

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究終了報告書】

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
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	[主領域] 4. コスト構造を改革し、 道路資産を効率的に形成する [副領域]	公募 タイプ	.技術的課題の画期的な 解決を目指す研究	
研究経費(単位:万円)	平成17年度	平成18年度	平成19年度	総 合 計	
	端数切り捨て。 3,000	3,000	3,000	9,000	
研究者氏名					
氏 名		所 属 ・ 役 職 (平成20年3月31日現在)			
小 田 和 広		大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 准教授			
中 平 明 憲		(株)建設技術研究所大阪支店 次長			
研究の目的・目標					
<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>					

これまでの研究経過・目的の達成状況

本研究は平成17～19年度の3箇年で実施したが、研究に関わった主要な機関と役割は図-1の通りである。研究代表者、共同研究者および特任研究員を構成員とする大学と民間機関の共同研究者が研究の総括的な役割を担い、研究計画、研究運営を行うと共に、地震被害の調査・分析、性能評価手法の提案、数値解析手法の開発・適用性検証、保有振動台等の施設による実験、解析を実施した。また、研究遂行上、遠心実験によるデータ収集・施設の借用および野外実験の計測・データ収集の補助的業務を、それぞれゼネコンの研究所および計測会社に再委託し、研究の効率を図った。

さらに、研究遂行上必要な地震被害調査では、北陸地方整備局（新潟県中越地震）、NEXCO東日本（同、宮城県北部地震）、石川県・同道路公社（能登半島地震）および（独）土木研究所の協力を得て所要のデータの収集および分析を行うとともに、野外実験（H18段差走行実験、H19天端補強実験および牽引実験）では近畿地方整備局からフィールドの提供を受け、所要のデータを得ることができた。また、本研究で提案する設計概念を実現できる実用的な工法検討のために、産学官を構成員とする土木学会関西支部の研究会（座長：研究代表者）と連携して、技術情報の交換等を行うと共に、資材メーカー（3社）と共同研究を行い、提供技術の適用性を大学が評価することにより、工法の実用性の検証を行った。

以上のように、本研究は多様かつ有効な機関との連携、協力の下で実施することができた。

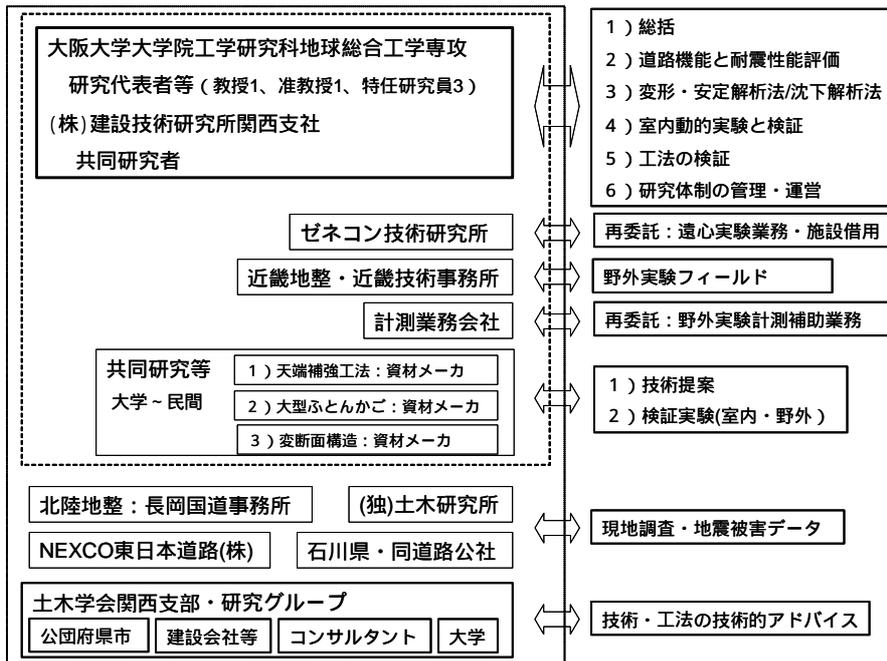


図-1 本研究の実施に関わった機関と役割

次に、研究内容および成果に関して、研究開発目標1、2および3についての経時的な変遷はそれぞれ図-2、図-3および図-4により要約できる。

まず、目標1では、実地震調査に基づいて、盛土の耐震強化・補強の基本理念としての設計概念、加えて管理・運用のための新たな概念を提示するとともに、当初の目標外の盛土の加危険度評価法を含めて、性能評価に必要な耐震性能基準を提案し、所期の目的以上を達成している。

