面積 約14,000㎡
- ・戸数 約20戸



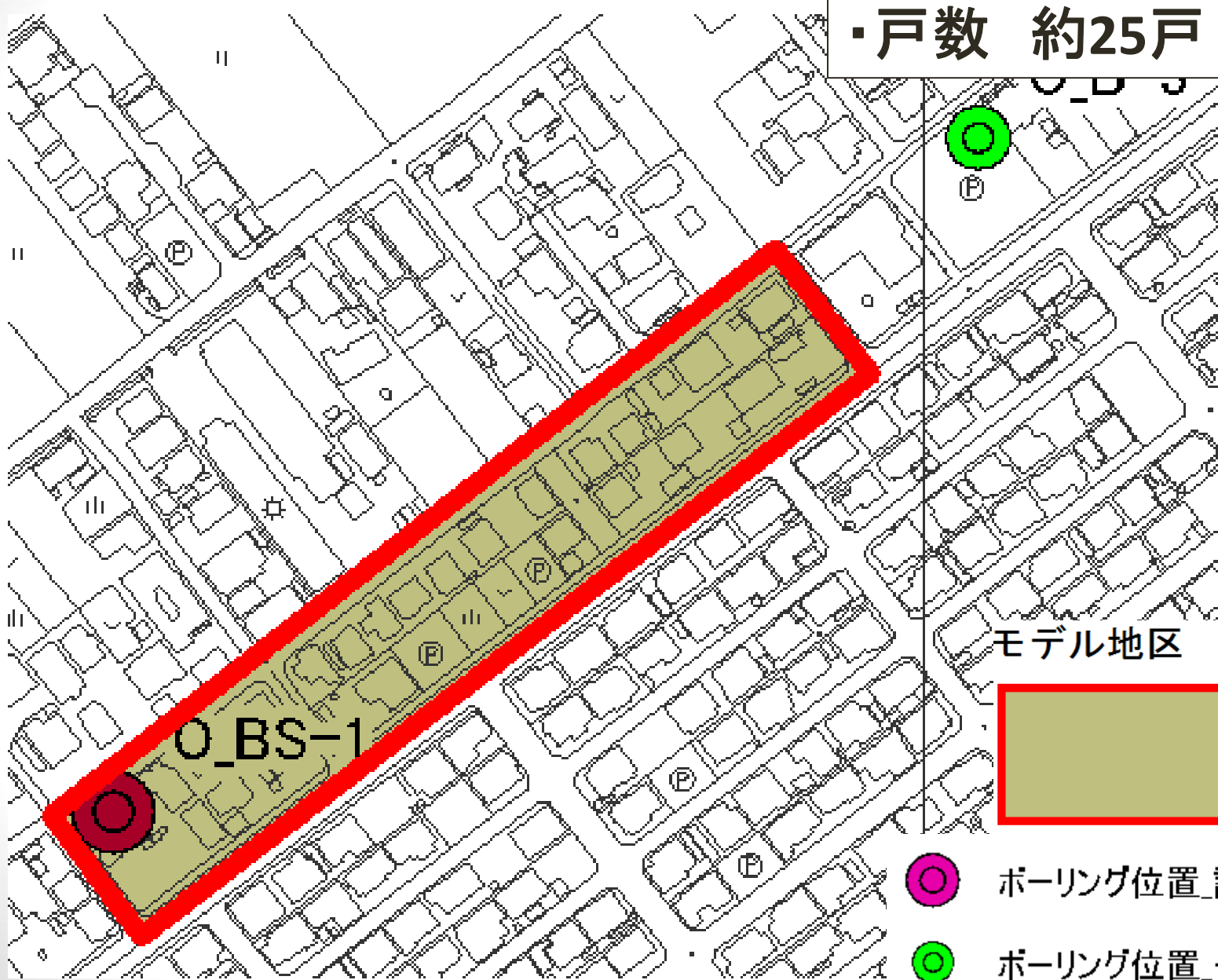
佐原市街地地区(水郷大橋町)

- ・面積 約7,000m²
- ・戸数 約30戸



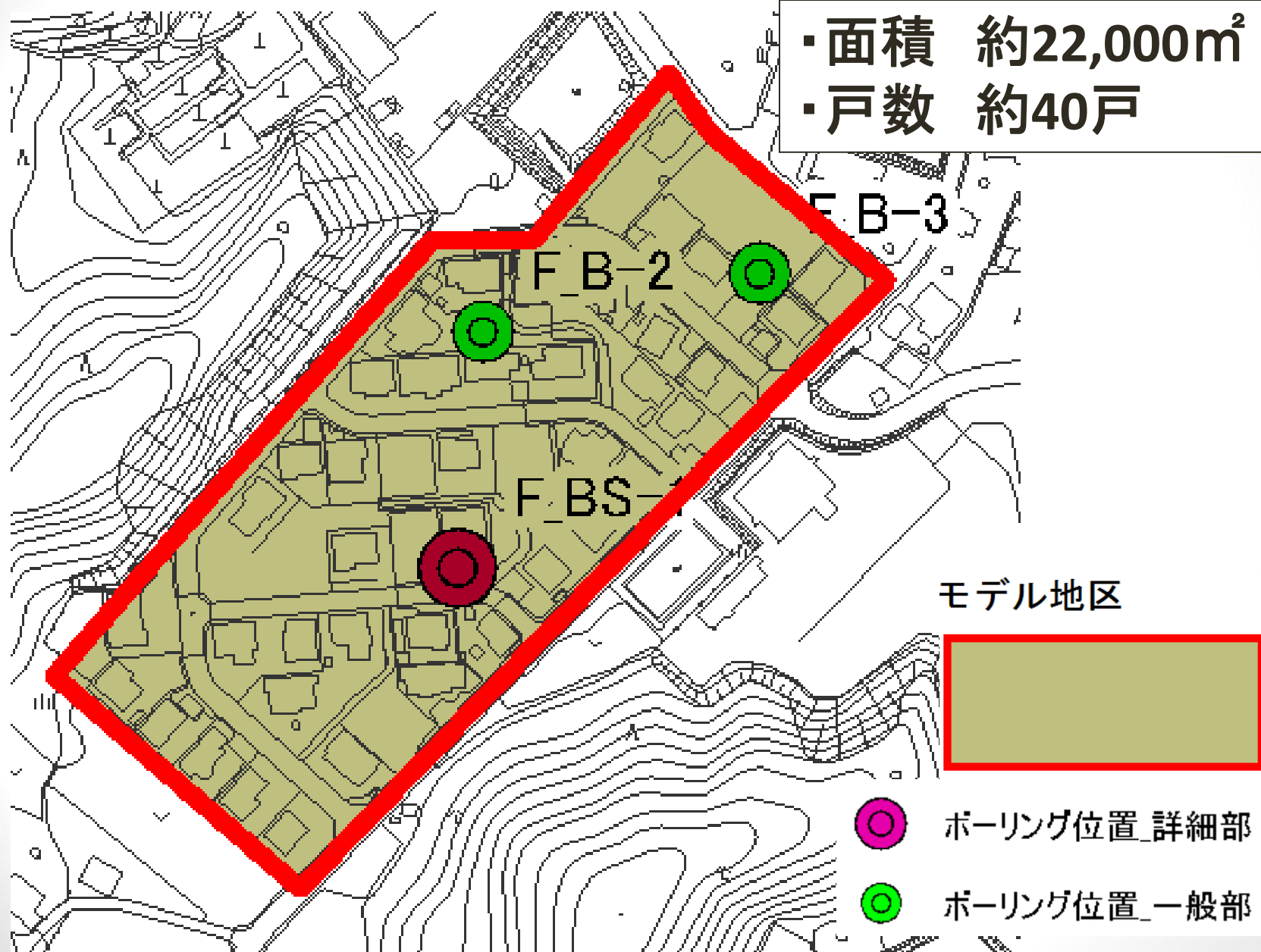
小見川市街地地区(新開町)

- ・面積 約11,500㎡
- ・戸数 約25戸

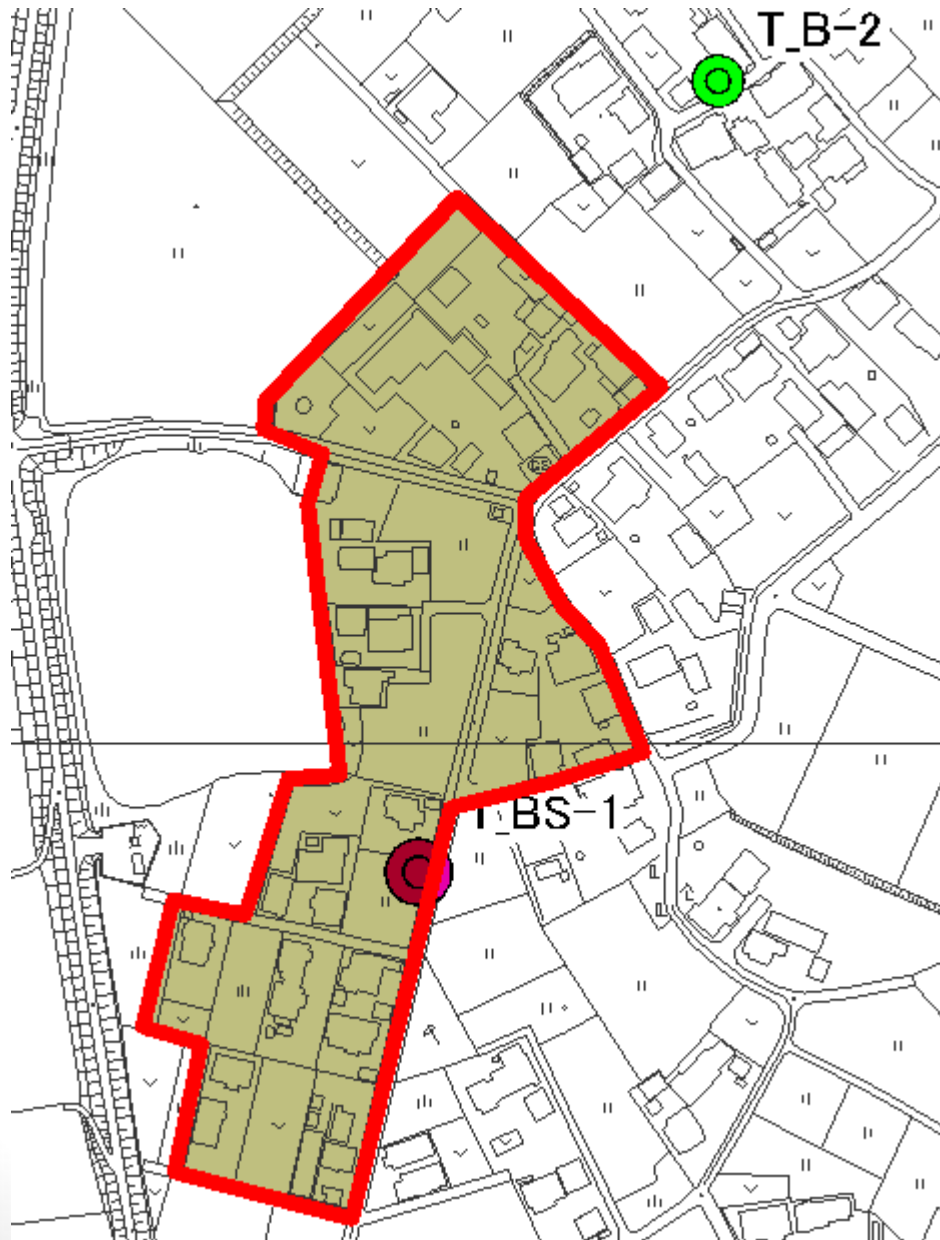


府馬地区(おおくすニュータウン)

- ・面積 約22,000m²
- ・戸数 約40戸



利根川以北地区(筈島)



- ・面積 約23,000m²
- ・戸数 約20戸

モデル地区



● ボーリング位置_詳細部

● ボーリング位置_一般部

② 検討に用いる想定地震

中程度の揺れに対する家屋の安全性を確保する。

- ・タイプ1: 中地震による中程度の揺れ
- ・タイプ2: 巨大地震による中程度の揺れ

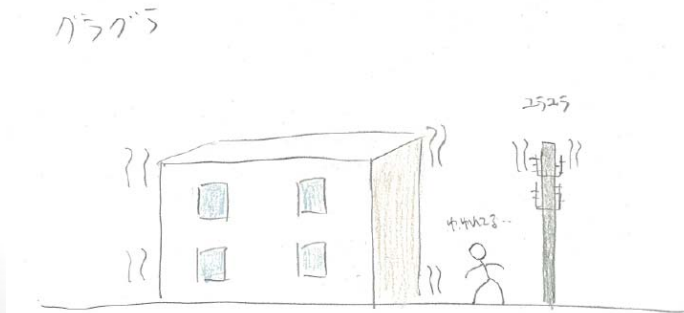
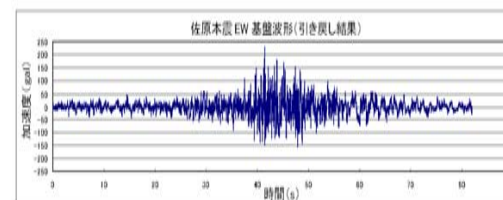


