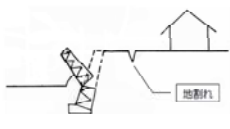
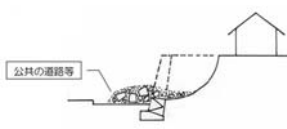
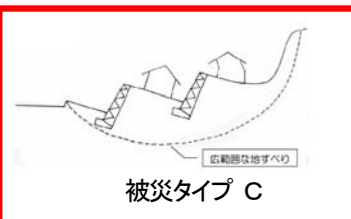
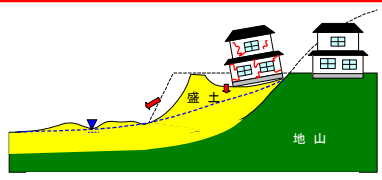
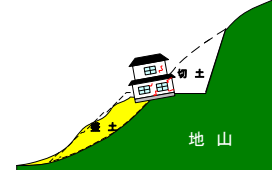
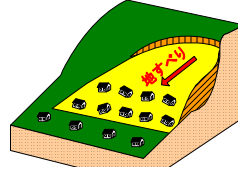

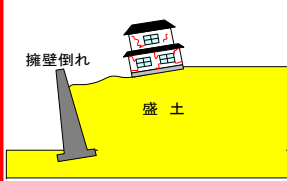
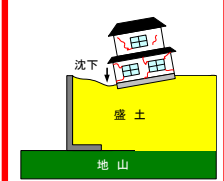
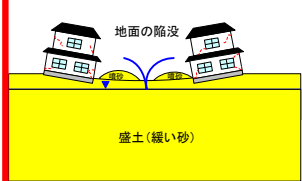


「南光台六丁目地区」

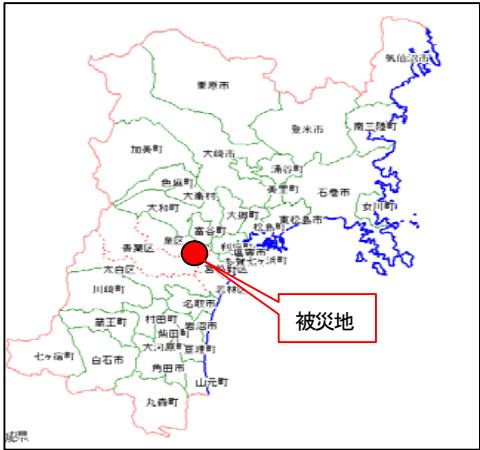
1. 概要書

区 名	泉区	地区名	南光台六丁目	主な街区	21, 22, 23 番街区の一部
-----	----	-----	--------	------	-------------------

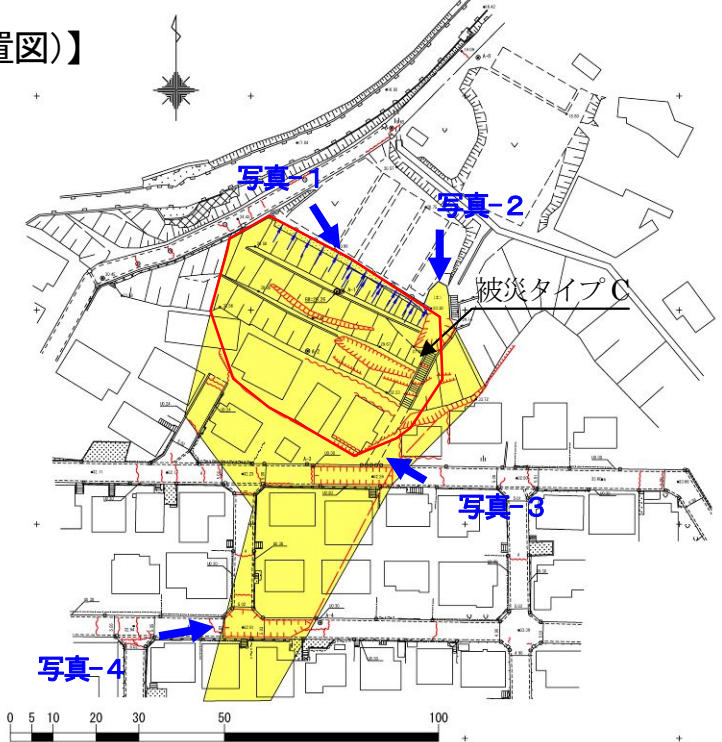
【被害概要】

被害分類	 被災タイプ A		 被災タイプ B		 被災タイプ C	
	面積	約 4,200 m ²		宅地数	14 宅地	
被害要因	 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	
	 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】



写真-1

写真-2

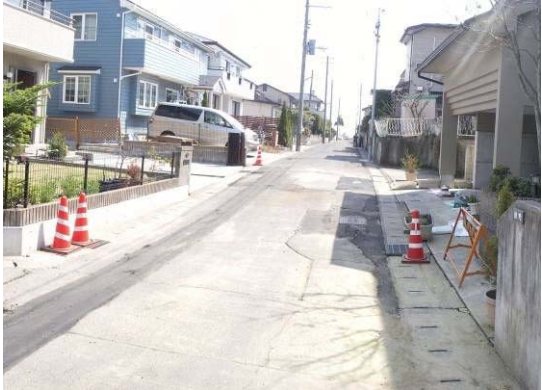


写真-3


写真-4

2. 追加調査事項

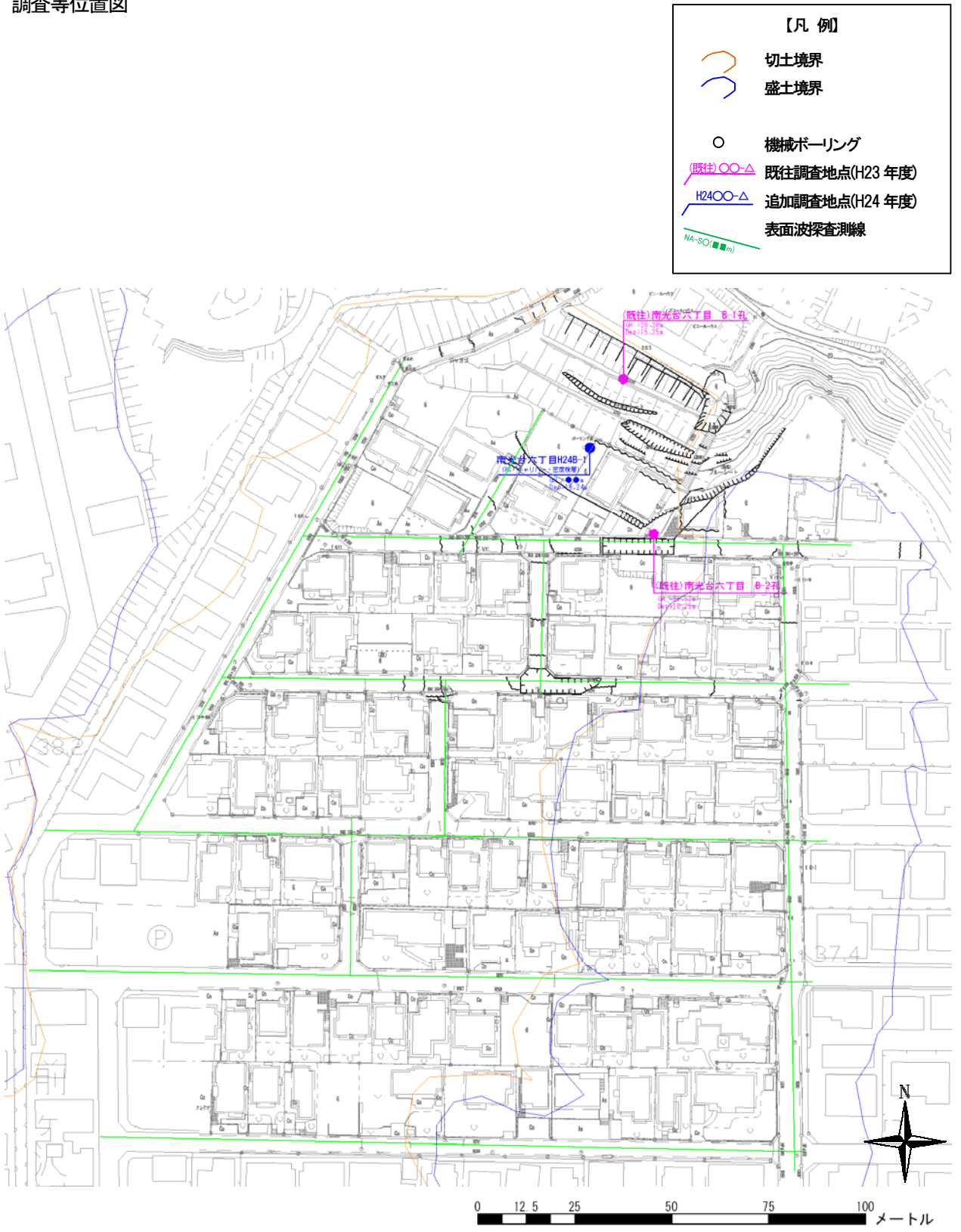
追加調査項目一覧

H24 年度 追加調査項目	調査位置、孔番号	調査目的
機械ボーリング	H24B-1	主たる変状範囲の中央部(盛土のり面ののり肩)においてボーリング調査を実施し、地質構成及び土質の物理・力学特性を補完する。H24B-1は新規に観測孔を設置し、昨年度より継続して盛土の動態観測を実施し、現況の盛土全体の安定性を検討する。
PS・キャリパー・密度検層		主たる変状範囲の中央部(盛土のり面ののり肩)において、調査孔を用いてせん断波速度の深度分布を把握する。
室内土質試験		室内土質試験(物理試験一式、三軸圧縮試験)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。
表面波探査	測線 1～測線 11	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。

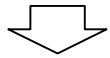
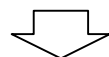
作業イメージ

