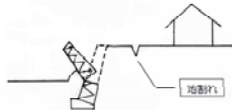

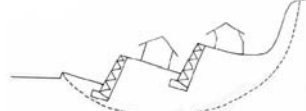
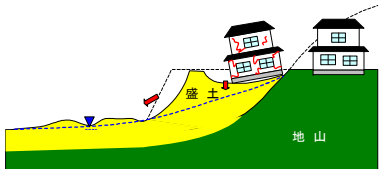
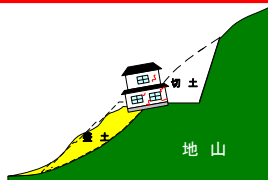
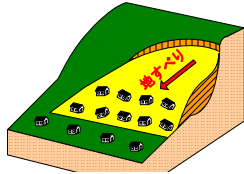
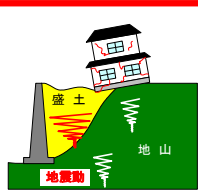
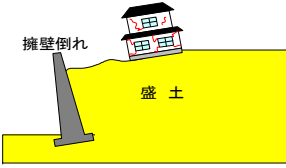
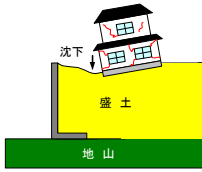
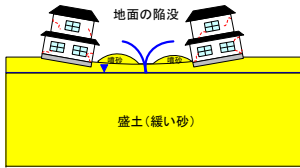


「青山二丁目地区」

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
-----	-----	-----	-------	------	-----------

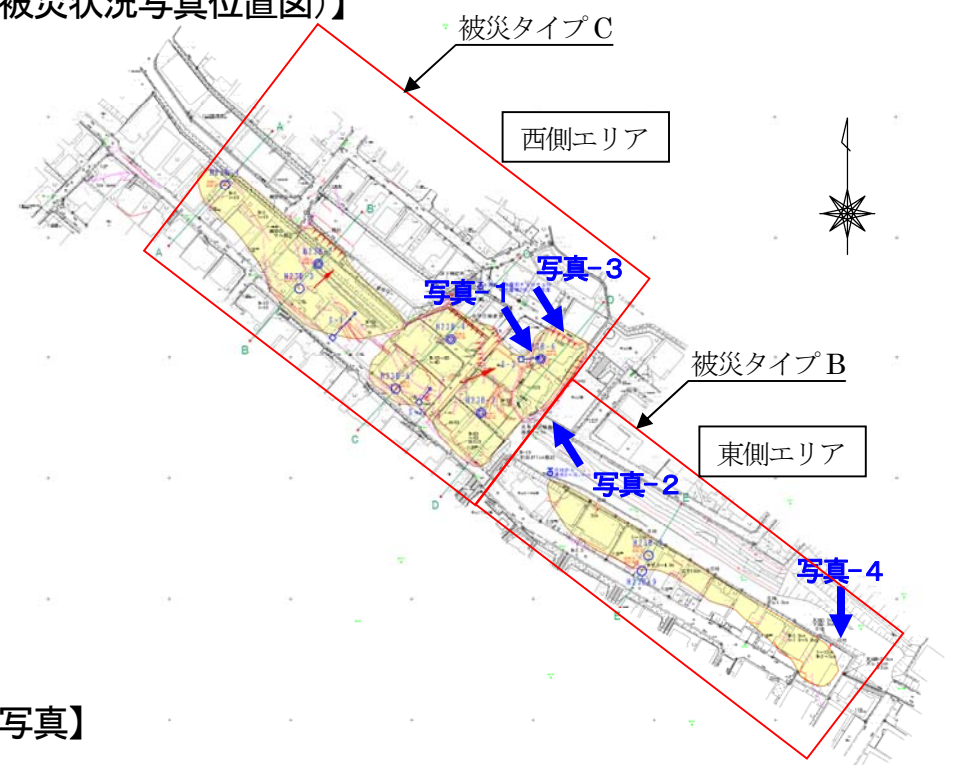
【被害概要】

被害分類								
	被災タイプ A		被災タイプ B		被災タイプ C			
被害宅地	面積		約 12,000 m ²		宅地数		42 宅地	
被害要因								
								
	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			

【位置図】



【平面図（被災状況写真位置図）】




【被災状況写真】

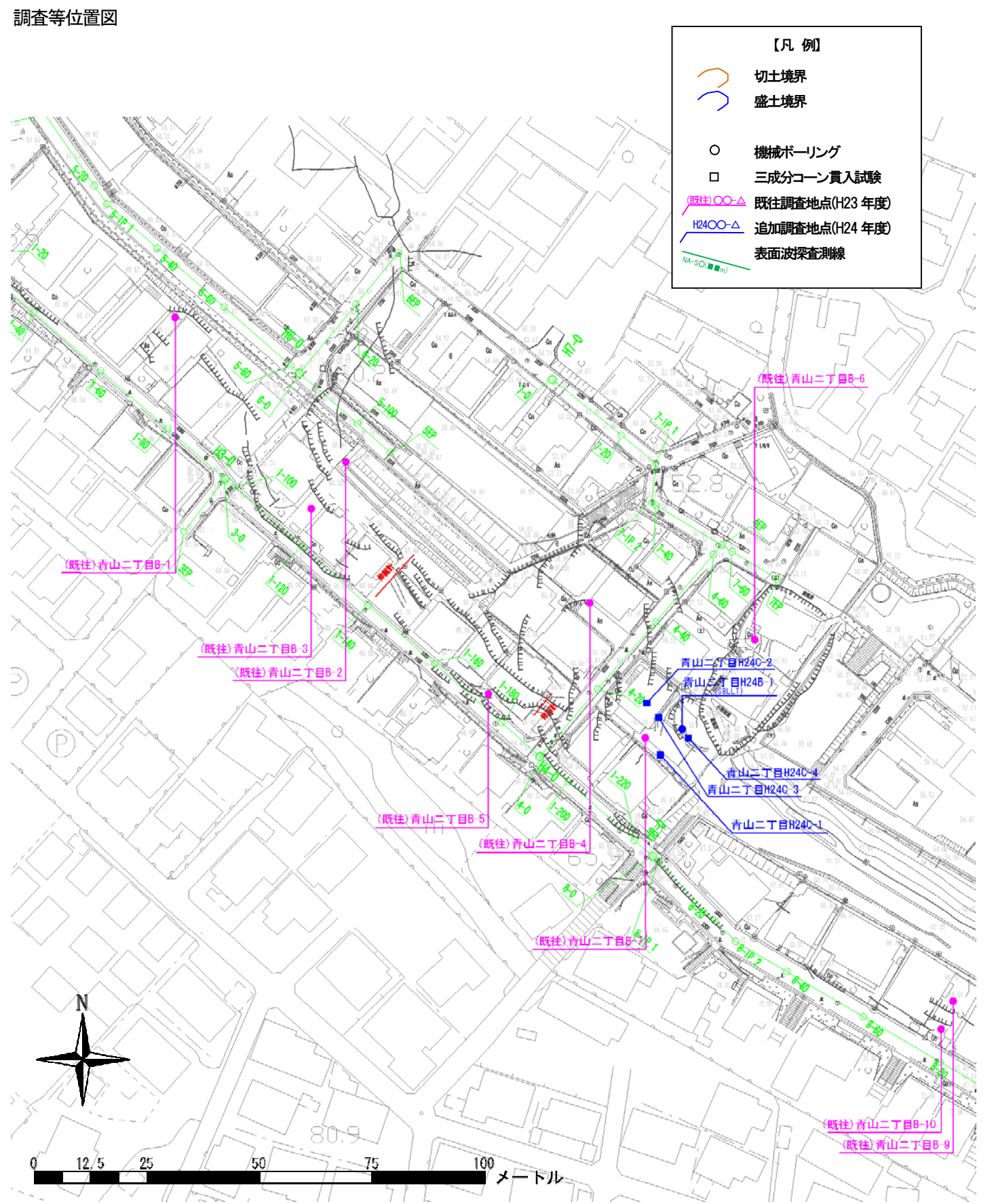


2. 追加調査事項

追加調査項目一覧		
H24 年度 追加調査項目	調査位置、孔番号	調査目的
原位置せん断試験 (SB-LLT)	H24B-1	主たる変状範囲の中央部において、地盤のせん断剛性を調査し、せん断強度及び変形係数等を推定する。
三成分コーン 貫入試験	C-1～C-4	主たる変状範囲の中央部において、コーンの静的圧入による先端抵抗と間隙水圧を調査し、深度方向の連続的な地質構成及び土質のせん断強度を推定する。
表面波探査	H1～H8	盛土層の緩み範囲及び切盛境界を推定するため、せん断波速度の平面・断面分布を把握する。地表面に生じた変状箇所を包括する、既設道路上にて縦横断方向に実施。
室内土質試験	H24B-1	室内土質試験(物理試験一式、三軸圧縮試験、繰り返し非排水三軸試験、締固め試験、岩石試験一式)を実施し、盛土層を主とした地盤の物理・力学特性を補完する。