タイプ2



東日本大震災相当

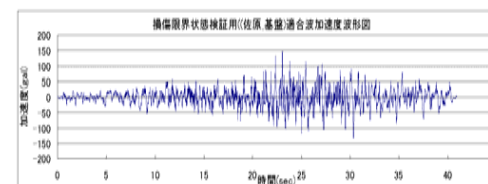
【タイプ2 (巨大地震による中程度の揺れ)】



タイプ1



【タイプ1 (中地震による中程度の揺れ)】

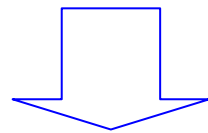


③ 対策目標（目標性能）

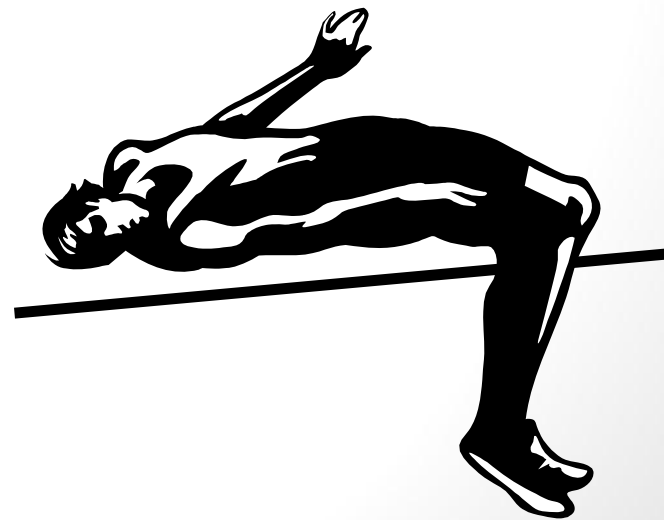
国土交通省のガイダンス(案)に示された液状化抑制効果の指標を踏まえ、以下のように設定します。

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

【目標2】10cmより少ない沈下量（地表面沈下量 $Dcy \leq 10cm$ ）



どちらも満足する
対策工法を検討



④ 液状化の発生を抑制する方法

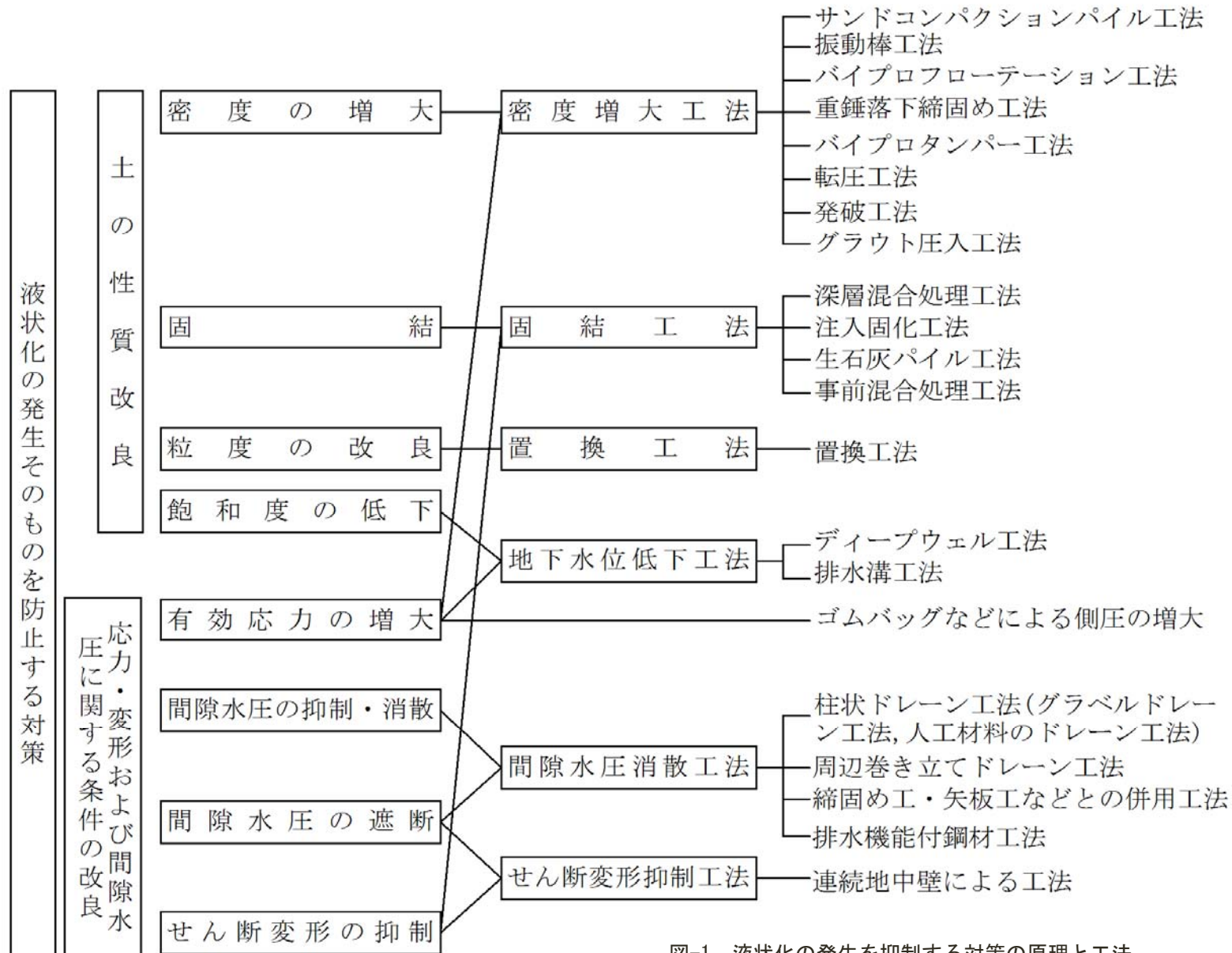


図-1 液状化の発生を抑制する対策の原理と工法
 出展「地盤工学・実務シリーズ18 液状化対策工法 社）地盤工学会」

⑤ 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	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">「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</p>
原理	<p>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。)</p>
特徴	<p>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。</p>

⑤ 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	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>汲み上げ井戸方式概念図</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>自然流下方式概念図</p> </div> </div>
原理	<p>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）</p>
特徴	<p>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。</p>

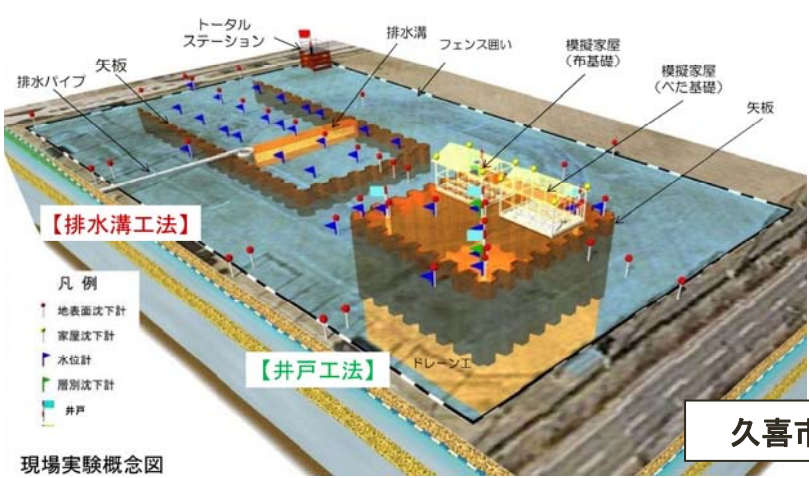
⑥ 他自治体の検討状況

格子状地中壁工法

自治体名	検討状況
浦安市	<p>格子状地中壁工法で確定（合意形成中） 液状化対策の有効性については、FL値を用いて評価している。</p>   <p>浦安市ホームページより</p>
千葉市 習志野市	格子状地中壁工法、地下水位低下工法 等について検討中

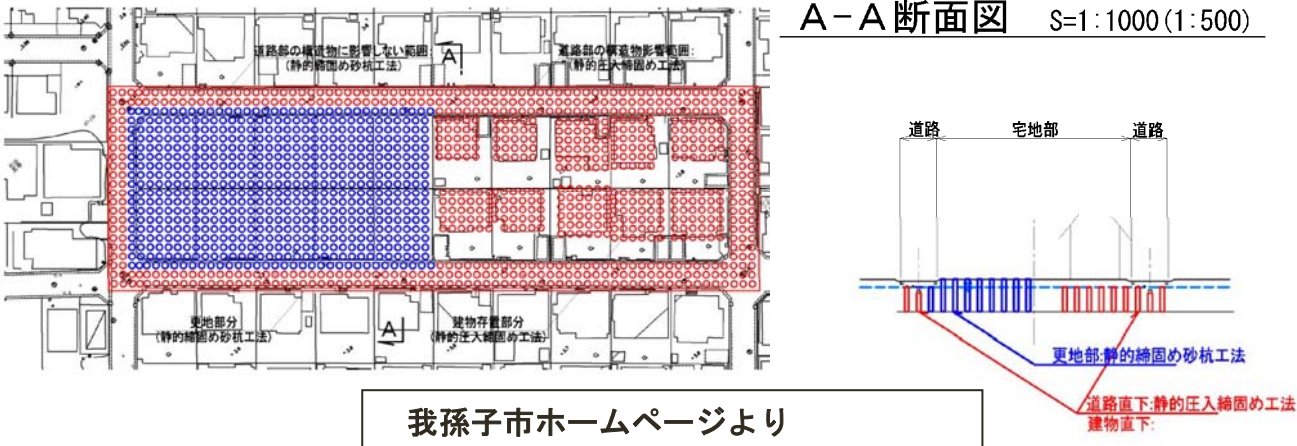
⑥ 他自治体の検討状況

地下水位低下工法

自治体名	検討状況
潮来市	日の出地区を対象に <u>地下水低下工法</u> を選定 (実証実験を実施し、その結果をうけ、 地下水低下工法を採用)
神栖市	鱈川、堀割1・2丁目地区： <u>地下水低下工法</u> を選定 (合意形成中) 堀割3丁目地区： <u>地下水低下工法</u> を選定(合意形成中)
久喜市	地下水低下工法について実証実験中 

⑥ 他自治体の検討状況

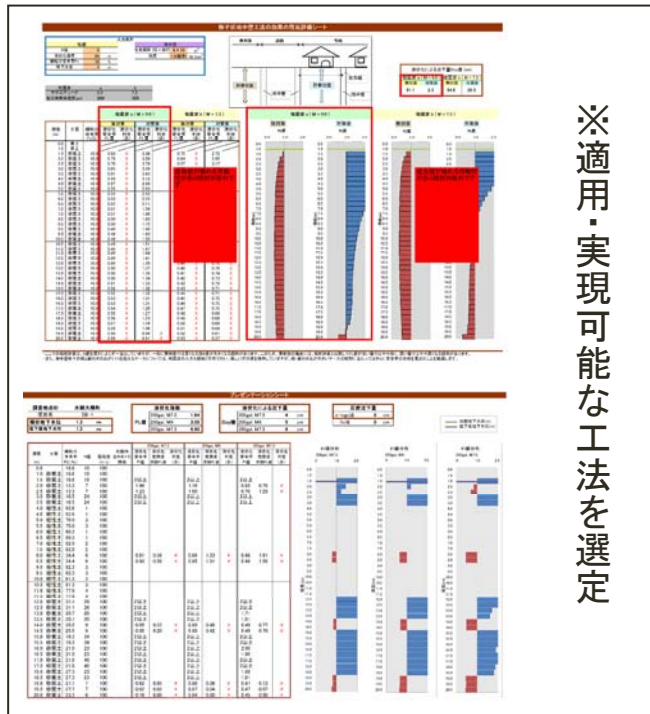
その他工法

自治体名	検討状況
我孫子市	<p>宅地と公共施設の一体的な液状化対策として、更地に対して特に有効な締固め工法の採用を検討中。</p> <p>(道路部直下および建物直下では、静的圧入締固め工法を採用し、更地部では静的締固め砂杭工法を採用する)</p>  <p>A-A断面図 S=1:1000(1:500)</p> <p>道路部の横断物に影響しない範囲 (静的締固め砂杭工法)</p> <p>道路部の横断物影響範囲 (静的圧入締固め工法)</p> <p>更地部分 (静的締固め砂杭工法)</p> <p>建物存在部分 (静的圧入締固め工法)</p> <p>道路 宅地部 道路</p> <p>更地部:静的締固め砂杭工法</p> <p>道路直下:静的圧入締固め工法 建物直下:</p> <p>我孫子市ホームページより</p>
神栖市	深芝南・平泉東地区:平泉東地内において、不飽和化工法の実証実験中

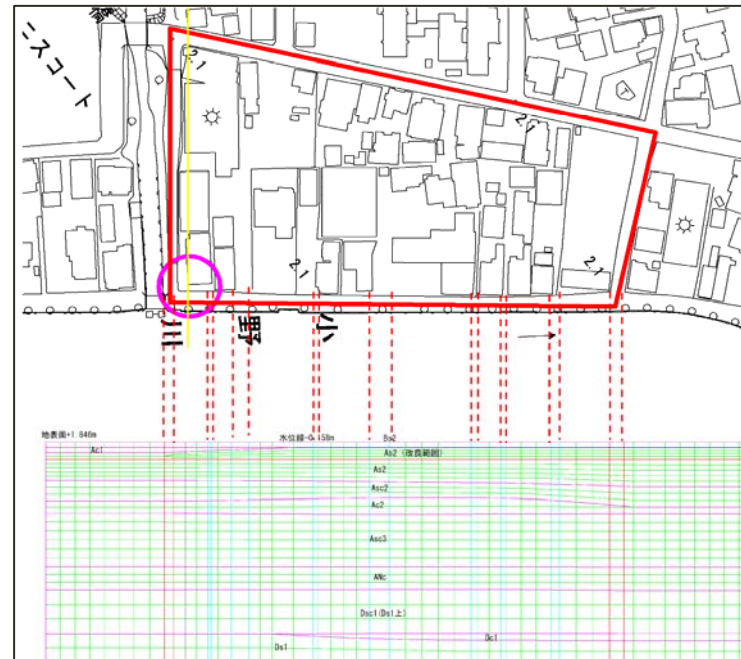
⑦ 対策工法の検討方法

検討の進め方

概略検討: 国総研提供の簡易
評価シートによる検討



詳細検討: 詳細な液状化解析手法
(2次元FEM)による検討



※具体的な対策位置や規模を決定

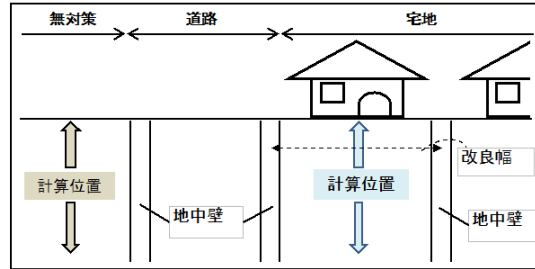
格子状地中壁工法簡易評価シート(国総研ホームページからダウンロード可能)

