第 10 回技術専門委員会

平成 24 年 8 月 31 日

資料１－１

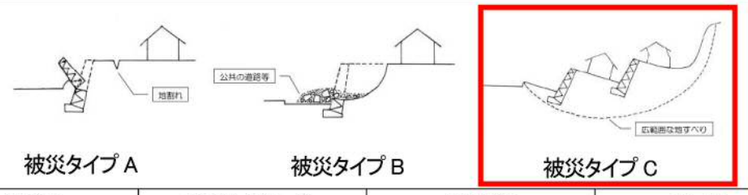
「高野原１丁目（北）地区」

1．概要書

区　名	青葉区	地区名	高野原１丁目(北)	主な街区	3, 4 番街区

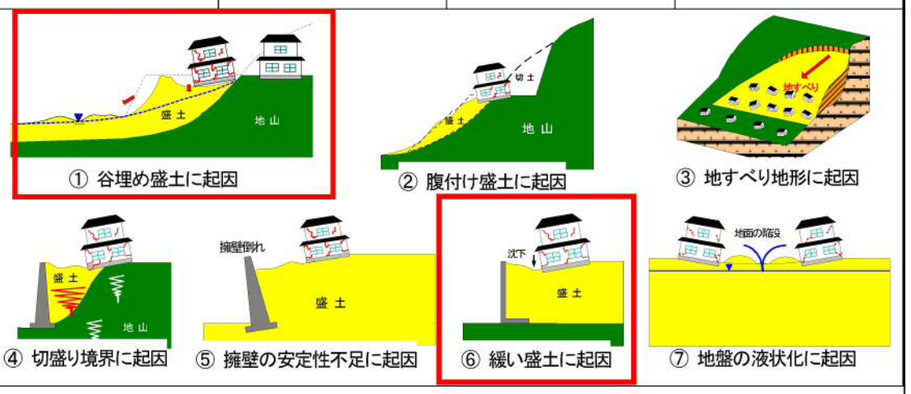
【被害概要】

被害分類	被災タイプ A	被災タイプ B	被災タイプ C



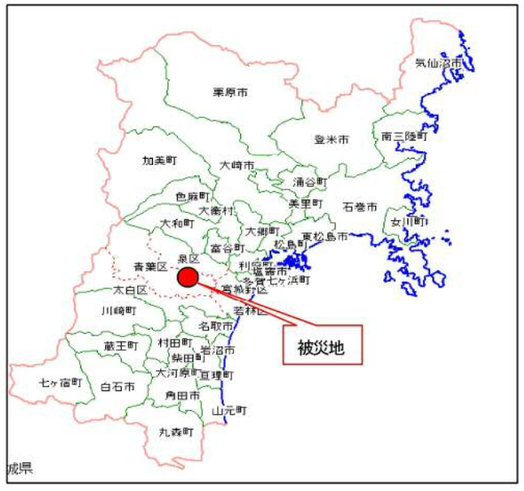
被害宅地	面 積	約 14, 300 ㎡	宅地数	13 宅

被害要因



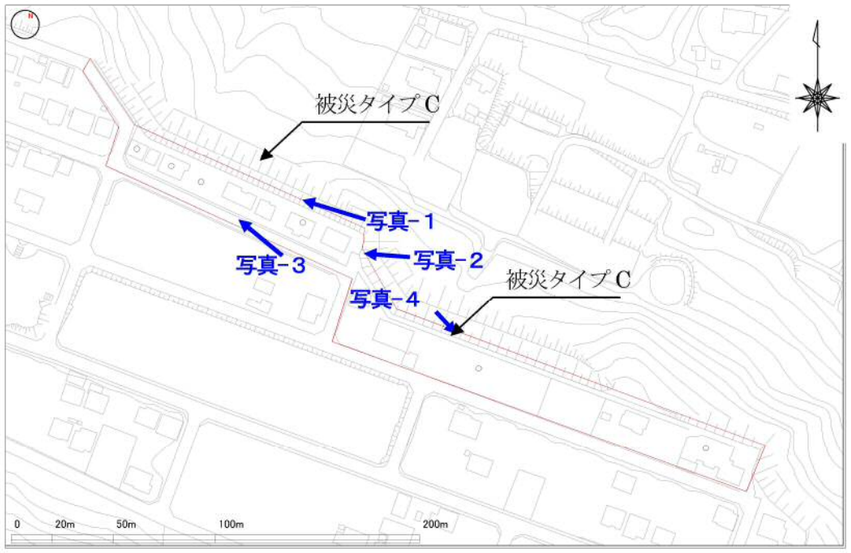
① 谷埋め盛土に起因　② 腹付け盛土に起因　③ 地すべり地形に起因
④ 切盛り境界に起因　⑤ 擁壁の安定性不足に起因　⑥ 緩い盛土に起因　⑦ 地盤の液状化に起因

