

液状化対策の検討状況

- ・ 市街地液状化対策事業概要
- ・ 液状化の判定方法
- ・ 今後予想される地震動
- ・ 地質調査結果
- ・ モデル地区の設定

平成25年6月29日
千葉県 香取市

市街地液状化対策事業（復興交付金）

●事業の目的

- 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

市街地液状化対策事業（復興交付金）

●事業要件（復興交付金対象）

- 東日本大震災で液状化被害を受けた地域が対象
- 事業計画区域の面積3000m²以上かつ区域内の家屋が10戸以上
- 区域内の宅地の所有者等の2/3以上の同意
（全員の同意が望ましい）
- 道路等の公共施設と宅地の一体的な液状化対策と認められるもの

市街地液状化対策事業のイメージ

●事業計画区域

面積3000m²以上かつ家屋10戸以上

全員の同意
が望ましい

宅地の所有者が負担

道路は市が負担

事業計画区域

事業計画区域

香取市における復興交付金を活用した液状化対策事業



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る、
「**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。

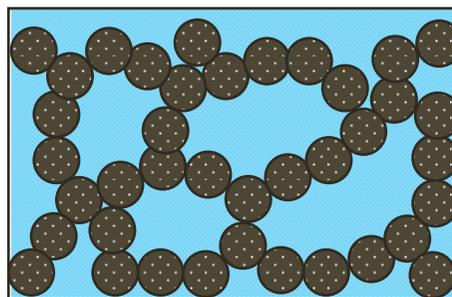
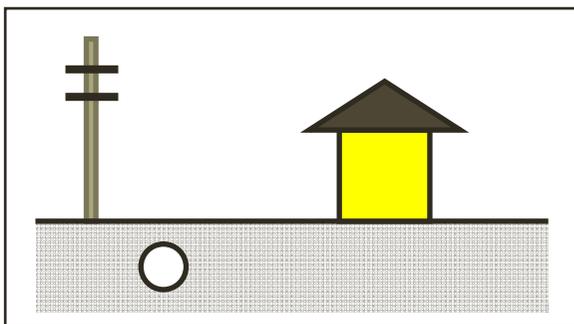


地震によって液状化を引き起こそうとする
「**地盤に働く力**」と、
「**液状化に対する地盤の強さ**」の割合で判定します。
液状化判定対象土層の設定

液状化の発生メカニズム

「地盤の液状化」は、地下水面より深い場所の緩い砂地盤に、地震動が作用することによって発生します。

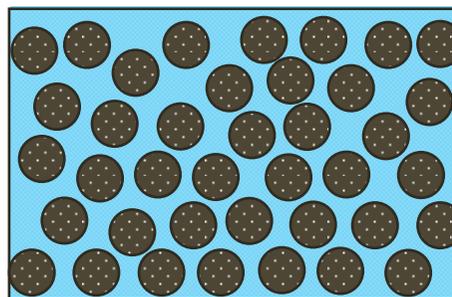
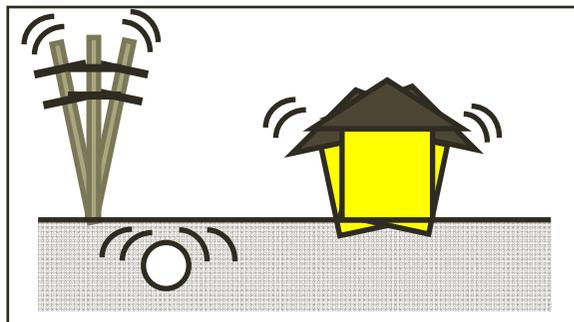
地震前



砂つぶが互いに接触し、かみ合っており、
(摩擦の力で)
安定した状態。

地震前の砂地盤

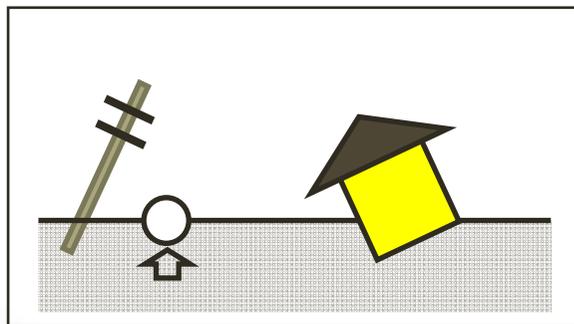
地震時



地震動により砂つぶどうしのかみ合わせが外れて、砂つぶは地下水の中に浮いたような状態になる(液状化)。

液状化した砂地盤

地震後



地盤の支持力が低下し、建物や電柱が沈下や傾斜する。
液状化した地盤は砂つぶどうしのかみ合わせが外れて摩擦が無くなり、浮力の力に負けてマンホールが浮上。

液状化判定の流れ

- 液状化に対する地盤の抵抗力 R の算定
- 液状化を起こそうとする地盤に働く力 L の算定
- 液状化に対する安全率 $F_L (= R / L)$ の算定



液状化判定対象土層の設定

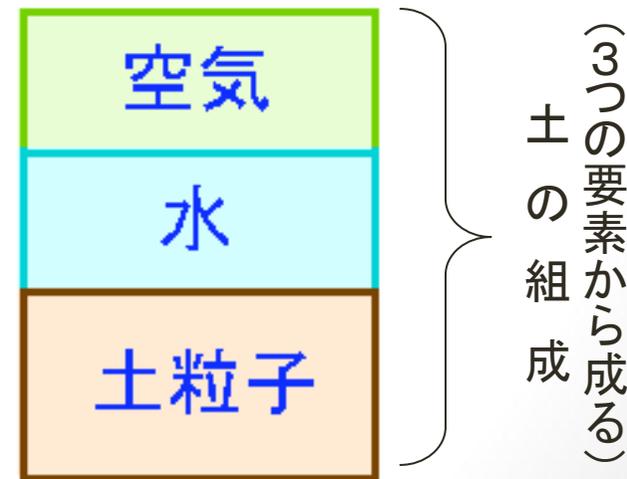
- 地表面から20m程度より浅い沖積層
- 細粒分含有率が35%以下の土
- 埋立地盤などの人工造成地盤では、
粘土分含有率が10%以下、
または塑性指数が15%以下の埋立あるいは盛土地盤
- 細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫

※専門用語の解説は次ページにあります

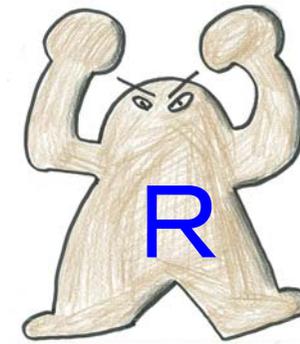
液状化の判定を行う必要がある土層

<用語解説>

- **沖積層**：地質学的に最も新しい地層。
約1万年前～現在までの沖積紀中に堆積した層で、
軟弱な地層の代名詞でもある。
- **細粒分**：粒径0.075mm以下の土粒子
- **粘土分**：粒径0.005mm以下の土粒子
- **塑性指数**：値が大きいほど土が安定した状態
（塑性状態）で存在できる。
含水量の幅で定義される。

