

ISSN 1346-7328

国総研資料 第249号

平成17年5月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of

National Institute for Land Infrastructure Management

No.249

May 2005

平成16年度地震防災研究室調査研究成果概要報告書

地震防災研究室

Annual Report of Research Activities, Earthquake Disaster Prevention Division, 2004

Earthquake Disaster Prevention Division

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

平成 16 年度地震防災研究室調査研究成果 概要報告書

日下部毅明

真田 晃宏

上原 浩明 *1

片岡正次郎

長屋 和宏

松本 俊輔

鶴田 舞

渋谷 研一 *2

概要

地震防災研究室において平成 16 年度に実施した調査研究の成果をまとめたものである。道路管理における震後対応能力及び道路施設の耐震性を向上させる方策に関する調査、サイトの地震動特性に基づく設計地震動の設定手法に関する調査、道路施設における強震観測調査等の調査研究成果の概要、及び学会などでの口頭発表論文及び雑誌などへの投稿論文を含んでいる。

キーワード：地震防災、防災計画、リアルタイム災害情報、設計地震動、防災マップ、
強震観測

*1 現 関東地方整備局 利根川ダム統合管理事務所 管理課 管理係長

*2 現 朝日航洋(株) 地図・コンサルタント事業部 防災・環境グループ

Annual Report of Research Activities, Earthquake Disaster Prevention Division, 2004

Takaaki KUSAKABE

Akihiro SANADA

Hiroaki UEHARA *¹

Shojiro KATAOKA

Kazuhiro NAGAYA

Shunsuke MATSUMOTO

Mai TSURUTA

Kenichi SHIBUYA *²

Synopsis

This note is the annual report of research activities of the earthquake disaster prevention division in 2004. This includes researches such as: study on measures for improving earthquake disaster management and seismic performance of road facilities; study on procedures for formulating site-specific design ground motion and evaluation procedure for seismic design ground motions; observation of strong earthquake motion at road facilities. In addition, this also includes accepted papers at congresses.

Key Words : earthquake disaster prevention, disaster prevention planning, real-time disaster information, seismic design ground motion, road disaster mitigation map, strong-motion observation

*¹ Currently, Management chief, Administration Division, Tonegawa Integrated Dam and Reservoir Group Management Office.

*² Currently, Disaster prevention and Environmental Group, Map and Consultant operation Division, Aero Asahi Corporation.

目 次

調査研究

一般研究経費

1. ナウキャスト地震予測の建設分野での活用に関する研究 1
2. 長周期地震動とその地域性の評価に関する研究 1
3. 強震計管理費 1

科学技術振興調整費

4. スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究..... 2
5. 大規模地震・津波等による被害軽減のための検討..... 4

技術研究開発調査費

6. 災害情報を活用した迅速な防災・減災対策に関する技術開発及び推進方策の検討..... 5

原子力試験研究費

7. 想定地震の特性を考慮した設計用地震動に関する研究 6

道路調査費

8. 地震等外力に合理的に対応した設計・施工・品質管理マネジメントシステム..... 7
9. 発災前対策領域の研究 9
10. 災害時対応領域の研究11

河川総合開発事業調査費

11. サイトの地震動特性に基づく設計地震動の設定手法に関する調査13

地方整備局等依頼経費

12. 管理施設の地震時における即時震害予測システム整備業務17
13. 道路管理における震後対応能力向上の基本方針検討業務19
14. 道路施設における強震観測調査21
15. 河川施設における強震計の点検調査23
16. 地震計ネットワーク情報の活用23

(付属資料)

投稿・発表

1. 発表論文一覧……………25
2. 天然資源の開発利用に関する日米会議 耐風・耐震構造専門部会 第36回合同部会
The 36th Joint Meeting of U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects (UJNR)
(平成16年5月17日～19日・米国商務省国立標準技術研究所)
 - ・ Application of Image Processing to Detect Infrastructure Damage
Caused by Earthquakes……………28
3. 第13回世界地震工学会議
The 13th World Conference on Earthquake Engineering(WCEE)
(平成16年8月1日～6日・Vancouver Convention & Exhibition Centre)
 - ・ Procedure For Making Probabilistic Seismic Hazard Map And
Understanding of The Evaluated Hazard……………37
4. 日本地震工学会論文集
 - ・ OBSERVATION OF STRONG EARTHQUAKE MOTION BY NATIONAL
INSTITUTE FOR LAND AND INFRASTRUCTURE MANAGEMENT……………52
5. JACIC 情報
 - ・ 公共土木施設の地震時リスク評価手法の研究……………59
6. 土木学会第59回年次学術講演会
(平成16年9月8日～10日・愛知県豊田市)
 - ・ 入力地震動の位相特性がダムの動的応答に及ぼす影響……………64
 - ・ 即時震害予測システムの適用を考慮した構造物被害関数に関する基礎的研究……………66
 - ・ 2003年宮城県北部地震における締固め改良地盤での地震動・間隙水圧記録……………68
 - ・ 道路施設に対する地震の防災投資効果の評価手法に関する研究……………70
7. 記念シンポジウム「日本の強震観測50年」－歴史と展望－
Symposium on the 50th Anniversary of Strong-Motion Earthquake Observation in Japan
－History and Perspective－
(平成16年11月9日～10日・防災科学技術研究所)
 - ・ 国総研における強震観測……………76
8. 日本地震工学会大会
(平成17年1月11日～13日・早稲田大学)
 - ・ 兵庫県南部地震の基盤地震動の推定……………72

9. 土木学会中部支部研究発表会 (平成 17 年 3 月 4 日・名古屋大学)	
・統計的手法を用いた微地形分類による液状化判定の研究……………	74
10. 第 6 回 土木学会地震災害マネジメントセミナー (平成 17 年 3 月 16 日・土木学会)	
・防災情報共有化に関する国土交通省の実践的取り組み事例……………	82
11. 土木技術資料	
・道路橋の耐震補強優先度の実用的設定手法……………	88
・平成 15 年十勝沖地震を踏まえた震後対応に関わる今後の課題……………	94
・平成 16 年新潟県中越地震の緊急調査速報……………	100
・ナウキャスト地震情報の建設分野における利活用に関する研究……………	106

その他

1. 平成 16 年度 国総研危機管理技術研究センター 交流研究員研究発表会 (平成 17 年 3 月 30 日・国土技術政策総合研究所)	
・地震・津波被害想定シミュレーション手法の開発に関する調査……………	109

ナウキャスト地震情報の建設分野での利活用に関する研究

Study on utilization of Now Cast earthquake Alert information in administration and construction of public works

(研究期間 平成 15～17 年度)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

室 長 日下部毅明
主任研究官 上原 浩明

〔研究目的及び経緯〕

ナウキャスト地震情報（「緊急地震情報」に名称変更）は巨大地震の発生時に初期微動である P 波を検知して解析・処理し被害が予測される地域に主要動が到達する前に主要動の到達時間、地震規模に関する情報を発表するものである。

本研究は緊急時・短時間の情報提供によって受け手を適切な行動に誘導する方法およびナウキャスト地震情報が有効性を発揮する建設分野での対象とその効果を明らかにしようとするものである。

平成 16 年度は、建設分野において効果が期待される事象の抽出（復旧作業中の建設現場、津波、高速道路）および具体の利活用イメージ化、情報提供及び表現内容に関する調査検討、適用事象に具体的な適用及び運用に関する検討および効果の評価を実施した。

長周期地震動とその地域性の評価に関する研究

Study on Evaluation of Long-period Ground Motion and its Regional Characteristics

(研究期間 平成 16～18 年度)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

室 長 日下部毅明
主任研究官 片岡正次郎
研 究 官 松本 俊輔

〔研究目的及び経緯〕

マグニチュード 8 級の巨大地震では、周期 2～20 秒程度の長周期地震動が強く励起される。この周期帯域は、長大橋梁、高層建築物、石油タンクのスロッシングなどの固有周期に対応しているが、巨大地震の強震記録が乏しかったこともあり、これら大型構造物の長周期地震動に対する安全性は十分には検討されてきていない。一方、2003 年十勝沖地震（マグニチュード 8.0）では石油タンクの全面火災が発生したことに加え、長周期成分を含む強震記録が多数得られたことから、長周期地震動に対する新たな対策の必要性を検討することが「東南海・南海地震対策大綱」（平成 15 年 12 月）でも謳われている。本研究は、このような長周期地震動とその地域性を評価することを目的とする。16 年度は、長周期成分が含まれる比較的大規模な地震の強震記録を収集・整理するとともに、統計解析により周期 2～20 秒程度を対象とした地震動強度の推定式を提案した。

強震計管理費

Observation of Strong Ground Motion

(研究期間 昭和 56 年度～)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

室 長 日下部毅明
主任研究官 上原 浩明

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、局所的な地形・地盤が地震動特性に及ぼす影響の解析を目的として特定地域に多数の地震計を系統的に配置する高密度観測と、構造物や周辺地盤上に強震計を配置して構造物や地盤の地震時の振動特性を把握するための一般強震観測を実施している。

本課題は、国土技術政策総合研究所が所有する観測施設の継続的な維持管理、観測記録の処理・蓄積及び地震動の伝播特性に関する基礎的な検討を行うことを目的としている。

平成 16 年度は、高密度強震観測及び新設した強震観測施設の保守点検及び平成 16 年 3 月～平成 17 年 2 月に発生した地震により記録された地震観測記録の回収とデータ処理、館山、焼津地区で発生した機器の故障の修理等を実施した。

また、観測施設及び観測記録のデータベースの拡充を行った。

スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究

Urgent Study of the Great Sumatra Earthquake and Tsunami Disaster

(研究期間 平成 16 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

河川研究部海岸研究室
River Department
Coast Division

沿岸海洋研究部沿岸防災研究室
Coastal and Marine Department
Coastal Disaster Prevention Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
室長
Head
研究官
Researcher

日下部毅明
Takaaki KUSAKABE
片岡正次郎
Shojiro KATAOKA
福濱方哉
Masaya FUKUHAMA
加藤史訓
Fuminori KATO
小田勝也
Katsuya ODA
熊谷兼太郎
Kentaro KUMAGAI

Buildings and infrastructures such as roads, ports, and coastal facilities damaged by the great Sumatra earthquake and tsunami and tsunami characteristics were surveyed in the damaged area. The relationship between the tsunami characteristics and force acted on the structures is investigated.