【位 置 図】



Yahoo!地図より引用・加筆

【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

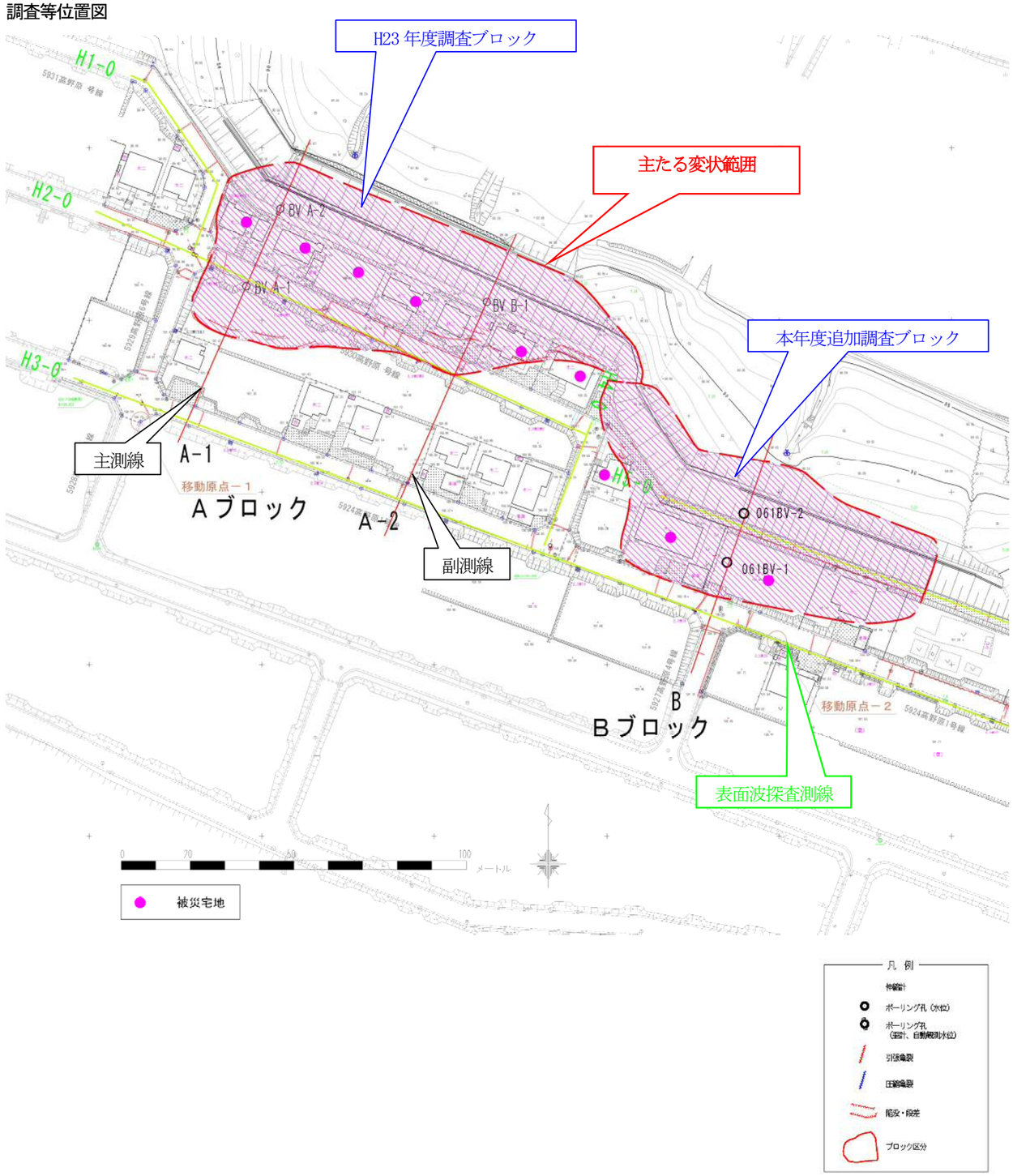
追加調査項目一覧

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	61BV-1 61Bv-2	Ｂブロックの地質及び地下水状況を把握し、設計及び施工時の基礎資料とする。
表面波探査	H1～H5	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、既設道路上にて縦断方向に実施。
室内土質試験	61BV-1 61Bv-2	室内土質試験（物理試験一式）を実施し、盛土層の主とした地盤の物理特性を補完する。

作業イメージ

機械ボーリング掘進	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

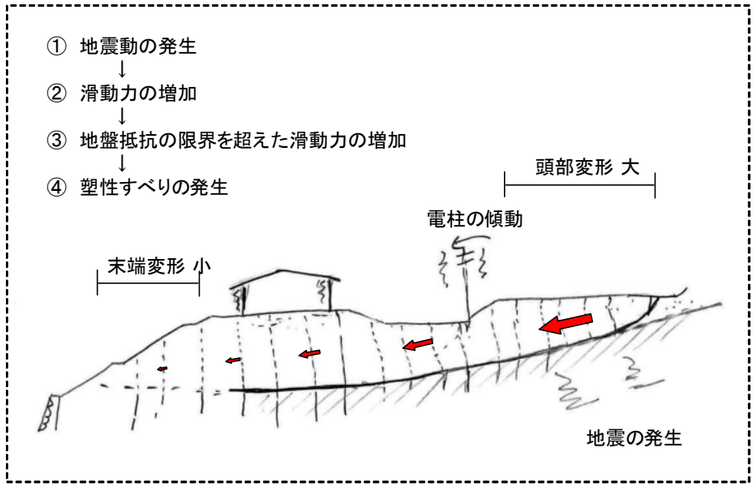
本地区の変状は、開放側である谷側に向かう盛土の変状で、変状箇所の大半は盛土切土境界部に位置する。水平変位が卓越することから盛土土塊が全体に谷側へすべったものと判断される。しかし、末端の擁壁部や法面に明確な変状が生じていないことから、頭部の変位は末端で徐々に吸収されて小さくなっているものと判断される。主たるすべりの変位箇所はＮ値（2～4）が最も小さくなる盛土底面～旧表土付近（深度 4～6m 付近）と想定される。まとめると以下のようになる。

素　因	・ やや「緩い」材質の盛土（現地発生土の由来として大年寺層の強風化砂岩）と旧表土（シルト質砂）の存在 ・ 谷埋め盛土で集水しやすく、地山地下水が全体に高い
誘　因	・ 最大震度6弱（仙台市青葉区、2011 年 3 月 11 日発生） ・ 継続時間の長い地震動

⇩

変状発生	・ 地震動により盛土中の特に脆弱な部分が上下左右に揺すられ、過剰間隙水圧などが発生し盛土～旧表土（シルト質砂）内ですべりが発生した。 ・ すべりの変位は水平方向が卓越するが、頭部から末端に欠けて変位は徐々に吸収され末端変位は少ない。

地震時すべり発生のメカニズム



平成 24 年度 検討内容

本地区の変状は、開放側である谷側に向かう盛土の変状で、変状箇所の大半は盛土切土境界部に位置する。水平変位が卓越することから盛土土塊が全体に谷側へすべったものと判断される。しかし、末端の擁壁部や法面に明確な変状が生じていないことから、頭部の変位は末端で徐々に吸収されて小さくなっているものと判断される。主たるすべりの変位箇所は表面波探査結果から速度層 180m/sec 以下の表層 2～5m と想定される。~~Ｎ値（2～4）が最も小さくなる盛土底面～旧表土付近（深度 4～6m 付近）と想定される。~~まとめると以下のようになる。

素　因	・ やや「緩い」材質の盛土（現地発生土の由来として大年寺層の強風化砂岩）~~と旧表土（シルト質砂）の存在~~ ・ 谷埋め盛土で集水しやすく、地山地下水が全体に高い
誘　因	・ 最大震度6弱（仙台市青葉区、2011 年 3 月 11 日発生） ・ 継続時間の長い地震動

⇩

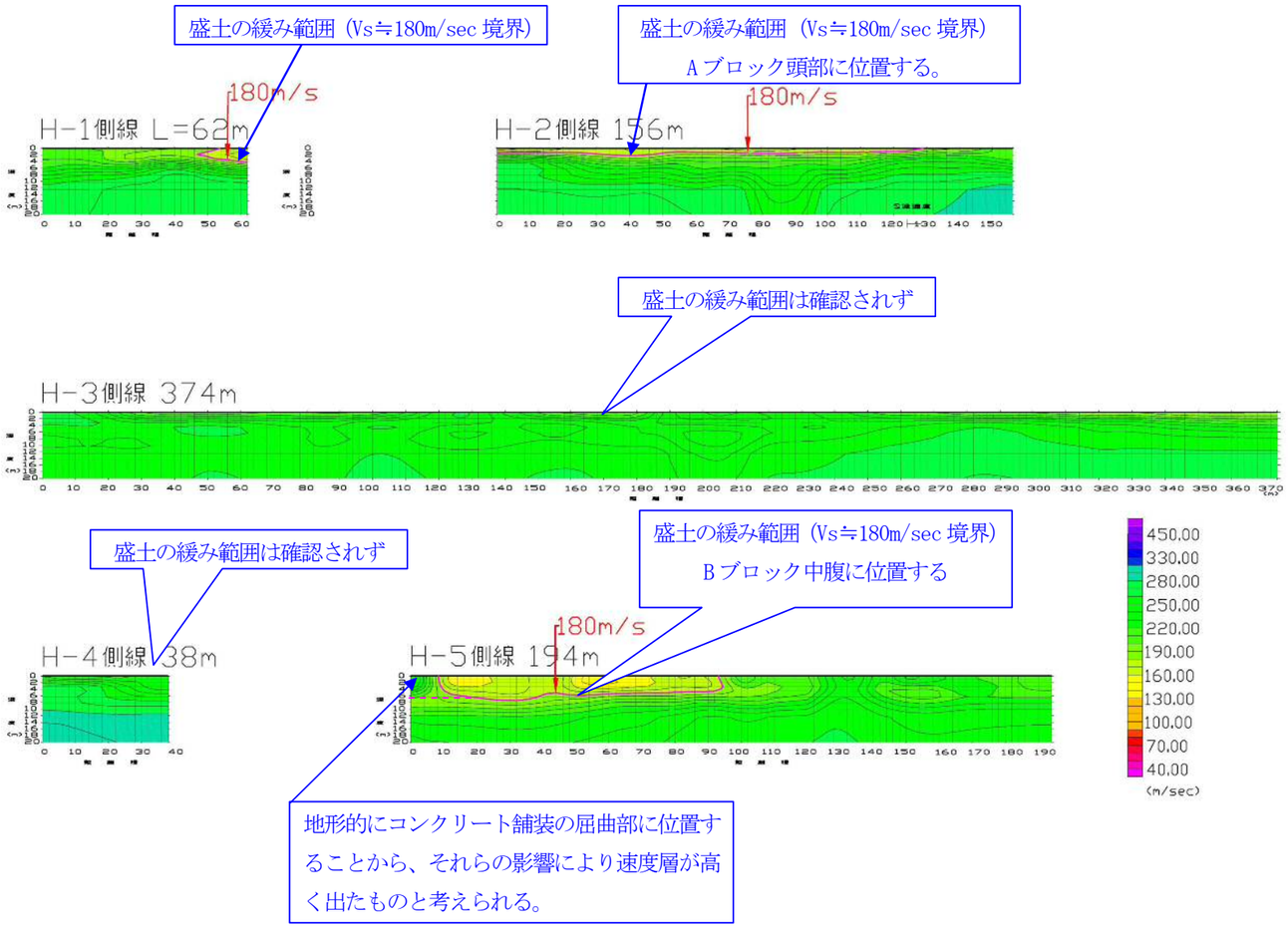
変状発生	・ 地震動により盛土中の特に脆弱な部分が上下左右に揺すられ、過剰間隙水圧などが発生し盛土~~～旧表土（シルト質砂）~~内ですべりが発生した。 ・ すべりの変位は水平方向が卓越するが、頭部から末端に欠けて変位は徐々に吸収され末端変位は少ない。

