

## 4. 15 危機管理技術研究センター

# 大規模災害時における被害状況把握技術の活用方策に関する研究

Research on the investigation technology of damages in case of large-scale disaster

(研究期間 平成 21～23 年度)

危機管理技術研究センター  
Research Center  
For Disaster Management  
砂防研究室  
Erosion and Sediment Control Division

土砂災害研究官  
Sediment disasters researcher  
主任研究官  
Senior Researcher

吉川 知弘  
Tomohiro Yoshikawa  
水野 正樹  
Mizuno Masaki

When landslide dams are formed by a big earthquake, a heavy rain, etc, it is necessary to prevent the damage caused by outburst flood. Then, in order to investigate the landslide dam formation more quickly by a helicopter in time of disaster, we developed the simple laser counting system mounted on a helicopter.

### 【研究の目的及び経緯】

地震や豪雨等、天然ダム形成につながる異常現象が発生した場合、ヘリ等により河道閉塞（天然ダム）形成の有無と規模を迅速に把握し、決壊氾濫等による被害を防止する必要がある。

しかし、標準的な携帯型レーザ距離計による計測は、一定時間ヘリをホバリング（空中静止）して計測するため、不安定な気象条件では計測が難しい、また、計測記録の再現性がない等の課題がある。

そこで、発災時にヘリによる天然ダム形成確認調査をより迅速かつ確実に行うために、計測手法を検討し、ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムを開発したものである。

### 【研究の内容】

本研究では、各種計測手法の比較評価によるヘリ調査手法の選定、ヘリの計測試験飛行による調査手法の有用性検証、その結果を受けて「ヘリ搭載型簡易レーザ計測システム」を関東地方整備局の防災ヘリあおぞら号に搭載して、実装計測飛行による有用性の検証を行った。

### 【研究の成果】

#### 1. ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムの概要

「ヘリ搭載型簡易レーザ計測システム」は、ヘリコプターの機外に取り付けた水平防振架台とそれに搭載された GPS 及び慣性計測装置（Inertial Measurement Unit 以下 IMU、レーザ距離計と同期を取る事が可能なもの）、ビデオカメラ、3 台の 100Hz レーザ距離計で構成される（図-1）。天然ダムの調査では、機体の左側にシステムを装備し、計測オペレータが計測対象位置をビデオカメラのリアルタイム映像で

確認しながら飛行ルートを指示し、河川の上空を縦断方向に低速で飛行することにより、3 測線の地形縦断データが得られる。

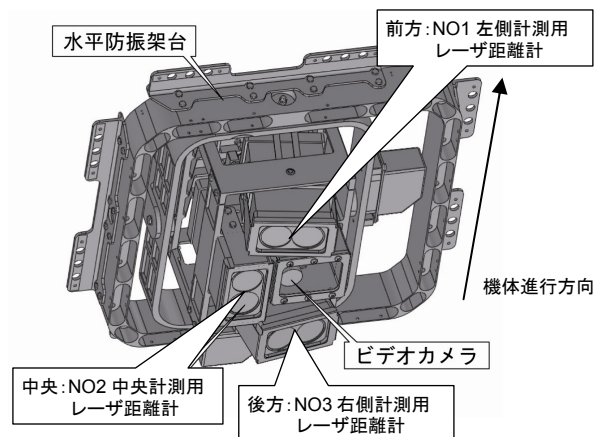


図-1 レーザ測定システム（システムを斜め下から写したモデルで、左側が機体位置、GPS・IMU はビデオカメラの上部に固定）

計測時にシステムから出力されるデータは、1 秒間隔で計測地面の位置座標と標高を算出して機内の PC 画面に計測箇所の縦断グラフとして表示し随時確認できる。さらに、100Hz 周期で、レーザ距離計の測定距離データ、IMU の姿勢データ及び GPS のヘリ位置情報が PC に収録され、後処理により計測地面の位置座標を 100Hz 周期で算出する。

システムの特徴は、(1) 3 台のレーザ距離計を搭載することで、越流開始点（最低点）により近い位置を捉えることが可能、(2) 複数のレーザ距離計を有することでシステム冗長度を確保、(3) 水平防振架台にレーザ距離計と IMU を載せることで低コストかつ、ブレの少ない安定した計測が可能、という点である（図-1）。

さらに、システムの架台は、投光器のマウントに設置可能であり、飛行前の 20 分程度の時間で付け替えることができる。

ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムを構成する 3 台のレーザ距離計のうち中央のものは、IMU 及びビデオカメラと同軸に直下方向で固定され、前後 2 つのレーザ距離計は機体進行方向に対して左右方向（ロール方向）に  $\pm 5^\circ$  間で取付ける。さらに、水平防振架台は、機体内部のコントローラーを使って、飛行中にロール、ピッチ、方位方向へ独立で  $\pm 10^\circ$  まで傾けることができる。

ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムに使用した GPS は、MSAS 補正 DGPS である。単独測位により位置を算出するため、位置の計測精度は、水平方向より高さ方向で GPS 衛星の配置の影響を受け易く、相対精度で水平方向  $\pm 2.5\text{m}$  (DGPS 時)、高さ方向  $\pm 5\text{m}$  (DGPS 時) である。

## 2. ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムの実装検証

「ヘリ搭載型簡易レーザ計測システム」を製作して関東地方整備局のあおぞら号に実装し(図-2)、システムの 3 台のレーザ距離計(図-1)を直下と機体進行方向に直交  $\pm 2^\circ$  の角度にセットして飛行検証した。

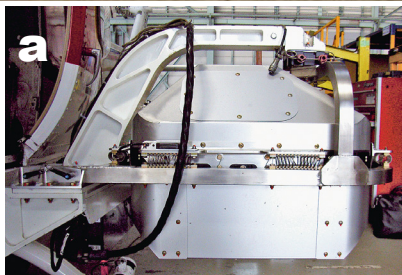


図-2 ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムの搭載状況

検証計測の対象地域は、群馬県吾妻郡中之条町の野反ダム付近とし(図-3)、堰堤を天然ダムと想定して対地高度約 330m(1000ft)、機体速度約 93km/h (50kt) で計測した。

ヘリ搭載型簡易レーザ計測システムの精度検証は、野反ダムの計測結果を既存の航空レーザ測量成果である 2mDEM と比較した。



図-3 対象地域と計測コース

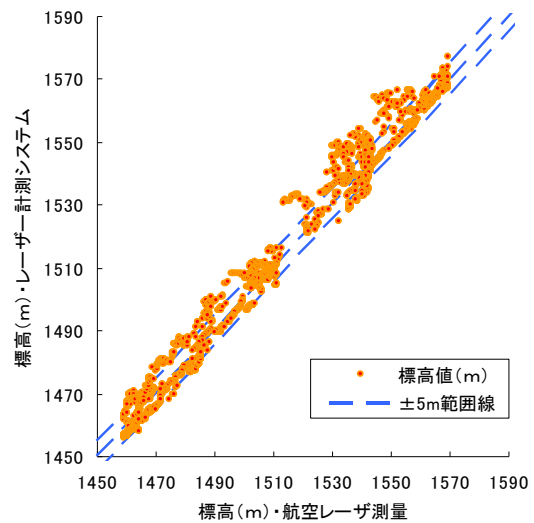


図-4 縦断方向での標高値比較(野反ダム)

航空レーザ測量成果を正解とした時の標高値の比較では、計測結果が堰堤付近で DEM とほぼ一致し、地形の形状を明瞭に表している。そして、ほとんどの地点で樹木の影を除き概ね相対誤差  $\pm 5\text{m}$  以内で計測ができた。(図-4) また、天然ダム標高の絶対標高が必要な場合は、災害前の DEM 等を用いて補正することにより精度が向上する。

### [成果の発表]

水野正樹、岡本敦：迅速で確実な天然ダム形成確認調査に向けて—ヘリコプター搭載型簡易レーザ計測システムの開発—、土木技術資料、Vol. 54、No. 1、pp. 36-41、2012 等に発表。

### [成果の活用]

関東地方整備局の防災ヘリ「あおぞら号」に開発したヘリコプター搭載型簡易レーザ計測システムを搭載し、いつでもヘリ計測の出動ができる体制を構築した。今後、精度確認のため、実際の天然ダム計測等を行っていく予定。

# 大規模災害時における応急対策の効率化に関する研究

Research on the increase in efficiency of the emergency measures of a large-scale disaster

(研究期間 平成 21～23 年度)

危機管理技術研究センター

Research Center

For Disaster Management

砂防研究室

Erosion and Sediment Control Division

土砂災害研究官

Sediment disasters researcher

主任研究官

Senior Researcher

吉川 知弘

Tomohiro Yoshikawa

水野 正樹

Mizuno Masaki

In order to evaluate debris flow control function of emergency measures such as flexible barriers, portable steel structures and so on, the problems to be precisely solved were investigated. Then new plans, ideas and monitoring plans for installation of emergency measures were proposed taking into account evacuation/ countermeasures for huge sediment movements and the related sediment disasters.

## 〔研究の目的及び経緯〕

大規模災害発生時には防災担当者は、時々刻々変化する状況の中で膨大な災害対応業務をこなす必要があるため、災害時の適切な対応方法を平常時に検討しておくことが重要である。そこで、応急対策事例等を基礎資料として、課題と改善方策について検討した。

本研究は、土石流や斜面災害対策の一つとして、資材の備蓄が容易であり、簡易かつ早急に設置が可能な工法を選択し、「応急工法」としての可能性について検討した。近年、柔構造工法(ネット工法等)や、据置型の土石流制御工等が開発され(図-1、図-2)、崩壊斜面对策や土石流の常襲地での試験施工を含めて、適宜導入されているが、災害(特に、大規模災害)時には恒久的な対策により安全が確保できるまでには多大な時間と費用を要するため、これらの既存工法を応急対策として導入できれば、警戒避難体制の早期解除に向けた緊急時対応の一環として有効である。しかし、それらの工法について二次災害防止のための応急工法としての適切な評価と滑動を許容することによって衝撃吸収を図るとの考え方に基づく設計方法は、未だ体系化されていない。



図-1 据置型の制御工の設置事例(梓川:上高地)

そこで本研究では、これまでに土石流発生域である源頭部直下から山地溪流で試みられている前述の工法について、主として、富士川砂防事務所管内で試みられている事例を中心として課題を整理・抽出し、その解決に必要な方策について検討した。さらに、緊急時においても活用可能な対策のあり方、改良の方針についても検討を行った。

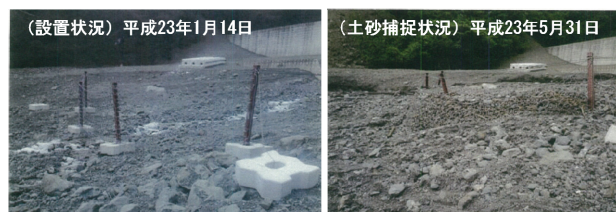


図-2 ネット工の設置と土砂捕捉事例(春木川)

## 〔研究の内容〕

直轄砂防事業実施区域で試行、若しくは補助工法等として導入されている前述の工法について、現状での利活用範囲、不具合事例、力学的特性及び効果検証に必要な調査観測手法、既往の事例によるデータなどの資料収集、整理を行い、これらの工法に関する課題を抽出した。

次に、既開発の鋼製土石流制御工や柔構造工法の応急工法としての効果・適用性について検証・評価するために、必要となる調査・観測手法、応急工法としての利活用に適する範囲、本設および仮設物それぞれにおける取り扱い方法、適用の標準化に必要な検討項目の整理、石礫の輸送形態に着目した適用範囲(勾配、流量、粒径、流砂形態等)、無人化施工、費用について検討し、時空間軸から系統的に示した。



【研究の成果】

(1) 既往事例の整理

試行若しくは補助工法として導入された現地設置事例について、富士川水系早川流域、常願寺川の上流域や六甲山系を対象とし、柔構造工法と据置型の現況における特徴を以下のとおり整理した。

・柔構造工法では、土砂捕捉後の高張力状態における土砂の再載荷や石礫の通過に伴う摩耗により、ネット部を支えるワイヤーの切断が生じる。また、ネット部の断面が円形などの局所応力集中が生じない状態が維持されていれば、土砂捕捉に伴う破断・切断はない。