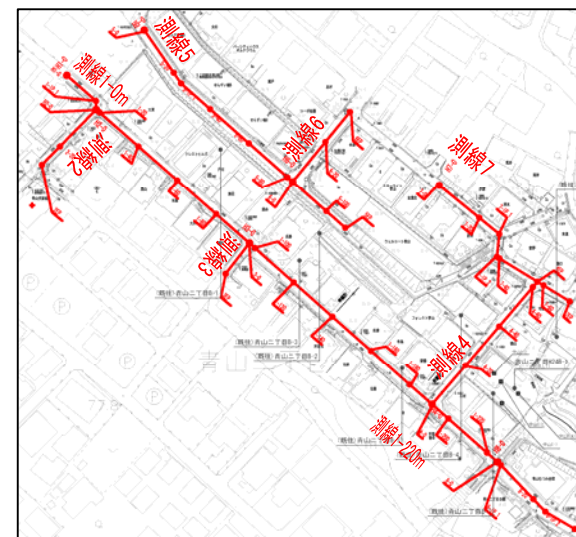
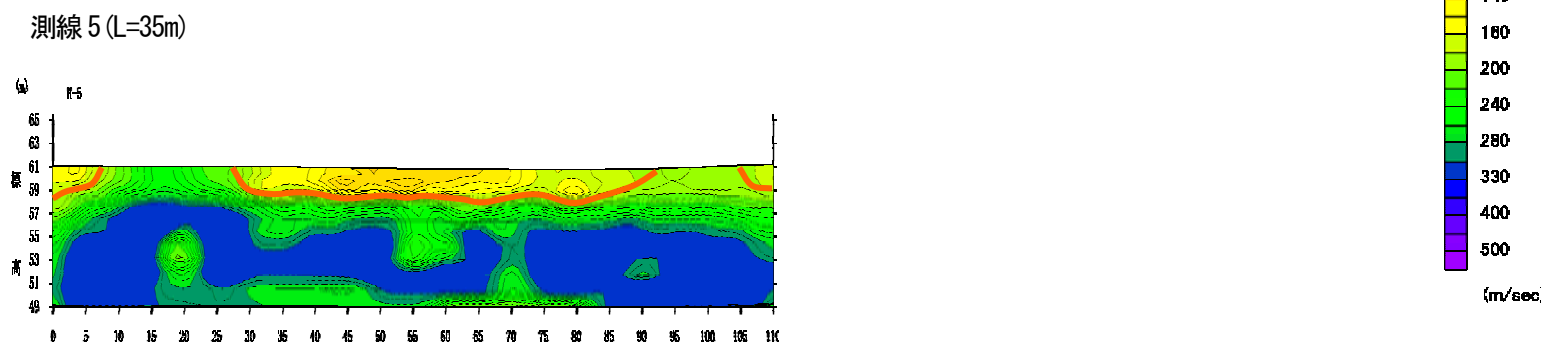
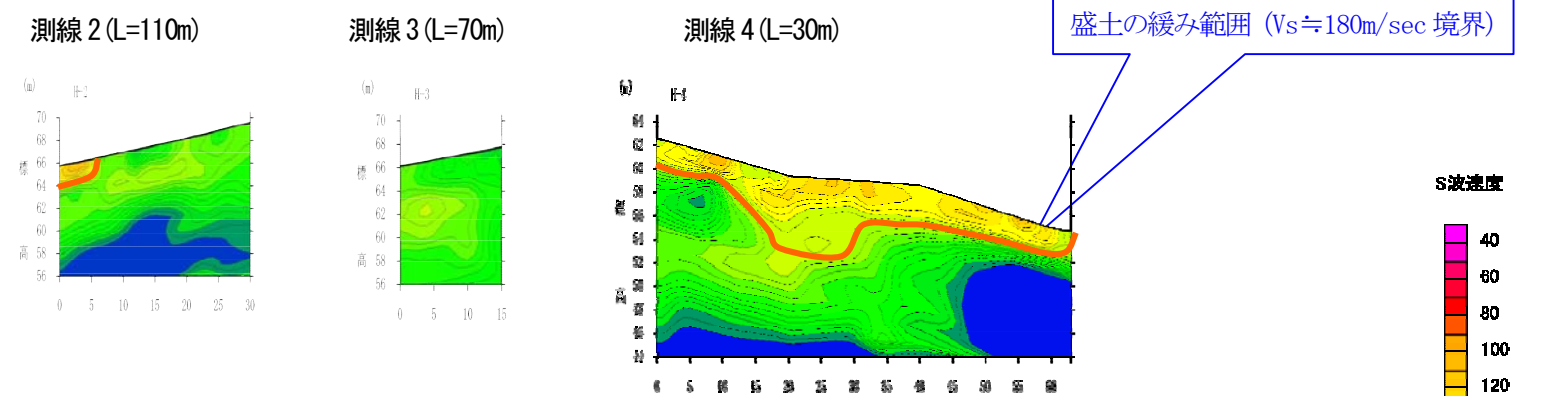
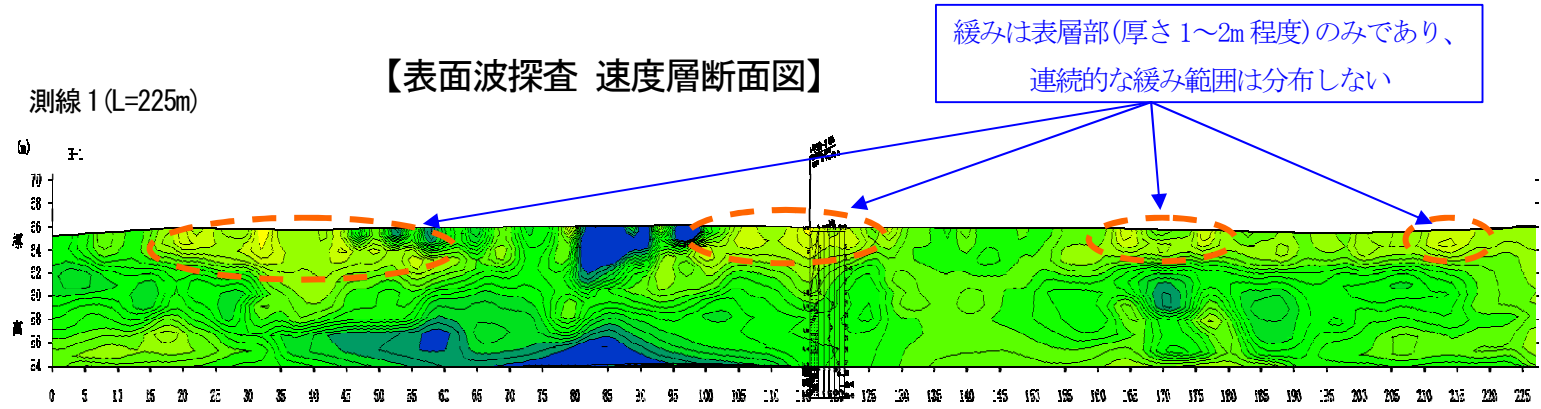
作業イメージ

機械ボーリング掘進	原位置せん断試験 (SB-LLT 試験)
	
コーン貫入試験	表面波探査
	

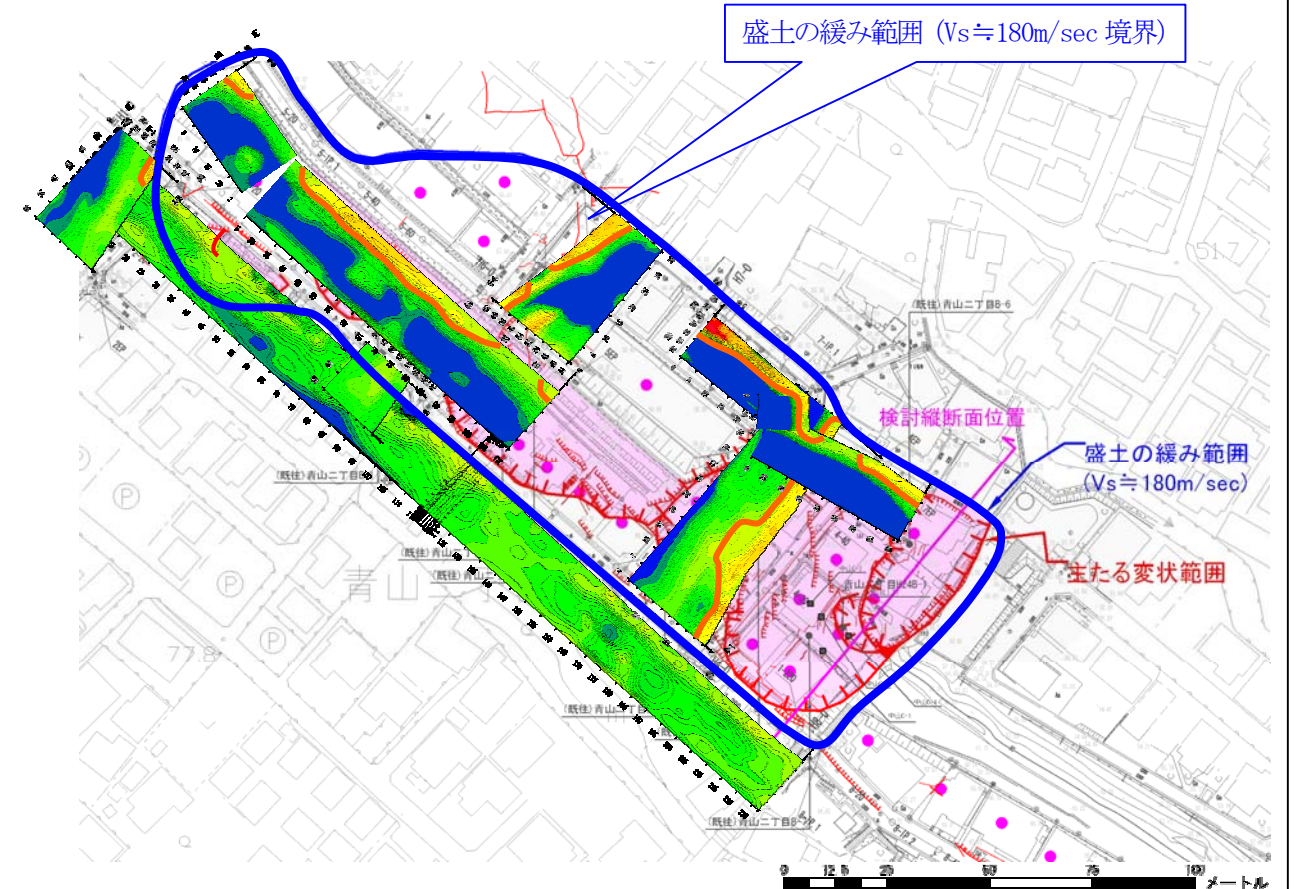


3. 変状メカニズム

平成 23 年度 検討内容	平成 24 年度 検討内容												
<p>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。</p> <p>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＝0～3 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。</p> <p>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＝2～5 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。</p> <p>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。</p> <table><tr><td>素 因</td><td><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＝0～5 と脆弱である。</td></tr><tr><td>誘 因</td><td><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</td></tr></table> <p>↓</p> <table><tr><td>変状発生</td><td><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。</td></tr></table> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none">◆ 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。	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＝0～5 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。	<p>西側エリアは谷埋め型盛土、東側エリアは腹付け型盛土であり、被災形態が異なるため、西側エリアと東側エリアを別地区として検討を行うこととした。本資料は西側エリアについて示したものである。（東側エリアは別途検討中）</p> <p>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。</p> <p>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＝0～3 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。</p> <p>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＝2～5 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。</p> <p>地表面変形および被災宅地分布は、表面波探査による Vs＝180m/sec 程度の速度境界と良い相関性を示す。</p> <p>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の盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊および盛土表層部（ひな壇部）の変形により変状が現われが生じたと考えられる。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。</p> <table><tr><td>素 因</td><td><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＝0～5 と脆弱である。</td></tr><tr><td>誘 因</td><td><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</td></tr></table> <p>↓</p> <table><tr><td>変状発生</td><td><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。盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊盛土表層部（ひな壇部）の変形が発生。<p>—【東側エリア】—</p><ul style="list-style-type: none">擁壁背面の圧縮沈下が発生。</td></tr></table> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none">◆ 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、盛土内すべり変形が発生したものの、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。	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＝0～5 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。盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊盛土表層部（ひな壇部）の変形が発生。 <p>—【東側エリア】—</p> <ul style="list-style-type: none">擁壁背面の圧縮沈下が発生。
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＝0～5 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。												
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＝0～5 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。盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊盛土表層部（ひな壇部）の変形が発生。 <p>—【東側エリア】—</p> <ul style="list-style-type: none">擁壁背面の圧縮沈下が発生。												

