

# 基礎的実験による 既存道路の地震時段差対策の効果

竜田 尚希<sup>1</sup>・横田 善弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 (〒930-8555富山県富山市五福3190)

<sup>2</sup>前田工織株式会社 開発推進本部 (〒919-0422福井県坂井市春江町沖布目38-3)

地震発生直後においては、被災地の消火や人命救助等を行う緊急車両の走行性を確保することが重要である。2012年3月に改定された道路橋示方書は、橋台背面アプローチ部の項目が追加され、地震時における路面の連続性の確保の必要性が示されている。これまで橋台背面については、踏掛版による段差対策を中心に対応がされて来たが、ボックスカルバートについては、十分な対応がされて来たとは言えない状況である。しかし無体策のボックスカルバートは全国に多数あることから、出来得る限り短期間の交通規制で対策のできる工法の開発が急務である。そこで本研究では、簡易な段差緩和対策を提案し、その効果を模型実験により検証する。

キーワード 路面段差 対策 模型実験

## 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。これまで著者らは、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



図-1 中越沖地震で発生した路面段差<sup>1)</sup>

な対策となり難しく、施工コストも高くなりがちなために、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している。

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

実験土槽の側面図を図-2に示す。路面の段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。実際の地震発生時には、地盤の沈下やゆすり込みによる盛土層厚の変化等で、構造物区間と盛土区間に相対的な沈下差が発生して、路面に段差ができると考えられる。今回の模型実験では、地震時の盛土の層厚の変化は考慮せず、盛土区間の底版のみを沈下させることで相対沈下を生じさせている。

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450mmの舗装構成が直接載ることとなる。

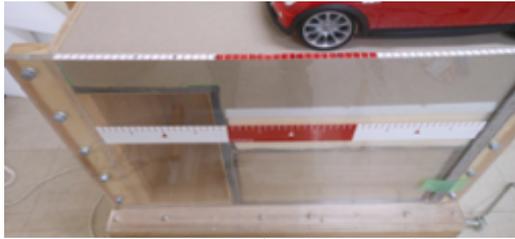
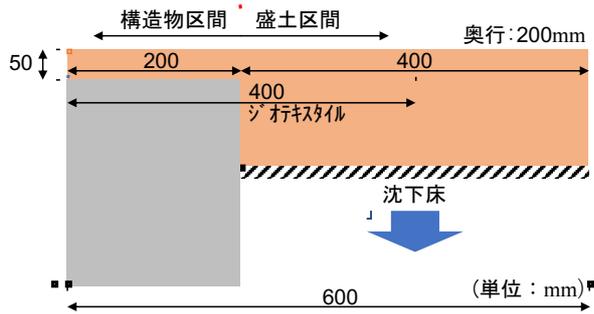


図-2 実験土槽 (写真: 実験初期状態)

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、図-1のように明確な階段状の段差形状となる。この形状を再現するための盛土材料は、乾燥状態の砂では段差形状の保持が難しいことから、粘性を持つ砂質土とを使用した。具体的には、「Kinetic Sand」<sup>2)</sup>という砂を使用することとした。この砂は、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砂である。性状の一端を図-3に示す。

実験は、模型スケールで11mm (実スケールで約



図-3 KineticSandの性状

	無対策	ジオテキスタイル	踏掛版
11mm沈下			
22mm沈下			
33mm沈下			
44mm沈下			
55mm沈下			

図-4 沈下量ごとの段差形状の比較

100mm) 沈下させるごとに、土槽の奥行き方向の中央部の表面形状をレーザー変位計により計測した。模型スケールで沈下量55mm(実スケールで約500mm)まで計測を行った。図-2中の点線で示されているジオテキスタイルは目合1mmの樹脂ネットを使用した。踏掛版(厚さ9mmの合板を使用)は、構造物に台座を取り付けて、盛土区間側のジオテキスタイルと同じ範囲に設置した。

### 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。

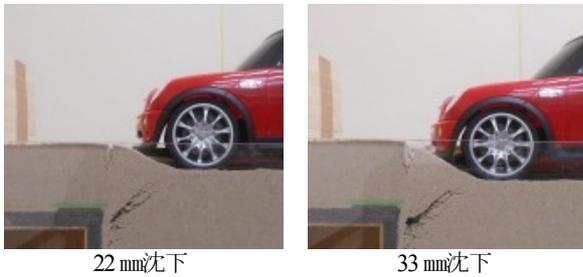


図-5 沈下量と車両の相対関係(無対策)

図-5は、ラジコンカーを置いた様子である。22mm(実スケール約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<sup>3)</sup>を、模型でも概ね再現できていると考える。

