

ジオテキスタイルによる土構造物の 耐震化技術について

竜田 尚希

前田工織株式会社 営業推進部



キーワード：道路盛土，耐震，ジオテキスタイル，補強盛土

1. ジオテキスタイルによる天端一体化工法

近年の大規模な地震において道路盛土のすべり破壊による被害が多数発生し、道路ネットワーク機能が長期間停止し、社会的に甚大な影響を与えている¹⁾²⁾。道路盛土も橋梁と同様に道路ネットワークを構成しているため、橋梁とバランスのとれた耐震性を確保することが必要である。そのためには道路盛土の耐震補強が必要であるが、橋梁に比較して箇所数の多い道路盛土では特に経済性が重視されることとなる。

ここで、道路盛土のすべり破壊に着目した場合、地震直後の道路盛土のすべり破壊が、**図1**の道路の路面にまで及ぶ大規模な被害ではなく、**図2**のような路面にまで崩壊が及ばない被害の形態や規模に抑制できるならば、地震前と同水準の道路機能の確保ができなくとも、通行止めを回避できる最小限の道路機能を確認することが可能である。つまり、**図3**のように、道路盛土の横断方向のすべり破壊について、必要最小限の部分的な補強により、すべりの発生位置を路肩やのり面の範囲に限定する、あるいは誘導するように盛土の耐震強化あるいは耐震補強を行うことができる。

(1) 「KABUTO 工法」の概要

本工法は、地震災害時に道路ネットワークが寸断されるような、致命的な盛土のすべり崩壊を防ぐ工法である。たとえ道路盛土の一部に崩壊がおこったとしても、路面の破壊には至らず、緊急車両の走行や車での避難路を確保できるように、道路としての機能を維持するための技術である。

工法の概念図を図4に示す。ジオテキスタイルを天端に集中的に配置することで、天端に到達するすべり線の発生を防ぎ、路面の破壊を防ぐことができる。ジオテキスタイルの敷設範囲に応じて、既設盛土および新設盛土の耐震強化を想定している。たとえば、図4の概念図のように、天端全面に敷設する場合は、新設盛土に加えて、再舗装に合わせて既設盛土での適用が可能である。歩道部や路肩部において部分的に敷設する場合は、既設盛土と新設盛土への適用が可能である。ここで、再舗装時における車



図1 2車線の崩壊の大規模なすべり破壊例³⁾



図2 のり面、路肩のすべり破壊に止まる被害例³⁾

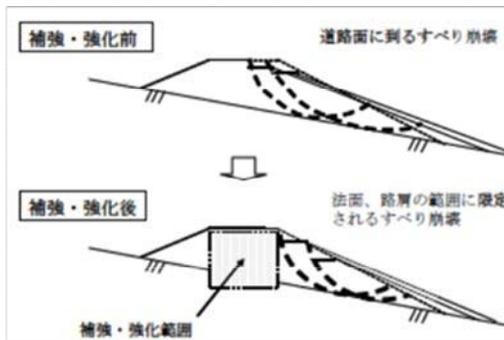


図3 すべり破壊制御工法の概念⁴⁾

線規制による施工、あるいは路肩部等での部分的な施工が可能であり、交通規制を小さく抑えることができる。

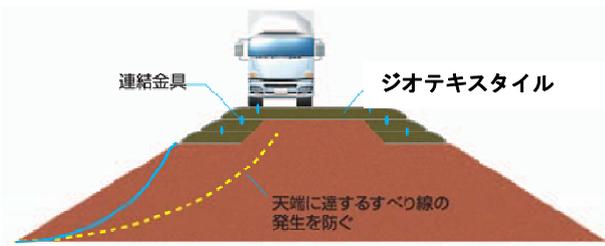


図4 KABUTO工法概念図

(2) 動的遠心载荷実験⁵⁾

地震時の挙動と補強効果の確認を目的に動的遠心载荷実験を実施した。30Gの遠心载荷場で、盛土模型高さ290mm(実スケール8.7m)、のり面勾配1:1.2の斜面を作成した。

