

平成23年9月9日

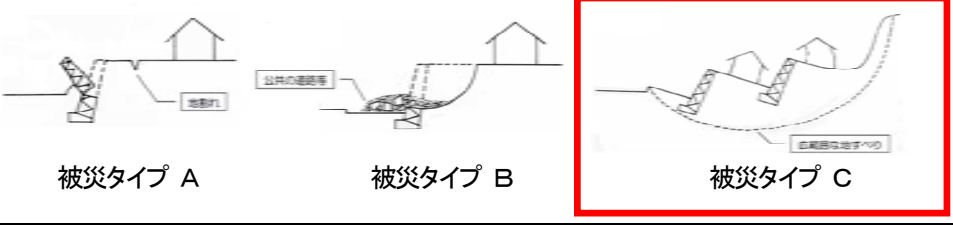
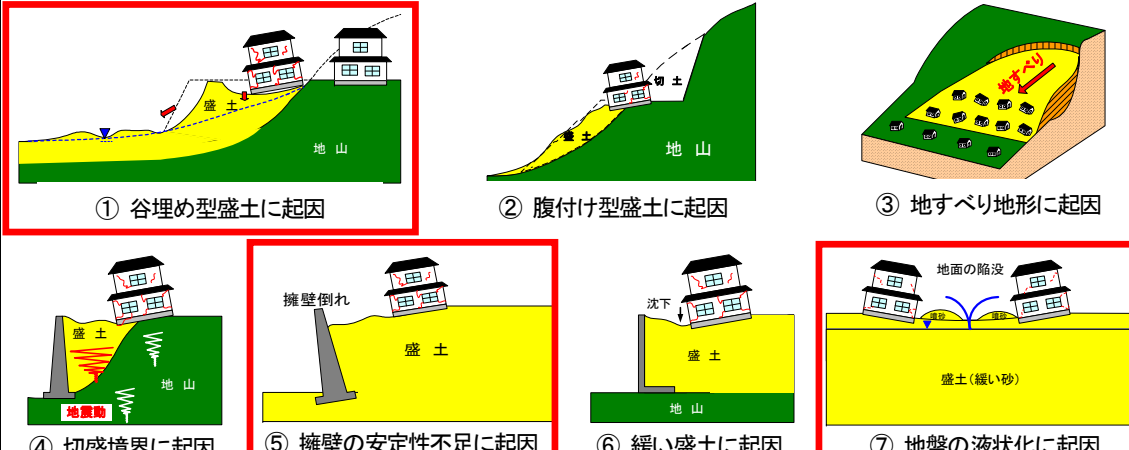
被災宅地の復旧検討

「陣ヶ原地区」

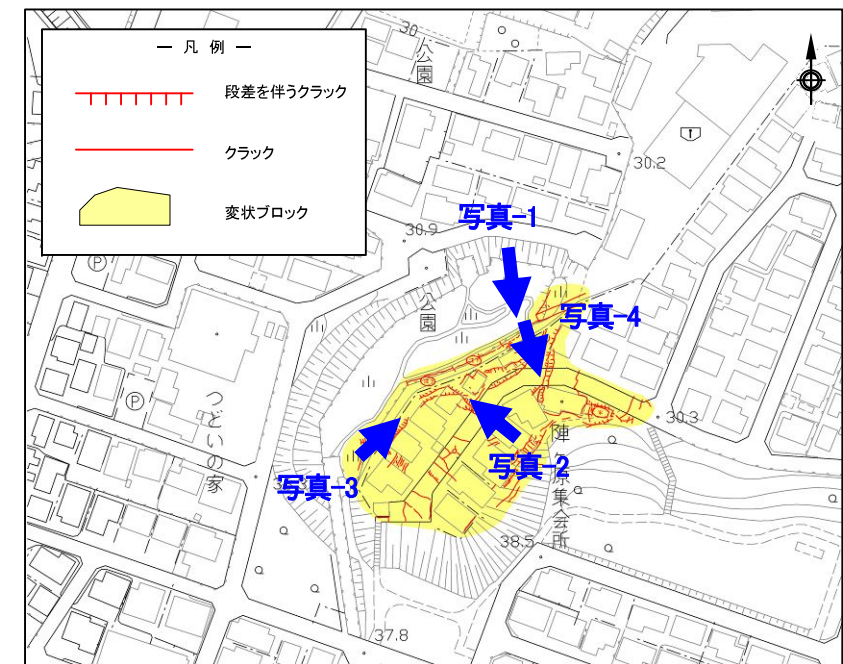
1. 概要書

区 名	泉区	地区名	陣ヶ原	主な街区	31 番街区
-----	----	-----	-----	------	--------

【被害概要】

被害分類	 <p>被災タイプ A      被災タイプ B      被災タイプ C</p>			
被害宅地	面積	約 4,000m <sup>2</sup>	宅地数	11 宅地
被害要因	 <p>① 谷埋め型盛土に起因      ② 腹付け型盛土に起因      ③ 地すべり地形に起因</p> <p>④ 切盛境界に起因      ⑤ 擁壁の安定性不足に起因      ⑥ 緩い盛土に起因      ⑦ 地盤の液状化に起因</p>			