#### (2) 段差対策道路

段差緩和対策としては、設置が容易な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200mm(実スケール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中央の列に示す。無対策実験と比較して、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

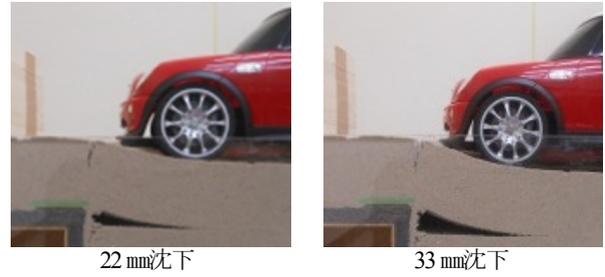


図-7 沈下量と車両の相対関係(ジオテキスタイル敷設)

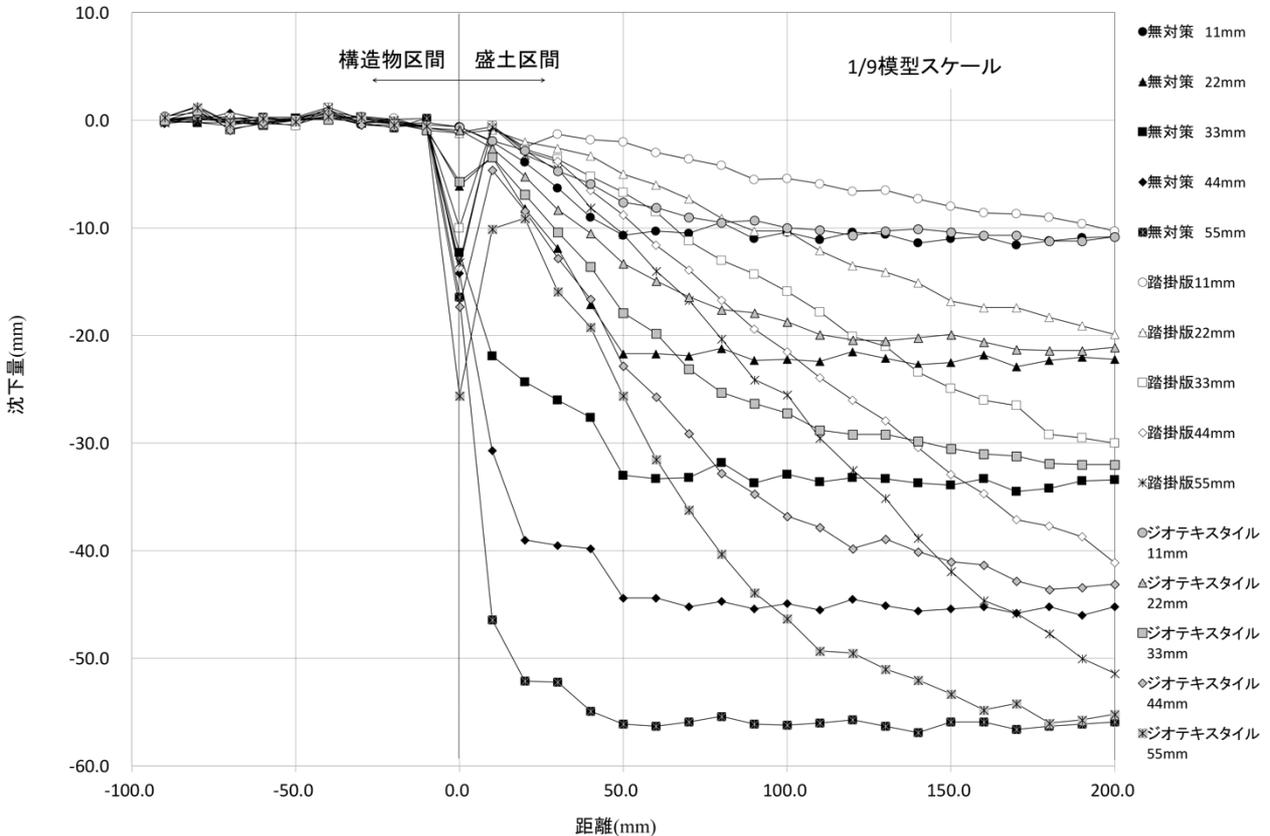


図-6 路面形状計測結果

されている。

次にジオテキスタイルと同じ範囲に踏掛版を模した合板を設置した場合の実験結果を図-4右の列に示す。また、レーザー変位計で路面形状を計測した結果を図-6に示す。これらの図から無対策と2つの対策した路面の形状がそれぞれ異なることがわかる。図-7は、ジオテキスタイルを敷設した実験にラジコンカーを置いた様子である。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。