これまでの研究経過・目的の達成状況（つづき）

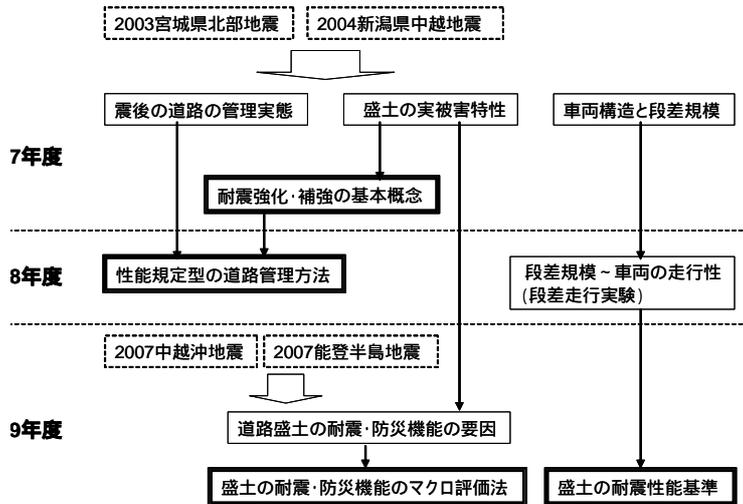


図-2 研究開発目標1の研究項目と成果の経時的変遷

次に、目標2では、盛土の性能評価のための変形量を算定する数値解析手法として、改良O型ニューマーク法および極限解析法を提案し、遠心実験、実地震被害の各データに基づいて適用性を明らかにするとともに、遠心実験、室内静的実験、野外実大実験に基づいて、すべり破壊制御の設計概念の妥当性および実用化工法への展開性を提示しており、所期の目的を達成している。

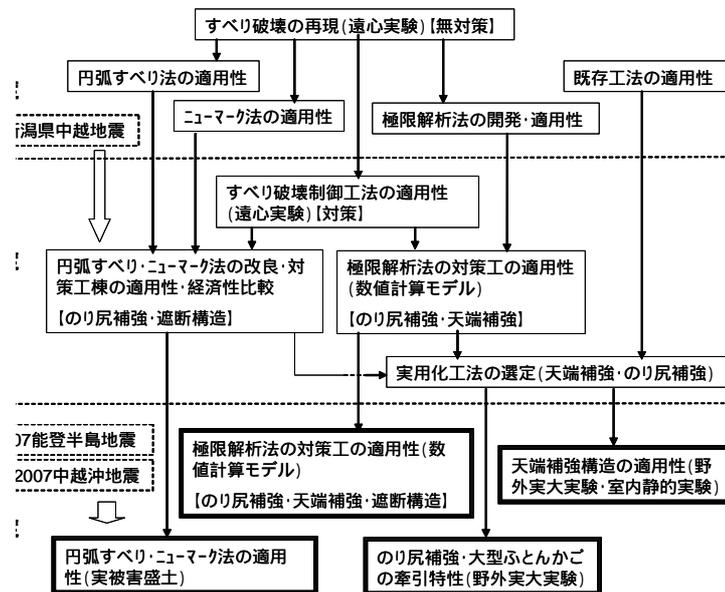


図-3 研究開発目標2の研究項目と成果の経時的変遷

次に、目標3では、盛土の縦断方向の沈下予測のための数値解析法として、静的自重解析および強制分布荷重・強制変位による弾塑性有限要素解析の適用性を検討するとともに、種々の対策法の検討を経て、横断構造物における面状補強および変断面補強構造を選定し、静的実験、数値解析(強制変位)により適用性を明らかにした。ただし、動的入力による解析法および補強工法のフィールド実験まで検討できなかったところが、所期の目的の達成に至らなかった点である。