〔研究目的及び経緯〕

現在、中央防災会議や自治体等で実施されている津波の被害想定では、津波シミュレーションにより浸水域や浸水深さを評価し、それを基に構造物の浸水被害の推定が行われている。一方、今回のスマトラ島沖地震（マグニチュード 9.0）では、津波の衝突により種々の構造物に甚大な被害が発生した。我が国でも東海・東南海・南海地震の連動により最大でマグニチュード 8.8 の地震が発生するおそれがあり、同様の被害が懸念されることから、本研究では、津波の衝突により構造物に作用する力（津波外力）を評価する手法、沿岸域における被害特性等について検討するものである。16年度は、構造物の被災形態とその地点での津波の特性に関する現地調査及び情報収集を行い、津波特性と津波外力との関係等について検討した。

〔研究内容〕

1. 道路施設の被害

スリランカ南部・東部海岸付近における道路施設の被災形態の現地調査を実施するとともに、調査地点付近での津波特性の情報収集を行った。その結果に基づき、津波特性と被災形態との関係を検討した。

2. 海岸施設の被害

スリランカの南西部から東部にかけて、またモルディ

ブにおいて、海岸施設の被災状況と津波特性について現地調査を行い、津波の遡上状況と施設被害について考察した。

3. 港湾施設及び背後地域の被害等

スリランカ南西部付近における港湾施設（一部の漁港を含む）及びその背後地域の被災形態の現地調査を実施するとともに、スリランカにおける津波被害の発生と港湾活動への影響との関係を検討した。

〔研究成果〕

1. 道路施設の被害

写真-1 の右側の道路橋は Arugam Bay bridge（橋長 155m）である。橋梁自体は写真右側（北側）から 3 番目の橋脚が洗掘により若干傾斜・沈下している程度の被害であるが、写真左側の取付け盛土が完全に流失しており、通行不能な状況である。写真左側の短い橋も同様の状況となっている。このため Bailey 橋を 2 箇所を設置し、応急復旧の最中であった。

この橋梁の路面高さは水面から 4.5m であるが、この地点での津波の波高は、数値計算によれば 5m 程度である（<http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/sumatra/index-j.html>）。このほか、Galle 周辺で洗掘により橋台が流失し落橋した道路橋（橋長 24m）があり、路面高さは水面から 2.5m であった。同様に、数値計算による波高



写真-1 Arugam Bay bridge（白線の範囲が流失）3/2 撮影

は2m程度である。

また、調査した範囲では、路面高さ0.6～2m程度の桁が波力により流失した道路橋が東海岸に3橋確認された。このように、路面高さと波高との関係で、路面が比較的低い場合には波力による桁の流出、路面が比較的高い場合には洗掘による取付け盛土や橋台の流失が主な被災形態となることが分かった。このような観点から津波特性と構造特性をもとに被災形態を予測し、予測される被災形態に応じた対策必要性の検討を行うことが道路施設の津波災害の軽減に有効であると考えられる。

2. 海岸施設の被害

日本にも見られるようなコンクリート製の護岸が島の周囲に設置されているモルディブのMale（首都）では、護岸上で高さ1m程度まで浸水したものの、護岸の被災はなかった。また、南海岸に設置されているブロック積みの離岸堤も被害はなかった。Maleの南の環礁に位置するMaafushiやGuraidhooでは、東から来襲した津波の第2波が島を越流し、浸水深は最大2m程度となった。海岸施設は設置されていなかったこともあり、東海岸周辺を中心に、サンゴをセメントで固めて作られた家屋が破壊された。

スリランカの南西部は小さな岬で区切られたポケットビーチが続いている。一方、東部は砂浜が比較的連続しており、その陸側にラグーンが多く見られる。局所的に海岸侵食が問題となっている箇所があり、南西部のPahalagodaやKahawaには石積みの護岸や突堤（粒径30～60cm）が、また南部のHambantotaの砂浜には根固めとして蛇籠が設置されている。津波の遡上により蛇籠は数十cm陸側に移動したものの、護岸や突堤の被覆石はほとんど移動しなかったようである。現地地で得られた証言によると、第2波により海面から



写真-2 護岸背後の流出及び船舶乗上げ（Galle港）

8m以上の高さまで浸水している。掃流に対する河川ののり覆工の安定性照査法を準用すると、粒径50cmの捨石は流速5m/s程度で流されることになる。このことから、これらの海岸施設は、津波遡上時に没水し相当の浮力を受けたものの、流速が比較的小さかったために被害がほとんどなかったと考えられる。

3. 港湾施設及び背後地域の被害等

スリランカ南西部の主要な港湾であるGalle港では数m程度の津波が来襲し、主要な取扱品目であるセメント等を取り扱う岸壁における上屋の被害、比較的天端の低い一部護岸背後の裏込め土砂の水域への流出、港内の泊地・航路における土砂の堆積、港内に係留されていた船舶の漂流・損傷等の大きな被害が発生した（写真-2）。一方、比較的近年に建造されたふ頭、第一線防波堤等のそれほど顕著な被害が発生しなかった港湾施設も存在した。これは、津波の来襲方向・規模とこれらの施設の地理的配置等も大きく関連していると考えられる。また、背後地域においても被害発生地域の分布と津波来襲形態の関連が見られた。さらに、スリランカにおける津波被害の発生と港湾活動への影響との関係については、当地における貨物輸送モード、各港湾の背後圏の広がり等が大きく関連していることが分かった。

【成果の活用】

今回の調査結果をもとに津波外力を評価することにより、わが国の道路構造物、海岸施設、港湾施設が津波に対してどの程度の強度を有しているか、港湾施設等が背後の津波被害にどのような影響を及ぼしているか等を把握し、対策必要性の判断の基礎資料とすることができる。

大規模地震・津波等による被害軽減のための検討

Study for Mitigation of Disaster Caused by Large-scale Earthquakes and Tsunamis

(研究期間 平成 16～18 年度)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

室 長 日下部毅明

主任研究官 片岡正次郎

研 究 官 長屋 和宏

河川部 海岸研究室

室 長 福濱 方哉

主任研究官 加藤 史訓

沿岸海洋研究部 沿岸防災研究室

室 長 小田 勝也

研 究 官 熊谷兼太郎

危機管理技術研究センター 水害研究室

室 長 中村 徹立

研 究 官 水草 浩一

[研究目的及び経緯]

今世紀前半にも発生が懸念される東南海・南海地震の被害想定では、津波による全壊建物数が最大で約5万5千棟、津波による死者数も最大で約1万2千人と試算されているなど、広範囲にわたって大規模な災害の発生が懸念されている。津波による被害想定が初めて具体的に示されたことから、被害想定を踏まえた津波対策への取り組みが求められており、国土交通省としては、津波発生時における被害の軽減等のための対策を早急を実施する必要がある。本課題では、津波に対する土木施設の物的被害を含む直接被害および間接被害の総合的な被害想定手法を開発するとともに、想定される被害に基づき、河川、海岸、港湾、道路の施策など多分野にまたがる対策を含む総合的対策計画を立案する標準的手法を提案する。16年度は、津波による海岸施設・道路施設への外力の算定手法、河川への遡上による氾濫域の算定手法、沿岸域における津波漂流物による被害想定のための基礎的手法等を提案した。

災害情報を活用した迅速な防災・減災対策に関する技術開発及び推進方策の検討

Development of real-time disaster information systems

(研究期間 平成 15～17 年度)

危機管理技術研究センター		地震災害研究官	田村 敬一
	砂防研究室	主任研究官	野呂 智之
	水害研究室	研 究 官	武富 一秀
	地震防災研究室	主任研究官	真田 晃宏
高度情報化研究センター	情報基盤研究室	主任研究官	中島 淳

[研究目的及び経緯]

防災・減災のための対策・対応を効率的に行い、生命や財産の損失を防止するために、迅速な情報の取得と共有、危険度に関する判断、そして国民・地方公共団体への理解しやすい形での情報発信が必要であり、並びに最新の的確な情報に基づいた措置が重要である。

そこで、本研究において、リアルタイムに災害情報を収集、解析、提供できる体制の構築へのリモートセンシング技術・情報処理技術・通信技術などの活用を図ることを目的として研究開発を実施している。

平成 16 年度は、災害情報の組織間共有・統合に関する技術の開発改良について、災害情報共有プラットフォームを含む災害対応業務モデルを作成するとともに、プラットフォームの設計を行った。また、システム間での情報連携の実現に必要なデータ辞書及びシステムインターフェース仕様を策定した。

被災状況の迅速な把握、即時被害予測に関する技術の開発に関しては、災害後の状況把握への航空レーザスキャナデータの活用のための処理・解析過程の時間短縮化方策を、発災後からのあらゆる段階を対象に検討した。また、データ取得仕様、取得データの処理時間とデータ精度の関係について明らかにするとともに、レーザスキャナを活用し火山活動に伴う地殻変動を計測した上でハザードエリアの見直しを行うリアルタイム火山ハザードマップ作成システムを試作した。さらに、実態に即した氾濫予測情報を提供するために、内水と外水の双方を同時に解析できるモデルを用いて、実流域にて氾濫解析を実施し、精度検証を行うとともに、内水外水双方の解析モデルで扱うデータのデータ構造の標準化を行った。また、災害時に支援を必要とする高齢者や身体障害者等の支援技術方策の検討を行った。

想定地震の特性を考慮した設計用地震動に関する研究

Study on Design Ground Motion Considering Characteristics of Scenario Earthquakes

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

(研究期間 平成 14～17 年度)

室 長	日下部毅明
主任研究官	片岡正次郎
研 究 官	松本 俊輔

〔研究目的及び経緯〕

現在、原子力施設の耐震設計基準では、敷地に重大な影響を及ぼすと考えられる地震を想定して基準地震動を作成し、それをもとに設計用地震動を設定することとされている。しかし、基準地震動はマグニチュードと震央距離のみから作成される場合が多く、想定地震が発生した場合に敷地で生じる地震動の特性が必ずしも十分には反映されていない。このような背景から、本研究は想定地震の特性を取り入れることにより、従来よりも地震動の特性を適切に反映した設計用地震動の設定手法を開発することを目標として実施するものである。16年度は、強震記録データベースに含まれる比較的大規模な地震による強震記録 459 記録を対象として、位相特性のモデル化を行い、地震の規模、震源距離を説明変数とした位相特性の評価式を作成した。また、位相特性の評価式と、15年度に作成した地震動強度の評価式を用いた模擬地震動の作成手法を開発した。

地震等外力に合理的に対応した 設計・施工・品質管理マネジメントシステム Management Systems for Design, Construction, and Quality Control Consistent with External Forces

(研究期間 平成 15～18 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	日下部 毅明
Head	Takaaki KUSAKABE
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	松本 俊輔
Researcher	Shunsuke MATSUMOTO

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has developed probabilistic seismic hazard map based on information about past earthquakes, active faults and inter-plate earthquakes. In the present study we have been developing a procedure for setting up earthquake design motion based on the seismic hazard map.

〔研究目的及び経緯〕

過去に発生した地震のカタログに基づく地震ハザードマップは種々提案されており、地域性を考慮した設計地震動の設定に活用されている。しかしながら、これらは活断層やプレート境界で繰り返し発生する大規模地震の発生位置や切迫性等の情報が十分に反映されたものではない。

本研究は、活断層やプレート境界地震に関して近年蓄積されつつある最新の知見を活用して地震ハザードを評価し、それに基づいて道路橋示方書に規定される地域毎の設計地震動を適正化することにより、必要な耐震安全性の確保と耐震対策コストの合理化に資するものである。

16年度は、発生位置が予め特定できない地震、すなわち全国どこでも発生する可能性がある伏在断層による地震について、強震記録を収集するとともに、距離減衰式により震源近傍での地震動を推定した。さらにこれらを現行の道路橋示方書の設計地震動と比較することにより、レベル2地震動の下限スペクトルについて検討した。

〔研究内容〕

道路橋示方書のレベル2地震動は、標準加速度応答スペクトルに地域別補正係数（現行は1.0, 0.85, 0.7の3地域）を乗じることで得られる。この補正係数は地

域の地震危険度に応じて設定されるべきであるが、道路橋が地震時に期待される機能を発揮するためには、確率は小さくとも、発生する可能性がある地震に対しては耐震安全性を確保しておく必要がある。

周辺に主要な活断層がなく、また大規模なプレート境界地震等が発生するおそれがない地域においても、2000年鳥取県西部地震（気象庁マグニチュードM7.3）のように伏在断層に起因する大規模地震が発生することがある。このような地震は発生位置が予め特定できないことから、全国どこでも発生する可能性がある。ただし発生確率は小さいため、土木施設の耐震設計においてはレベル2地震動として考慮することが適切と考えられる。