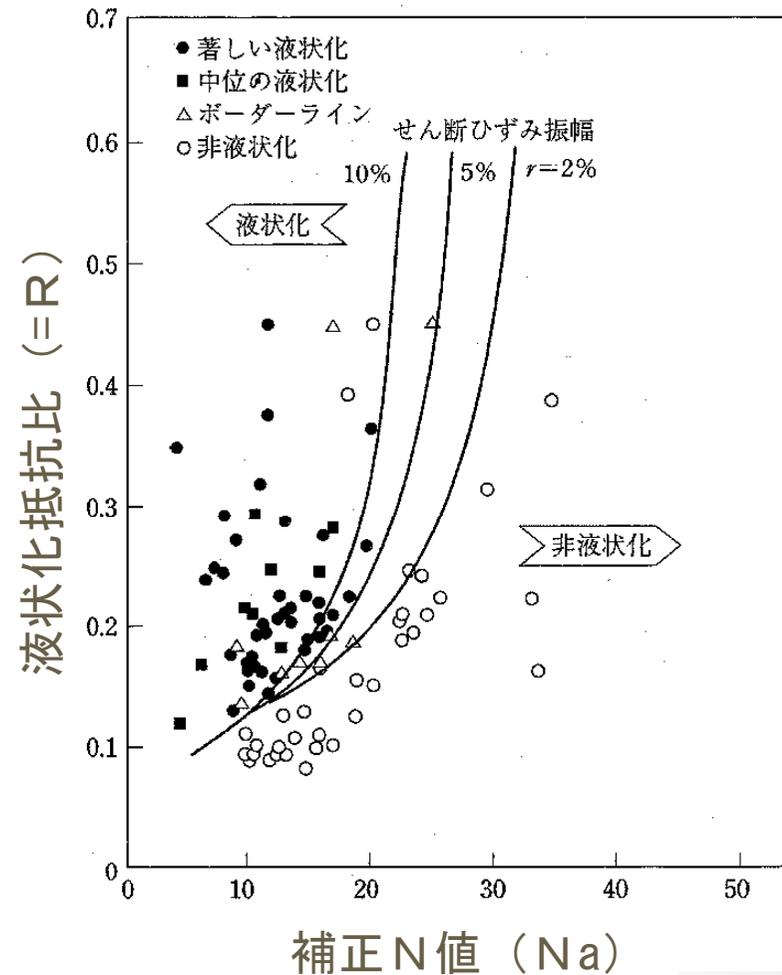


液状化に対する 地盤の抵抗力 R の算定

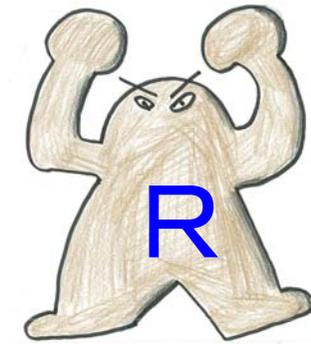


■ 設計基準による簡易式で算定

- N 値
- 粒度分布



液状化に対する 地盤の抵抗力 R の算定

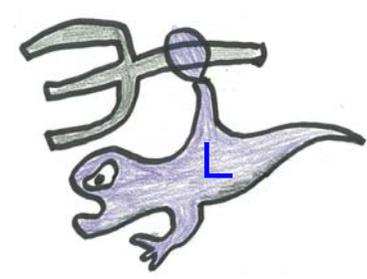


■ 液状化強度試験結果からの算定

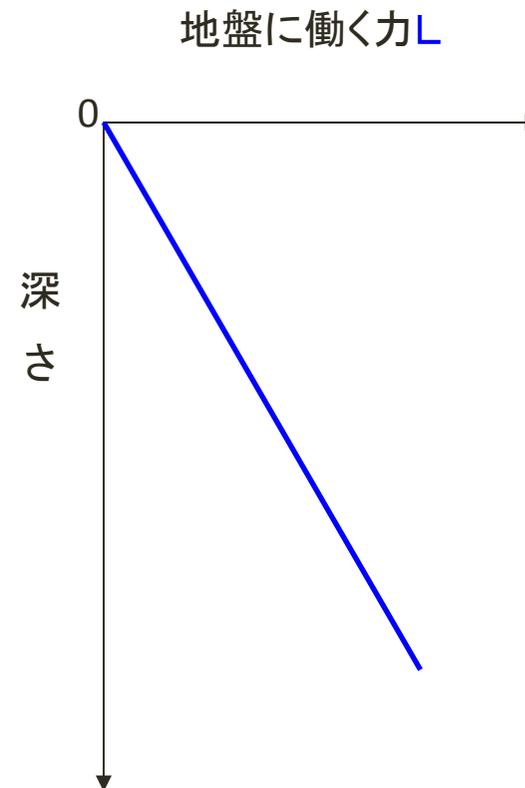
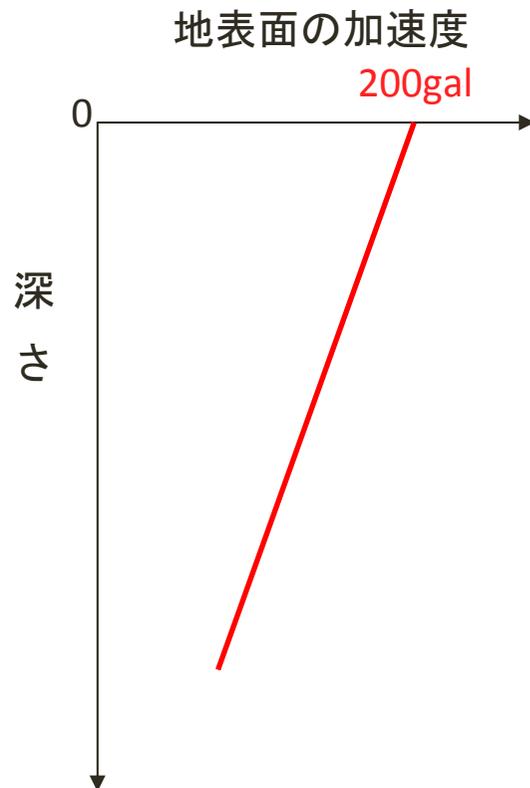


試験室で液状化に対する
土の強さを求める試験を
確認する石原委員長

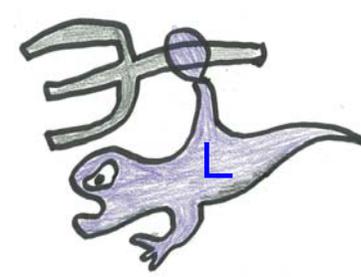
液状化を起こそうとする 地盤に働く力 L の算定



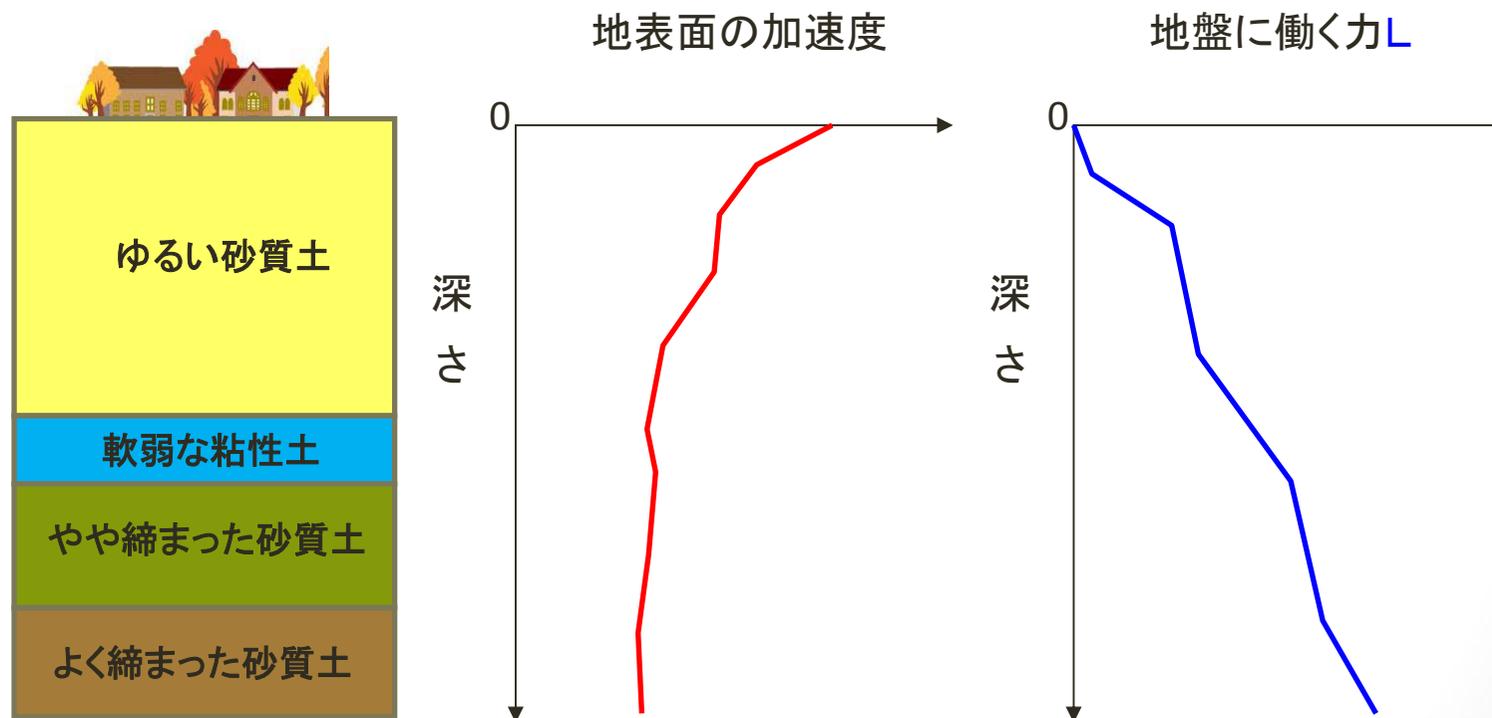
■ 設計基準による簡易式で算定



液状化を起こそうとする 地盤に働く力 L の算定



■地震時のシミュレーション解析により算定



液状化に対する安全率 F_L ($=R/L$)の算定



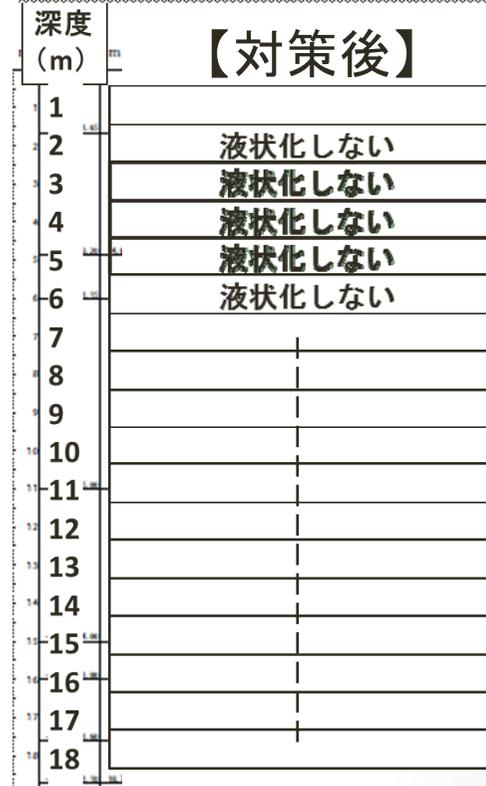
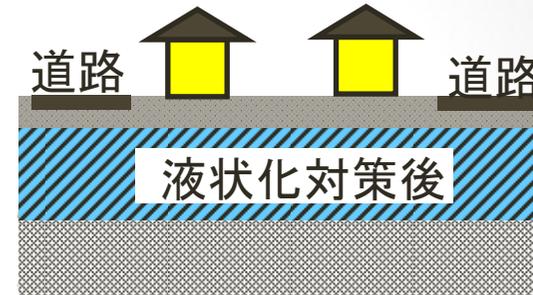
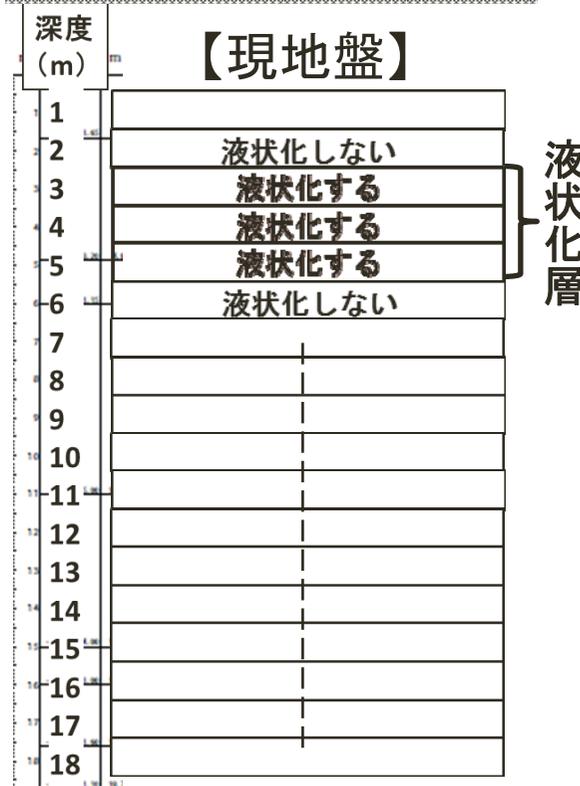
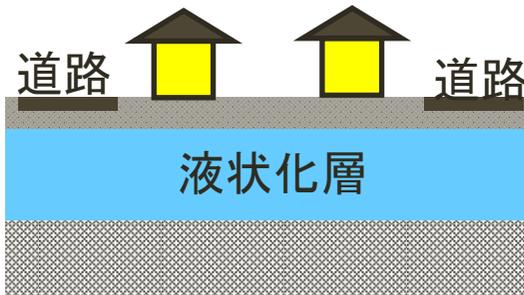
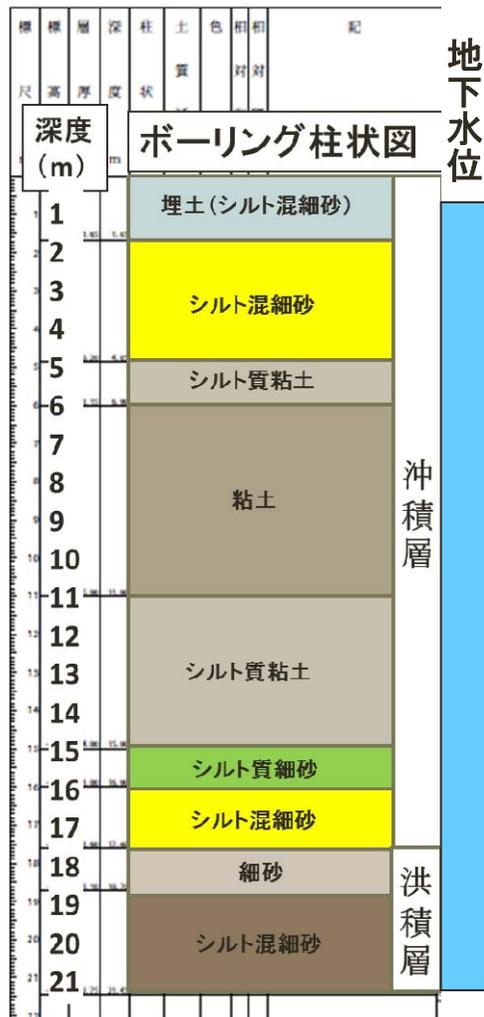
各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_L を次式により算定する。

$$F_L = \frac{\text{液状化に対する地盤の抵抗力 (R)}}{\text{液状化を起こそうとする地盤に働く力 (L)}}$$

ここに、 $F_L > 1$: 液状化しない
 $F_L \leq 1$: 液状化する

液状化判定のイメージ

【地質調査結果】



対策目標とする地震動（例えば、東北地方太平洋沖地震）に対し、深さ 1 m 毎に液状化判定を行う。

液状化に対する安全率 F_L の利用

- 液状化指数 P_L の算定

PL 値と液状化による影響の関係

$P_L = 0$	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が低い
$5 < P_L \leq 15$	液状化発生の可能性がある
$15 < P_L$	液状化発生の可能性が高い