これまでの研究経過・目的の達成状況

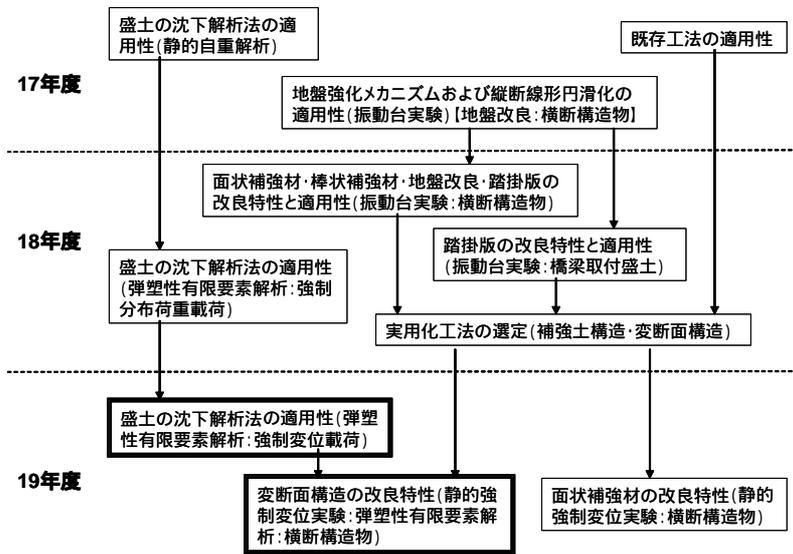


図-4 研究開発目標3の研究項目と成果の経時的変遷

なお、本研究の遂行上の管理・運営面における経時的な連携・諸活動を図-5に示す。まず、学内では月2回のペースで定例会を開催し、課題、情報の共有、研究の進捗の確認、促進等を図った。

また、定常的な外部連携として、国総研による研究遂行上の支援、土木研究所による情報提供、土木学会関西支部の研究グループによる技術的アドバイスがあり、研究遂行上で有効であった。さらに、研究項目に直結した連携としては、北陸地方整備局、NEXCO東日本および石川県・同道路公社による地震調査協力、近畿地方整備局による野外実験のためのフィールド提供があり、研究遂行上の貴重なデータが取得できた。以上のように、様々な関係機関の協力が得られ、円滑かつ実効性のある研究の実施が可能となった。

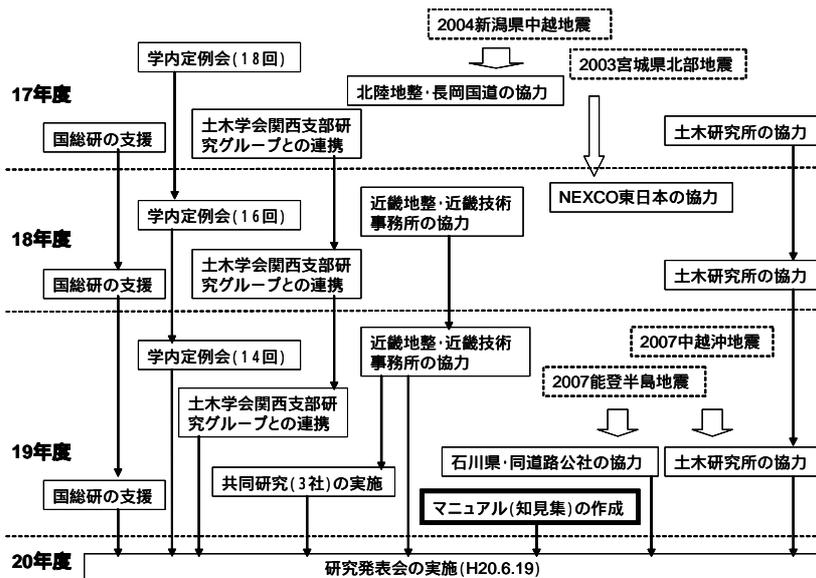


図-5 研究遂行上の管理・運営面での経時的な連携・諸活動

中間評価で指摘を受けた事項への対応状況

1. 全体的な指摘事項

(1) 研究タイプ別の研究の方向性について

- ・ 研究タイプごとに、研究の進め方や評価の仕方も自ずと異なって然るべきである。研究タイプによって目指すべき研究の方向性が異なるので、研究の当初段階でこうした点について十分協議しておくべき。

