

平成 23 年 9 月 9 日

被災宅地の復旧検討 「青山二丁目地区」

1. 概要書

区 名	太白区		地区名	青山二丁目	主な街区	28 番街区の一部
【被害概要】						
被害分類	<div><div><p>被災タイプ A</p></div><div><p>被災タイプ B</p></div><div><p>被災タイプ C</p></div></div>					
被害宅地	面積	約 12,000 m ²		宅地数	42 宅地	
被害要因	<div><div><p>① 谷埋め型盛土に起因</p></div><div><p>② 腹付け型盛土に起因</p></div><div><p>③ 地すべり地形に起因</p></div><div><p>④ 切盛境界に起因</p></div><div><p>⑤ 擁壁の安定性不足に起因</p></div><div><p>⑥ 緩い盛土に起因</p></div><div><p>⑦ 地盤の液状化に起因</p></div></div>					
【位 置 図】						
<div></div>						
【平面図（被災状況写真位置図）】						
						
【被災状況写真】						
<div><div><p>写真-1</p></div><div><p>写真-2</p></div><div><p>写真-3</p></div><div><p>写真-4</p></div></div>						

2. 変状メカニズム

本地区の変状は、「腹付け盛土」内で発生した西側エリアと、「擁壁の安定性不足に起因」する東側エリアに分けられる。

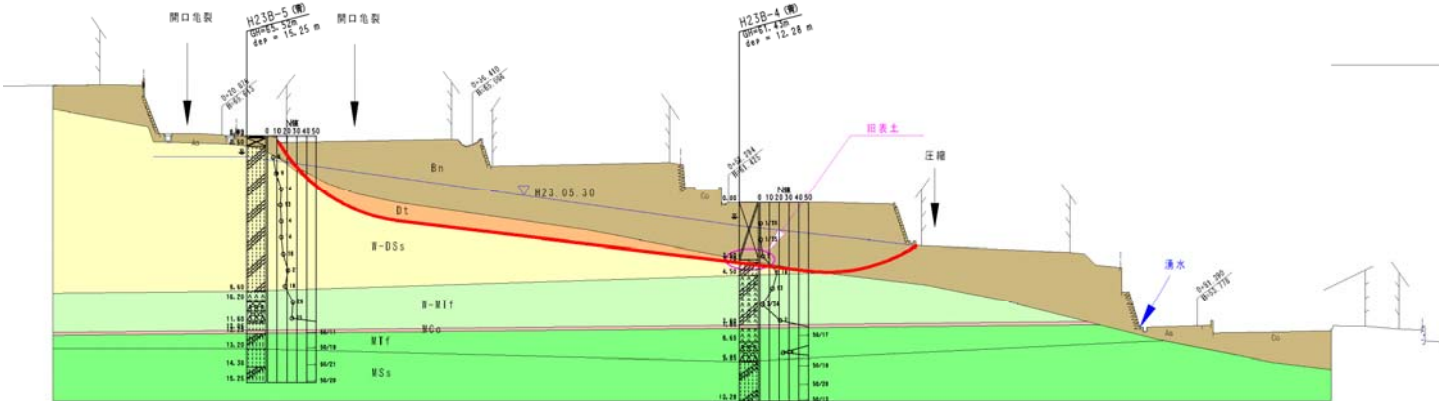
西側エリアは、頭部となる市道及び宅地で長さ 150m、幅 70m間に明瞭な開口亀裂が発生し、斜面下方では擁壁や地表面に隆起・圧縮亀裂が明瞭に現われている。各種調査及び湧水状況から、本地区は全体に地下水の豊富な地域であることが判明した。また、盛土材料はレキ混じりシルト、砂層を主体とする細粒土からなり、 $N=0\sim3$ と「非常にゆるい」相対密度を示し、層厚は3～5mと比較的薄い。

東側エリアは、高さ 7～8mのL型擁壁（？）が延長 160m間に見られる。盛土は最大層厚 7～8m でレキ混じり砂～シルトが分布し、 $N=2\sim5$ で「非常にゆるい～ゆるい」締まりを呈するが一般的な盛土相当である。

