

豪雨と地震に対して効果を発揮した斜面安定化対策の2つの事例

斜面安定 震害 降雨

太田ジオリサーチ 正会員 ○太田 英将
千代田器材 柏熊 誠治
太田ジオリサーチ 正会員 國眼 定

21世紀の社会資本は、これまでの「造る」から「維持管理する」にかわってくる。斜面安定化対策も、被災後にとっても頑丈なものを造るという事後対策から、予防対策として必要最小限の機能を持つものを使うという事前対策へ移行していくことが、少子高齢化時代の社会コストを小さくすることにつながるものと考えられる。

本報告では、1970年前後に鉄道施設保全のために開発された簡易な斜面安定化技術を、道路切土法面と宅地盛土に適用し、効果を発揮した事例を2例紹介する。

一つ目は2004年の台風21号及び23号の例である。法面内で豪雨来襲前にすでに不安定化していた範囲に、ストレーナー加工した鋼管を水平に打ち込み緊急対策がなされた。この豪雨後、対策した範囲には変状等全く認められなかったのに対して、当初安定していたため何の対策も施工されなかった範囲では法面崩壊が発生した。

二つ目は、2003年宮城県北部地震の例である。擁壁背面の排水不良により擁壁に変状が発生し、排水対策と盛土の補強対策を兼ねてストレーナー加工した鋼管を水平に打ち込んだ。この対策施工後、震度6弱の強震動を受けたが、全く変状を発生させなかった。

1. 工法概要

φ60.5mm, t=2.3mmのストレーナー加工された鋼管を斜面に打ち込む非常に単純な工法（以下は「排水補強パイプ工法」と呼ぶ）である。この工法は、旧国鉄が1964年の東京オリンピックにあわせて開業した東海道新幹線の盛土が、豪雨によりしばしば崩壊したためその防災対策として、斎藤¹⁾によって開発されたものである。その後1968年十勝沖地震により東北本線の鉄道盛土が被災したため、室町・池田²⁾によって震害対策工としても研究され、その効果が確認されたものである。

旧国鉄から現在のJRに至るまで、排水補強パイプ工法は盛土法面の豪雨対策工として利用され続けているが、地震の予防対策工としては効果が確認されたにも関わらず使われた例がない。これは、鋼管が地震の再来周期に比べて著しく早く腐食してしまうためと考えられる。しかし、21世紀になって実用化された高耐食性メッキにより、現在は80~100年の耐食性を持ち、地震予防対策工としても利用可能となってきた。

排水補強パイプ工法が鉄道盛土以外に利用された例はほとんどなかったが、数年前から道路法面や宅地盛土などへの対策工として利用始めてきた。

この工法の機能は、(1)鋼管を打撃挿入することによる地盤の締め固め効果、(2)ストレーナーからの地下水排除効果、が主であるが、それ以外に(3)鋼管と地盤との引張摩擦³⁾による補強土工としての小規模すべりの抑止効果、(4)粗粒土の地盤が崩壊する際に引き起こす膨張変形を抑制する効果（正のダイラタンス抑制効果⁴⁾）などが考えられている。

この工法の特徴として、迅速に打設できる簡便さと、他の補強土工に比べて非常に安価であることが挙げられる。



写真1 排水補強パイプの形状 (φ60.5mm, t=2.3mm, STK400)

2. 豪雨に対する切土法面安定化事例

愛媛県大洲市で建設中の市道で切土工事中に法面の一部に変動が発生した。地質は三波川結晶片岩の強風化帯である。崩壊には至らなかったため、本格的な法面对策工の準備をしていたところ、2004年10月に台風21号の来襲が予報されたため急遽応急対策として排水補強パイプがこの切土法面に対して施工された。施工後台風21号が直撃し、さらにその3週間後により強力な台風23号も来襲し、愛媛県内では各地で斜面崩壊が発生した。

排水補強パイプ(L=3.6m, 打設密度は概ね4㎡に1本の割合)が緊急打設された範囲は、これらの豪雨に対してまったく変状を発生せず、対策工が有効に機能した。しかし同一法面内の隣接部では、台風来襲前に安定していたにも関わらず、台風に伴う豪雨により法面崩壊が発生した。その境界は、排水補強パイプ打設境界と完全に一致しており、対策工の有無が斜面の安定性に大きく影響を及ぼしたことは疑いない。この実績から、盛土に対してだけでなく土砂あるい

Two cases of slope stability countermeasure which demonstrated the effect for heavy rain and earthquake.