液状化に対する安全率 F_L の利用

- 地表面変位量 D_{cy} の算定

D_{cy} と液状化程度の関係

$D_{cy}(\text{cm})$	液状化の程度
0	なし
-0.5	軽微
0.5 - 1.0	小
1.0 - 2.0	中
2.0 - 4.0	大
4.0 -	甚大

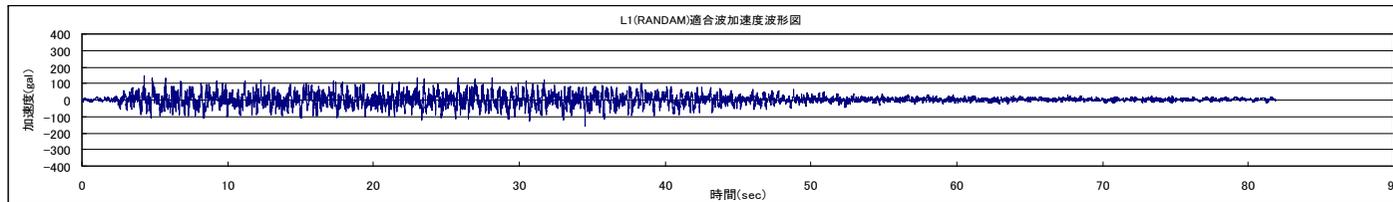
今後予想される地震動 (再液化化診断の対象とする 地震動)

- 国交省のガイダンス(案)に準拠して、以下の3タイプの地震動を考慮する。
- タイプ1 (中地震による中程度の揺れ)
地表最大加速度200gal、マグニチュード7.5
- タイプ2 (巨大地震による中程度の揺れ)
地表最大加速度200gal、マグニチュード9.0
- タイプ3 (直下型地震による大きな揺れ)
地表最大加速度350gal、マグニチュード7.5

地震波の時刻歴波形図 ※図のみかたの解説は次ページにあります

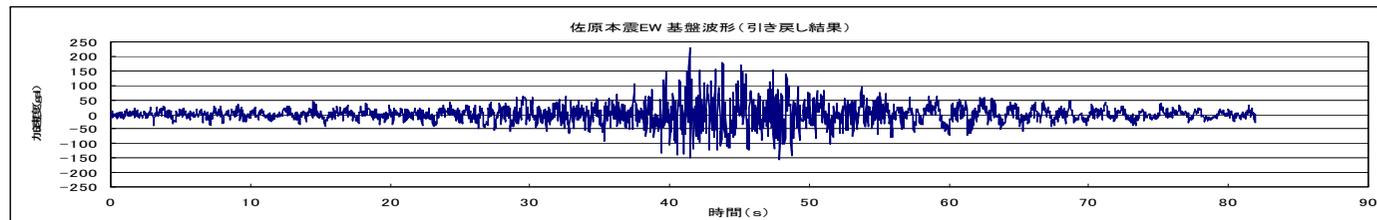
- タイプ1 (中地震による中程度の揺れ)

地表最大加速度200gal、マグニチュード7.5



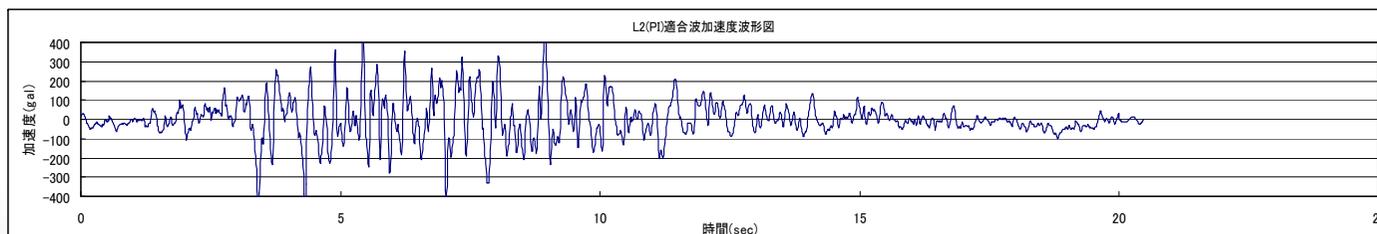
- タイプ2 (巨大地震による中程度の揺れ)

地表最大加速度200gal、マグニチュード9.0

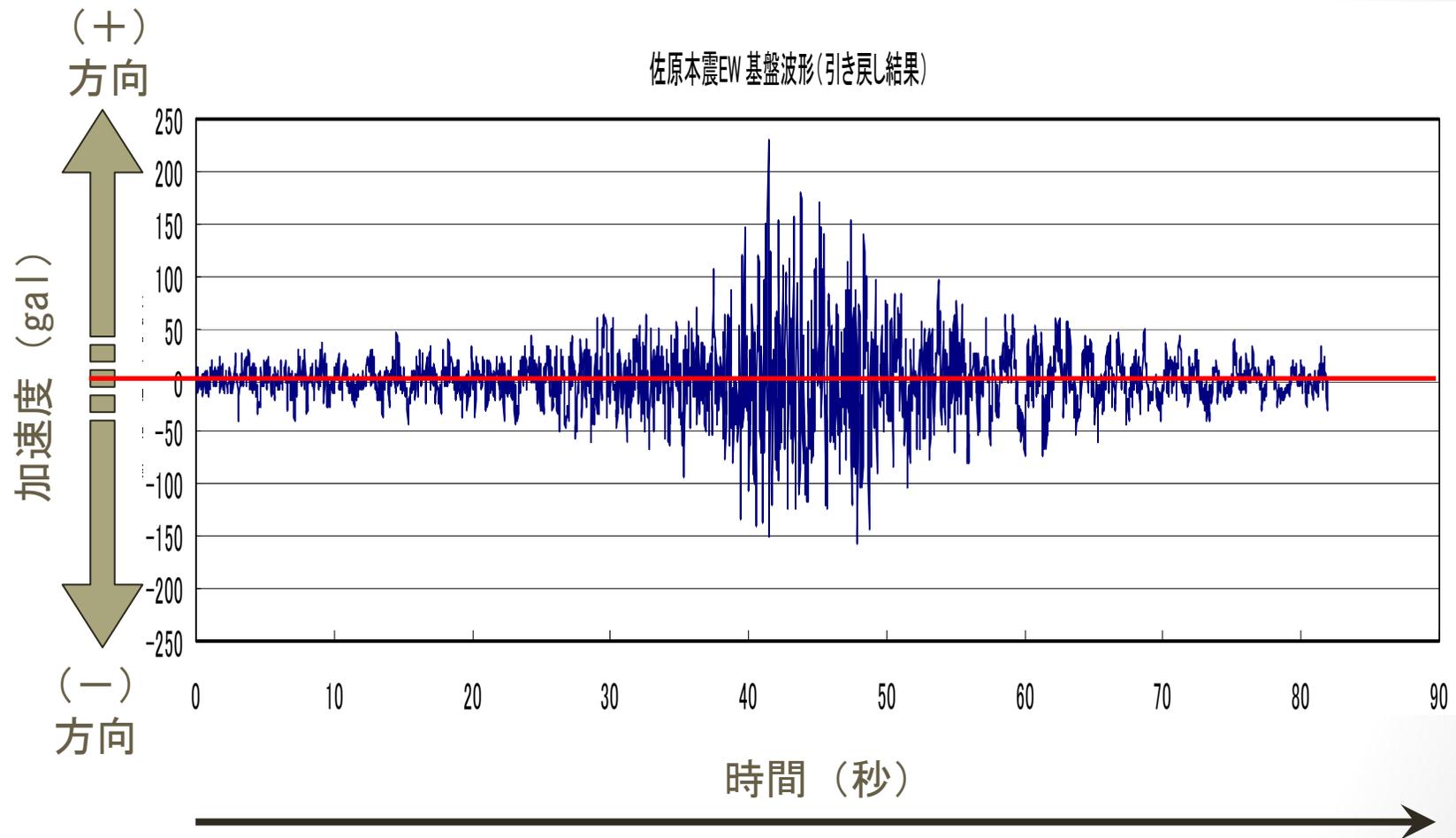


- タイプ3 (直下型地震による大きな揺れ)

