

技術報文

能登半島地震で被災した道路盛土の早期復旧工法

前田工織(株) 辻 慎一朗・小林 喬
村田 富彦・横田 善弘

1. はじめに

2007年3月25日に、能登半島西岸付近の約10kmの深さでM6.9の地震が発生した。この地震により、土木構造物や建築構造物が多大な被害を受けた。特に、能登半島を縦貫する能登有料道路では、柳田ICと穴水IC間の11箇所盛土が崩壊した。石川県と石川県道路公社は、耐震性に優れたジオテキスタイル補強盛土工法による強化復旧を選定し、地震発生から約1ヵ月後の大型連休前に、暫定的に全線を開通する方針を決定した。横田ICでは、ONランプ(縦-10)および道路本線(縦-14)が崩壊したが、迂回路等の仮設道路の対策をとれず、全線開通までに盛土を早期復旧させる必要があった。このためジオテキスタイル補強盛土の施工性を考慮して、大型土のうを用いた巻き込み形式の補強盛土で復旧することとした。盛土施工時の天候が雨天の時にも盛土材の締固めができるよう、盛土材はすべて碎石を使用し、盛土土工量が約10,000m³のジオテキスタイル補強盛土工事は5日間で終了した。本報文では、横田IC付近で行った2箇所の盛土の早期復旧工法の概要と施工の状況について報告する。

2. 復旧現場の概要

横田IC付近の2箇所で、大型土のうを用いた巻き込み形式のジオテキスタイル補強盛土により、崩壊した盛土を早期復旧した。復旧箇所となる横田IC付近の地震発生直後における盛土の状況を写真-1、2に示す。崩壊した箇所は、高さが約15mにも及ぶ高盛土であり、地震の影響で横田ICのONランプ(縦-10)では延長約90mにわたって盛土が崩壊した。横田IC付近の本線(縦-14)では、延長約60mにわたって盛土が崩壊し、道路本線は完全に崩壊した。ジオテキスタイル補強盛土は、兵庫県南部地震や新潟県中越地震ではほとんど被害を受けず、耐震性に優れていることが実証されている^{2), 3)}。著者らは能登半島地震発生後に、石川県内のジオテキスタイル補強盛土、補強土壁の被災状況(68箇所)を調査したが、変状は全くなかった。崩壊土砂には地山からの湧水と思われる水が湛水しており、盛土の復旧にあたっては、十分な排水対策を実施することとした。



写真-1 盛土の状況 (縦-10)

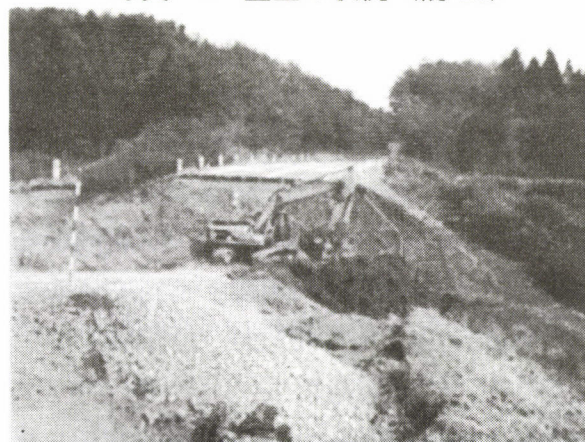


写真-2 盛土の状況 (縦-14)