・据置型のものは、一部には土砂に埋没したものがあるが、土砂捕捉プロセスの把握が困難なため、土砂捕捉機能評価が可能となるような現地事例のデータ収集を今後とも継続する必要がある。

(2) 応急工法としての評価に必要な調査観測項目

試行若しくは補助工法として導入されている各種工法・方法の効果を明らかにするために、種々の機能が明確となるよう次の3つの評価項目について検討を実施する必要性があることを示した。

- ① 作用する外力の評価（土石流、土砂流）
- ② 土砂捕捉効果（質と量の時系列）
- ③ 躯体、部材の性能（強度、耐久性）

また、これらの応急工法について暫定的に限界設計を行い、定量的な効果の評価を行うため、今後必要な現地試験施工案と計測・観測案を示した。

(3) 応急工法の時空間軸から見た適用範囲

対象とする現象を人命・資産が著しく毀損する可能性のある崩壊～土石流（土砂流）とした時に、災害発生時から復旧工時の安全確保が不要となる短期間に実施される応急工法としての時間的な適用性の方針案は、**図-3**に示すとおり整理した。

一方、応急工法の設置について、空間軸に着目し、土砂移動形態に応じ、河床勾配をパラメーターとして、**図-4**に示すとおり方針案として整理を行った。なお、図中において、崩壊・土石流の発生区間では、応急対策工は、短期間の施工における安全性確保のための仮設工法としての適用も可能である。なお、想定される土砂流出の規模に応じ、応急工の規模の拡大、組み合わせによる適用等の可否、限度についても重要な要素となることから、今後の検討が必要である。加えて、堆積土砂排除後の部材の再利用の

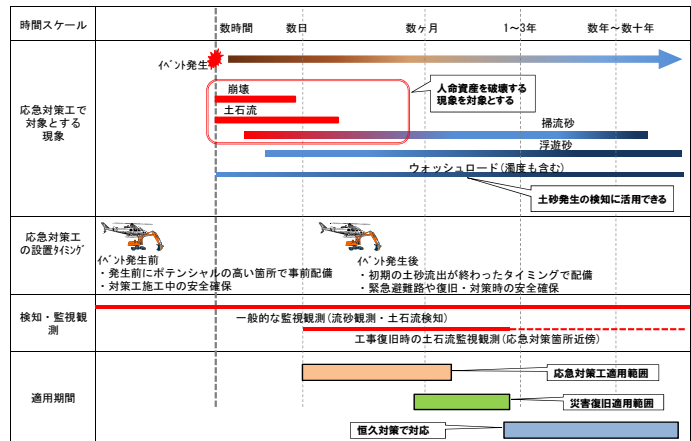


図-3 時間軸に着目した応急工法適用範囲の方針案

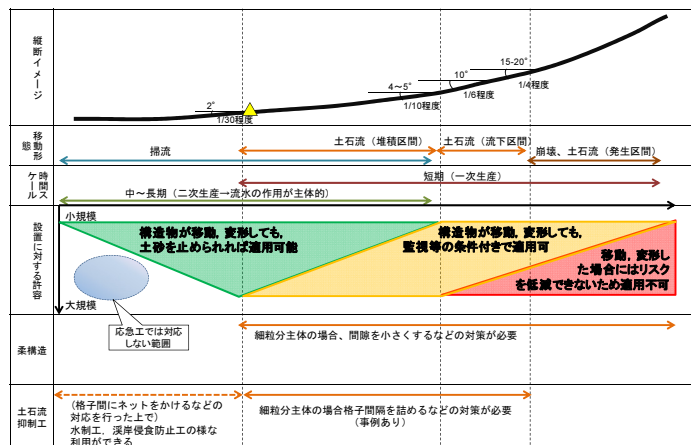


図-4 空間軸に着目した応急工法適用範囲の方針案

観点からの検討や、流木捕捉のための仮設工としての新たな用途についても今後期待されるべき項目と考えられる。

【成果の発表】

平成 24 年度以降に現場における検証等を経て、土砂災害応急対策技術の考え方として取りまとめ、現場での活用に供するために公表予定である。

【成果の活用】

本研究では、応急工法について、既設置箇所を対象として、土砂捕捉・土砂移動の低減効果を定量的に把握するための観測・計測方法およびそれらの手法と、その上で考慮すべき評価方法の素案について提示することができた。

今後、試験施工における現地観測や計測を行い、データの取得と解析を行うと共に、得られたデータの構造物に対する設計外力とその適用方法を提示することにより、大規模土砂災害時に有用な応急対策の導入に資するものとなる。

# ソーシャルキャピタルの特性に応じた

## 地域防災力向上方策に関する研究

Study on schemes for improving local ability of disaster prevention  
based on characteristics of social capitals

(研究期間 平成 21～23 年度)

危機管理技術研究センター

Research Center for Disaster Management

土砂災害研究官

Research Coordinator for

Sediment-related Disaster Prevention

地震防災研究室

Earthquake Disaster Prevention Division

吉川 知弘

Tomohiro YOSHIKAWA

主任研究官

Senior Researcher

宮武 裕昭

Hiroaki MIYATAKE

Social capitals affects regional disaster prevention capability. To increase efficiency of improvement of infrastructures for disaster prevention, facility managers should cooperate with social capitals(residents, companies etc.).This survey focused on the actions of organizations which mediate when administrators (facility managers) approach residents etc. to have them improve the disaster prevention capability of the facilities under their authority.

### 【研究目的及び経緯】

自然災害による「犠牲者ゼロ」を目指すためには、官民を含めた国全体でハードおよびソフトからなる総合的な防災対策を実施していく必要がある。

今後防災対策事業のなかで比重が高まりつつある警戒避難体制の整備などのソフト対策は、各種の情報を受けた地域住民が防災行動を起こすことにより初めてその効果を発揮する。これらの防災行動には、住民の様々な地域活動への参加などのソーシャルキャピタルが影響を及ぼすとされており、地域防災力を効率的かつ効果的に向上させるためにはこうしたソーシャルキャピタルの特性に応じた向上方策をとる必要がある。

本研究は、住民参加による施設や災害危険箇所の点検、住民参加型ハザードマップの作成、地域組織と連携した災害緊急対応等、国土交通省の施策に関わる活動を通じて、ソーシャルキャピタルの特性に応じた地域防災力向上方策を提案することで、災害に対する備え、防災情報の認知力、避難力の向上等による災害時の被害軽減に資することを目的とした。

### 【研究内容】

- (1) 地域防災力を構成する要素に着目した地域防災力向上のプロセスモデル構築と地域特性の関連性分析
- (2) 中間組織に着目した地域防災力向上方策の検討

### 【研究成果】

(1) 地域防災力の構成要素と地域特性の関連性分析  
既往の文献等から地域防災力を構成する要素として、知識力、準備力、対応力を考え、これらの要素の関係を図1のようなプロセスモデルとして構築した。既往の地域防災力向上にかかる取組事例を全国から集め、プロセスモデルの構成要素毎に分類整理した。



図1 地域防災力向上のプロセスモデル

整理の結果、公的な機関からの地域防災力向上の取組みとして「防災マップの提供」、「防災教育」といった『知識力』を高める取り組み、「各種訓練」のような『対応力』を向上させる取り組みは多く行われており、「外国人用防災マップ」、「トリアージ内容講習」、「福祉施設との合同訓練」、「避難経路の自主管理」、「町内の人的・物的資源の確認」等、独自性のある取り組みの多くが地域の民間の団体の主導により行われていることが明らかになった。

都市部、農村、山間部といった地勢的な要件とソーシャルキャピタルに関係した地域防災力向上の取り組みの種別についても数量化手法により分析を行ったが、

有意な傾向は見いだされなかったことから、地域防災力向上に取り組む団体の性格によって取り組みの傾向が決まると考えられる。

(2) 中間組織に着目した地域防災力向上の方策の検討  
国土交通省が所管する施設に関連する地域防災力を効果的に向上させるため、様々な独自の取り組みを進めている民間の中間組織に着目し、直轄施設管理者が中間組織の活動を効果的に支援するための方策について検討した。

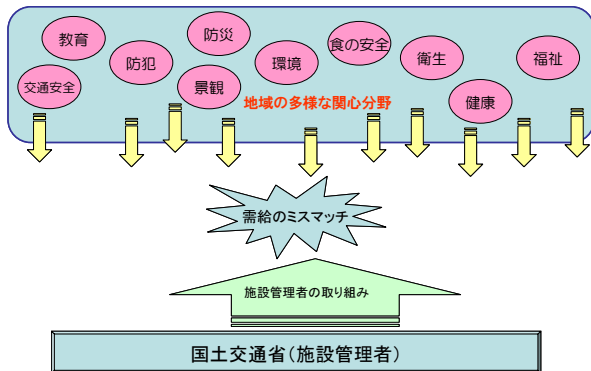


図2 地域防災力向上における失敗の要因

まず、施設管理者による地域防災力向上の取り組みの失敗要因として、施設管理者と地域の社会的サービスに関する需給のミスマッチがあると仮定した。図2に示すように、地域住民は、生活に関連して幅広いニーズを持ち、防災に関するニーズはその一部に過ぎず、他のニーズとの明確な分離は困難である。しかしながら直轄施設管理者の職務権限は施設関連分野に限定されており、住民からのニーズの全てに対応することはできず、その過程で住民ニーズに施設管理者が対応できないケースが生まれ、結果として地域と施設管理者の信頼関係が損なわれていく場合があると考えた。

このような問題への対応として、収集した事例の中から、ソーシャルキャピタルの一部を構成する中間組織を介した地域防災力向上の取り組みに着目した。

図3に示すように、地域に根ざした活動を行う『地縁』や学識経験者等が研究活動を通じて地域と関連を持つ『知縁』をもつ中間組織が施設管理者と地域の間を介在することで意見・提案の集約、関連分野に係る

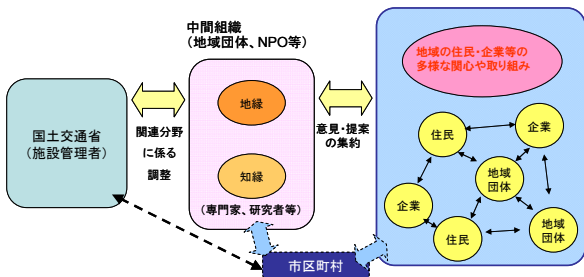


図3 中間組織を介した地域防災力向上のモデル

調整などが円滑化し、結果として信頼の醸成が進む、というモデルを考えた。その上で、直轄施設管理者が中間組織との連携を深めるために取りうる方策を整理することとした。

調査対象とした中間組織は、事業の実施・推進そのものを目的として設立された協議会等の組織ではなく、本来は他の目的のために存在していた組織が仲介の役割を果たし、かつ継続的に活動を行っているような組織を対象とした。市町村は地域住民と上位官庁との調整という職責を担っているが、このような本来職務として調整を行うような活動は本調査の対象外とした。また、営利目的で地域防災力の向上を図るような企業活動も対象外とした。

調査の結果より、中間組織を介した地域防災力の向上において重要となるのは、中間組織の活動の源泉となる本来有していた目的と防災施設に関連する活動の内容を整合させつつ連携を維持することであることがわかった。そこで、中間組織が防災分野での活動に進出してきた経緯を整理し、以下のような代表的なプロセスモデルを設定し、それぞれのモデルにおいて初期、発展期、成熟期における個別のシナリオを想定し、留意点を整理した。

モデル1：まちおこしや教育等の活動をしているキーパーソン（組織）に働きかけ、新たな活動分野として防災力向上への取組みを促す。

モデル2：高度な知識とノウハウを有する学識経験者等が先行して地域で活動している場合に、追随・協働して取組みを促す。

モデル3：自治会連合会のような地縁が強く機能している地域において、既存のネットワークを有効利用しながら取組みを促す。

例えばモデル1では、初期においてはキーパーソンに対する基礎情報の提供が、発展期には職員の異動時の引き継ぎ等、継続性の確保が重要となる。モデル3では組織の発展・成熟において市町村の役割が重要であり、複数の市町村をまたぐような事業の場合は地域によって格差を生じてしまうことが多いといった、事業特性とも相関があることが分かった。

【成果の発表】

所内イントラによる情報の提供等。

【成果の活用】

『中間組織に着目した地域防災力向上の支援に関するガイドライン』を作成、今後の現場事務所での活用を図る。

## 大規模広域型地震被害の即時推測技術に関する研究

Research on immediate damage estimation technology to improve crisis management for mega-earthquakes