対応：3年度目の研究着手に際しての定例会（座長が研究代表者、共同研究者、特任研究員等を構成員）において、以下のように研究開発目標毎に実施体制を検討した。

目標1：危険度評価、評価基準に関係する内容は、大学（特任研究員を含む）を主体として実施する。

目標2：すべり破壊による盛土の変形量等の予測法の開発および対策工の効果の検証は、大学（特任研究員含む）が主体として実施。また、予測法の開発および実験による対策工の効果検証の基礎データを取得するための遠心実験は再委託とする。さらに、実工法に関する野外実物大実験は、他機関との共同研究とし、研究計画および結果の評価は大学（特任研究員を含む）が行う。

目標3：縦断線形円滑化に関する工法の適用性の検証は、静的模型実験および数値解析により行い、それらの検討計画および結果の検証は大学が実施。ただし、模型実験の構造物模型は他機関の協力を得る。

(2) ハード分野の研究の進め方について

- ・ 研究課題によっては、実験等の研究の重要な部分が外注になっている。研究主体がコントロール仕切れておらず、丸投げにみえるところもある。研究のコアとなる部分については、研究代表者が責任を持って進めるべき。

対応：遠心載荷実験は、実験施設および実験ノウハウの関係により再委託で行うが、実験計画および結果の評価は大学（特任研究員を含む）が行っており、研究代表者は全ての実験に立ち会い、結果に基づいて、次回の実験計画あるいはデータの整理方法を指示した。

また、遠心実験以外にもコアとなる実験があり、野外実物大実験および室内静的実験について、実験計画およびデータ解析は大学（特任研究員を含む）が主導して実施するとともに、研究代表者は野外実験に立ち会い、データの整理方法等の指示を行った。さらに、各実験の計画および結果の検討は、実験関係者が参加した定例会において、研究代表者が座長となり実施した。

(3) 研究会等の立ち上げについて

- ・ 指摘事項の趣旨が十分伝わるように、また、よりよい研究成果を得るため、各課題に関して、今後、本省・国総研も入った研究会のようなものを立ち上げてはどうか。

対応：指摘事項の対応について、特別に研究会を立ち上げることはしなかったが、十分認識し、適宜、国総研と連絡を取る、あるいは関連情報を入手するようにした。一方、成果を得る件については、具体的な工法の適用性検証のために2年度目に公募した他機

関(3社)との研究打合せを綿密に実施するとともに、野外実物大実験での近畿地方整備局の協力、土木学会関西支部の研究会(座長:研究代表者)の連携の下で実施した。

(4) 中間評価結果の事前確認等について

- ・ 中間評価結果として、指摘事項が公開されることを踏まえれば、それに対する反論、確認等ができるようにすることも必要。

対応: 公開前に、国総研から指摘事項の連絡を受けており、内容を確認している。

2. 個別課題に対する指摘事項

実験等が外注となっており、研究主体がコントロール仕切れておらず丸投げに見えるところもある。外注部分のサーベイが必要である(三木委員長代理)。

1.(2)の通り、再委託の位置づけは、あくまで補助的な業務であり、研究の遂行上で必要なデータを収集することを目的としており、その全体は大学が主導している。

- ・ 本テーマはタイプ (技術ブレイクスルー型)であるが、相応の研究規模があるはず。大学の持ち味を發揮できる仕組みを考えるべき(川島委員)

本研究では、盛土の堤体材料特性に関する基礎データ収集(H17)、段差走行実験の計測・データ収集(H18)、遠心模型実験による計測・データ収集(H17、H18、H19)および野外実大実験による計測・データ収集(H19)による再委託業務により、研究の効率化が図られるとともに、研究成果が十分得られている。従って、予算規模は適正であり、大学が得意とするソフトからハードまで含めた総合的な観点による研究の推進を図ることができた。