被害状況から、「盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべり的変形」が発生したものと推察される。

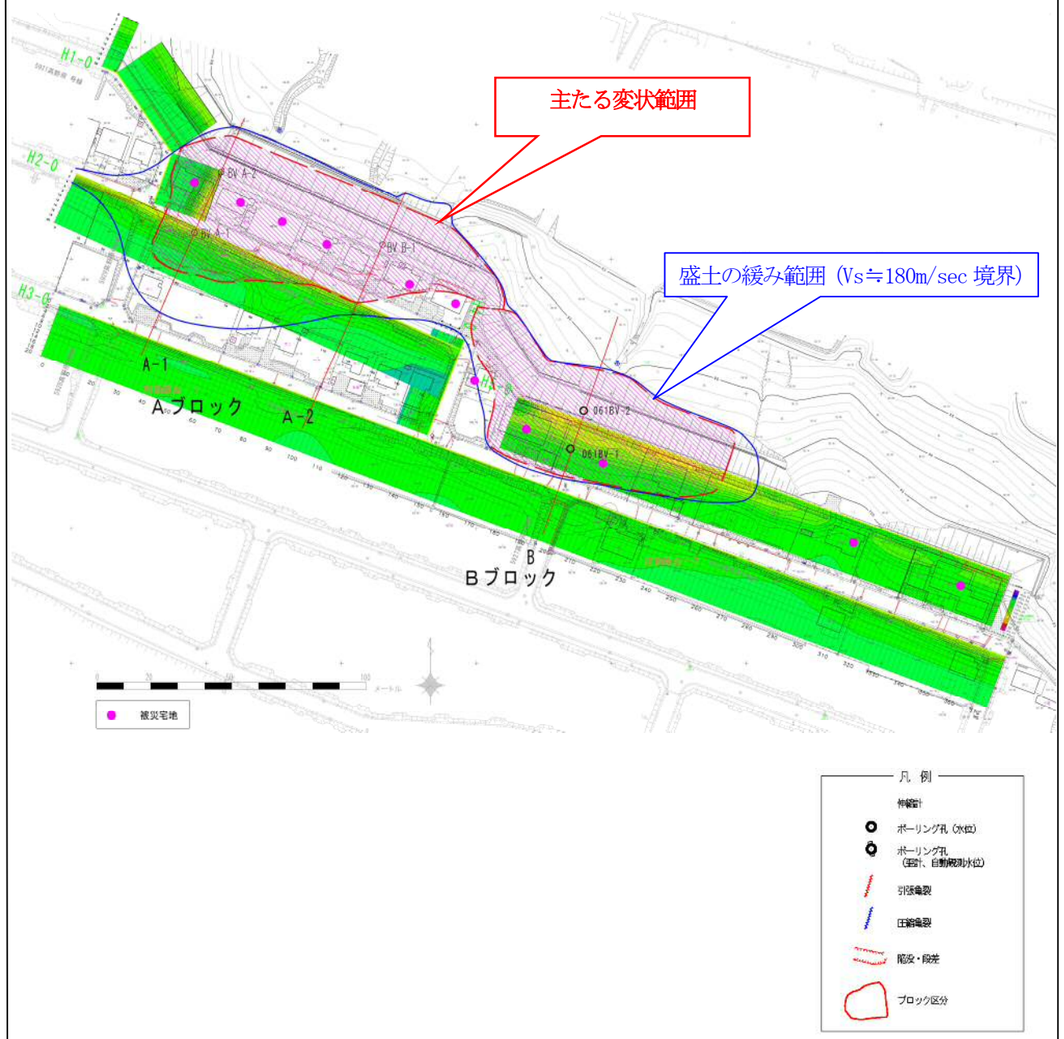
なお、本箇地区の東側には H23 年度に行った A ブロックと同規模の B ブロックが存在する。変状はややや小さいものの A ブロックと同様の変状メカニズムと推定される。