### (3) 土被り厚さと段差の関係

中越地震で発生した段差被害の調査結果を土被り厚さと段差の発生量で整理したグラフを図-8に示す。BOXカルバートの土被り厚さが大きいほど、発生する段差の最大値が小さくなる傾向にある。

模型実験において、この現象の再現を試みた。地震時には、ゆすり込みによる層厚の変化量の違いによって生じる段差も想定できるが、今回の実験は、地震を受けた結果として生じる構造物と盛土区間の相対沈下のみの影響で発生する段差形状に着目した。図-9に土被り厚さ100mmと300mmのケースで、50mmの沈下を生じさせた時の段差の様子を示す。盛土区間の沈下によるせん断面

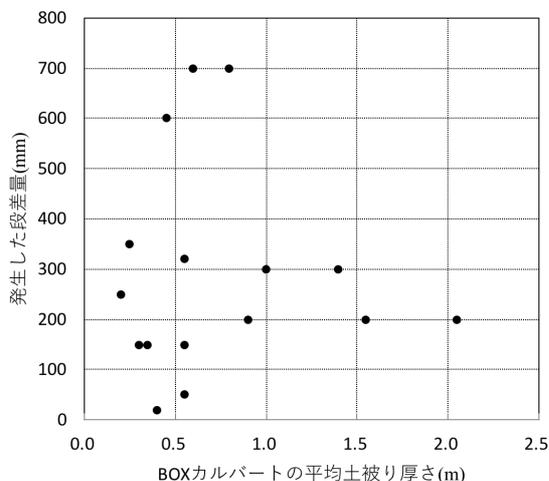


図-8 土被り厚さと段差量 (中越地震における調査)

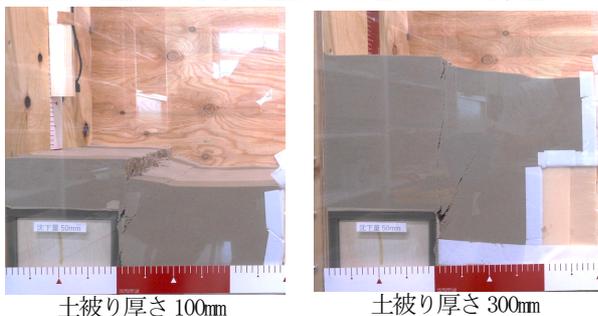


図-9 土被り厚さの違いによる段差形状の比較 (沈下量 50mm)

で形成されたくさび状の土塊が、路面に傾斜を作っていることがわかる。この傾斜は土被り厚さが大きいほど範囲が広くなり、路面に緩やかな傾斜を作り出している。土被り厚さ毎に路面の形状を比較したグラフを図-10に示す。同じ沈下量で比較すると、土被り厚さが大きくなるほど段差が小さくなる傾向であることがわかる。

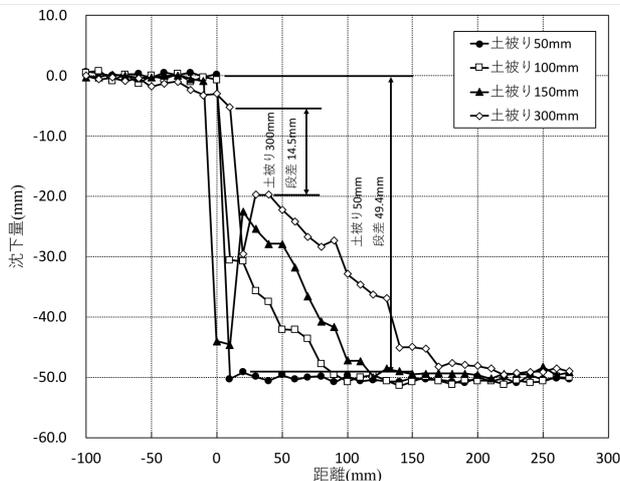


図-10 土被り厚さ毎の路面形状の比較 (沈下量 50mm)

## 4. まとめ

本研究では、新たな段差抑制工法の開発を目的に基礎的な模型実験を行った。

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う予定である。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僅かであることが分かった。しかし、BOXカルバートの土被り厚さの大きな箇所では、発生する段差が小さくなるため、ジオテキスタイルを敷設するのみで十分な対策効果を得ることができると考えられる。今後、さらに検証ケースを増やし、コンクリート2次製品などの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を提案する予定である。

謝辞：中越地震で発生した段差の調査結果は、株式会社高速道路総合技術研究所より提供していただいた。ここに感謝の意を表す。

### 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, pp.596-604, 2007 年 8 月