研究成果

本研究の成果は、下記の 23 の知見として集約し、公表しやすく、理解し易いようにした。

1. 道路盛土の被害特性と危険度評価
 - 知見 1：縦断・横断の両方から見る盛土の被害形態
 - 知見 2：震度階に応じた盛土の段差量
 - 知見 3：中山間部の道路の通行止め箇所率
 - 知見 4：震度階に応じた道路施設の被害内容と程度
 - 知見 5：盛土のすべり破壊に係わる要因
 - 知見 6：盛土のすべり破壊の γ 危険度評価法
2. 道路盛土の性能評価
 - 知見 7：レベル 2 地震動に対する盛土の性能設計、性能管理
 - 知見 8：盛土の段差高と車両の走行性
 - 知見 9：盛土の性能評価基準
 - 知見 10：盛土の段差の復旧水準を考慮した管理・運用
3. 道路盛土の変形の予測
 - 知見 11：円弧すべり・ニューマーク法による盛土のすべり変状の予測
 - 知見 12：極限解析法による盛土のすべり変状の予測
 - 知見 13：遠心載荷模型振動実験による盛土のすべり変状特性
 - 知見 14：強制変位入力による盛土の縦断線形の変状予測
4. 性能を考慮した耐震強化・補強の設計理念
 - 知見 15：盛土のすべり破壊制御
 - 知見 16：盛土の縦断線形円滑化
5. 性能を考慮した耐震強化・補強法
 - 知見 17：補強土での天端補強によるすべり破壊制御工法
 - 知見 18：剛性、強度増加の天端補強によるすべり破壊制御工法
 - 知見 19：遮断構造補強によるすべり破壊制御工法
 - 知見 20：のり尻補強によるすべり破壊制御工法
 - 知見 21：変断面構造による縦断線形円滑化工法
 - 知見 22：補強土構造による縦断線形円滑化工法
 - 知見 23：性能設計と仕様設計の経済性の差異

これらの知見は、後述する「性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会」（主催：大阪大学大学院工学研究科、(社)土木学会関西支部、協賛：(社)土木学会地震工学委員会）により、個別研究成果の発表を含めて対外的に公表したが、産学官から 122 名の参加を得ることにより、高い関心を得た。

研究成果(つづき)

また、研究成果は、後述するように平成17～20年度に渡って81編の論文等で公表しているが、下記の論文に対しては表彰を得ており、学術的な評価を得た。

(1) 土木学会地震工学論文賞(平成17年度)

- ・常田・小田・鍋島・江川：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、土木学会地震工学論文集，Vol.28、No.009、pp.1-9，2005.8
- ・Ken-ichi TOKIDA, Kazuhiro ODA, Yasuyuki NABESHIMA, Yusuke EGAWA:
DAMAGE LEVEL OF ROAD INFRASTRUCTURE AND ROAD TRAFFIC PERFORMANCE IN THE MID NIIGATA PREFECTURE EARTHQUAKE OF 2004, Structural Engineering/Earthquake Engineering, JSCE, Vol. 24, No. 1, pp.51s-61s, 2007

(2) 土木学会関西支部年次学術講演会 優秀賞(平成19年度)

- ・依藤・常田・小田：地震時の路面の段差規模の評価に関する走行実験，平成19年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，第 部門，2007.5

(3) 地盤工学研究発表会 優秀賞(平成19年度)

- ・江川・常田・小田・都間・中平：道路盛土に対する法尻補強および遮断構造の耐震効果に関する解析的検討，第42回地盤工学研究発表会，No.862，2007.7

(4) 近畿地方整備局研究発表会 優秀賞(平成19年度)

- ・依藤・常田：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について平成19年度近畿地方整備局研究発表会，防災・保全部門，No.16，2007.7
- ・江川・常田：地震時の道路盛土のすべり破壊に対する経済的な変形抑制工法原理について，平成19年度近畿地方整備局研究発表会，新技術・新工法部門，No.21，2007.7

さらに、下記の各種の協会、団体からの招待講演に積極的に対応し、盛土の性能規定型の設計概念の周知および本研究の成果の公表に努め、評価を得た。

(1) (社)全国上下水道コンサルト協会 (平成18年度)

常田：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，2006.6

(2) KG-NET・関西圏地盤研究会 (平成19年度)

常田：道路盛土の耐震性能の評価と性能規定型の耐震補強および道路管理，KG-NET・関西圏地盤研究会第1回全体委員会，2007.8

(3) 地盤注入開発機構(平成19年度)