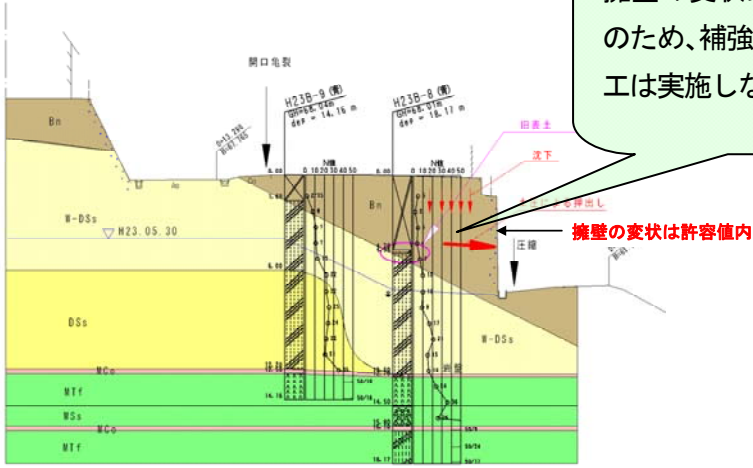
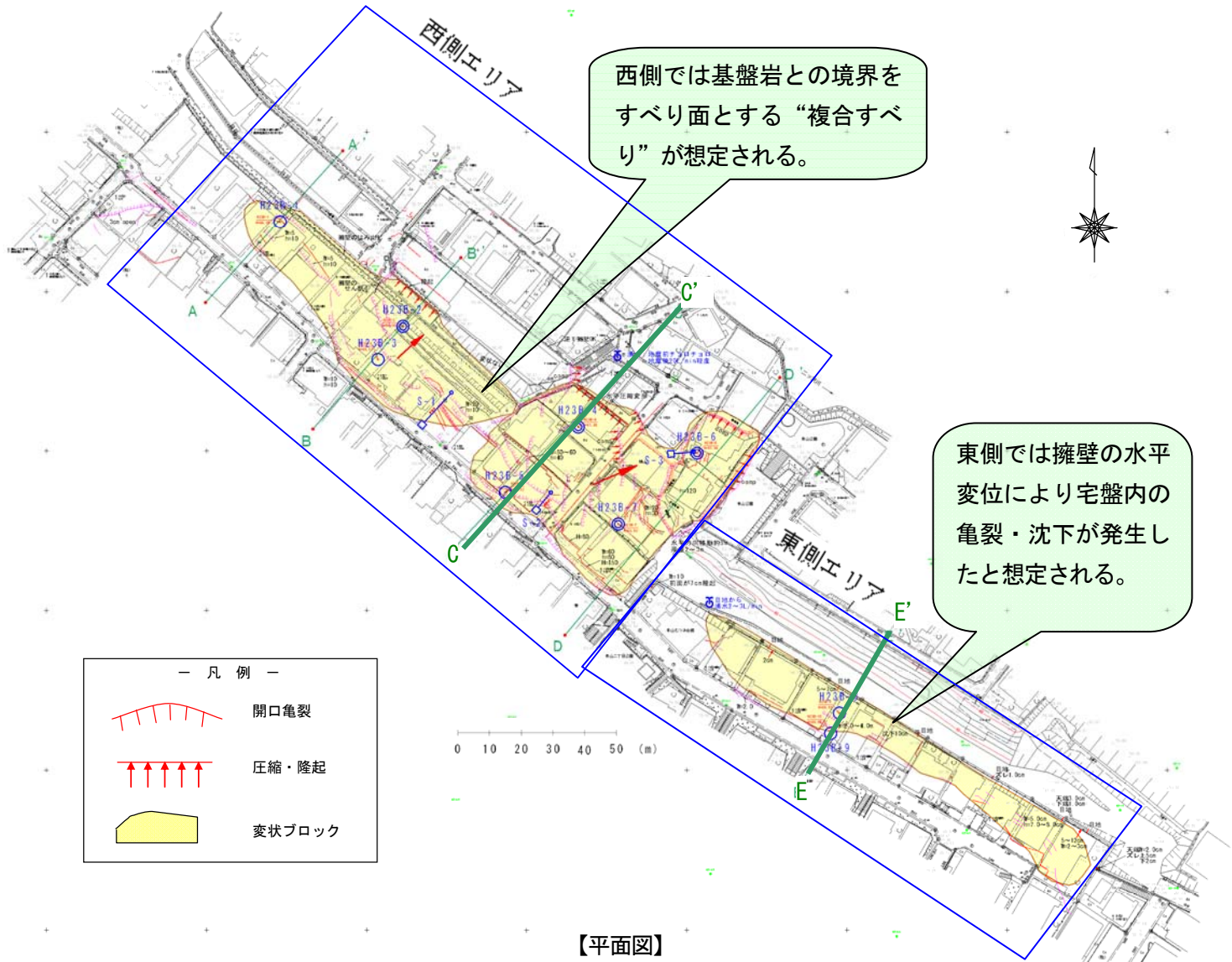
今回の地震動は震度 5 強と大きく、継続時間が長かったため、西側斜面では基盤岩との境界付近にすべり面が形成され変状が現われと考えられる。一方、東側擁壁では擁壁の水平変位に伴い、背後地盤が緩められたために亀裂と圧縮沈下が発生したと推定される。

素 因	<ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（一部、湧水箇所が点在する）。盛土は N 値$=0\sim5$ と脆弱である。
誘 因	<ul style="list-style-type: none">最大震度 5 強〔仙台市太白区（2011 年 3 月 11 日発生）〕の地震動継続時間が長い地震動
↓	
変状発生	<p>【西側エリア】</p> <ul style="list-style-type: none">盛土内部または盛土と基盤層を境界とした複合すべりが発生。 <p>【東側エリア】</p> <ul style="list-style-type: none">擁壁の水平変位とそれに伴う亀裂および背後地盤の圧縮沈下が発生。

- 以上の結果、本地区の変状は西側エリアと東側エリアに大別され、次の2通りの機構が想定される。
- ◆ 西側エリアの内、特に変状の大きかった C-C'、D-D' 測線は、D-D' 測線のブロック東側斜面が開放された形状を示し側方の拘束がなかったために、初期の段階で末端部が移動し、その後 D-D' 測線全体及び C-C' 測線に波及した変状である。また、A-A'、B-B' 測線は、盛土内すべりが発生したもの、辛うじて安定を保った変状である。
 - ◆ 東側エリアの E-E' 測線は、擁壁の水平変位とそれに伴う背後地盤の亀裂および盛土の圧縮沈下である。なお、擁壁は構造上許容値内の変状と判断されることから、本地区の対策工は不要と判断した。