対策目標(H1 ≥ 5m、Dcy ≤ 10cm)を満足する格子形状を算定

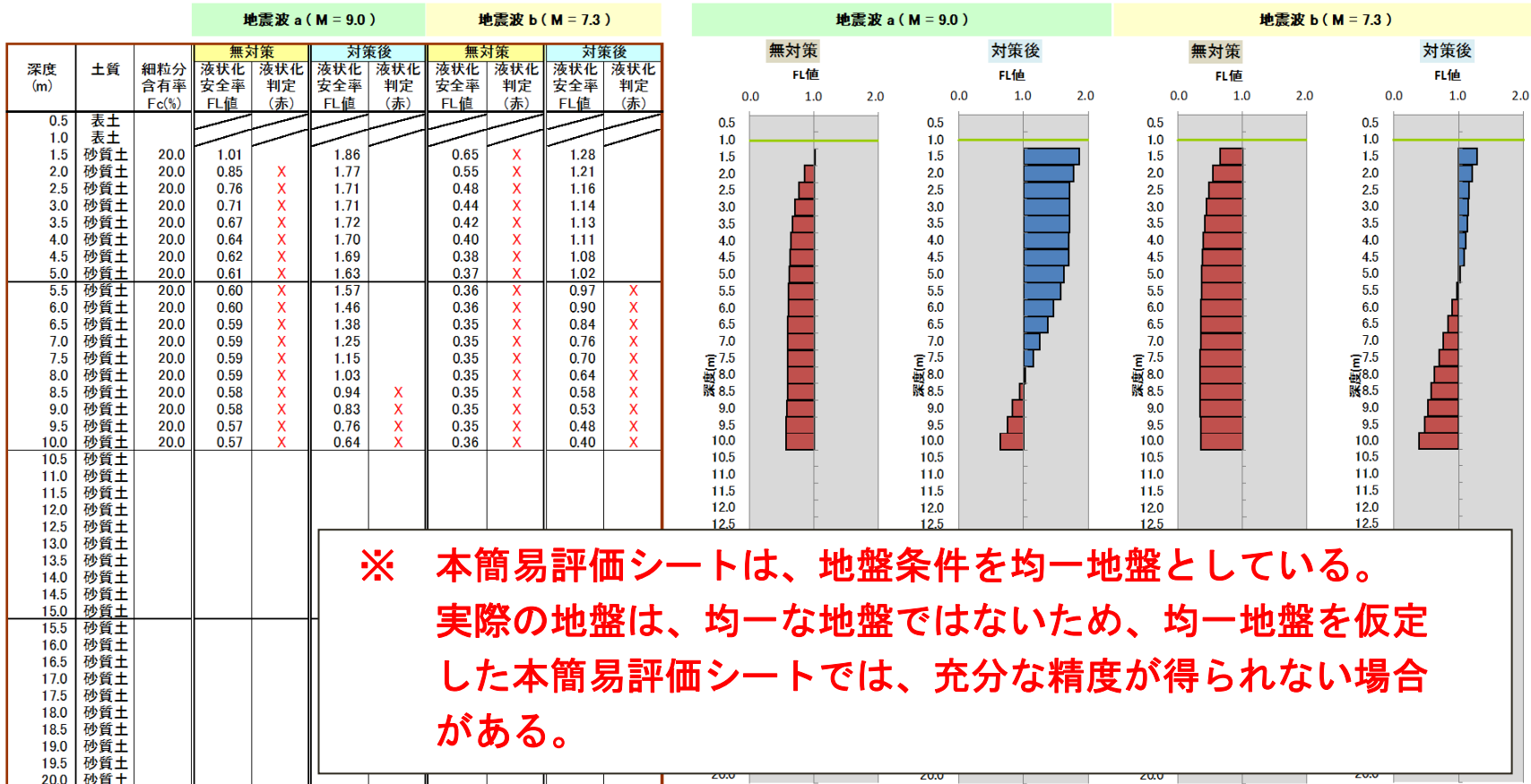
格子状地中壁工法の効果の簡易評価シート

地盤		入力条件		地中壁	
N値	5	改良間隔(幅×奥行)	12×15 m ²	強度	1.5(標準) N/mm ²
液状化層厚	10 m				
細粒分含有率Fc	20 %				
地下水位	1 m				

地震波	a	b
マグニチュード	9.0	7.3
想定地表加速度(gal)	200	350



液状化による沈下量Dcy値 (cm)			
地震波 a (M=9.0)		地震波 b (M=7.3)	
無対策	対策後	無対策	対策後
14.3	2.9	17.9	8.3



※ 本簡易評価シートは、地盤条件を均一地盤としている。実際の地盤は、均一な地盤ではないため、均一地盤を仮定した本簡易評価シートでは、十分な精度が得られない場合がある。

地下水位低下工法簡易評価シート(国総研ホームページからダウンロード可能)

対策目標(H1 ≥ 3m、Dcy ≤ 10cm)を満足する水位低下量を算定

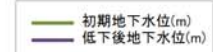
プレゼンテーションシート

調査地点ID	〇〇地区
項目名	メモ等
現状地下水位	1 m
低下後地下水位	3 m

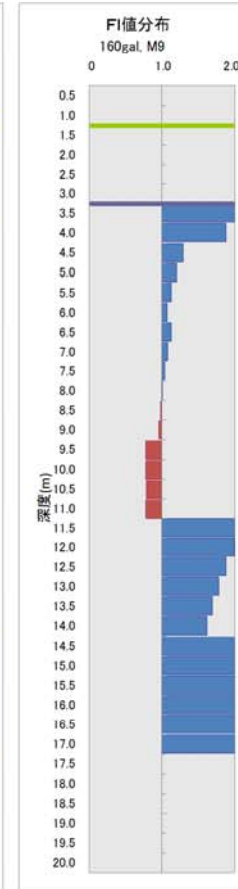
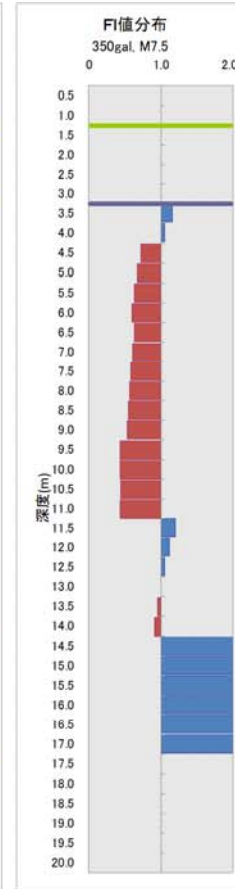
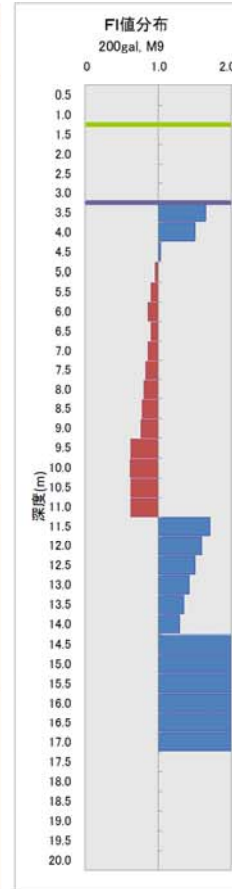
PL値	液状化指数	
	200gal, M9	7.8
	350gal, M7.5	18.3
	160gal, M9	2.3

Dcy値	液状化による沈下量	
	200gal, M9	8 cm
	350gal, M7.5	13 cm
	160gal, M9	4 cm

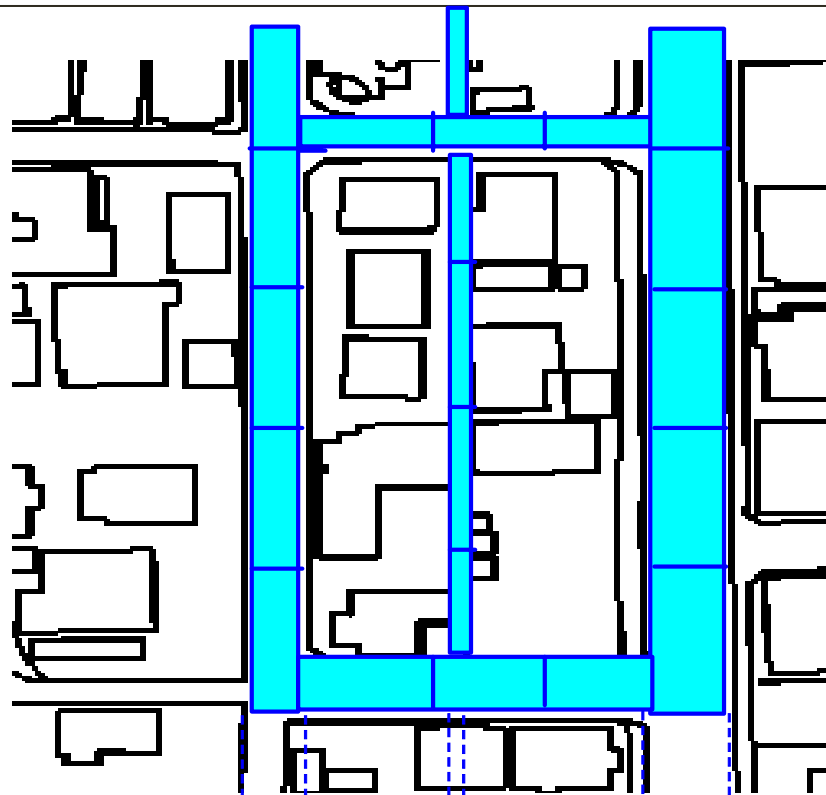
圧密沈下量	
e-logp法	3 cm
Cc法	8 cm



深度 (m)	土質	細粒分 含有率 FG (%)	N値	飽和度 (m ³ /s)	地盤内 空地混入化 情報	200gal, M9			350gal, M7.5			160gal, M9					
						液状化 安全率 FI値	液状化 危険度 区間PL値	液状化 判定 (赤)	液状化 安全率 FI値	液状化 危険度 区間PL値	液状化 判定 (赤)	液状化 安全率 FI値	液状化 危険度 区間PL値	液状化 判定 (赤)			
0.5		66.0	2	100													
1.0	表土	66.0	2	100													
1.5	砂質土	21.0	4	100													
2.0	砂質土	21.0	5	100													
2.5	砂質土	21.0	5	100													
3.0	砂質土	21.0	5	100													
3.5	砂質土	21.0	5	95	有	1.65			1.16			2以上					
4.0	砂質土	21.0	5	95	有	1.50			1.06			1.88					
4.5	砂質土	21.0	6	100		1.03			0.73	1.06	×	1.29					
5.0	砂質土	21.0	6	100		0.96	0.15	×	0.68	1.22	×	1.20					
5.5	砂質土	21.0	6	100		0.90	0.35	×	0.64	1.32	×	1.13					
6.0	砂質土	21.0	6	100		0.86	0.49	×	0.60	1.39	×	1.07					
6.5	砂質土	21.0	7	100		0.90	0.33	×	0.64	1.23	×	1.13					
7.0	砂質土	21.0	7	100		0.86	0.44	×	0.61	1.27	×	1.08					
7.5	砂質土	21.0	7	100		0.83	0.52	×	0.59	1.29	×	1.04					
8.0	砂質土	21.0	7	100		0.81	0.58	×	0.57	1.30	×	1.01					
8.5	砂質土	21.0	7	100		0.78	0.62	×	0.55	1.29	×	0.98	0.06	×			
9.0	砂質土	21.0	7	100		0.77	0.65	×	0.54	1.27	×	0.96	0.12	×			
9.5	粘性土	45.0	2	100		0.62	0.99	×	0.44	1.47	×	0.78	0.58	×			
10.0	粘性土	45.0	2	100		0.62	0.95	×	0.43	1.41	×	0.77	0.57	×			
10.5	粘性土	45.0	2	100		0.63	0.88	×	0.44	1.33	×	0.79	0.51	×			
11.0	粘性土	45.0	2	100		0.62	0.85	×	0.44	1.26	×	0.78	0.49	×			
11.5	砂質土	6.0	22	100		1.71			1.20			2以上					
12.0	砂質土	6.0	22	100		1.60			1.12			2.00					
12.5	砂質土	6.0	22	100		1.50			1.06			1.88					
13.0	砂質土	6.0	22	100		1.42			1.00			1.78					
13.5	砂質土	6.0	22	100		1.35			0.95	0.08	×	1.69					
14.0	砂質土	6.0	22	100		1.30			0.91	0.13	×	1.62					
14.5	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
15.0	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
15.5	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
16.0	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
16.5	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
17.0	砂質土	6.0	43	100		2以上			2以上			2以上					
17.5																	
18.0																	
18.5																	
19.0																	
19.5																	
20.0																	