機械ボーリング	PS・キャリパー・密度検層
	
表面波探査	
	

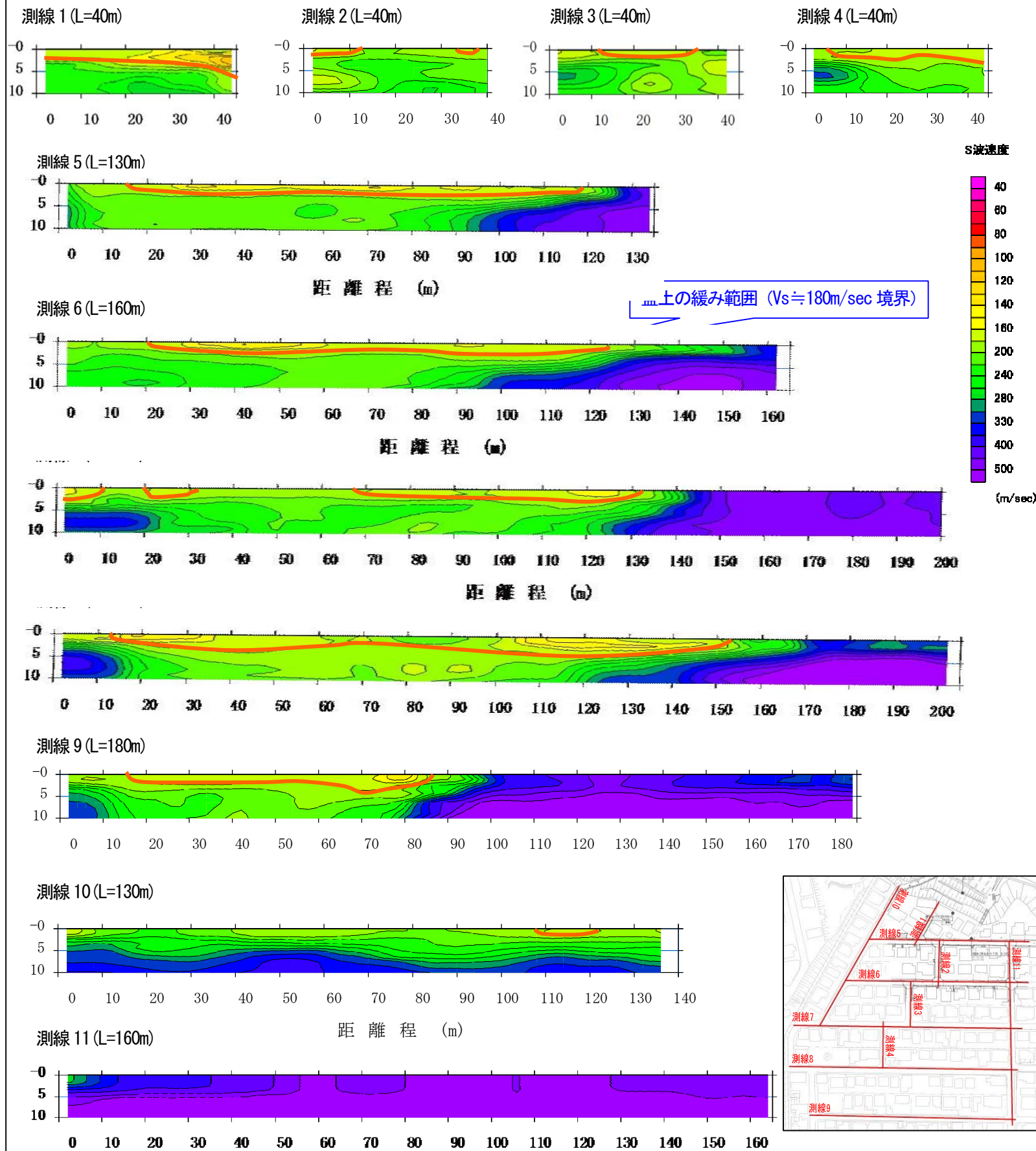
調査等位置図



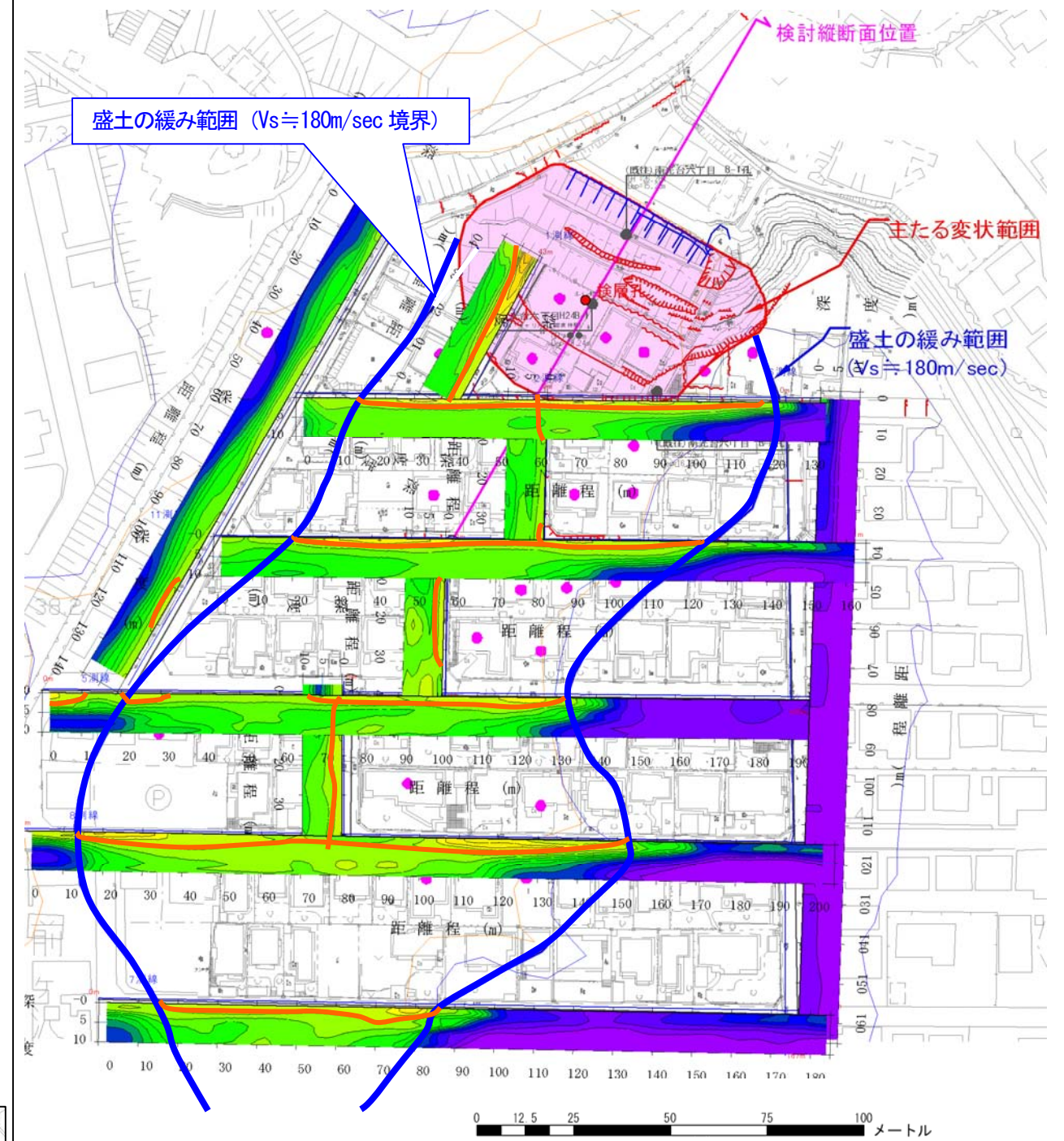
3. 変状メカニズム

平成 23 年度 検討内容	平成 24 年度 検討内容																																																			
<p>【宅地被害の状況】</p> <p>本地区では、幅約 65 m、長さ約 40 m の範囲において、盛土のり面下部の孕みだしや井桁擁壁の傾倒、宅盤及び道路に亀裂や沈下等の変状が発生した（平面図参照）。</p> <p>【造成履歴および盛土分類】</p> <p>本地区は、昭和 37 年～60 年に造成された場所であり、丘陵地の高いところを切土して谷部を埋め立てたいわゆる谷埋め型盛土に分類される。</p> <p>【盛土および地下水の状況】</p> <p>盛土材料は「礫混り砂質土」に分類され、盛土の層厚は 10m 程度が確認された。地盤の相対的な締り程度を示す N 値は、宅盤では概ね N＝1～21 (平均 6.6) が得られ「緩い」締り状態を示している。</p> <p>地下水位は、地表面下 2～4m 付近で確認され、比較的高い位置に分布している。</p> <p>【変状メカニズム】</p> <p>本地区では、地下水で飽和された緩い砂質土層が地震による長く大きな揺れによって液状化したため、盛土のり面のすべりや盛土の沈下が発生したものとする。また、切盛境界では、地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生したものとする。</p> <div><table><tr><td>素 因</td><td><ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。</td></tr><tr><td>誘 因</td><td><ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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><div></div><table><tr><td>変状発生</td><td><p>【のり面崩壊】</p><ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生。<p>【切盛境の変状】</p><ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。</td></tr></table><div><p>N 値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck¹⁾)</p><table><tr><th>N 値</th><th>相対密度 (Terzaghi and Peck)</th><th>現場判別法</th></tr><tr><td>0～4</td><td>非常に緩い (very loose)</td><td>鉄筋が容易に手で貫入</td></tr><tr><td>4～10</td><td>緩い (loose)</td><td>ショベル（スコップ）で掘削可能</td></tr><tr><td>10～30</td><td>中位の (medium)</td><td>鉄筋を 3 ホンドバットで打込む必要あり</td></tr><tr><td>30～50</td><td>密な (dense)</td><td>同上、30 cm 程度貫入</td></tr><tr><td>>50</td><td>非常に密な (very dense)</td><td>同上、5～6 cm 貫入、掘削には必要、打込み時金属音</td></tr></table><p>注) 鉄筋は φ13 mm</p><p>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 Peck¹⁾)</p><table><tr><th>N 値</th><th>q_c (kN/m²)</th><th>コンシステンシー</th></tr><tr><td>0～2</td><td>0.0～ 24.5</td><td>非常に柔らかい</td></tr><tr><td>2～4</td><td>24.5～ 49.1</td><td>柔らかい</td></tr><tr><td>4～8</td><td>49.1～ 98.1</td><td>中位の</td></tr><tr><td>8～15</td><td>98.1～196.2</td><td>硬い</td></tr><tr><td>15～30</td><td>196.2～392.4</td><td>非常に硬い</td></tr><tr><td>30～</td><td>392.4～</td><td>固結した</td></tr></table></div><p>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</p></div>	素 因	<ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。	誘 因	<ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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>【のり面崩壊】</p> <ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生。 <p>【切盛境の変状】</p> <ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。	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 3 ホンドバットで打込む必要あり	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、打込み時金属音	N 値	q _c (kN/m ²)	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	<p>【宅地被害の状況】</p> <p>本地区では、幅約 65 m、長さ約 40 m の範囲において、盛土のり面下部の孕みだしや井桁擁壁の傾倒、宅盤及び道路に亀裂や沈下等の変状が発生した（平面図参照）。</p> <p>【造成履歴および盛土分類】</p> <p>本地区は、昭和 37 年～60 年に造成された場所であり、丘陵地の高いところを切土して谷部を埋め立てたいわゆる谷埋め型盛土に分類される。</p> <p>【盛土および地下水の状況】</p> <p>盛土材料は「礫混り砂質土」に分類され、盛土の層厚は 10m 程度が確認された。地盤の相対的な締り程度を示す N 値は、宅盤では概ね N＝1～21 (平均 6.6) が得られ「緩い」締り状態を示している。盛土表層 3m までは N<5 を示し、以深は N＝6～10 程度を示す。地表面変形および被災宅地分布は、表面波探査によるせん断波速度 Vs=180m /sec 程度の速度境界と良い相関を示している。</p> <p>地下水位は、地表面下 2～4m 付近で確認され、比較的高い位置に分布している。</p> <p>【変状メカニズム】</p> <p>本地区では、地下水で飽和された緩い砂質土層が地震による長く大きな揺れによって液状化したため、盛土のり面のすべりや盛土の沈下が発生したものとする。継続時間の長い地震動により、盛土のり面表層の締りが緩い範囲に、すべり崩壊が生じたものとする。また、切盛境界では、地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生したものとする。</p> <div><table><tr><td>素 因</td><td><ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。</td></tr><tr><td>誘 因</td><td><ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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><div></div><table><tr><td>変状発生</td><td><p>【のり面崩壊】</p><ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生被害形態は、盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊である。<p>【切盛境の変状】</p><ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。</td></tr></table></div>	素 因	<ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。	誘 因	<ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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>【のり面崩壊】</p> <ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生被害形態は、盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊である。 <p>【切盛境の変状】</p> <ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。
素 因	<ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。																																																			
誘 因	<ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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>【のり面崩壊】</p> <ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生。 <p>【切盛境の変状】</p> <ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。																																																			
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 3 ホンドバットで打込む必要あり																																																		
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、打込み時金属音																																																		
N 値	q _c (kN/m ²)	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																																																		
素 因	<ul style="list-style-type: none">地下水位が高い（盛土のり尻部に湧水箇所が認められる）。盛土（砂質土）は N 値=10 以下の緩い相対密度である。																																																			
誘 因	<ul style="list-style-type: none">最大震度 6 弱〔仙台市泉区（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>【のり面崩壊】</p> <ul style="list-style-type: none">飽和砂質土の液状化により盛土内にすべりが発生被害形態は、盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊である。 <p>【切盛境の変状】</p> <ul style="list-style-type: none">地震動の増幅特性の違いにより不同沈下が発生。																																																			