(研究期間 平成 23～26 年度)

危機管理技術研究センター

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

地震災害研究官 運上 茂樹

室 長 金子 正洋

主任 研究 官 岡 正次郎

主任 研究 官 長屋 和宏

### 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は震度 4 以上が観測された地震の発生直後に所管施設の点検に入るが、被害状況によってはその把握に数時間以上要することも少なくない。一方、所管施設の被害状況が把握できない状況が続くと、災害対策本部等では迅速かつ的確な初動対応が困難になる。本研究では、地震発生直後に地震計ネットワーク等で得られる強震記録から地震動分布を推定する手法、ならびに地震動分布と河川施設・道路施設等の所管施設のデータをもとに被害状況を精度良く推測する手法を開発するとともに、災害対策本部での広域支援策検討など、推測結果の活用場面に応じた情報提供内容・情報共有方法を提案する。

23 年度は、(独)防災科学技術研究所の強震観測網と国土交通省地震計ネットワークのデータを即時に共有する仕組みを構築した。また、観測記録のない地点の地震動を高い精度で推定可能な地震動分布推定手法を構築するとともに、東日本大震災で発生した所管施設の被災事例を収集し、被災しやすい構造的要因および被災度と地震動強さとの関係を分析した。

# 土砂災害に対するリスクコミュニケーションによる 避難行動促進に関する研究

Research on promotion for residents' evacuation activity against sediment-related disaster  
by risk communication

(研究期間 平成 22～23 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室  
Research Center for Disaster Management,  
Erosion and Sediment Control Division

室長	岡本 敦
Head	Atsushi Okamoto
主任研究官	水野 正樹
Senior Researcher	Masaki Mizuno
研究官	林 真一郎
Researcher	Shin-ichiro Hayashi

Non-structure countermeasures (i.e. providing early warning information and hazard map) against sediment-related disaster are conducted all around Japan. In addition, it is important to promote residents' evacuation activity by risk communication. We conducted to develop local-based education program for risk communication in elementary school and evaluate its effect.

## 〔研究目的及び経緯〕

行政側から土砂災害警戒情報の発表、危険箇所・ハザードマップの公表等の住民の避難行動促進のためのソフト施策が全国的に取り組まれている。それらの施策と併せて、住民の避難行動を促進するためには、専門家と地域が協働した土砂災害に対するリスクコミュニケーションを実施することが重要であると考えられる。本研究は、リスクコミュニケーションによる避難行動促進手法の検討・実践、及び、その効果の定量的把握を実施するものである。

## 〔研究内容〕

専門家と地域が協働した土砂災害に対するリスクコミュニケーションとして、「防災教育」が平成 23 年度から小学校の学習指導要領の重点項目になることから、小学校を起点とした持続的で地域に根ざしたリスクコミュニケーションプログラムの開発を試みた。教育プログラムの開発は高知県四万十町興津小学校の協力を得て、実施した。

### ①教育プログラムの検討、授業の実施

授業は、5、6年生（複式学級）12名を対象として実施した。授業の実施に際し、以下の5つの教育目標を設定した。

- 1) 土砂災害が起こる仕組みを理解し、まちの危険箇所を把握する。
- 2) 土砂災害の被害を最小限に留め、災害に強いまちを

作るため、行政や町会など、様々な人々が施設を作って協力している様子を理解する。

3) 土砂災害の被害を最小限に留めるために運用されている「土砂災害警戒情報」の意義と内容を理解する。

4) 避難しなければならないとき、「自分だけは大丈夫」「みんなが逃げないから、私も逃げない」等、心理的バイアスが作用する可能性があること、ならびにその心理的バイアスの畏から脱け出す方法を理解する。

5) 心理的バイアスが存在することを前提に、土砂災害防止のための施設や情報をかきこく利用して、土砂災害の被害を最小限に留める方策を自ら考えるとともに、皆で共有する。

上記の目標に従い、総合学習及び社会科の時間（計9校時、1校時＝55分）を用いて授業を実施した。授業の実施日、授業概要を表-1に示す。

### ②授業の効果の定量的把握

授業効果の定量的分析を行うため、授業前と授業後に児童を対象にアンケート調査を実施した。アンケートの尺度と回答の選択肢を表-2に示す。アンケートは「リスク認知」「専門家依存の度合い」「自主性の度合い」の三つを測定するもので、表-2の内容を小学校高学年の児童でも理解できるよう文言を修正し、教諭にも確認してもらった上で質問した。回答の選択肢の左端を1、右端を5として平均値と標準偏差、授業前と授業後の平均値の差のt検定を行った結果を表-3に示す。なお、今回の授業効果の分析にあたっては、対象児童が



表-1 授業の実施日と概要

- 【第1回授業（平成22年10月4日）、3校時分】
- (1)土砂災害の仕組みの理解：PPT、VTRによりメカニズムを説明
  - (2)クロスロードゲーム(第一回)：全員に、PPTにて問題提示し、記入後に判断と理由を発表 → 保護者や家の人に同じ質問をし、回答や理由を聞き取る宿題を要請（表-2に問いと回答）
  - (3)興津の現状を地図上で把握：空中写真のアナグリフ画像を3D（赤青）メガネで見ることにより、興津地域の土砂災害危険箇所を印をつけて確認
  - (4)興津の現状を現地把握：フィールドワークを実施し実際に危険箇所を見学
  - (5)危険箇所の確認：(3)で印を付けた危険箇所が、県指定の危険箇所と合致しているか確認
- 【第2回授業（平成22年10月28日）、2校時分】
- (6)現状把握のまとめ：フィールドワークの写真、気づいたこと等をまとめて発表
  - (7)砂防えん堤の仕組みの理解：お菓子を土石流に見立てた簡易土石流実験で砂防えん堤の仕組みを理解
- 【第3回授業（平成22年11月25日）、2校時分】
- (8)降雨の危険性の理解：カードゲームにより雨の降り方と外部から入ってくる情報から危険性を理解し、自身の行動を考える。グループ発表により意見交換
  - (9)土砂災害警戒情報の意義：カードゲームの答え合わせを行い、土砂災害警戒情報の意味を伝達
  - (10)降雨強度の体験：タンバリンにBB弾をぶつける実験により降雨強度と音の変化を体感
- 【第4回授業（平成22年12月6日）、2校時分】
- (11)土砂災害時の避難場所：地図上の砂防ダム・よう壁・自宅・避難場所にシールを貼り確認した上で、土砂災害時にどこに逃げるべきかを発表・討論
  - (12)避難のタイミング：第3回授業で使ったカードゲームを用い、雨の降り方と避難行動を復習
  - (13)クロスロードゲーム(第二回)：第一回のゲームと同じ内容で実施し、判断と理由を発表
  - (14)避難意思決定の限界：施設と情報があれば、本当に逃げられるか？を正常性バイアス、同調などの用語をPPTで説明

少ないことから、得られた結果については、サンプル数が少ないことに留意した解釈が必要であると考えられる。

表-3より、「専門依存\_情報は与えられるもの」であるという認識が統計的に有意に低下していること、ならびに「自主性\_指示待ち」が低下している傾向が示された。これらより、「土砂災害に関する情報は、行政やマスコミから与えられるもの」ではないという意識、ならびに地震や大雨のときでも、行政から避難するよう指示がなければ、避難するかどうかを考える必要はない」という意識が低減する方向に態度変容したことが示された。すなわち、これまで土砂災害情報が避難

表-2 アンケートの尺度と回答の選択肢

- 「リスク認知」の計測項目
- 1)「興津地区には、土砂災害のリスク(危険性)がある」と思いますか？
  - 2)「土砂災害は恐ろしい」と思いますか？
- 「専門家依存」の計測項目
- 3)「行政やマスコミからの、土砂災害に関する情報をしっかり聞いてさえすれば、自分は安全だと思いますか？
  - 4)「土砂災害に関する情報は、行政やマスコミから与えられるもの」だと思いますか？
  - 5)「行政には間違いのない土砂災害に関する情報を発信する義務がある」と思いますか？
- 「自主性」の計測項目
- 6)「地震や大雨のときに土砂災害が起こるかどうかを、「自分自身」で注意深く考える必要はない」と思いますか？
  - 7)「地震や大雨のときでも、行政から避難するよう指示がなければ、避難するかどうかを考える必要はない」と思いますか？
  - 8)地震や大雨のとき「避難すべきかどうか」という判断は誰が行うべきですか？（「私自身」「どちらとも言えない」「行政や専門家」を左端、中央、右端とする5段階）

※1)～7)の回答の選択肢は、「そう思わない」「どちらとも言えない」「とてもそう思う」を左端、中央、右端とする5段階。※漢字には、適宜ふりがなをつけた。

表-3 授業前後の態度変容

計測指標	(2010年10月)			(2010年12月)			平均値のt検定結果		
	N	M	SD	N	M	SD	dF	t値	
リスク認知_存在	12	4.00	1.35	12	4.08	1.24	11	-0.15	0.44
リスク認知_恐怖	12	4.17	1.34	12	4.42	1.16	11	-0.90	0.19
専門依存_行政指示を聞くだけでOK	12	1.83	1.19	12	2.17	0.94	11	-1.00	0.17
専門依存_情報は与えられるもの	12	3.00	1.48	12	2.58	1.16	11	2.16	0.03
専門依存_行政は発信義務あり	12	2.75	1.60	12	2.75	1.22	11	0.00	0.50
自主性_自分で考慮せず	12	2.25	1.42	12	1.75	0.87	11	1.03	0.16
自主性_指示待ち	12	2.17	1.53	12	1.50	0.67	11	1.61	0.07
自主性_判断主体は誰か	12	1.92	1.00	12	2.50	1.17	11	-1.34	0.10

M:平均, SD:標準偏差, dF:自由度, p(片側)

行動に及ぼすネガティブな影響として捉えられていた専門家依存・自主性低減のいずれも、本研究で構築した授業の前後で低減していることが示された。

#### 【成果の発表】

佐藤慎祐、菊池輝、谷口綾子、林真一郎、西真佐人、小山内 信智、伊藤 英之、矢守 克也、藤井 聡：災害情報のメタ・メッセージによる副作用に関する研究、災害情報、9、 pp. 172-178, 2011

谷口綾子、林真一郎、矢守克也、伊藤英之、菊池輝、西真佐人、小山内伸智、藤井聡：小学校における土砂災害避難行動誘発のための授業の効果分析 第43回土木計画学研究発表会（春大会）、2011.5

近森幹夫、林真一郎、谷口綾子：「土砂災害を考える授業」、第3回土木と学校教育フォーラム成果報告書、2012.2

#### 【成果の活用】

全国的な土砂災害に関するリスクコミュニケーション手法検討の基礎資料として活用予定。

## 急傾斜地で発生する崩土の流動化と対策施設の要求性能に関する調査

Investigation on slope failures at long slope and required performance of facilities for preventing such disasters

(研究期間 平成 23～25 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室

室 長 岡本 敦  
研 究 官 野村 康裕  
研 究 官 奥山 悠木

### [研究目的及び経緯]

急傾斜地で発生した崩土は流動化して長距離を流下するケースが見られる。特に近年、斜面高さが概ね 30m を超える長大斜面で崩壊土砂が流動化する現象が注目されている。このような現象の発生機構等は十分に解明されていない。災害の予防や災害からの復旧・復興にあたっては、表層崩壊対策のための急傾斜地崩壊対策事業が行なわれているが、そのような現在施工されている施設では崩壊土砂の流動化に十分対応できない場合も考えられる。崩壊土砂の流動化メカニズムを解明し、対応可能な災害防止施設の調査・計画・設計のあり方を確立することが求められている。

そこで本研究では、急傾斜地における崩壊・崩土流動化を模した模型実験により、土質、降雨条件等を変化させた場合の斜面の挙動を確認した。また、実際の急傾斜地対策事業実施箇所における降雨前後の含水状態を計測することで、地形や土質特性等も考慮しながら土壌水分の変化を考察した。

## 土砂災害警戒情報の運用高度化に関する調査

Study on Application Method of Cost-Benefit Analysis for Sediment-related Disaster Prevention Works