地表最大加速度350gal、マグニチュード7.5

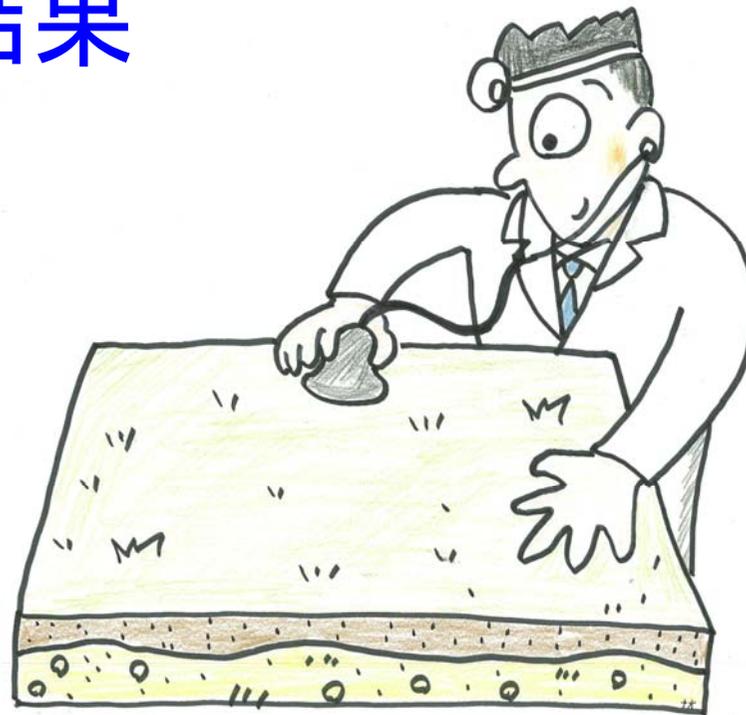


地震波の時刻歴波形図のみかた



液状化対策の検討状況

液状化対策工法検討のための 地質調査結果

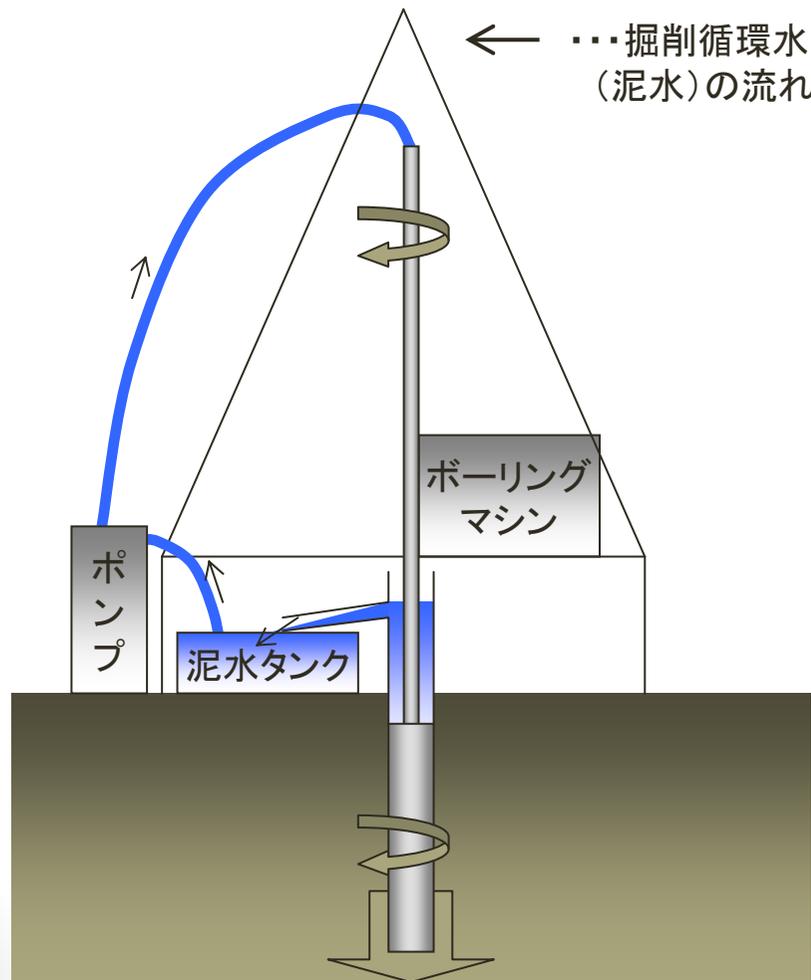


地質調査の目的

- ・ 液状化の判定を行うのに必要な地盤の性質を把握する
- ・ 液状化対策を行うのに必要な地盤の性質を把握する

地質調査の方法

■ボーリングの概念図



地質調査前 の想定地質分布



地質調査後 の想定地質分布



サンプリング
によって得ら
れた土試料を
室内で試験



サンプラー
(土試料をサンプリ
ングする道具)

地質調査の試験項目

試験項目		得られる情報	
原位置試験	標準貫入試験	地層の硬軟	
	PS検層	地震波の伝わる速さ	
室内土質試験	物理試験	土粒子の密度試験	土つぶの比重
		含水比試験	土の含水量
		粒度試験	土の粒度構成
		液性限界・塑性限界試験	含水量によって変化する土の状態の予測
		湿潤密度試験	土の単位体積重量
		最大・最小密度試験	現在の地層の締め固め度
	力学試験	圧密試験	粘性土の圧密沈下挙動
		三軸圧縮試験	土の強度
		繰り返し三軸試験 (動的変形特性)	地震時の土の強度
		繰り返し三軸試験 (液状化特性)	地震時の土の液状化強度