常田：性能を考慮した道路盛土の耐震補強・強化方法について，最近の薬液注入工法技術研究発表会，2007.9

(4) (社)日本道路協会北陸ブロック・(社)日本道路建設業協会北陸支部(平成19年度)

常田：道路機能を考えた道路盛土の耐震設計・耐震補強・運用管理について，平成19年度北陸地区道路講習会，2007.11

研究成果の発表状況

研究成果の発表状況は以下の通りであり、平成17年度～平成20年度の発表論文等は81編である。

【平成17年度】（全4編）

代表論文

- 1)常田・小田・鍋島・江川：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、土木学会地震工学論文集，Vol.28、No.009、pp.1-9，2005.8 【論文賞】

内訳：土木学会地震工学論文集(1編)，土木学会関西支部年次学術講演会(1編)，第60回土木学会次学術講演会(1編)，第4回日韓共同セミナー(1編)

【平成18年度】（全18編）

代表論文

- 2)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，第12回日本地震工学シンポジウム，No.119，2006.11

- 3)谷村浩輔・小田和広・常田賢一：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，第12回日本地震工学シンポジウム，No.157，2006.11

内訳：土木学会関西支部年次学術講演会(2編)、第41回地盤工学研究発表会(3編)、第61回土木学会次学術講演会(2編)、第12回日本地震工学シンポジウム(3編)、第5回日韓共同セミナー(6編)、その他(2編)

【平成19年度】（全33編）

代表論文

- 4)依藤・常田・小田：地震時の路面の段差規模の評価に関する走行実験，平成19年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，第1部門，2007.5 【優秀賞】

- 5)江川・常田・小田・都間・中平：道路盛土に対する法尻補強および遮断構造の耐震効果に関する解析的検討，第42回地盤工学研究発表会，No.862，2007.7 【優秀賞】

- 6)依藤・常田：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について，平成19年度近畿地方整備局研究発表会，防災・保全部門，No.16，2007.7 【優秀賞】

- 7)江川・常田：地震時の道路盛土のすべり破壊に対する経済的な変形抑制工法原理について，平成19年度近畿地方整備局研究発表会，新技術・新工法部門，No.21，2007.7 【優秀賞】

- 8)Ken-ichi TOKIDA, Kazuhiro ODA, Yasuyuki NABESHIMA, Yusuke EGAWA: DAMAGE LEVEL OF ROAD INFRASTRUCTURE AND ROAD TRAFFIC PERFORMANCE IN THE MID NIIGATA PREFECTURE EARTHQUAKE OF 2004, Structural Engineering/Earthquake Engineering, JSCE, Vol.24, No. 1, pp.51s-61s, 2007

内訳：Structural Engineering/Earthquake Engineering, JSCE(1編)、土木学会関西支部年次学術講演会(3編)、第42回地盤工学研究発表会(5編)、第62回土木学会次学術講演会(3編)、第6回日韓共同セミナー(6編)、土構造物の地震時における性能設計と変形量予測に関するシンポジウム(3編)、平成19年度近畿地方整備局研究発表会(2編)、第29回地震工学研究発表会(5編)、第27回日本道路会議(1編)、その他(4編)

【平成20年度】（全26編）

代表論文

9)常田：性能を考慮した道路盛土の経済的な耐震強化・補強技術に関する知見，性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会，2008.6

10)中平：道路盛土の耐震性能の評価，性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会，2008.6

11)小田：道路盛土のすべり破壊特性，耐震補強法に関する数値解析，性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会，2008.6

内訳：土木学会関西支部年次学術講演会(3編)、第43回地盤工学研究発表会(10編)、第63回土木学会次学術講演会(5編)，性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会(8編)

研究成果の社会への情報発信

研究および成果の社会への情報発信は、以下のように実施している。

1) 招待講演発表

- (1)常田：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，(社)全国上下水道コンサルタント協会，2006.6
- (2)常田：道路盛土の耐震性能の評価と性能規定型の耐震補強および道路管理，KG-NET・関西圏地盤研究会第1回全体委員会，2007.8
- (3)常田：性能を考慮した道路盛土の耐震補強・強化方法について，最近の薬液注入工法技術研究発表会，地盤注入開発機構，2007.9
- (4)常田：道路機能を考えた道路盛土の耐震設計・耐震補強・運用管理について，平成19年度北陸地区道路講習会，(社)日本道路協会北陸ブロック・(社)日本道路建設業協会北陸支部，2007.11