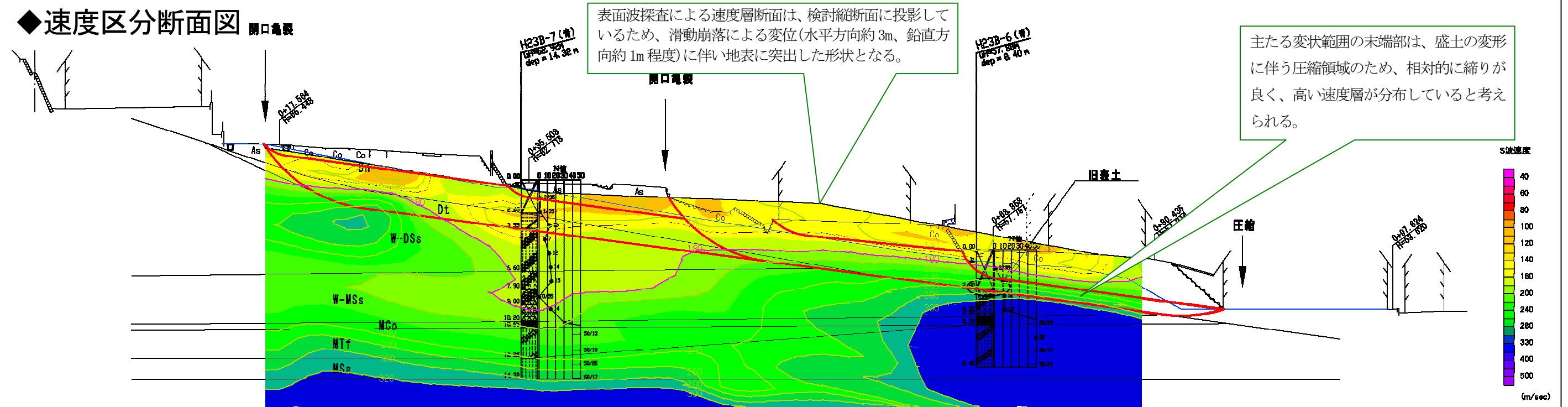


【速度層断面 平面配置図】

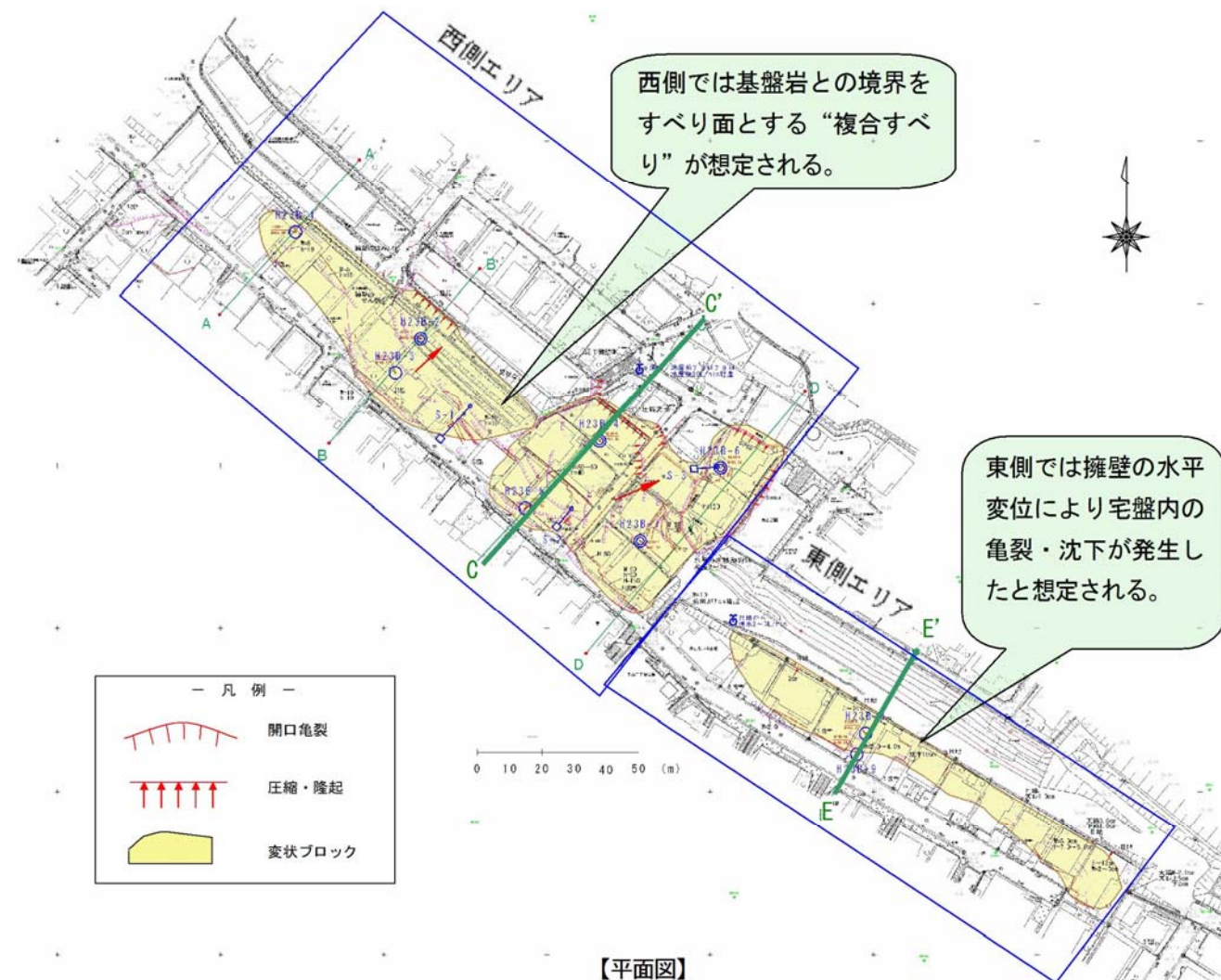


- ・せん断波速度 $V_s=180\text{m/sec}$ の境界は、主たる変状範囲およびその周囲に確認される被災宅地の分布と概ね一致しており、本境界が盛土の緩み範囲を示すものと想定される。
- ・速度層断面図より推定できる盛土の最大緩み深度は、概ね 5m である。