【表面波探査 速度層断面図】

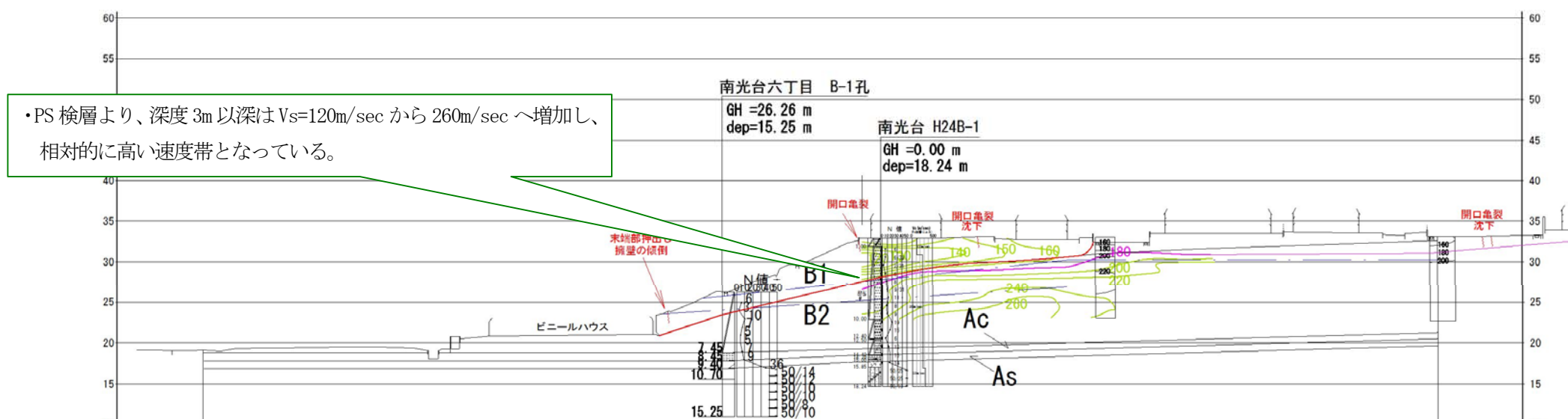


【速度層断面 平面配置図】

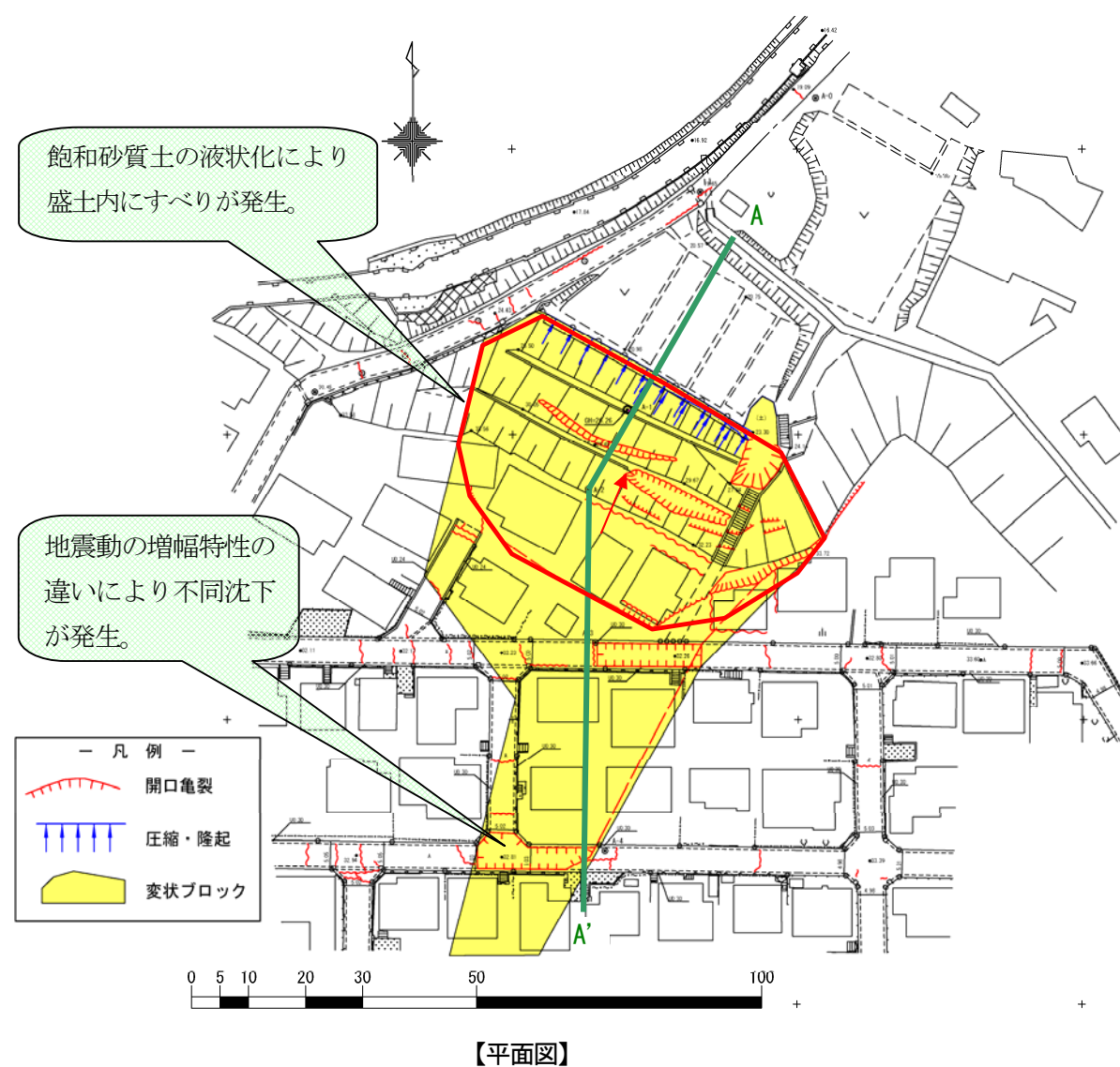


- ・せん断波速度 $V_s=180\text{m/sec}$ の境界は、主たる変状範囲および揺すり込みの影響により被災を受けた宅地の分布と概ね一致しており、本境界が盛土の緩み範囲を示すものと想定される。
- ・速度層断面図より推定できる盛土の最大緩み深度は、概ね5mである。

