

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（2年目の研究課題対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属	役職
	常田 賢一 ときだ けんいち		大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻	教授
②研究 テーマ	名称	道路機能に基づく道路盛土の経済的な耐震強化・補強技術に関する研究開発		
	政策 領域	4. コスト構造を改革し、道路資産を 効率的に形成する	公募 タイプ	.技術的課題の画期的な 解決を目指す研究
③研究経費 （委託金額）  （単位：千円）	平成17年度	平成18年度	研究期間	
	30,000	30,000	平成17～19年度（3年）	
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入して下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加して下さい。）				
氏名		所属・役職		
小田 和 広		大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 助手		
鍋島 康 之		明石工業高等専門学校都市システム工学科 助教授		
中平 明 憲		（株）建設技術研究所大阪本社 技術統括部長		
⑤研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入して下さい。）				
<p>新潟県中越地震では盛土被害が多数発生し、社会的・経済的に大きな影響を及ぼした。しかし、従来から盛土の耐震性能は明確ではなく、耐震性能を考えた耐震強化（事前対策）および耐震補強（事後対策）の取り組みは遅れているのが実情である。そのため、盛土等の耐震性能に視点を置いた経済的かつ道路機能を満足できる耐震強化方法および耐震補強方法の開発により、道路ネットワークの構成要素としての盛土の耐震対策の推進が急務である。本研究開発は3つの研究開発目標を掲げ、経済的かつ耐震性能を考えた盛土等の耐震強化方法および耐震補強方法の研究開発を目指す。</p> <p>目標1：道路機能を考えた盛土等の耐震性能の評価手法および耐震強化・耐震補強の基本概念  目標2：車道部分を保持する盛土の耐震強化・耐震補強の設計法と施工法【すべり破壊制御工法】  目標3：盛土の異種構造との境界部において縦断線形を急変させない耐震強化・耐震補強の設計法と施工法【縦断線形円滑化工法】</p>				

## ⑥これまでの研究経過

### 1) 道路機能を考えた盛土等の耐震性能の評価手法および耐震強化・耐震補強の基本概念

前年度に整理した中越地震における段差規模と震度階との関係について、関越自動車道のデータを追加し、段差規模と震度階の関係を集約した。さらに、段差規模に応じた車両の走行性を定量的に評価するために、模擬段差に対する車両走行試験を行い、段差高、走行速度とドライバーの走行感覚等の関係を把握するとともに、地震直後における車両走行の運用基準（試案）を作成した。



図-1 段差走行試験の状況（段差25cm）

### 2) 車道部分を保持する盛土の耐震強化・耐震補強の設計法と施工法

初年度に提示した設計概念：すべり破壊制御工法の具体的工法として「遮断構造」および「のり尻補強構造」を選定して、遠心載荷模倣を行い、無対策盛土とすべり特性（位置、深さ等）の比較から対策効果を検証し、すべり破壊制御工法としての適用性を明らかにした。また、すべり破壊の変形・安定解析法として、前年度に検討した円弧すべり法・ニューマーク法および新たに開発した極限解析法を、遠心載荷模型実験の「遮断構造」、「のり尻補強構造」の対策モデルに適用し、すべり破壊

御工法の評価方法としての適用性の向上を図った。また、すべり破壊制御工法の基本概念に合致する、より広範な技術の具体化のために、他機関に対する技術募集を行い、開発課題を抽出した。

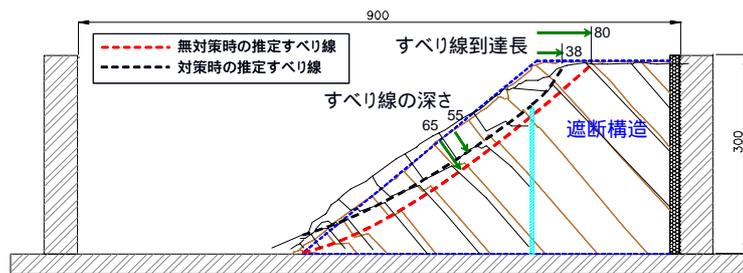


図-1 遠心載荷模型実験による遮断構造の制御効果（単位：mm）

### 3) 盛土の異種構造との境界部において縦断線形を急変させない耐震強化・耐震補強の設計法と施工法

初年度に提示した設計概念：縦断線形円滑化工法の具体的な対策工法について、横断構造物付近の沈下対策として「踏掛構造」、「堤体改良」、「鉄筋アンカー構造」等を選定し、振動台模型実験により無対策盛土との比較から対策効果を検証し、縦断線形円滑化工法としての適用性を明らかにした。また、橋梁取付け盛土部