【平面図（被災状況写真位置図）】



【被災状況写真】



写真-1



写真-2

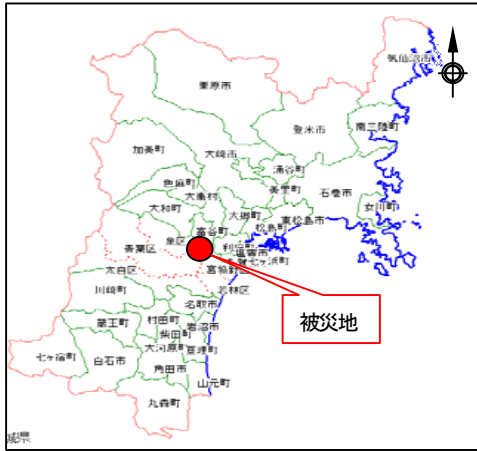


写真-3



写真-4

【位置図】



Yahoo!地図より引用・加筆



2. 変状メカニズム

本地区の変状は、盛土地盤の液状化による地盤の側方流動・沈下及び調整池側の擁壁の転倒等が複合した変状である。

液状化の発生には盛土材料・強度と地下水が深くかかわっていることから、本地区の地盤と地下水の状況を以下に示す。

本地区の地盤は古地形図や造成前の空中写真から古い沼地を盛土により造成して作られており、現在の調整池はその一部に該当する。造成に使用された盛土材料は、主に礫混り砂質土で構成される。盛土の N 値は 2〜3 を主体とし、礫分を含む深度では 10 程度を確認したものの局所的である。一方、地下水位は盛土内に存在することを地質調査により確認した。また、調整池側の斜面は比高約 4m で勾配が約 45° である。

本地区の変状は地震に起因して発生しており、変状のメカニズムは以下のように推察される。

今回の地震動は、震度 6 弱と大きく、継続時間も長かった。このため、盛土内の地下水位以深において過剰間隙水圧が発生し、盛土は液状化した。調整池側の擁壁基礎は液状化により支持力を失い、滑動やはらみ出し(折れ曲がり)が生じた。続いて盛土が液状化により流動化したため、宅地内には沈下、段差やすべり破壊といった変状が発生し、その変状は徐々に丘陵地側に向けて拡大した。

素因	<ul style="list-style-type: none"><li>盛土材料は礫混り砂質土、N 値は 2〜3 を主体とし、非常に緩い状態であった。</li><li>盛土内に地下水が存在した。</li><li>調整池側の斜面は比高約 4m で勾配が約 45° であった。</li></ul>
誘因	<ul style="list-style-type: none"><li>最大震度 6 弱（仙台市泉区、2011 年 3 月 11 日）</li><li>継続時間の長い地震動。</li></ul>

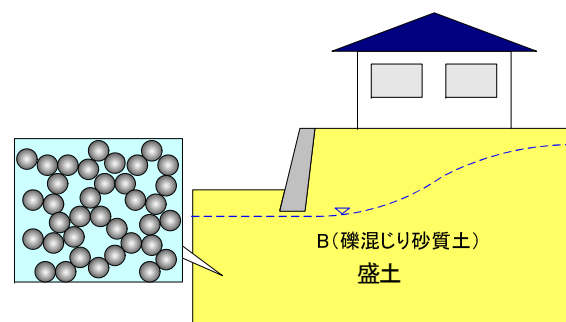


変状発生	<ul style="list-style-type: none"><li>継続時間の長い地震動により、過剰間隙水圧が発生した。</li><li>盛土の液状化により、擁壁基礎の支持力が失われた。</li><li>擁壁の変状に伴って、液状化した盛土が側方に流動した。</li></ul>
------	--

- 当該地では、概ね次の変状メカニズムが想定される。
- 地震動により谷側の盛土材料が液状化し、擁壁基礎の支持力が失われた。
  - 擁壁は支持力を失い、滑動・はらみ出し(折れ曲がり)を生じた。
  - 盛土の流動化により擁壁背後の地盤には沈下、段差やすべり破壊が発生した。