ここでは、過去に発生した伏在断層に起因する大規模地震の強震記録を収集するとともに、15年度に作成した距離減衰式によりそのような地震の震源近傍における地震動を推定した。これらを標準加速度応答スペクトルに1.0～0.5の範囲の補正係数を乗じた加速度応答スペクトルと比較することにより、全国どこでも考慮する必要があるレベル2地震動、すなわちレベル2地震動の下限スペクトルについて検討した。

〔研究成果〕

近年発生した伏在断層に起因する4地震（1996年秋田県内陸南部、1997年鹿児島県北西部、2000年鳥取県

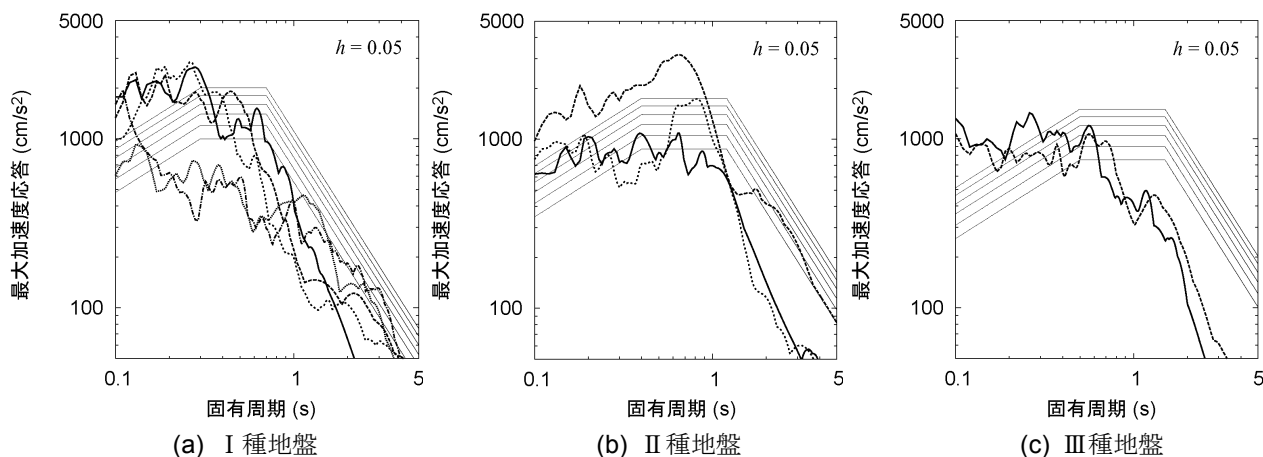


図-1 近年の伏在断層による地震の強震記録とレベル2地震動タイプIIとの比較

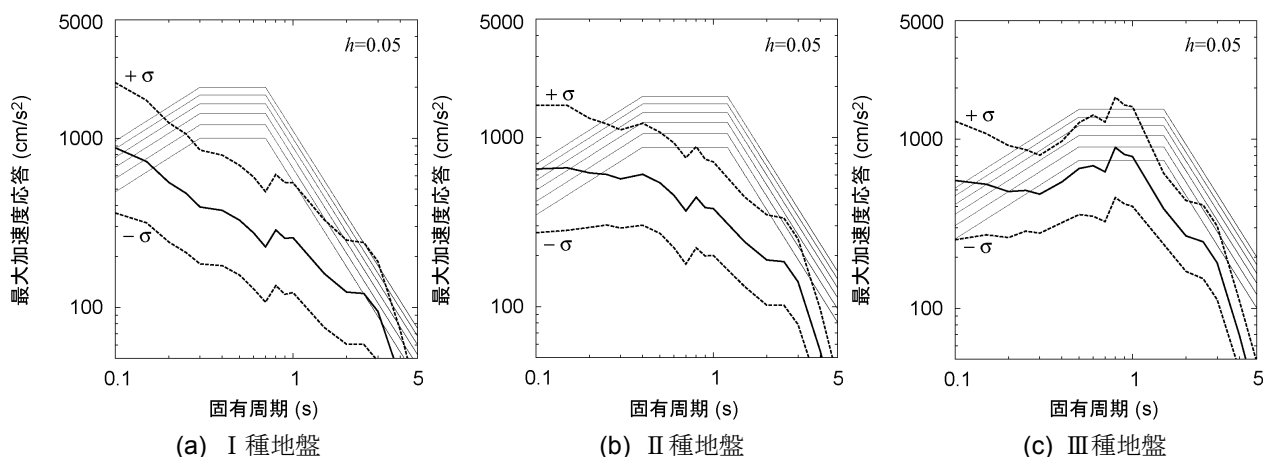


図-2 Mw=6.6の伏在断層による地震を想定した地震動とレベル2地震動タイプIIとの比較

西部、2003年宮城県北部)の強震記録のうち、震源近傍で得られた振幅が大きいものを抽出し、観測点の地盤種別毎にまとめたものが図-1である。比較のため、道路橋示方書の標準加速度応答スペクトル(レベル2地震動タイプII)に1.0, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5の補正係数を乗じたものを細い実線で示した。

通常の橋梁の固有周期帯域である0.3~1.5秒程度の範囲で見ると、II種地盤で固有周期約0.7秒に3000cm/s²を超えるピークをもつ地震動(2000年鳥取県西部地震、日野観測点)がある。これ以外については、橋脚の塑性化により固有周期が2倍以上になることを考慮すると、各地盤種別とも、補正係数を0.6程度まで小さくできることが分かる。

中央防災会議と同様、伏在断層に起因する地震としてM6.9(モーメントマグニチュードMw6.6)の地震を想定し、断層面からの距離が3kmの地点における地震動の加速度応答スペクトルを距離減衰式により推定したものが図-2である。推定のばらつきを考慮し、標準偏差分大きく(+σ)あるいは小さく(-σ)推定した

場合を示すとともに、標準加速度応答スペクトルに補正係数を乗じたものと図-1と同様に比較した。

これによると、0.3~1.5秒程度の固有周期帯域では、I種地盤とII種地盤では補正係数を0.5~0.6まで小さくできるが、III種地盤では0.7程度が限界であることが分かる。

以上のように、1例ではあるが標準加速度応答スペクトルを大きく超える地震動が観測されている一方、距離減衰式からは0.5~0.7程度の補正係数が設定できる可能性も示されていることから、今後、確率論的な観点から検討し、耐震安全性の確保と耐震対策コストの合理化の両面から適切な下限スペクトルを設定する。

[成果の発表]

片岡・松本・日下部：短周期レベルの特性を考慮した地震ハザード解析, 土木学会地震工学論文集, 2005(投稿中)。

[成果の活用]

本研究の成果は、道路橋示方書の改訂に際し、地域別補正係数の下限値の設定に活用される。

発災前対策領域の研究

Study on Risk Management of Road Facilities

(研究期間 平成 14～17 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	日下部 毅明
Head	Takaaki KUSAKABE
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	長屋 和宏
Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	松本 俊輔
Researcher	Shunsuke MATSUMOTO
研究官	鶴田 舞
Researcher	Mai TSURUTA

A manual for preparation of road disaster mitigation map has been developed. The map enables road administrators to manage detailed information about road facilities including damage risk and progress of seismic retrofit projects. The manual consists of three procedures: evaluation of seismic intensity distribution, evaluation of damage risk to road facilities, and drawing of the map.

[研究目的及び経緯]

道路防災事業を一層合理化するためには、最新の道路防災に関する情報を確実に蓄積・管理するとともに、被害想定を実施し、その結果に基づく合理的な道路防災事業計画の立案・目標設定を行った上で事業を実施する必要がある。本研究では、道路施設の地震による被災履歴や対策履歴を逐次蓄積し、道路施設の被災リスクの評価に必要な諸量及び評価結果を容易に管理可能な防災マップ被災度評価版（以下「防災マップ」と呼ぶ）の作成手法、想定される地震に対する道路施設・道路ネットワークの被害想定手法、防災マップ・被害想定に基づく合理的な地震防災計画の立案手法の開発を目的とする。

16年度は、表示する諸量や表示法をとりまとめた防災マップの作成手法を提案した。また、地震動分布の推定手法および道路施設の危険度評価手法を提案した。

[研究内容]

1. 地震動分布の推定手法

想定地震に対する地表面における地震動の推定にあたっては、地震の規模、震源からの距離等に加えて、対象地点の表層地盤の影響を考慮する必要がある。

地質調査結果から地盤種別が明らかになれば、地盤種別を考慮した距離減衰式を用いることにより地震動

の推定が可能である。しかし、対象とする地点には地盤種別の判定が出来ない地点も少なくない。また、面的な地震動の推定のためには、任意の地点で表層地盤の特性を推定する手法が必要となる。

本項目では、対象地点の位置等の限られた情報より地盤の基本固有周期 T_g を推定するため、地質調査結果から算出した T_g を地形分類ごとに統計処理し、地形分類と標高を用いた T_g の推定式を作成した。

2. 道路施設の被災度評価手法

防災マップ作成に必要な道路施設の被害評価手法については、これまでの研究成果や過去の検討結果などのレビューを実施し、対象施設ごとに被災度評価手法を提案した。被災度評価手法の検討にあたっては、防災マップが地方整備局・事務所等で作成されることを考慮し、①なるべく簡便な手法で定量的評価ができること②評価に必要な情報は既存データベースなどで網羅的に整備されていること、等に留意した。

(1) 橋梁被災度評価手法

橋梁の被災度評価手法については、地震防災研究室が過年度に検討を行った即時震害予測システムに用いている被災度判定手法を基本とする。本年度は、本評価手法について、被災度判定精度の向上に資する検討を行うとともに、過去の被災事例による照査を実施

した。

(2)盛土被災度評価手法

盛土の被災度評価手法については、各地域における地震被害想定で用いられてきた被害判定手法を防災マップでの被災評価に用いることとした。本評価手法は、道路防災総点検の評点および地震動の関数として沈下量を算出するものであり、数値解析結果に基づくものである。本年度は、沈下量算出の精度向上を目的に過去の被災事例による沈下量と道路防災総点検評点の関係の照査を実施した。

(3)のり面・斜面被災度評価手法

のり面、斜面の被災度評価手法については、これまで道路防災総点検の評点などを用いた簡便な手法が提案されていなかったため、過去の被災事例を基に道路防災総点検の評点と地震動強さから被災度を判定する評価手法の開発を行った。

3. 防災マップ被災度評価版作成手法の提案

本項目では、道路管理者が、道路施設の地震による被災履歴や対策履歴を逐次蓄積し、道路施設の被災度評価に必要な諸量及び評価結果を容易に管理可能な防災マップの作成手法を提案した。防災マップは、橋梁耐震補強3箇年プログラム策定に際し、補強対策の現状を把握し、年度計画策定に活用する「防災マップ現状把握版」に記載されているデータを活用するものとし、道路施設としては橋梁、盛土、切り土のり面・斜面を対象とした。防災マップの作成に必要なデータについては、地方整備局・事務所等がデータを収集し、今後蓄積する際の容易性を考慮するとともに、道路施設の被災度評価手順等の更新が柔軟に行えるよう配慮した。

