

地震時道路段差の模型実験

岐阜大学工学部社会基盤工学科	正 員	曾我宣之 (Nobuyuki Soga)
富山大学大学院理工学研究部	〇正 員	竜田尚希 (Naoki Tatta)
一般財団法人土木研究センター	正 員	常田賢一 (Ken-ichi Tokida)
奥村組土木興業株式会社	正 員	山本剛 (Tsuyoshi Yamamoto)
前田工織株式会社	正 員	横田善弘 (Yoshihiro Yokota)

1. はじめに

2011 年の東北太平洋沖地震をはじめ、大規模な地震発生時には、橋台やボックスカルバート等のコンクリート構造物と道路盛土の境界で路面に段差が生じ、重大な交通障害を引き起こしてきた。道路の段差の一例を図 1 に示す。この交通障害は、人命救助や甚大な 2 次災害の防止と言った観点から、緊急車両だけでも通行を可能とする状況に留めなければならない。これまで私たちは、地震時の段差の発生を抑制し緊急車両の走行性を確保するため、ジオシンセティックスを使用した段差抑制工法の開発を行ってきた。しかし、既存の道路に施工するためには、通行規制を出来得る限り短期間にする必要があり、数日の施工であっても交通量の多い幹線道路では現実的な対策となり難く、施工コストも高くなりがちのために、普及には至っていないのが実情である。これらの課題に対して、著者らは新たな対策工法を構想してきた。本研究では、その新たな対策工法の効果を、施工方法を含めて実験的に証明することで、短期間低コストで施工ができ、かつ確実な効果をもたらす道路の段差抑制工法の実現を目指す。



図 1 中越沖地震で発生した路面段差¹⁾

ここでは、対策工法の効果を評価するための基礎となる模型実験の概要と結果について報告する。

2. 模型実験概要

実験土槽の形状を図 2 に示す。路面の沈下差を再現できるように、BOX カルバート等を模した構造物の区間と、沈下が生じる盛土を模した区間が設けられている。盛土区間は、土槽底面の床をジャッキにより降下させることができる。

今回、路面の段差に対する車両の走行性を視覚的に確認するために、1/9 スケールのラジコンカーを準備した。このラジコンカーのスケールに合わせて、盛土や沈下量を実スケールの 1/9 として実験を行った。構造物の上部は、実スケールで約 500mm の舗装構成が直接載ることとなる。

使用する盛土材料は、図 1 の実際の段差形状を再現できることを主に考えて選定を行った。道路はアスファルト舗装や密実に締め固められた路盤により構成されており、路面に沈下差が生じると、写真のように明確な階段状の形状となる。この形状を再現できる盛土材料は、粘着力を有した材料でなくてはならず、かつ砂質土としての性状を持つものが望ましいと考えた。そこで、「Kinetic Sand」²⁾ という砂を使用することとした。この砂は、子供が室内で砂遊びができるように開発されたおもちゃの砂である。簡単に言うと、珪砂にシリコンが含有されたものであり、珪砂の性状でありながら、水を含んでいるような粘着力を持つ材料である。性状の一端を図 3 に示す。

実験は、実スケールで 100mm (模型スケールで 11mm) 沈下させるごとに、路面の形状をレーザー変位計により計測した。実スケールで沈下量 500mm まで計測を行った。

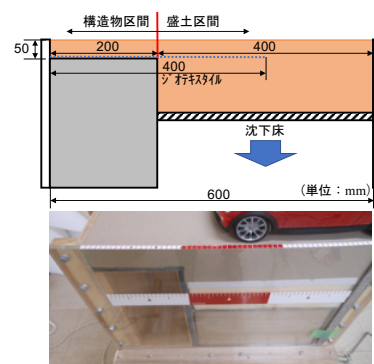


図 2 実験土槽 (写真: 実験初期状態)



図 3 Kinetic Sand の性状

3. 実験結果

(1) 無対策道路

無対策での実験の状況を図 4 左列に示す。沈下量が実スケールで 200mm を超えると明確な段差形状が生じる様子がわかる。図 1 の実際の段差形状を概ね再現できていることがわかる。

