

阿武山観測所で発生した小規模斜面崩壊に対する対策について

企画情報技術グループ 坂 靖範

1. 業務の概要

阿武山地震観測所にて昨年 6 月の集中豪雨により敷地内で小規模な斜面崩壊が発生した。崩壊規模は幅 25m 程度、高さ最大 4m 程度と小規模ではあるが、崩壊地近傍に民家があったため、現況復旧だけではない対策工の設置が求められた。

2. 崩壊状況

斜面崩壊の状況写真を写真 1 に示す。同写真より、斜面崩壊の規模の小ささが読み取れる。しかし、崩壊斜面前方約 6m には民家が建っており、地元住民の不安をあおる状態となっている。

写真にあるように、当該斜面前方には民家が写っているが、これはここ 3 年ほどの間に行われた造成によるものである。造成前の測量図面を見ると、当該斜面には小規模な沢地形が認められるが、造成後はその沢地形がなくなっており、造成時に埋められたものとみられる。このため、降雨時に地下水位が上昇し、間隙水圧の増加による有効応力の低下が発生し、斜面崩壊が発生したものと推定された。また後述するボーリング結果によると、埋め戻しに使われた材料は現場発生土で、その締め固めが十分行われていないものと推定された。



写真 1 崩壊斜面の状況

ブルーシートで覆われている部分が斜面崩壊を起こした箇所。写真撮影時には斜面は落ち着いている

3. 対策方針

一般的な斜面崩壊に対する対策としては、

- ①地下水位の低下
- ②移動土塊の排除
- ③抑止力の増大

といったものが挙げられる。今回の斜面崩壊に関しては、②を行うと、安定している移動土塊の足元を払う結果になりかねないため、その採用にあたっては十分な検討が必要になる。

対策工の選定にあたって、地形・地質状況及び地山の状態を確認する必要がある。このため、以下の調査を実施することとした。

- ①地表踏査
- ②調査ボーリング

4. 調査結果

4. 1 地表踏査結果

地表踏査の結果、当該斜面を含む阿武山観測所周辺に分布する地質は、下位から

- 中・古生界に属する丹波層群の砂岩・泥岩の互層
- 新生代第三紀～第四紀の鮮新～更新統に属する大阪層群茨木累層
- 完新世堆積物

である。

地表面で観察される丹波層群は風化が非常に進行しており、ハンマーの軽打で容易に破砕することができる（写真2）。大阪層群は、切土法面中で観察され、粘性土により構成される。既往文献では、下位の丹波層群にアバットしている。完新世堆積物は、崖錘堆積物であり、沢地形を埋める形で分布しており層厚は2mを超える。

地表面には、複数の旧崩壊地形が観察され、杉の幹曲がり等も明瞭である。また、阿武山から流下する沢部には砂防指定がかかっているものもあり、阿武山からの土砂の供給量の多さがうかがわれる。