地質調査箇所の設定方法

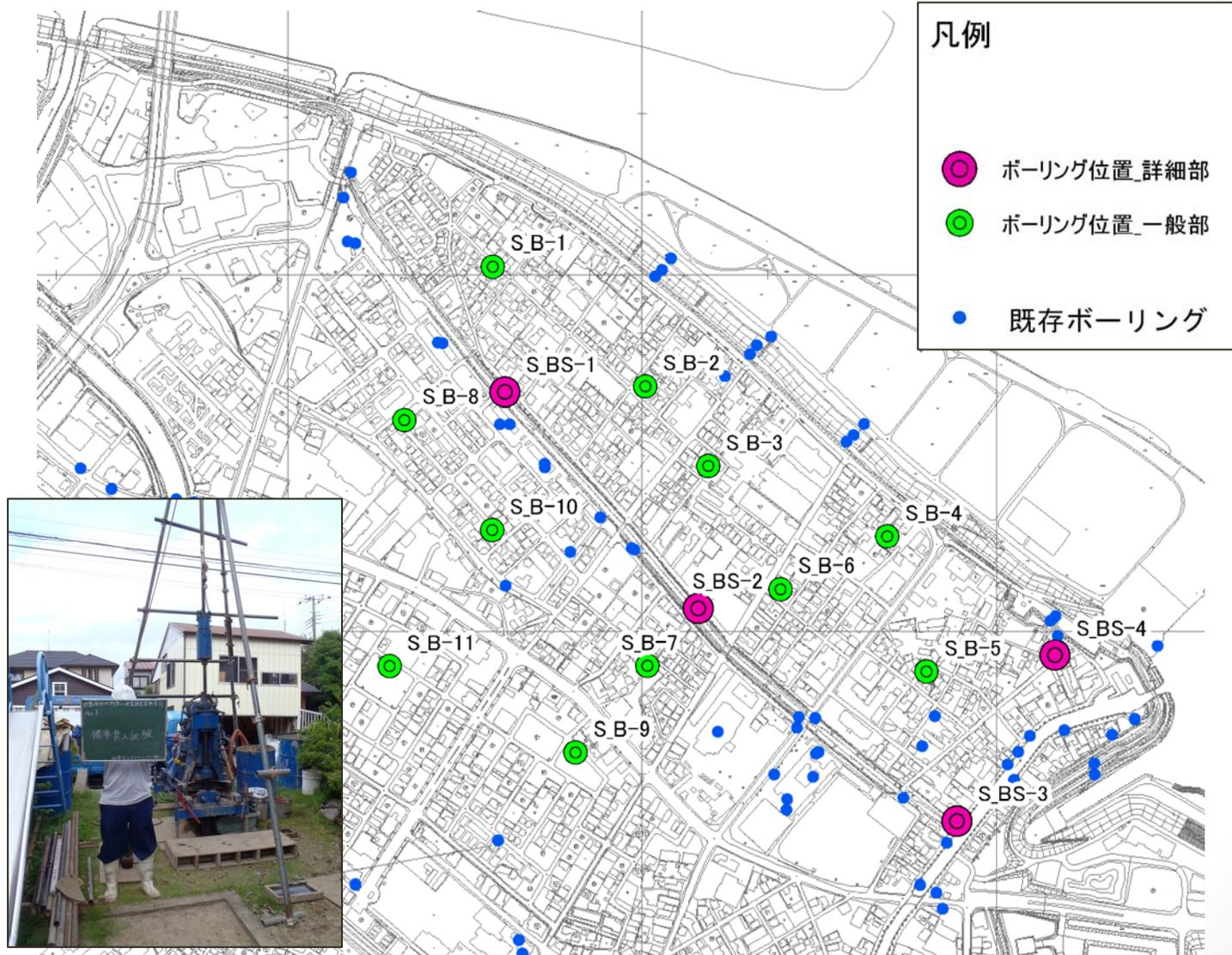
地質調査（ボーリング）箇所は、

- ・ 既存地質調査位置
- ・ 宅地液状化被害状況

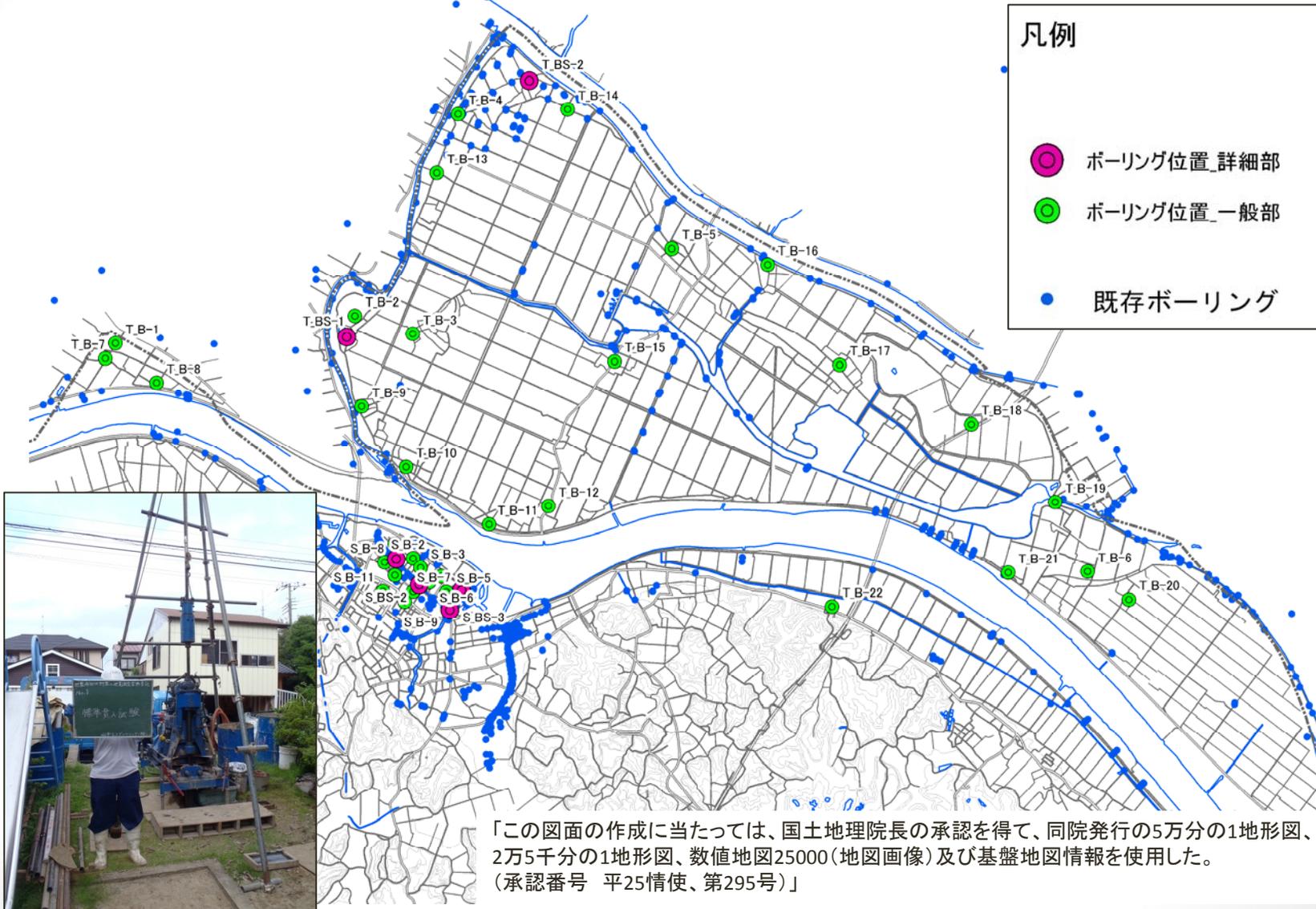
を考慮し、

各地区において必要と考えられる調査箇所を選定しました。

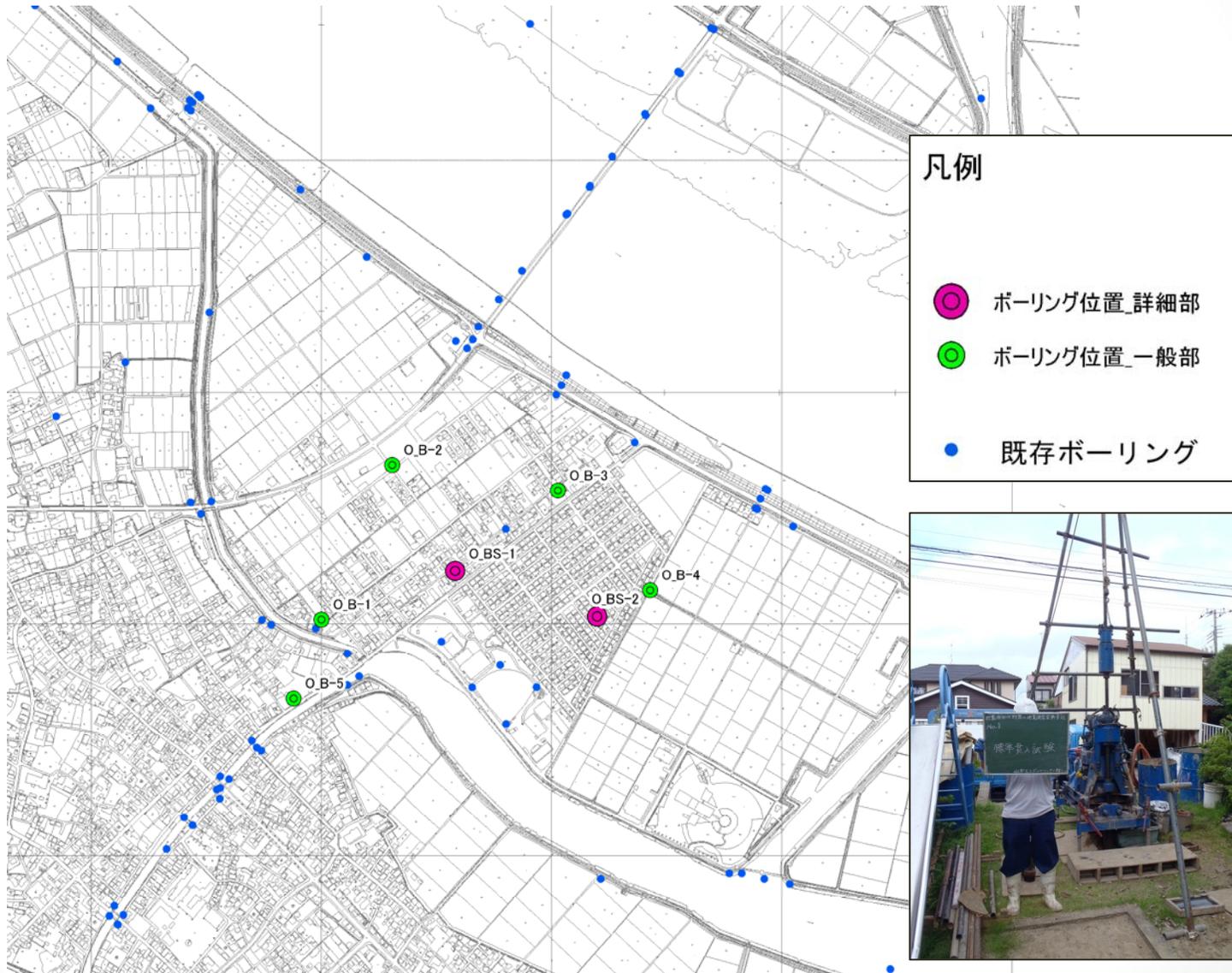
地質調査箇所（佐原地区）



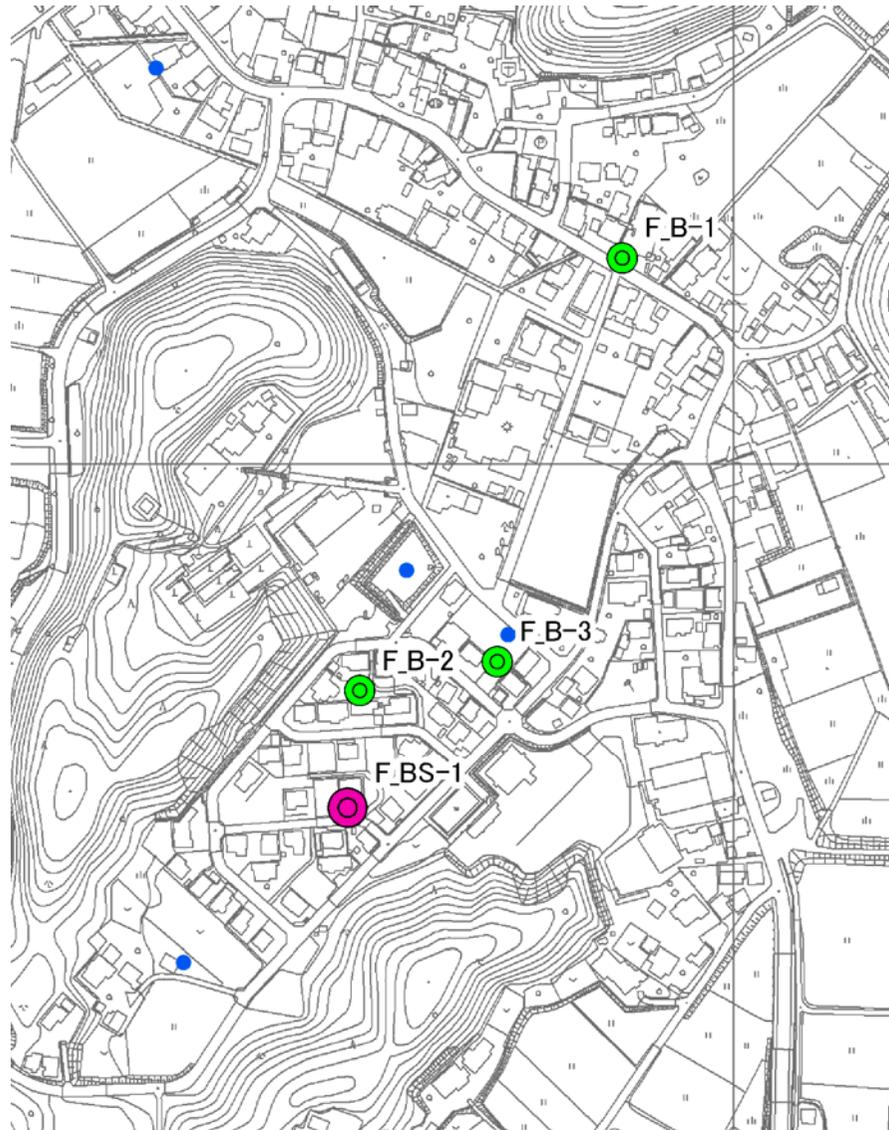
地質調査箇所（利根川以北地区）



地質調査箇所（小見川地区）



地質調査箇所（府馬地区）

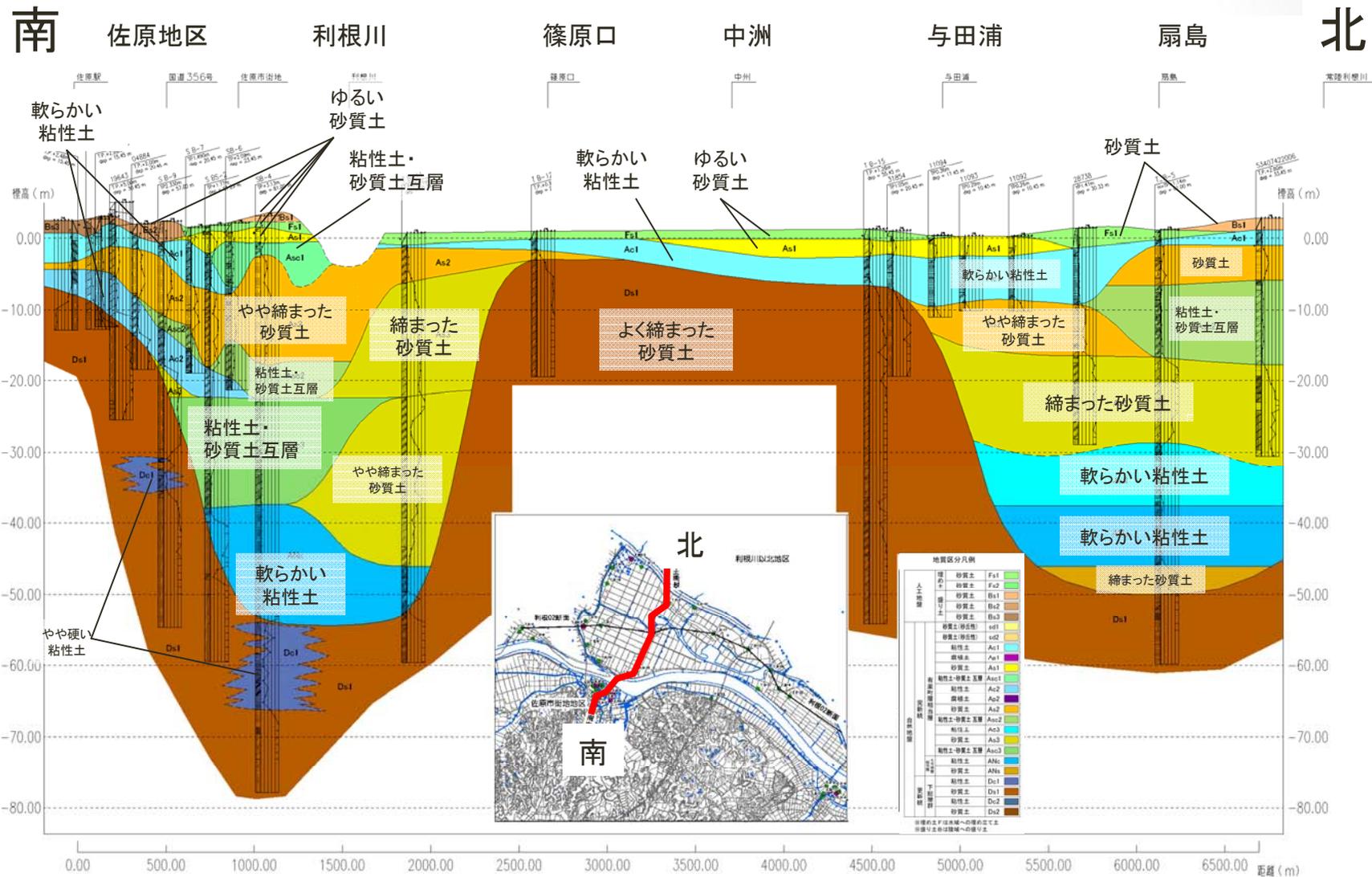


凡例

- ボーリング位置_詳細部
- ボーリング位置_一般部
- 既存ボーリング