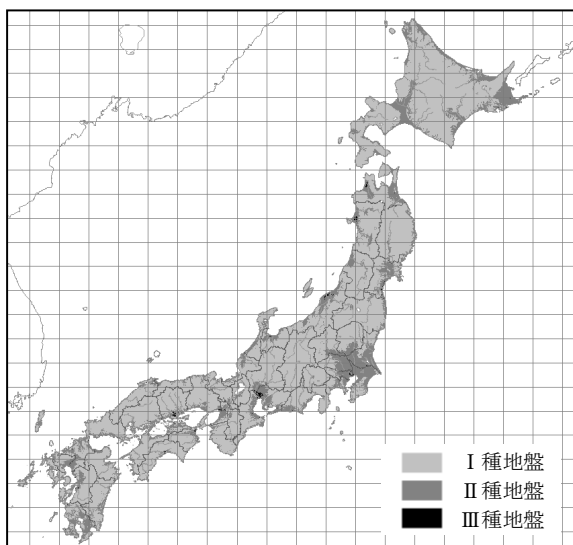


図-1 開発した推定手法による全国の地盤種別

〔研究成果〕

1. 地震動分布の推定手法

対象地点の位置等の限られた情報より地盤の基本固有周期 T_g を推定する手法（図-1）を開発し、 T_g より求めた地盤種別を用いて、距離減衰式による地震動の推定を可能にした。

2. 道路施設の被災度評価手法

(1)橋梁被災度評価手法

被災評価手法精度の検討により、従前の抽出が厳しい傾向であったことが明らかとなり、より精度の高い評価閾値を策定した。

(2)盛土被災度評価手法

過去の被災度の検討より、従前の評価式の妥当性を照査した。

(3)のり面・斜面被災度評価手法

道路防災総点検の評点を用いた簡便な被災度評価手法を提案した。

3. 防災マップ作成マニュアルの提示

防災マップの作成に必要なデータとその入手方法、管理が容易なデータのフォーマットを整理するとともに、1.から得られた地震動分布、2.から得られた道路施設の被災度評価手順と合わせてまとめたマニュアルを作成した。防災マップのイメージを図-2 に示す。この防災マップを用いることで、道路網の脆弱性をイメージし、応急復旧シナリオの策定など震後の的確な対応を準備できるようになる。

〔成果の発表〕

松本・片岡・日下部：地形区分を用いた地盤の特性値 T_g と地盤種別の推定，土木学会地震工学論文集，Vol. 28, 2005(投稿中).

〔成果の活用〕

本研究により提案された防災マップは、道路ネットワークとしての被災危険度を把握、共有することができ、効果的な防災計画立案に活用できる。

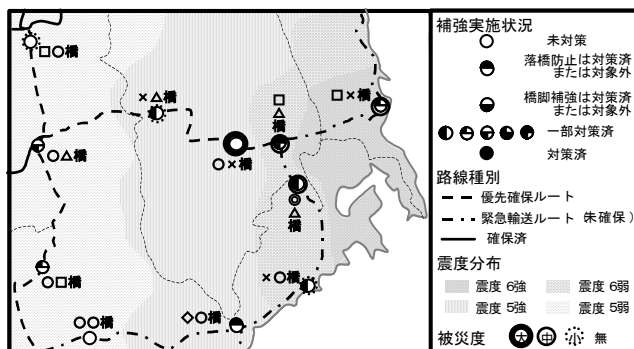


図-2 防災マップイメージ（橋梁のみ表示）

災害時対応領域の研究

Study on Crisis Management of Road Facilities

(研究期間 平成 16～17 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 日下部 毅明
Head Takaaki KUSAKABE
主任研究官 真田 晃宏
Senior Researcher Akihiro SANADA
研究官 長屋 和宏
Researcher Kazuhiro NAGAYA

Present process of detection of facility damages and communication at the crisis management involves problems such as delay and uncertainty. To improve these situations, in this study, introduction of equipments that are already used at the usual facility management to the rough detection of serious damages and easy conveyance is proposed.

【研究目的及び経緯】

大規模地震の発生直後には、道路の概略的な被害状況の把握に多くの時間を要する。このため情報の空白期が存在し、効率的な初動体制の確立が困難であるとともに、道路ユーザー、防災関係機関からの通行可否に関する膨大な問い合わせに十分な対応ができていない。また、所管施設の点検が状況に応じて臨機応変に対応するしくみとなっておらず、最も深刻な被害の発見が後回しとなるケースがある。このような現状に対し、本課題では、既に施設管理等の実務で利用されている CCTV カメラ等のツールを活用することで、大規模地震の発生直後における道路施設の被災状況の把握を支援し、災害時対応のしくみを改善し、迅速・的確な危機対応を実現することを目指す。

研究の初年度にあたる 16 年度においては、(1)CCTV カメラ・地震計等を活用した効果的な状況把握の仕組み及び (2) 共有文書フォルダ・掲示板ソフトウェアを組み合わせた情報伝達の仕組みを提案した。

【研究内容】

1. 震後対応上の課題の整理

三陸南地震 (H15.5)、十勝沖地震 (H15.9) における震後対応上の課題について当研究室が地方整備局本局・事務所へヒアリング調査した結果を整理するとともに、現状の作業の仕組み・ルール等を分析しこれまでの災害では課題としては明確に現出してはいないものの、条件次第では今後課題として表面化する可能性のある事項を整理した。

2. 既存ツールの利用方策・改善業務モデルの提案

平常時の維持管理業務や災害対応業務等で既に地方整備局等の現場で活用されている設備、仕組み、導入や操作が簡易なソフトウェア等既存ツールの現状をもとに、それらのツールの利用による震後対応上の課題の解決方策を検討した。検討では、既存ツールを活用し震後対応を改善するにあたり必要な事前準備事項、具体的利用手順等を現状の業務の仕組みとの継続性に配慮し具体化した。さらに検討した具体的利用手順を、従来の災害対応の仕組みの中に組み込み改善業務モデルを作成し、提案事項の実務性を担保した。

【研究成果】

1. 震後対応上の課題の整理

震後対応の作業中で特に状況の把握及び情報の伝達・共有に関する課題の整理結果を表-1 に示す。

状況(被害)把握に関する課題	
1. 作業要員の不足	○点検担当職員・業者の被災により要員確保に時間を要した
2. 点検の遅延	○点検区間途中の被災で点検継続が不能になった ○道路渋滞で施設点検バトカーが先へ進めなかった
3. 重大被災箇所発見の遅延	○担当区間を最初から順々に見ていく点検方法の場合、点検区間の中で後に存在する重大被災箇所の発見が遅延
情報伝達・共有に関する課題	
1. 作業時間・負荷・ミス増加	○伝達先、伝達内容が増加するほどFAX回線を専有しダイヤルの掛り難さが増大。 ○伝達漏れや最新でない情報の伝達等ミスがあった。 ○伝達内容が多いほど伝わるタイムラグが増加。記者発表等の内容が異なってしまう原因に。
2. 伝達情報の劣化	○現地画像をFAXで伝送した場合、白黒になり状況把握に限界。 ○FAXの繰り返しで字が潰れ読めなかった。

表-1 現地確認シート

道路調査費

現地確認シート
現在 2005/3/8 0:00 地震名称() 記録者()

観測地点名	所在地	震度	事務所	出張所	種別	路線名	距離標	上下の別	所在地		連絡先	対象構造物の有無	確認事項										確認内容詳細	確認結果		
									名称	住所			通行状況	路面状況	付属物	占用物件	のり面・斜面	橋梁	トンネル	その他						
	仙台	気仙沼	ステーション	45	126.3		下り	ローソン 気仙沼最知店	気仙沼市最知南最地-3	0226-27-2822																
	仙台	気仙沼	カメラ	45	134.3		下り	松川トンネル南坑口		松川トンネル																
	仙台	気仙沼	ステーション	45	136.0		下り	ローソン 気仙沼東八幡前店	気仙沼市字東八幡前69-2	0226-25-4625																
				5			下り	安波トンネル北坑口		安波トンネル																
				5			-	只越																		
	仙台	気仙沼	モニター	45					熊谷勇太郎	本吉郡唐桑町字小田90-1	0226-34-5252															

地震計毎に近傍のカメラ等をリスト化

各カメラで確認すべき事項を予め整理



図-1 取りまとめ用地図

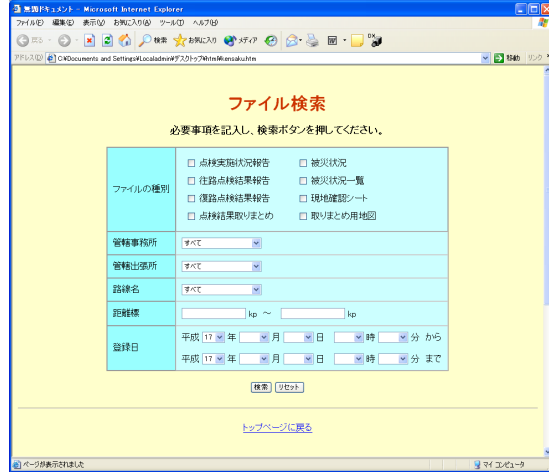


図-2 共有文書フォルダ ファイル検索画面

被害規模が大きければ大きいほど状況を迅速に把握し適切な判断・対応が必要であるが、被害が大きいほど表-1に示す課題はより顕在化するものと考えられる。

2. 既存ツールの利用方策・改善業務モデルの提案
(1) 状況把握の迅速化

現状業務の分析により、既にCCTVカメラ等による状況把握作業自体は実施されていたり、沿道のコンビニエンスストアと提携し店員から道路に関する情報を収集する仕組み(ロードセーフティステーション)が確立されていたりするが、豊富な経験・土地勘に頼ってCCTVカメラを選んでいる、把握した結果を次の判断に十分活かせる形で整理・記録されていない、CCTVカメラやロードセーフティステーションで把握できる地点・区間が明示的に整理されていない等改善が必要な点を把握した。

そこで、次の3点に留意し、状況把握をCCTVカメラ等でより効果的に実施するためのリスト(表-1)・地図(図-1)及びそれらを使用した業務の流れを提案した。

ポイント1: 見るべきカメラ等を効率的に選べる
ポイント2: カメラから漏れなく確実に状況を読み取れる
ポイント3: 確認結果を報告・判断など次の行動へ活かせる形で整理する

(2) 情報伝達・共有の迅速化・正確化

同時に多数がアクセス可能で、伝達情報の時系列管理や、情報の種別等をキーとして検索し情報を探し易くするため、本局・事務所間の情報通信ネットワークを利用し掲示板ソフトウェアの一般的な機能であるファイル名設定等を簡易に行える機能を組み合わせた共有文書フォルダの仕組み(GUI例: 図-2)を提案した。これらの提案に関して(1)(2)の成果を仙台河川国道事務所管内を対象に試作をするとともに、今後全国の地方整備局等での導入・利用マニュアルを整備した。

【成果の活用】

モデル事務所での試行等を通じた実務への適用性をさらに向上させた上で全国の地方整備局等での災害対応で利用される予定である。

サイトの地震動特性に基づく設計地震動の設定手法に関する調査

危機管理技術研究センター地震防災研究室

室長 日下部 毅明

主任研究官 片岡 正次郎

研究官 松本 俊輔

（調査期間 平成12～16）

1 調査の背景および目的

河川技術五計で提唱されている性能規定型設計技術を促進するためには、従来の震度法だけでなく、動的解析を活用したダムの健全性に対する照査を可能とし、耐震設計法の自由度を向上させる必要がある。その場合、入力としては設計震度ではなく、地震動を与えることになるが、合理的な設計地震動を設定するためには、サイト周辺における地震の発生特性を含めた、各サイトにおける地震動特性を反映する必要がある。本調査は、このようなサイトの地震動特性を反映した設計地震動の設定手法を開発し、動的解析による耐震性照査に基づくダムの耐震設計の高度化に資することを目的とするものである。