(研究期間 平成 23～24 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室

室 長 岡本 敦  
研 究 官 野村 康裕  
研 究 官 奥山 悠木

### [研究目的及び経緯]

集中的に発生するがけ崩れに対する避難勧告の判断基準等に供すべく、平成 19 年度より全国的に土砂災害警戒情報が運用されているが、避難行動に必ずしも有効に活かされていない。土砂災害警戒情報をより直接的な避難行動に繋げるには、同情報の精度を向上させることが重要であるものと考えられる。

そこで本研究では、まず国・県、市町村、住民の 3 つのレベルでどのような課題があるのか明らかにするため、近年の土砂災害警戒情報発表と避難行動の実態についてヒアリング等の調査及び分析を行った。さらに、土砂災害警戒情報の精度向上のため、同情報の補足情報をより詳細なものにする試みを行った。具体的には、平成 23 年台風 12 号により多くの斜面崩壊が発生した紀伊半島のモデルエリアにおいて、より詳しい地形、地質情報を用いて、表層崩壊の危険度評価を行うことで、補足情報の作成を行い、実際の崩壊発生状況と比較、検証を行った。

## 砂防事業の事業評価マニュアルの高度化に関する検討

Study on Application Method of Cost-Benefit Analysis for Sediment-related Disaster Prevention Works

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 22 年度～)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 内田 太郎  
研 究 官 鈴木 拓郎  
研 究 官 林 真一郎

### [研究目的及び経緯]

本研究は、土砂災害対策に関する「事業評価マニュアル」を策定・高度化することを目標として、土砂災害対策による土砂災害リスクの低減効果を評価する手順の開発を目的としたものである。河川砂防技術基準計画編（平成 16 年）に記載されているように、砂防基本計画は水系砂防、土石流対策、流木対策、火山砂防、天然ダム等異常土砂災害対策からなる。これら各計画に関する災害リスクの低減効果評価手法の構築を目指している。

平成 23 年度は、事業評価上重要な、発生確率と災害規模の関係の評価手法を検討し、砂防事業、土石流対策に関する事業評価マニュアルに反映させた。その上で、発生確率と災害規模の関係の評価手法の高度化を目指し、既往の大規模土砂災害に対して、降雨の発生確率と斜面崩壊及び土石流の発生確率の関係を整理した。また、水系砂防の計画評価に欠かせない山地の降雨流出特性について実態把握を行うために、全国の山地域の流量データを収集分析するとともに、流出解析を行った。

## 流砂量観測データに基づく河床変動への影響評価手法の高度化に関する検討

Advancement of method for evaluating impacts on river-bed variation on the basis of sediment discharge monitoring data

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 内田 太郎  
研 究 官 鈴木 拓郎

### [研究目的及び経緯]

山地河川を流れる流砂を定量的に把握することを目的として、全国的に流砂量観測が実施されている。国土技術政策総合研究所では、全国の流砂観測手法の統一化、技術指導等のマネジメントや観測データの圧縮・解析手法の高度化を行うとともに、流砂観測データベースシステムを開発して全国流砂観測データを保存・管理することとしている。

平成 23 年度は、これまでの観測結果等を分析し、「山地河道における流砂水文観測の手引き」を作成した。また、天竜川の支川である与田切川において、ハイドロフォン（河床に設置した金属管に砂礫が衝突する際に生じる音を計測し掃流砂量を推定する機器）による掃流砂量の計測結果と直接採水による掃流砂量の計測結果を比較し、精度良くハイドロフォンにより掃流砂量を計測できることを示した。さらに、平成 22 年度及び 23 年度に全国で実施された流砂観測データを収集・整理した。

## リモートセンシングによる砂防流域モニタリング手法の開発に関する調査

Study on the monitoring technique for mountainous area by satellite remote sensing

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 19 年度～)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 水野 正樹  
研 究 官 林 真一郎

### [研究目的及び経緯]

土砂災害対策における衛星リモートセンシング技術利用の目的として、①長期的な流域監視と②大規模土砂災害発生時の迅速な被災状況の把握の 2 つが挙げられる。

砂防研究室では、上記 2 つの目的のため、ALOS (だいち) 等の光学センサー画像と合成開口レーダ (SAR) データを用いて衛星リモートセンシング技術を用いた崩壊地抽出技術について検討を実施している。

平成 23 年度は、「①長期的な流域監視」のため、深層崩壊等の大規模崩壊の前に生じる微少な変状を監視し探知する手法の開発を目指し、二時期の ALOS 合成開口レーダデータを用いた干渉 SAR 解析による土砂災害監視手法を塩の川地すべりを対象に試験的に実施した。

また「②大規模土砂災害発生時の迅速な被災状況の把握」手法の開発のため、大地震の後には ALOS 等の衛星光学画像を用いた強震地域の広域崩壊地判読を実施した。そして、台風 12 号災害時には衛星 SAR 画像の判読による天然ダムの探索を試行して未確認の河道閉塞をより早く見つけ出した。

## 総合的な土砂管理を踏まえた砂防設備の計画・配置手法に関する調査

Study on Method For Establishing Master Plan of Sabo Facilities In Viewpoint Of Comprehensive Sediment Transportation Management

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 21～25 年度)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 内田 太郎  
研 究 官 鈴木 拓郎

### [研究目的及び経緯]

流砂系において顕在化している、土砂移動に関わる問題を解消するために、山地流域は土砂の供給源としての役割が期待されている。特に、山地における斜面崩壊や土石流は流砂系におけるほぼ唯一の土砂の生産プロセスである。そこで、本研究では、土砂災害を防ぎつつ、かつ、効率的に土砂を下流へ供給するための砂防設備の計画・配置・設計手法を検討するために、山地における土砂生産量予測および山地からの土砂流出予測手法の構築を目指す。

平成 23 年度は土砂生産プロセスのうち、これまで個別に検討されてきた地中水による表層崩壊と表面流による溪床における不安定土砂の再移動プロセスを同時に評価可能な数値モデルを構築した。さらに、山地からの土砂流出の予測精度向上のために、土石流区間から掃流区間を統一して計算できる数値計算手法を用いて、流砂の非平衡性を表す侵食速度係数・堆積速度係数の設定手法について検討した。



## 砂防技術情報に関する検討調査

Study on erosion and control technical information

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 23 年度～)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 水野 正樹  
研 究 官 林 真一郎

### [研究目的及び経緯]

近年、局所的な豪雨による土砂災害が頻発している。土砂災害に対し、住民の警戒避難への的確な指示等を行うためには、迅速かつ的確な情報提供と現場担当者の砂防技術に関する能力の更なる向上が求められている。本研究では、土砂災害警戒区域に対する土砂災害警戒情報提供のあり方や、迅速かつ的確な情報収集、現場担当者等の能力向上に関する研究を行うことにより、より効果的かつ効率的な防災活動の実現について検討するものである。

平成 23 年度は、迅速な情報収集の手法として、航空機による調査ができない降雨時や夜間も撮影可能な、人工衛星の高分解能合成開口レーダー（高分解能 SAR）を用いた災害状況調査の有効性について検討を行い、平成 23 年 9 月の台風 12 号で発生した河道閉塞箇所抽出において、有効性を確認できた。

このため、現場担当者が迅速に災害状況を把握するため、高分解能 SAR 画像を用いた河道閉塞箇所の抽出手法をマニュアル（案）として取りまとめを行った。

## 土砂災害データベース構築検討調査

Study regarding establishment of the database system for records of sediment-related disasters

危機管理技術研究センター 砂防研究室

(研究期間 平成 21 年度～)  
室 長 岡本 敦  
主任研究官 水野 正樹  
研 究 官 林 真一郎

### [研究目的及び経緯]

砂防研究室では、砂防行政に係る法令・技術基準の技術的根拠の作成、政策の企画・立案の基礎資料の作成および危機管理等を支援するため、砂防関係情報データベースの構築を進めている。

本研究では、①土石流・地すべり・がけ崩れが発生した際に、都道府県から報告される「土砂災害発生報告」、災害関連緊急事業実施の際に行われる調査の結果を報告する「土砂災害実態報告」のデータベースの構築、②全国で撮影された砂防LP計測データ管理システムの構築、③発生した主要な災害の分析による砂防関係情報データベースとして整備すべき情報の整理及び様式の検討の実施等を行うものである。

平成 23 年度は、①「土砂災害実態報告」のデータベースについて各都道府県で災害情報を共有できるよう改良した。

また、平成 23 年 9 月の台風 12 号災害が河道閉塞が多数発生した大規模な災害であったことから、③発生した主要な災害を分析して砂防関係情報データベースに災害情報を蓄積するため、台風 12 号被災地を衛星や航空機から撮影した空中写真を入手し崩壊地判読すると共に、発生した崩壊面積、崩壊土砂量を算定して、台風 12 号による崩壊地の分布や災害の規模を明らかにした。

# 水害時における避難のあり方に関する研究

Research on proper method to shelter or evacuate from flood

(研究期間 平成 21～23 年度)

危機管理技術研究センター  
Research Center for Disaster Management  
水害研究室  
Flood Disaster Prevention Division

室長	伊藤 弘之
Head	Hiroyuki ITO
主任研究官	飯野 光則
Senior Researcher	Mitunori IINO
研究官	平塚 真里子
Researcher	Mariko HIRATUKA

Reduction of the human damage by the reinforcement of non-structural measures is an urgent problem. It becomes the key to improve the understanding of people for flood and inundation conditions through provision of appropriate information to push forward adequacy of evacuation or sheltering measures. Therefore, (1)Evacuation or sheltering method depending on the flood situation, (2)Proper provision of disaster information and (3) Education for disaster prevention were examined.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年、我が国では毎年のように観測史上最大級の大雨が発生し、それによる水害が各地で発生している。平成 23 年においても、7 月に発生した新潟・福島豪雨や台風 12 号による紀伊半島を中心とした大雨により多大な被害が発生している。また、3 月には未曾有の規模の東北地方太平洋沖地震・津波が発生し、多くの方々々が被災されている。防災施設の整備の遅れや施設機能をはるかに上回る災害の発生が深刻化する現状においては、ソフト施策の強化による人的被害の回避・軽減が喫緊の課題となり、特に避難対策ならびに土地利用の適正化を進めるには、適切な情報の提供を通じた、住民個々の水害に対する理解を向上させることが鍵となる。このため、災害時における情報の効果や人の行動について高度な知見を有する東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センターに、(1) 水害時の状況に応じた避難手法、(2) 水害時の情報伝達、(3) 事前の防災情報提供・防災教育の観点から調査研究を委託し、下記の成果を得た。

## 〔研究内容〕

### (1) 水害時の状況に応じた避難手法

氾濫形態、建物条件、想定浸水深、流体力、要援護者の有無等を変数として作成した避難行動指針(試案)を作成し、グループインタビューの結果を踏まえて改良を行なった。また行動指針のベースとなる簡易診断

モデル(案)を策定した。また、特に湛水時間について、オーストラリア・ブリスベンでの水害時の住民調査及び東日本大震災時の仙台市民生活支障調査を実施し、時間経過に伴う生活障害の実態を明らかにした。

### (2) 水害時の情報伝達、

人々が理解できる災害情報のコンテンツ作成の前提条件を明らかにするため、i) 災害用語の理解度、認知度に関する調査を通じたコンテンツに使用される災害用語、説明されるべき文章の条件の提示、ii) 屋外滞在者向けの情報提供としてデジタルサイネージのフィジビリティ調査を実施した。その上で、災害情報コンテンツを作成し、実験的手法を用いた情報伝達戦略の確認と提示を行った。

### (3) 事前の防災情報提供・防災教育のあり方

事前の防災情報提供の基礎となる水害時の「行動様式集」を作成するとともに、その内容の妥当性の精査および利用者の目から見た内容や表現の適切性の評価を行い、標準版を提案した。3D体験システムについては、プロトタイプの評価を通じた改良版を開発した。