無対策盛土と補強盛土との変位を比較した結果、ジオテキスタイルによる天端補強を施した場合の盛土天端の水平変位、鉛直変位は、無対策時の結果と比較して大幅に低減された。盛土天端付近にジオテキスタイルを敷設する対策は、盛土天端の変位を小さくすることや、すべり破壊の発生領域をのり面下方へ移動させることができ、道路面への影響を低減できることを確認した(図5参照)。

(3) KABUTO工法の実工事での適用

東日本大震災により被災した道路の復旧工事に本工法が適用された。地震動により盛土全体が沈下変形し、のり面にはクラックが発生しており、のり面下部の擁壁が前傾した状態であった。この盛土の復旧に際して、耐震性の確認を行ったところ、補強が必要となった。従来からある盛土の補強

では、盛土全体を撤去し、補強材を入れながら構築していくこととなるが、本工法では、片側1車線のみの規制により、耐震化を行うことができる。施工状況を図6に示す。本現場では、延長30m程度の施工であったが片側2~3日程度の規制で施工が完了している。

(4) まとめ

「KABUTO工法」は、道路盛土の天端をジオテキスタイルで部分的に補強することにより、すべりの「発生位置」を路肩やのり面の範囲に限定し、地震発生時に路面における致命的な被害を回避する工法である。これにより、重要路線の緊急輸送道の確保が可能となり、災害時においても道路ネットワークを維持することが可能となる。本工法は、大阪大学大学院 常田賢一教授と前田工織株式会社との共同研究で開発された「新規および既存道路盛土の耐震強化・耐震補強工法」である。

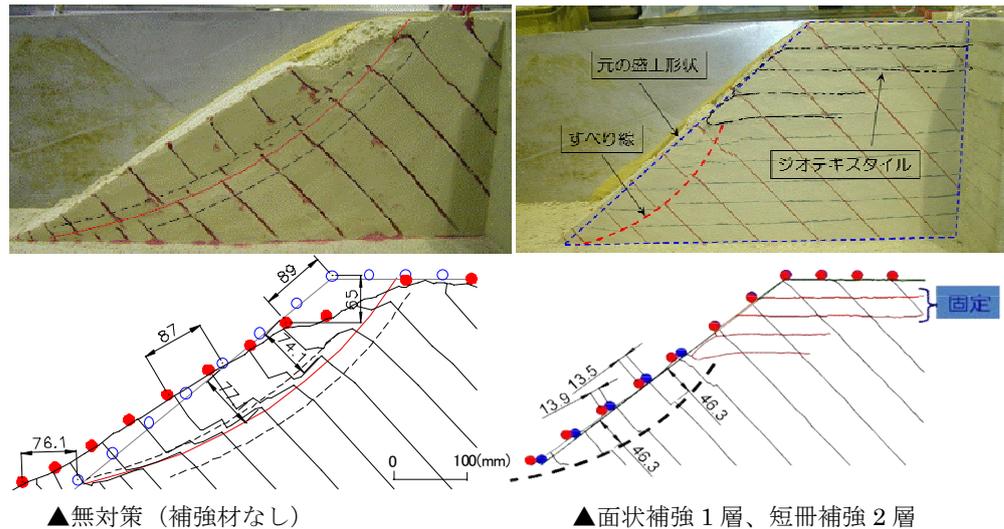


図5 動的遠心载荷実験



図6 実工事での施工状況

2. アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法

アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法は、地震発生直後から本復旧に至るまでの期間における車両の通行を可能とするフェールセーフを目的とした工法である。地震による舗装の崩壊を防止するとともに、アスファルト舗装路面への亀裂や段差の発生を抑制する。このため、地震直後でも緊急・輸送車両の通行が可能となり、特に人命救助や物資運搬が急務な初動を迅速に行うことができる。また、軟弱地盤盛土部の不同沈下対策、構造物前後や埋設物周囲の陥没対策としても有効である。