2次元FEMによる詳細検討 格子状地中壁工法



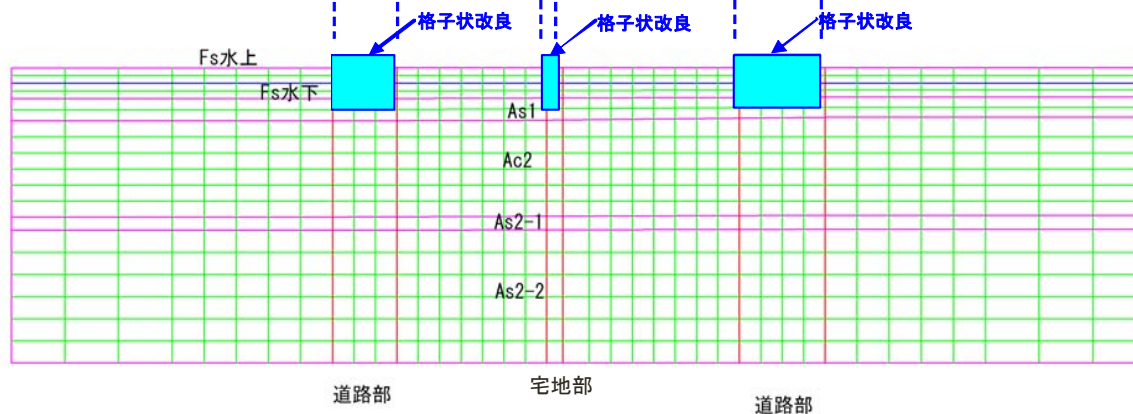
地盤を細かいメッシュでモデル化し、地震動をモデルに作用させシミュレーション解析を実施する。

解析モデルに格子状改良を組み込み、対策目標を満足する対策位置や規模を求める。

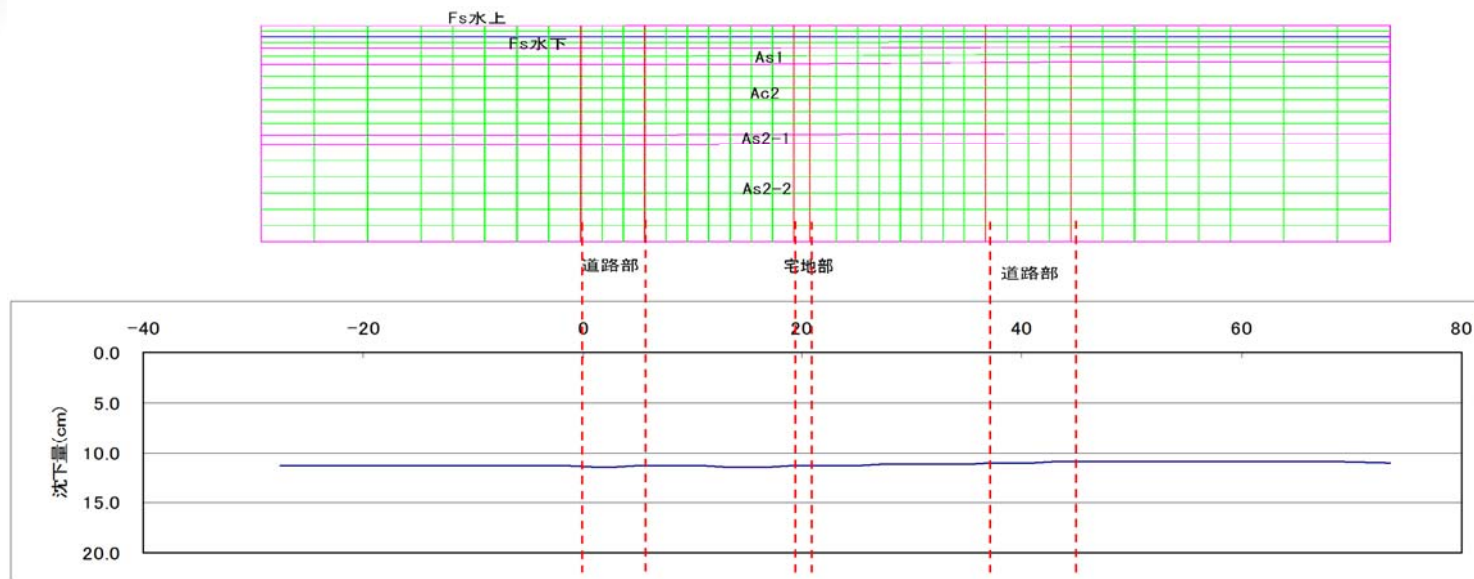
対策目標 ($H1 \geq 5m$ 、 $Dcy \leq 10cm$) を満足する改良深さや格子形状を算定する。

改良深度：深くすれば、効果は増すが、費用も増大する。

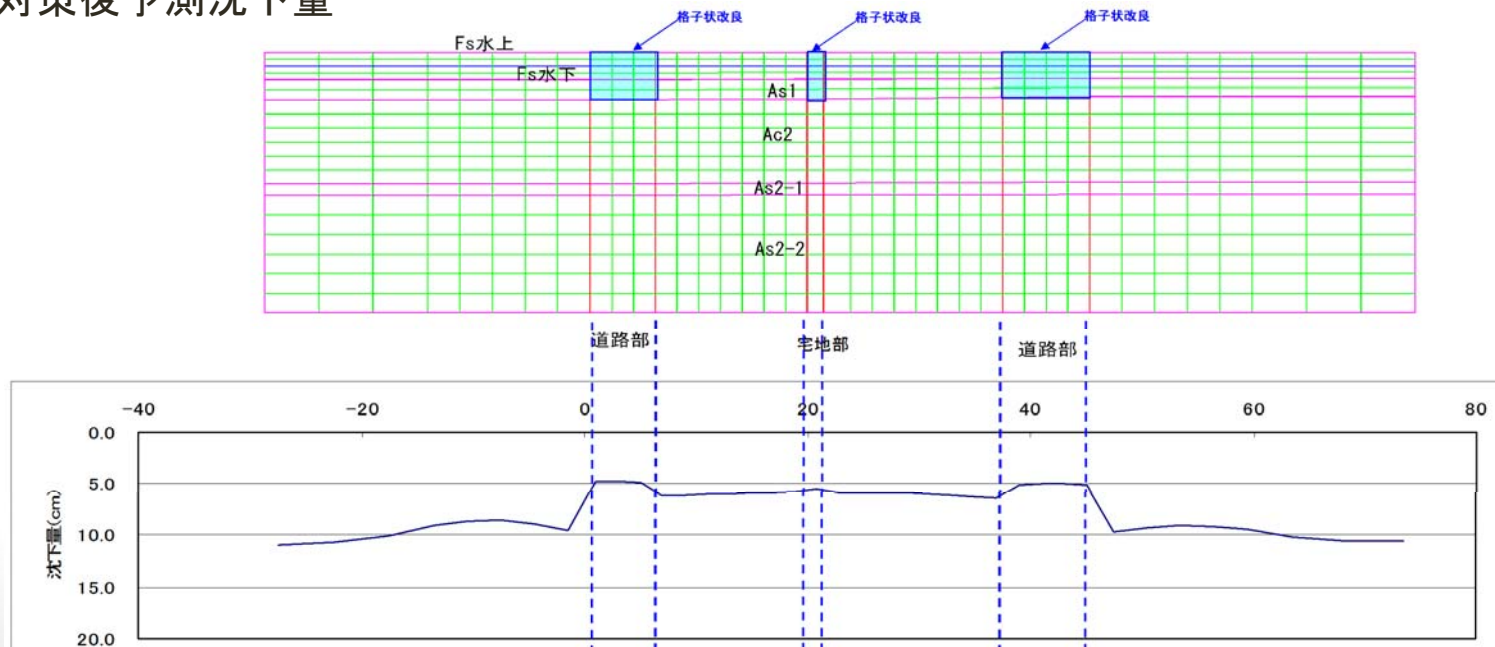
格子間隔：密にすれば、効果は増すが、費用も増大する。



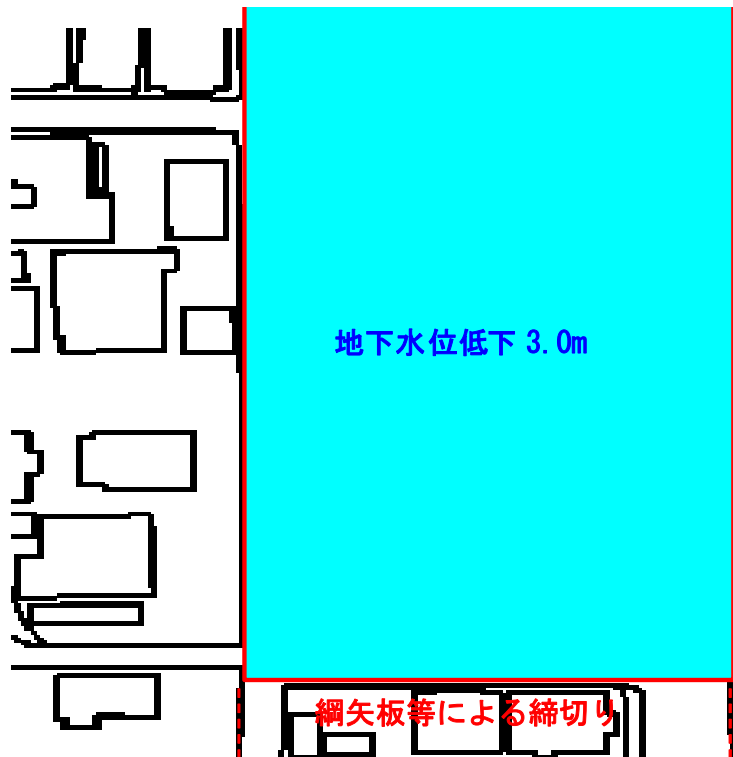
対策前予測沈下量



対策後予測沈下量



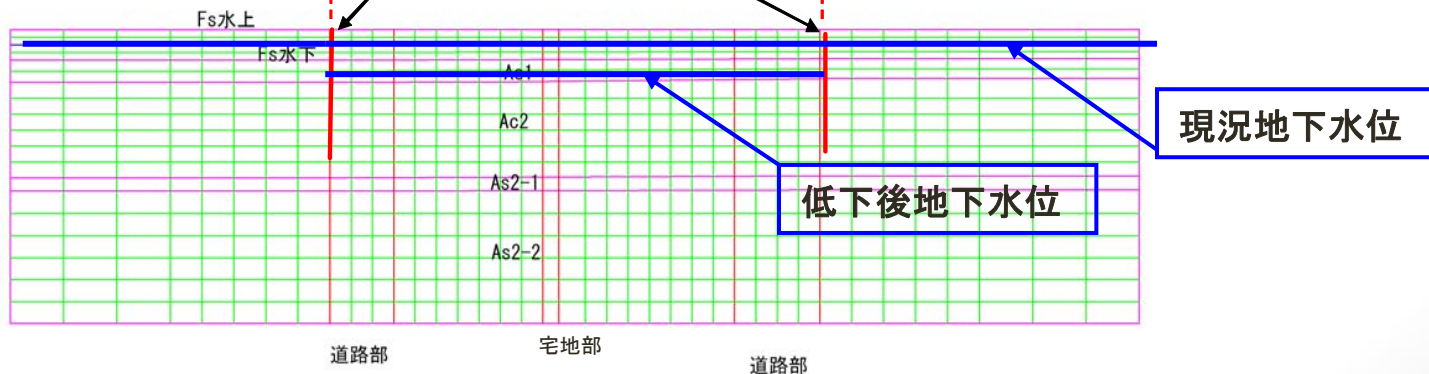
2次元FEMによる詳細検討 地下水水位低下工法



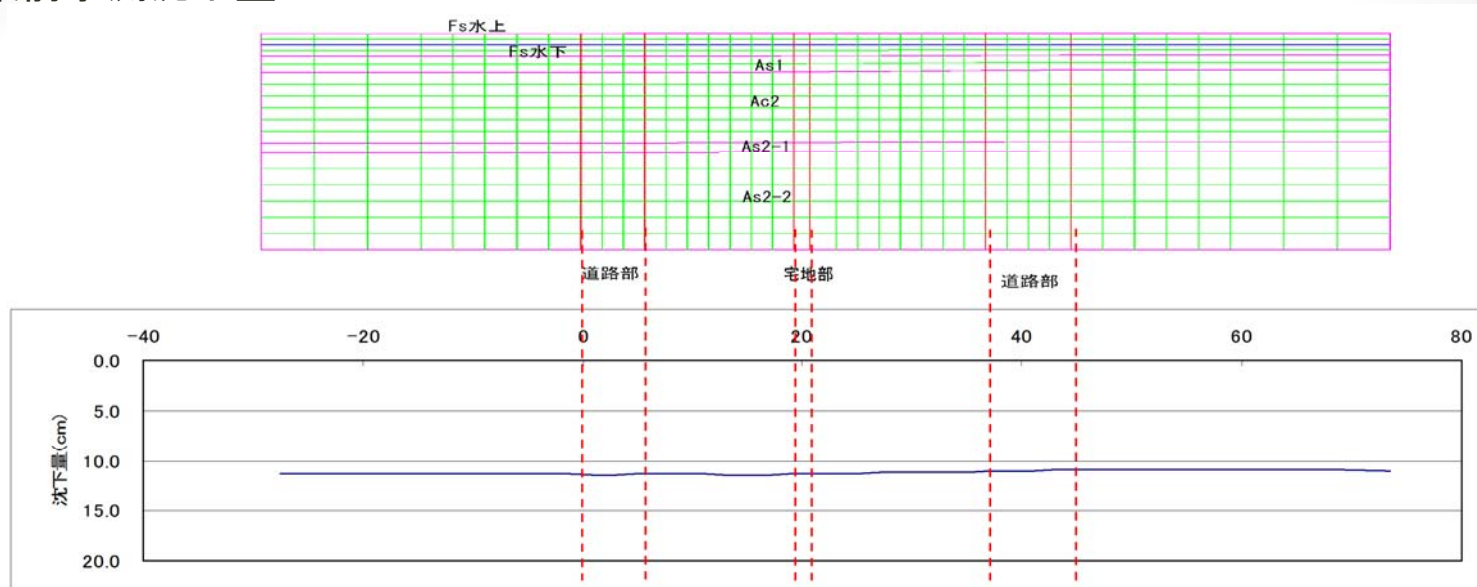
地盤を細かいメッシュでモデル化し、地震動をモデルに作用させシミュレーション解析を実施する。
解析モデルに地下水水位低下条件設定し、対策目標を満足する水位低下量を求める。