16年度は、サイトの地震動特性を反映した設計地震動の設定手法のうち、位相特性の設定手法を高度化するとともに、設計地震動の設定手法の妥当性を検証した。

2 調査方法

2.1 設計地震動の設定手法

設計地震動の設定には振幅特性と位相特性が必要となる。振幅特性については、過年度に作成したダムサイト岩盤における距離減衰式を用いて加速度応答スペクトルの推定値を算出し、これを参考に目標加速度応答スペクトルを設定した。位相特性については、観測記録の位相特性をそのまま使い、振幅のみを

調整して設計地震動を作成する手法が広く用いられているが、本研究では群遅延時間を用いて位相特性をモデル化し模擬地震動を作成する手法により、位相特性の設定手法を高度化した。

2.2の動的解析に用いる入力地震動の作成にあたっては、以下のように振幅特性と位相特性の設定を行った。

2.1.1 振幅特性

ダムサイト岩盤における地震動の振幅特性を評価するため、ダムサイト岩盤における最大加速度、及び加速度応答スペクトルの距離減衰式を作成した。このうち、加速度応答スペクトル（水平2成分合成、減衰定数5%）の距離減衰式を用いて、M8.0、断層面最短距離を10kmとして推定した加速度応答スペクトルを図-1に示す。これを参考に、同図に示すとおり周期0.1秒から0.7秒までの最大加

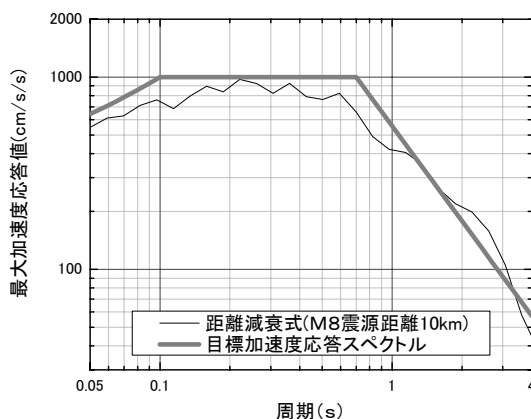


図-1 目標加速度応答スペクトル

速度応答値が 1000gal となる目標加速度応答スペクトルを設定した。

2. 1. 2 位相特性

ダムサイト岩盤における地震動の位相特性の評価には、群遅延時間を用いた。群遅延時間の平均と標準偏差は、それぞれ波形の中心位置と時間的な広がりを表しており、地震波形の非正常性を表現するために適した指標である。

本検討では、周波数ごとの位相特性を個別に評価するために、ウェーブレット変換を用いて各周波数帯域の地震動に分離したうえで、群遅延時間による位相特性の評価を行った。観測記録のサンプリング周波数を 100Hz、データ数を 65536 個に統一してウェーブレット変換を行った結果、サポート区間 J=8、J=10、J=12 の対応周波数はそれぞれ 7.68~1.92 秒、1.92~0.48 秒、0.48~0.12 秒である。

位相のモデル化には、J=8 から J=12 までの各サポート区間の地震動の群遅延時間の平均と標準偏差を用いた。また、簡単のため J=9 における群遅延時間の平均と標準偏差については、J=8 と J=10 の平均値とした。同様に J=11 についても J=10 と J=12 の平均値を用いた。

2. 1. 3 ダムの動的解析に用いる地震動

減衰定数 5% の加速度応答スペクトルが 2. 1. 1 で設定した目標加速度応答スペクトルとなるように観測記録を振幅調整して入力地震動を作成した。観測地震動と作成した振幅調整波の例を図-2の a) b) に示す。

2. 1. 1 の振幅特性と、2. 1. 2 の手法で特定の観測記録の群遅延時間を算出した結果を用いて模擬地震動を作成した。また、観測記録 9 波の群遅延時間の平均と標準偏差を算出し、これらをモデル化することで、観測記録の平均的な位相特性を抽出した地震動を作成した。

ダムの動的解析には、これら①観測記録の振幅調整波、②特定の観測記録の群遅延時間を用いた模擬地震動、③多数の観測記録の平均的な群遅延時間の特性に基づく模擬地震動、の 3 種類の地震動を用いた。

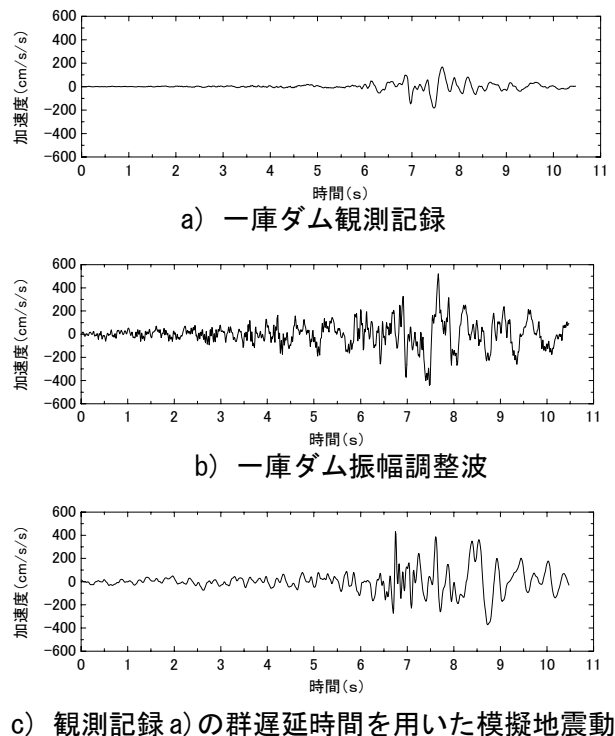


図-2 入力地震動の作成例

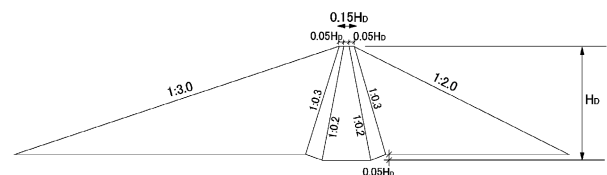


図-3 解析モデル

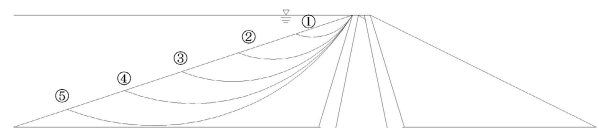


図-4 想定すべり線（上流側）

2. 2 ダムの動的解析による妥当性の検証

観測記録の振幅調整波と、同じ観測記録の群遅延時間に基づく模擬地震動を用いてダム構造物の動的解析を行い、これらの結果を比較することにより、群遅延時間をモデル化して位相特性を設定した設計地震動の妥当性を検証した。

2. 2. 1 解析モデル

解析に用いるダムモデルは、既存のダムの形状・寸法を参考に図-3に示すモデルとした。堤高は 120m とし、単位体積重量、強度特性、弾性波速度、動的ポアソン比、ひずみ依存特性等については、文献類¹⁾²⁾より平均的な物性値を設定した。

2. 2. 2 動的解析

上記の解析モデルと物性値を用い動的解析により要素ごとの加速度時刻歴を求めた。入力地震動は2. 1. 3で作成したものとし、動的解析手法は、周波数領域における等価線形法による複素応答解析とした。

2. 2. 3 滑動変位量

想定滑り線は、上流側、下流側それぞれに20本を設定した。一例として上流側の5本の想定滑り線を図-4に示す。設定した各想定滑り線に対して、2. 2. 2で求めた要素ごとの加速度時刻歴をもとにニューマーク法により滑動変位量の算出を行った。

3 調査結果

3. 1 設計地震動の設定手法

3. 1. 1 観測記録の群遅延時間を用いた模擬地震動

観測記録99波に対して、それぞれ群遅延時間の平均と標準偏差を算出した。算出した群遅延時間と、2. 1. 1の振幅特性より模擬地震動を作成した。一例を図-2のc)に示す。図-2のa)とc)を比較すると、主要動の開始時刻と継続時間がほぼ同程度であり、群遅延時間の平均と標準偏差により、観測記録の位相特性を適切に再現していることがわかる。

3. 1. 2 群遅延時間をモデル化して作成した模擬地震動

観測記録99波に対して、サポート区間J=10の群遅延時間の平均と標準偏差を算出し、図-5の通り関係を整理した。図より群遅延時間の平均と標準偏差には相関があり、群遅延時間の平均を決定すれば、標準偏差が推定できることがわかる。同様の整理をサポート区間J=8とJ=12に対して行った。また、サポート区間ごとの群遅延時間の平均の関係を図-6のとおり整理した。図より、各サポート区間の群遅延時間の平均値には正の相関があり、J=10の群遅延時間の平均を決定すれば、J=8とJ=12の群遅延時間の平均が推定できることがわかる。以上により、サポート区間J=10の群遅延時間の平均を決定すれば、観

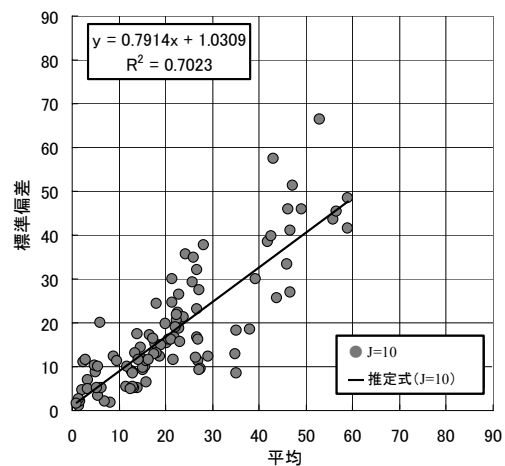


図-5 群遅延時間の平均と標準偏差の関係

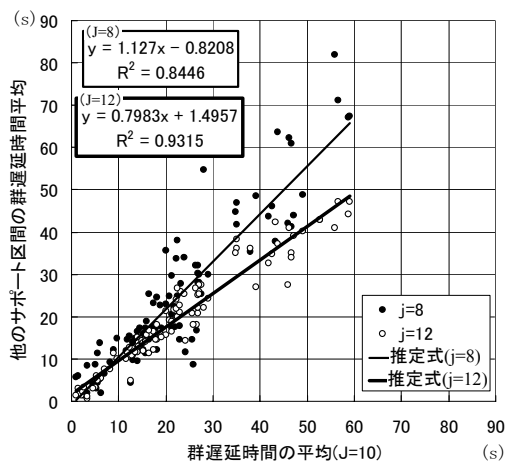
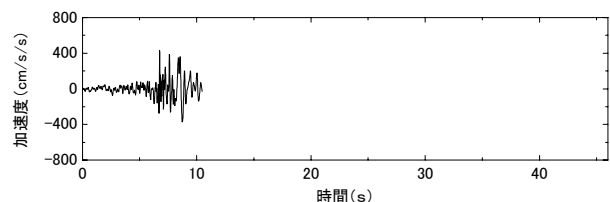
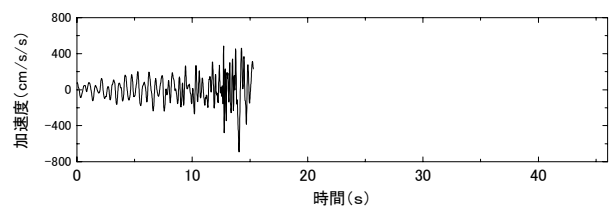