における「踏掛構造」について、構造条件（橋台との接続方法、剛性、延長）による沈下段差特性を明らかにし、踏掛構造の有効性および構造要件を明らかにした。また、縦断線形円滑化工法の基本概念に合致する、より広範な技術の具体化のために、他機関に対する技術募集を行い、開発課題を抽出した。



(a)無対策の場合

(b)踏掛版の場合

図-1 横断構造物付近の沈下段差特性の振動台模型実験

## ⑦研究成果の発表状況

- 1 . 第2回地震豪雨地盤災害に関する日本・台湾合同ワークショップ(2nd Japan-Taiwan Joint Workshop on Geotechnical Hazards from Large Earthquakes and Heavy Rainfall) (H18.5, 長岡市)
  - 1 ) Y.Nabeshima, K.Tokida, A. Nakahira, A. Ohtsuki, Y. Nakayama : Dynamic centrifuge model tests on road embankments, pp.177-182, Nagaoka, Japan
  - 2 ) K.Tokida, Y. Egawa, A. Nakahira, Y. Okajima : Characteristics of Damage of Road Embankment in the 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake, pp.37-42, Nagaoka, Japan
  - 3 ) K.Oda, K.Tokida, Y.Egawa, K. Tanimura : Applicability of circular sliding and ultimate state analyses to estimation of dynamic failure characteristics of road embankments at an Earthquake, Nagaoka, Japan
- 2 . 平成18年度土木学会関西支部年次学術講演会 (H18.5, 神戸大学)
  - 4 ) 江川・常田・小田・岡嶋・ : 円弧すべり法による道路盛土の安定性評価に関する検討, 概要集, 第 部門
  - 5 ) 谷村・小田・常田・江川・ : 盛土の地震時安定に関する遠心模型実験に対する弾塑性極限解析の適用, 概要集, 第 部門
- 3 . 第41回地盤工学研究発表会 (H18.7, 鹿児島市)
  - 6 ) 吉野・常田・鍋島・中平・大槻 : 道路盛土のすべり破壊に関する遠心模型実験, No.1044
  - 7 ) 谷村・小田・常田・江川・ : 道路盛土の地震時性能評価に対する弾塑性極限解析手法の適用性, No.640
  - 8 ) 江川・常田・小田・岡嶋 : 円弧すべり法による道路盛土のすべり破壊の評価方法に関する検討, No.643
- 4 . KG-NET・関西圏地盤情報協議会総会 講演 (H18.7, 大阪市)
  - 9) 常田 : 道路盛土の耐震性の評価と対策
- 5 . 北陸地方整備局金沢河川国道事務所 講演 (H18.8, 金沢市)
  - 10) 常田 : 道路盛土の耐震性の評価と対策 新潟県中越地震の経験を活かす
- 6 . 第61回土木学会年次学術講演会 (H18.9, 立命館大学)
  - 11) 江川・常田・小田 : 円弧すべり法による道路盛土のすべり破壊制御に関する基礎的検討, -186
  - 12) 吉野・谷村・小田・ : 弾塑性極限解析に基づく盛土の水平耐力の向上に対するのり尻効果, -375
- 7 . 5<sup>th</sup> Korea & Japan Seminar on Geotechnical Engineering (H18.9, 大阪大学)
  - 13) K.Tanimura, K.Oda, K.Tokida, Y.Egawa : Analytical study on seismic stability of road embankment through elasto-plastic limit state analysis, Proc., pp133-142
  - 14) T.Yoshino, K.Tokida, Y.Nabeshima, A.Nakahira, A.Otsuki : Dynamic centrifuge model on seismic sliding failure of road embankment, Proc., pp141-146
  - 15) Y.Egawa, K.Tokida, K.Oda, A.Nakahira : Estimation method and control method on seismic sliding failure of road embankment, Proc., pp147-154
- 8 . 第12回日本地震工学シンポジウム (H18.11, 東京工業大学)
  - 16) 江川・常田・小田・中平 : 道路盛土の地震時すべり安定性・沈下特性の評価およびすべり破壊制御に関する検討, No.119
  - 17) 中平・常田・鍋島・大槻・吉野 : 道路盛土のすべり破壊の再現および応答特性把握に関する遠心模型実験, No.120
  - 18) 谷村・小田・常田 : 弾塑性極限解析による道路盛土の地震時安定に関する研究, No.157
- 9 . 土木構造物の効率的・効果的な補強技術に関する研究ワークショップ (H18.12, 大阪市)
  - 19) 小田 : 道路盛土の耐震強化・補強原理に関する解析的検討, pp.7-10