【西側エリア代表断面図 C-C' 測線】



【東側エリア代表断面図 E-E' 測線】

3. 対策方針

本地区の対策工法としては、変状の主たる原因である地下水位の処理は効果的であるが、完全な地下水処理は不可能であることから排水工法を補助工法とし、基礎をしっかりと基盤面に支持された擁壁工または杭工などのすべり抑止効果の高い工法が必要とされる。また、移動土塊が完全に破壊されているブロック（西側エリア東端部）では、排土工も考慮する必要がある。

擁壁部の変状に関しては、盛土地盤の締め固めが必要である。

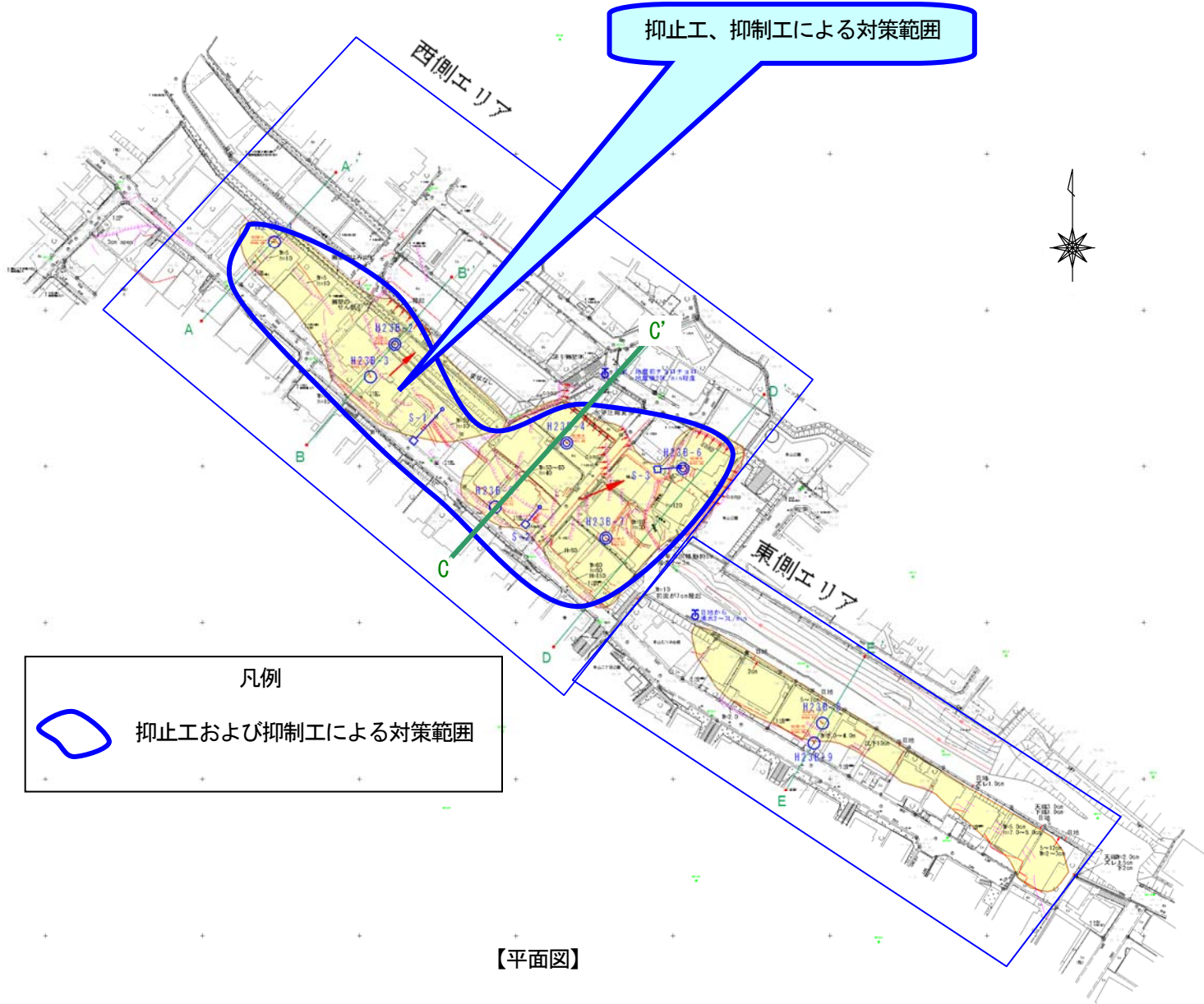
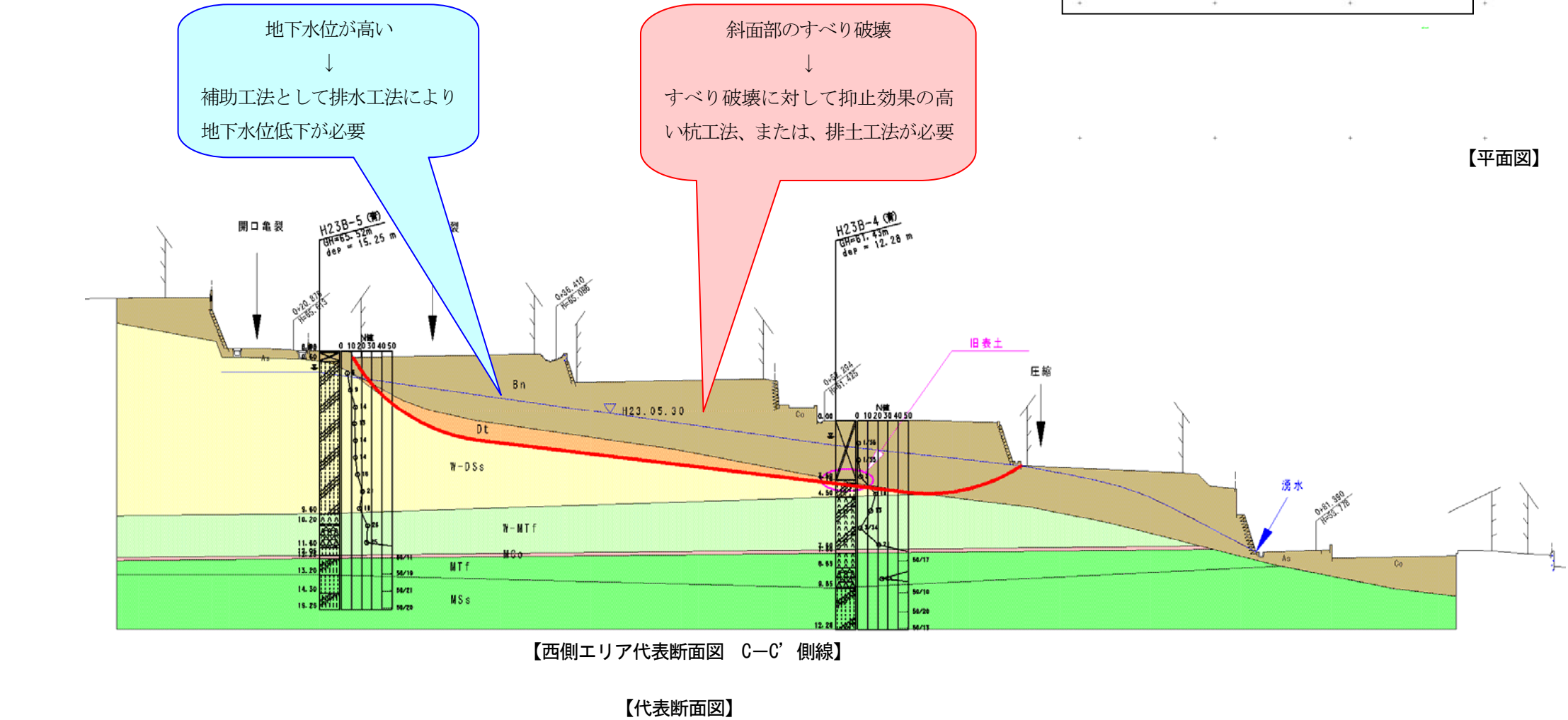
【説明】