本工法は、砕石、ジオグリッドおよび拘束部材を用いた複合剛性層を路床の上部に構築するものである。複合剛性層の構造を図7に示す。密実に締め固めた砕石を低ひずみ・高強度型ジオグリッドを用いて補強するとともに拘束部材を用いて鉛直方向に拘束する。

構造上の特長は、複合剛性層でアスファルト舗装を直接支持し、不同沈下による舗装の崩壊を防止する。アスファルト舗装の変形追従性を活かして、スロープ状に変形することで車両の通行が可能となる。

(1) 実物大性能確認実験⁶⁾

試験盛土を構築し、一般舗装部と段差抑制工法部をまたがる形で10mの区間を油圧ジャッキにより強制沈下させる実験を行った。本工法と一般舗装の段差抑制性能の比較を図8に示す。一般舗装では路面に大きな亀裂が発生し、段差が生

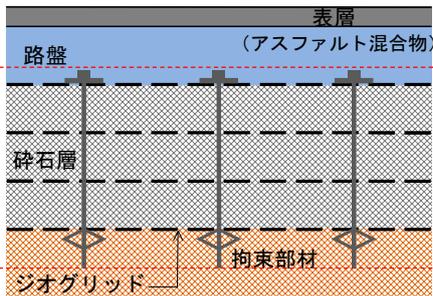


図7 複合剛性層の構造

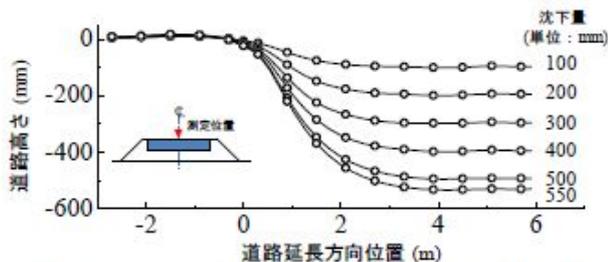


図9 道路縦断方向の変形状況

じているのに対して、本工法では路面に大きな亀裂が見られず、路面の連続性が確保されている。

本工法の道路縦断方向の路面変形状況を図9に示す。沈下量が大きくなるほど、段差すりつけ長が長くなる特徴を有していることがわかる。沈下量550mmにおける車両走行実験状況を図10に示す。実験車両には乗用車、RV車、トラックを用いた。各車両の最低地上高は乗用車が140mm、他の車両は190mmである。本工法では550mmの沈下量に対して、徐行走行による車両の走行が十分可能であ

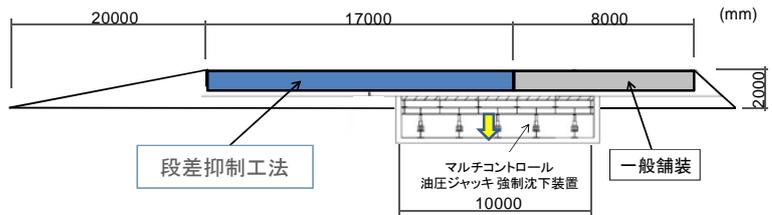


図8 実物大性能確認実験(550mm沈下状況)



図10 車両走行実験状況



図11 複合剛性層による舗装の支持状況

った。また、車両底部と路面とのクリアランスは 70~100mm 程度確保されていたことから、本工法は 600mm 程度の不同沈下に対しても十分な車両走行性を確保していると考えられる。沈下量 550mm における複合剛性層の状況を図 11 に示す。不同沈下に対して複合剛性層が舗装を支持できている状況が分かる。なお、一般舗装では、乗用車は沈下量 200mm、他の車両は沈下量 250mm で車両走行が不可能となった。