4. 表面波探査結果

【表面波探査 速度層断面図】



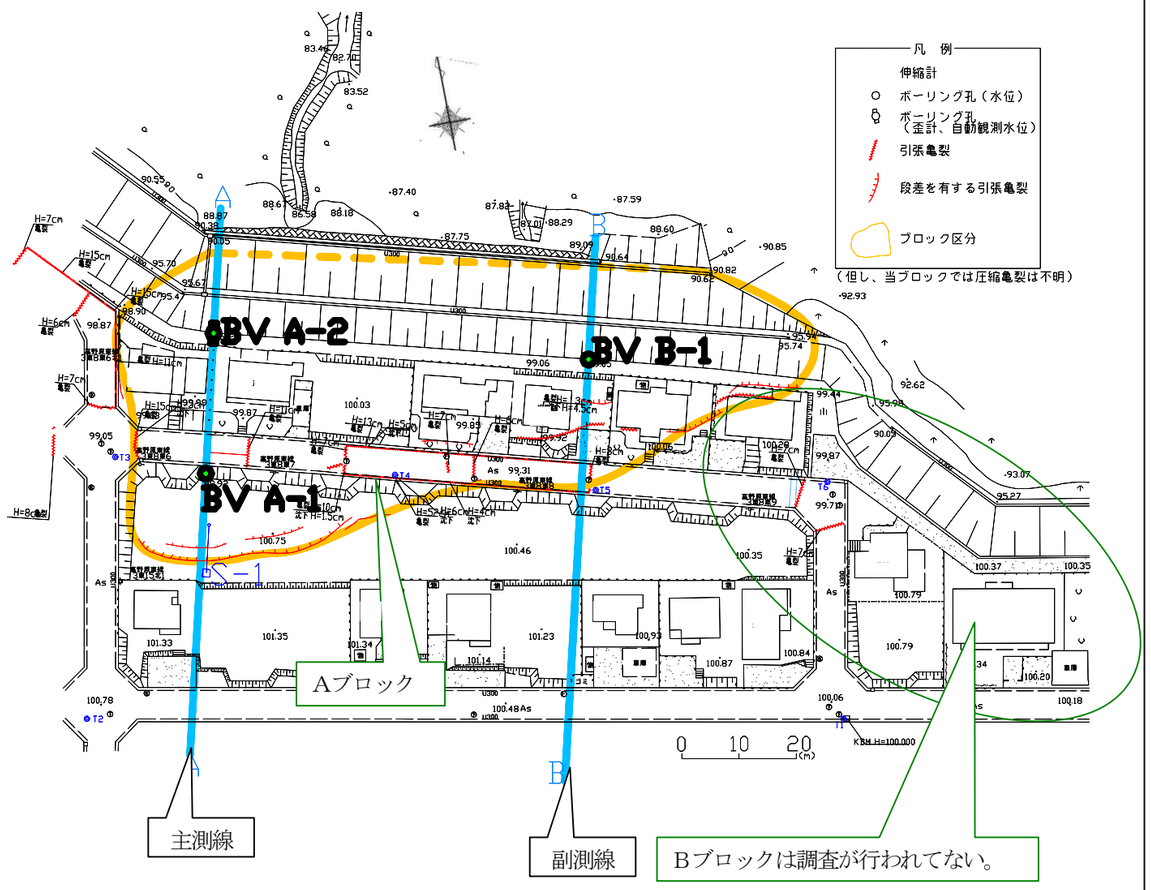
【速度層断面 平面配置図】



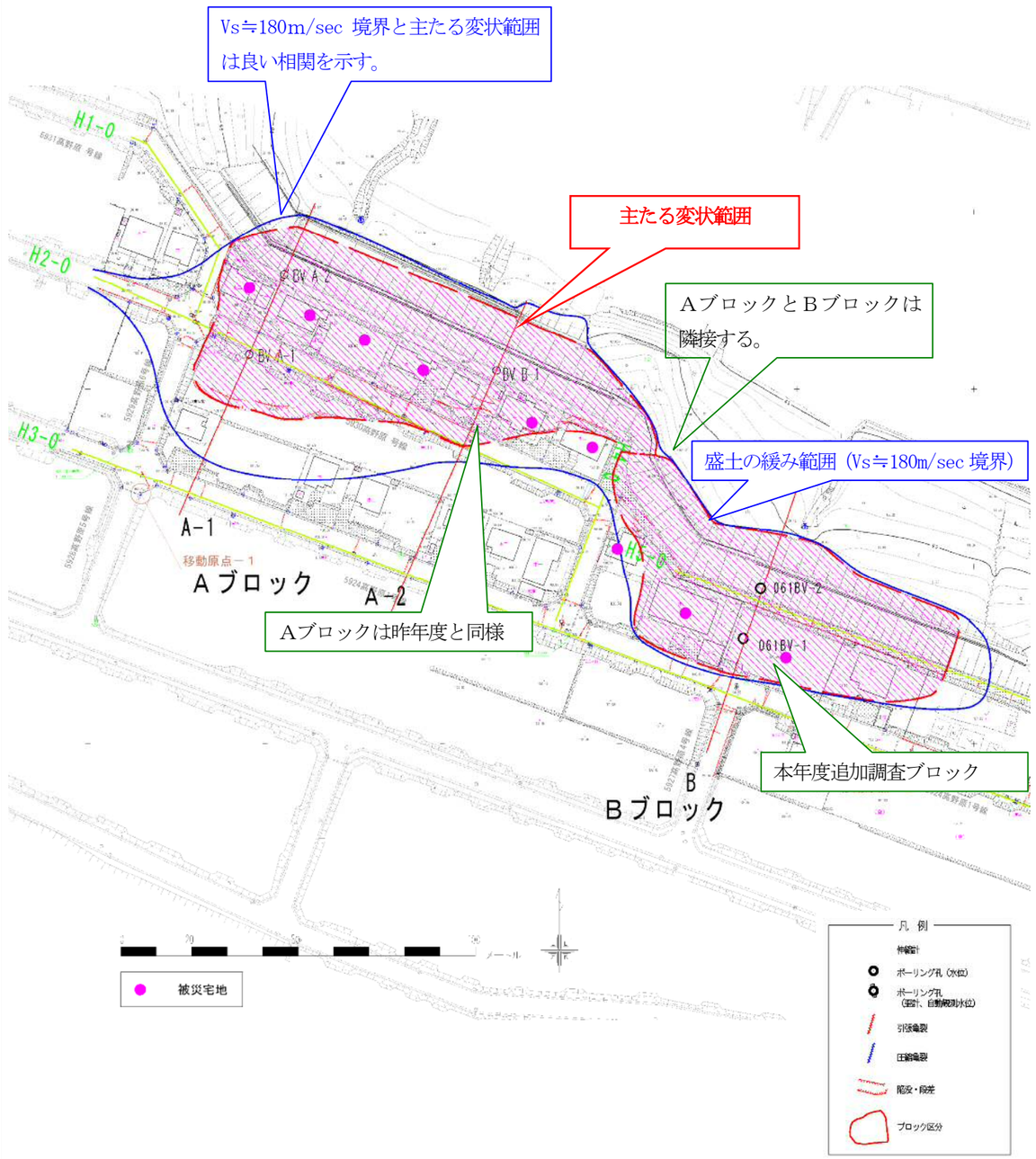
・せん断波速度 Vs=180m/sec の境界は、主たる変状範囲の分布と概ね一致しており、本境界が盛土の緩み範囲を示すものと想定される。