上記選定結果に至った理由を説明する。

現地の地盤調査から盛土厚さは3～5mでN値0～3と脆弱である。これは地形・地質的に地下水が供給されやすく、排水し難い地盤であること、また今回の地震により大きなせん断変形を起こした土の残留強度は小さくなっていると判断される。このような土のせん断強さの回復には数年かかるため、軽微な地震や余震などにより盛土内すべりが引き続き発生する可能性が高い。

このような地盤への対策工法としては、横ボーリング工などの地下水排除工が適するが、供給源が広範囲に及ぶため、効果が限定的となる可能性がある。したがって、排水工法は補助工法と位置付け、基本的に基盤面に支持された擁壁工または杭工などのすべり抑止効果の高い工法が必要とされる。

一部のブロックでは、移動土塊が破壊されているため、排土工による不安定土塊の除去も効果的である。



参考資料

1. 工法比較表

変状メカニズム		対策が必要とされる西側エリアでは頭部となる市道及び宅地で長さ 150m、幅 70m間に明瞭な開口亀裂が発生し、斜面下方では擁壁や地表面に隆起・圧縮亀裂が明瞭に現われている。 各種調査及び湧水状況から、本地区は全体に地下水の豊富な地域であることが判明した。また、盛土材料はレキ混じりシルト、砂層を主体とする細粒土からなり、N=0~3 と「非常にゆるい」相対密度を示し、層厚は 3~5m と比較的薄い。 今回の地震動は震度 5 強と大きく、継続時間が長かったため、西側斜面では基盤岩との境界付近にすべり面が形成され変状が現われと考えられる。		
対策方針		本地区の対策工法としては、変状の主たる原因である地下水位の処理は効果的であるが、完全な地下水処理は不可能であることから排水工法を補助工法とし、基礎をしっかりと基盤面に支持された擁壁工または杭工などのすべり抑止効果の高い工法が必要とされる。また、移動土塊が完全に破壊されているブロック（西側エリア東端部）では、排土工も考慮する必要がある。 擁壁部の変状に関しては、盛土地盤の締め固めが必要である。		