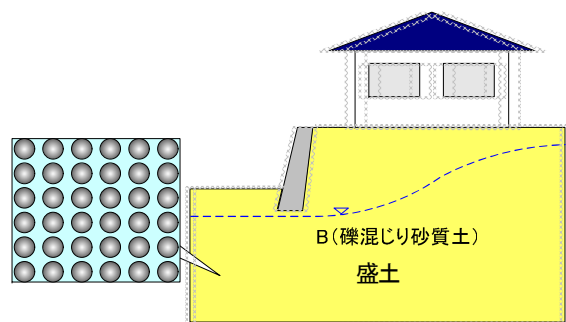
○地震前

砂粒子がかみ合い安定している。



○地震時

砂粒子のかみ合いがはずれた状態。  
過剰間隙水圧が発生した。



○地震後

過剰間隙水圧の発生に伴って、盛土 B（礫混じり砂質土）は支持力を失い、擁壁は滑動、転倒し、背後の地盤には沈下、すべり破壊が生じた。

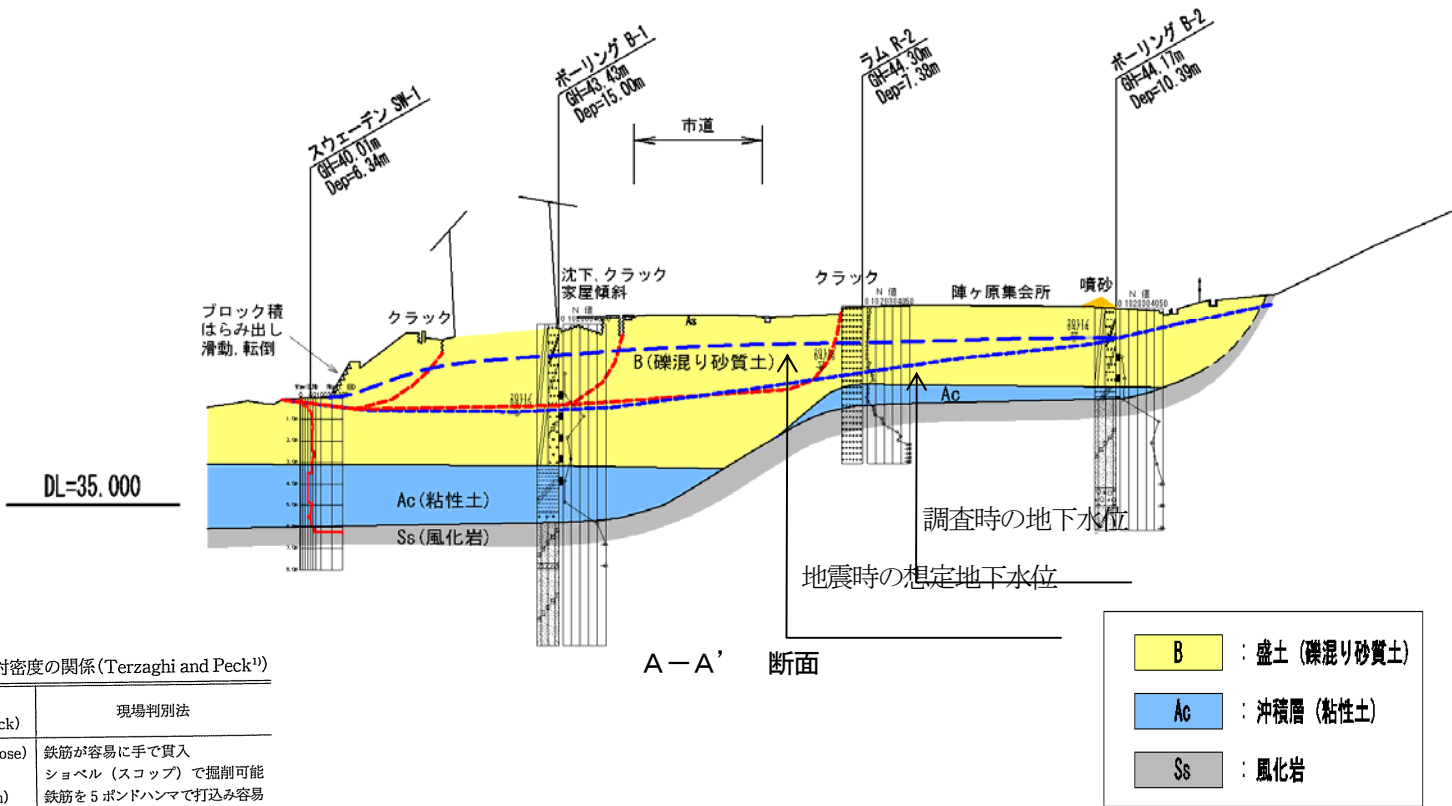
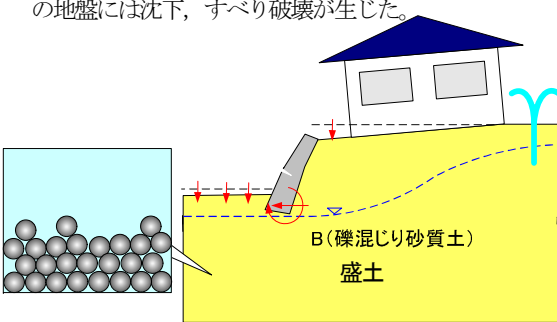


表-6.2.2 N 値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck<sup>1)</sup>)

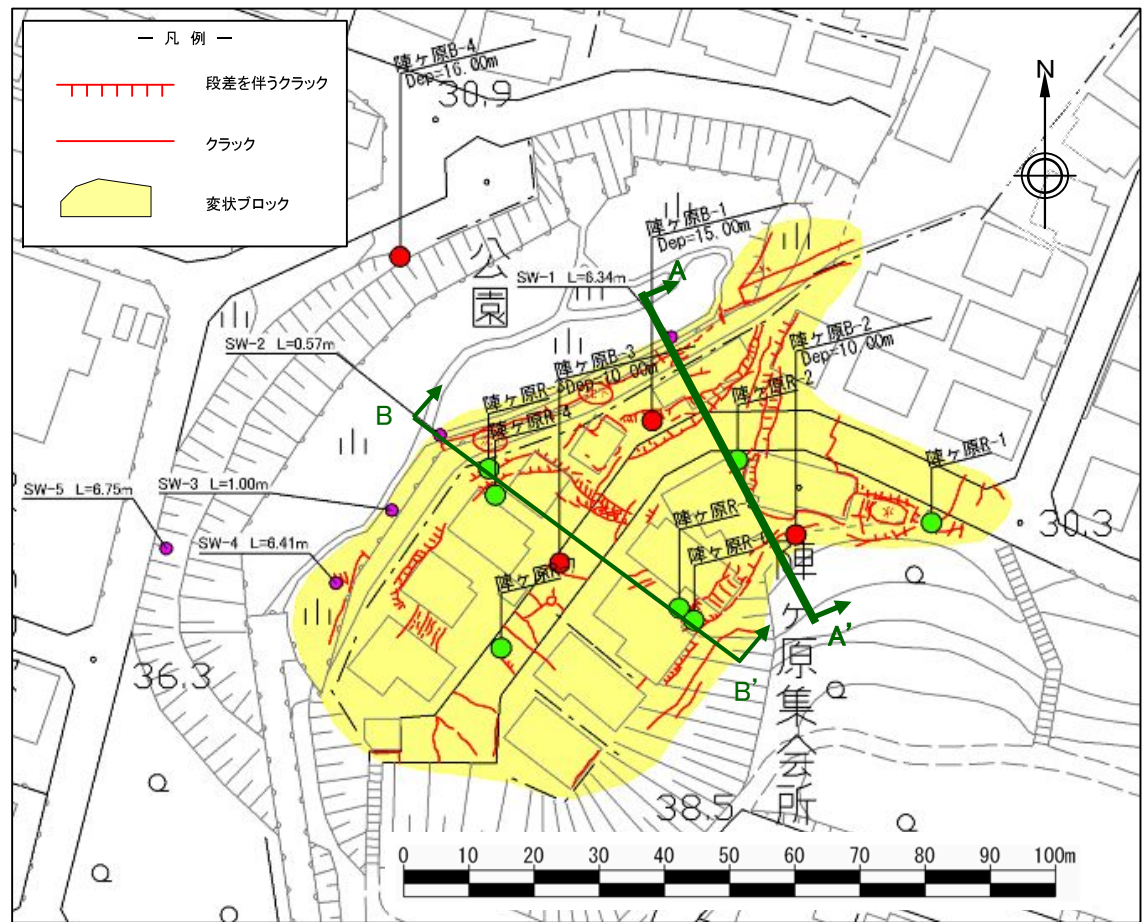
N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
0〜4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4〜10	緩い (loose)	ショベル (スコップ) で掘削可能
10〜30	中位の (medium)	鉄筋を 5 ボンドハンマで打込み容易
30〜50	密な (dense)	同上、30 cm 程度貫入
>50	非常に密な (very dense)	同上、5〜6 cm 貫入、掘削には必要、打込み時金属管