## 〔研究成果〕

### (1) 水害時の状況に応じた避難手法

情報の絞り込みや見やすいデザインについて検討し、図-1,2 のような自宅外避難タイプと自宅待機タイプ 2 種類の判断マニュアルと簡易診断モデル(案)を提案す

るとともに、簡易診断モデルについては、浸水シミュレーションにおける流体力、家屋の倒壊・流出限界や湛水時間の精度向上が課題として提示された。



図1.1.1-2 a) 階上避難タイプの平成23年度版「避難判断マニュアル」

図-1 避難判断マニュアル（自宅待機タイプ）

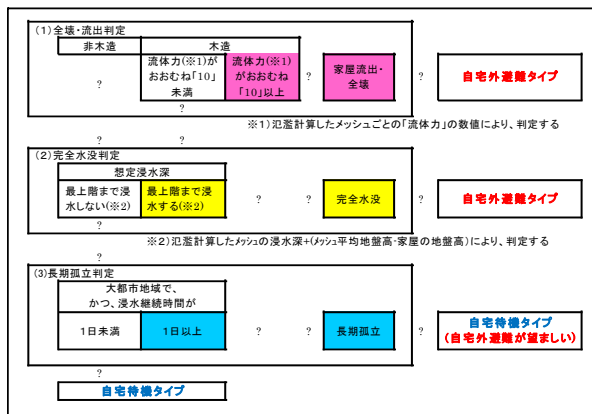


図-2 簡易診断モデル(案)

(2) 水害時の情報伝達

- i) 効果的な情報伝達について得られた知見を例示する。
  - 1：避難勧告等の基準との関係を明示する。
  - 2：過去の災害との類似性に言及する。
  - 3：実際の被害との関係を明示する。
  - 4：(増加・減少等) ベクトルを示す。
  - 5：自宅の被害に結びつくランドマークを活用する。
  - 6：最後の情報である避難勧告・指示の前の段階から情報を共有する。
  - 7：住民以外のことも考え、すべてのメディアを動員する。
- ii) 将来的にデジタルサイネージで災害時に情報を提供していくために必要な条件についてアンケート結果を図-3に示す。

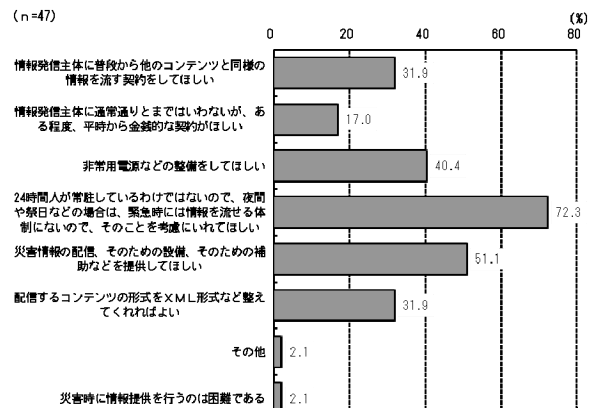


図-3 将来的に、サイネージで災害時に情報を提供していくためどのような条件が必要か

(3) 事前の防災情報提供・防災教育のあり方

3D空間の中で洪水シミュレーションを表現し、①動的に変化する洪水状況をリアルにイメージしてもらう、②3D空間で浸水を閲覧することにより鉛直方向の視点や俯瞰した視点からリスクを理解する、③3D空間で浸水を閲覧することにより安全な避難行動を検討してもらうことのできるシステムを開発した(図-4参照)。

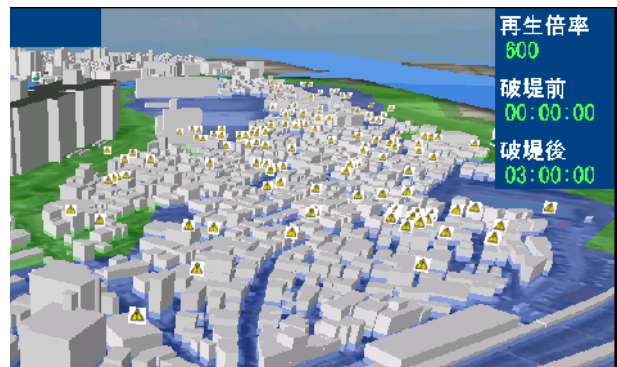


図-4 3D洪水シミュレーション

[成果の発表]

東京大学と調整の上、学会、WEB等での公表を予定。

[成果の活用]

施策立案の資料及びモデル地域での試行等を予定。

# 気候変動への適応策としての氾濫を考慮した治水施策手法に関する研究

Study on flood control methods with considering an overflowed situation as an adaptation for the climate change

危機管理技術研究センター

Research Center for Disaster Risk Management

水害研究室

Flood Disaster Prevention Research Division

(研究期間 平成 22～23 年度)

室長

伊藤 弘之

Head

Hiroyuki ITOH

主任研究官

飯野 光則

Senior Researcher

Mitsunori IINO

Rever basin management is expected as one of adaptations for the climate change. In this study, we analyzed retarding function of the area near river channel, and we evaluated mitigation effect of flood damage in the whole catchment area.

## 1 研究の背景および目的

将来の気候変動に伴って洪水等の災害リスクが大きくなることが予想されているが、外力増加に河道改修や洪水調節施設の整備等で対処するには、完成まで相当の長期間を要することから、「流域における対策で安全を確保する治水政策」を重層的に行う必要性が指摘されている。

そこで、本研究では、河道隣接地域における遊水機能について、その定量的な把握を行い、流域全体の被害軽減効果について評価を行った。

## 2 研究内容

### 2.1 ケーススタディ対象河川・地区の選定

対象河川は、ダム等の洪水調節施設が存在せず、遊水機能と被害軽減効果の関係が比較的把握しやすい流域特性を有する桜川を選定した。

桜川においては、流域面積 349km<sup>2</sup>、流路延長 64km の一級河川であり、田畑が広がる上流部は無堤区

間、小集落が散在する中流部は有堤区間と輪中堤、市街値を有する下流部は有堤区間となっている(図-1)。目標としている治水安全度は 1/30 であるが、現在の治水安全度は 1/10 程度となっている。本研究では、中流部左岸に位置する北太田地区の遊水機能に着目して検討した。

### 2.2 気候変動による降雨量変化の推定

気候変動による降雨量変化については、「21 世紀気候変動予測革新プログラム」において、気象庁・気象研究所が開発した 20km の水平分解能を持つ高解像度全球気候モデル(GCM20)による計算結果から、柏井ら<sup>1)</sup>の手法を用いて降雨量変化率を推定した。その結果、本研究においては、現治水計画の降雨(1/30 規模)に 1.126 倍の変化率を乗じた降雨を気候変動による降雨として設定した。なお当該降雨の確率規模は、現治水計画に基づいて評価を行うと 1/50 程度である。

### 2.3 遊水機能の評価

北太田地区の遊水機能を評価するために、現況ケース(ケース A)、北太田地区を現計画堤防高による連続堤で整備したケース(ケース B)の 2 ケースを設定した。外力設定は、降雨波形は現治水計画における昭和 22 年 9 月洪水型とし、確率規模は 1/10,1/20,1/30 及び気候変動規模(1.126 倍)とした。

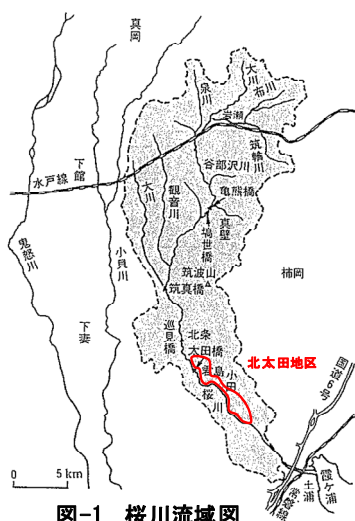


図-1 桜川流域図



治水経済調査マニュアル(案)<sup>2)</sup>に準じて、流域全体の浸水被害額（一般資産被害額）を氾濫ブロックごとに計算・整理を行い、ケースA、B間の比較分析（被害額の増減比）を行ったものを図-2に示す。図中のL1～L5は左岸域、R1～R3は右岸域の氾濫ブロックを示している。なお、本稿においては、現況の流域特性（地形、氾濫形態、リスクバランス等）と被害軽減効果を把握するため、破堤地点を想定せず、越水（溢水）による被害額にて評価を行った。

現状の治水安全度と同等の1/10規模では、R1・R2で被害額が増加しているが、L2・L3の減少額が大きいため、流域全体としては被害額が減少している。つまり、連続堤整備（ケースB）の方が有効であることが分かった。

一方、現計画規模である1/30規模及び気候変動規模においても、1/10規模と同様な傾向が見られるが、R1・R2の増加額がL2・L3の減少額を上回っているため、流域全体としては被害額が増加している。つまり、現況（ケースA）の方が有効であることが分かった。

### 3 まとめ

以上より、現計画規模1/30並びに気候変動規模の降雨に対しては、北太田地区の遊水機能の保全により、流域の総被害額が軽減されることが確認できた。

一方で、気候変動適応策としての有効性・実現性の検証を進める上では、以下のような課題が見出さ

れた。

①気候変動による降雨の変化率は、各気候モデルにより異なるとともに、想定された変化率を超える超過外力も発生する可能性もある。さらに本研究では降雨波形は現治水計画に基づく1波形のみの検討に留まっている。従って、将来予測の不確実性への適応度を評価するためには、外力の設定ケースを増やした上で検証をさらに積み重ねる必要がある。

②例えば、左岸のリスクを右岸に転嫁させるなど、現況のリスクバランスが大きく変わる場合、流域全体の合意形成がより重要かつ必要となる。

### 【参考文献】

- 1) 柏井条介、土屋修一、石神孝之：気候変動による豪雨時の降雨量変化予測に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、第462号、2008.5
- 2) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル(案)、2005

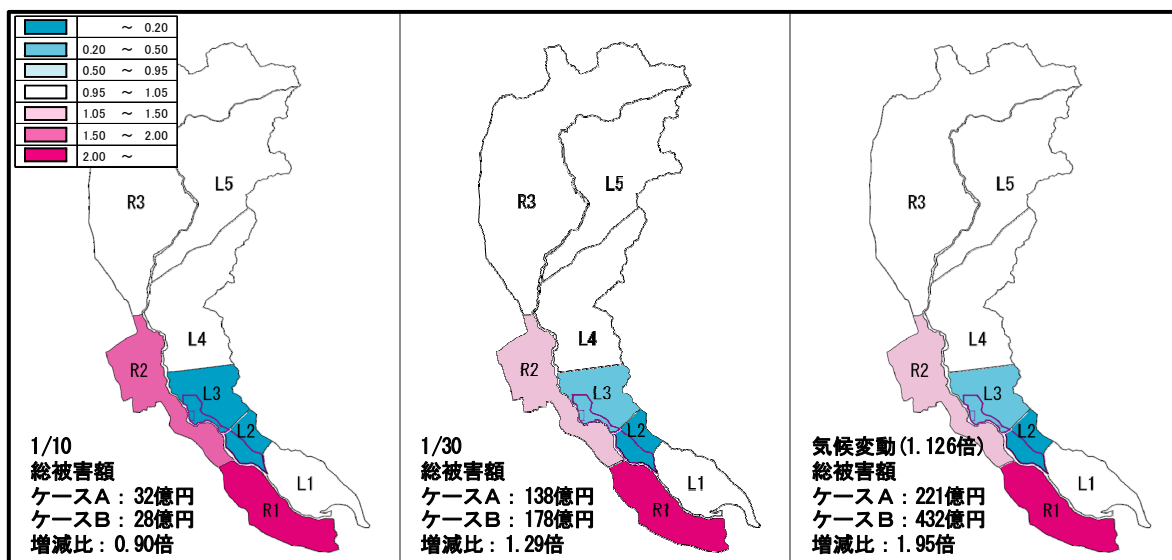


図-2 氾濫ブロック別の被害額増減比（ケースB／ケースA）

## 治水事業の経済評価に関する調査

Study on economic estimation of flood damages.

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 21～24 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
主任研究官 久保田啓二郎

### [研究目的及び経緯]

治水事業の経済評価は、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的便益や費用対効果を計測することを目的として、「治水経済調査マニュアル(案)」により実施されている。しかし、現行の治水経済調査マニュアルにおける一般資産被害額の算定は、土木研究所資料「水害被害の実態調査に基づく一般資産の被害率の推定」(平成 7 年 3 月)の浸水深別被害率等に基づいており、その後の社会情勢・生活様式の変化を反映した見直しが必要となっている。

本年度の調査では、洪水による被害率の見直しに向けた基礎資料とするために、近年の家屋構造や水害による被害状況に関する業界団体・メーカー等へのヒアリング調査や、水害被災地域における水害実態の調査を行い、その結果をもとに洪水による家屋等被害についてパターン化を図った。また、今後の水害実態の継続的かつ適切なデータの蓄積を視野に入れ、得られた知見を反映した新たな調査様式を提案した。

## 首都圏大規模水害における緊急災害対策派遣隊の活動計画検討

Study on action plan of TEC-FORCE against large scale flood in metropolitan area.