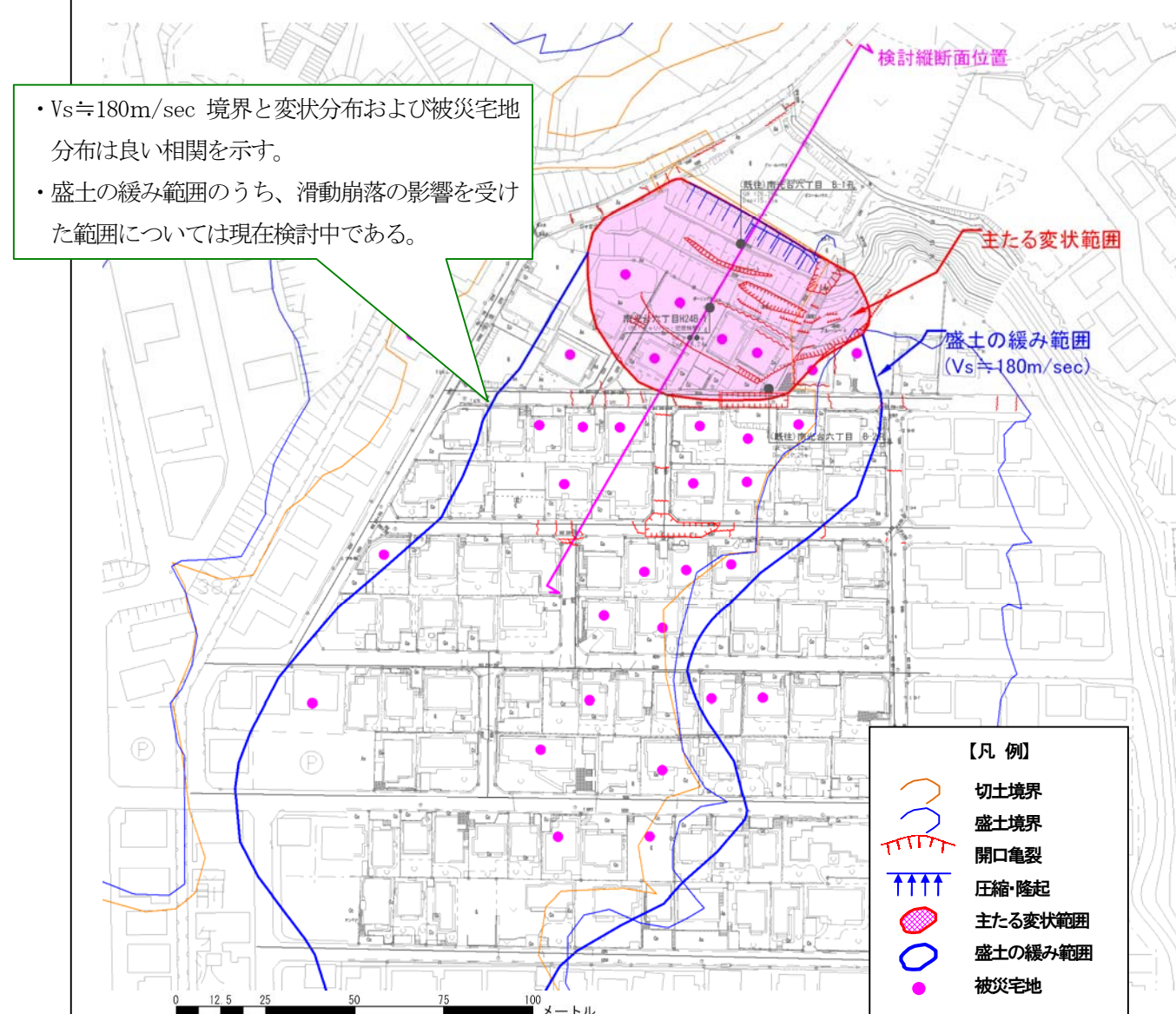
◆速度区分断面図



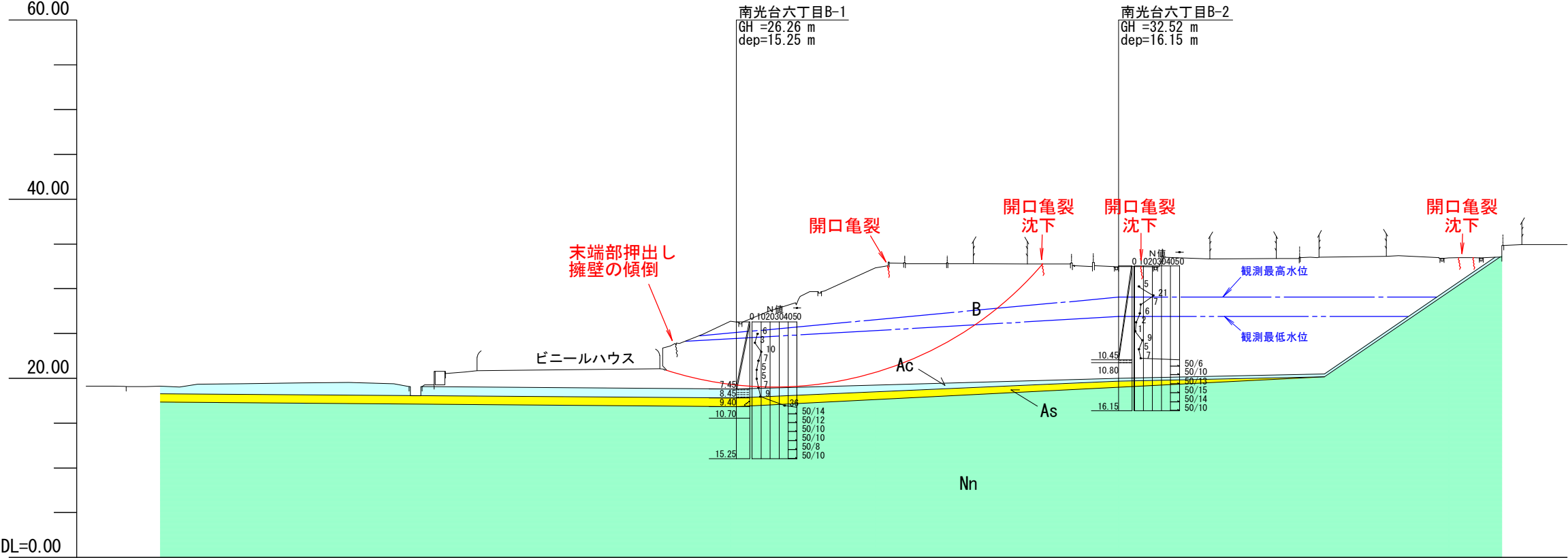
◆平成 23 年度 検討平面図



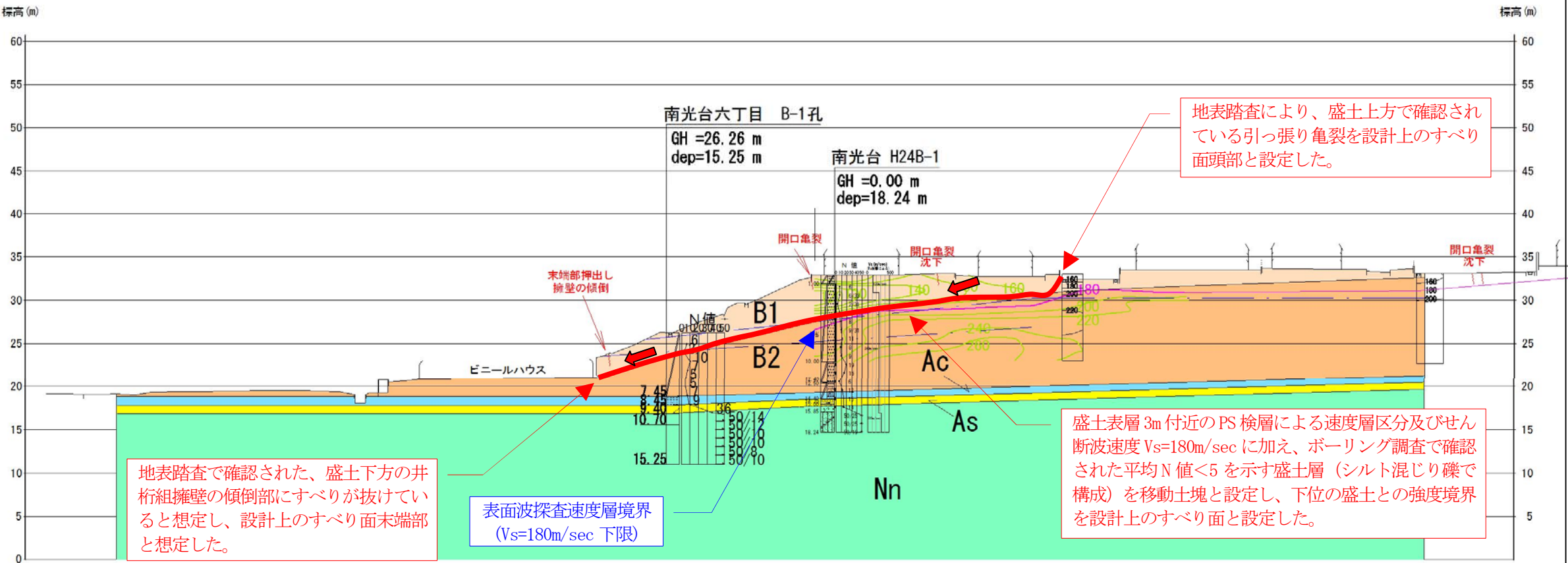
◆平成24年度 検討平面図



◆平成 23 年度 検討断面図



◆平成 24 年度 検討断面図(断面測線変更)