対策目標 ($H1 \geq 3m$, $Dcy \leq 10cm$) を満足する水位低下量を算定する。

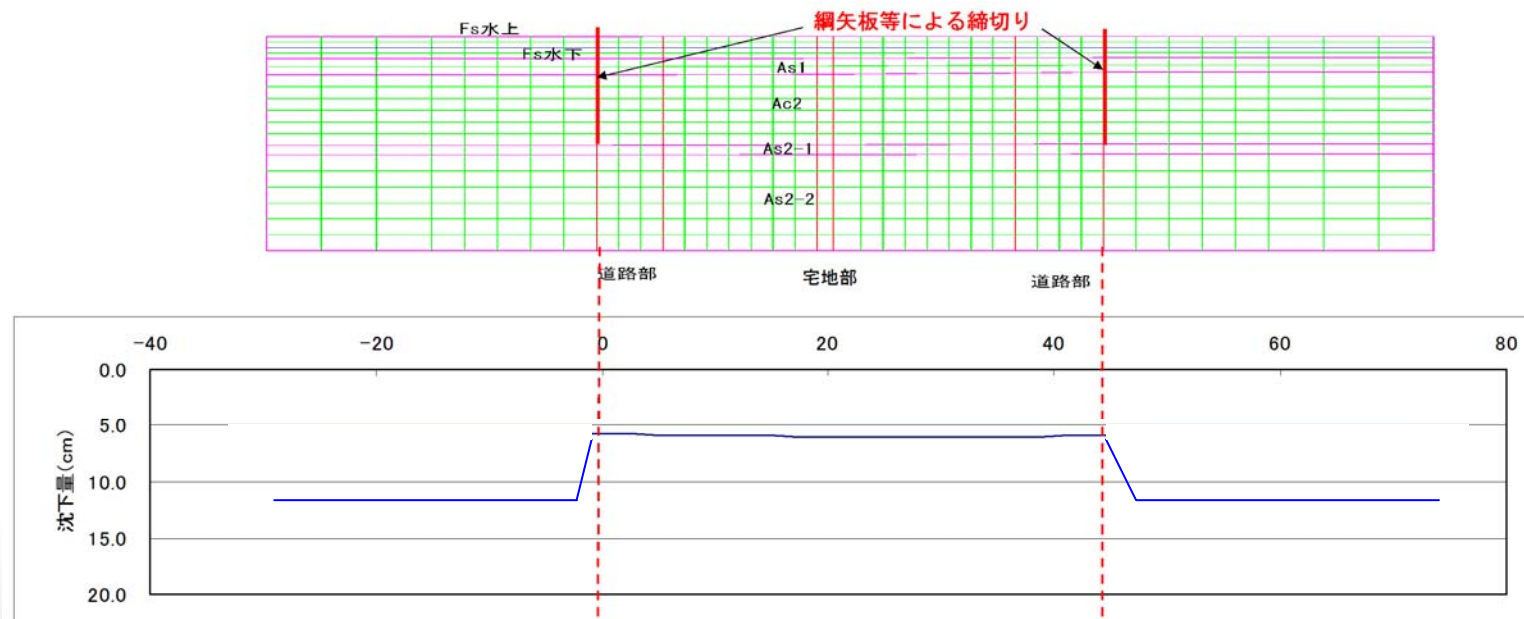
水位低下量：大きくすれば、効果は増すが、ポンプ設備等が増大する。揚水ポンプ稼働のランニングコストも増える。圧密層がある場合は、水位低下に伴う沈下量が増大する。



対策前予測沈下量



対策後予測沈下量



簡易評価シートによる格子状地中壁改良工法の検討

対策目標 ($H1 \geq 5m$, $Dcy \leq 10cm$) を満足する格子形状を算定

想定地震動	地表加速度	地震規模	
タイプ1	200gal	M9.0	巨大地震による中程度の揺れ

格子状地中壁の改良間隔(幅×奥行き)

検討地区	改良深度 (m)	改良間隔 (幅×奥行き(m ²))	
		地中壁強度1.5N/mm ²	地中壁強度3.0N/mm ²
水郷大橋町	20	8×10	20×30
下川岸	15	—	6×10
新開町	20	14×15	20×15
おおくすニュー ータウン	15	—	6×10
筈島	20	20×15	20×15

※本表は、今後の委員会審議により、修正される場合があります。

簡易評価シートによる地下水位低下工法の検討

対策目標 ($H1 \geq 3m$, $Dcy \leq 10cm$) を満足する地下水位を算定

想定地震動	加速度[gal]	規模[M]	
タイプ1	200	7.5	中地震による中程度の揺れ
タイプ2	200	9.0	巨大地震による中程度の揺れ

地点	現状地下水位 [m]	想定地震動 タイプ1		想定地震動 タイプ2		備考
		必要地下水位低下量 [m]	圧密沈下量 [cm]	必要地下水位低下量 [m]	圧密沈下量 [cm]	
水郷大橋町	1.3	0	0	0	0	解析条件の審議中
下川岸	2.0	4.0	62	6.5	131	解析条件の審議中
新開町	1.4	0.6	7	1.6	17	
筭島	0.8	1.2	4	1.7	5	
おおくす ニュータウン	1.1	2.9	8	5.4	15	解析条件の審議中