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 23 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
主任研究官 久保田啓二郎

### [研究目的及び経緯]

国土交通省においては、大規模自然災害が発生し、又は発生するおそれがある場合において、被災地方公共団体等が行う、被災状況の迅速な把握、被害の発生及び拡大の防止、被災地の早期復旧その他災害応急対策に対する技術的な支援を円滑かつ迅速に実施するため、本省、国土技術政策総合研究所及び地方支分部局緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)を設置し、現地に派遣することとなっている。

本調査においては、最大規模相当の大雨により首都圏に位置する利根川や荒川といった大河川が氾濫した際に、TEC-FORCE が円滑に活動できるよう、これら河川の浸水計算結果に基づき、活動計画について検討したものである。特に、氾濫水の排水を速やかに行い、復旧作業を効率的に行う観点から、既存の排水ポンプの稼働可能性、燃料の補給方法・補給ルート、必要な資機材や人員及び調達箇所等について詳細に検討・整理した。

## 水災害リスクマネジメントの構築に関する研究

Study on water disasters risk management.

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
研 究 官 平塚 真里子

### [研究目的及び経緯]

水害に対して脆弱な国土を有する我が国では、防災事業による予防的措置を講じるとともに、堤防決壊が生じるような大規模水害が発生した際にも被害の波及を最小限に留めるために、予めその被害をイメージし、排除すべきリスクの正確な把握および評価と、リスクの最小化対策を具体的に検討しておく必要がある。このため、将来の気候変動にも適応した安全・安心な社会を構築するために、排除すべき水災害リスクの正確な把握および評価と、水災害リスクの最小化を目指した水災害リスクマネジメントの構築および体系化を行う。

本年度の調査においては、洪水氾濫による物理的現象をより高い精度で再現することを目的として、洪水氾濫流の流況や流体力、土砂移動を再現できる解析プログラムを試作するとともに、プログラムの実行において地形や土地利用条件を効率的かつ正確に入力するための、自動三角形メッシュ作成プログラムを作成した。

## 大規模水害時の危機管理対応策に関する研究

Study on crisis management against large scale flood inundation.

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
主任研究官 久保田啓二郎

### [研究目的及び経緯]

水害に対して脆弱な国土を有するとともに都市圏に人口、資産や重要な都市機能が集中する我が国では、堤防決壊が生じるような大規模水害が発生した際にも被害の波及を最小限に留めるために、予めその被害をイメージし、効率的な危機管理対策の準備等リスクの最小化対策を具体的に検討しておく必要がある。

平成 23 年度の調査では、利根川及び荒川が決壊した場合の浸水予測結果をもとに、行政機関や水道・電気等ライフライン、交通機関、病院・介護施設等の浸水状況を把握し、人的被害や日常生活、産業活動への支障等の観点からリスク評価を行うとともに、危機管理対策の検討のためのデータ作成を行った。

## 洪水予測の精度向上に関する検討

Study on improvement in accuracy of flood prediction

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
主任研究官 飯野 光則  
研 究 官 平塚 真里子

### [研究目的及び経緯]

近年、既往最大を超える大雨やそれに伴う洪水が多発する傾向にあり、洪水予警報を中心とした危機管理の充実が喫緊の課題になっており、洪水予測精度の向上が求められている。中小河川も含めた流域全域を対象とした洪水予測精度の向上のためには、既往の予測手法の精度や課題を十分把握した上で、洪水予測モデルの更新・改良を行うことが重要である。本研究では、洪水予警報業務の観点から洪水予測モデルの改良方策に関する検討を行うものである。

平成 23 年度は、既存の洪水予測手法の精度を横並びで評価する手法として、ピーク時刻差、ピーク水位差、相関係数の観点から総合評価する方法を提案するとともに、平成 23 年に避難判断水位を 5 時間以上継続した洪水を検討対象とし、実運用されている洪水予測システムにより計算された水位予測値及び実績雨量に基づく水位再現値について評価を行った。

## 水災害監視・予測、既存洪水予測モデルの精度向上に向けたとりまとめ及び全体検討

Study on observation and forecast system for water disasters reduction

危機管理技術研究センター 水害研究室

(研究期間 平成 20～24 年度)  
室 長 伊藤 弘之  
主任研究官 飯野 光則  
研 究 官 平塚 真里子

### [研究目的及び経緯]

近年発生している観測史上の記録を上回る大雨や局地的な集中豪雨による浸水被害の危険性の把握と防災情報提供等について迅速な対応を可能にするために、水災害監視・予測システムの構築を目指している。そのために、新技術による河川流況データのリアルタイム取得や、Xバンドレーダによる降雨分布データを入力値とする分布型流出モデルより構成される水災害監視技術の構築に関する研究を行う。

平成 23 年度は、分布型洪水予測モデルの精度向上に資する流量観測を行うため、安価・安定的に計測が可能な観測機器の市場調査と選定された機器による実地での適応性調査を行うとともに、得られたデータをもとに分布型洪水予測モデルの精度向上方策について検討を行った。

# 断層変位に対する道路交通機能の確保に関する調査

Study on securing road traffic function against fault displacement

(研究期間 平成 22～23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro TKANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

Design standards for road facilities do not provide design methods against fault displacement. In this study, fault characteristics (size, direction, activity, etc.) and locations of active faults that may affect road facilities have been clarified. Prior measures and emergency restoration methods for fault displacement have been compiled by case study.

## [研究目的及び経緯]

多くの道路施設においては、地震の影響として地震動による慣性力が考慮されている。しかしながら断層変位の影響については未解明な点が多く、道路施設的设计上ほとんど考慮されていないのが実態である。道路橋示方書においても、橋の周辺地盤における大規模な断層変位の発生に対して、橋の設計に取り入れるための事象の予測技術として工学的に確立したものがないことなどから、具体的に橋の耐震設計には考慮していないのが現状である。ひとたび、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合には、大被害が生じ、復旧が長期にわたる恐れがある。また、断層変位の大きさや方向によっては、復旧が困難となることが予想される。そのため、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合の道路施設への影響について調査し、断層変位に対する道路計画・管理上の対策手法について整理を行う必要がある。

平成 23 年度は、断層変位が道路施設に与える影響を把握し、道路管理者が行う対策とその検討手法を整理した。また、対策を検討する際に参考となるような断層発生後のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの作成）を行い、道路管理者が行う対策の長所と短所を整理した。

## [研究内容]

### 1. 断層変位が道路施設に与える影響の整理

地震に関する調査研究を一元的に推進するために文

部科学省に設置された政府の特別の機関である地震調査研究推進本部（以下「地震本部」と記す。）が評価の見直しを行った活断層特性をもとに、過年度の調査で整理した活断層の情報を更新した。また、東北地方太平洋沖地震の影響等により今後、地震本部が評価の見直し等を行う予定の活断層を把握した。

また、第 1 次緊急輸送道路と、国内の主要な活断層が交差・近接する箇所を整理した。一般国道（指定区間）と断層が交差・近接する場所にみられる代表的な道路施設 5 カ所において、その構造の違いを踏まえて、想定される断層変位による損傷の概略推定を行った。

### 2. 道路管理者の対応の整理

道路管理者が行う事前、応急、事後の対策メニューに関して、国内外の既存の資料、文献等をもとに、使用された実績のある対策から、研究開発中、理論的に考えられる対策までの各対策を、整理した。道路施設の特性（新設・既設、種別（橋、トンネル、土工等）、規模（延長等）、断層の特性（変位量等）、要求性能（緊急車両が低速度ではあるが通行可能等）、復旧完了までの時間、復旧費用等に着目した。

### 3. 断層変位による道路施設被害のケーススタディー

活断層に対して道路管理者が行う具体的な検討の手順を示すフローを検討した。道路管理者が対策を検討する際に参考となるような変位の大小、迂回路の設定の難易、発生確率の高低といった特徴的な 1 1 箇所について、断層発生後のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの作成）を行った。その



結果を基に道路管理者が行う対策の長所と短所を整理した。

【研究成果】

1. 断層変位が道路施設に与える影響の整理

地震本部により、中央構造線活断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）と新庄盆地断層帯の2つについて長期評価が平成23年に一部更新されたため活断層の情報の更新を行った。また、国土地理院により富良野断層帯（北海道）と長井盆地西縁断層帯（山形）の都市圏活断層図が、平成23年11月に新たに公表されたため、活断層の情報の追加を行った。さらに、地震本部では、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生を受けた評価の見直し作業を、双葉断層、三浦半島断層帯、立川断層、糸魚川－静岡構造線断層帯（中部 牛伏寺断層）、阿寺断層帯（主部／北部 萩原断層）の5断層で行っており、発生確率が高くなっている可能性があることを公表している。

第1次緊急輸送道路は総務省消防庁の地域防災データベースや都道府県のHPを用いて把握し、最新の活断層に関する情報を用いて、交差・近接する箇所を整理した。これらのうち、5つの代表的な道路施設（高盛土、小規模橋梁、耐震補強を施した既設橋、鋼アーチ橋、PCラーメン橋）について断層変位による道路施設の損傷推定を行った。

損傷推定方法として、盛土については断層変位が直接的に道路施設の変状に影響を与えることから幾何学的関係図を用いた簡易推定法とした。橋梁については、各部材（橋脚、支承部、上部工等）の損傷の順序と程度、残存けたかかり長に与える影響を定量的に把握するため、非線形静的変位増分解析とした。断層変位の形態としては、縦ずれ、横ずれ及びその組合せを想定した。過年度成果と併せて9つの道路施設の損傷推定により、断層変位を受ける道路施設の損傷イベントを定量的に把握できた。

断層変位による道路施設への影響度の評価項目としては、盛土については段差量、残存道路幅、橋梁については各部材の耐力、けたかかり長とした。概略損傷推定の結果、想定される断層の変位方向、変位量が各道路施設に与える影響を把握できた。特に橋梁については、想定される変位方向が各部材の損傷順序、損傷規模、残存けたかかり長に与える影響が大きいことがわかった。

2. 道路管理者の対応の整理

道路管理者が行う事前、応急、事後の対策メニューに関して過年度文献調査をもとに、各対策について適用条件を示して整理した。道路施設の特性や規模、断

層の特性、要求性能、復旧完了までの時間、復旧費用を整理することで、道路管理者の対応をまとめた。

第1次緊急輸送道路のうち国道（指定区間）と断層が交差・近接する箇所（530箇所）が通行不能となる場合について、対象断層の全域が同時に動く場合の迂回路の設定を行い、地図上に表示した。迂回路は第1次緊急輸送道路のみから設定するケースに加え、迂回距離が30km（迂回時間1時間程度）を超える場合はDRM（デジタル道路地図、（財）日本デジタル道路地図協会）上の全ての道路を用いて迂回距離を短縮する場合についても検討した。その結果、対象断層の全域が同時に動く場合では、迂回路が設定できずその他の対応の検討が必要である場合もあることがわかった。迂回距離を短縮するために都道府県や市町村道などを利用する場合には、それぞれの道路管理者との事前協議が必要になる。また、大型車に対する耐荷力を有しない橋梁などへの補強等の対応が事前に必要となる。迂回路を複数ケース提示することにより、道路管理者が具体的に迂回路検討する場合の判断材料を提示した。

3. 断層変位による道路施設被害のケーススタディー

活断層に対して道路管理者が行う具体的な検討実施の手順を図-1のように整理した。あわせて、主要な活断層と第1次緊急輸送道路とが交差する11箇所について、断層変位が発生した場合のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの立案）を行った。これらから、実際に道路管理者が断層対策を検討する際の検討メニューと課題を整理した。

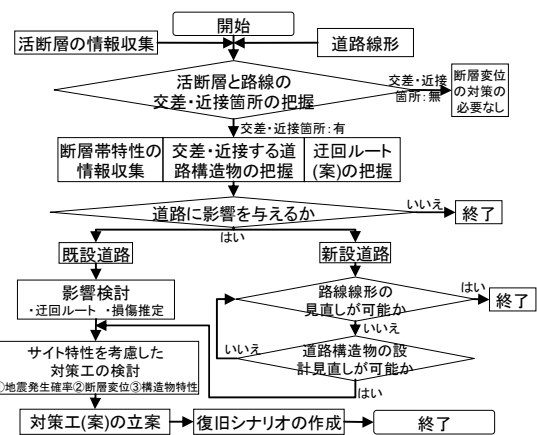


図-1 検討フロー

【成果の活用】

本調査の成果は、断層変位が道路施設に影響を与える可能性が考えられる箇所について、事前対策、応急復旧対策の検討に活用していくことが期待される。

# 震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究

Study on estimation procedure for post-earthquake road functional depression

(研究期間 平成 21～23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	間渕 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
研究官	本多 弘明
Researcher	Hiroaki HONDA

Road administrators need to develop post-earthquake action plans so that they may secure emergency transportation roads immediately after earthquakes. In this study, depression of road function caused by earthquakes is clarified and efficient strategies to restore the road function are developed.