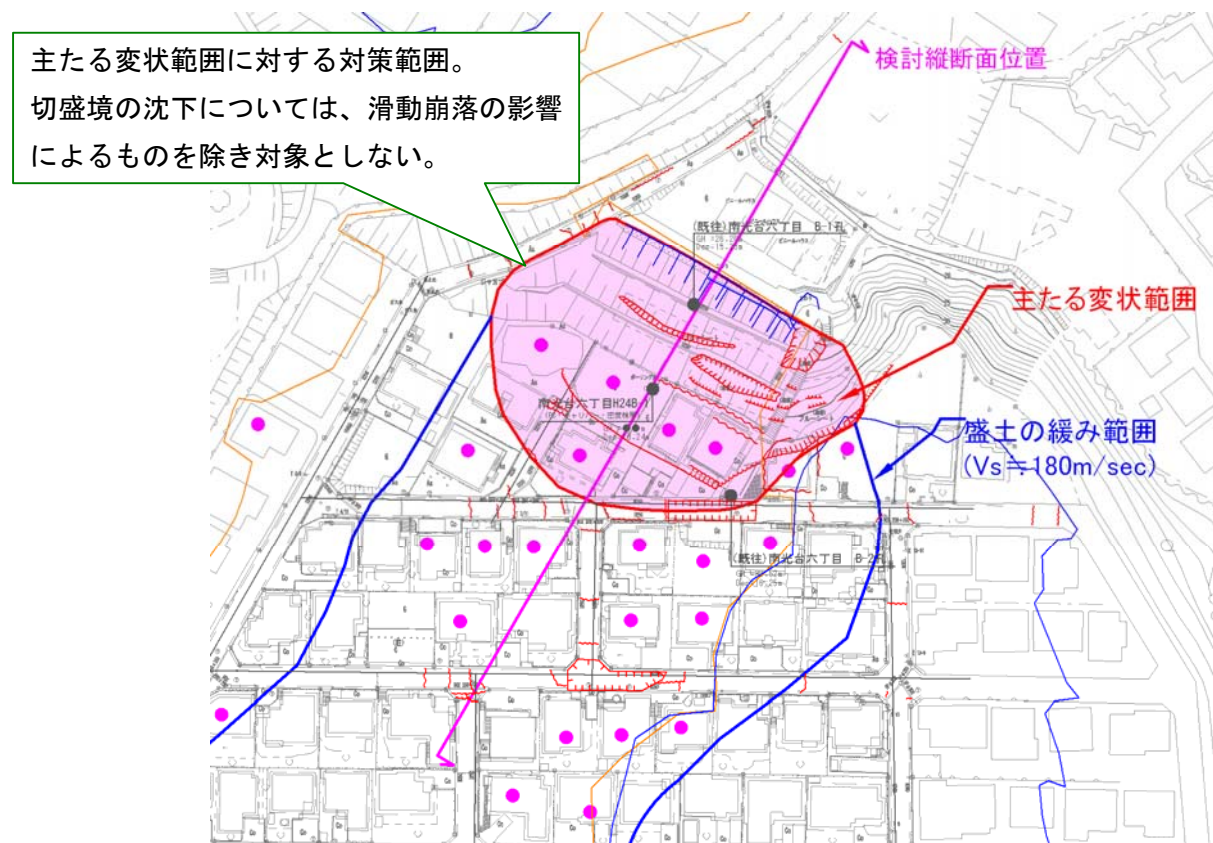
4. 対策方針

平成 23 年度検討内容	平成 24 年度検討内容
<p>本地区の対策方針としては、のり面崩壊対策と液状化対策として、抑制工と盛土内の地下水排除工を計画する。</p> <p>のり面部は不安定な状態となっているため、すべりに対する抑止対策を行う。</p> <p>液状化対策としては、盛土内の地下水位を低下させ、液状化の発生を抑制する。</p> <p>切盛境で顕著な亀裂や沈下による宅地被害については、宅地毎の地盤改良による対策とする。</p>	<p>本地区の対策方針としては、のり面崩壊対策と液状化対策として、盛土のり面のすべり崩壊対策として、抑制工抑止工と盛土内の地下水排除工を計画する。</p> <p>のり面部はすべりによる変状が明瞭であり不安定な状態となっているため、すべりに対する抑止対策を行う とともに、地下水位低下工により水位低下を図る計画した。</p> <p>液状化対策としては、盛土内の地下水位を低下させ、液状化の発生を抑制する。</p> <p>切盛境で顕著な亀裂や沈下による宅地被害については、宅地毎の地盤改良による対策とする。今後の検討により滑動崩落の影響範囲を設定し、影響範囲内に存するものについては本事業で実施可能な対策を講じていく。</p>
<p>【説明】</p> <p>のり面下部には湧水を伴う小崩壊が発生している。のり面内の観測孔では深度 0.5m、のり肩部では深度 2.3m で地下水位を確認した。盛土内に供給される地下水の量は、本地区に連続している谷埋め盛土が長大であり集水面積が広いこと、地下水検層により地下水流動が検出されたことから豊富であると考えられる。このため、地震時に緩い砂質土からなる盛土内で液状化が発生し、変状が発生したものと想定した。地下水排除工は、変状発生の素因の一つである地下水を不安定なのり面部から速やかに排出すると共に、盛土の強度増加を図るものである。</p> <p>盛土のり面ではのり面崩壊が発生しており、のり肩部では連続的な開口亀裂や段差が認められ、のり面下部には孕みだしが認められる。のり面崩壊はのり尻から水平距離で 40m 上方までの範囲である。今後の余震や大雨によりのり面が完全に崩落した場合、特にのり肩部の宅地においては人命・家屋への影響が大きいため、抜本的な対策として抑止工が必要となる。</p> <p>旧地形の切盛境では、盛土の変形により亀裂や沈下が発生している。宅地単位での地盤改良となる。地盤改良を行う場合には、地下水を滞留させないような配慮が必要である。</p>	<p>【説明】</p> <p>のり面下部には湧水を伴う小崩壊が発生している。のり面内の観測孔では深度 0.5m、のり肩部では深度 2.3m で地下水位を確認した。盛土内に供給される地下水の量は、本地区に連続している谷埋め盛土が長大であり集水面積が広いこと、地下水検層により地下水流動が検出されたことから豊富であると考えられる。このため、地震時に緩い砂質土からなる盛土内で液状化が発生し、変状が発生したものと想定した。緩い砂質土からなる盛土内で地下水および地震動が作用し、盛土法面の崩壊が発生したものと想定した。地下水排除工は、変状発生の素因の一つである地下水を不安定なのり面部から速やかに排出すると共に、盛土の強度増加を図るものである。</p> <p>盛土のり面ではのり面崩壊が発生しており、のり肩部では連続的な開口亀裂や段差が認められ、のり面下部には孕みだしが認められる。のり面崩壊はのり尻から水平距離で 40m 上方までの範囲である。今後の余震や大雨によりのり面が完全に崩落した場合、特にのり肩部の宅地においては人命・家屋への影響が大きいため、抜本的な対策として抑止工が必要となる。</p> <p>本対策については、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。「盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊」に適する対策として、以下の工法が挙げられる</p> <p>◆盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊 ： 抑止杭工・アンカー工・固結工等</p> <p>なお旧地形の切盛境では、盛土の変形により亀裂や沈下が発生している。宅地単位での地盤改良となる。地盤改良を行う場合には、地下水を滞留させないような配慮が必要である。</p> <p>なお、旧地形の切盛境で確認される盛土の変形による亀裂や沈下については、滑動崩落の影響によるものを対象として復旧対策を実施する。</p>