※本表は、今後の委員会審議により、修正される場合があります。

対策工法の検討ケース

検討条件	検討断面1	検討断面2
無対策	○	○
格子状地中壁工法	○	○
地下水位低下工法	○	○

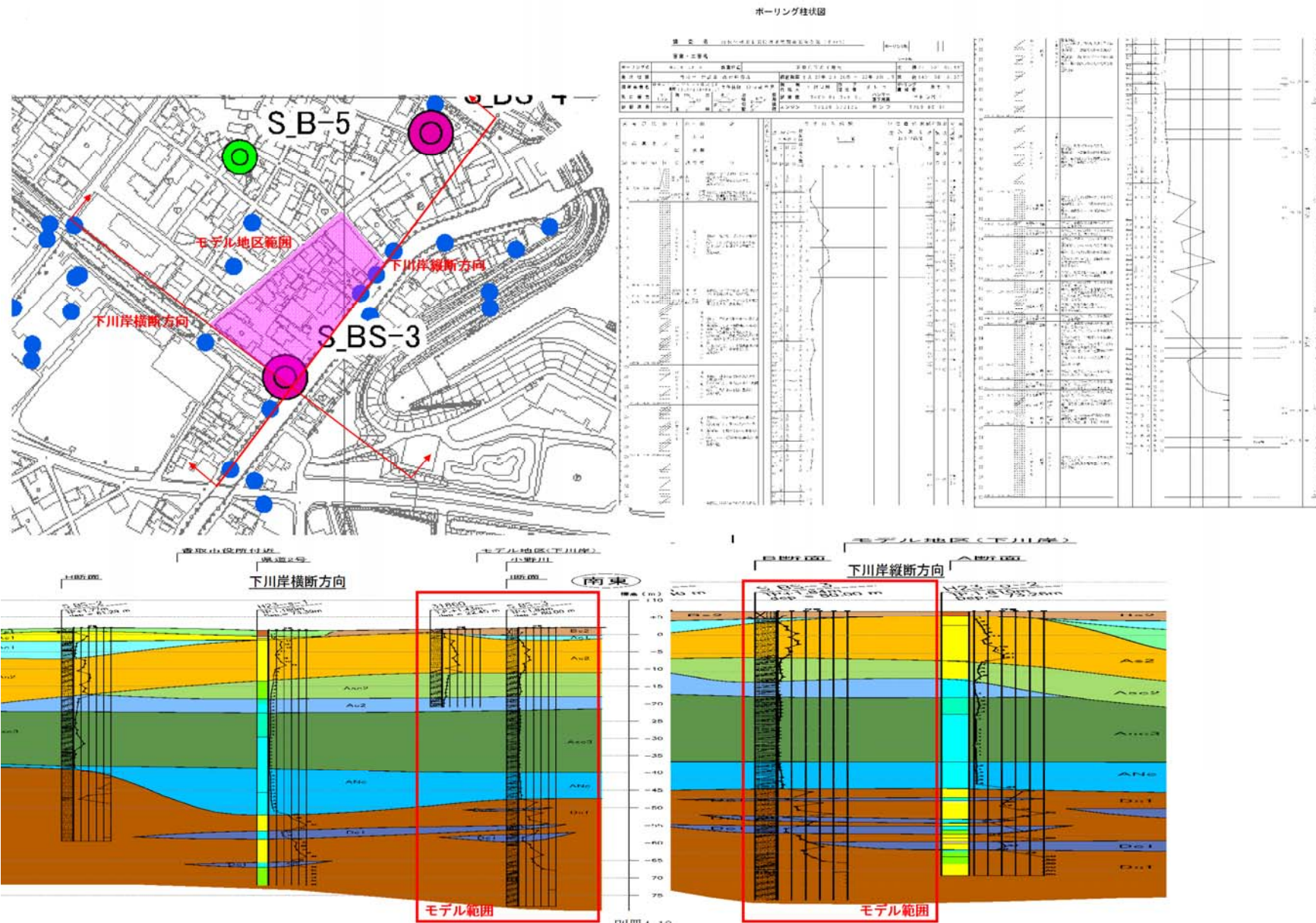
格子状地中壁工法

$H1 \geq 5\text{m}$ 、 $D_{cy} \leq 10\text{cm}$ を満足する改良深度、格子形状を求める。

地下水位低下工法

$H1 \geq 3\text{m}$ 、 $D_{cy} \leq 10\text{cm}$ を満足する水位低下量を求める。

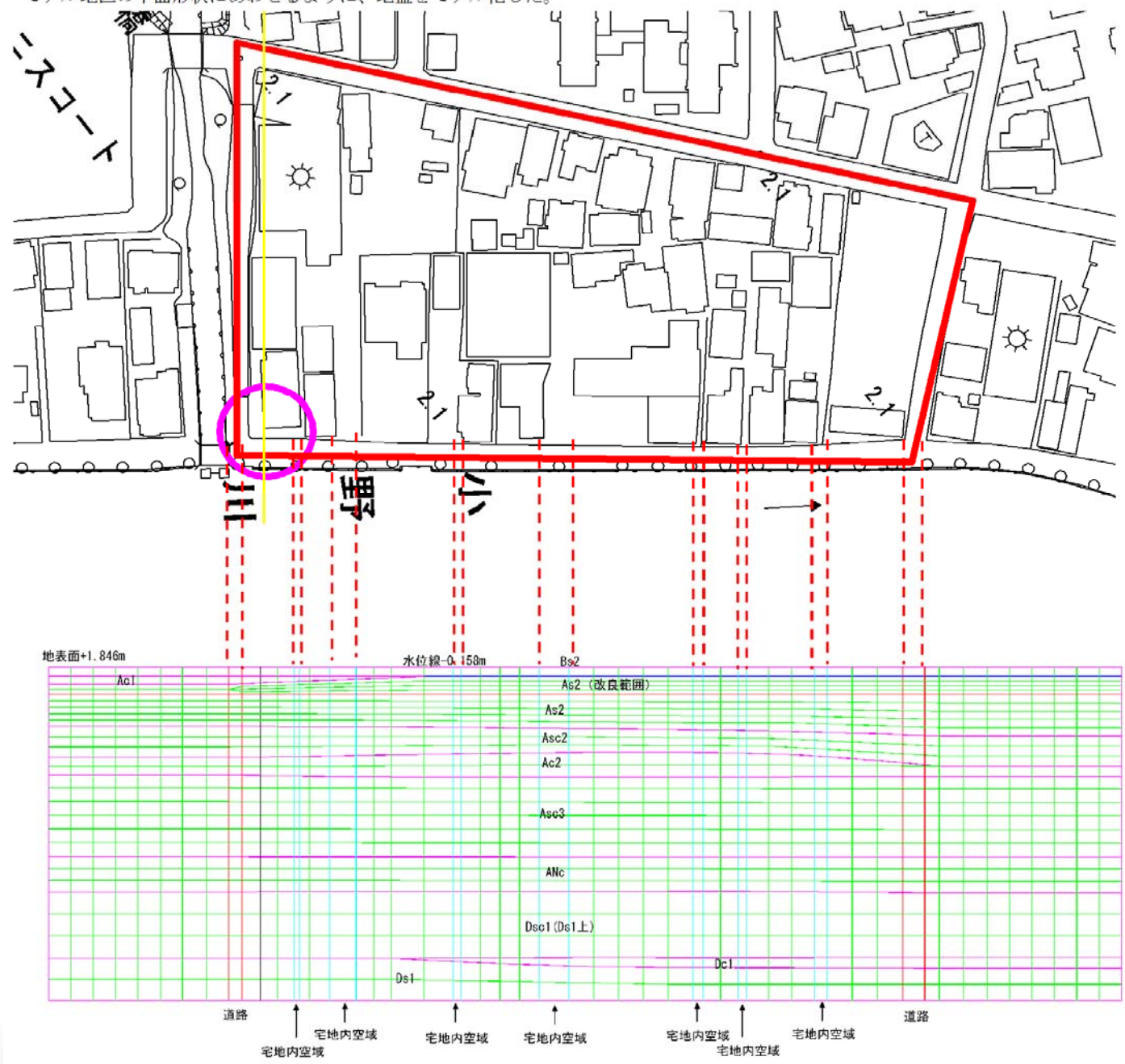
⑧ 対策工法の検討状況 佐原市街地地区（下川岸）



(2) 解析モデル

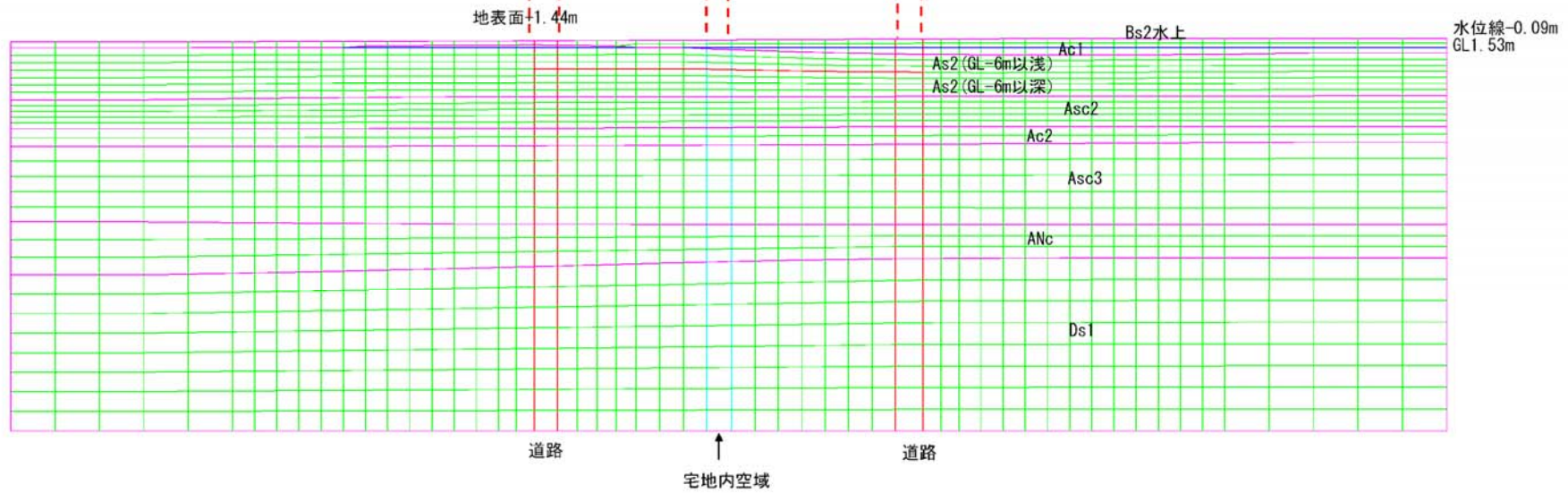
1) 下川岸縦断方向

モデル地区の平面形状にあわせるように、地盤をモデル化した。



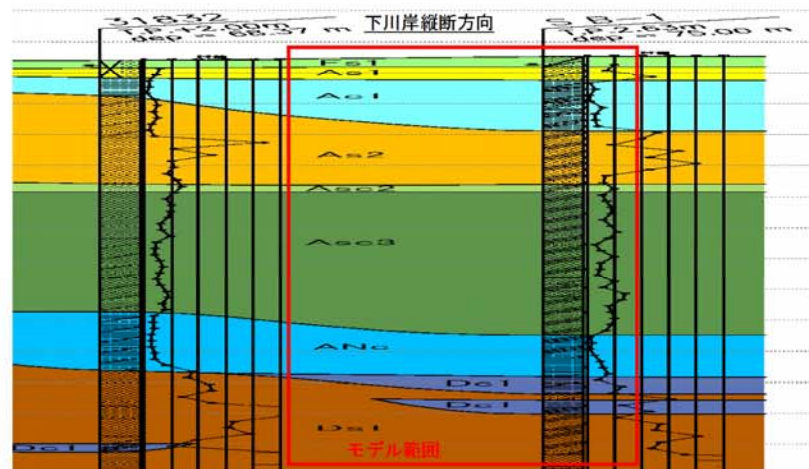
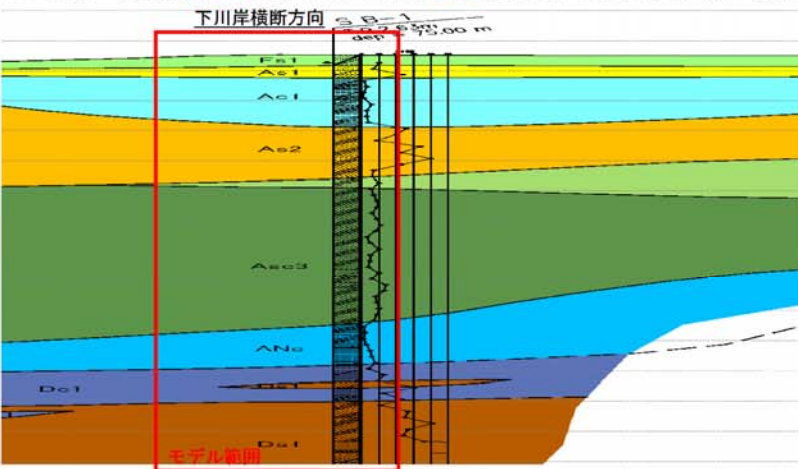
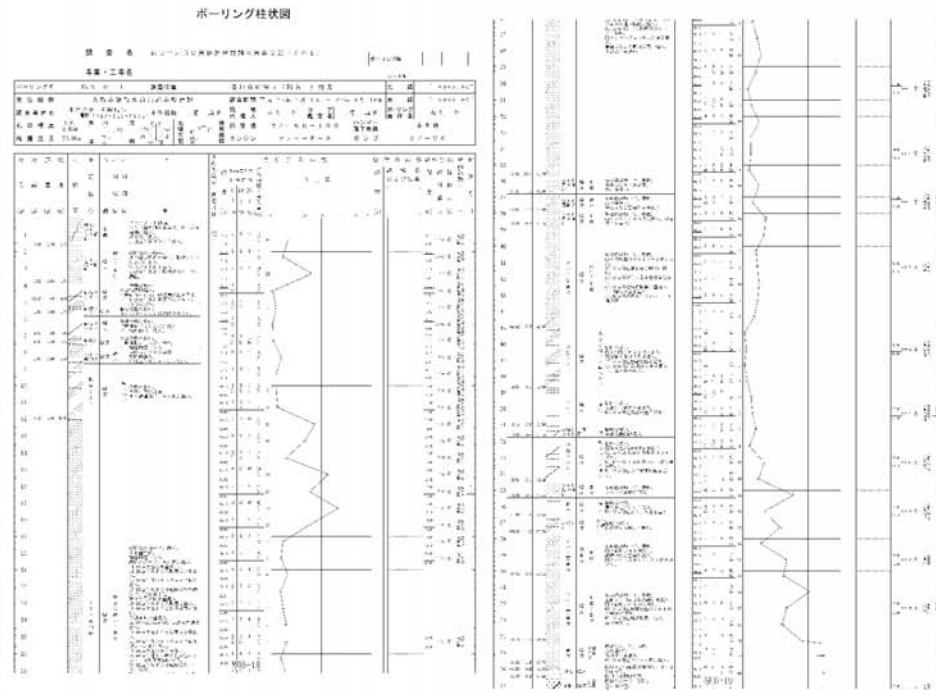
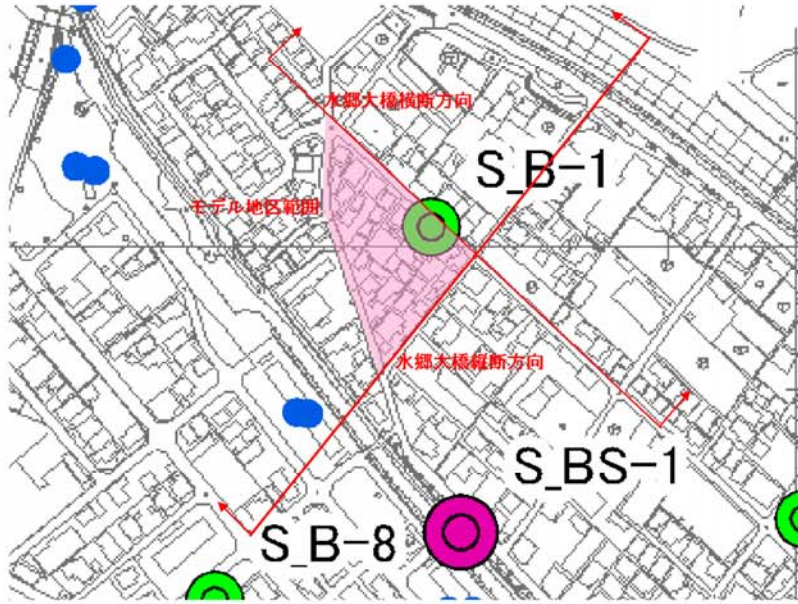
2) 下川岸横断方向