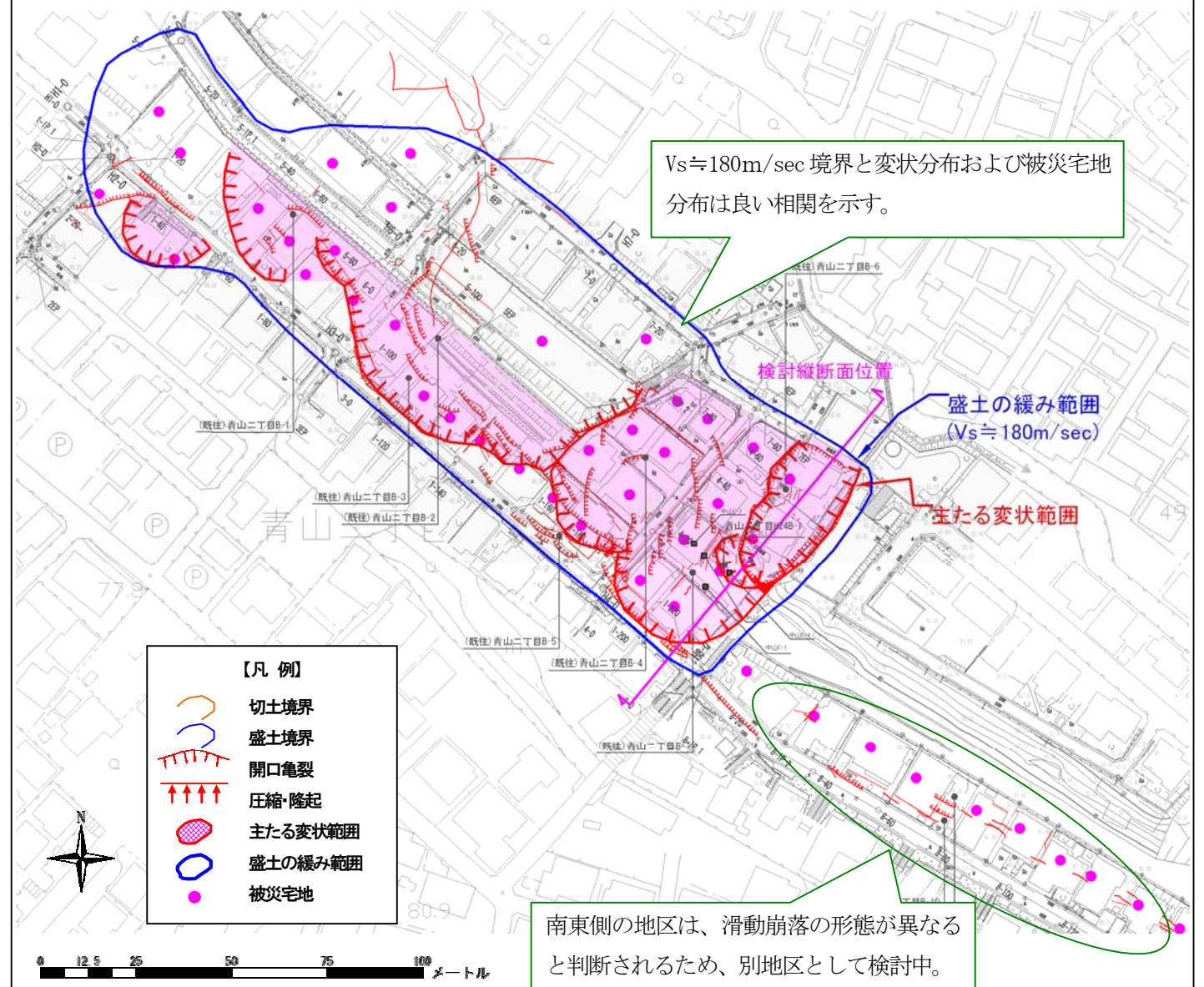
◆速度区分断面図



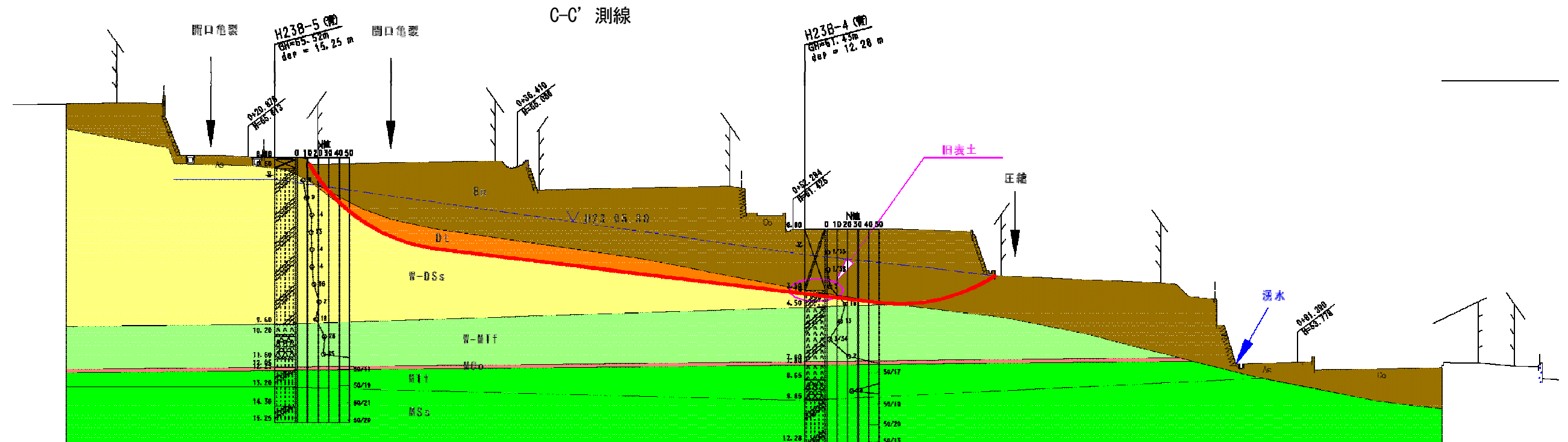
◆平成23年度 検討平面図



◆平成24年度 検討平面図

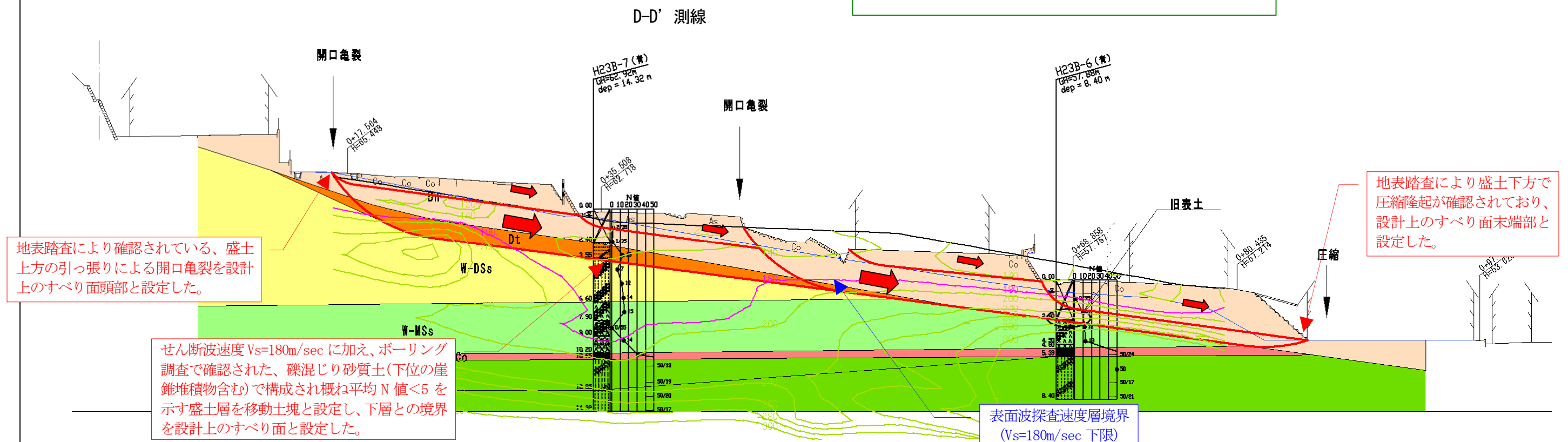


◆平成23年度 検討断面図



◆平成 24 年度 検討断面図(検討断面測線の変更)

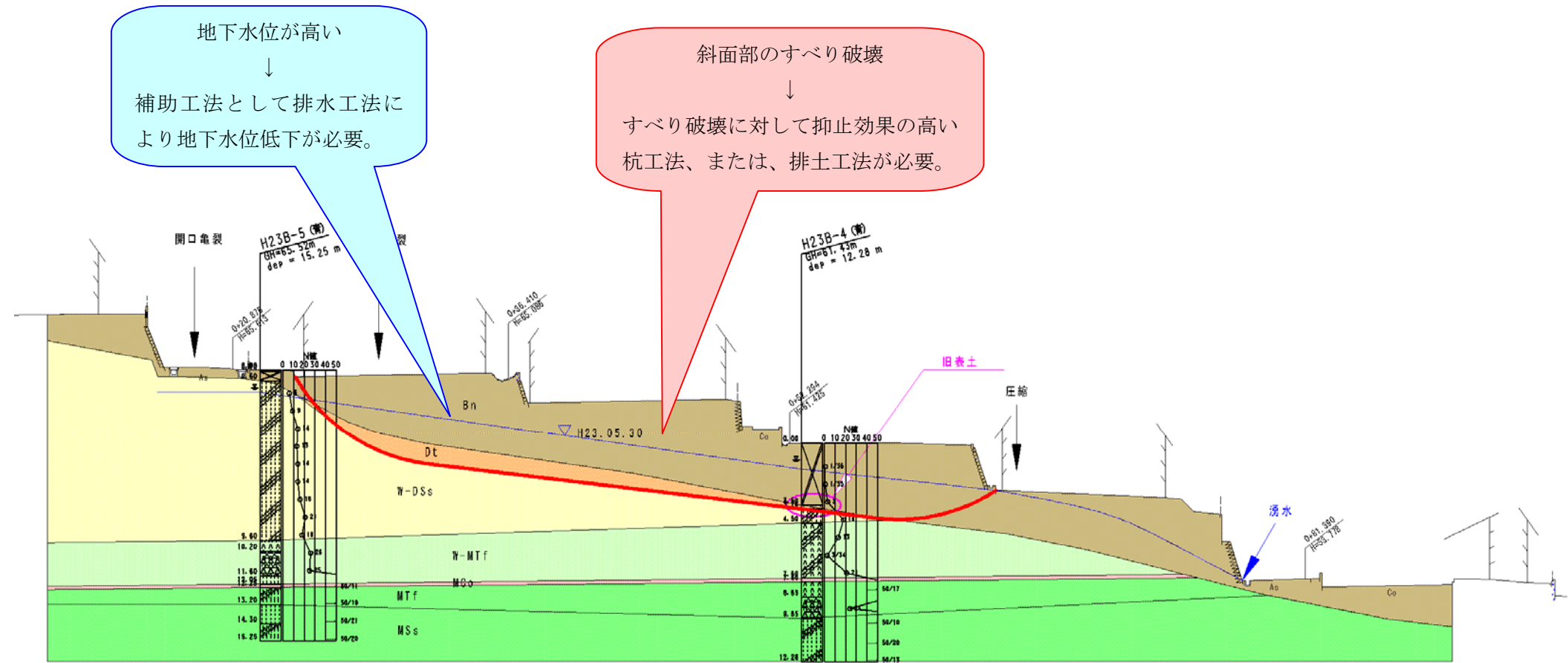
地表面変状より滑動崩落の影響を最も受けた範囲と判断され、D-D' 断面を検討の主断面とした。