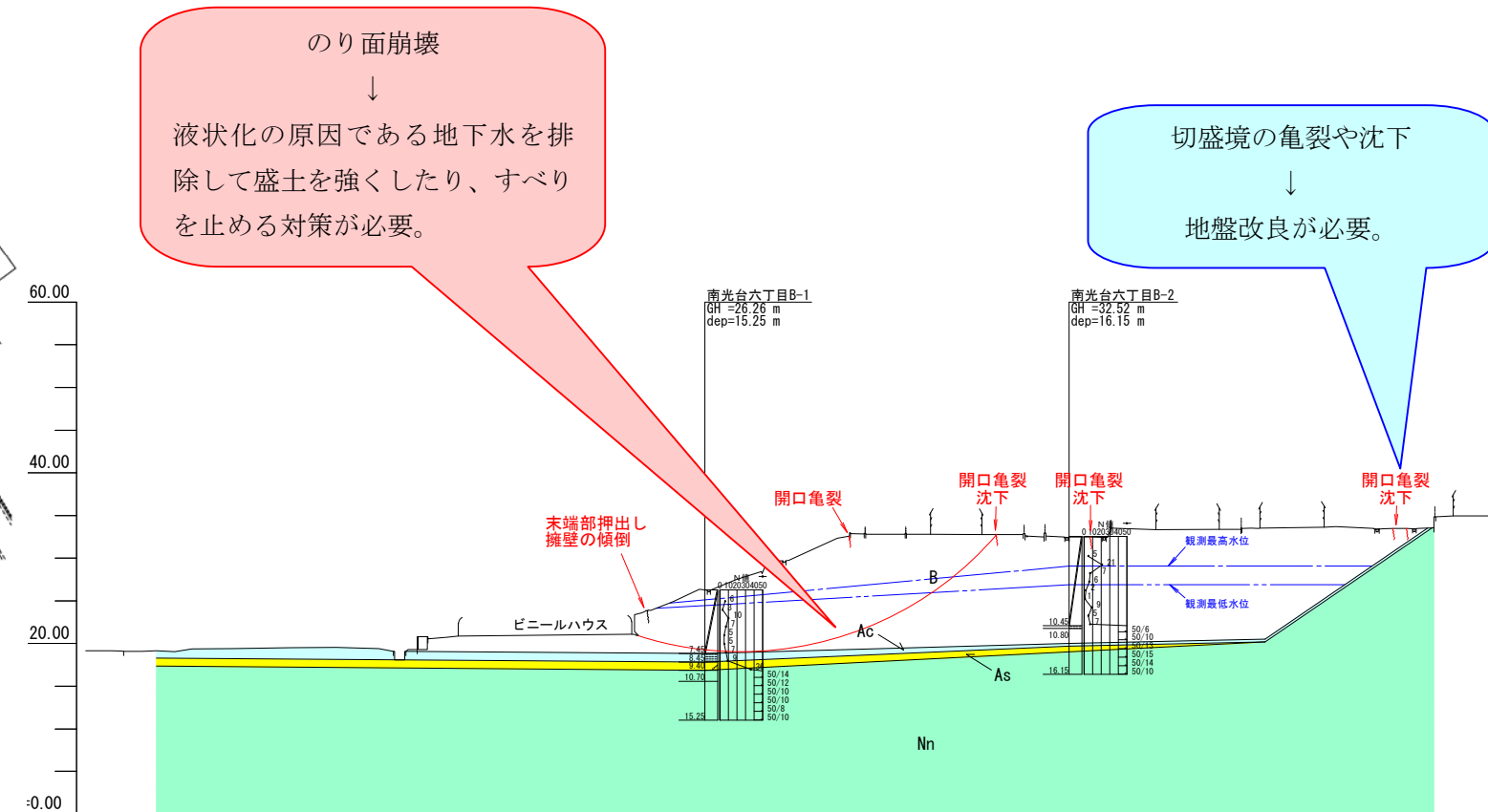
◆平成 23 年度検討平面断面



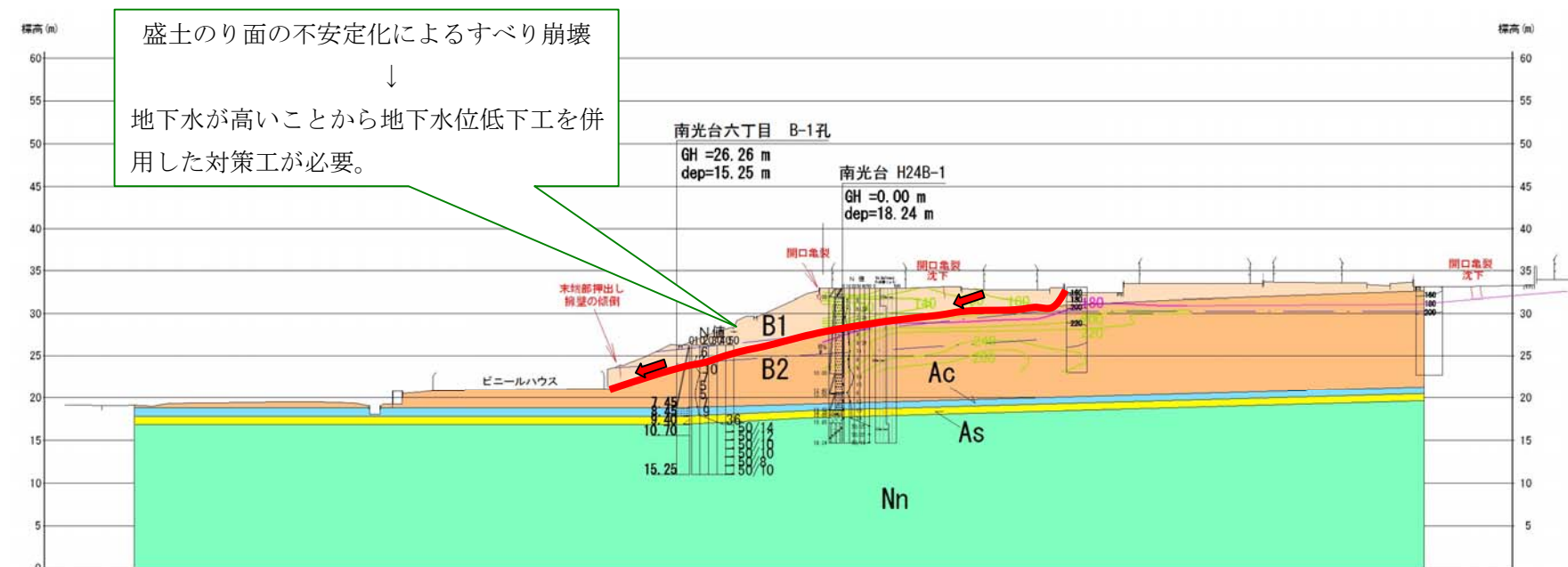
◆平成 24 年度検討断面



【平面図】



【代表断面図 A-A' 測線】



【検討縦断面図】

参 考 資 料

(1) 平成 23 年度検討 対策工計画例

A 案：横ボーリング、鋼管抑止杭、鋼製枠擁壁

■対策工の設置理由と目的

【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。

【鋼管抑止杭工】

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。

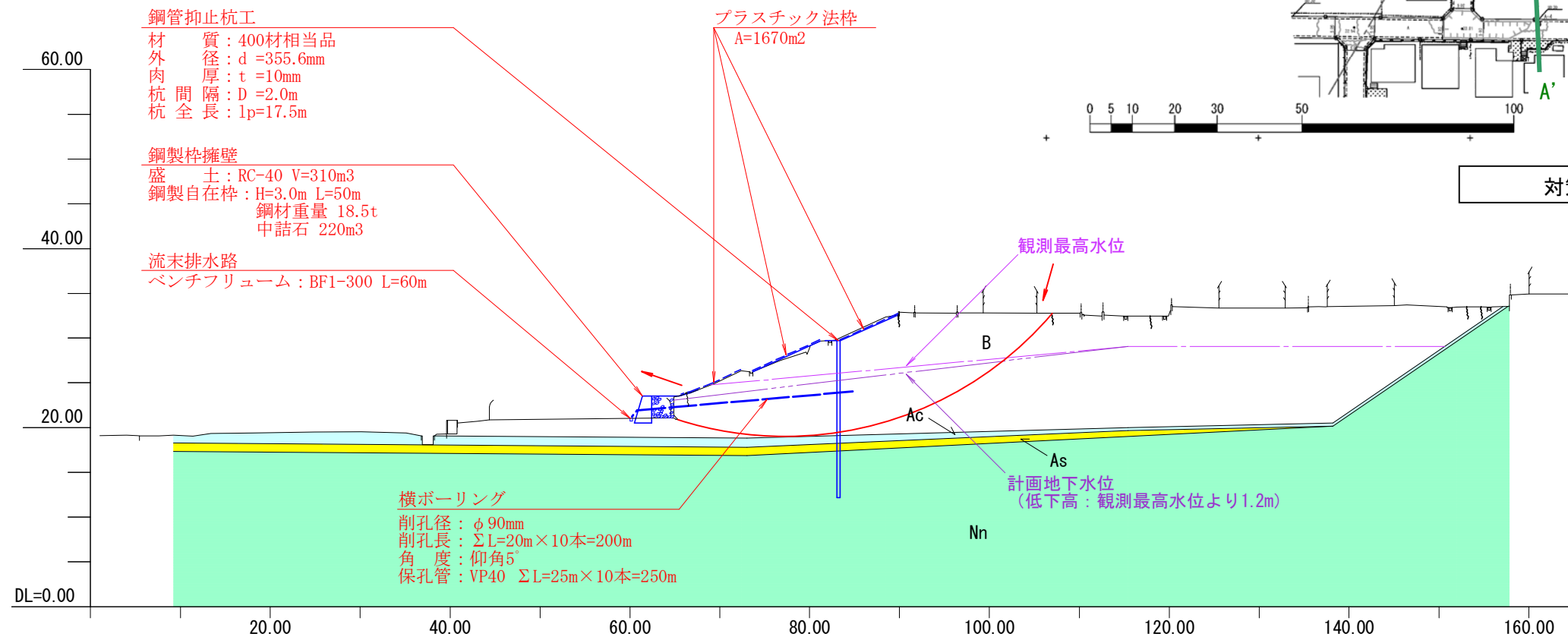
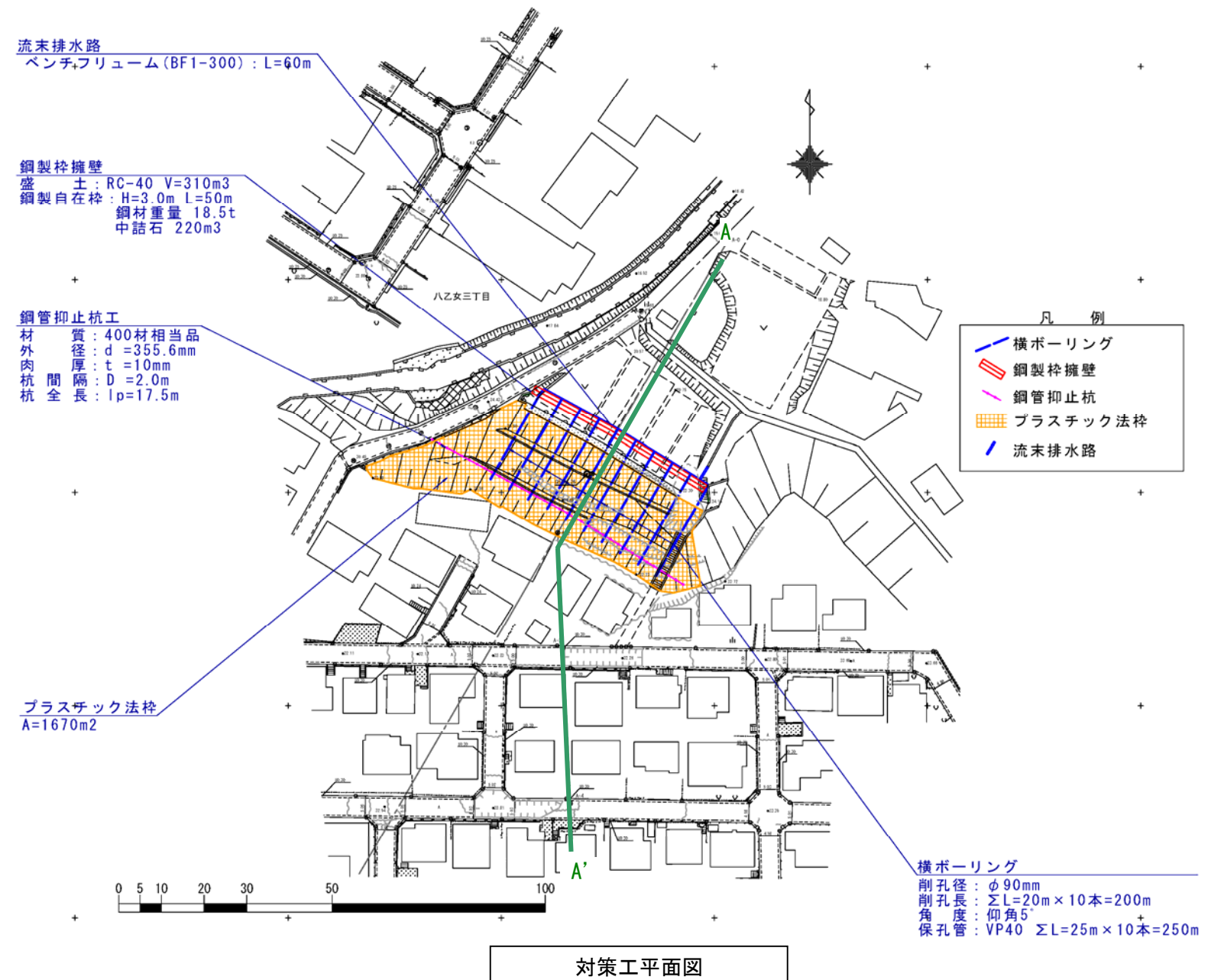
【鋼製枠擁壁工】