佐原地区～利根川以北地区

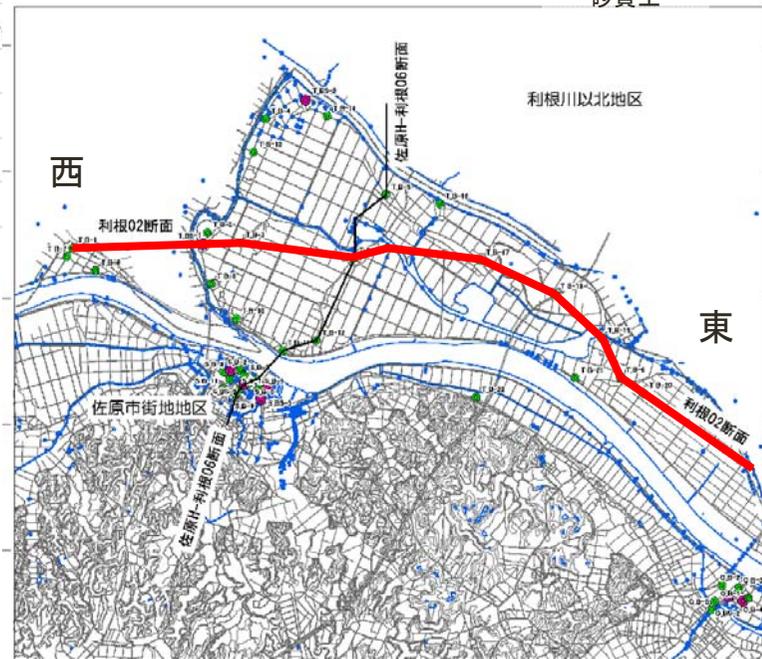
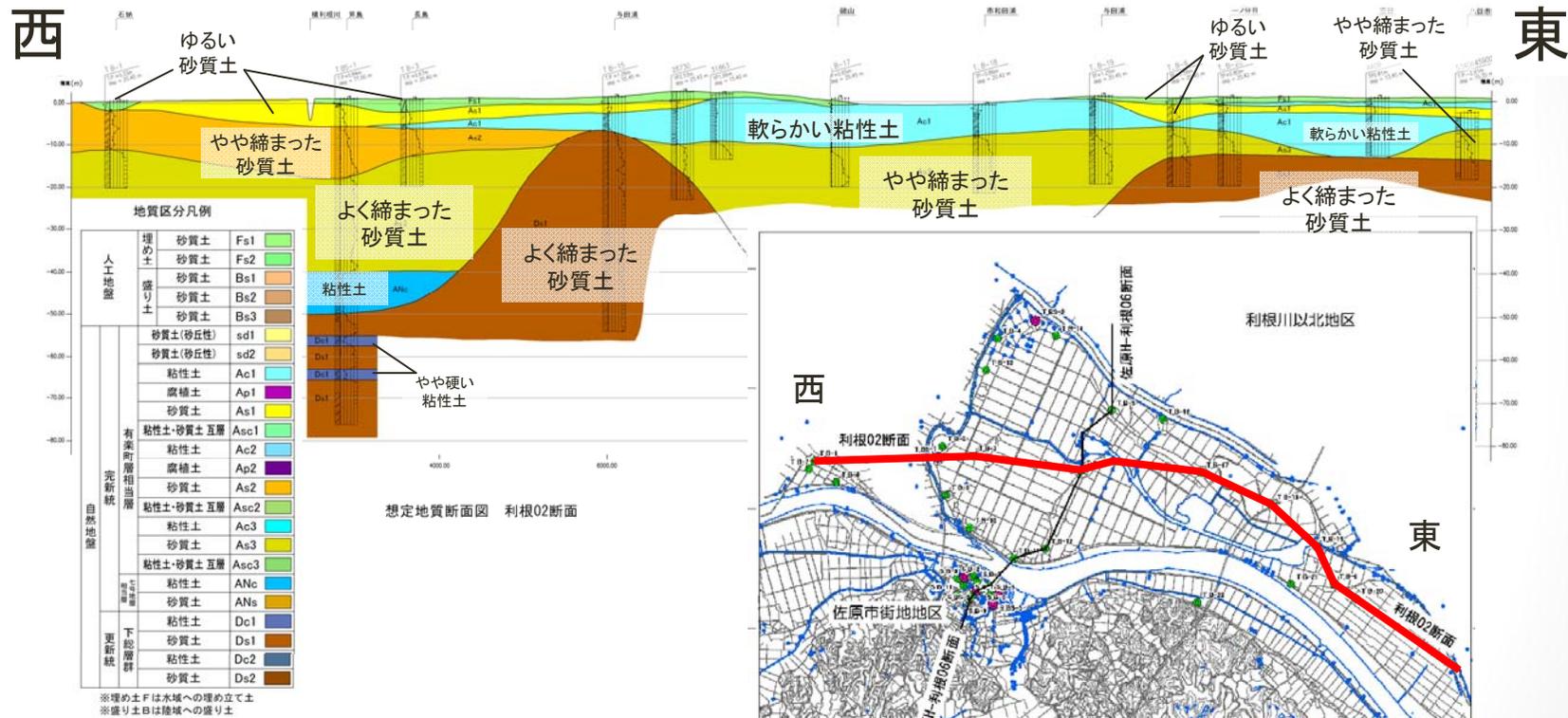


佐原H-利根06断面

「この図面の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図、2万5千分の1地形図、数値地図25000(地図画像)及び基盤地図情報を使用した。(承認番号 平25情使、第295号)」

利根川以北地区

石納 筭島 与田浦 磯山 市和田浦 一ノ分目 八日市場



「この図面の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の5万分の1地形図、2万5千分の1地形図、数値地図25000(地図画像)及び基盤地図情報を使用した。(承認番号 平25情使、第295号)」