4. 対策方針

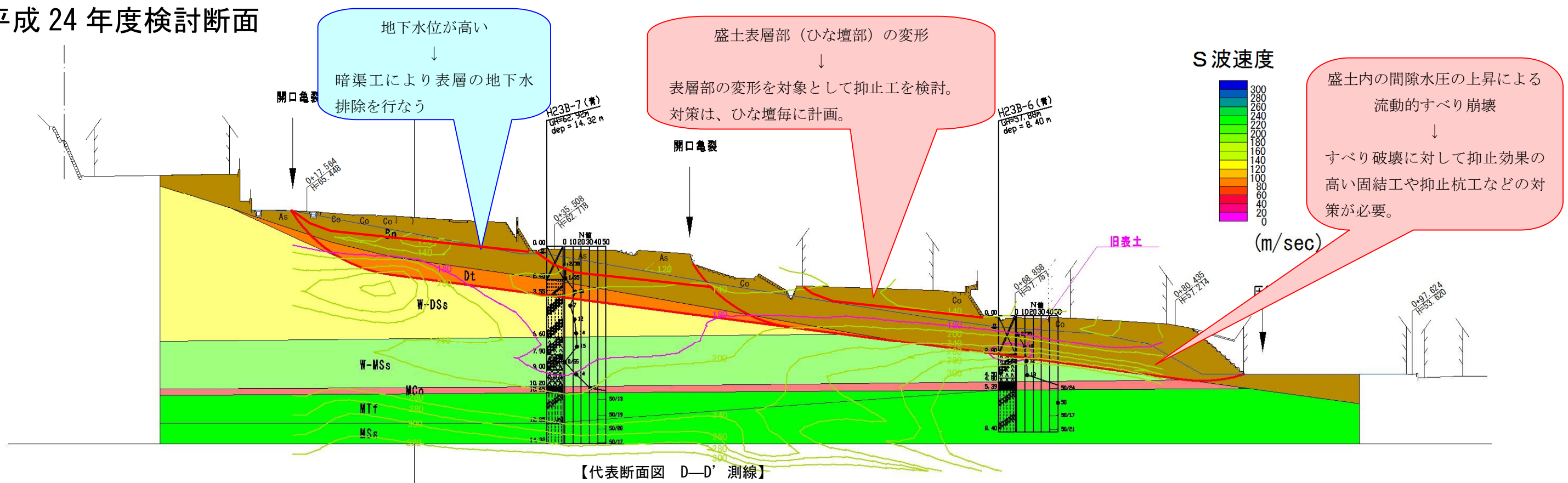
平成 23 年度検討内容	平成 24 年度検討内容
<p>本地区の対策工法としては、変状の主たる原因である地下水位の処理は効果的であるが、完全な地下水処理は不可能であることから排水工法を補助工法とし、基礎をしっかりと基盤面に支持された擁壁工または杭工などのすべり抑止効果の高い工法が必要とされる。また、移動土塊が完全に破壊されているブロック（西側エリア東端部）では、排土工も考慮する必要がある。</p> <p>擁壁部の変状に関しては、盛土地盤の締め固めが必要である。</p>	<p>本地区の対策工法としては、変状の主たる原因である地下水位の処理は効果的であるが、宅地内への排水工の設置が困難であることから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、「盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊」と「盛土表層部（ひな壇部）の変形」のそれぞれについて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。なお、排土工については宅地地盤が改変されるため、本事業では考慮しない。</p> <p>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。</p>
<p>【説明】</p> <p>上記選定結果に至った理由を説明する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【説明】</p> <p>上記選定結果に至った理由を説明する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>なお対策工としては、4 月に公表された「宅地耐震工法選定ガイドライン&解説」に示された対策工法を基本に比較検討により選定を行う。「盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊」と「盛土表層部（ひな壇部）の変形」に適する対策として、以下の工法が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none">◆盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊　：　抑止杭工・アンカー工・固結工等◆盛土表層部（ひな壇部）の変形　：　矢板併用抑止杭工・鉄筋挿入工・固結工等
<p>【平面図】</p>	

◆平成 23 年度検討断面



【西側エリア代表断面図 C-C' 測線】

◆平成 24 年度検討断面



【代表断面図 D-D' 測線】

(1) 平成 23 年度検討 対策工計画例

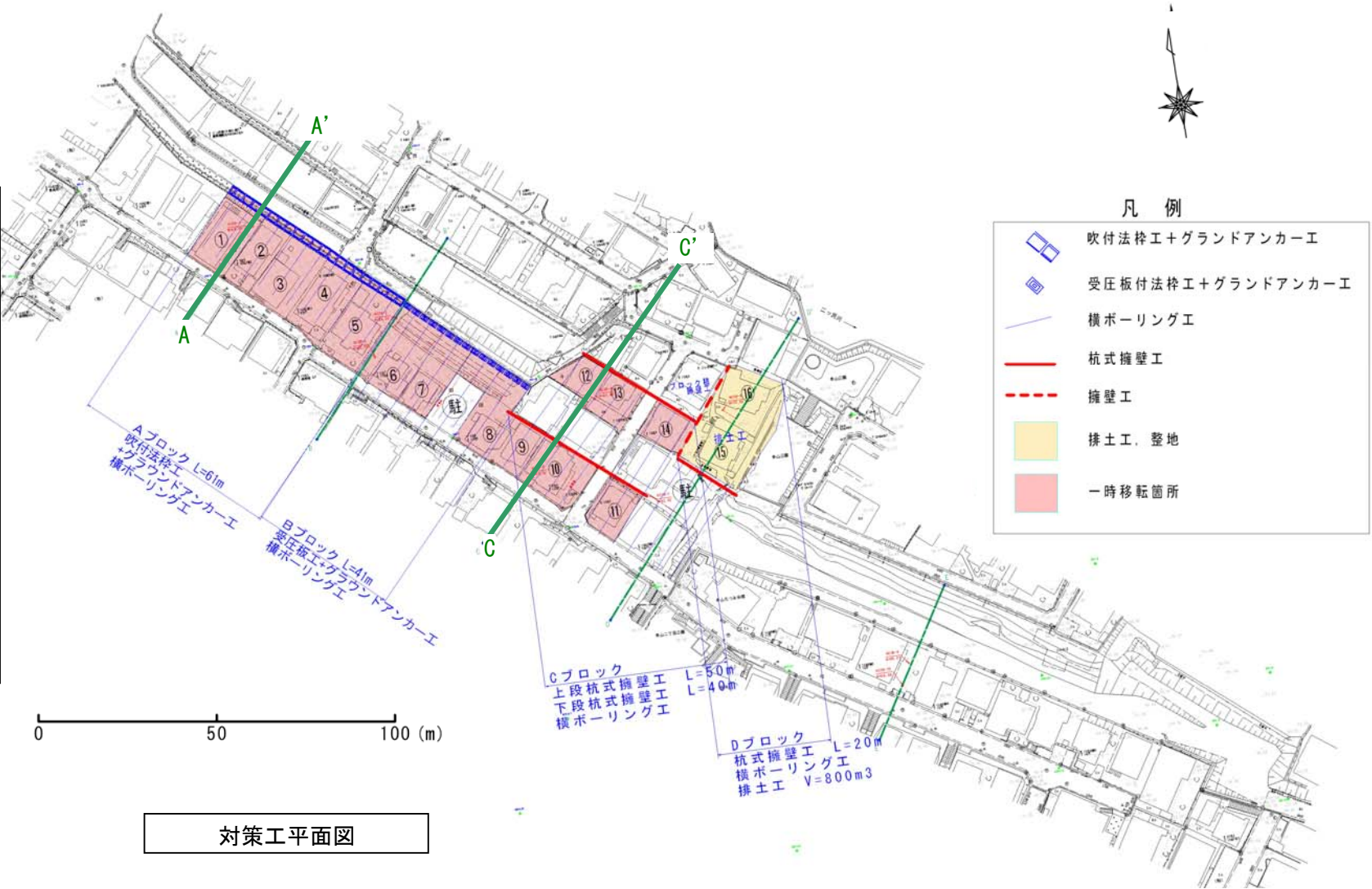
A 案：アンカー工＋杭式擁壁工、一部排土工

■対策工の設置理由と目的

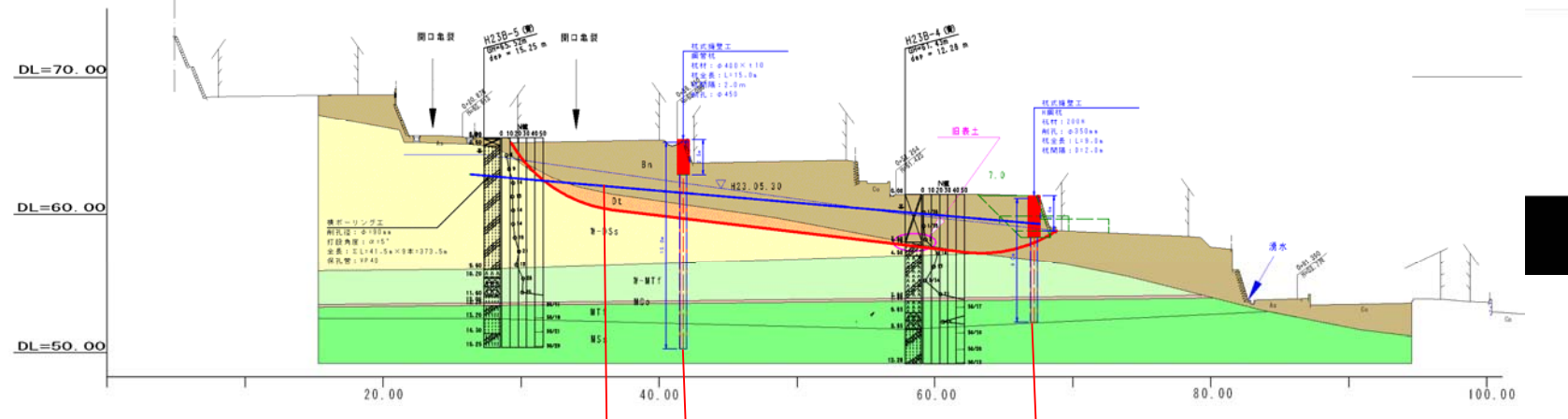
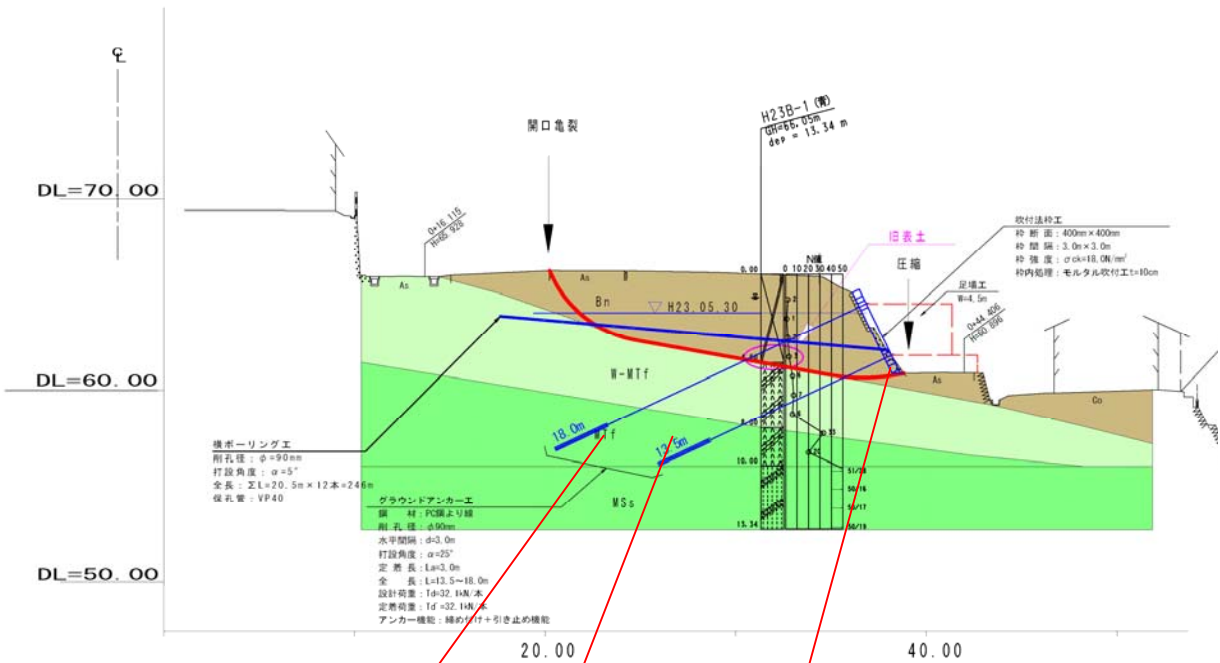
【杭式擁壁工、グラウンドアンカー工】
盛土内で発生する滑動崩落（すべり）を杭工で抑止するもの。