注) 鉄筋は φ13 mm

表-6.2.4 N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係 (Terzaghi and Peck<sup>1)</sup>)

N 値	qa (kN/m <sup>2</sup> )	コンシステンシー
0〜2	0.0〜24.5	非常に柔らかい
2〜4	24.5〜49.1	柔らかい
4〜8	49.1〜98.1	中位の
8〜15	98.1〜196.2	硬い
15〜30	196.2〜392.4	非常に硬い
30〜	392.4〜	固結した

社) 地盤工学, 2004. 6, 地盤調査の方法と解説 p263 および p267 より引用



平面図

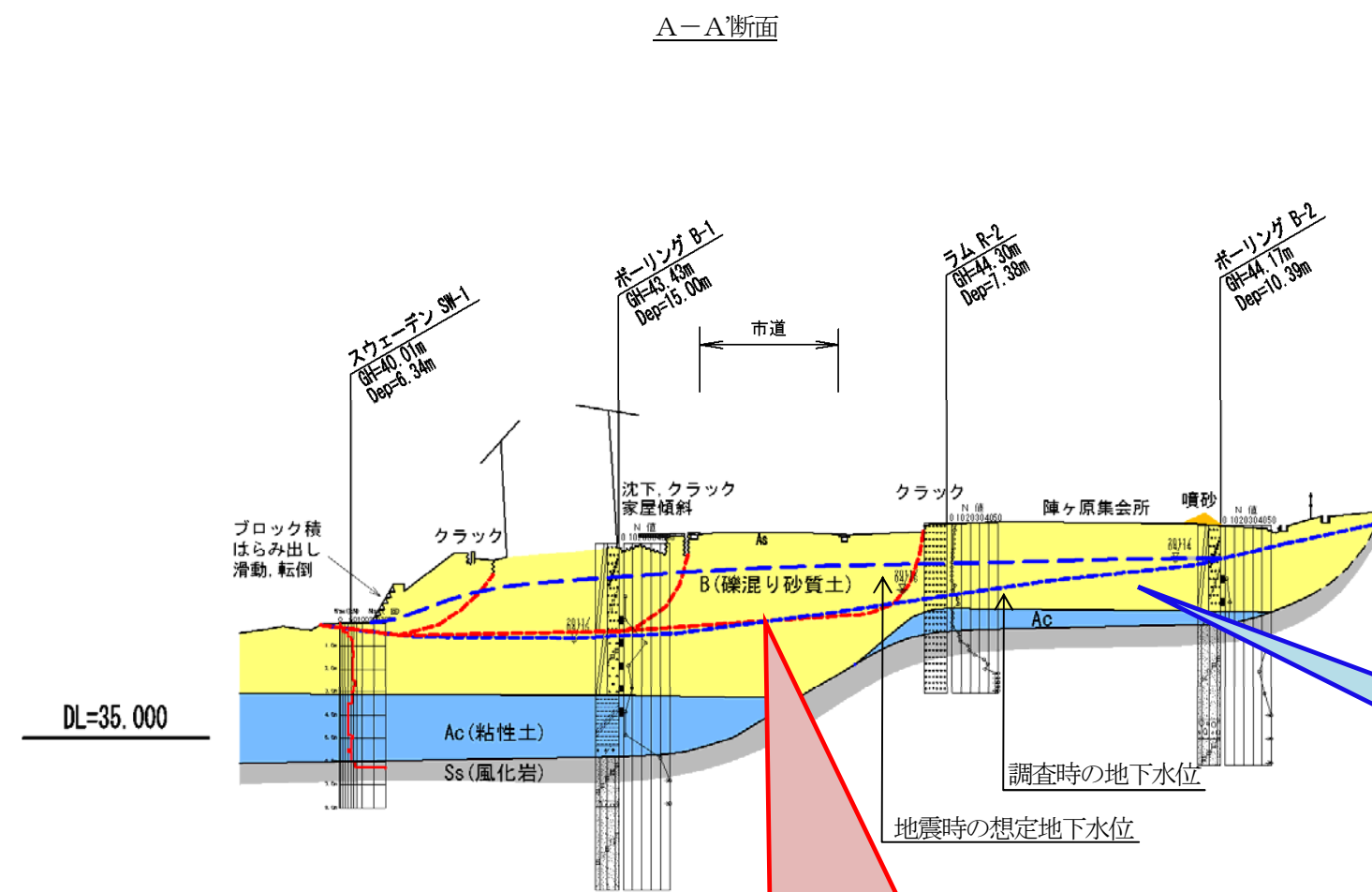


### 3. 対策方針

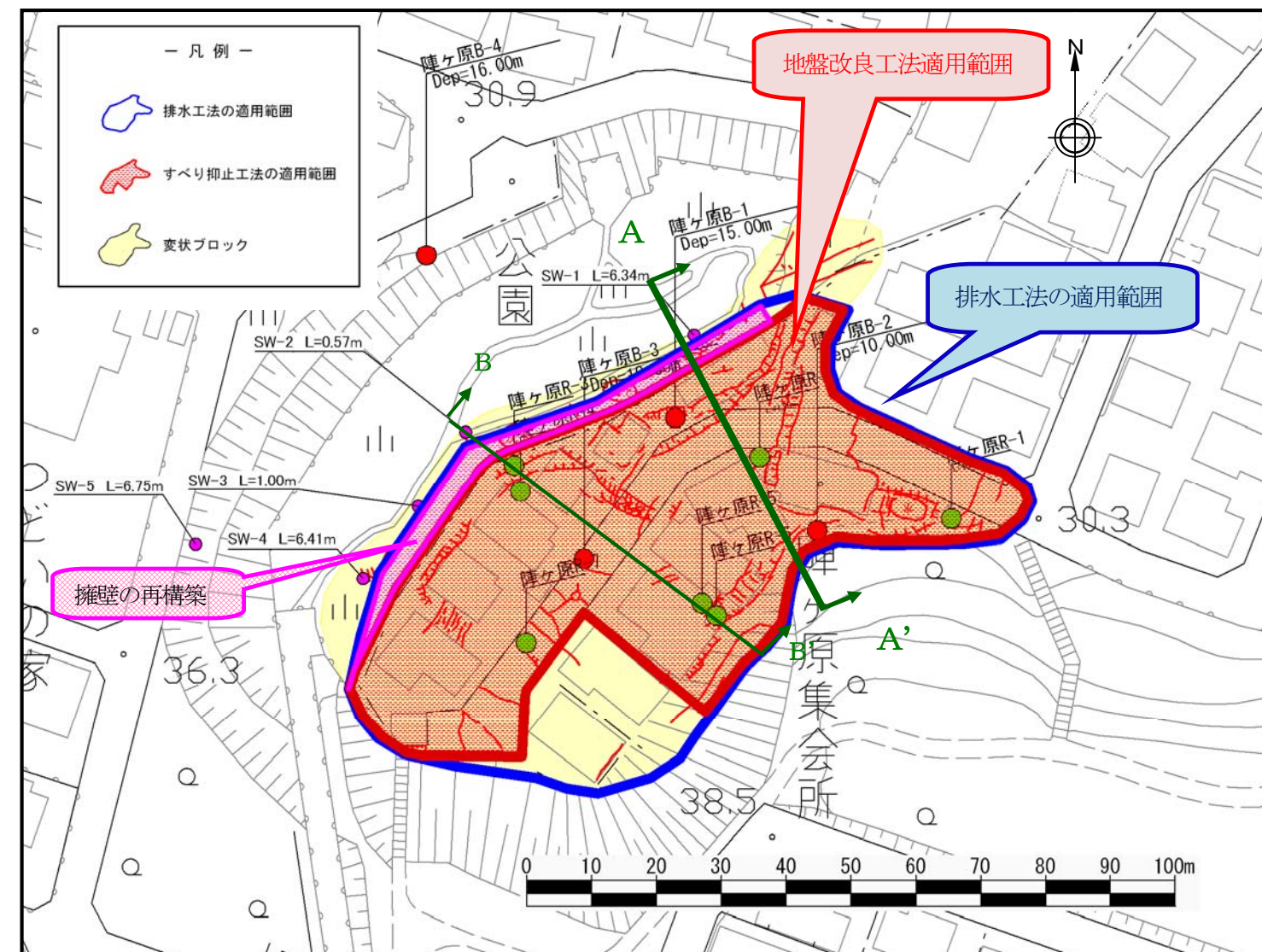
本地区を宅地として復旧させるためには、盛土地盤の液状化対策を行うとともに、沼地側に宅地盛土部を支える擁壁の再構築が必要となる。また、宅地南側に位置する盛土斜面の安定化も必要となる。液状化に対する対策工法としては、液状化が発生しないように盛土材の強度を増加させる地盤改良工法と地下水排水工法が考えられる。

【説明】

被災した沼地側の宅地では、基礎に柱状の地盤改良を採用し、その上にベタ基礎を配置した構造となっており、地盤の悪さを認識した基礎構造となっていた。建物の構造的被害は外観上見られないが、宅地地盤が側方にも変形した。復旧のためには地盤改良が不可欠である。



地下水位以下のB（礫混じり砂質土）についてはかなりの部分を地盤改良する必要がある。表層部については、撤去し良質材に置き換えることも良い。



対策工平面図

地盤改良すると地下水が上昇すると考えられるので、山側には明暗渠、置き換えた良質材の下部には暗渠工を設け、周囲などからの流入水を速やかに排水し、地下水の上昇を防止する。