・速度層断面図より推定できる盛土の最大緩み深度は、のりの肩部で概ね 5m である。

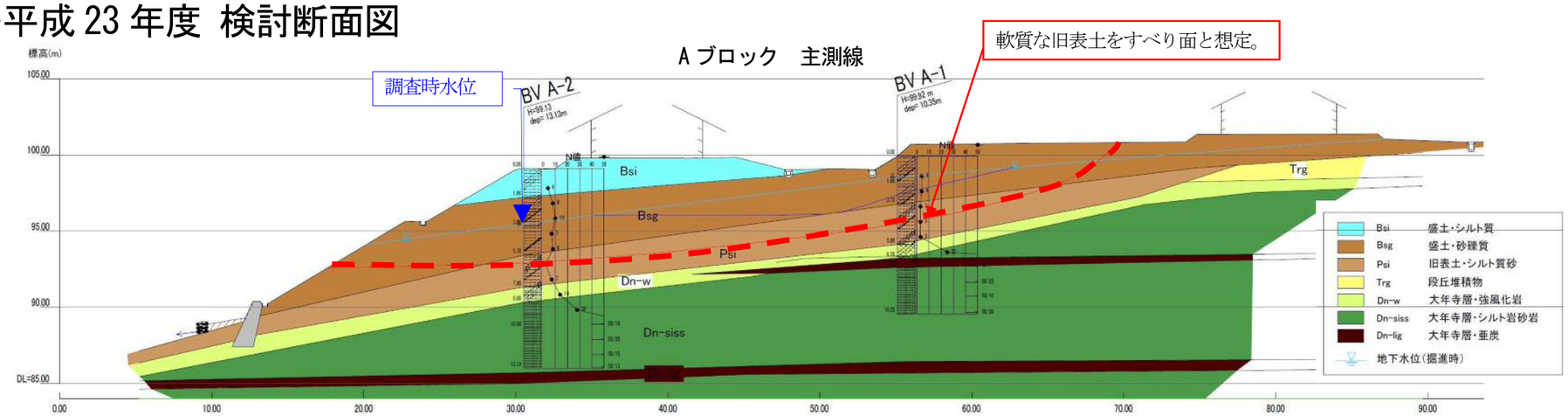
◆平成 23 年度 検討平面図



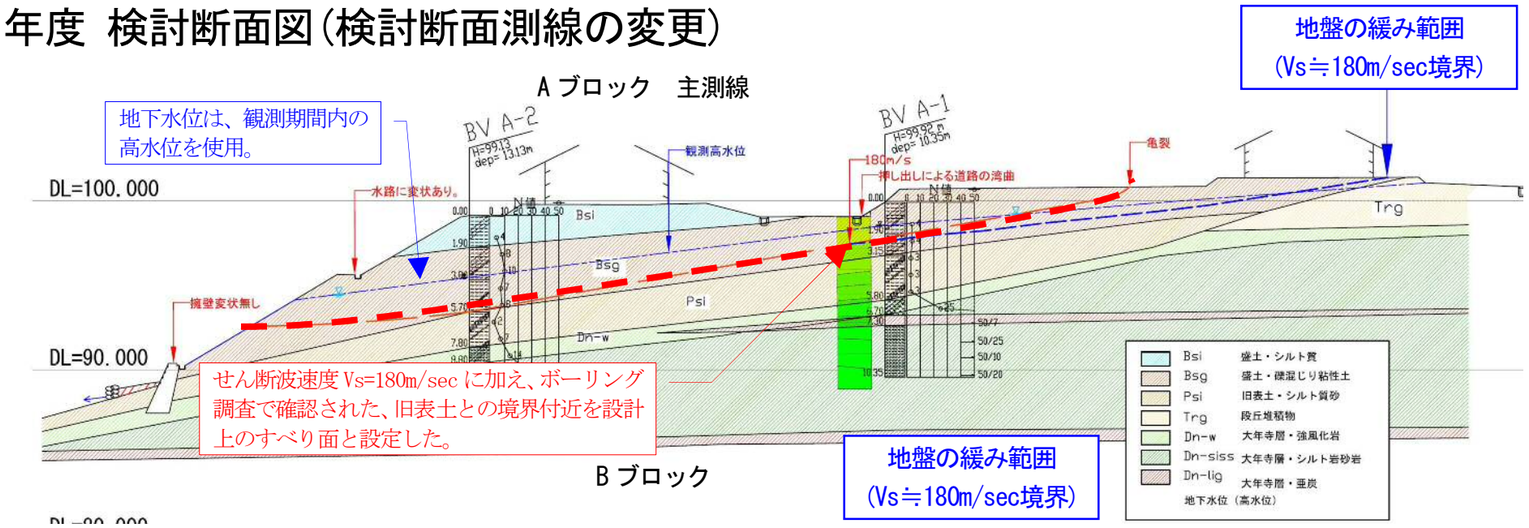
◆平成 24 年度 検討平面図



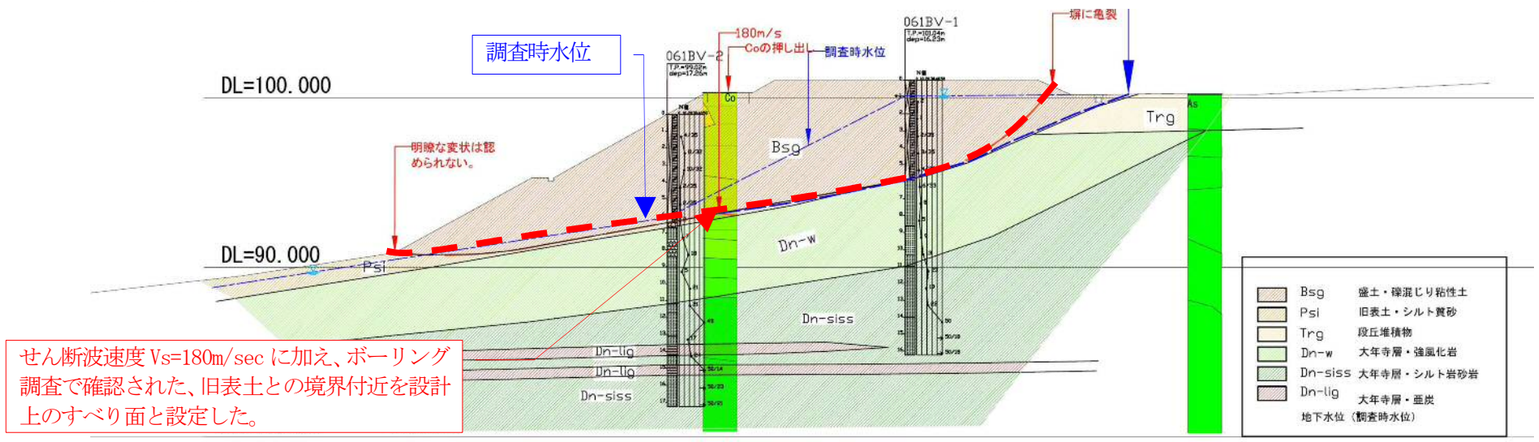
◆平成 23 年度 検討断面図



◆平成 24 年度 検討断面図（検討断面測線の変更）



B ブロック



５．対策方針

平成 23 年度検討内容

本地区の対策方針としては、まず (1)地震時にすべり助長要因となる過剰間隙水圧を低下させるため地下水排除工を設置し、(2)頭部にある地すべり滑動力を軽減するための滑動力低減工を設置することを提案する。