【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



対策工平面図



吹付法杭工（枠断面 400mm×400mm，枠間隔 3.0m×3.0m，枠強度 $\sigma_{ck}=18.0\text{N/mm}^2$ ，枠内処理：モルタル吹付工 $t=10\text{cm}$ ）

杭式擁壁工（H 鋼：H-200，削孔径： $\phi 350\text{mm}$ ，杭全長 $L=9.0\text{m}$ ，杭間隔 $D=2.0\text{m}$ ）

杭式擁壁工（H 鋼：H-400，削孔径： $\phi 450\text{mm}$ ，杭全長 $L=15.0\text{m}$ ，杭間隔 $D=2.0\text{m}$ ）

横ボーリング工（削孔径： $\phi 90\text{mm}$ ，打設角度 $\alpha=5^\circ$ ，全長 $\Sigma L=20.5\text{m} \times 12\text{本}=246\text{m}$ ，保孔管 VP40）

グラウンドアンカー工

（PC 鋼より線，削孔径 90mm，水平間隔 $d=3.0\text{m}$ ，打設角度 $\alpha=25^\circ$ ，定着長 $L_a=3.0\text{m}$ ，全長 $L=13.5\sim 18.0\text{m}$ ，設計荷重 $T_d=32.1\text{kN/本}$ ，定着荷重 $T_d'=32.1\text{kN/本}$ ，アンカー機能：締め付け＋引き止め機能）

対策工断面図（A－A' 断面）

対策工断面図（C－C' 断面）

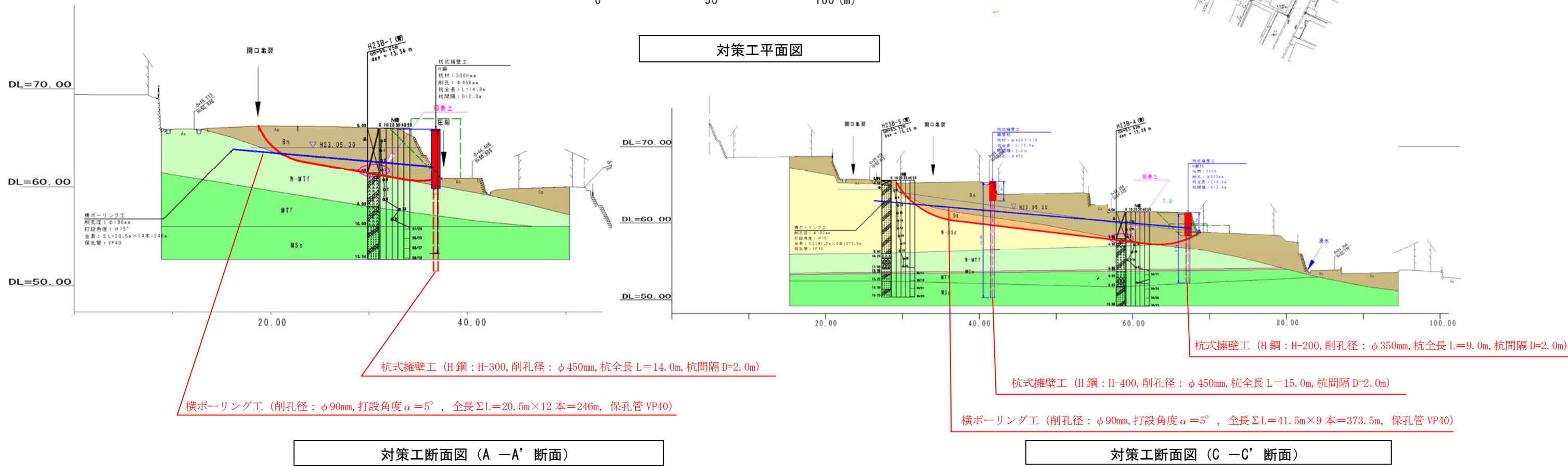
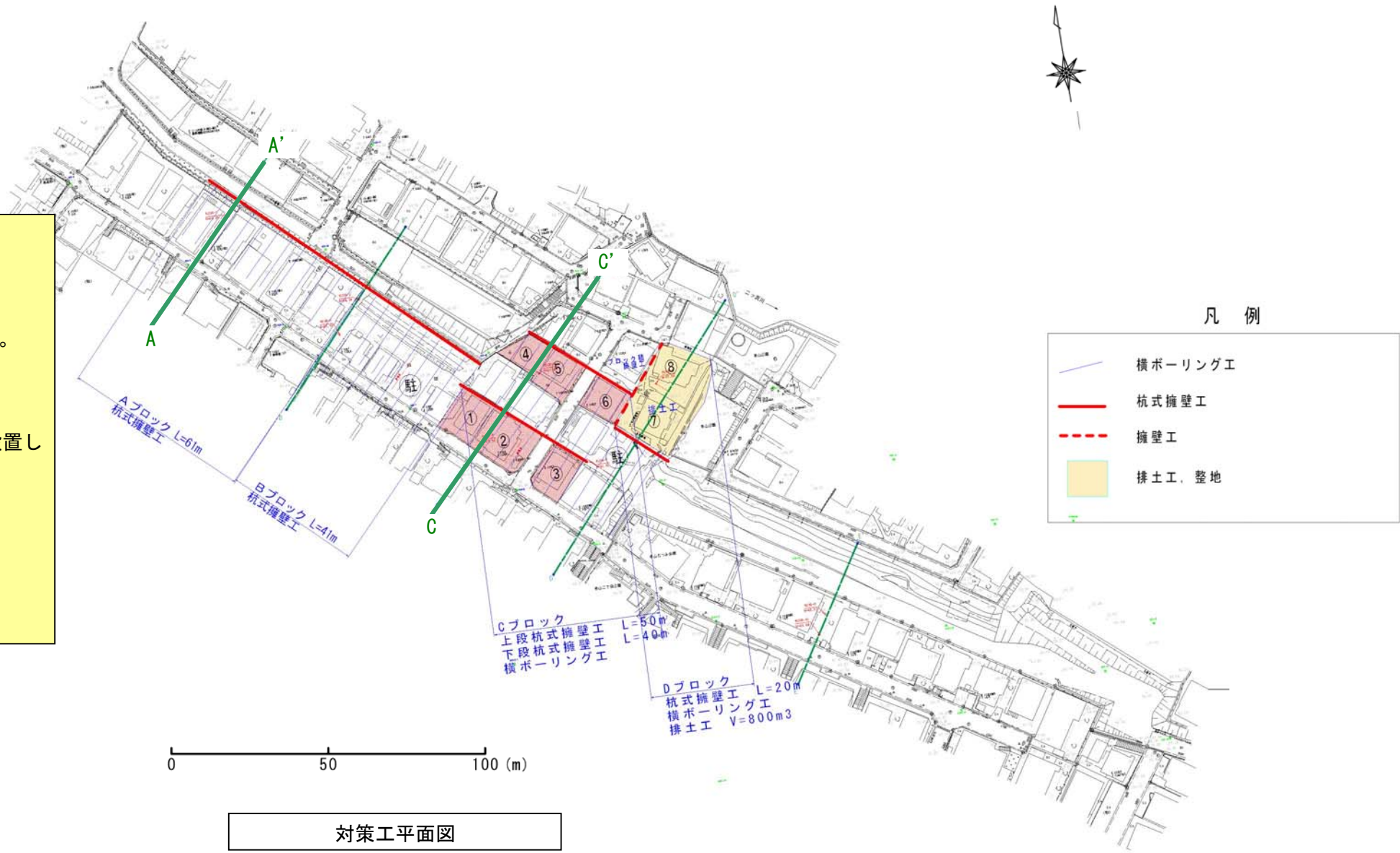
B 案：杭式擁壁工、一部排土工