(2) 実工事での適用

新設の舗装工事において、本工法が図 12 のような形状で実施された。道路下部に横断構造物があり、地震発生時にその境界部における段差を抑制することが目的である。

図 13 に複合剛性層の施工の状況を示す。対象区間の施工範囲が、道路幅 3.6m、道路延長 50m であれば、3~5 日間で施工が完了する。

既設の 2 車線道路であれば、片側 1 車線を規制することで施工が可能である。

また、図 14 のように橋台等の構造物側面に取り付けることも可能である。踏みかけ版の無い橋台に対して、安価に段差対策が可能となる。

(3) まとめ

本工法の目的は、大規模地震時に発生する最大 600mm 程度の不同沈下に対して、地震発生直後から本復旧に至るまでの期間における緊急・輸送車両の車両走行性を確保することである。これにより、特に地震直後の避難、人命救助および物資運搬などの急務な初動実施を迅速に行うことが期待できる。

本工法の適用箇所としては、緊急輸送路線、避難路およびライフライン関連施設の構内道路などの重要路線があげられる。

なお、本工法は中央大学研究開発機構、(株)NIPPO および前田工織(株)による産学連携共同研究において開発した工法である。

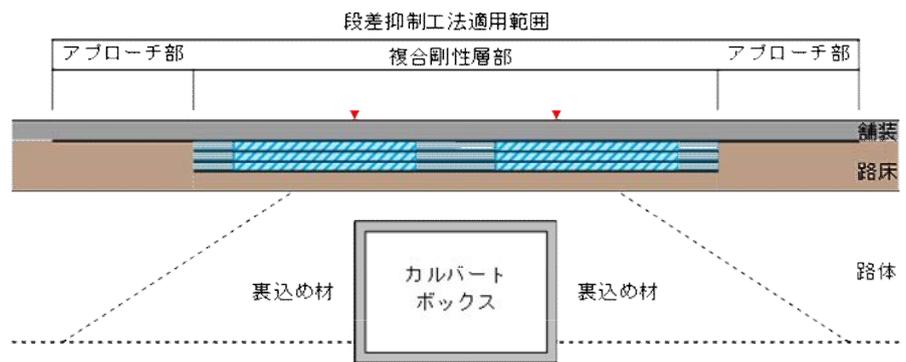


図 12 道路横断構造物における適用



図 13 複合剛性層の施工状況

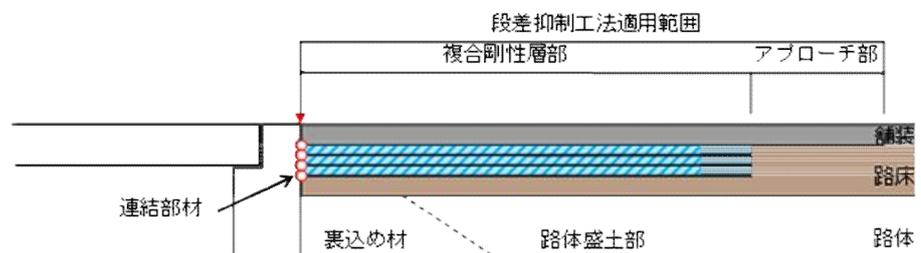


図 14 橋梁取付部（踏掛版なし）における適用例

参考文献：

- 1)地盤工学会北陸支部:能登半島地震災害技術報告書,平成20年3月.
- 2)社団法人地盤工学会:2007年能登半島地震道路災害データ集,2007.7.
- 3)資料:国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所
- 4)常田賢一:中越地震における盛土構造物の被害と特徴,最新の耐震設計技術と課題シンポジウム,講演論文集,pp.105-117,(社)全国上下水道コンサルタント協会,2006.
- 5)竜田尚希:ジオテキスタイルによる道路盛土の天端補強構造に関する実験的研究,ジオシンセティックス論文集,第23巻,pp.231-236,2008.12.
- 6)石垣勉・尾本志展・太田秀樹:アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法に関する実物大実験,第29回日本道路会議,p.3015,2011.