盛土のり尻部の安定性を向上させるもの。

【計画安全率】

常 時：Fs=1.2

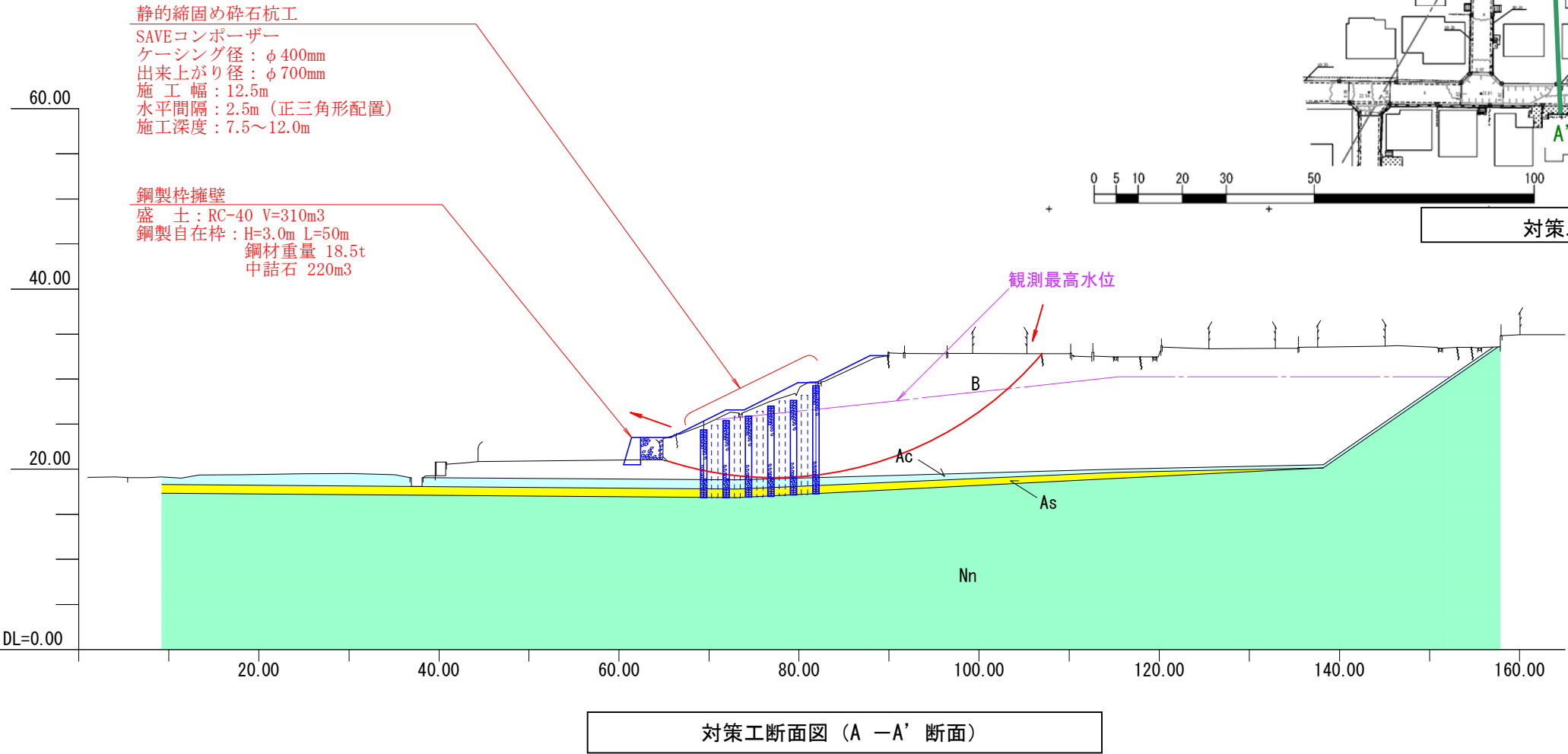
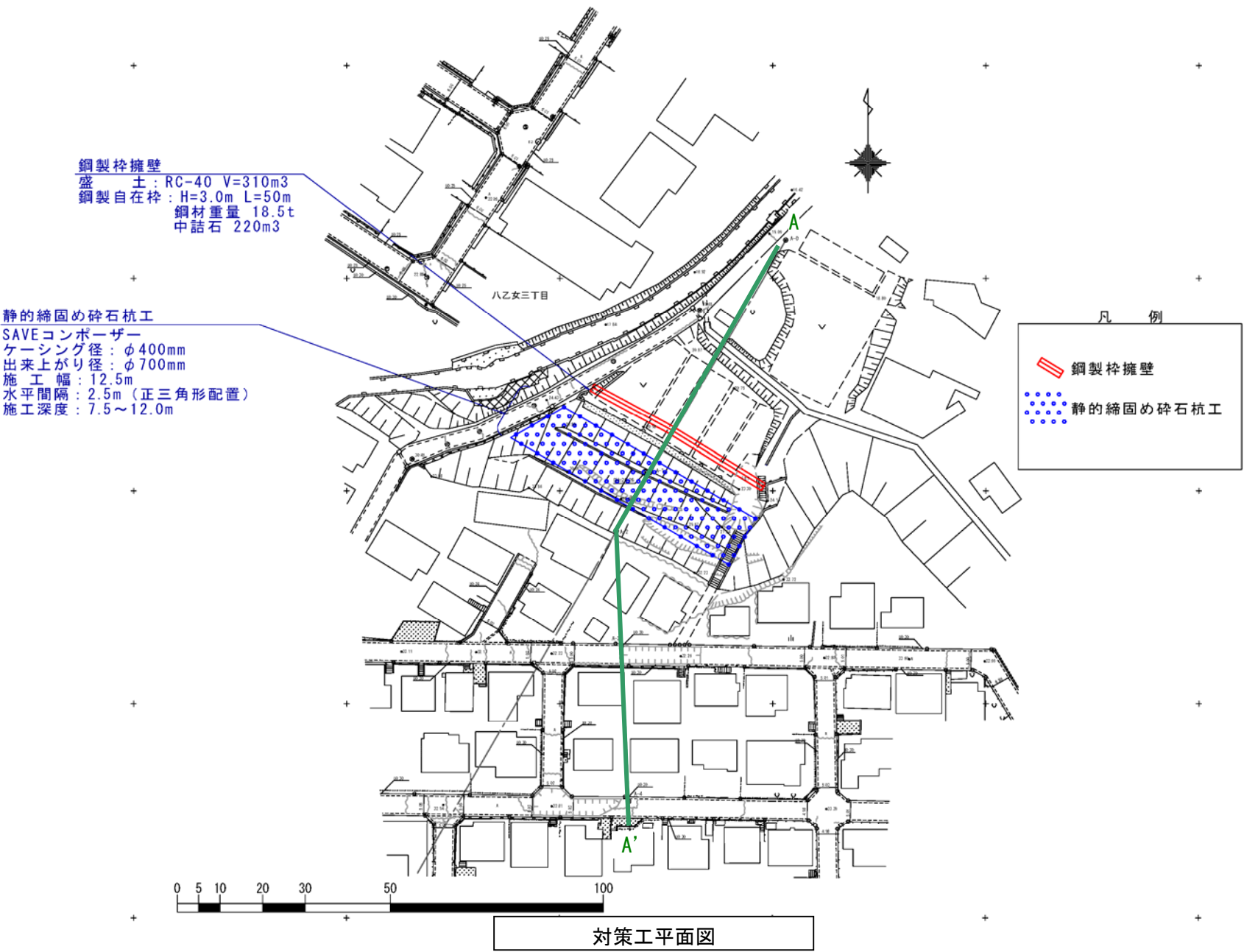
地震時：Fs=1.0



対策工断面図 (A-A' 断面)

B 案：静的締固め砕石杭工、鋼製枠擁壁

- 対策工の設置理由と目的
- 【静的締固め砕石杭工】
締固めにより盛土の密度を上げ地盤を強化し、液状化を防止するもの。
砕石杭のせん断抵抗により、盛土の安定化を図るもの。
- 【鋼製枠擁壁工】
盛土のり尻部の安定性を向上させるもの。
- 【計画安全率】
常 時：Fs=1.2
地震時：Fs=1.0



C案：横ボーリング、鋼製枠擁壁＋押え盛土

■対策工の設置理由と目的

【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。

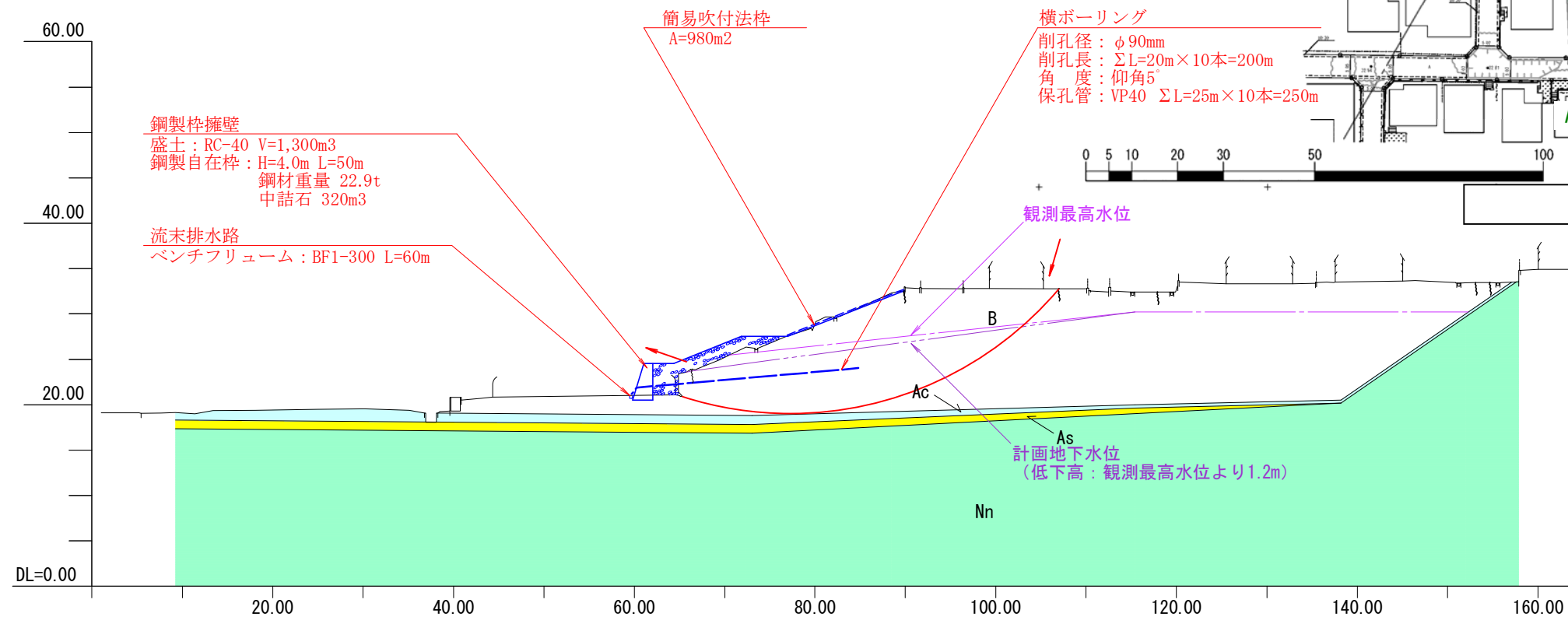
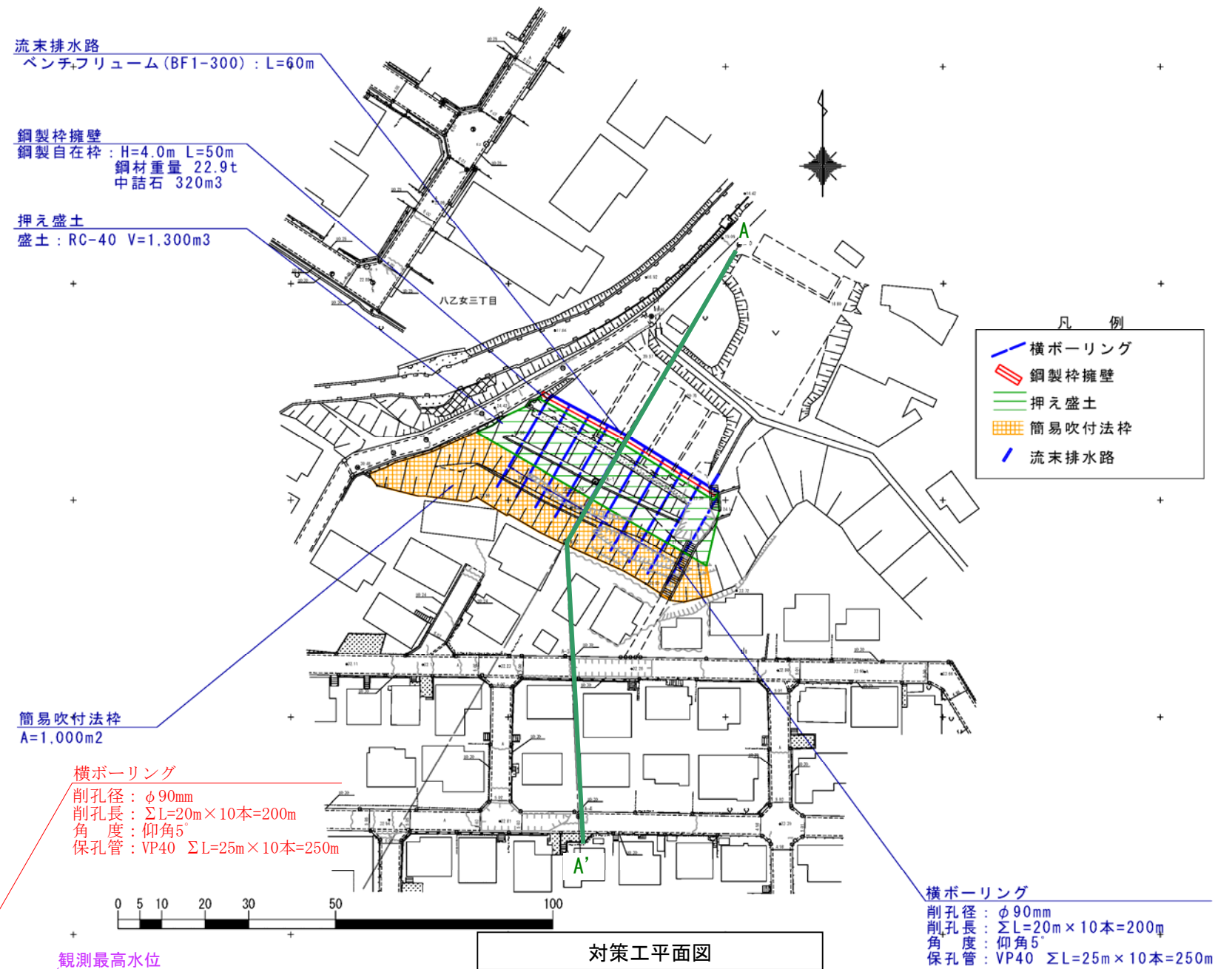
【鋼製枠擁壁工＋押え盛土】