■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



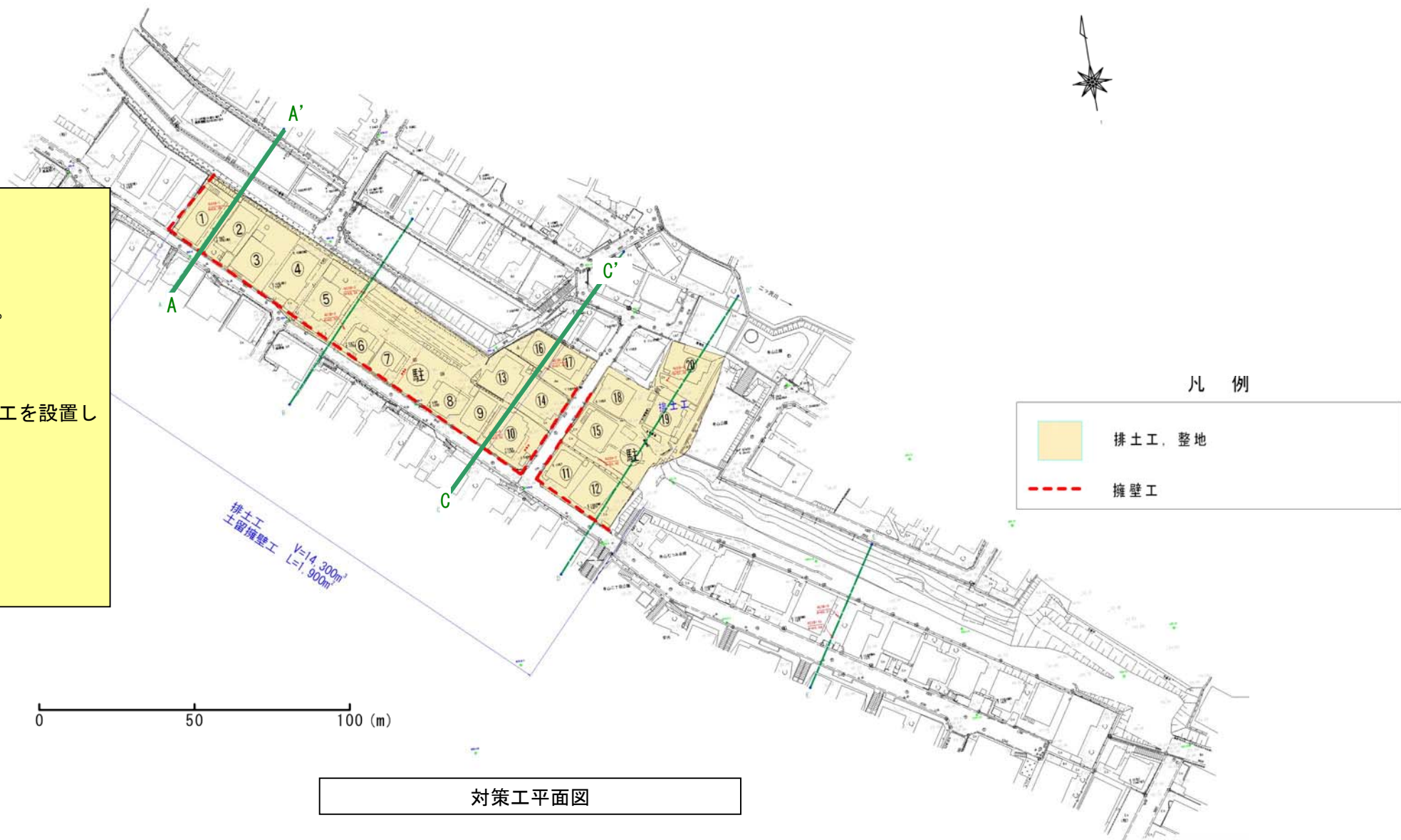
C 案：整地、排土工

■対策工の設置理由と目的

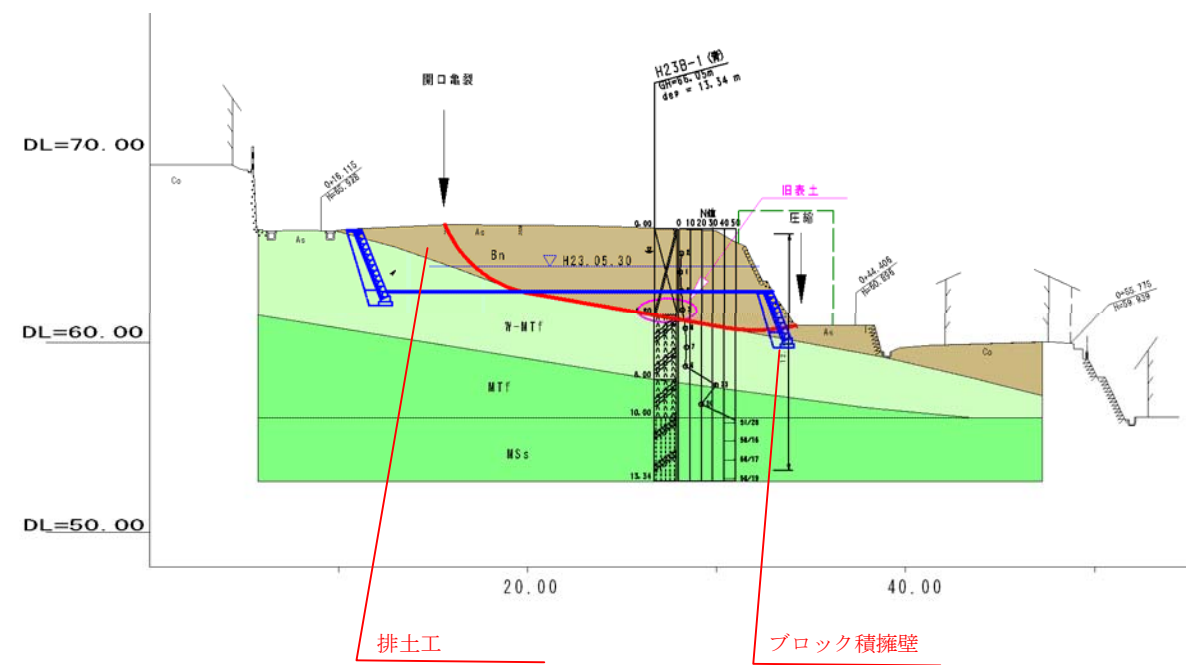
【排土工】
すべり土塊を排土し、盛土の不安定化を抑制するもの。

【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。

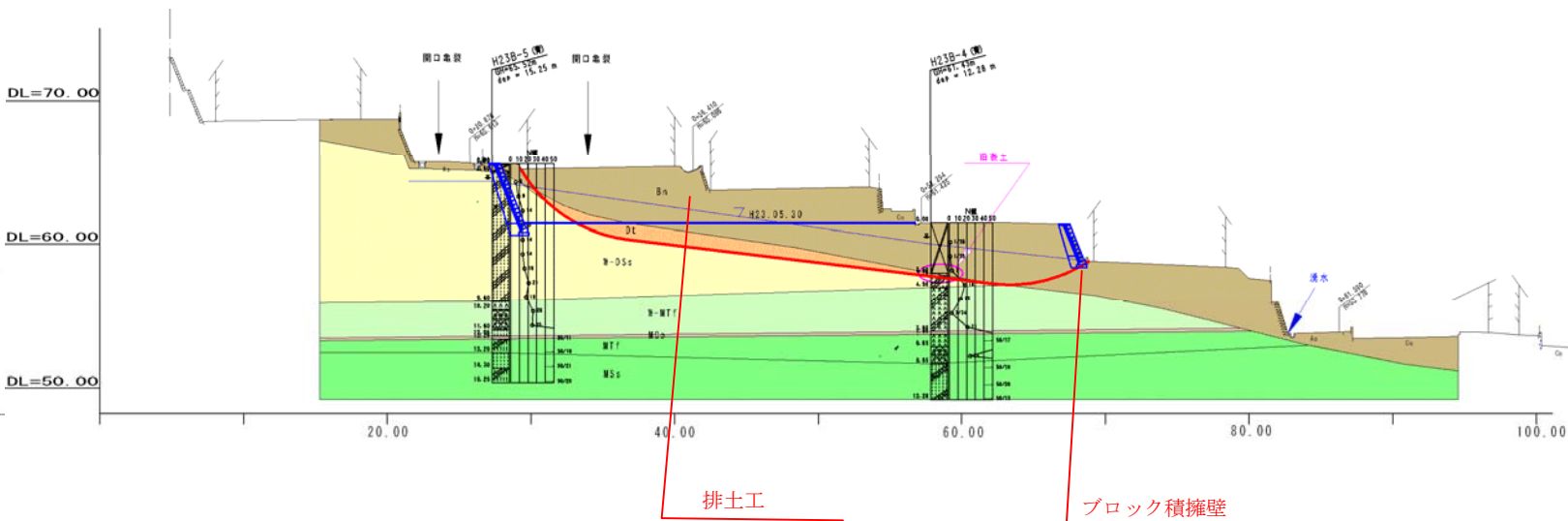
【計画安全率】
常 時：Fs=1.2
地震時：Fs=1.0



対策工平面図



対策工断面図 (A - A' 断面)



対策工断面図 (C - C' 断面)

(2) 平成 24 年度検討 対策工計画(案)

- 矢板併用抑止杭工
- 抑止杭工（鋼管）
- 固結工（中層混合改良）
- 固化材盛土工
- ブロック積み擁壁工
- 張りコン+アンカー
- 暗渠工
- 鉄筋挿入工