# 参考資料

# 1. 工法比較表

変状メカニズム		本地区の変状は、調整池側の擁壁の転倒等と液状化による地盤の沈下が複合した変状である。古地形図や造成前の空中写真から、古い沼地を造成して作られた宅地であり、現在の調整池はその一部である。被災した宅地範囲は、古い沼地の上部に形成された砂質土による盛土部分である。 地震時に市道および集会所裏の地盤から噴砂が確認されており、地盤内の液状化が変状の発生要因と考えられる。地震によって、ブロック擁壁がハラミ出すように大きく変形したのは、盛土部の液状化に起因したものと考えられる。本震に続く余震や降雨によって変形は進行的に拡大している。また、宅地の南側には、造成された斜面が存在するが、その斜面も不安定化している。		
対策方針		本地区を宅地として復旧させるためには、盛土地盤の液状化対策を行うとともに、沼地側に宅地盛土部を支える擁壁の再構築が必要となる。また、宅地南側に位置する盛土斜面の安定化も必要となる。液状化に対する対策工法としては、液状化が発生しないように盛土材の強度を増加させる地盤改良工法と地下水排水工法が考えられる。		
工法案		A 案	B 案	C 案
概要	図			
	説明	液状化対象層をセメントなどの固化材によって固結して強度を高め、液状化に対する抵抗力を持たせる工法	地中に砂杭を打設して、液状化対象層を締め固めることにより、液状化に対する抵抗力を持たせる工法。	山際に明暗渠工を配置し、山側からの表流水及び地下水位を排除し、盛土内の地下水位を低下させ、さらに液状化対象層をセメントなどの固化材によって固結して強度を高め、液状化に対する抵抗力を持たせる工法
対策工		<ul style="list-style-type: none"><li>・スラリー噴射方式</li><li>・盛土撤去（施工基面整成）</li><li>・良質土材盛土（宅盤盛土）</li><li>・擁壁工</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・静的締め固め工法</li><li>・盛土撤去（施工基面整成）</li><li>・良質土材盛土（宅盤盛土）</li><li>・擁壁工</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・スラリー噴射方式</li><li>・盛土撤去（施工基面整成）</li><li>・良質土材盛土（宅盤盛土）</li><li>・擁壁工</li><li>・明暗渠工</li><li>・暗渠工</li></ul>
評価		地盤改良により、地盤の透水性が悪化し、盛土内の地下水が上昇する危険性がある。	地盤改良により、地盤の透水性が悪化し、盛土内の地下水が上昇する危険性がある。	地盤改良により盛土強度が上昇され、さらに明暗渠工により地下水位が低下させることが可能であることから、当該地に適した対策である。