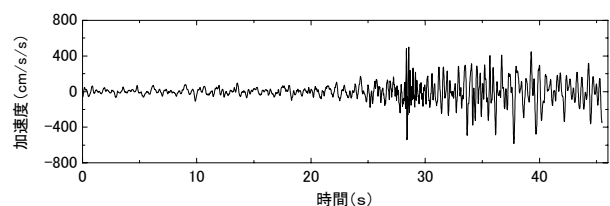
図-6 各サポート区間の関係



a) 群遅延時間(J=10)の平均値が3秒の模擬波



b) 群遅延時間(J=10)の平均値が10秒の模擬波



c) 群遅延時間(J=10)の平均値が30秒の模擬波

図-7 群遅延時間をモデル化して作成した地震動

測記録の平均的な特性を反映した模擬地震動を作成することが出来る。模擬地震動の作成例を図-7に示す。

3.2 動的解析による滑動変位量

振幅調整波と、観測記録の群遅延時間を用いた模擬地震動による滑動変位量の算出結果を図-8に示す。図の横軸は観測地震動の振幅調整波による滑動変位量であり、縦軸は模擬地震動による滑動変位量である。模擬地震動による滑動変位量がやや小さくなる傾向があるものの両者の滑動変位量はほぼ同程度であり、観測記録の位相特性をサポート区間 J=8、10、12 の群遅延時間の平均と標準偏差でモデル化することで、構造物に与える影響を適切に反映した模擬地震動を作成できることがわかる。

図-9に群遅延時間をモデル化して作成した模擬地震動による滑動変位量の算出結果を示す。図より、サポート区間 J=10 の群遅延時間の平均を大きくして作成した模擬地震動は、滑動変位量が大きくなる傾向があることがわかる。これは、群遅延時間の平均が大きくなるに従って、群遅延時間の標準偏差が大きくなるため、波の繰り返し回数が増えることが主な原因と考えられる。

なお滑動変位量は、全てのケースで図-4に示す上流側の想定滑り線①で最大となった。

4 まとめ

群遅延時間を用いて位相特性をモデル化した模擬地震動を作成することにより、設計地震動を作成する際の位相特性の設定手法を高度化した。また、手法を用いて作成した模擬地震動とモデルダムとの滑動変位量の関係を示した。

M8の地震から震源距離10kmの位置にあるダムサイトを想定し、観測波を基に作成した非常に強い地震動による検討を行ったが、最も被害が大きいケースにおいても滑動変位量が26cm程度であった。越流を生じさせないという観点からダムの余裕高(最低でも2~3m)を滑動変位量の許容値とする場合、

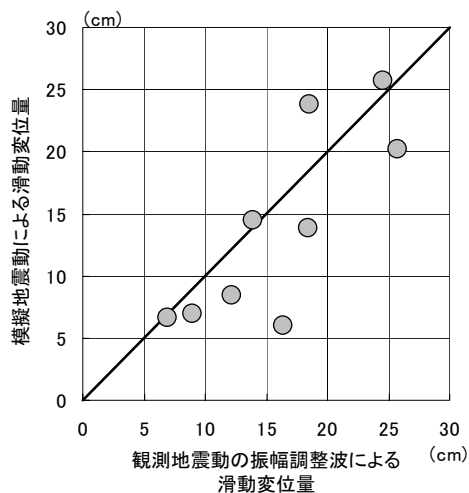


図-8 滑動変位量の一致

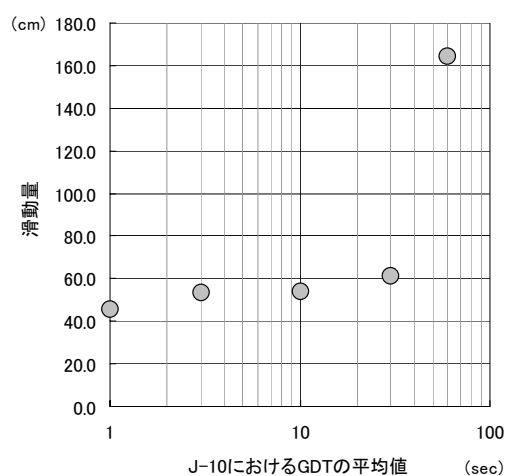


図-9 群遅延時間の平均値と滑動変位量の関係

本調査の結果からはダムの耐震安全性は高いと言える。

5 成果の活用

本調査で用いた位相特性のモデル化による設計地震動の作成手法は、ダム構造物の地震時挙動に与える影響に対して、基となる地震動の位相特性を適切に評価しており、振幅調整波に代わる手法として活用が期待される。

【参考文献】

- 1) 岡本他：ロックフィルダムの地震時安定性評価に関する設計・照査の現状と今後の展望、電力中央研究所、2002.3
- 2) 最新フィルダム工学、(社)電力土木技術協会、1981.3

管理施設の地震時における即時震害予測システム整備業務

Development of a Real-time Earthquake Damage Estimation System to Concerned Facilities

(研究期間 平成15～16年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 日下部 毅明
Head Takaaki KUSAKABE
研究官 長屋 和宏
Researcher Kazuhiro NAGAYA

A real-time earthquake damage estimation system is set for disaster management of concerned facilities in the Tohoku Regional Development Bureau. The system is expected to support the decision making just after earthquakes and to outline scenarios of practical disaster drill.

[研究目的及び経緯]

地震発生直後の情報の少ない段階において災害対応を的確かつ効率的に行うためには、緊急に災害規模を把握するとともに点検すべき施設を絞り込み、現地へ職員を派遣し、迅速に被害状況を把握する必要がある。また平時には、震後の危機管理体制の構築および適切な防災訓練の実施など防災機能の向上など、地震に対するソフト対策構築のために、想定地震に対するインフラ網の被害想定を行うことが必要である。

本業務は、東北地方整備局における地震発生直後の管理施設の被災状況の把握を目的として、国土技術政策総合研究所地震防災研究室がこれまで開発を進めてきた即時震害予測システムの整備を平成15-16年度の2カ年に渡り実施したものである。本システムは、地震発生時に所管の地震計ネットワークより得られた地震観測情報を活用し、橋梁などの施設構造物被害や地盤の液状化の可能性およびその程度を予測するものである。本システムの整備により、近い将来発生するとされている宮城県沖地震などの大規模地震発生直後の情報が極めて少ない段階において、施設管理を的確かつ効率的に行うための初動の意思決定をスムーズに行うことができる。また、平時には、想定地震に対する被害想定を行うことで、震後の危機管理体制の構築および適切な防災訓練の実施など防災機能の向上にも資する。

[研究内容]

本業務では、東北地方整備局の災害時業務に資する情報提供ツールの構築を、前述したように2カ年に渡って実施した。システムを構成する項目及び各年度における整備配分は表-1の通りである。本年度の各整備項目における整備項目は以下の通りである。

1.システム整備

震害予測を実施する基本システムの構築は昨年度実施しており、WEBブラウザにより情報の閲覧が可能なものとした。本年度は、後述する被害予測を行うための各構造物被害予測閾値および昨年度算出した地震観測地点における地盤応答倍率の組み込みを行うと共にシステムの動作確認を実施した。システムおよび地震観測情報の表示画面を図-1に示す。なお同図には、道路橋の被害予測結果画面も併せて示している。

2.地震危険度判定閾値の算出

(1)道路橋の危険度判定閾値の算出

道路橋の被害予測判定は、橋脚、支承、落橋防止構造、基礎の部材毎に実施しており、それぞれの被害危険度と地震動の関係を橋梁被害危険度閾値データベースとして取りまとめた。

データベースの取りまとめにあたっては、平成8年度道路防災総点検の結果より閾値の算出を行うと共に近年の耐震補強などの状況についてもデータベースに反映させた。

表-1 即時震害予測システムの整備項目

	H15年度	H16年度
1.システム整備	○	○
2.地震観測地点における増幅倍率の算出	○	
3.道路橋の危険度判定閾値の算出		○
4.国道の液状化危険度判定閾値の算出		○
5.道路盛土の危険度判定閾値の算出		○
6.河川堤防の沈下量判定閾値の算出		○
7.システムの整備方針、適用形態の提案	○	○
8.想定地震に対する被害想定機能の改修	○	○
9.既存情報ツールとの連携の構築		○

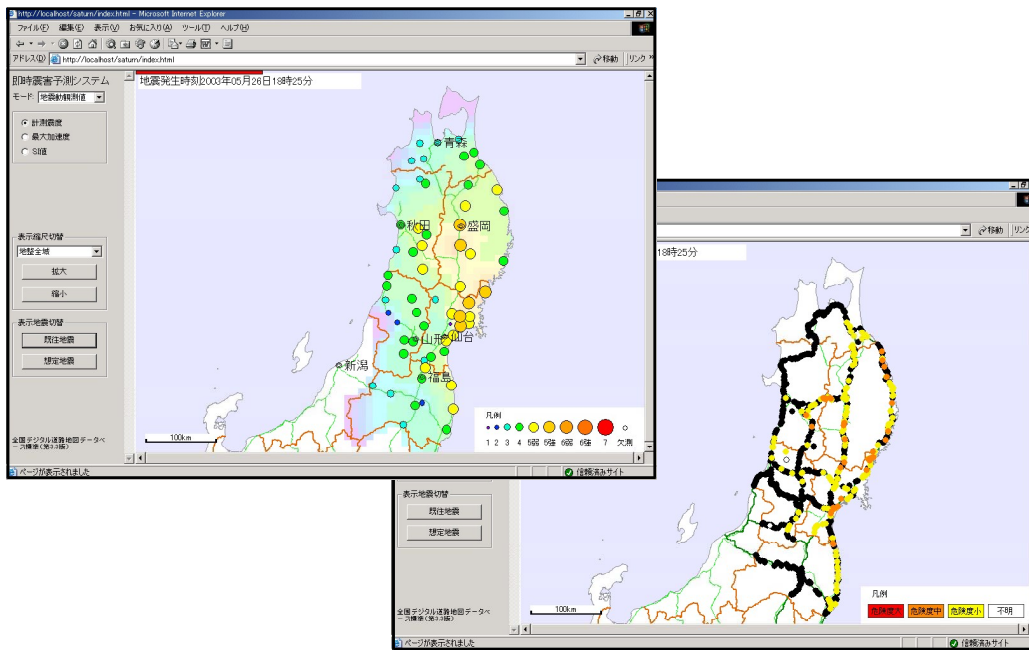


図-1 即時震害予測システム画面
(上:地震動分布表示、下:橋梁被害予測表示)

(2) 国道の液状化危険度判定閾値の算出

国道沿線の液状化危険度判定は、比較的平野部の多い宮城県および秋田県ではボーリング情報に基づくPL法により閾値の算出を実施し、他の地域ではPL法による算出結果を微地形分類毎に統計的検討を行い閾値の算出を行った。

(3) 道路盛土の危険度判定閾値の算出

道路盛土の危険度判定は、これまでの多くの地震被害想定で用いられてきた被害判定手法により危険度判定閾値を作成した。閾値は、道路防災総点検の評点を基に東北地方整備局管内を網羅的に評価できるものとした。

(4) 河川堤防の沈下量判定閾値の算出

河川堤防の沈下量判定は、平成7年度に重点的に実施された、河川堤防耐震点検マニュアルに基づく点検結果から閾値を算出した。なお、点検マニュアルでは詳細点検対象外となった堤防については、堤防位置の地形分類から液状化危険度を推定し沈下量閾値を算出した。

3.システムの整備方針、適用形態の提案

(1) 運用形態に関する検討

本システムが大規模地震発生時の地方整備局において、初動体制構築に効率的な情報提供ツールとして活用されるための検討を行った。

(2) 操作マニュアルの整備

防災関係職員への周知を図る際に使用する、即時震害予測システムの操作マニュアルの整備を実施した。

4.想定地震に対する被害想定機能の改修

地域ごとに想定される地震の被災状況を把握する機能として、近年観測された地震記録に基づく距離減衰式導入する共に、本想定地震分布から被害推定が行える機能の整備を行った。

5.既存情報ツールとの連携の構築

大規模災害時により多くのツールから情報の収集を図ることを目的に、既存の情報ツールとの連携について検討を実施した。その上で特に地震時に効率的な情報収集が可能なCCTVを対象として、地震動分布および被災予測分布から見るべきカメラを抽出するシステムおよび画面の構築を行った。

[研究成果]

開発したシステムは、東北地方整備局および国土技術政策総合研究所のイントラネットに配備し、平成17年度より運用を開始する予定となっている。

[成果の活用]

本システムの整備により、大規模地震発生時に施設管理を的確かつ効率的に行うことが可能になり、初動の意思決定を地整レベルで実施することが可能になる。また、平時においても想定地震に対する被害想定の方針が容易に行うことができ、危機管理体制の構築および適切な防災訓練を実施することが可能となる。

さらに、本研究・開発の最終成果として、即時震害予測システムに関するマニュアルの作成を行うとともに、各地整への展開を図る。

道路管理における震後対応能力及び道路施設の耐震性を 向上させる方策に関する調査

Study on Measures for Improving Earthquake Disaster Management and Seismic Performance of Road Facilities

(研究期間 平成 15～16 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	日下部 毅明
Head	Takaaki KUSAKABE
主任研究官	真田 晃宏
Senior Researcher	Akihiro SANADA
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	長屋 和宏
Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	鶴田 舞
Researcher	Mai TSURUTA

The next off-Miyagi earthquake is expected to occur within a few decades. In this study, based on the damage to road facilities due to the earthquake and lessons learned from previous serious disaster response, concrete measures to improve disaster management are proposed.