以上の結果から、阿武山地震観測所周辺では、未固結の崖錘堆積物及び強風化した丹波層群内で過去から小規模な崩壊が継続して発生しているものと推定される。

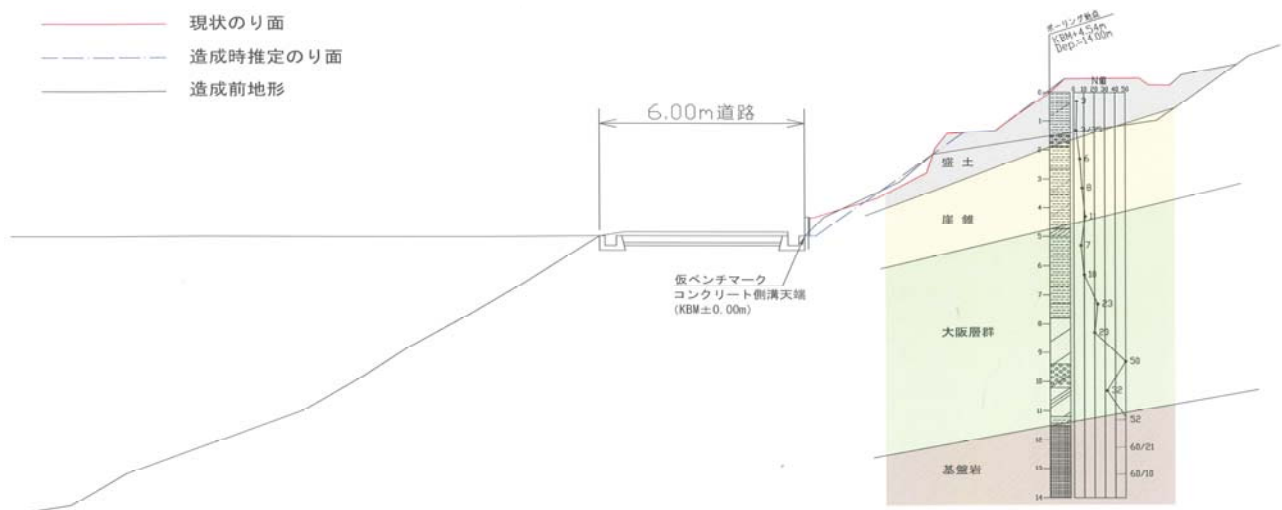
4. 2 調査ボーリング結果

調査ボーリングは、崩壊斜面上方の自然斜面上で実施した。

調査ボーリングより想定される想定地質断面図を図1に示す。同図より、崩壊箇所では当初想定とおり盛土（埋め土）が施工されており、N値3回以下と非常に緩いものであった。盛土は、粘性土を主体としており、内部に木片等を含む。盛土の下位には層厚3m程度の崖錘堆積物が分布しており、N値は6～11回と粘性土としては比較



写真2 強風化して崩壊している丹波層群



的硬質である。崖錘堆積物も粘性土を主体としている。崖錘堆積物の下位には大阪層群の粘性土・砂質土の互層が分布しており、ボーリングで確認された層厚は約 7m である。粘性土層の N 値は 7～23 回と比較的硬質～硬質であり、砂質土層の N 値は 20～50 回以上と中位～密な状態となっている。最下位には丹波層群の泥岩が確認されたが、ほぼ完全に破碎されておりコアは指圧により容易に潰せた。

今回は一本のボーリングにより想定地質断面図を作成しているが、既往の文献等によると、大阪層群と丹波層群の関係はアバット不整合であり、基礎地盤出現深度が谷に向かい急激に深くなっているものと予想される。

対策工の選定に当たり、一般的に擁壁等で良好な基礎地盤と見なせる粘性土で N 値 10 回以上、砂質土で N 値 20 回以上の基礎地盤出現深度は調査地点で GL-7m 以深である。地層の傾斜等を考慮すると、対策工実施予定位置（道路脇近傍）ではさらに深いことも予想される。

5. 対策工の選定

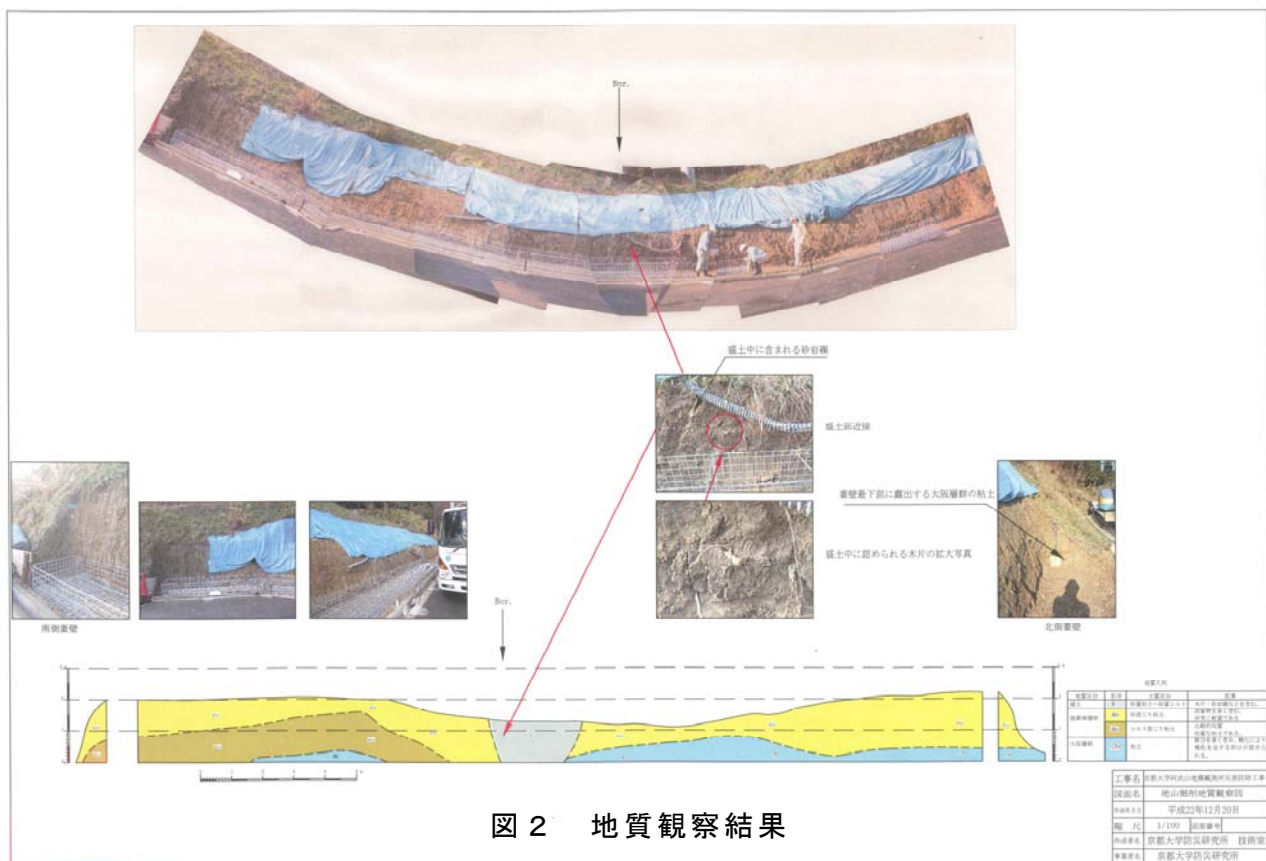
上記調査結果を受け、対策工の選定を行った。対策工の選定に当たっては、以下の方針で臨んだ。