小見川地区

国道356号

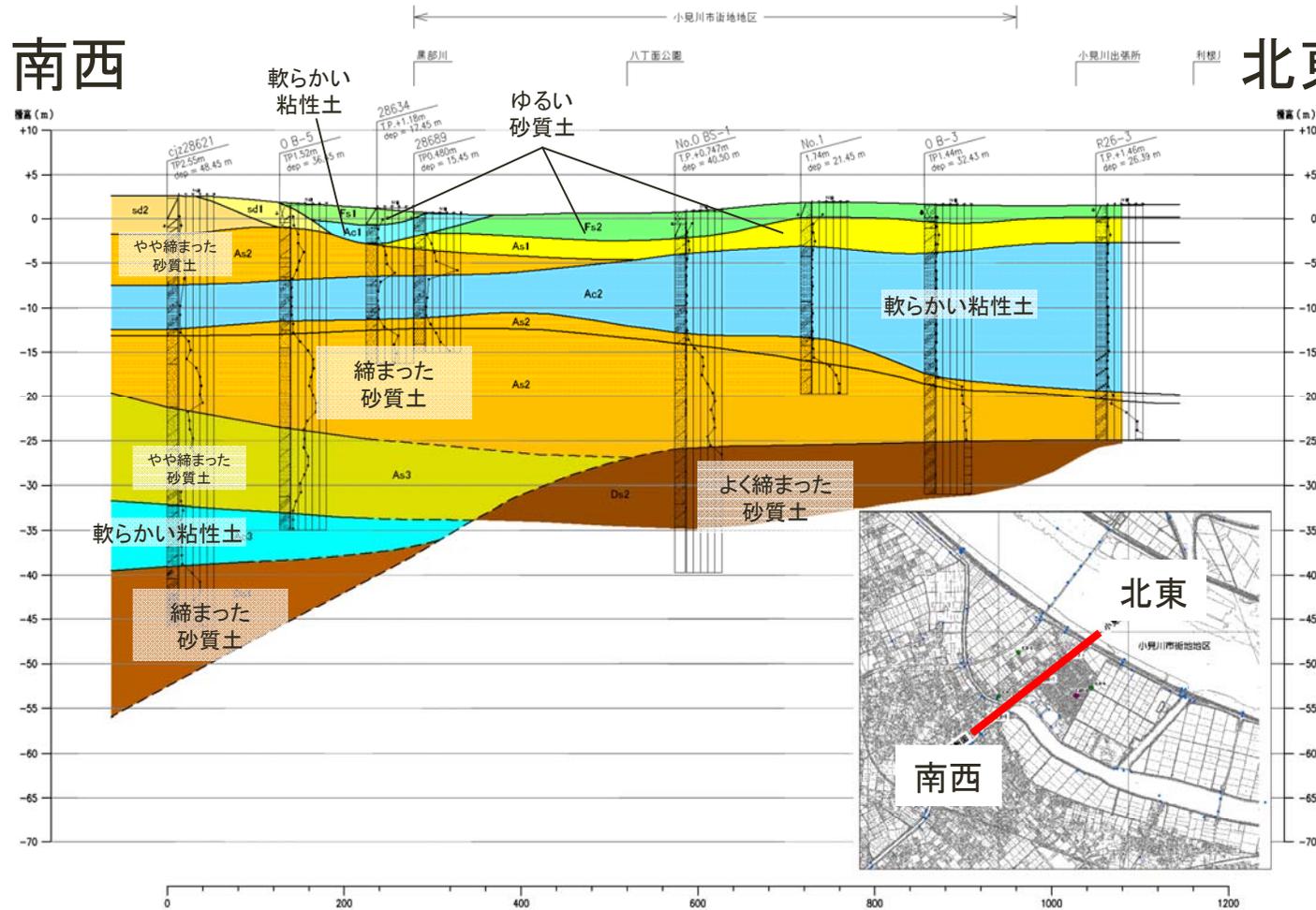
黒部川

八丁面公園

利根川

南西

北東



地質区分凡例

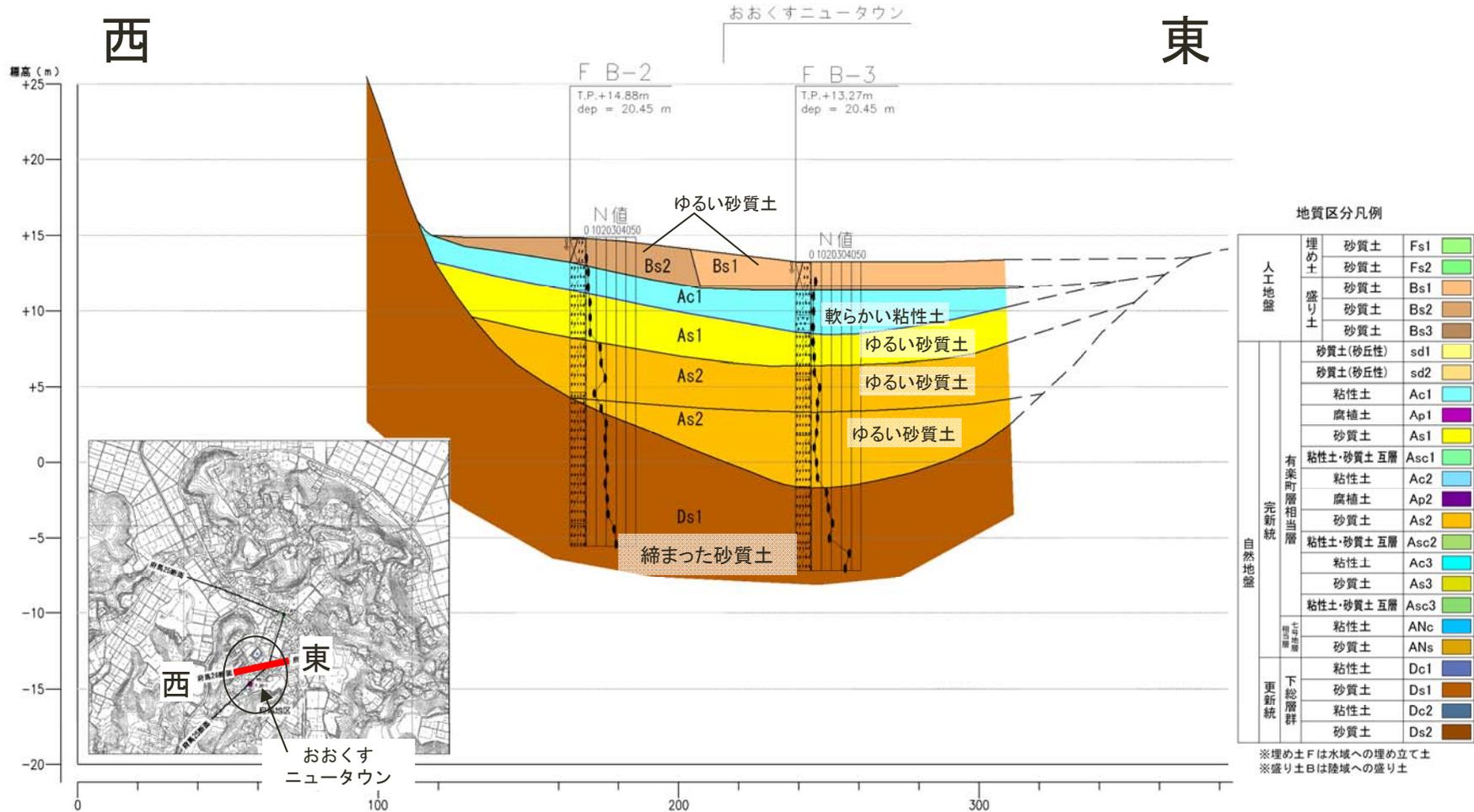
地層	地質区分	
	記号	色
人工地盤	埋め土	砂質土 Fs1
		砂質土 Fs2
	盛り土	砂質土 Bs1
		砂質土 Bs2
		砂質土 Bs3
		砂質土 Bs3
完全統	砂質土(砂丘性) sd1	
	砂質土(砂丘性) sd2	
	粘性土 Ac1	
	腐植土 Ap1	
	砂質土 As1	
	有楽町層相当層	粘性土・砂質土 互層 Asc1
		粘性土 Ac2
		腐植土 Ap2
		砂質土 As2
		粘性土・砂質土 互層 Asc2
	自然地盤	粘性土 Ac3
		砂質土 As3
		粘性土・砂質土 互層 Asc3
		粘性土 ANc
		砂質土 ANs
更新統	粘性土 Dc1	
	砂質土 Ds1	
	粘性土 Dc2	
	砂質土 Ds2	

※埋め土 F は水域への埋め立て土
 ※盛り土 B は陸域への盛り土

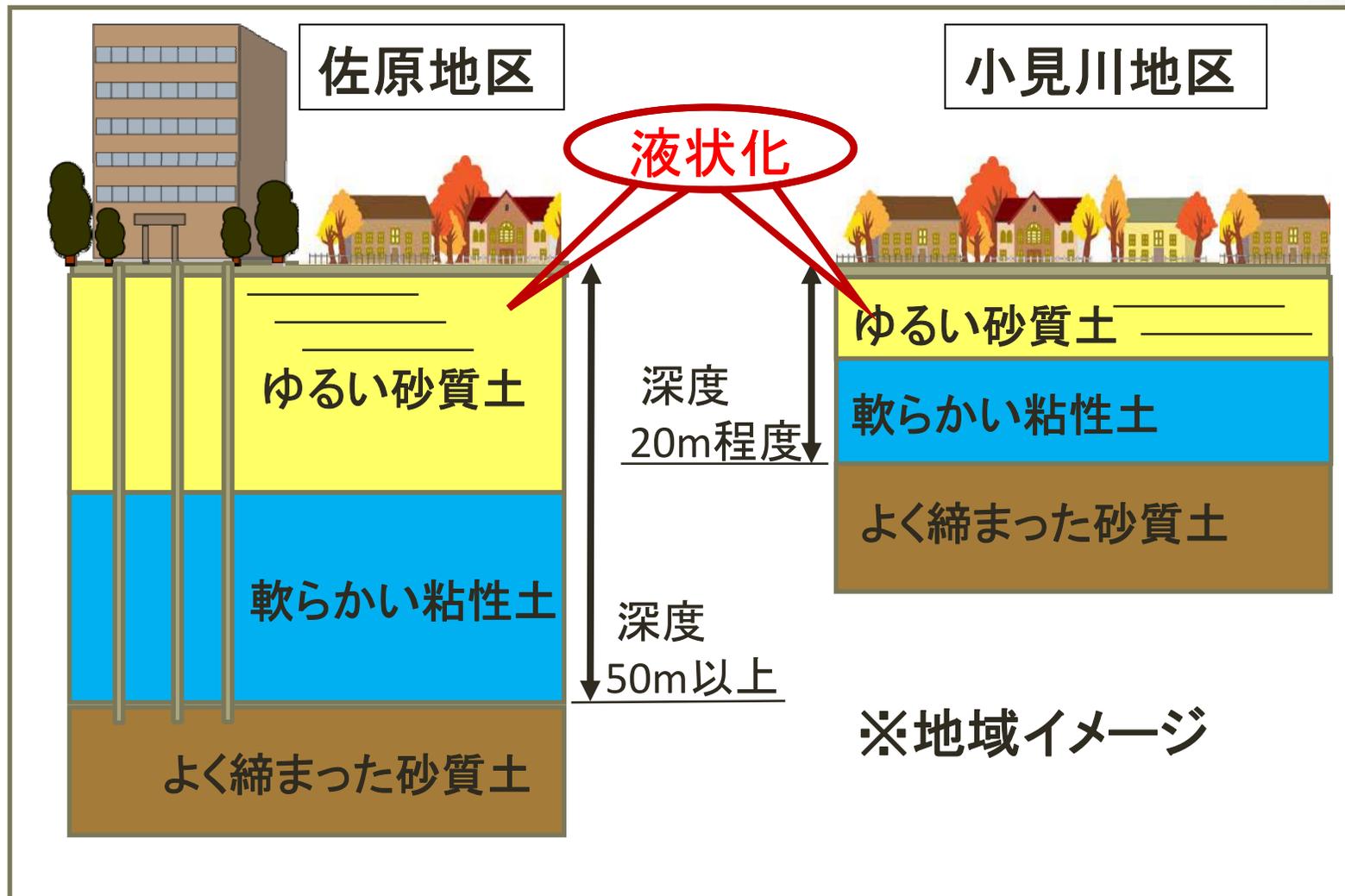
想定地質断面図 小見川B断面

府馬地区

おおくすニュータウン



想定地質断面図 府馬26断面



対策工法検討のためのモデル 地区の設定

- ・ モデル地区とは
- ・ モデル地区設定の方針
- ・ モデル地区における検討イメージ
- ・ モデル地区

モデル地区とは

「モデル地区」とは、
液状化対策工法を検討するための区域です。
市で液状化対策事業計画を作成するためには、
再液状化の可能性があると診断された区域に
ついて、
適切な液状化対策工法を選定する必要があります。
この再液状化の可能性があると診断された区
域の中から、対策工法を検討するためのモデ
ル地区を設定します。

モデル地区設定の方針

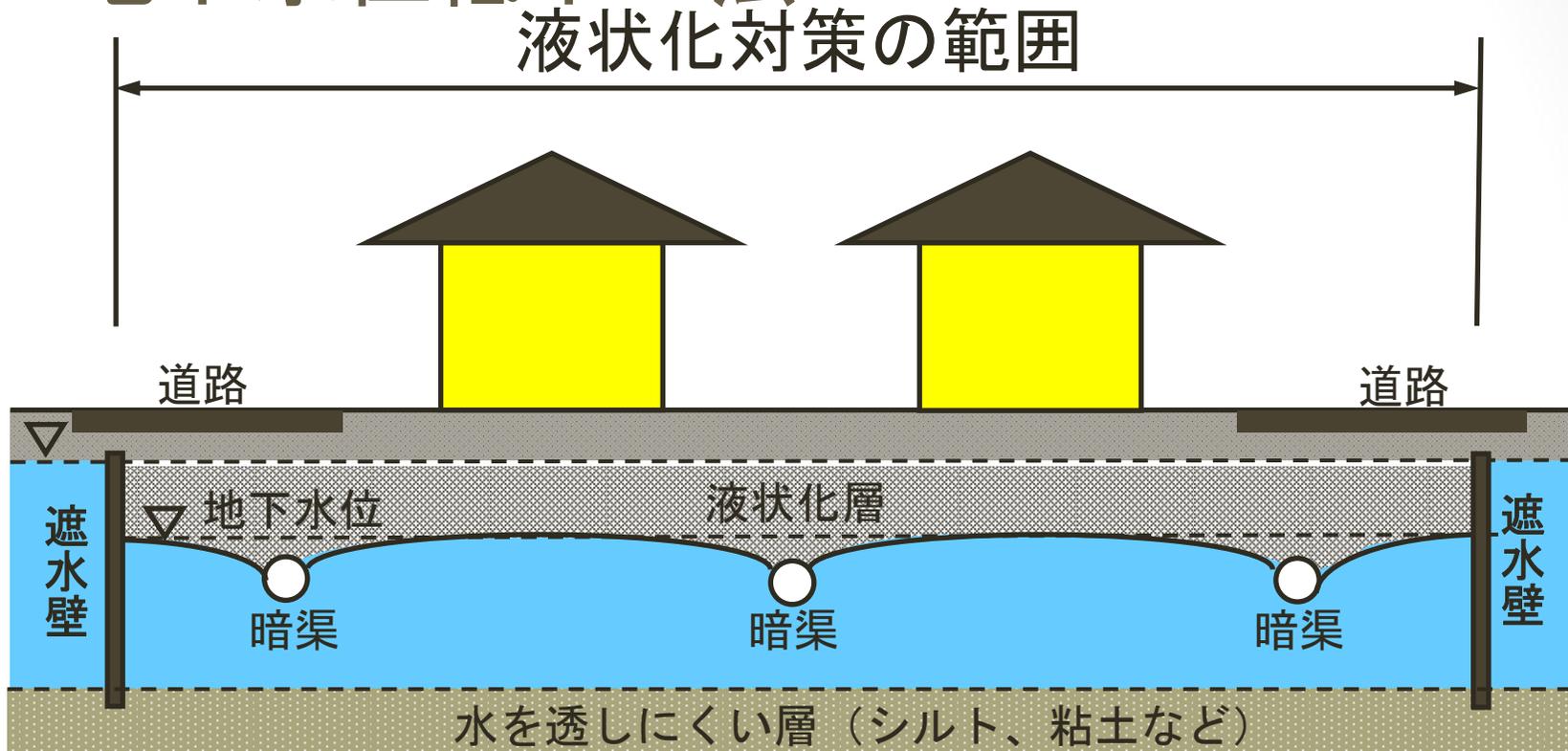
液状化対策工法は、
地質条件や区域条件
(区域形状、住宅密集度、
公共用地状況、他)により、
適用可能な工法や、
対策効果・対策費用が異なります。