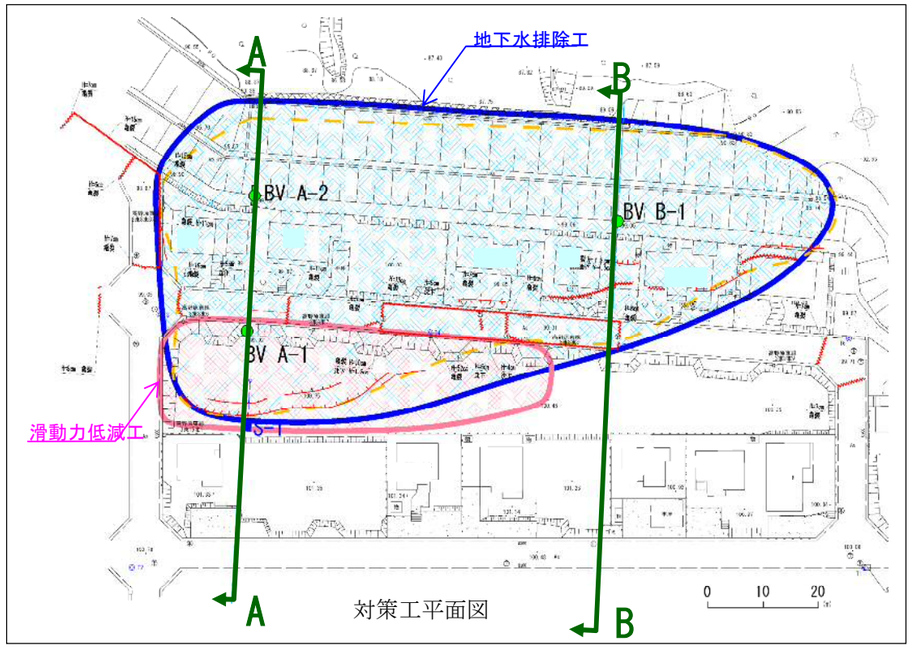
上記選定結果に至った理由を説明する。

(1) 地下水排除工

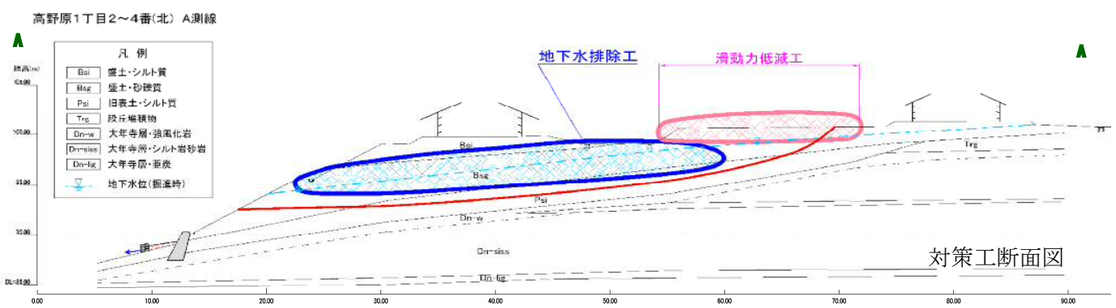
掘進時に地下水が高かったことから、旧表土（Psi 層）付近を地下水制限床とした浅層地下水の存在があって、これが、地震と相まって過剰間隙水圧が発生し、地盤のすべり～変形を助長したと判断される。したがって、まずは暗渠工などによって浅層地下水の排除を行い、地盤の長期安定化を計ることが肝要である。尚、盛土並びに旧表土（シルト質砂）は共に湿潤密度が $\rho t=1.65g/cm^2$ 以上で、それほど圧縮性の高い地盤でない。このことから地下水排除による沈下は少ないと予想される。

(2) 滑動力低減工

末端の現象は明確ではないが、頭部の引張現象は明確である。したがって、この部分での切土などの滑動力低減工は有効と判断する。



対策工平面図



対策工断面図

平成 24 年度検討内容

本地区の対策方針としては、まず (1)地震時にすべり助長要因となる過剰間隙水圧を低下させるため地下水排除工を設置し、(2)~~頭部にある地すべり滑動力を軽減するための滑動力低減工を設置することを提案する。~~

「盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべり的変形」に対して抑止効果の高い抑止工を提案する。

上記選定結果に至った理由を説明する。

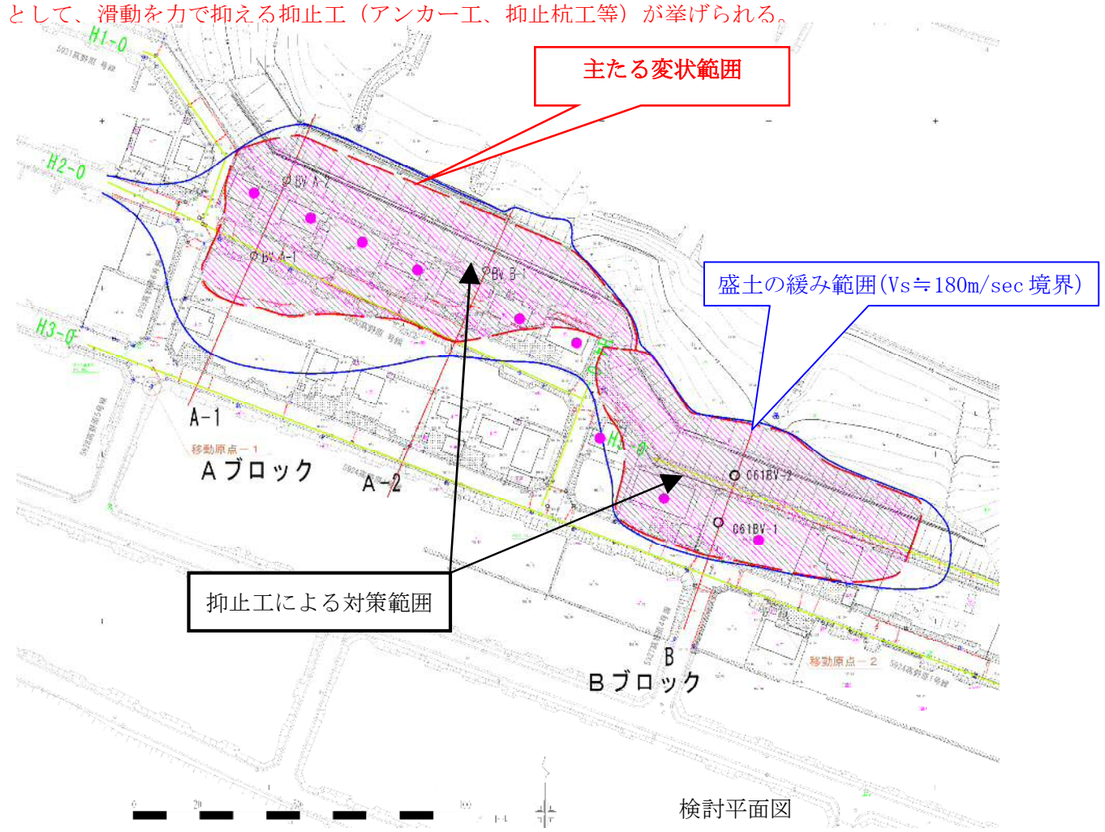
(1)地下水排除工

掘進時に地下水が高かったことから、旧表土（Psi 層）付近を地下水制限床とした浅層地下水の存在があって、これが、地震と相まって過剰間隙水圧が発生し、地盤のすべり～変形を助長したと判断される。したがって、まずは暗渠工などによって浅層地下水の排除を行い、地盤の長期安定化を計ることが肝要である。尚、盛土並びに旧表土（シルト質砂）は共に湿潤密度が $\rho t=1.65g/cm^2$ 以上で、それほど圧縮性の高い地盤でない。このことから地下水排除による沈下は少ないと予想される。

(2)~~滑動力低減工~~　抑止工

~~末端の現象は明確ではないが、頭部の引張現象は明確である。したがって、この部分での切土などの滑動力低減工は有効と判断する。~~（宅地造成地内における排土・盛土等による地形改変は不可能となるため）

抑止工は、「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。「盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべり的変形」に適する工法、且つ現地条件に合致した工法として、滑動を力で抑える抑止工（アンカー工、抑止杭工等）が挙げられる。