〔研究目的及び経緯〕

平成 15 年に相次いで発生した三陸南地震及び宮城県北部地震では、それぞれ最大で震度 6 弱、震度 6 強を観測した。一方、次の宮城県沖地震は 30 年以内に 99% の確率で発生するといわれ、ますます切迫していることもあり、施設の耐震性向上だけでなく災害対応の改善が急務となっている。そこで、本調査において、想定宮城県沖地震による被害を推定し、その結果に基づいて危機管理能力の向上方策を提案することとした。昨年度は、想定宮城県沖地震による地震動強度の分布を予測し被害推定を行うとともに、災害対応に関するヒアリング及び被害推定結果等に基づいて災害対応上の課題を抽出し、今後の危機管理能力向上方策を提案した。今年度は、昨年度提案した危機管理能力向上方策のうち特に早急に具体化を図る必要のあるものについて検討を進めた。

〔研究内容〕

1. 課題・教訓集作成

既往大規模災害時の対応における経験について多くの職員がその内容を共有することにより同じ失敗を繰り返さない、成功事例を参考にできる、さらに、各部署で地震への備えを進めるにあたり、発生しうる課題を具体的なイメージで捉えやすくすること等を目的とし

て、過去に生じた大地震における震後対応の課題等を取りまとめ冊子（課題・教訓集）を作成した。

2. 平常時からの準備事項チェックリスト

適切な震後対応の実現に向けて、道路管理者が平常時からの備えに漏れがないか、どの分野の準備が遅れているか、等を評価するとともに、この評価を定期的に行うことにより進捗管理を行えることを目的として、平常時からの準備が必要な事項をチェックリスト化した。

3. 対応方策立案支援マップ

想定宮城県沖地震への備えを適切に進めるにあたっては、起こり得る様々な状況を予め想定し、対応をシミュレーションし、具体的な課題を予め把握・改善することが有効である。そこで、そのような想定・シミュレーションの実施を支援するツールとして、昨年度作成した被害想定結果をベースに、関連する情報を記載した地図（対応方策立案支援マップ）を作成した。

〔研究成果〕

1. 課題・教訓集

三陸南地震や十勝沖地震等近年発生した比較的規模の大きい地震の際の震後対応に関するヒアリング結果や阪神・淡路大震災、1978 年宮城県沖地震の際に被災事務所等で実際に対応をした当時の職員に対する聞き

取り調査をもとに、直面した課題やそれに対して取った措置、参考となるアドバイス等を、具体的事例を交え取りまとめた(図-1)。取りまとめにあたっては、臨場感が伝わることや読みやすさに留意し、記述内容を想起させる具体的写真を挿入するとともに、関連する話題をコラムとして取り上げる等の工夫を施した。さらに、各話題にはキャッチコピーと要約欄を設定し、読者が興味のある話題を見つけやすくした。

2. 平常時からの準備事項チェックリスト

平常時から準備しておくべき事項(チェック項目)の設定にあたっては、前述の課題・教訓集作成の際に述べたヒアリング調査結果を活用し、既往地震においての課題等を踏まえ、平常時に準備しておく事項を抽出した。

チェック項目は、災害対応の作業場面毎に設定されている。また、部署によって災害への備えに関し重点的に実施する事項が異なることに鑑み、チェック項目を任意に取捨選択できるようにした。評価尺度については4つ設定しチェック項目に応じて尺度を使い分け、

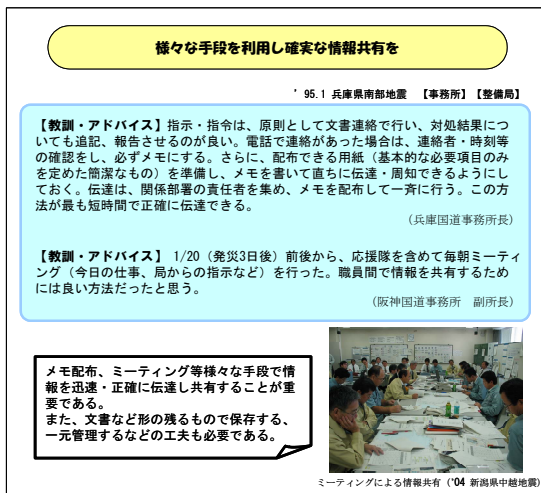


図-1 課題・教訓集(サンプル)

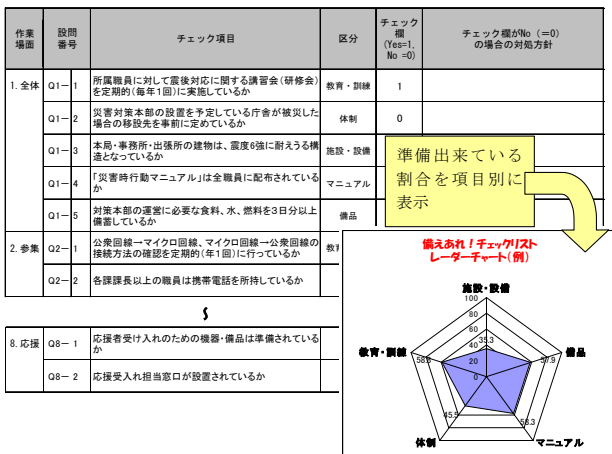


図-2 平常時からの準備事項チェックリスト

より評価しやすくすることとした。

チェック項目については、(1) 教育・訓練に関する事項、(2) マニュアル類の整備に関する事項、(3) 施設・設備に関する事項、(4) 体制に関する事項、(5) 備品に関する事項の5分野に分類し、チェック結果に基づきレーダチャートが作成され、各分野別の達成度を視覚的に理解するとともに、備えが相対的に遅れている分野が把握し易いようにした(図-2)。

3. 対応方策立案支援マップ

マップは事務所管内図程度の大きさとし、次の内容を記載した(図-3)。

- ・昨年度推定した震度分布
- ・1978年宮城県沖地震時の被災実績や過去の津波の際の冠水実績
- ・災害対応を考える上で有用と考えられる次の項目
主要地点の交通量、道路情報板等の位置、被災の危険の高い施設位置、重要港湾等の主要な交通拠点位置。
- ・施設の被災に伴い想定される通行止め区間

【成果の活用】

本調査で作成した課題・教訓集、平常時からの準備事項チェックリスト及び対応方策立案支援マップについては、今後、東北地方整備局管内の道路事務所等に配布され、職員の意識啓発、防災訓練の際などに活用される予定である。また、課題・教訓集については今後の大規模な災害があった際には継続的に改訂していきたい。

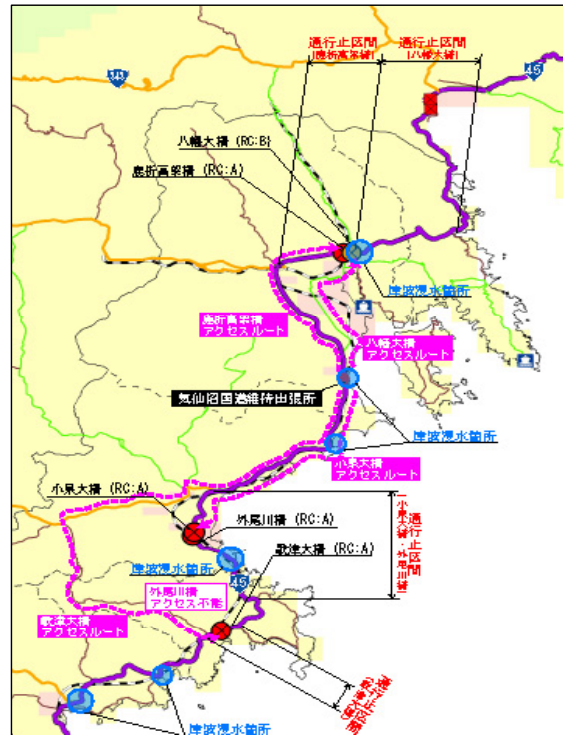


図-3 対応方策立案支援マップ(イメージ)

道路施設における強震観測調査

Observation of Strong Earthquake Motion at Road Facilities

(研究期間 平成 16～18 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	日下部 毅明
Head	Takaaki KUSAKABE
主任研究官	上原 浩明
Senior Researcher	Hiroaki UEHARA
研究官	松本 俊輔
Researcher	Shunsuke MATSUMOTO

NILIM has been conducting strong earthquake motion observation program. About 80 road facilities are observed under strong earthquake motion observation program. This study is strong earthquake motion observation at road facilities, and provides useful observation information for after earthquake crisis management.