- ①長期的に安定であること
- ②調査結果を踏まえ、軟弱な基礎であっても施工可能なもの
- ③経済性に優れるもの
- ④施工ヤードが比較的狭くても施工可能なもの

上記方針に基づき検討した結果を表 1 に示す。同表より、擁壁工は良好な支持地盤までの深度が深く、別途杭工や地盤改良工が必要となる。切土工は安価ではあるが、未固結堆積物を対象とした場合、法勾配が盛土工の法勾配と同じ 1:1.8（約 30°）より緩いものとなり、降水の処理に問題を残すこととなる。矢板土留め工は、比較的大きなヤードを必要とする。法枠工は盛土・崖錘には適さない。これらの条件を勘案し、対策工としては竈工の内竈枠工を採用するものとし、同時に末端部を一部切土して排水処理用のマット及び暗渠を設置することとした。

表 1 対策工の検討

	コンクリート擁壁	竈工	切土	矢板土留め	法枠工
概要	ブロック積み・重力式・L 型等の土留め擁壁	鉄製の竈に栗石等を入れ積み上げる。構造的には重力式擁壁と同じ	安定性を高めるため、法面をより緩勾配とする	親杭横矢板または立て矢板を打ち込む	法枠を法面上に設置し、法面の安定を諮る
長所	構造・効果が明確	同左。躯体が透水性で浸透水の処理が容易。地盤の変形にも追従できる	施工が容易で安価	構造・効果が明確	広範囲を比較的容易に施工できる
短所	工費・工期がかかる。良好な支持地盤が必要	蛇竈・布団竈は焼純鉄線製で耐久性が低い 竈枠は半永久的	浸透水を防げない	親杭もしくは自立矢板の打ち込みに大型機械が必要	盛土・崖錘には不適効果が定量的に示せない 浸透水を防げない
判定	×	△	△	×	×



また、一部切土を実施することから、対策工施工時に地質観察を実施し、実際の地山の状態を観察する事とした。地質観察の結果を図2に示す。同図より、

- ①崩壊斜面に分布する崖錘堆積物の層厚は、2m以上の部分が多く、粘性土の中に炭質物を多く含む部分とあまり目立たない部分に区分することができる。便宜上、炭質物を多く含む部分を新期の崖錘堆積物、それ以外の部分を古期の崖錘堆積物と区分した。全体的に褐色を呈している。
- ②切土最下部に大阪層群の粘性土の分布が認められる。大阪層群の粘性土は、崖錘堆積物とは事なり白色を呈しており、崖錘堆積部に比べ硬質である。
- ③旧沢地形部に盛土が行われている。盛土材は崖錘堆積物に比べ砂分が多く、その内部に木片や砂岩や泥岩の円礫等を含んでいる。

6. 終わりに

対策工完了状況を写真3に示す。同写真より、竈枠工により今後の崩壊に対する抑止力は十分確保できるものと考えている

今回、阿武山観測所で発生した小規模斜面崩壊は、発生当初は自然斜面の崩壊であるとみられたが、実際に調査を行ってみると宅地造成時の地形改変がその主因であることが明らかとなった。



写真3 対策工完了状況