## [研究目的及び経緯]

首都直下地震や中部圏・近畿圏直下地震など都市部を襲う地震では、地震後における社会等への影響が大きいことから、緊急輸送道路等の早急な道路啓開が極めて重要となる。このため、道路啓開等地震直後における道路管理者の行動に関する計画づくりが必要となる。

本調査研究では、それらの計画づくりに必要な基礎的資料として、都市部を襲う地震を対象とし、地震後の緊急輸送道路等において道路交通機能の低下をもたらす障害やその程度を明確化するとともに、それらへの対処方策を検討している。平成 23 年度は、震災ガレキ・放置車両等の機能低下要因の除去に関する資料のとりまとめを行った。また、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）における実態調査から津波により堆積した、道路上の大量の木材や車両等のガレキを早急に除去し道路機能を確保するために必要な、啓開時、応急復旧時における道路管理者の対応の課題について整理した。

## [研究内容]

### 1. 東北地方太平洋沖地震における道路機能確保のための対応調査

#### 1) 道路機能確保の対応について調査

東北地方太平洋沖地震後における、啓開時、応急復旧時の、道路上のガレキの処理等の道路機能確保のために各道路管理者等が実際にとった対応について調査を行った。調査は、道路機能確保のための対応にあたった各関係機関が公開している資料、その他の既存資

料をもとに行った。

対象路線は国道 4 5 号、国道 6 号とそこに接続する国道 1 5 路線（くしの歯作戦のルート）、国道 4 号及び東北自動車道等の高速道路とした。調査した関係機関は、国土交通省、東北地方整備局（事務所含む）、関東地方整備局、北海道開発局、福島県、宮城県、岩手県、仙台市、東日本高速道路（株）、気象庁、内閣府・首相官邸、防衛省・自衛隊、警察庁、総務省消防庁、厚生労働省、環境省、（社）建設協会等である。

#### 2) ガレキ処理の制度に関する整理

東日本大震災ではガレキ等の廃棄物の処理が大きな問題となっていることから、今回の震災を受けてガレキ処理に関する方針が国（環境省）から新たに issuance されており、これらの措置に関する整理を行った。道路管理者が道路上のガレキを除去する場合の対応のこれまでの変更点を整理するとともに、有価物か否かの判断は最終的には自治体によるとされたことから、自治体のガレキ処理の方針も併せて整理した。

#### 2. 道路啓開のための対応の詳細調査

啓開時（地震発生直後から数日間程度）、応急復旧時（地震発生数日後から 1 ヶ月程度）における道路管理者の啓開復旧への対応について、道路上のガレキの処理等による啓開作業に関する詳細な内容、道路管理者間の連携や調整事項、関係機関との連携や調整事項などのヒアリング調査を行った。対象とする道路は、国道 4 5 号、6 号、国道 1 5 路線（くしの歯作戦）とした。

また、ガレキの処理に関しては、処理したガレキ量の概略を計算できるような関連情報を併せて収集した。

ヒアリング先は、道路管理者（東北地方整備局、地方自治体）と、防衛省・自衛隊である。

### 3. 東日本大震災における道路交通のニーズ対応に関する事例の詳細調査

東日本大震災発生後の様々な活動（救急救命、救援物資運送等）においてニーズに対応できなかった事例（課題事例）と対応できた事例（好適事例）それぞれ10事例以上について、震後の道路機能低下等、道路交通との関連について主に新聞記事に基づいて整理した。課題事例、好適事例のそれぞれ3事例については道路の通行状況、既存の報告書等から詳細に調査した。

#### [研究成果]

#### 1. 東北地方太平洋沖地震における道路機能確保のための対応調査

##### 1) 道路機能確保の対応について調査

ガレキによる被災状況、各機関が行った具体的対応、ガレキ処理、道路啓開の時期等について時系列で概要をまとめた。

##### 2) ガレキ処理の制度に関する整理

処理の制度に関して次の項目について整理した。

- ・ガレキ処理の制度の法令・告示・通知等
- ガレキ処理の初期の段階（仮置き場への搬送時）では、これまでの建物、自動車の他に、船舶、家電、動産（貴金属等）等の個別対象物ごとの取扱いについて国から自治体へ通知等が新たに出ている。

- ・ガレキ処理の制度等に関する自治体からの要望

自治体の要望については、ガレキ処理に関する財政支援、災害廃棄物処理の早期処理に関する要望が多い。

- ・ガレキ処理の制度の運用

各品目に関する分別、リサイクルに関する国の方針が出されているが、品目（パソコン等）によっては、ガレキ等の迅速な処理を最優先とするために、災害廃棄物として他の廃棄物と一括で処理することもやむを得ないとする方針も出されている。

#### 2. 道路啓開のための対応の詳細調査

##### 1) 道路管理者の対応の課題と改善点

ヒアリング等の結果から、道路の啓開復旧のための対応（ガレキ処理）の課題を以下の5点に着目して整理し、課題に対して道路管理者の対応が考えられる改善点を以下のようにまとめた。

###### (1) ガレキ処理現場での機材不足について

- ・機材リース、業者と協定などにより必要なものの確保

###### (2) 自治体、警察、消防、自衛隊等関係機関との連携について

- ・関係機関との事前の情報共有
- ・啓開優先区間などの作業内容の情報共有

###### (3) 救援を支える後背地の役割について

- ・道の駅の防災拠点機能の強化
  - ・道の駅、SAの広域応援に対する機能の強化
  - ・被災地周辺の防災拠点への道路啓開の優先
- (4) 道路管理者施設等の防災拠点機能について
- ・道路管理のための出張所や防災ステーション等の施設の機能強化
- (5) ガレキ情報（ガレキ量や移動先等）について
- ・ガレキ量の事前の検討と移動先の検討

##### 2) ガレキ処理制度の課題

ガレキ処理の制度に関する整理と、東日本大震災で道路啓開を行った道路管理者等のヒアリング結果から、道路啓開時のガレキ処理の制度等に関する課題を表-1のように整理した。

表-1 道路啓開時のガレキ処理の制度等の課題

項目	課題
建物及び建物等に係わる動産について	①現場でだれが回収・どこに保管するか不明確 ②現場に警察官等がない場合の取扱いについての不明確
車両（自動車等）について	①移動時に職員が立ち会うとしているが、処理件数が多い場合の対応が不明確 ②移動作業中の損害に関しての補償の取扱いが不明確
その他の処理対象物	危険物の取扱い時の留意点や作業者の補償の取扱いが不明確

### 3. 東日本大震災における道路交通のニーズ対応に関する事例の詳細調査

ニーズ対応の課題事例としては、道路本体の損傷のみならず、支援要請の情報がない等により救援物資が届かない、物資が足止めになった事例などがあつた。

好適事例としては、複数の道路網が代替路として機能した、道の駅などの道路施設が防災拠点として機能した事例などがあつた。これらの事例についての詳細調査を行った結果、道路管理者が道路の啓開・復旧と併せて行うことで、時間短縮になる等の効率化が期待できる対応には以下のようなものが挙げられる。

- ・関係機関や建設業者等との事前の連携の強化
- ・他の管理者の拠点からでも通行の可否等の情報入力可能な体制の構築など、情報の収集・集約について多重化（リダンダンシーの確保）の推進
- ・物流拠点における物流集積・搬出地の公表と道路交通状況の提供
- ・道路ネットワークとしての通行止め状況が把握しやすい、地図上での通行の可否等の情報提供
- ・災害時に用いる資機材の確保・備蓄と継続的なメンテナンス

#### [成果の活用]

道路管理者が地震後の啓開の優先順位や作業を検討する際の基礎資料とする。

# 道路管理者の震後対応能力の向上策に関する検討

## Study on Earthquake Disaster Information Management of Road Administrators

(研究期間 平成 22～23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 金子 正洋  
Head Masahiro KANEKO  
主任研究官 長屋 和宏  
Senior Researcher Kazuhiro NAGAYA  
研究官 山影 修司  
Researcher Shuji YAMAKAGE  
研究官 松岡 一成  
Researcher Kazunari MATSUOKA

In this study, contents and communication tools of information about troubles and traffic controls that occur in the field of road management are investigated. Management methods for unifying and sharing the information are assembled and organized.

### [研究目的及び経緯]

地震をはじめとする災害時の緊急活動の円滑な展開にあたっては、道路の通行可否に関する情報の提供および被災した道路の速やかな応急復旧が期待されており、道路管理者には道路の被災情報の迅速な把握、管理者相互の共有が必要不可欠である。

本研究は、道路管理の現場において生じる異常や通行規制等に関する情報を道路種別によらずシームレスに把握することを目的として、情報の伝達内容や伝達手段などに関する調査を都道府県および政令市など管理する道路を対象に実施するとともに、これらの情報を全国レベルで一元的に集約・共有する方法の整理を行うものである。また、災害時の道路情報の活用に関して、避難所において物資の受け取りなどを行った被災者およびその物流を担った物流業者などへのヒアリング調査による整理を行った。

### [研究内容]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

都道府県および政令市などを対象に、地震をはじめとする緊急時および事故などに伴い発生する異常時の道路管理の現場における現地状況の把握、関係する情報の伝達手法・内容に関する運営要領、マニュアルなどの現況についてのヒアリング調査を行った。また、実際の道路管理の現場において生じた異常時の情報伝達の実態として、近年の災害などの発生時および訓練実施時の事例の調査を行った。

調査を行った情報の種類は、a)道路施設の変状や異

状、b)通行規制を伴う事故等、c)地震をはじめとする緊急巡視点検の進捗に関するものとした。ヒアリング対象の抽出にあたっては、全国よりバランスよく抽出するとともに、近年、自然災害による被害などを受けている自治体とした。なお、対象とした自然災害は地震以外の台風、高潮などの被災状況を踏まえるものとした。ヒアリング対象とした自治体を表-1に示す。

#### 2. 東日本大震災における道路管理者の対応

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地

表-1 ヒアリング調査対象一覧

		運営要領、マニュアルに関する調査	東日本大震災の震後対応調査
県 市 道 管 理 者	北海道	○	
	岩手県	○	○
	宮城県	○	○
	福島県	○	○
	茨城県	○	○
	千葉県	○	○
	東京都	○	
	神奈川県	○	
	新潟県	○	
	静岡県	○	
	愛知県	○	
	和歌山県	○	
	大阪府	○	
	鳥取県	○	
	広島県	○	
高知県	○		
熊本県	○		
沖縄県	○		
都 市 道 管 理 者	仙台市	○	○
	水戸市	○	○
	千葉市	○	○
	長岡市	○	
	名古屋市	○	



震では、東北地方から関東地方にかけての広い範囲で道路施設に被害を生じた。本地震における震後対応が1. で調査を行った運営要領、マニュアル通りに進められたかについて、併せてヒアリング調査を行った。調査にあたっては、運営要領などとの対比を考慮し、地震発生からの時系列を下記の様な各フェーズに分類して整理してとりまとめた。

①災害体制の確立と地震情報の収集(発災直後) : 災害対策本部(支部)の設置とその運営(電源や通信手段の確保、職員の交代など)、地震の震度分布および津波などの基本的な情報収集