工法案		A 案（アンカー工＋杭式擁壁工併用、一部排土工）	B 案（杭式擁壁工、一部排土工）	C 案（整地、排土工）
概要	図	<p>【アンカー工の例】</p>		
	説明	【杭式擁壁工、グラウンドアンカー工】 盛土内で発生する滑動崩落(すべり)を杭工で抑止するもの。 【横ボーリング工】 盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。	【杭式擁壁工】 盛土内で発生する滑動崩落(すべり)を杭工で抑止するもの。 【横ボーリング工】 盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。	【排土工】 すべり土塊を排土し、盛土の不安定化を抑制するもの。 【横ボーリング工】 盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。
対策工		杭式擁壁工 アンカー工 横ボーリング工 一部排土工	杭式擁壁工 横ボーリング工 一部排土工	排土工
評価		現地形を改変することなくアンカー工、杭式擁壁工によりすべり破壊を抑止できる。 アンカー工を併用する計画としており、安定化を図る工法としては抑止杭工よりも信頼性が高い。 アンカー工が宅地内に設置されるため、用地上の問題がある。	現地形の改変を極力抑えた上で杭式擁壁工によりすべり破壊を抑止できる。 杭式擁壁工により、用地問題を考慮した対策である。 大地震時には杭頭変位により宅盤への影響も考えられることに留意する必要がある。	不安定土塊を撤去することで、すべり破壊を抑制できる。 3 案の中で最も安定性が期待できる。 土地区画の再配置等を伴い居住環境が変わる問題等がある。

2. 対策工例

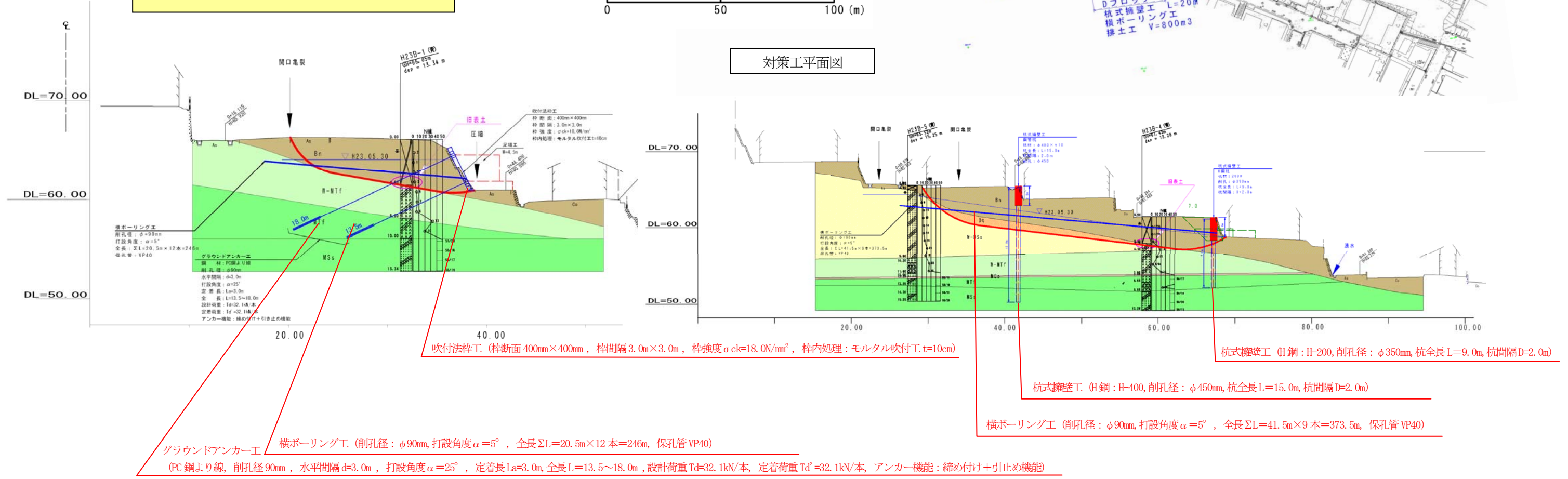
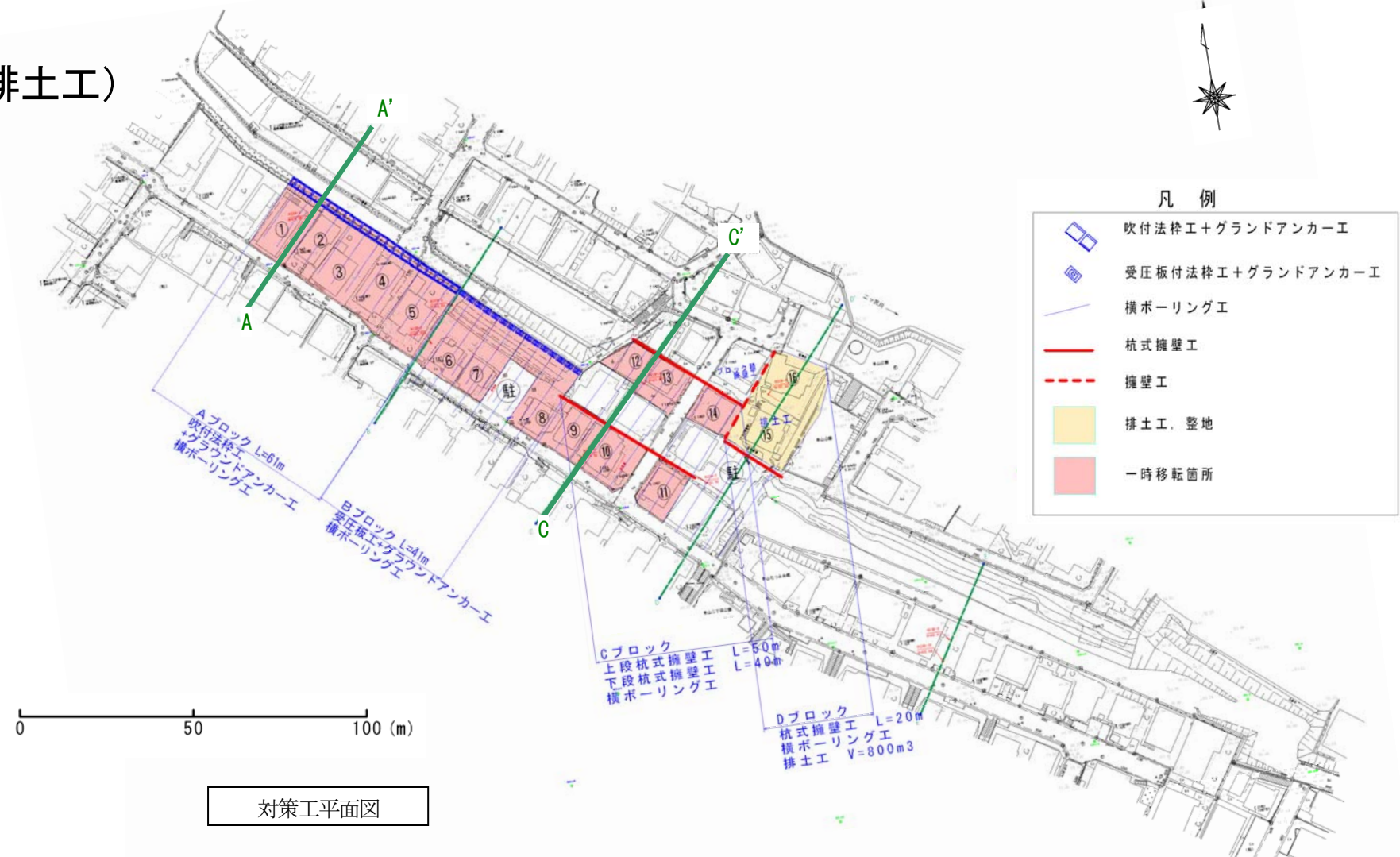
2-1 A案（アンカー工＋杭式擁壁工、一部排土工）