2-1 A案



## 2-2 B案

### ■対策工の設置理由と目的

#### 【静的締め固め工法（SCP 締め固め）】

盛土材にサンドコンパクションパイルを打設することにより、盛土材の強度を増加させて、液状化の発生を抑制する対策である。

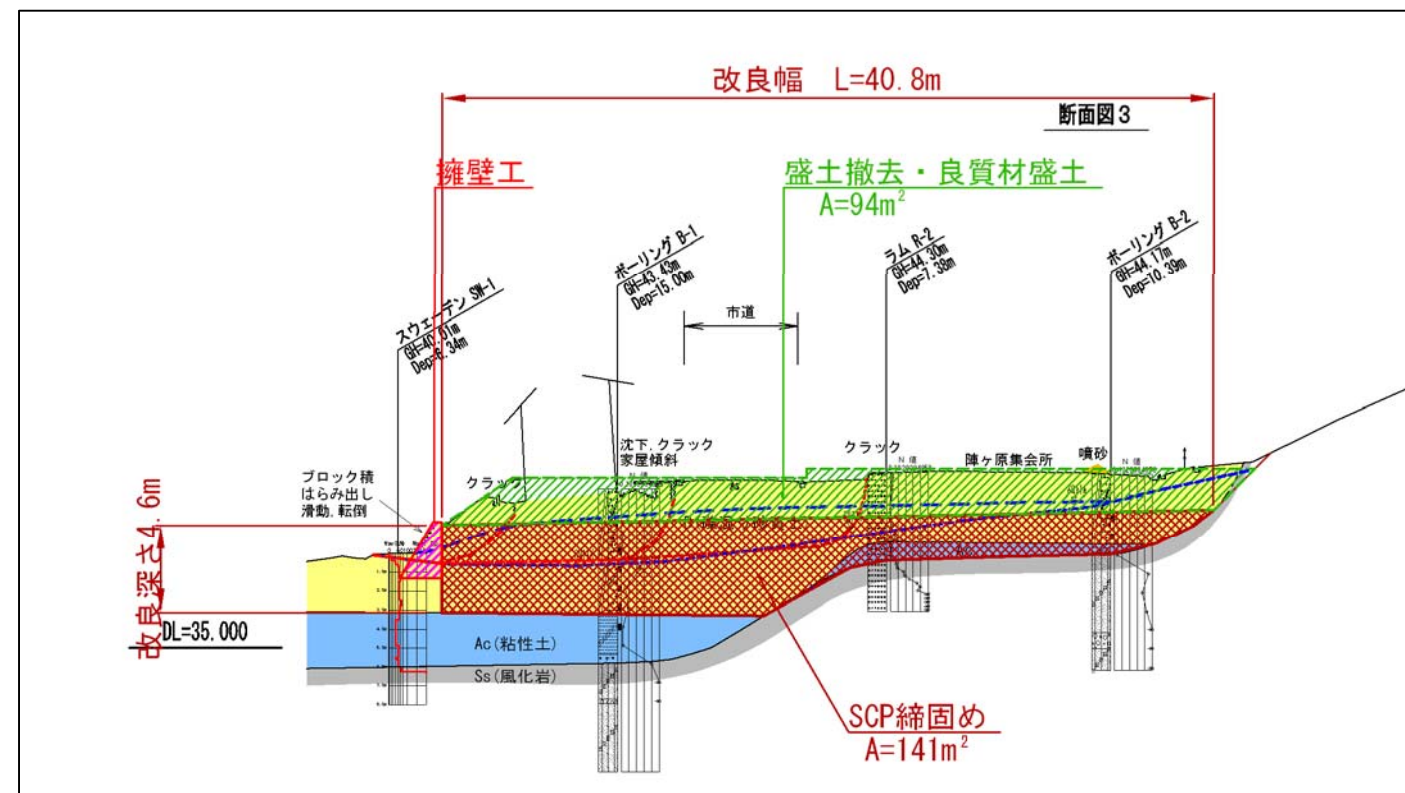
#### 【盛土撤去・良質材盛土】

静的締め固め工法の施工基面の整備と、宅盤の基面整正として、強度の低い盛土を撤去・処分し、良質材で盛土を行う対策である。