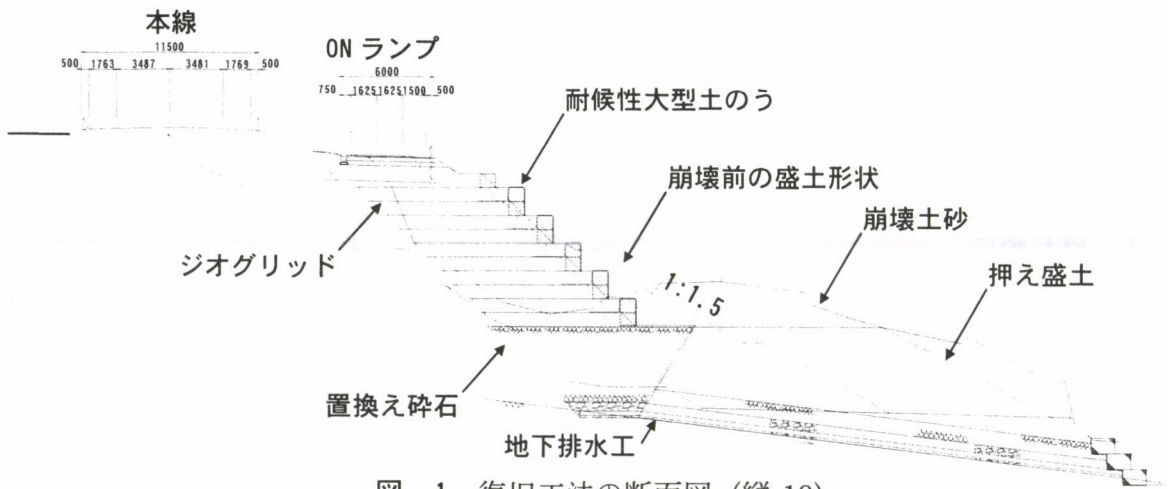


図-1 復旧工法の断面図 (縦-10)

3. 早期復旧工法

ジオテキスタイル補強盛土による早期復旧工法の断面図 (縦-10) を図-1 に示す。補強盛土の施工速度を速めるため、壁面には鋼製枠形式の鋼製枠材を使用せず、土のうによる巻き込み形式とした。また復旧工事では、土のうの製袋の施工性が良い高さ90cmの大型土のうで壁面を構築することとした。縦-10では、崩壊のり面の勾配が1:1.0に近く、掘削土量を少なくしたかったことと、本線に切土のり面が達しないように、復旧工法の壁面勾配は1:1.0とした。基礎地盤の支持力の確保と地山からの湧水に対する排水対策を兼ねて、図-1に示すように補強盛土の底面は碎石で置き換えることとした。崩壊土砂は、補強盛土底面の置換え碎石に対する押え盛土の構築に使用した。

大型土のうによる巻き込み形式のジオテキスタイル補強盛土は、地震発生から約1ヵ月後の能登有料道路全線開通のために、仮設的に構築する盛土である。本復旧工事では、図-2に示すように、巻き込み部のジオテキスタイルを切断して前方に返し、エキスパンドメタルの鋼製壁面材と連結する方法(案1)、または緩勾配盛土を施工する方法(案2)とした。本復旧の時期が、設計時には未定であったため、仮設の壁面材となる大型土のうの紫外線による劣化が懸念された。従来から復旧工事で使用されている大型土のうは、ポリプロピレン製の織布