[研究目的及び経緯]

国総研では昭和 40 年代から橋梁等の道路施設に強震計を設置して強震観測を実施している。これまで、多くの地震により数多くの貴重な強震記録を取得してきている。これらの強震記録は道路橋示方書をはじめとした各種設計基準に反映され、道路構造物の耐震設計技術の向上や地震防災技術の向上に大きく寄与してきている。

本課題は北海道、沖縄を除く全国各地の橋梁や道路法面・盛土、共同溝などの道路施設に強震計を設置された図-1 に示す約 80 箇所の強震観測施設により、地震時の挙動を把握するための強震観測を行うもので、これらの観測施設の維持管理・運用、収集された強震記録の整理・解析・編集とデータベース整備、強震記録の施設管理面での利活用を図るための調査検討を行うものである。

なお、強震観測施設の設置例を写真-1 に示す。

[研究内容]

1. 強震観測施設の維持管理・運用

強震観測施設が地震時に確実に作動し、観測した記録を収録処理して伝送できるように良好な観測環境を維持するため、表-1 に示す強震観測施設の動作確認、機器調整などのメンテナンス作業を実施した。また、オンラインによる回収が不可能な観測施設については機器に収録されている観測記録の回収を行った。

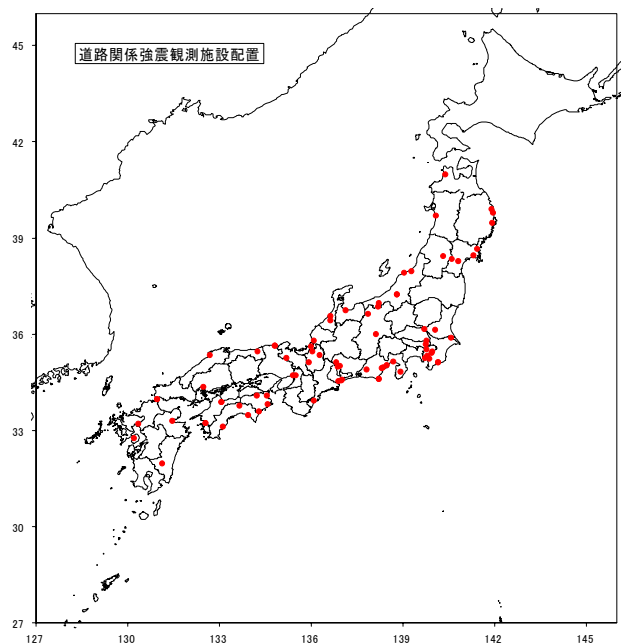


図-1 道路施設の強震観測施設配置図

2. 観測記録の編集・処理

観測された強震観測記録は、数値化などの一次処理を行った後、強震記録データベースへの登録などを行った。

表-1 道路施設の強震観測

地方整備局	事務所	観測所名	地方整備局	事務所	観測所名	
東北	三陸国道事務所	思惟大橋	中部	静岡国道事務所	田子の浦高架橋	
		真崎大橋			宇津ノ谷峠	
		山田高架橋			駿河大橋	
	秋田河川国道事務所	雄物大橋		東海幹線道路調査事務所	神島	
	仙台河川国道事務所	槻木高架橋			答志島	
		仙台西国道			伊良湖岬	
		作並			紀勢国道事務所	熊野佐田坂
関東	大宮国道事務所	志津川	近畿	兵庫国道事務所事務所	尼崎高架橋	
		草加高架橋			大阪国道事務所	安治川大橋
	千葉国道事務所	袖ヶ浦地中管		滋賀国道事務所	天野川高架橋	
	長野国道事務所	茅野		福井河川国道事務所	マキノ	
	東京湾岸道路調査事務所	富津			上野高架橋	
		観音崎			道の駅河野	
		川崎		三俣大橋		
	北陸	新潟国道事務所		上総湊	中国	鳥取河川国道事務所
角鹿高架橋			広島国道事務所	広島南共同溝		
高田河川国道事務所		信越大橋	四国	徳島河川国道事務所		鉦打トンネル
富山河川国道事務所		妙高大橋		徳島河川国道事務所		徳島穴喰
		小白石高架橋		土佐国道事務所		安芸
		白山		中村河川国道事務所		板木野
金沢河川国道事務所		高知佐賀町				
金沢国道維持出張所	金沢国道維持出張所	九州	北九州国道事務所	関門橋		



写真-1 強震観測施設の例 (三重県熊野市)

(2) 具体的な活用イメージ

被害が懸念される規模の地震が発生した直後に強震観測施設で観測した地震応答波形などの強震観測記録がリアルタイムで国総研に伝送され、国総研で必要な解析等を行って、所管施設点検など事務所等に施設の挙動や地震特性に関する情報提供を所管施設点検など震後対応での利活用を図る。

また、収集された強震観測記録や既往の強震観測記録についてデータベース化、アーカイブ化を行って、データ等を随時提供できる環境を整え、耐震設計や地震防災技術向上への一層の利活用を図る。

施設管理を支援するために有用な情報を提供する手法

3. 強震観測記録の施設管理支援面での利活用に関する調査検討

(1) 背景と目的

現在、強震観測記録はおもに加速度記録であり、各種の解析を経て耐震設計技術や地震防災技術の向上のための調査研究に利用されている。また、調査研究用であることから、収録した強震観測記録は年1回実施される保守点検時に回収される程度であった。しかし、近年の通信技術の発展によって通信インフラの整備が進み、通信インフラによるデータ伝送等を行うシステムを構築することが容易となったことから、地震発生後、直ちに強震観測記録を回収するために観測施設に通信回線を接続してオンライン観測システムを構築した(一部の観測所は今後、実施予定)。

このシステムにより地震発生直後に収集した強震観測記録を処理・編集して、調査研究用だけでなく所管施設管理を支援するために有用な情報を提供する手法やツールについて調査検討を実施した。

(3) 平成16年度の実施内容及び成果

平成16年度は以下の内容を実施した。

① ニーズの把握

施設管理者において、地震発生後のどのような情報が必要かニーズの調査及び把握を行った。

② 情報提供ツールの作成

①をふまえて提供する情報を簡潔な表現で見やすく、できるだけわかりやすく情報を読み取ることができるような提供ツールの検討と作成を行った。具体的には1回に発出する情報はA4サイズの情報シート1枚とし、更新・追加を可能とする。また、情報シートのレイアウトについても検討した。

③ 運用方法の検討

情報シートを送信する際に使用するツール(電子メール、web配信など)とその運用方法について、検討を行った。

河川施設における強震計点検調査

Observation of Strong Ground Motion at River management facilities

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

(研究期間 昭和60年度～)

室長 日下部毅明
主任研究官 上原 浩明

[研究目的及び経緯]

国土交通省が所管する河川・道路等の公共土木施設の一般強震観測は、昭和32年に近畿地方建設局(当時)管内の猿谷ダムにSMAC型強震計を設置して開始された。平成13年3月現在、各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局が所管する河川、道路、ダム、砂防施設に設置された880箇所の地震観測施設で観測が実施されており、観測された地震記録は各種構造物の耐震設計基準や地震動特性などの研究に活用されている。

本課題は、一般強震観測のうち国土交通省が河川施設に設置した観測施設を対象として、動作確認としての保守点検、地震観測記録の回収及び数値化処理、観測記録の処理・蓄積、河川施設における地震計設置に関する技術的指導などを目的としている。

平成16年度は、各地方整備局が所管する92箇所の観測施設の保守点検と平成16年3月～平成17年2年に発生した地震による地震観測記録の回収及びデータ処理及び平成15年7月26日に発生した宮城県北部を震源とする地震で得られた強震記録の解析調査を行い、堤防の耐震性向上を目的とした地盤改良の効果について検証を行った。

地震計ネットワーク情報の活用

Utilizing Grand Motion Characteristics Obtained by the Seismograph Network

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

(研究期間 平成13年度～)

室長 日下部毅明
研究官 長屋 和宏

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、地震直後における被災地域の特定や被災状況の把握を目的として、省内の河川・道路などの所管施設近傍あるいは事務所、出張所を対象として、概ね20～40km間隔で全国約700箇所の地盤(地表)上に地震計を設置すると共にテレメータやマイクロ回線などによるオンライン化された全国規模の地震観測ネットワーク網を平成8年より概ね3年間で整備してきた。

本地震計ネットワークより得られる地震発生および地震動の情報は、各地方整備局および現地事務所における初動体制確立に役立てられているところであるが、本情報が防災支援に資する情報として有益であることから、国土交通省の内外を問わず広く活用していくことが求められている。このため、情報利活用の一環として、平成12年6月より国総研HPにて情報を公開するとともに、平成15年6月からは防災情報提供センターとのリンク付けがされている。

平成16年度は、9月5日に発生した紀伊半島沖地震、10月23日に発生した新潟県中越地震、3月20日に発生した福岡県西方沖地震をはじめ、57件の情報を公開した。また、平成16年度のHPへのアクセスは約55,500件であった。例年と比較して10～11月のアクセス件数が非常に多くなっているが、これは新潟県中越地震発生に関連したものと考えられ、特に北陸地方の地方自治体より多くのアクセスがあった。

1. 所外発表論文

論文名	執筆者名	書籍名	発行所	巻号	頁	発行年月
Application of Image Processing to Detect Infrastructure Damage Caused by Earthquakes	日下部毅明 真田 晃宏	UJNR耐風・耐震構造専門部会	米国商務省標準技術研究所	1027	267～275	H16年5月
Procedure For Making Probabilistic Seismic Hazard Map And Understanding of The Evaluated Hazard	中尾 吉宏 日下部毅明	World Conference on Earthquake Engineering	Canadian Association for Earthquake Engineering	第13回	No. 793	H16年8月
OBSERVATION OF STRONG EARTHQUAKE MOTION BY NATIONAL INSTITUTE FOR LAND AND INFRASTRUCTURE MANAGEMENT	上原 浩明 日下部毅明	日本地震工学会論文集	日本地震工学会	第4巻 第3号	90～96	H16年8月
公共土木施設の地震時リスク評価手法の研究	日下部毅明	JACIC情報	日本建設情報総合センター	Vol.19 No. 2	25～28	H16年8月
入力地震動の位相特性がダムの動的応答に及ぼす影響	松本 俊輔 日下部毅明 片岡正次郎	土木学会第59回年次学術講演会講演概要集	土木学会	第59回 第I部門	280～281	H16年9月
即時震害予測システムの適用を考慮した構造物被害関数に関する基礎的研究	長屋 和宏 日下部毅明 片岡正次郎	土木学会第59回年次学術講演会講演概要集	土木学会	第59回 第I部門	823～824	H16年9月
2003年宮城県北部地震における締固め改良地盤での地震動・間隙水圧記録	上原 浩明 松尾 修 日下部毅明 関沢 元治 佐藤 伸吾	土木学会第59回年次学術講演会講演概要集	土木学会	第59回 第I部門	775～776	H16年9月
道路施設に対する地震の防災投資効果の評価手法に関する研究	谷屋 秀一 日下部毅明	土木学会第59回年次学術講演会講演概要集	土木学会	第59回 第IV部門	263～264	H16年9月
兵庫県南部地震の基盤地震動の推定	片岡正次郎 日下部毅明	日本地震工学会大会-2004梗概集	日本地震工学会	第3回	342～343	H17年1月
統計的手法を用いた微地形分類による液状化判定の研究	長屋 和宏 吉村 優治 鈴木 正人 堀 裕季子	土木学会中部支部研究発表会講演概要集	土木学会中部支部		245～246	H17年3月

1. 所外発表論文（ 続き ）

論文名	執筆者名	書籍名	発行所	巻号	頁	発行年月
国総研における強震観測	上原 浩明 日下部毅明	記念シンポジウム 「日本の強震観測 50年」－歴史と展 望－講演集	防災科学技 術研究所	第264号	41～46	H17年3月
防災情報共有化に関する国土交通省の実践的取り組み事例	日下部毅明 真田 晃宏	第6回 土木学会地 震災害マネジメン トセミナー	土木学会	第6回	9～14	H17年3月

2. 国土技術政策総合研究所刊行物（土木技術資料掲載論文を含む）

論文名	著者名	書籍名	巻号	頁	発行年月
平成15年度地震防災研究室調査研究成果概要報告書	日下部毅明・真田晃宏・上原浩明・片岡正次郎・長屋和宏・松本俊輔・谷屋秀一	国土技術政策総合研究所資料	183		H16年5月
道路橋の耐震補強優先度の実用的設定手法	日下部毅明 中尾 吉宏	土木技術資料	46巻 第10号	24～29	H16年10月
平成15年十勝沖地震を踏まえた震後対応に関わる今後の課題	日下部毅明	土木技術資料	46巻 第11号	58～63	H16年11月
平成16年新潟県中越地震の緊急調査速報	国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所合同緊急調査団	土木技術資料速報	46巻 第12号	10～15	H16年12月
ナウキャスト地震情報の建設分野における利活用に関する研究	上原 浩明	土木技術資料研究コラム	47巻 第1号	11～12	H17年1月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.249

May 2005

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675