図 5 は、ラジコンカーを置いた様子である。200mm の段差に対しては、車両の種類によっては路面に接触せずに通行が可能であるが、300mm の段差に対しては車両前面が接触してしまい通行が困難であることがわかる。この結果は、過去に実施された実車両の段差走行実験の結果³⁾を、模型でも概ね再現できたと考える。

(2) ジオテキスタイルによる対策道路

最も簡単と考えられる対策法として、ジオテキスタイルを舗装下部に敷設する手法の実験を行った。ジオテキスタイルの配置を図 2 に示す。盛土と構造物との境界をまたがるように敷設し、構造物側、盛土側ともに、その境界から実スケールで 1800mm ずつ敷設した。

ジオテキスタイルを敷設した場合の実験の状況を図 4 右列に示す。無対策実験に比較して、明らかに段差が抑制されていることがわかり、スロープ状の路面が形成されている。図 6 のレーザー変位計の計測結果からも路面の形状が異なることがわかる。図 7 は、ラジコンカーを置いた様子である。こちらも無対策実験よりも走行性が確保されているように見えるが、沈下量 300mm を超えると路面に車両が接触する危険がある。この結果から、段差を解消しスロープ状の変形をさらに緩やかにすることで、車両の走行性をさらに改善できることがわかる。

4. まとめ

本報告では、新たな段差抑制工法の開発を目的に基礎となる模型実験を行った。

実際の段差の発生形状を模型実験においても忠実に再現することが出来た。以降、この無対策実験を比較対象として、様々な対策工法の実験を行っていく。今回、対策工法の一例として、ジオテキスタイルを敷設する実験を行ったが、単純に敷設するのみでは、車両の走行性の改善効果は小さいことが分かった。今後、さらにジオテキスタイルの敷設方法や敷設範囲の検証ケースを増やし、他の材料と組み合わせた検証を行うことで新たな対策工法の実現を目指す。

参考文献 1)NEXCO 東日本:平成 19 年新潟県中越沖地震～高速道路の被災及び復旧状況～, 2007.

2)<http://kineticsand.com>

3)常田賢一・小田和広・中平明憲・林健二・依藤光代: 段差走行実験に基づく地震時の道路の性能評価および交通運用, 土木学会地震工学論文集 (2007 年 8 月), pp.596-604

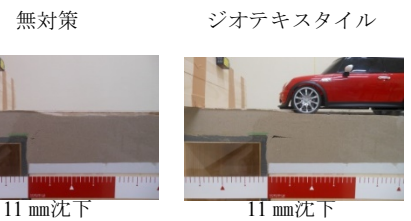


図 4 模型実験結果

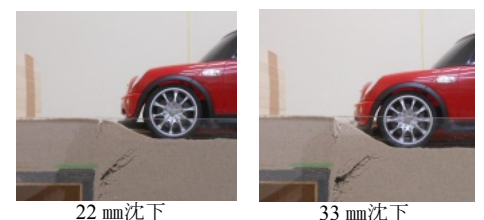


図 5 ラジコンカー設置 (無対策)

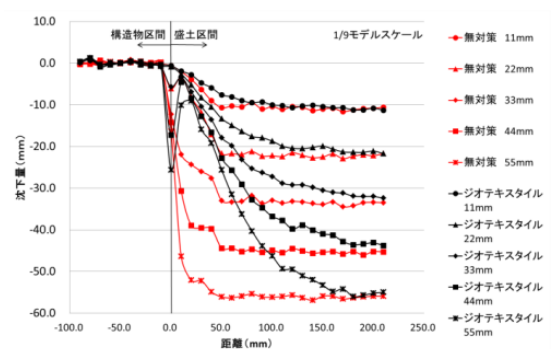


図 6 レーザー変位計計測結果



図 7 ラジコンカー設置 (ジオテキスタイル敷設)