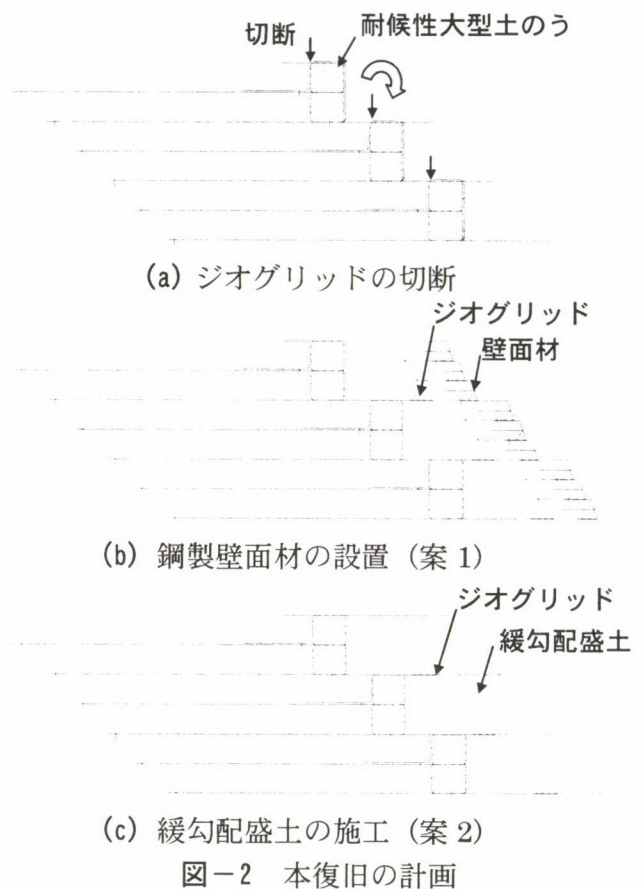


図-2 本復旧の計画

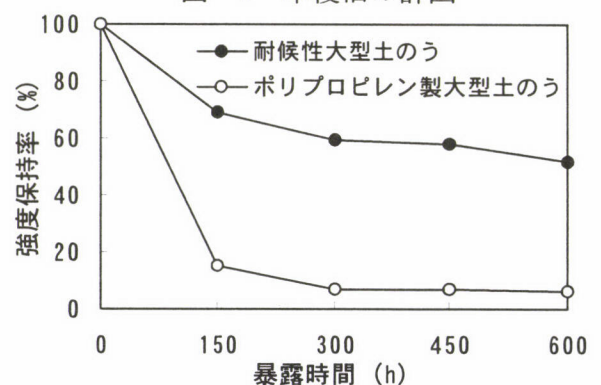


図-3 促進暴露試験の結果

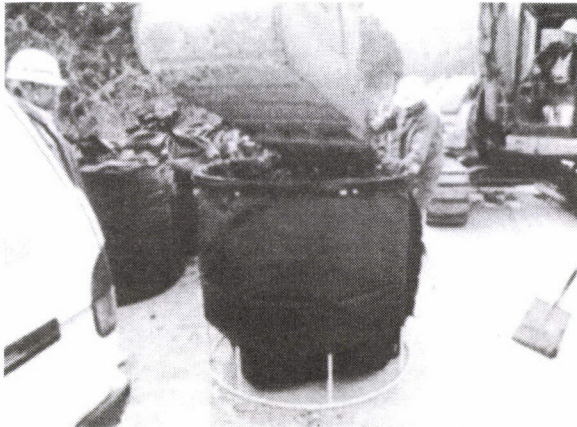


写真-3 耐候性大型土のうの製袋

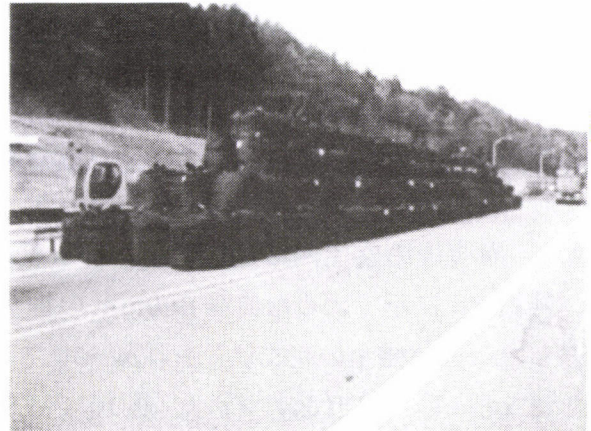


写真-4 仮置き状況

によるもので、紫外線暴露により劣化が著しい⁵⁾。このため、紫外線遮蔽剤としてカーボンブラックを練り込んだポリエステル黒原着糸による耐候性大型土のうを使用することとした。耐候性大型土のうと従来のポリプロピレン製大型土のうに対する促進暴露試験（JIS L 1096 8.30）による両者の引張強度保持率の比較を図-3 に示す。ここで、暴露時間 300 時間は約 1 年に相当する。ポリプロピレン製の土のうは 1 年で強度が 7% にまで低下し、強度の低下が著しい。これに対して、耐候性大型土のうは 1 年経過後も 59% の強度を保持しており、仮設的な壁面材として使用できることを確認した。



写真-5 置換え碎石の施工

4. 施工の概要

ジオテキスタイル補強盛土施工前に、崩壊土砂の搬出と同時進行で、耐候性大型土のうに碎石を入れる製袋作業を行った。製袋作業の状況を写真-3 に示す。大型土のうの仕上がり高さが 90cm になるように碎石を入れて数回転地した後、写真-4 に示すように盛土施工開始まで仮置きした。崩壊土砂の撤去後、補強盛土の底面に置換え碎石と地下排水工を施工した（写真-5）。置換え碎石の周囲には、碎石の吸出しを防止する不織布を敷設した。