## ⑧研究成果の活用方策

本研究の成果について、以下の活用方法を考えている。

- 1) 学会発表会、国際会議等への論文投稿  
初年度、2年度と同様に、適宜、機会を捉えて積極的に行う。
- 2) セミナー等による研究・技術開発成果の公表、普及  
特に、他機関からの提案技術は、参加機関および土木学会関西支部の協力の下で、積極的な展開を図る。
- 3) 実工事・試験工事等への導入  
地方整備局に対して、提案工法のフィールド適用あるいは耐震補強計画に取り込んでもらえるように協力要請を図る。  
例えば、近畿地方整備局紀南河川国道事務所の「紀南地方大規模災害対策検討委員会」に対して、協力の要請をしている。

## ⑨特記事項

特記事項：

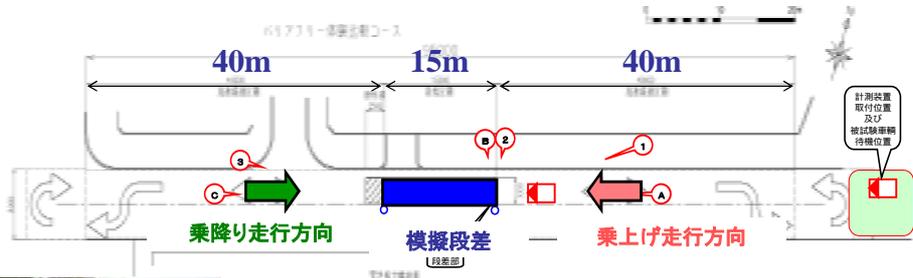
- 1) 地震時に発生する路面段差の規模と車両の走行性に関して実施した段差走行試験は、他研究では例がなく、得られたデータ、成果は被害規模と道路機能を考えた合理的な道路管理のための貴重な資料となることが期待される。
- 2) 関係機関の協力下で実施していること。  
中越地震における盛土被害データ収集では、北陸地方整備局長岡国道事務所、東日本高速道路(株)、新潟県の協力を得ている。  
段差走行試験では、近畿地方整備局近畿技術事務所の協力を得ている。  
最近の補強技術に関して、土木学会関西支部の研究グループと協同している。
- 3) 本研究で提示した盛土の耐震強化・補強のための基本設計概念を実用技術として実現するために、関連技術を公募（締め切り：1/12）した結果、5社から応募があり、今後、技術の具体化とその検証を行う予定である。

学内外へのインパクト：

- 1) 土木学会関西支部主催の「土木構造物の効率的・効果的な補強技術に関する研究ワークショップ」（H18.12開催、大阪市）において、本研究が目標とする道路機能を考えた盛土の耐震性能の評価手法および耐震強化・耐震補強の基本概念を提示し、その普及・浸透を図った。
- 2) 第28回地震工学研究論文集に投稿し、論文賞を受賞した論文「新潟県中越地震における道路施設の被害水準と道路機能の特性」は、土木学会による海外への研究成果普及・PRのために、他の受賞論文と併せた英語版の論文集として刊行されることになった。

見通し・進捗の達成度：段差走行試験で得られた貴重なデータは、今後、精査し、被害水準および道路機能を考慮した道路管理の基礎資料として取りまとめる予定である。耐震強化・補強技術については、すべり破壊制御工法では2工法（遮断構造およびのり尻補強）、縦断線形円滑化工法では複数工法（踏掛構造等）を取り上げたが、遠心載荷実験、振動台実験および解析により、基本概念の適用可能性が確認できたと考えている。今後も実験、解析の両面からより現場条件に沿った課題を解決しながら、具体化、実現性向上を図る予定である。また、他機関からの提案技術については、本研究で提示した基本設計概念を幅広く、具体化させる技術として位置づけ、その具体化と適用性の検証を図る予定である。