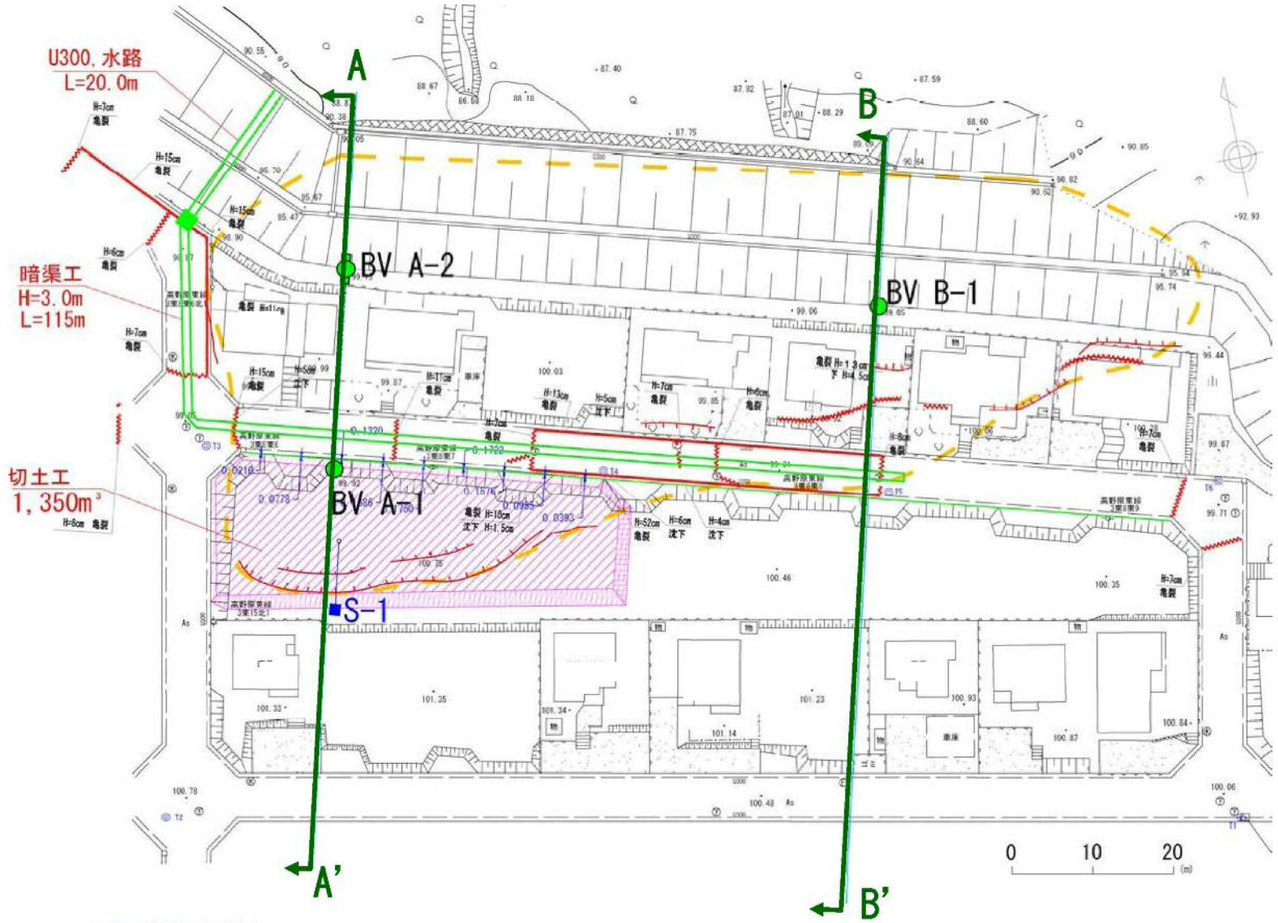
検討平面図

参 考 資 料

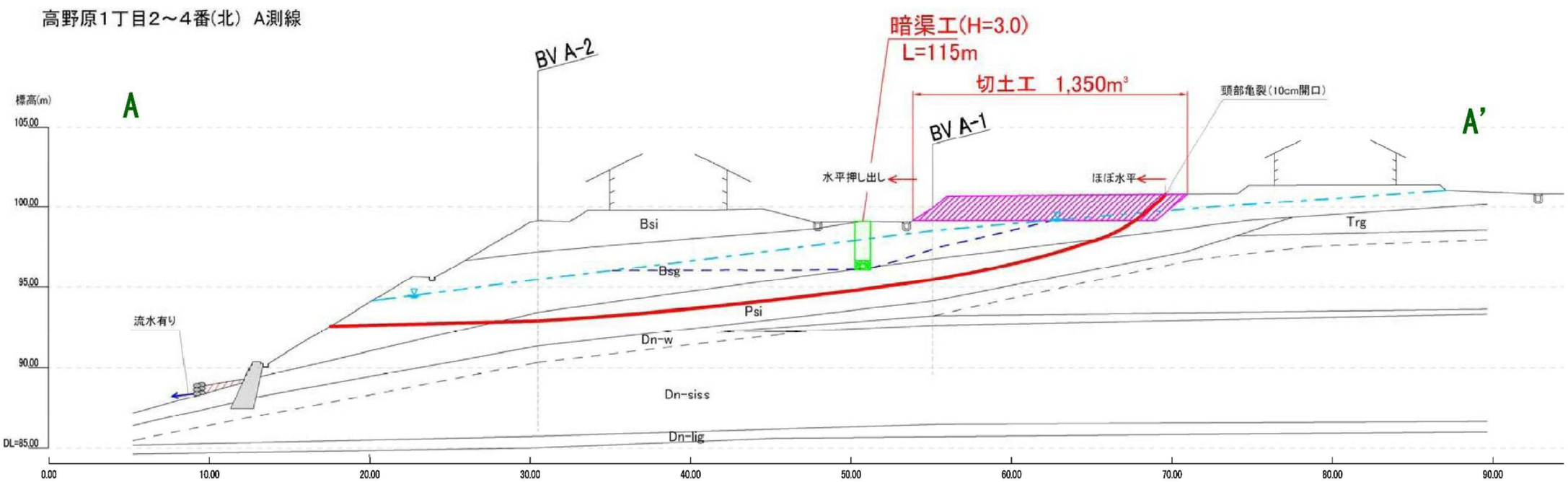
（１）平成 23 年度検討 対策工計画例

■対策工概要

・すべりの推進力となっている頭部土塊を軽減し、安定化を図る。
・頭部は現況空地であるので、切土が可能である。
・地表から近い位置に分布する地下水は暗渠工により排除する。
・設置位置は道路上が望ましい。