写真-6 盛土材のまき出し

補強盛土には、盛土材としてすべて碎石を使用した。写真-6 に盛土材のまき出しの状況を示すように、盛土材の碎石は締固め時の天候に左右さ

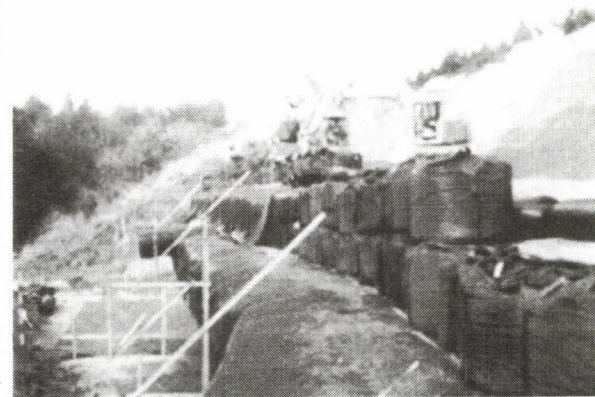


写真-7 大型土のうの設置

れず、早期の盛土施工が可能であった。ジオグリッドを敷設後、大型土のうを設置した。写真-7に示すように、大型土のうはバックホウで容易に設置でき、施工期間を短縮できた。大型土のう設置後、ジオグリッドで巻き込み、補強盛土を構築した（写真-8）。崩壊後の盛土内に残っていた排水管を利用し、写真-9に示すような直径600mmの排水管と接続した。補強盛土の完成状況を写真-10に示す。施工は24時間、3交代制で行い、縦-10では平成19年4月12日～17日の5日間、縦-14では平成19年4月16日～17日の2日間で補強盛土の施工を終了した。

5. おわりに

ジオテキスタイル補強盛土完成から10日後の能登有料道路全線開通の状況を写真-11に示す。地震で崩壊した道路盛土を、本報文の工法で早期に復旧できた。ジオテキスタイルを用いた補強盛土は耐震性に優れていることが実証されており、盛土の復旧に有効である。今後、災害に強い早期・強化復旧工法を確立したい。

参考文献

- 1) 宮島昌克：速報 2007年能登半島地震の被害状況，土木学会誌，Vol.92-5，pp.32-35，2007.
- 2) 補強土工法編集委員会：土質基礎工学ライブラリー-29 補強土工法，社団法人土質工学会，1994.
- 3) 吉田浩一，久保哲也，南和弘：中越地震による補強土壁の被災調査と復旧事例，ジオシンセティックス論文集，第20巻，pp.301-304，2005.
- 4) ジオテキスタイル補強工法普及委員会：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル（改訂版），2000.
- 5) 耐候性大型土のう研究会：災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン，全国防災協会，2006.



写真-8 ジオグリッドの巻き込み

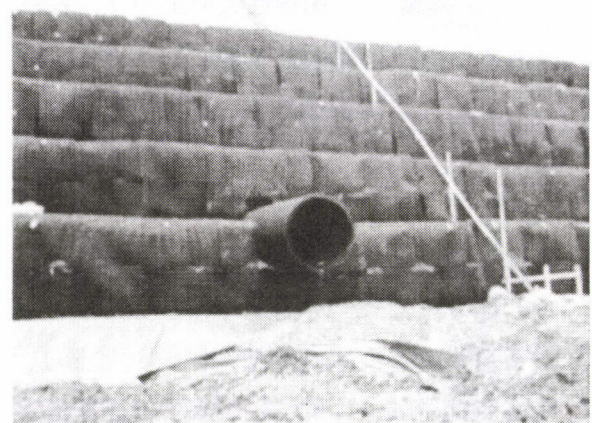


写真-9 排水管の設置



写真-10 盛土の完成状況（縦-10）

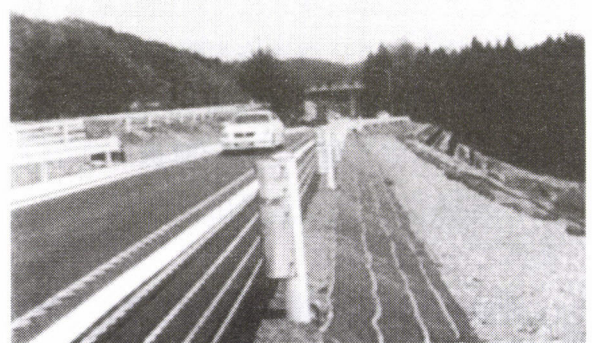


写真-11 能登有料道路の全線開通