香取市では、
液状化検討地域（4地区）について
地盤条件や区域条件を考慮して
各地区でモデル地区を設定します。

モデル地区における検討イメージ

地下水位低下工法



シミュレーション解析により算定する事項

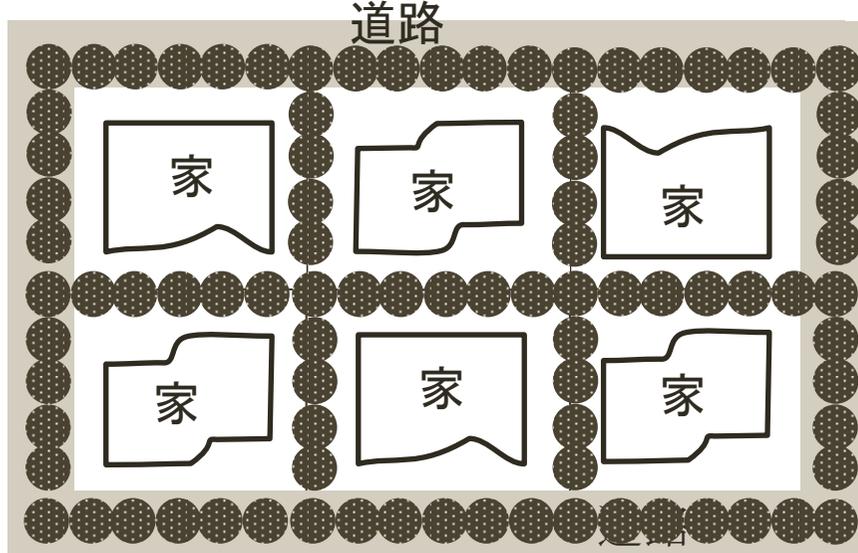
- 地下水位低下後の圧密沈下量と建物位置の地盤の傾斜角
- 液状化による地表面沈下量
- 必要な暗渠のピッチと排水量

モデル地区における検討イメージ

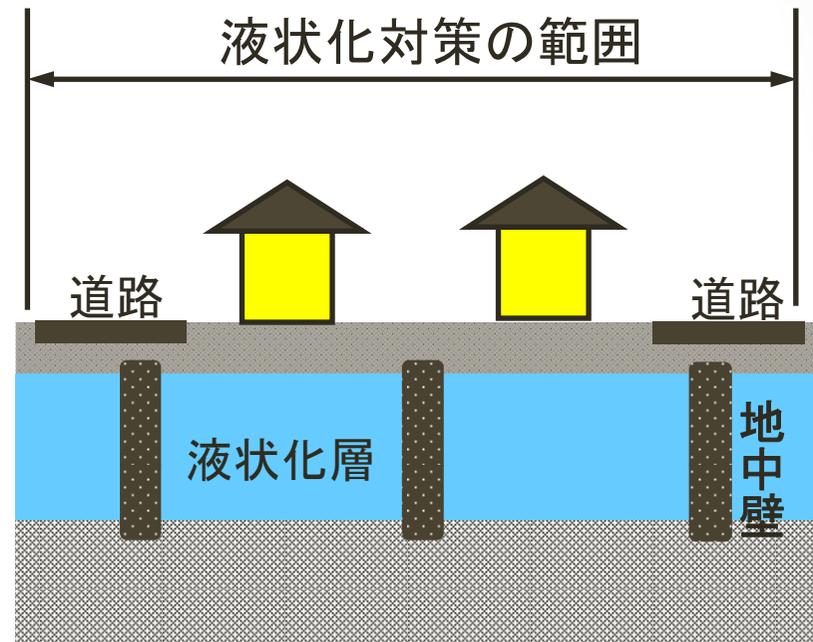
格子状地中壁工法

◆対策イメージ

(平面図)



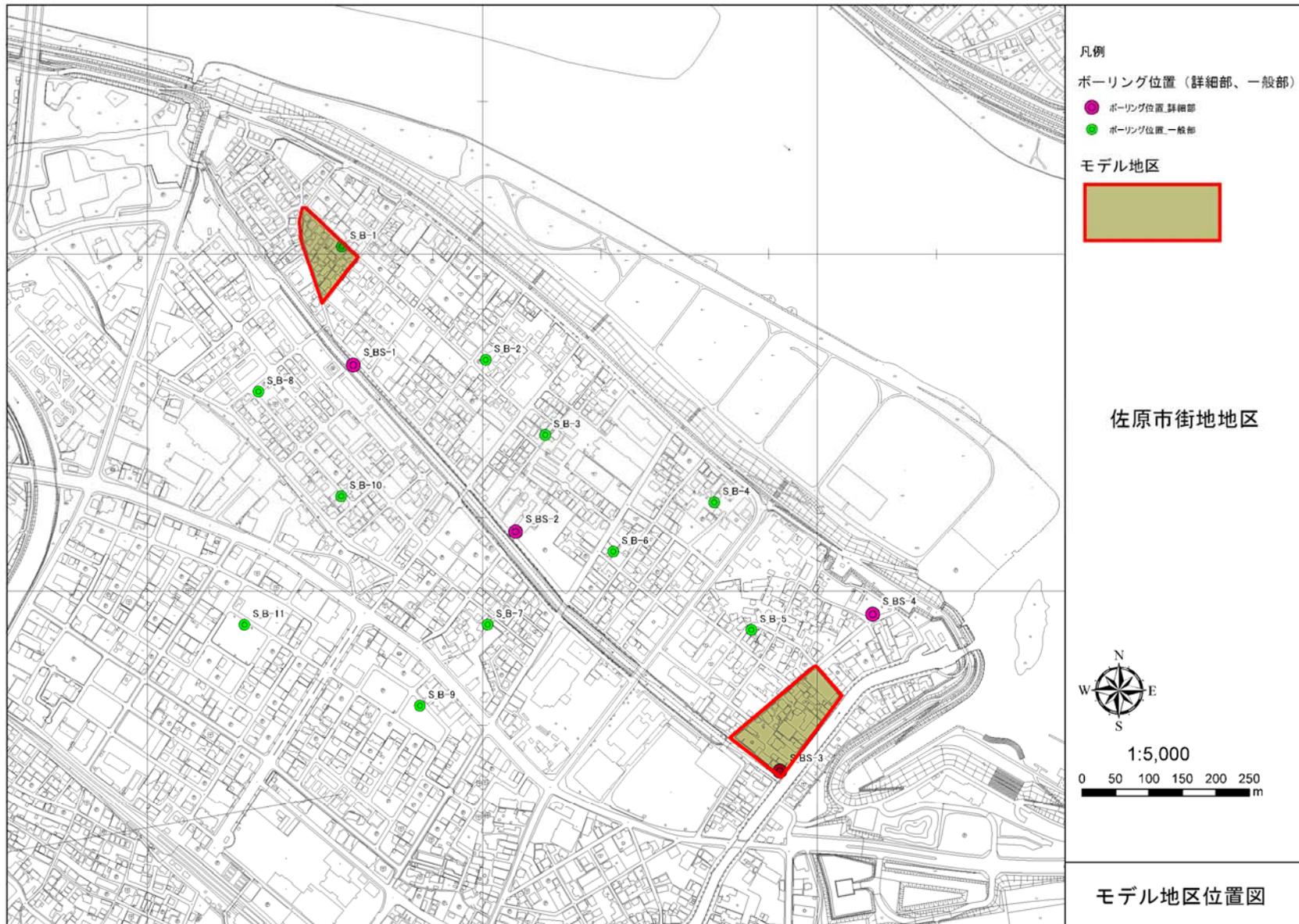
(断面図)



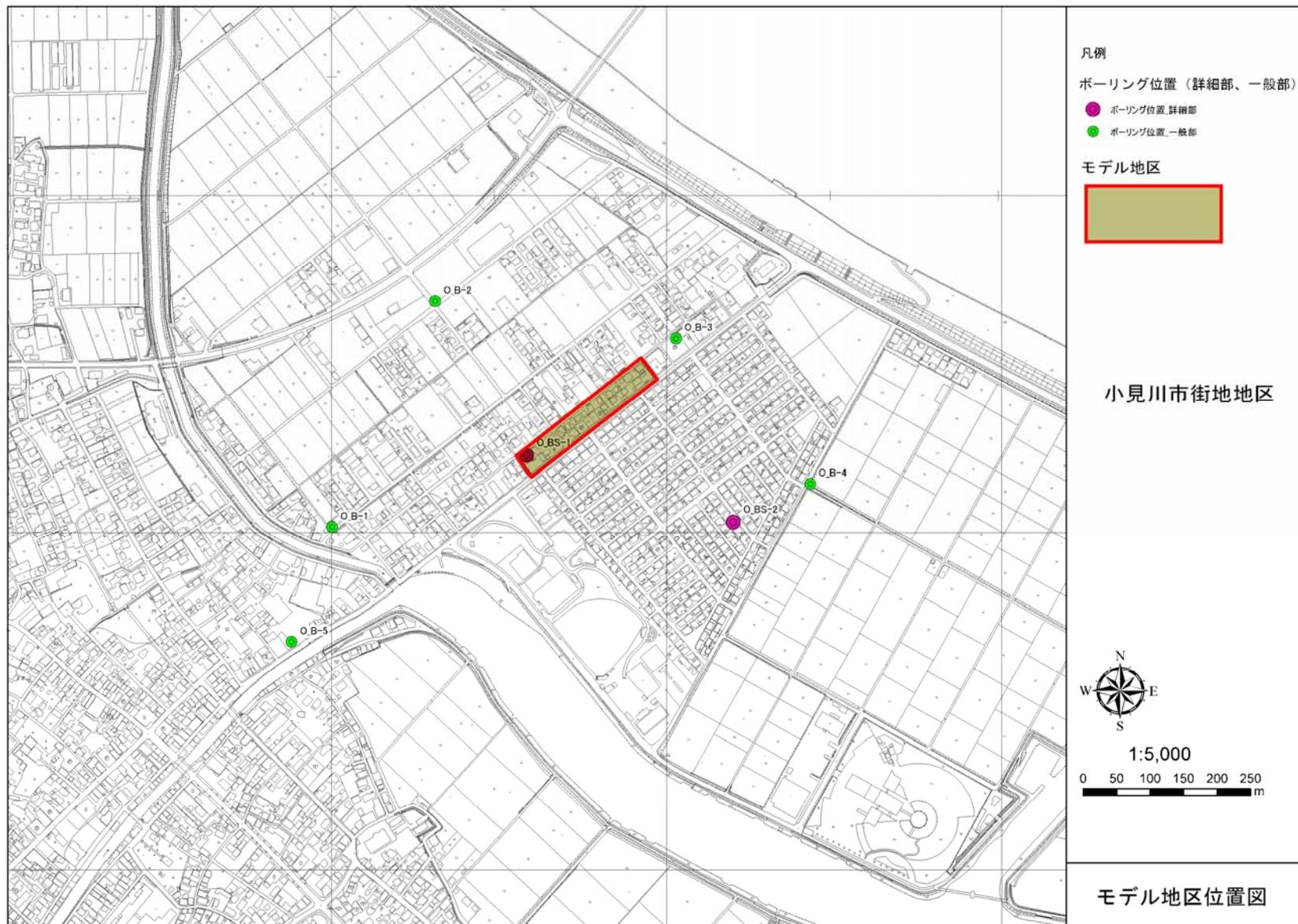
シミュレーション解析により算定する事項

- 改良形状（幅、深度、格子形状）、改良強度
- 地盤内の液状化安全率 F_L
- 液状化による地表面沈下量 D_{cy}

モデル地区 佐原市街地地区



モデル地区 小見川市街地地区



モデル地区 利根川以北地区



モデル地区 府馬地区