■ 対策工の設置理由と目的

【固結工】

盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊に対し、移動土塊の抑止を図る。

【固化材盛土工・矢板併用抑止杭工・抑止杭工（鋼管）・アンカー工】

盛土表層部（ひな壇部）の変形に対し、移動土塊の抑止を図る。

【地下水位低下工：暗渠工】

地盤表層の地下水位を低下させることによって移動土塊中の地下水を排除し、これにより移動土塊の滑動力を低減する。補助的な工法と位置づけ、安全率の上昇は考慮しない。

※ 対策工は、主たる対策範囲について検討したものであり、盛土の緩み範囲に対する検討は別途実施中である。

■ 計画安全率

常 時； $F_s = 1.5$ ，地震時； $F_s = 1.0$

- 擁壁高 5.0m と高い。家屋も残存するため、抑止杭工にて滑動崩落を防止する。
- 被災擁壁は、鉄筋挿入工で補強する。

- 施工位置が法面付近となるため、施工性に優れた抑止杭にて滑動崩落を防止する。

- 家屋が残存する箇所では、矢板併用抑止杭工にて、盛土表層部の変形を防止する。

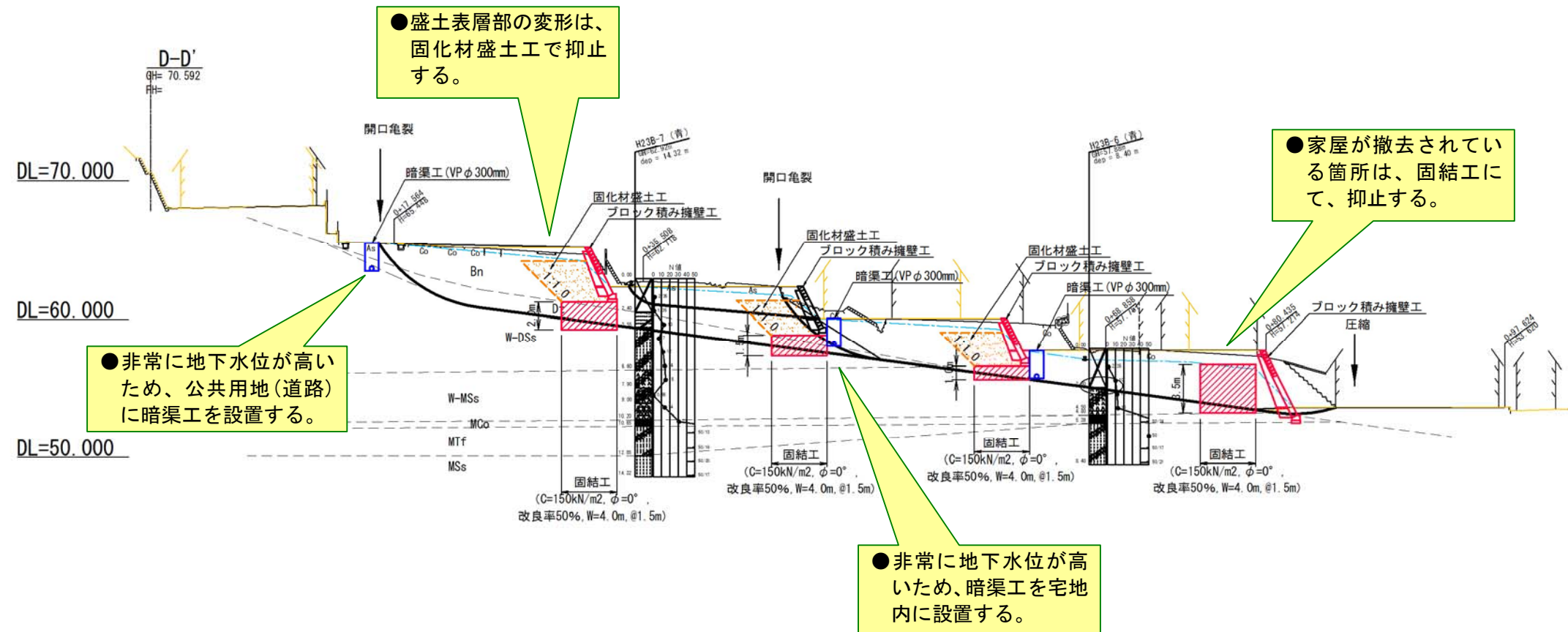
- 地下水位が非常に高いため、ひな壇擁壁前面に暗渠工を設置し、地下水位の上昇を抑制する。

- 地下水位が非常に高いため、公共施設（道路部）に暗渠工を設置し、地下水位の上昇を抑制する。

- 滑動崩落被害の大きな D-D' 断面付近は、固結工にて滑動崩落を防止する。
- 盛土表層部の変形は、擁壁背面を固化材盛土で置き換えることで、抑止する。

※ この対策工計画は案であり、今後の検討により見直しが行われる場合があります。

(青山2丁目)

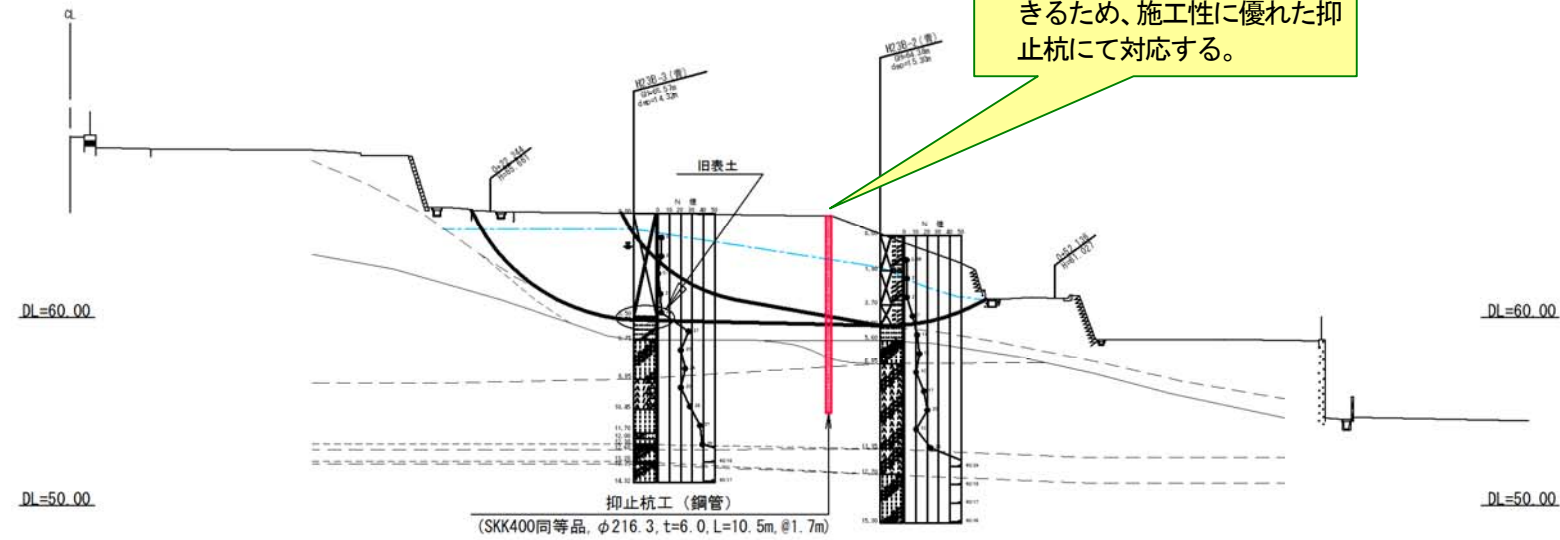


※ この対策工計画は案であり、今後の検討により見直しが行われる場合があります。

(青山2丁目)

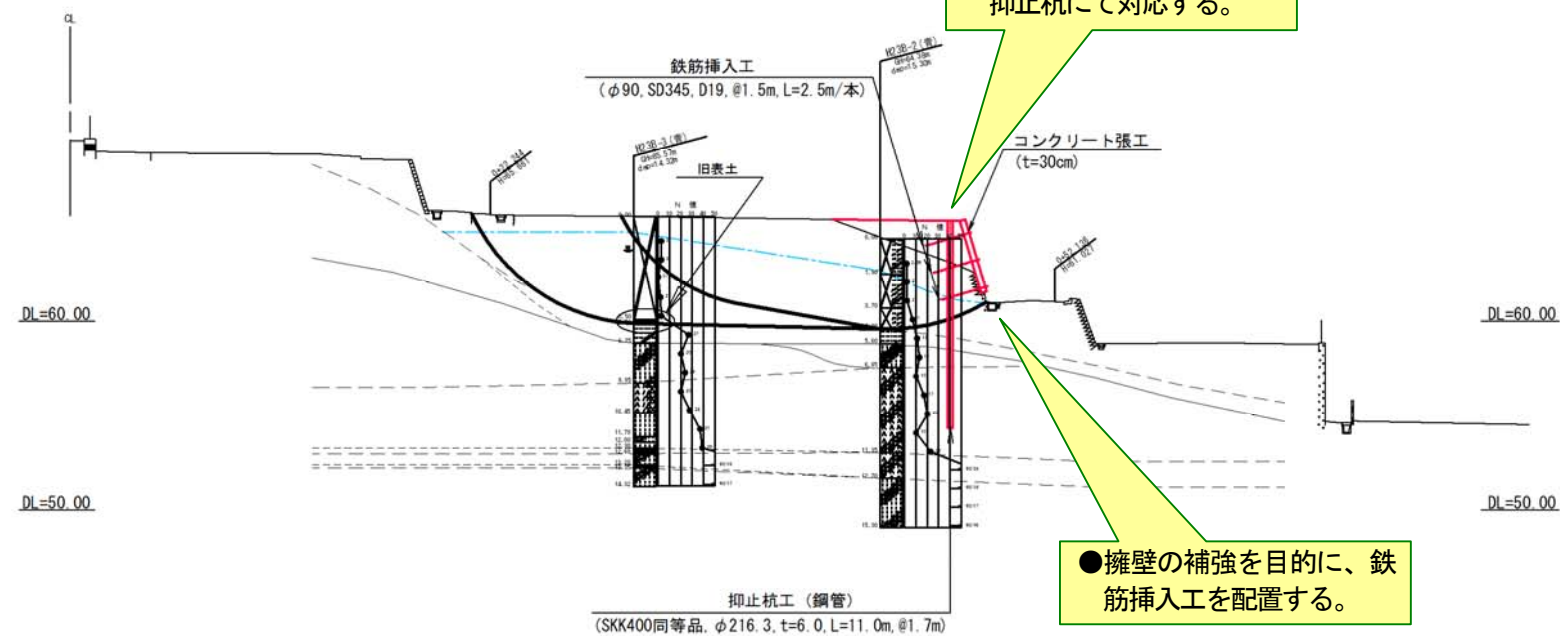
B-B'
GH=69.819
FH=

低い擁壁側



B-B'
GH=69.819
FH=

高い擁壁側



※ この対策工計画は案であり、今後の検討により見直しが行われる場合があります。