### (1) 段差規模と車両の走行性に関する段差走行試験



乗降り: 4t車の状況

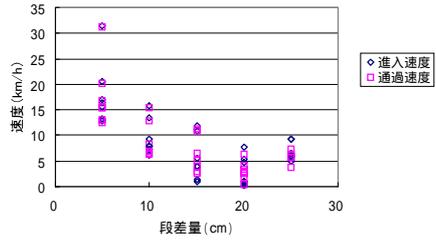


乗上げ: オフロード車の状況



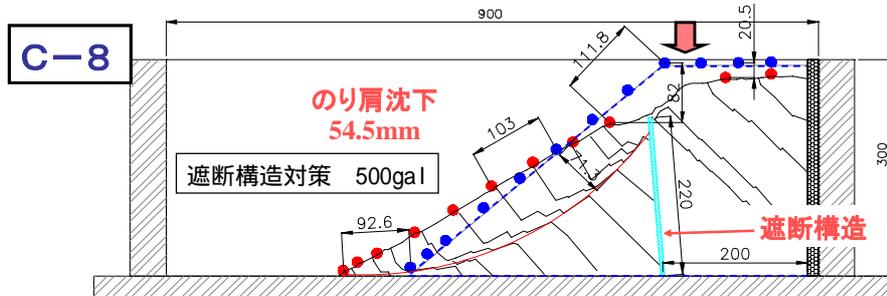
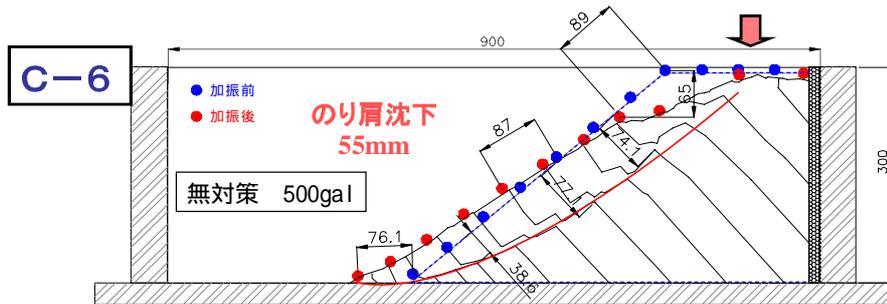
模擬段差高

H=5, 10, 15, 20, 25cm

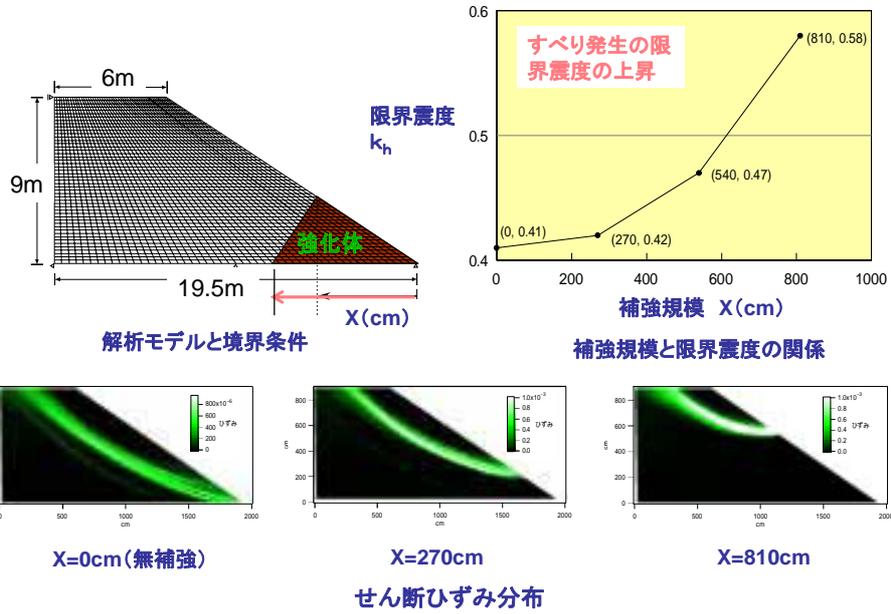


段差高と通過速度の関係例  
乗上げの場合

### (2) すべり破壊制御工法に関する遠心載荷実験



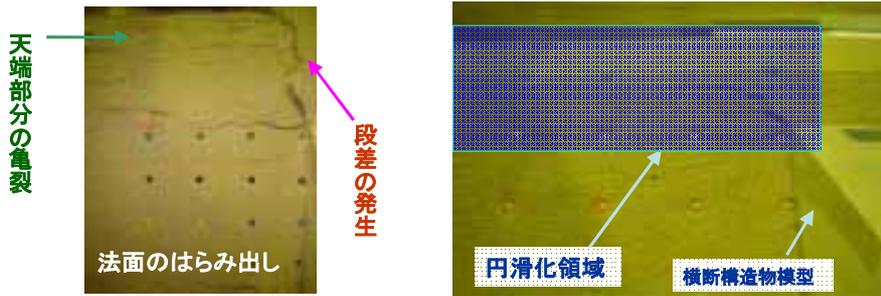
### (3) 弾塑性極限解析によるのり尻補強構造の効果検証



### (4) 横断構造物における縦断線形円滑化に関する振動台実験

無対策(ケース1)

面状補強+踏掛版の敷設(ケース2-3)



鉄筋挿入工(ケース3-1)

地盤改良(ケース4-3)

踏掛版(ケース5-1)