横断方向の平面形状に合わせて、地盤をモデル化した。



⑧ 対策工法の検討状況

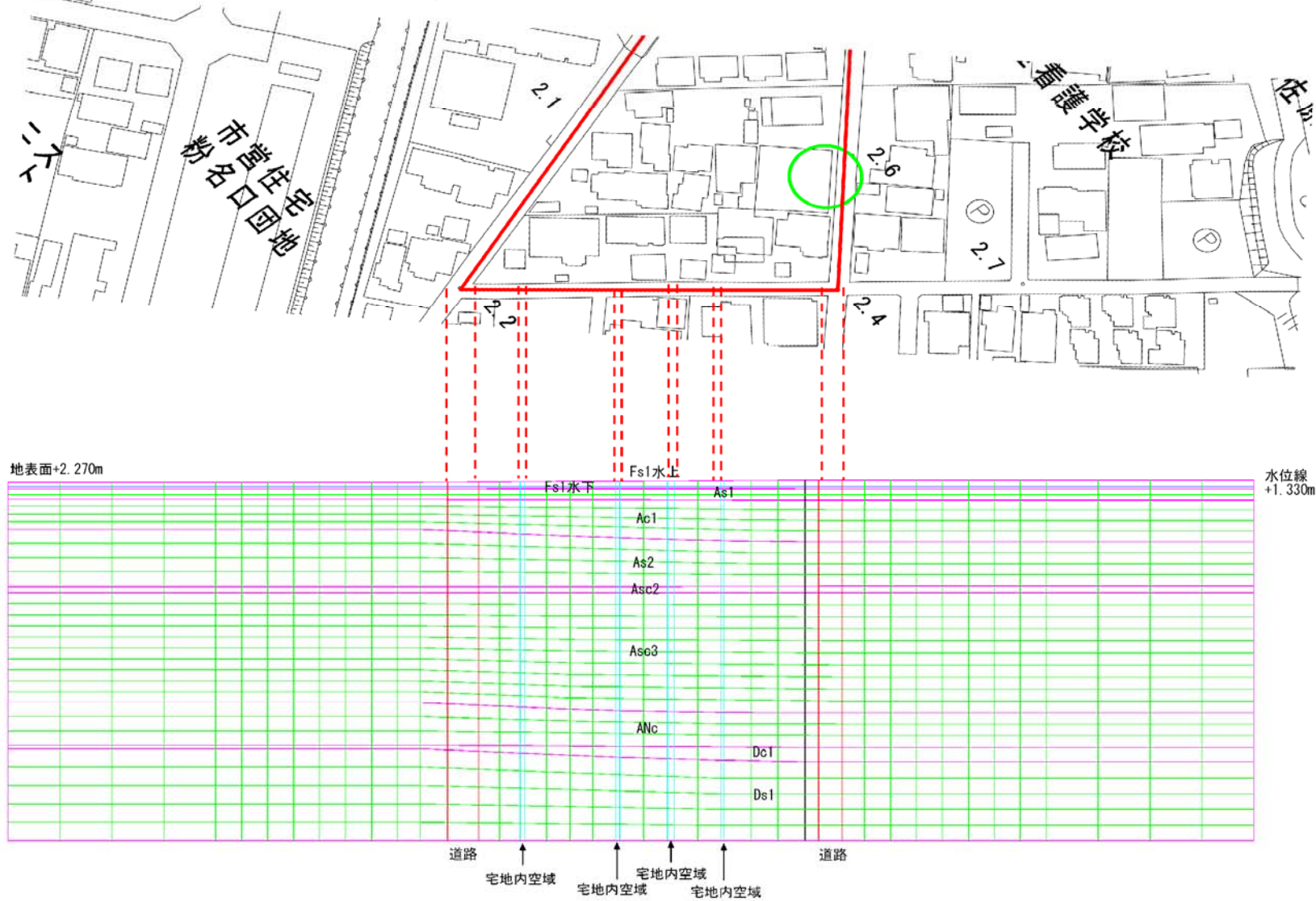
佐原市街地地区（水郷大橋町）

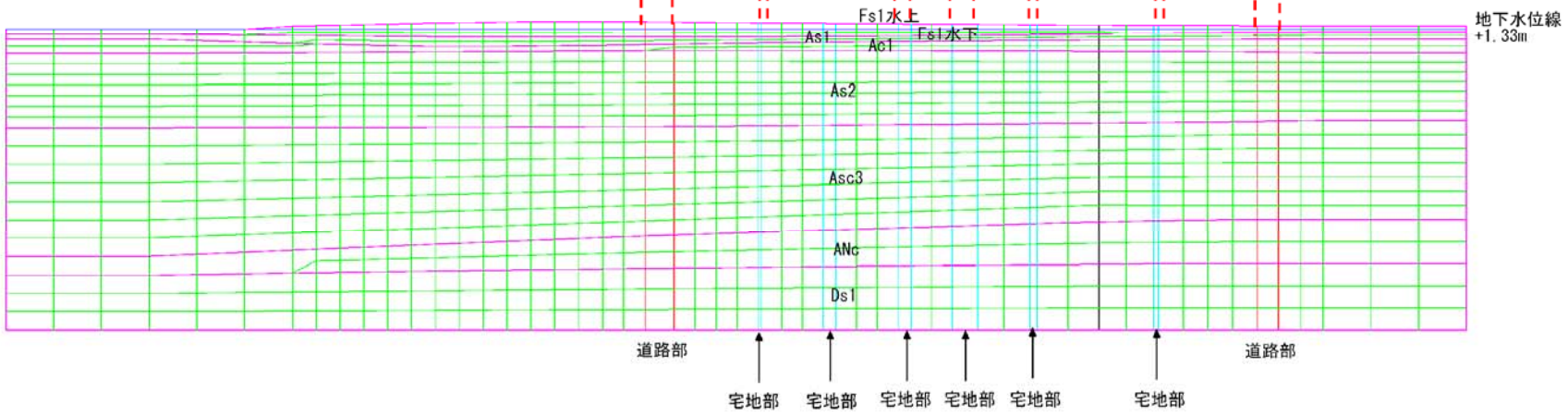
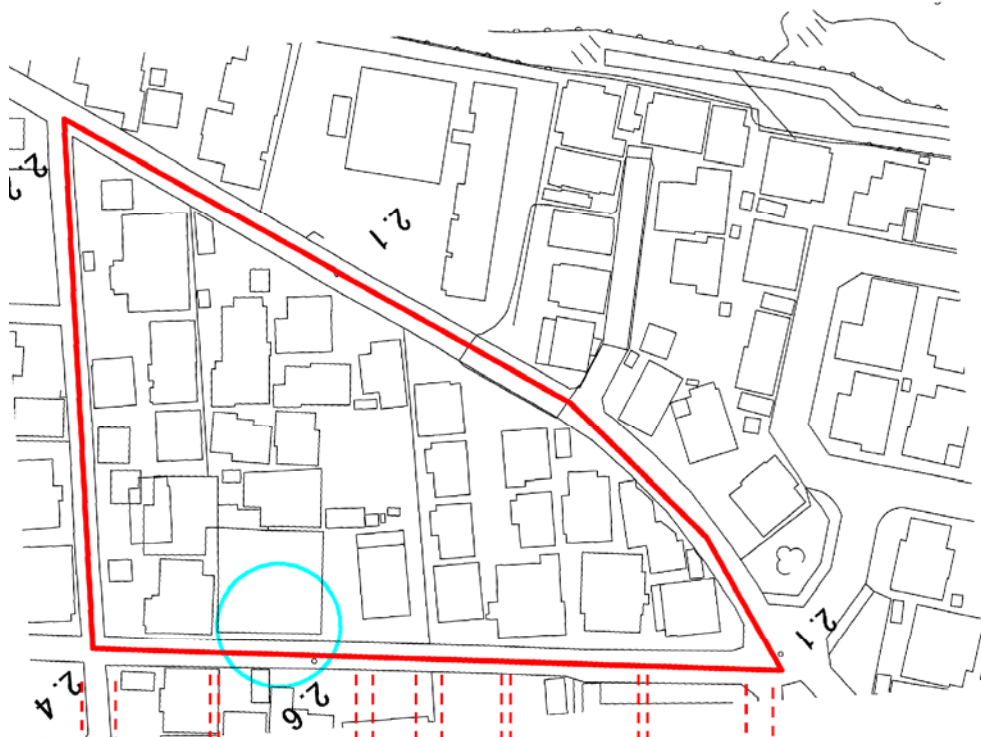


(2) 解析モデル

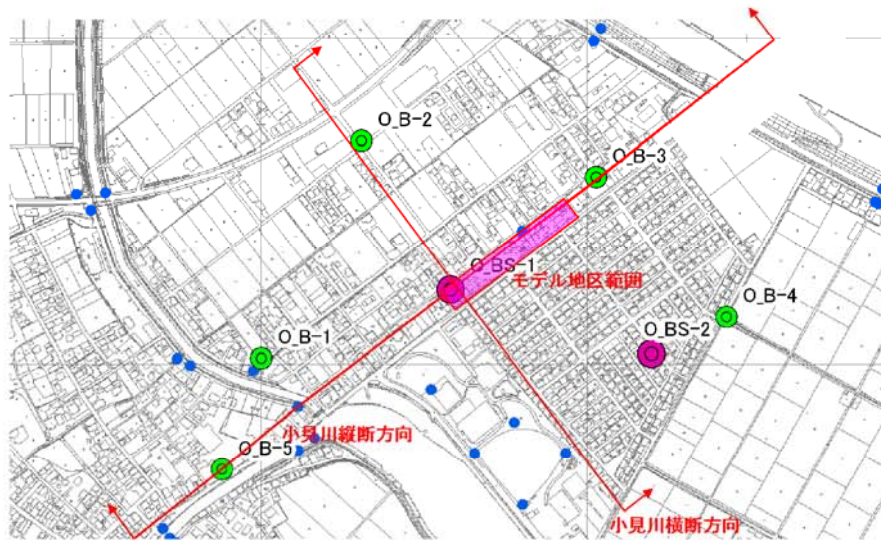
1) 水郷大橋縦断方向

モデル地区の平面形状にあわせるように、地盤モデルをメッシュ分割した。

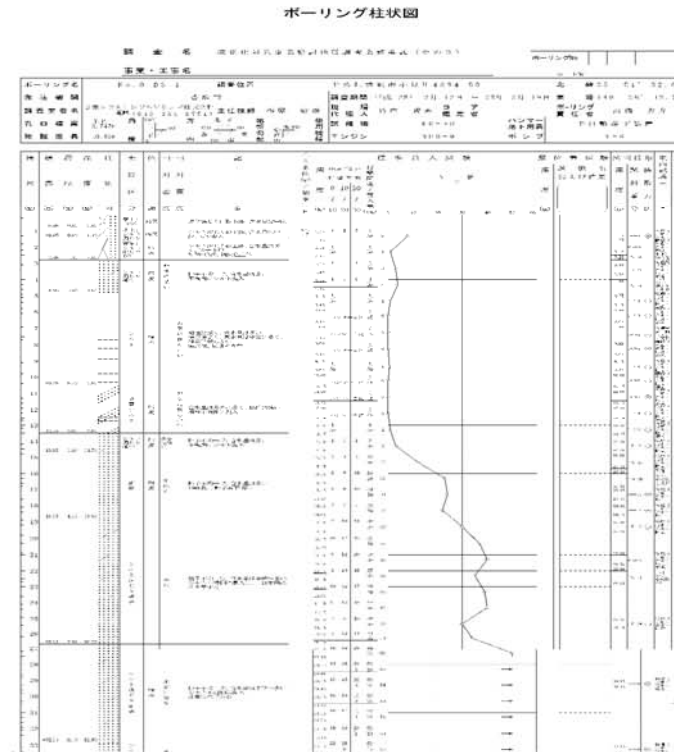
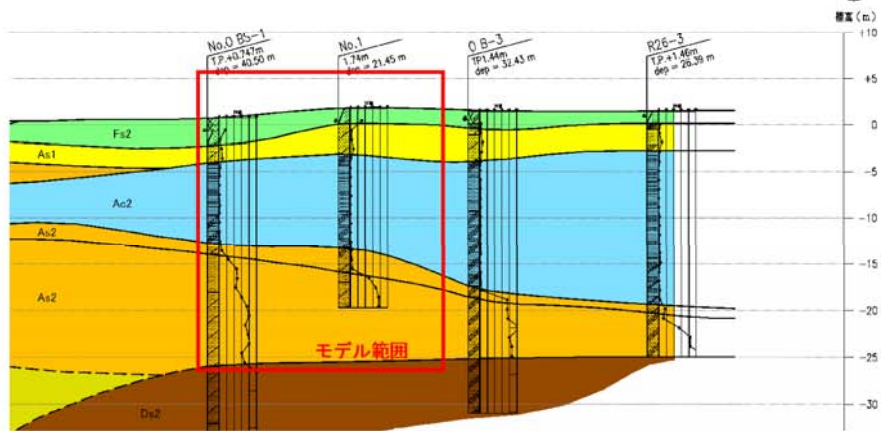