2) 研究発表会

本研究の研究成果の発表について、土木学会誌等で案内することにより広く参加者を募り、下記のとおり実施した。

実施日：平成20年6月19日(木) 10:00-17:00

会議名：性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究発表会

主催：大阪大学大学院工学研究科、(社)土木学会関西支部

協賛：(社)土木学会地震工学委員会

会場：大阪大学中之島センター 10F ホール

参加者数：122名(学関係17, 官関係17, コンサルタント関係42, 総合建設業関係26, M-加関係20)

研究の今後の課題・展望等

将来、東南海・南海地震等の海洋型の大規模地震，内陸直下型の地震の発生が危惧される状況において、道路のネットワーク機能の安全性、信頼性の維持、向上が望まれる。そのためには、道路ネットワークを構成する道路盛土についても性能規定型の耐震強化および耐震補強、さらに道路管理の促進が有効である。

本研究の進捗、成果により、道路盛土の性能規定型の耐震強化・補強に関する基礎事項に関する多様な知見が得られるとともに、将来の具体的な設計法あるいは工法の研究開発の可能性が提示されたが、今後は以下の研究・開発課題が考えられ、その展開が必要である。

1) 盛土の動的特性および設計地震動の解明

盛土の地震応答特性（増幅特性、位相特性・・・）を解明するとともに、性能を考慮した盛土の耐震性評価のための地震動（震度・・・）の設定方法を提示すること。

2) 盛土の危険度評価方法の開発

本研究で提示した危険度の追加評価方法の評価項目および重み付けの検証を行い、評価精度を向上すること。

3) 盛土の耐震性能（変位量・・・）評価方法の精度向上

地震動特性を考慮した道路盛土の変状（横断方向のすべり、縦断方向の沈下）による変位量の評価方法の精度および変形量の評価基準の信頼性を向上すること。

4) 性能規定型の耐震強化・補強工法の開発

道路盛土の変状に対して、変形量を抑制あるいは変形の影響を軽減することを視点に置き、既存工法の応用等による経済的な道路盛土の変形抑制工法を開発すること。

5) 性能規定型の耐震強化・補強工法の導入・普及

開発した工法を試験的に実工事、現場に適用し、実用性を向上させるとともに、積極的な導入、普及を図り、盛土の耐震性を向上すること。

なお、上記の課題に関して、土木学会地震工学委員会に下記の研究小委員会を設置し、産学官の関係機関との連携の下で、研究開発の継続、促進を図る予定である。

名 称：性能を考慮した道路盛土の耐震設計・耐震補強に関する研究小委員会

活動期間：平成20～21年度

委 員：21名（学関係7，官関係4，民関係10）

研究目的：中山間部における道路盛土を主たる対象として、地震動の評価、変形量の評価および工法の開発の3つの課題を掲げ、それぞれの課題に関係する研究者、技術者から成る3つのWGを設置して研究を進めることにより、性能を考慮した道路盛土の耐震性向上技術の推進に資することを目的とする。