OHTA, Hidemasa Ohta Geo Research
KASHIKUMA, Seiji Chiyoda Kizai
KOKUGAN, Sadamu Ohta Geo Research

は強風化岩の切土法面においても効果的で簡易かつ安価な法面安定化対策工法として有効であると判断できる。



写真2 三波川帯の強風化岩の切土法面に施工された排水補強パイプとその効果

3. 地震による強震動を受けた宅地盛土の安定化事例

2003年に発生した宮城県北部地震では、宮城県河南町で震度6弱を記録した。この地震発生の約2ヶ月前に宅地盛土の擁壁で擁壁背面排水と盛土地盤補強を兼ねて排水補強パイプ工法が施工されていた。その対策が行われた理由は、擁壁背面の排水不良により、擁壁が徐々に変動していたためである。施工後、盛土内の地下水が排除されることにより擁壁の変動は停止した。そして直後に、予期せぬ震度6弱の強震動を受けたのであるが、擁壁および背面盛土に全く変状は発生しなかった。

強震動による宅地の谷埋め盛土の被災は、1995年の兵庫県南部地震時に顕著に現れ⁵⁾、2004年新潟県中越地震では長岡市内の造成地（震度6弱）でも甚大な被害を発生させている⁶⁾。宅地は個人の所有財産であるため、地震による被災であっても原則として自己責任で修復しなければならないが、従来用いられてきた斜面安定化対策工法は高価であり個人対応の限界を超えていた。しかし、この実績により1970年代に開発され最近耐食性の向上が図られた排水補強パイプは、安価な工法であるため個人で対応可能な盛土の耐震補強対策になり得ると考えられるようになった。

近い将来発生が予測されている東海・東南海・南海地震による広域災害時に重要とされる緊急避難道路の確保においては、道路盛土部の防災と復旧時間の短縮が重要と考えられている。このためには数多い箇所を強震動に対して予防的に安定化させる対策が必要となるが、排水補強パイプ工法がその一つとなり得る⁷⁾ことを、この事例は示唆しているものと考えられる。



写真3 宅地盛土で施工され震度6弱で効果を発揮した事例

参考文献

- 1) 斎藤迪孝・上沢弘・毛受貞久・安田祐作(1968)：有孔パイプによる新幹線盛土斜面の排水効果，鉄道技術研究報告，No. 631
- 2) 日本鉄道施設協会(1972)：盛土の耐震設計に関する研究報告書
- 3) 太田英将・柏熊誠治・橘高敏晴(2004)：斜面对策の新工法—排水補強パイプ・鋼管膨張型ロックボルト—，第43回日本地すべり学会研究発表会講演集，543-546
- 4) 西形達明・西田一彦・倉持克治(2004)：鉄筋類挿入工法の補強機構と設計法に関する考察，材料，Vol. 53，No. 1，1-4
- 5) 釜井俊孝・守随治雄・太田英将・原口強(2000)：都市域における地震時斜面災害のハザードマップ—宅地盛土斜面の変動予測—，日本応用地質学会平成12年度シンポジウム予稿集，25-37
- 6) 京都大学防災研究所・山梨大学・太田ジオリサーチ・環境地質合同調査団(2004)：2004.10.23.新潟県中越地震調査速報，http://japan.landslide-soc.org/2004tyuuetu/member/kamai_team.pdf
- 7) 太田英将・柏熊誠治(2005)：緊急輸送道路確保のための盛土耐震補強工法，日本地すべり学会誌（投稿中）