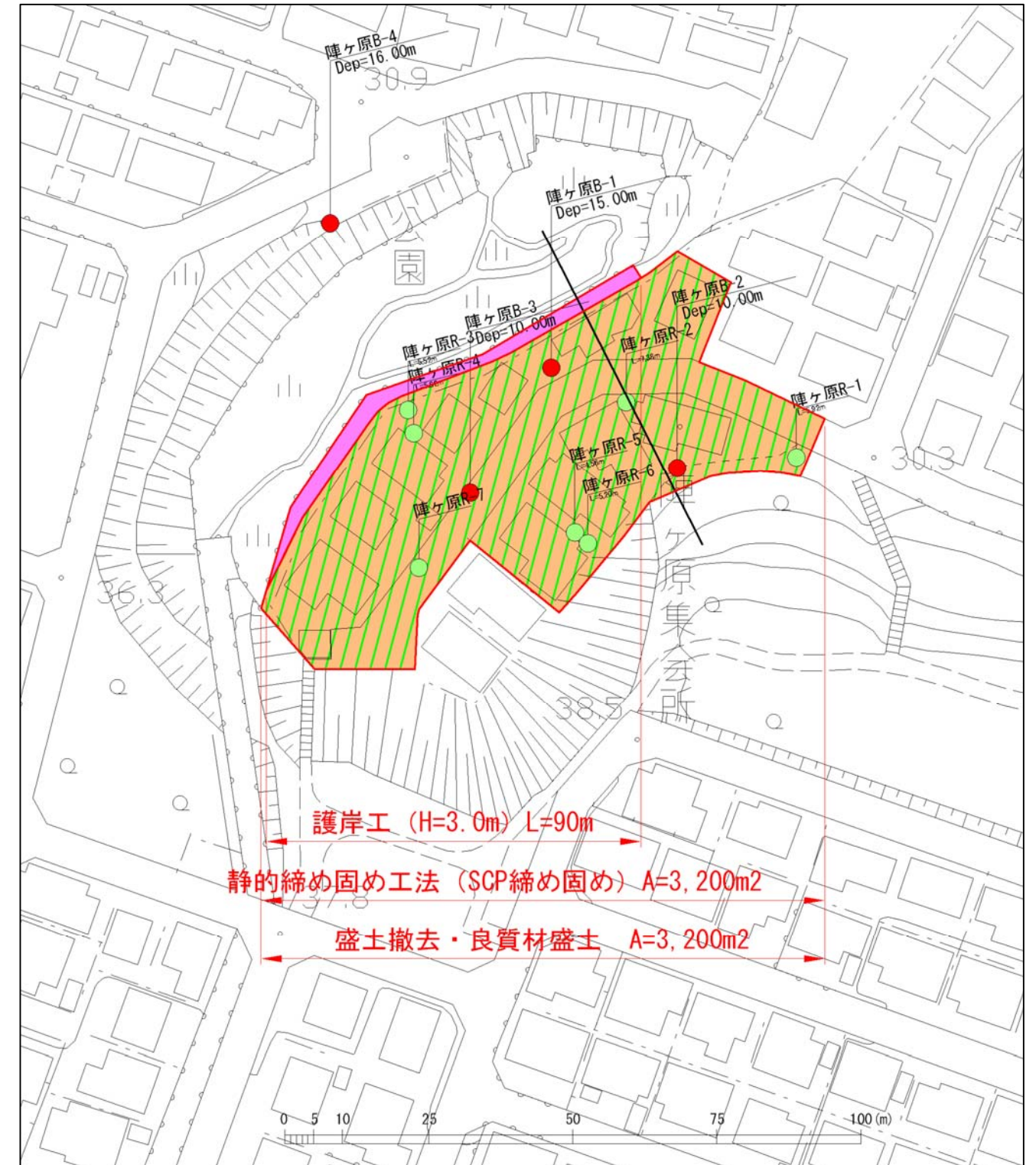
#### 【計画安全率】

常 時 :  $F_s = 1.2$

地震時 :  $F_s = 1.0$



対策工断面図



対策工平面図



## 2-3 C案

### ■対策工の設置理由と目的

#### 【固結工法（スラリー噴射方式）】

盛土材をセメント改良することにより、盛土材の強度を増加させて、液状化の発生を抑制する対策である。

#### 【盛土撤去・良質材盛土】

固結工法の施工基面の整備と、宅盤の基面整正として、強度の低い盛土を撤去・処分し、良質材で盛土を行う対策である。