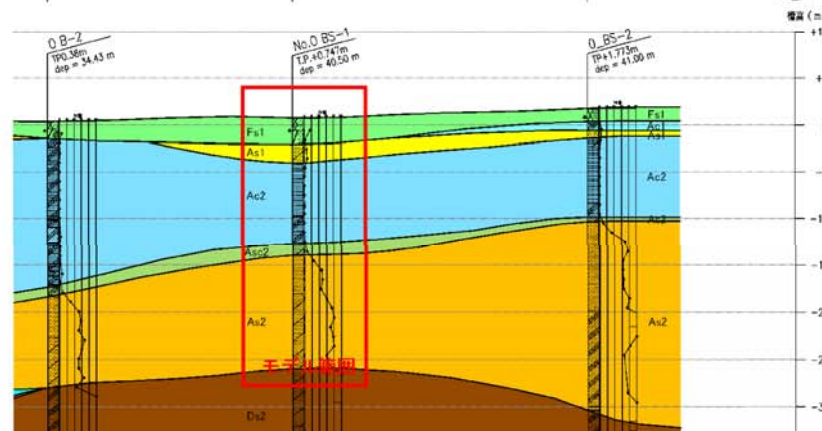
⑧ 対策工法の検討状況 小見川市街地地区（新開町）



八丁部公園 小見川縦断方向 小見川出流所 利根川



A断面 B断面 小見川横断方向 C断面



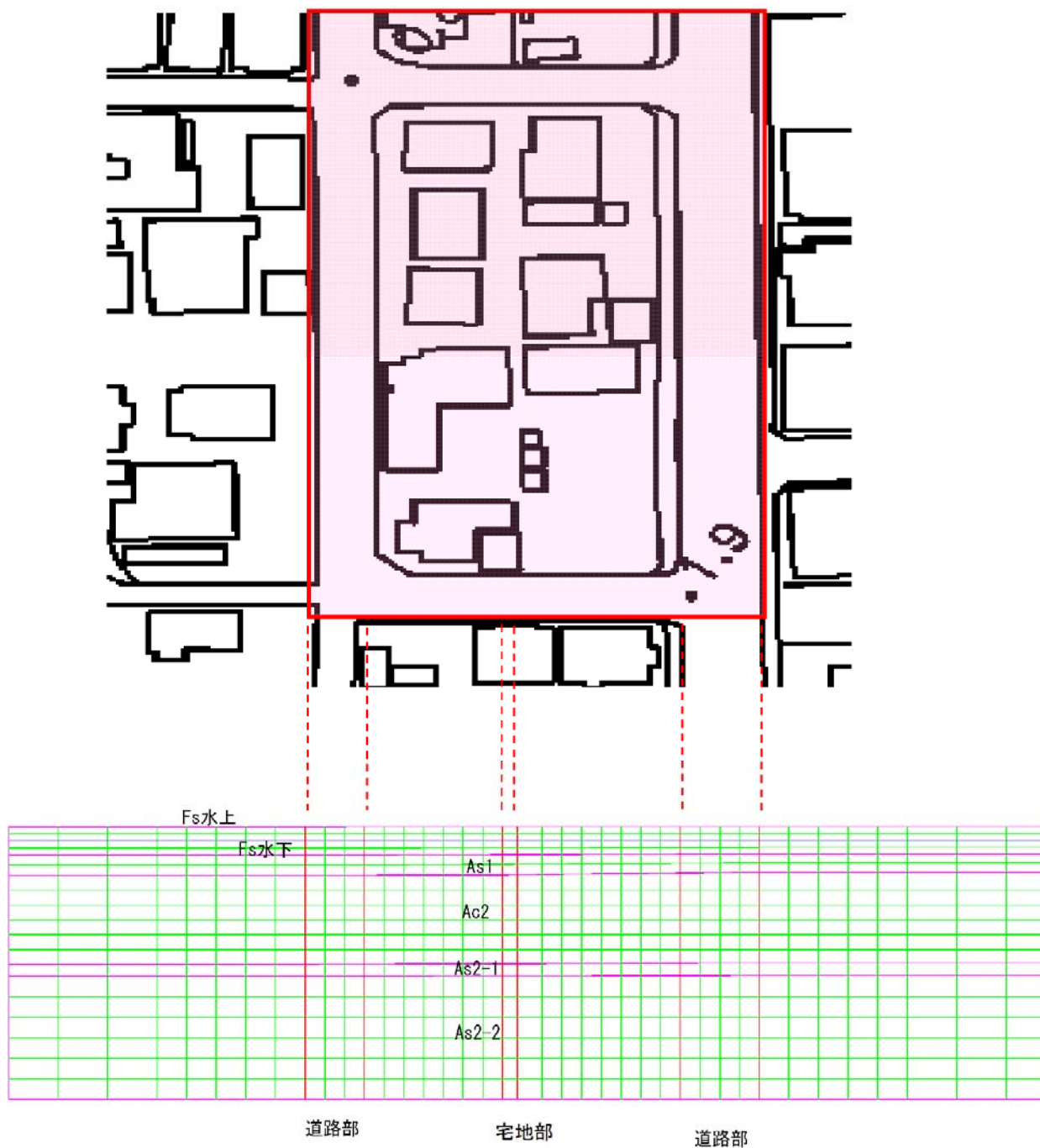
(2) 解析モデル

1) 小見川縦断方向

モデル地区の平面形状にあわせるように、地盤モデルをメッシュ分割した。



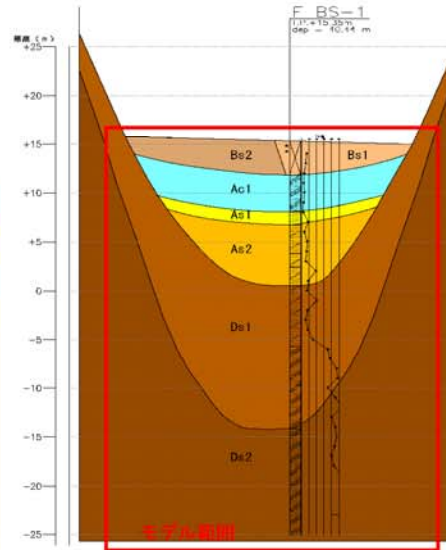
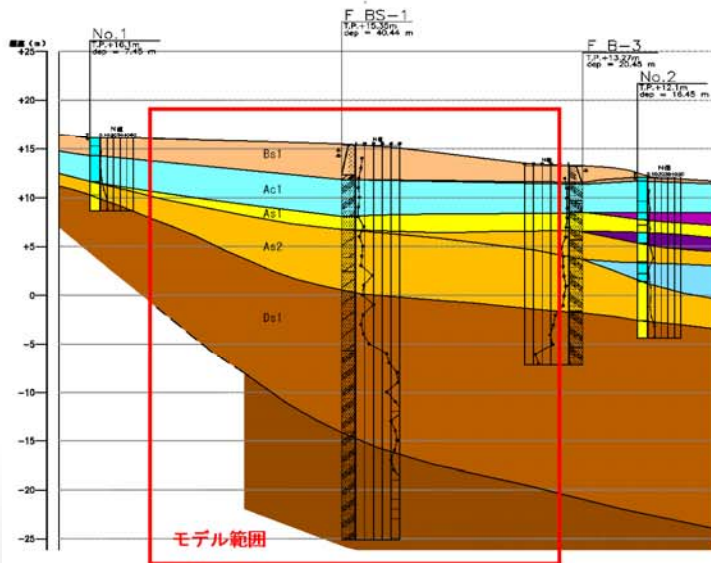
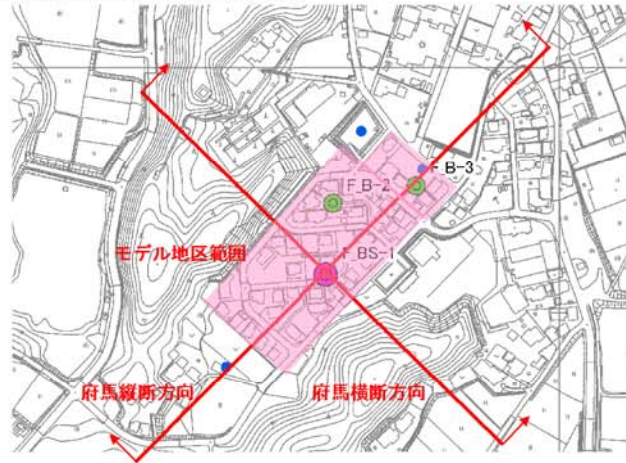
横断方向の平面形状に合わせて、地盤をモデル化した。



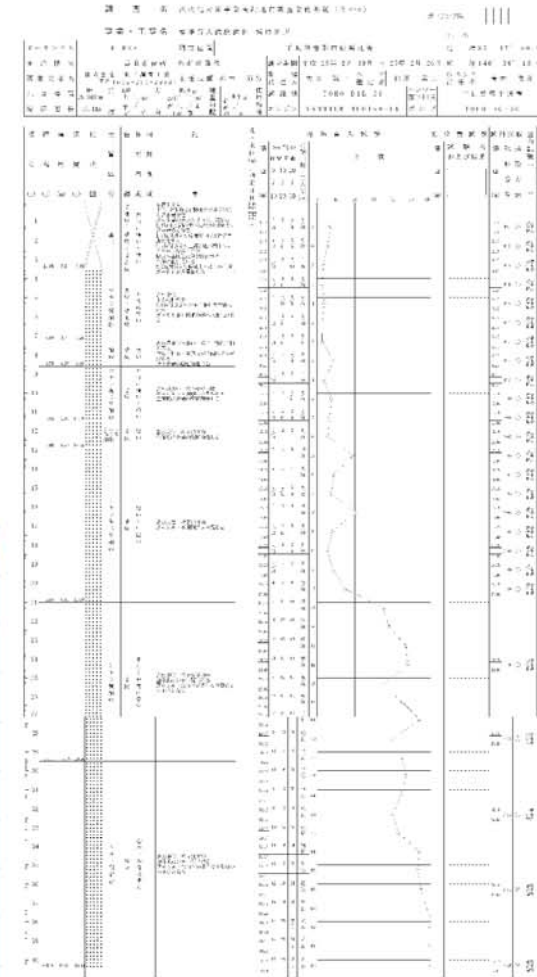
⑧ 対策工法の検討状況 府馬地区（おおくすニュータウン）

(1) モデル断面位置

以下の地区を対象にモデル化を行った。



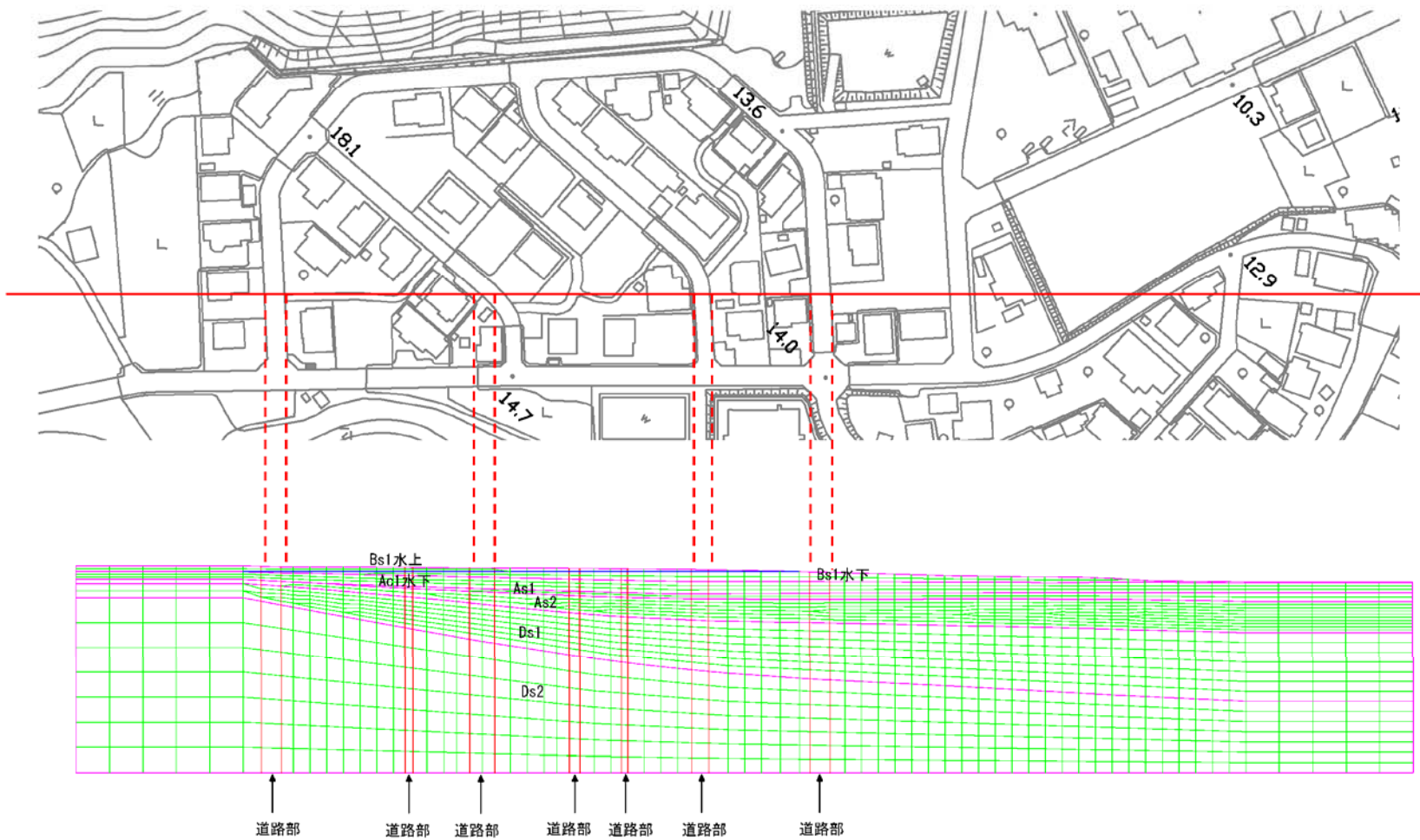
ボーリング柱状図



(2) 解析モデル

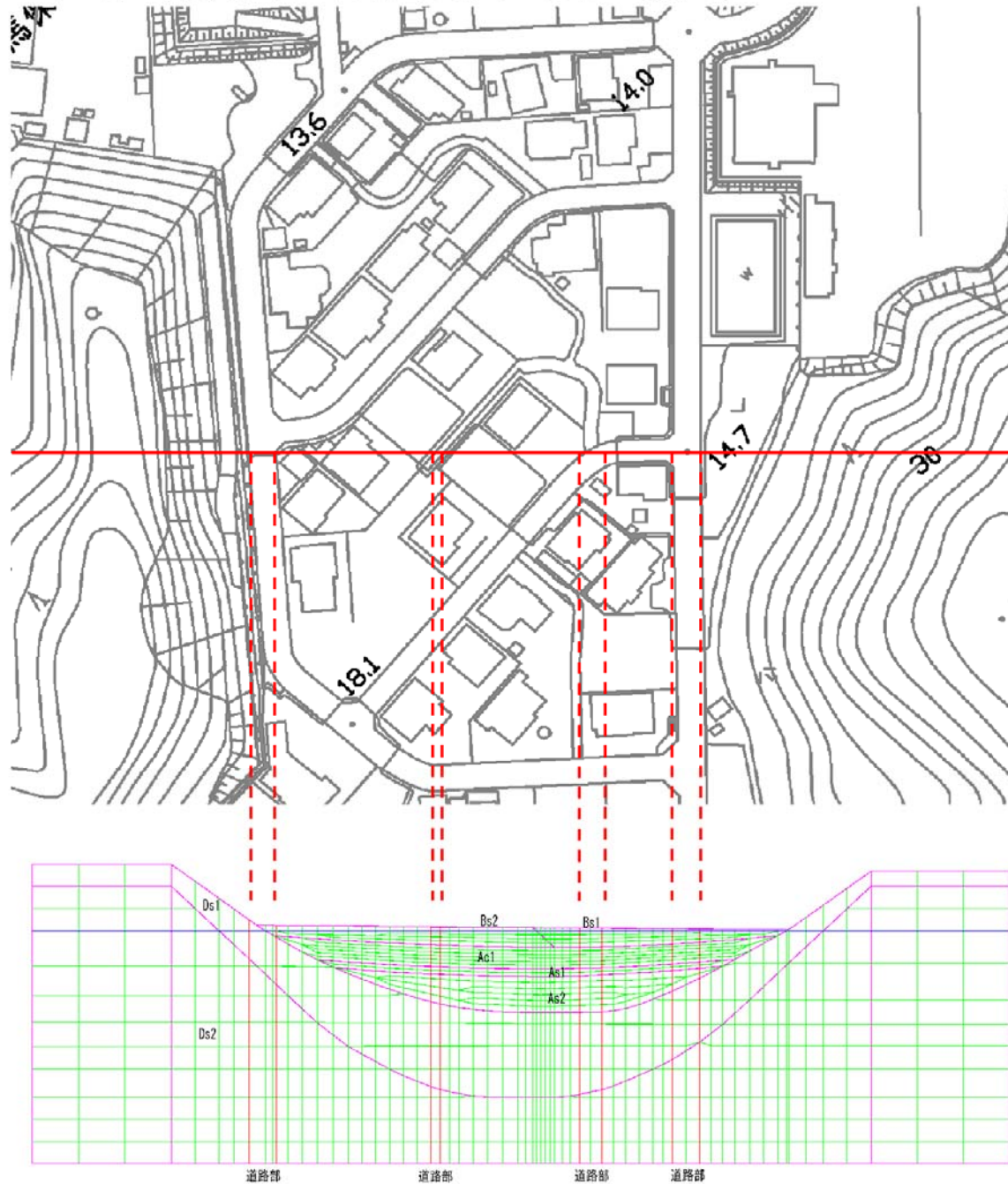
1) 府馬縦断方向

モデル地区の平面形状にあわせるように、地盤モデルをメッシュ分割した。



2) 府馬横断方向

モデル地区の平面形状にあわせるように、地盤モデルをメッシュ分割した。



液状化対策検討委員会における審議状況

	主な検討課題	審議状況
1	人工地盤と自然堆積地盤の液状化強度特性の評価	土質試験データを詳細に分析し、人工地盤と自然堆積地盤の液状化強度特性について検討中。
2	下川岸地区、水郷大橋町地区の液状化被害と液状化判定結果の相違	両地区とも、液状化被害が大きかった地区であるが、液状化判定解析では、液状化程度が小さめの値として算定されている。これに対して土質試験データの再評価を行うとともに、必要に応じて追加のボーリング調査を検討中。
3	液状化判定深度	地点によっては、液状化判定の結果、深い深度で液状化が生じ、この部分の沈下量が大きな値として算定される。重量の軽い戸建住宅に対しては、深い位置の液状化による影響は小さいと考えられることから、判定深度について検討中。

(5) 今後のスケジュール

今後のスケジュール

	項目	平成24年度									平成25年度									平成26年度	平成27年度				
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月						
液状化対策検討調査	①全体計画の策定	■	■																						
	②地区の情報整理		■	■	■	■	■																		
	③ボーリング調査								■	■	■	■	■	■	■										
	④液状化の検証					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
	⑤再液状化の診断								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
	⑥モデル地区の選定											■	■	■	■										
	⑦液状化対策工法検討												■	■	■	■	■	■	■	■	■				
液状化対策事業																					■	■	■	■	■

次回市民説明会の内容(予定)

- ・モデル地区の対策工検討結果
- ・概算対策工事費

本日

次回市民説明会(予定)

END

ありがとうございました。