対策工平面図（縮尺：任意））

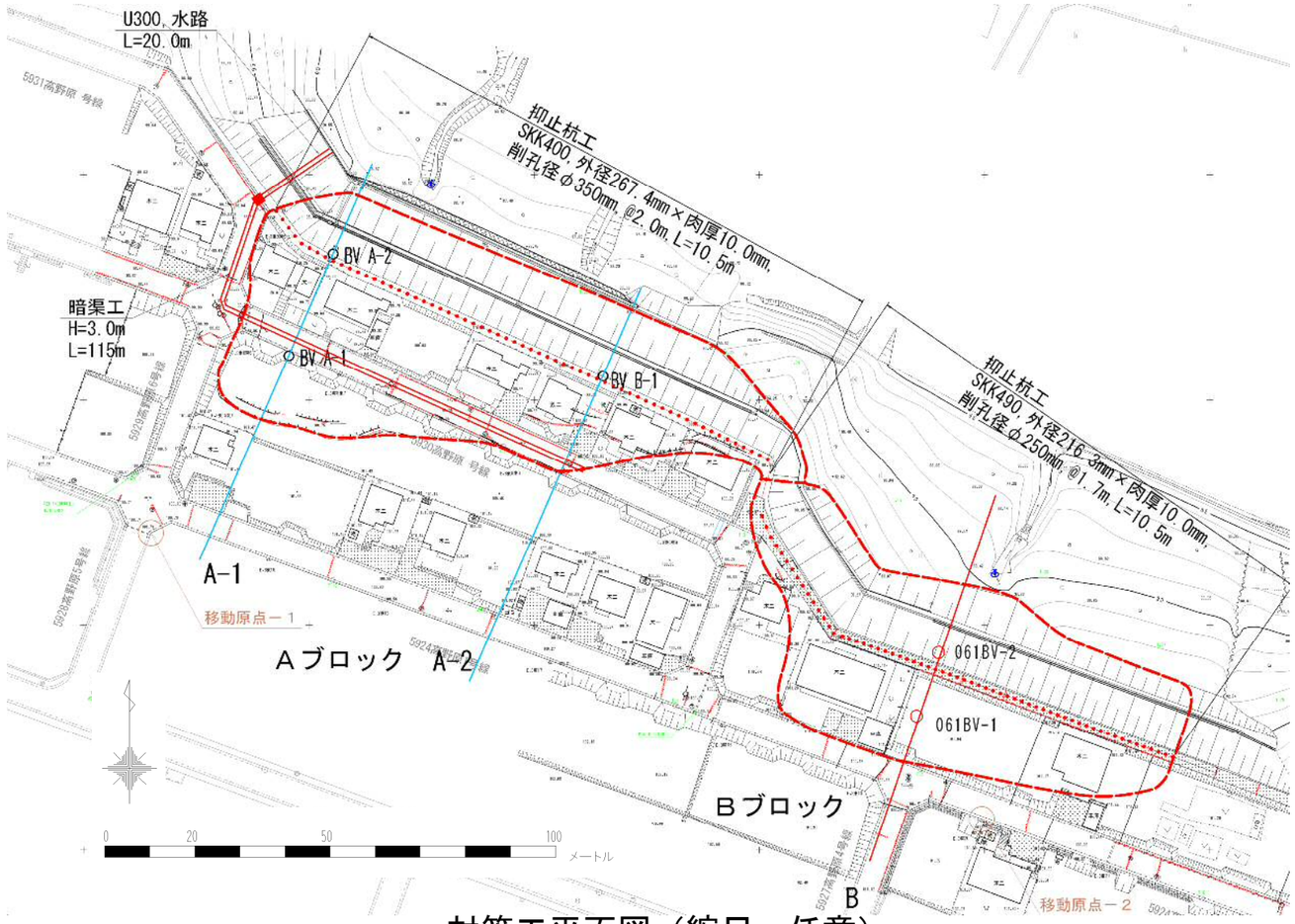


対策工横断面図（縮尺：任意））

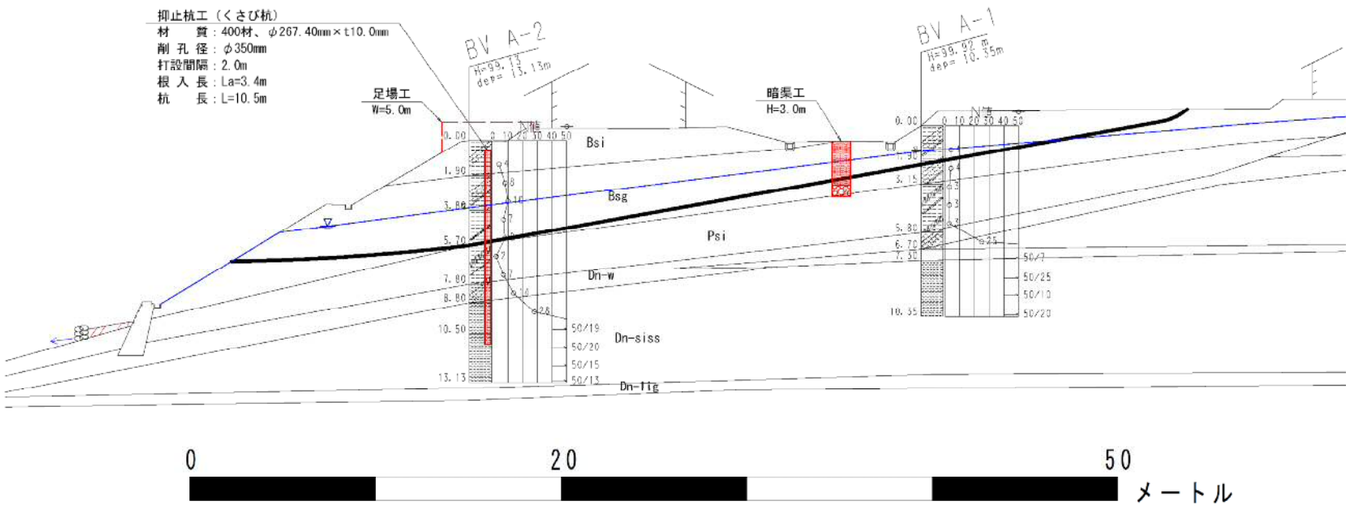
（２）平成 24 年度検討 対策工計画例

■対策工概要

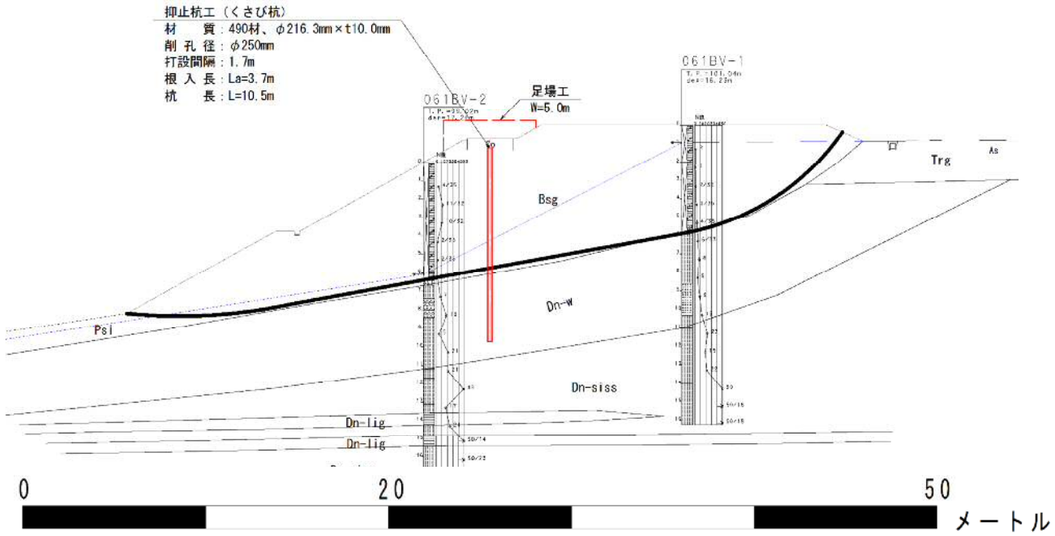
・鋼管杭を一定のピッチで打設し、杭の曲げ抵抗によって地震時のすべりを抑止する。
・くさび杭として、想定すべりブロックの中間付近に打設する。
・杭は宅地裏の歩道上に打設する。
・地表から近い位置に分布する地下水は暗渠工により排除する。
・設置位置は道路上が望ましい。(H23 年計画と同様)



対策工平面図（縮尺：任意）



標準横断図 A 測線（縮尺：任意）



標準横断図 B 測線（縮尺：任意）

※　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。