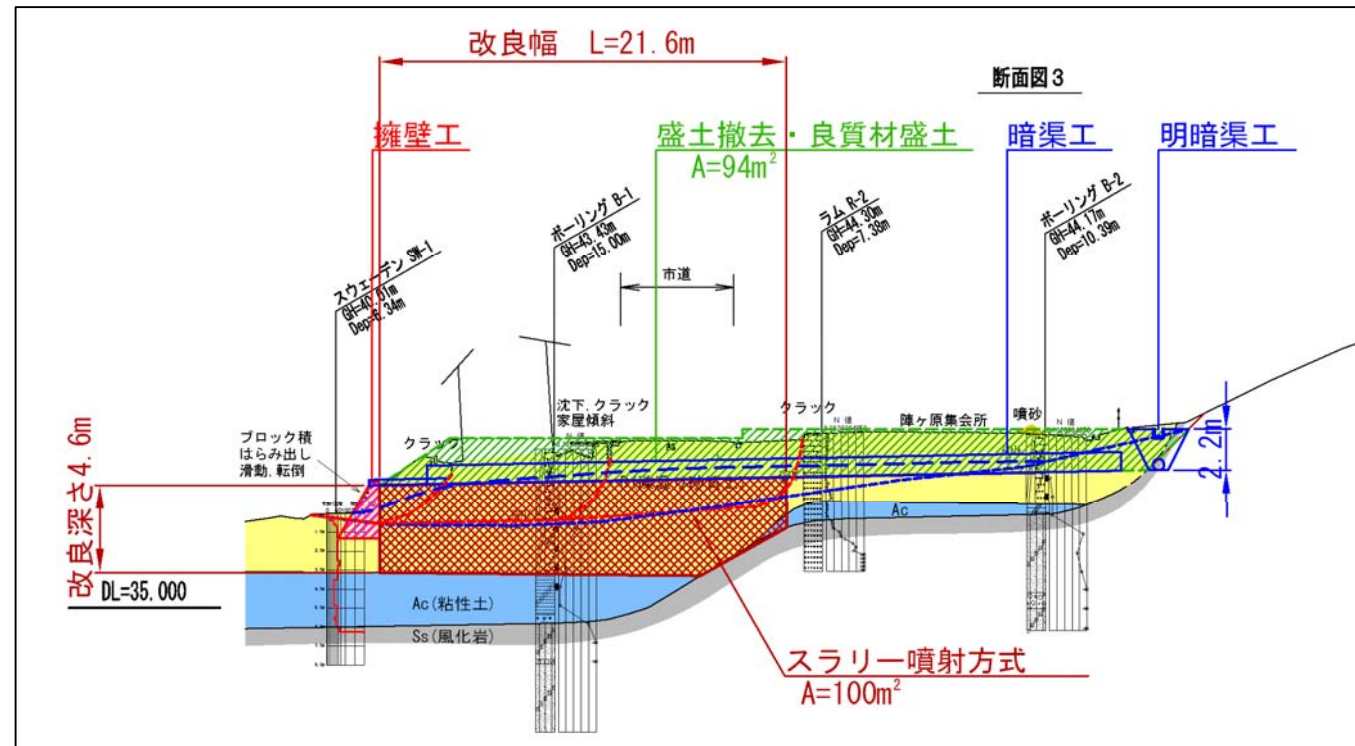
#### 【明暗渠工・暗渠工】

山側から供給される地下水を明暗渠工で排水し、また盛土内に入り込んだ地下水を暗渠工で排水することにより、盛土内の地下水位を低下させ、液状化を抑制する対策である。

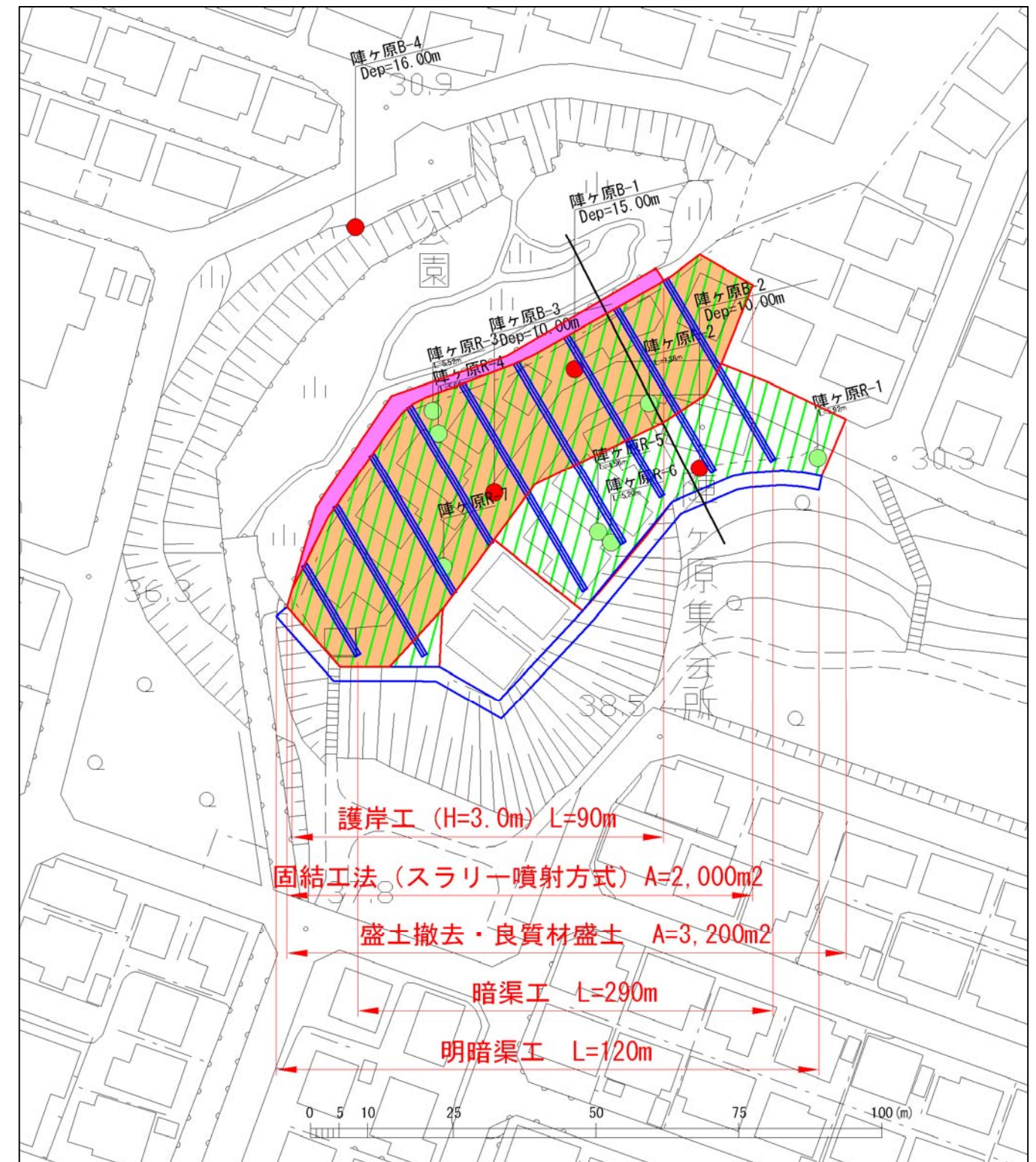
#### 【計画安全率】

常 時 :  $F_s=1.2$

地震時 :  $F_s=1.0$



対策工断面図



対策工平面図