さらに、国土交通省近畿地方整備局に対して、「性能を考慮した道路盛土の耐震補強技術」をテーマとした「新技術開発研究会」の設立の申請（平成20年1月）をしている。

研究成果の道路行政への反映

レベル2地震動に対する経済的な道路盛土の耐震性の確保、向上のためには、性能規定型の設計理念が有効であるが、今後の道路行政において、以下の成果の反映が考えられる。

- (1)震度階級と道路盛土の発生段差量の規模との関係および段差量毎の発生頻度は、地震直後の被害想定に活用できる。(知見2)
- (2)既往地震で得られた通行止め発生箇所率は、将来の地震による通行止め発生の頻度の予測に利用でき、地震防災計画に反映できる。(知見3)
- (3)震度階級と土木構造物の被害および水準の関係表は、震度階から大凡の土木構造物の被害の定性的あるいは定量的な想定、地震直後の初動体制等に反映できる。(知見4)
- (4)道路盛土の耐震・防災機能の7加危険度評価法は、将来の地震に対する道路盛土の耐震対策の必要性の評価に反映できる。(知見6)
- (5)道路盛土の耐震性能の評価基準(案)は、新設の道路盛土の性能設計あるいは既設の道路盛土の耐震補強のために、目標とすべき道路盛土の性能に係わる評価項目およびそれらの定量的な評価基準として活用できる。(知見9)
- (6)車両の走行性と応急復旧による段差高の復旧水準の関係は、地震時に発生する段差により通行止めとなった道路を応急復旧により啓開する場合の効果的かつ迅速な管理・運用に活用できる。(知見10)
- (7)改良O型ニューマーク法(Newmark Method Modified by Osaka University)は、盛土のすべり破壊による変形量の予測法として活用できる。(知見11)
- (8)極限解析法は、地震時の盛土のすべりが発生する限界震度およびすべり面の位置等の予測に活用できる。(知見12)
- (9)提案した「すべり破壊制御」の考え方は、レベル2地震動に対する経済的な盛土のすべり破壊に対する耐震強化あるいは耐震補強に反映できる。(知見15)
- (10)提案した「縦断線形円滑化」の考え方は、地震時の盛土の縦断方向で発生する段差に対する耐震強化あるいは耐震補強に反映できる。(知見16)
- (11)提案した「天端補強構造」の設計理念は、すべり面位置の移動およびすべり量の抑制の有効性が検証されており、設計法の確立により経済的な盛土の耐震補強に反映できる。(知見17)
- (12)提案した「のり尻補強構造」の設計理念は、すべり量の抑制の有効性が検証されており、設計法の確立により経済的な盛土の耐震補強に反映できる。(知見20)
- (13)盛土の縦断線形円滑化に着目した「変断面補強構造」の設計理念は、段差の発生防止および縦断線形勾配の緩和の有効性が検証されており、経済的な盛土の耐震補強に反映できる。(知見21)

自己評価

1) 研究目的の達成度

「これまでの研究経過・目的の達成状況」で評価したとおり、目標1および目標2では、所期の目的を達成するとともに、目標1では当初の目標外のマシ危険度評価法を提示しているが、目標3では、地震動を入力とする解析法および補強工法のフィルド実験まで検討できなかったところで初期の目的の達成に至らなかった。

2) 研究成果

本研究により、従来、明確でなかった道路盛土の性能規定型の耐震強化・補強について、具体的な設計概念を提示するとともに、実験あるいは解析によって設計概念を実現する具体的な工法の適用性を明らかにしたことから、今後の性能規定型設計の進捗および工法開発に貢献するものと考えられる。特に、従来、全く考えられていなかった管理・運用での性能評価については、ヒントを提示できた。また、研究成果である発表論文の数は平成20年9月現在で81編あり、また研究成果は23の知見として集約し、第三者からも理解し易いようにした。

3) 今後の展望

盛土の性能規定型の設計法に関しては、従来、設計概念および性能評価の指標、基準が曖昧であったが、本研究により明確になり、今後の性能設計の基礎固めができた。今後は、本研究の成果を基礎にして、実務面での性能設計が普及することを期待している。

4) 道路政策の質の向上への寄与

従来、道路盛土は耐震設計あるいは耐震補強が殆ど行われていないが、将来のレベル2地震動に対して、危険度に応じた経済的な道路盛土の耐震性の向上が図られ、道路のネットワーク機能の強化により、安全性・信頼性を向上することができると考えている。

5) 研究費の投資価値

実被害箇所の復旧工法と本研究で提示したすべり破壊制御の概念に沿った「のり尻補強」あるいは「遮断構造」による復旧工法との経済比較によれば、入力地震動の規模および耐震性の評価基準が異なるので単純な比較はできないが、性能を考慮した復旧工法の方が約20%のコスト減となっている（知見23）。従って、道路盛土の性能規定型の耐震設計法が普及することにより、レベル2地震動に対しても経済的な対策が可能と思われるので、実施工が増えることにより、研究費の投資効果の増加が期待できる。