のり面崩壊の下部に盛土して安定化させると共に、擁壁により不安定な盛土のり尻部を安定化させるもの。

【計画安全率】

常 時：Fs=1.2

地震時：Fs=1.0

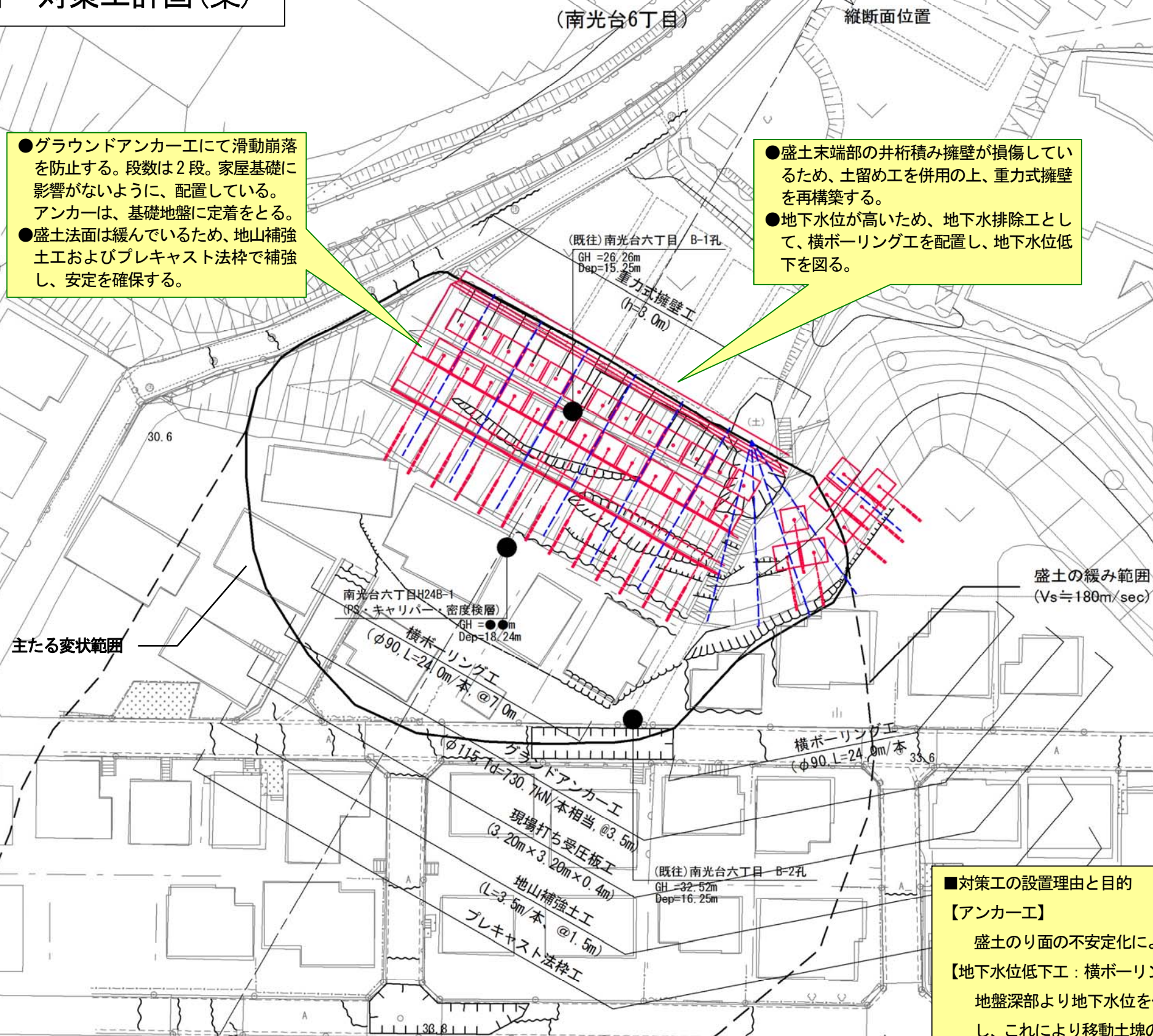


対策工断面図 (A-A' 断面)

(2) 平成 24 年度検討 対策工計画(案)

- グラウンドアンカー工にて滑動崩落を防止する。段数は2段。家屋基礎に影響がないように、配置している。アンカーは、基礎地盤に定着をとる。
- 盛土法面は緩んでいるため、地山補強土工およびプレキャスト法枠で補強し、安定を確保する。

- 盛土末端部の井桁積み擁壁が損傷しているため、土留め工を併用の上、重力式擁壁を再構築する。
- 地下水位が高いため、地下水排除工として、横ボーリング工を配置し、地下水位低下を図る。



■対策工の設置理由と目的

【アンカー工】

盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊に対し、移動土塊の抑止を図る。

【地下水位低下工：横ボーリング工】

地盤深部より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。災害手帳に順じ安全率の上昇を5%見込む。

※ 対策工は、主たる変状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。

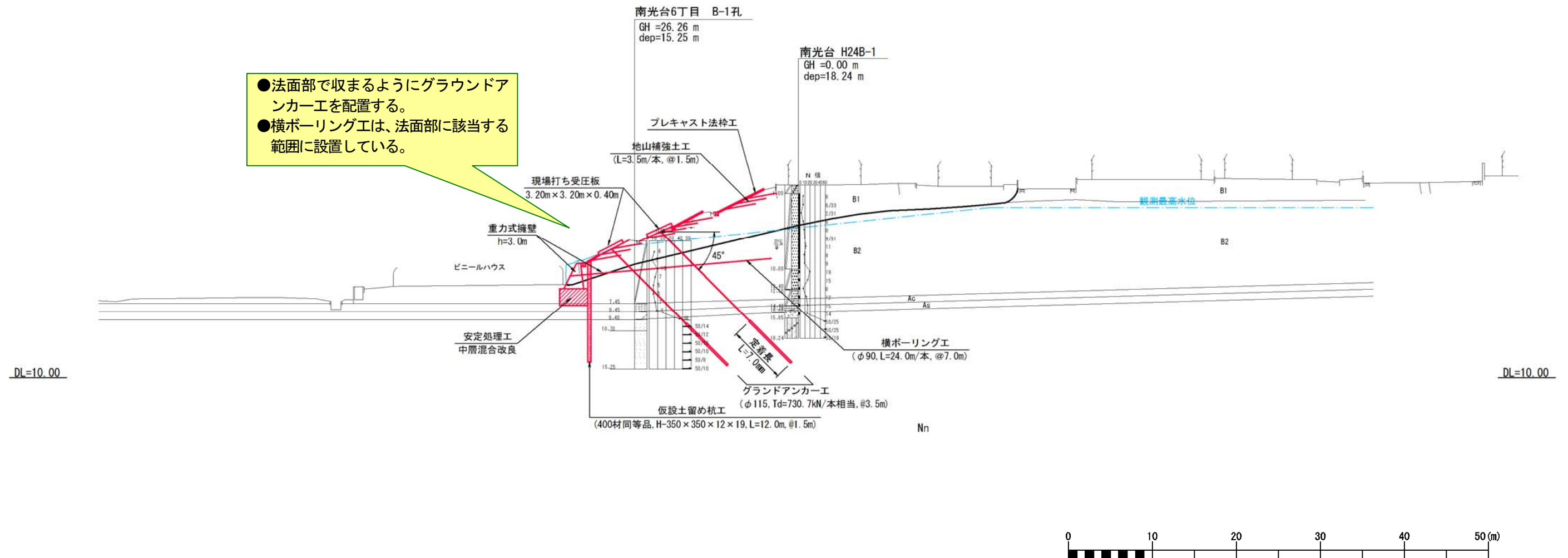
■計画安全率

常 時； $F_s = 1.5$ ，地震時； $F_s = 1.0$

※ 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。

(南光台6丁目)

- 法面部で収まるようにグラウンドアンカー工を配置する。
- 横ボーリング工は、法面部に該当する範囲に設置している。



※ 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。

平成23年度		
路線名	施工位置	泉区南光台6丁目地内
対策工断面図		
縮尺	1:250	
設計	製図	全葉の内
仙台市		