■対策工の設置理由と目的

【杭式擁壁工、グラウンドアンカー工】
盛土内で発生する滑動崩落（すべり）を杭工で抑止するもの。

【横ボーリング工】
盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。

【計画安全率】
常 時：Fs=1.2
地震時：Fs=1.0



対策工断面図（A -A' 断面）

対策工断面図（C -C' 断面）

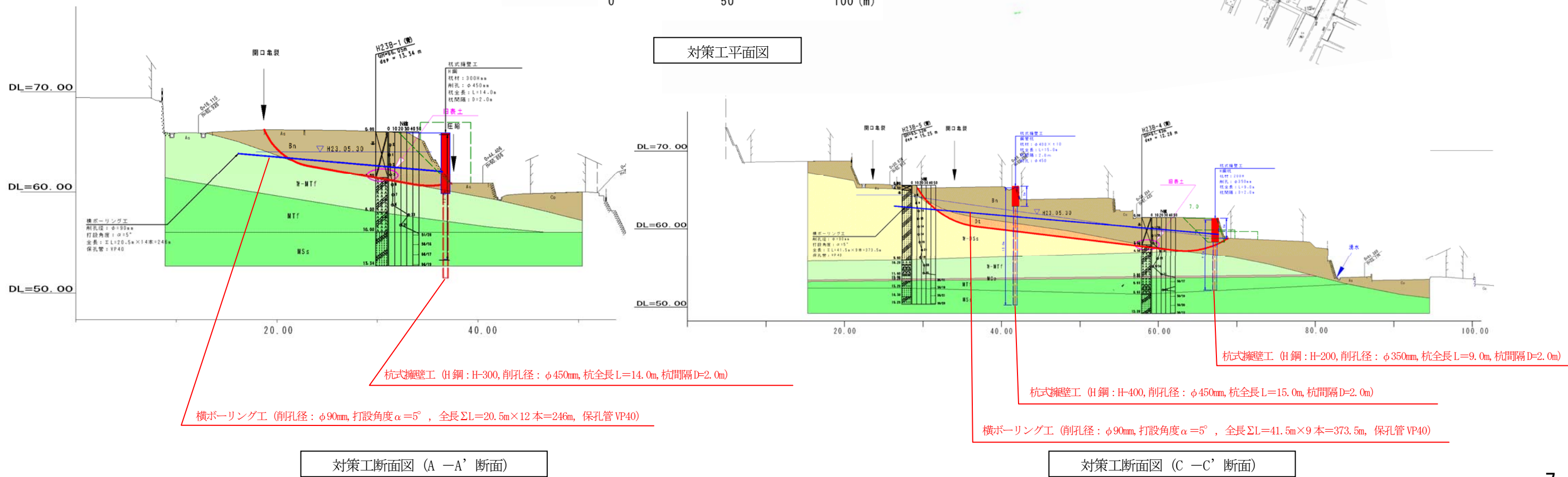
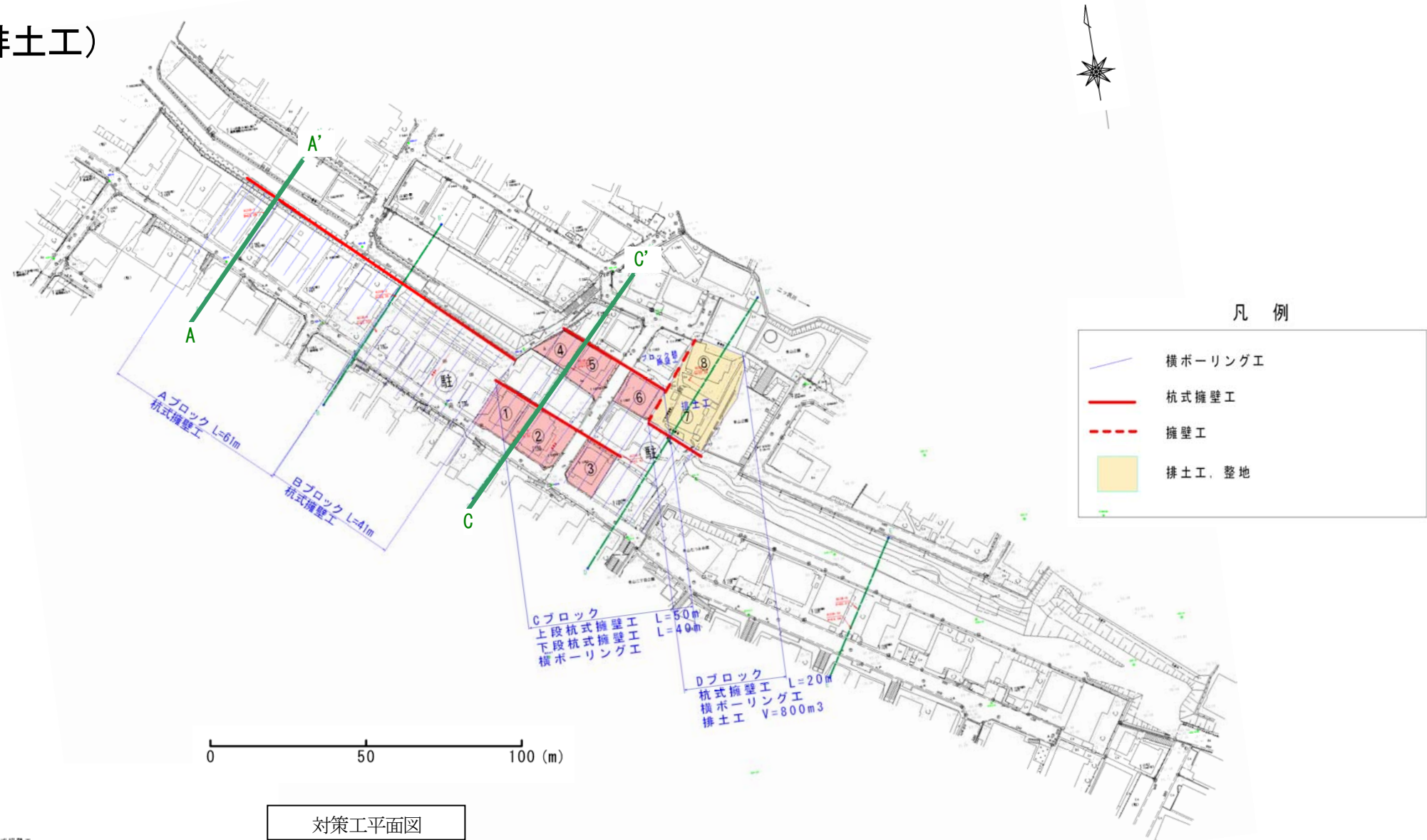
2-2 B案（杭式擁壁工、一部排土工）

■対策工の設置理由と目的

【杭式擁壁工】
盛土内で発生する滑動崩落（すべり）を杭工で抑止するもの。

【横ボーリング工】
盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。

【計画安全率】
常時：Fs=1.2
地震時：Fs=1.0



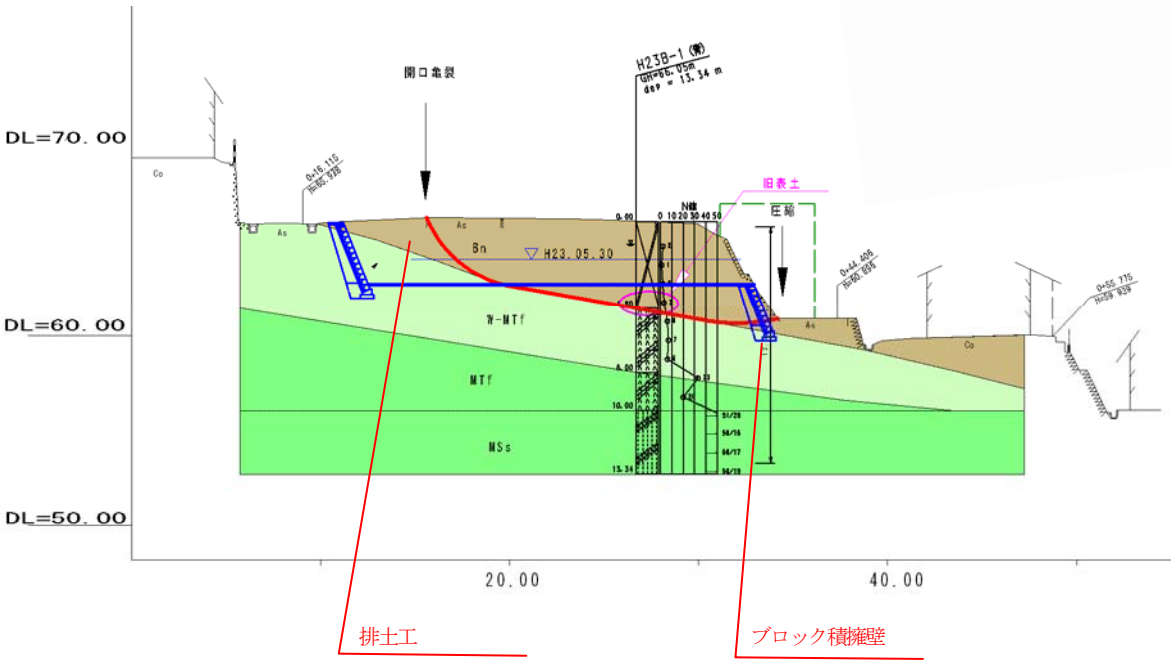
2-3 C案（整地、排土工）

■対策工の設置理由と目的

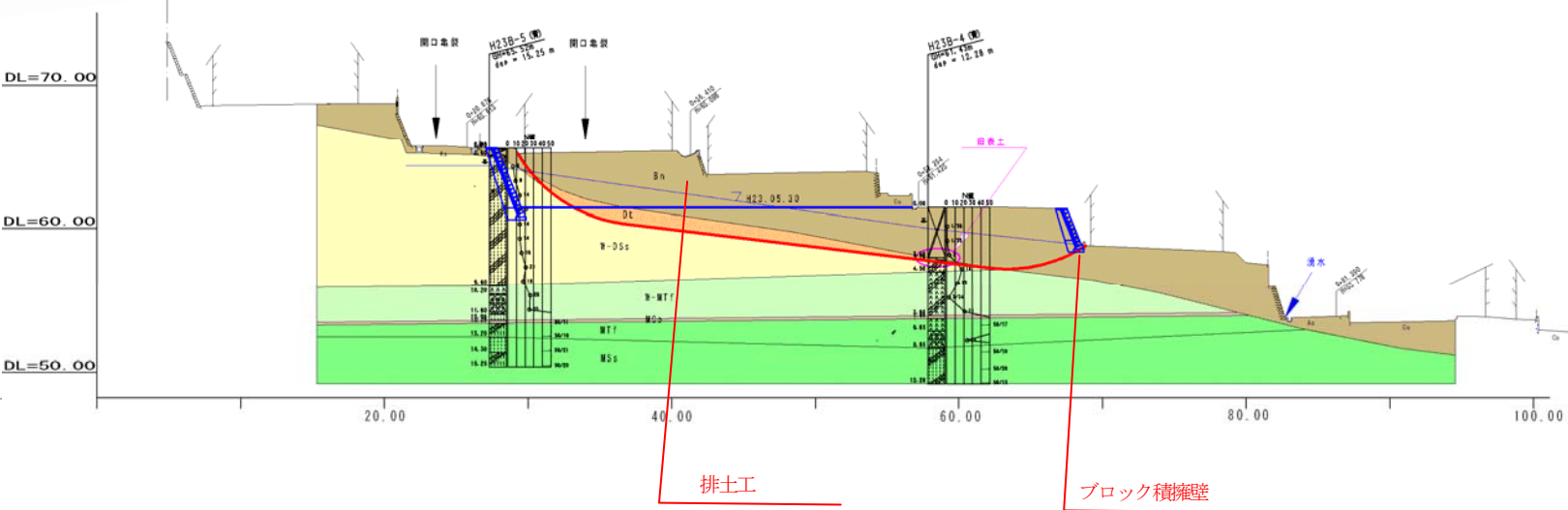
【排土工】
すべり土塊を排土し、盛土の不安定化を抑制するもの。

【横ボーリング工】
盛土の強度増加および不安定化を改善するため、暗渠工を設置し恒常的な地下水位の低下を図るもの。

【計画安全率】
常時：Fs=1.2
地震時：Fs=1.0



対策工断面図 (A-A' 断面)



対策工断面図 (C-C' 断面)