②緊急点検(発災直後～1・2日後) : 地震後の緊急点検の実態と被災情報の伝達、共有

③道路啓開、緊急対応(発災1日後から1週間程度) : 緊急車両が通行できるようにするための道路啓開(津波によるがれきの移動など)の緊急措置、通行規制、迂回路対応

### 3. 道路利用者の災害時における道路ニーズの調査

東北地方太平洋沖地震では、非常に多くの避難所が開設されたが、避難所の運営などにあたっては、食料

品をはじめとする生活用品や医療品などの物資が必要不可欠である。

しかしながら、道路の不通などにより、孤立状態となった避難所の存在や物資の不達問題が大きく取り上げられた。このため、道路を利用する施設として避難所をとりあげ、避難所の機能確保のために道路施設に求められる事項についての調査を行った。また、地震発生時の物資輸送を担った、物流業者を対象とした調査を行った。

### [研究成果]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

ヒアリング調査の結果、災害をはじめとする道路上での異常の発生時の対応および情報の取り扱いについては、各自治体での対応に偏りがあることが明らかとなった。例えば、緊急点検などの実施体制について表-2に示す。本表の総括は、各自治体のヒアリング結果における標準的な回答であるが、予め定めた基準に基づいた緊急点検の実施が一般的である一方、政令市等では発生した異常などに対してその都度対応していることが明らかとなった。

#### 2. 東日本大震災における道路管理者の対応

東日本大震災における震後対応のヒアリング調査からは、情報伝達が困難となる状況や被災エリアが広域に渡ったことによりこれまでにない対応を迫られた状況が明らかとなった。

これらの災害対応は危機管理時の運営要領、マニュアルなどでは、想定がされておらず、今後の改訂の必要性が明らかとなった。

#### 3. 道路利用者の災害時における道路ニーズの調査

避難所運営などの担当者等へのヒアリングから避難所への水・食料・衣類等の各物資が充足したと考えられる時期を明らかにするとともに各避難所の運営計画等を参考に各物資の一日に必要な原単位を調べそれに充足したと考えられる時期の避難者数を掛けることにより充足した時期の物量を算出した。これらから、避難所の機能を維持するために必要な物量が推計され、それを輸送するために維持されるべき道路機能とその時期を整理した。

### [成果の活用]

実際の災害対応を踏まえた道路管理者の対応の問題点を整理するとともに、道路に対する要求内容と時間的経過の関係を整理し、道路啓開・復旧の時の箇所の順位付けに役立つ指標を確立していく予定である。

表-2 各自治体における地震発生時の緊急点検実施基準表

項目	考察・取りまとめ
緊急点検・パトロールの実施基準	<p>①【総括(共通事項及び傾向)】</p> <p>(地震災害)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>緊急点検の実施基準は震度4以上となっている(国への報告義務「自然災害及び事故の発生、通行規制に関する情報連絡について(事務連絡)」のため)</li> <li>震度の違いによる点検内容(被災状況の把握内容)に違いは生じていないが、被災規模(震度の違い)に実施体制を変更する場合もある。</li> <li>基本的には、震度4以上が発生した市町村内の管理路線を対象に点検を実施している(土木事務所単位に実施する場合もある)。(風水害)</li> <li>明確な実施基準が設けられておらず、事前通行規制区間、アンダーパス、通報箇所などをピンポイントで対応するケースが多い。</li> <li>全管理路線の緊急点検を実施する場合は、警報等が出ている際の点検は危険であるため、ある程度停滞した時点で必要に応じて点検を実施する。</li> </ul> <p>②【特異な事例】</p> <p>(長岡市) 点検実施の基準は無く、震度4以上になると市役所待機で、住民からの連絡・通報で実施する。</p> <p>(名古屋市) 震度4: 市民通報があったらパトロールを実施 震度5: 職員パトロール(状況に応じて維持業者へ依頼) 震度6弱以上: 災害協定業者が自動的にパトロール</p> <p>(千葉市) 震度4以上になると千葉市で定めた幹線道路(緊急輸送路とは別)を対象に点検し、その他の路線に関して住民からの通報で対応する。</p> <p>(水戸市) 震度4以上で幹線道路に架かる橋梁を対象に点検を実施し、生活道路等に関しては、市民からの通報に基づき対応する。</p> <p>③【ヒアリングから得られた課題と対応策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>震度4程度の地震では、道路の損傷が発生する可能性が低いと認識しているが、現行の情報収集基準震度4に基づき緊急点検を実施している状態である。</li> <li>震度4程度では道路の異常が発生する可能性が低いなどの実態調査を行い、必要に応じて緊急点検の可動基準の見直しが必要であると考えられる。</li> </ul>

# 被災後における道路復旧対策工法等に関する検討

Study on road restoration strategy after earthquake disasters

(研究期間 平成 22～23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

In this study, earthquake damage to road facilities and restoration methods are investigated through interviews with road administrators and documents such as official reports. Moreover, points to pay attention for road restoration are compiled based on results of the investigation.

## 〔研究目的及び経緯〕

地震によって道路が被災した場合、道路管理者には迅速な道路復旧が求められる。しかしながら、地震によって被災した道路は、その施設や被害の様相、現地条件等が様々であり、復旧方法の決定や、関係機関との調整等がその都度求められる。道路管理者が、復旧を迅速に行うためには、復旧方法の決定や関係機関との調整等において、必要となる対応の具体的な内容を予め知っておく必要がある。

本研究は、既往の地震災害から道路施設被害とその復旧事例を調査し、道路復旧を効率的に進めるために必要な事項を整理し検討するものである。

平成 23 年度は、東北地方太平洋沖地震によって発生した道路施設被害と道路復旧の事例について調査した。また、過年度研究と今年度研究結果から道路復旧において復旧方策の立案や実施にあたって考慮すべき課題を抽出し、整理しまとめた。

## 〔研究内容〕

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査

東北地方太平洋沖地震により発生した道路施設被害と道路復旧の事例を調査した。その中から 20 事例程度選定し、その事例の当該道路管理者から、具体的な対応状況等についてヒアリング調査を行った。

### 2. 道路復旧方策の立案、実施において考慮する事項の整理

過年度の研究結果や上記 1. の研究結果から、道路

復旧方策の立案、実施にあたって考慮すべき事項を整理しまとめた。

## 〔研究成果〕

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による道路被害およびその復旧事例を道路管理者の記者発表資料やWEBサイトから調査した。対象とする道路は国土交通省、地方公共団体（都道府県および市町村）高速道路株式会社、地方道路公社が管理する道路とした。その結果、約200あまりの道路施設被害事例を収集した。これらの事例を下記の4点について着目し、整理した。

- ①被災施設：道路路面、切土、盛土、橋梁、トンネル等
  - ②災害要因：地震動による被災、津波による流失
  - ③道路ネットワーク上の位置付け：緊急輸送道路等
  - ④地震に対する事前準備：資機材の確保等
- 整理した結果を、以下に示す。

- ・施設の割合では道路路面の被災が最も多く（約5割）、次に橋梁の被災が多い（約3割）。
- ・沿岸部は津波による流失被害が特徴的である。
- ・甚大な被災を受けた沿岸部へアクセスするための内陸部の道路では大きな被害は見受けられない。被害を受けた箇所は一刻も早く復旧し、緊急車両を通行させている。
- ・事前準備として仮橋を保管し、その橋を用いた応

急復旧の例がある。また、津波が発生した際の迂回路等を準備していた国道事務所もある。

この整理した項目を考慮し、特徴的な復旧事例を20事例程度選定した。この選定した事例の当該道路管理者に対して、ヒアリング調査した。

ヒアリングにあたっては、地震発生の時系列に沿って「発災前準備」、「緊急措置・道路啓開」、「応急復旧」「本復旧・復興」と時間フェーズを設定し、その区分ごとに、復旧全般にかかわる質問と個別事例に対する質問を行う形式で進めた。

なお、ヒアリングで得た復旧活動フェーズと活動内容において着目すべき道路管理者の復旧対応事例で、

表-1 復旧方策における道路管理者の対応事例

地震発生の時間フェーズ	復旧方策における道路管理者の対応事例
発災前準備	仮橋を保管している事務所では運用マニュアルを作成し、仮橋組立を実際に行う訓練を実施している事例があった。実際に災害で運用した後に、発生した不具合(例えば接合部)を解消していた事例もあった。
	津波の浸水エリアを想定し、迂回路を決めている事例があった。また、発災時にはその迂回路を使用することができたため、緊急点検、緊急措置、応急復旧が迅速に行えた事例もあった。
緊急措置・道路啓開	緊急措置時に、対応する車両の燃料、通行止めを表示する資材(カラーコーン、バリケード等)が不足した事例があった。また、不足した燃料、資材を被害の比較的小さい内陸部や日本海側から支援を受けて対応した事例もあった。
	停電によってアスファルトプラントが稼働しないことから、アスファルト合材をつかえず段差のすりつけには砕石を利用している事例が多かった。 津波によって流出した、がれき等を移動する道路啓開は維持業者や災害時協定業者が対応している事例が多かった。中には現地で自衛隊と啓開する範囲を調整していた事例もあった
応急復旧	応急復旧に必要な測量、地質調査、設計は緊急的に随意契約を結んだコンサルタントが行っている例が多かった。TEC-FORCEが調査し、その調査結果をコンサルタントがとりまとめる方法を行った箇所もあった。工法決定において、有識者等の委員会を立ち上げて決定した例はなく、道路管理者による決定がほとんどであった。仮橋の設置においては、直轄では他地整や自衛隊が保有している仮橋について災害対策本部(局)が調整した事例があった。
	応急復旧はほとんどの場合が維持業者、災害時協定業者が迅速に応急復旧に対応していた。県単位で建設業協会が被災の大きい沿岸部への応援業者の割り振りを調整している事例もあった。
本復旧・復興	原型復旧対応を行うところの本復旧は概ね災害査定を終えている。一部は工事に取っかかっている箇所もある。
	津波の被害が大きい沿岸部では、今後のまちづくりを見据えた復興計画にあわせた道路を検討中である事例があった。

(H24.3.1時点の情報)

主なものを表-1に示す。

## 2. 道路復旧方策の立案、実施において考慮する事項の整理

過年度研究や上記1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査の結果から道路復旧方策の立案および実施にあたって考慮すべき事項を復旧段階ごとに整理を行った。その結果を表-2に示す。この留意事項の対応を、収集した復旧事例と併せてとりまとめ、道路管理者が効率的な復旧を進めるための平常時からの事前準備や災害時の対応に参考となる具体的な対応例として多数示すことができた。

表-2 復旧方策の立案・実施にあたっての留意事項

地震発生の時間フェーズ	課題項目	復旧方策立案・実施にあたって留意する事項
発災前	道路施設の把握	道路施設の状況を、定期的な点検等により把握し、整理する。(切土斜面、橋梁、トンネル等の点検台帳など)点検台帳が地震時に散逸しないようにしておく。また、庁舎の被災等で失わないようバックアップはとっておく
	訓練・マニュアル等の事前準備	実際に災害対応を経験した後は、訓練やマニュアルの内容を検証する。 ・被災情報伝達・復旧までの訓練 ・地震時行動・復旧マニュアルの整備
	関係機関連携	発災時に調査、復旧を協力する業者や関係機関との協定、連携を事前に構築する。
発災後初期	被災箇所把握	緊急点検を迅速に行い、被災状況を把握し、復旧方策を迅速に検討する。 ・点検活動の自動化(点検震度を認識したら即点検) ・災害時協力業者の自主的な被災調査活動の活用 ・渋滞や、路面被災を考慮した移動手段(自転車、バイク等)被災箇所の特性(市街地部、地方部、平野部、山地部、海岸部等)の把握
	通行規制情報の把握	通行規制箇所と、迂回路の情報を迅速に把握し、復旧に使用できるルートを確認する。 ・他地域の道路通行状況は、リエゾンを活用して把握 ・情報共有システムは、停電等によるシステム停止等を考慮しておく
復旧方策立案・実施	被災箇所の詳細調査	復旧方策立案に必要な測量、地質調査などを迅速な調査を行うための仕組みを検討する。 ・災害時協力業者(測量、地質調査、設計等各種コンサルタント) ・TEC-FORCEの活用
	復旧優先度の検討	被災箇所多数の場合、特に緊急を要する被災箇所の復旧などの優先度の判断を行う。 ・孤立集落解消 ・緊急輸送道路の確保(被災地までのアクセス道) ・病院や避難所までのルート確保 ・地域産業・観光への社会的要求
	復旧活動	復旧を実施する際に必要となる活動を並行して円滑に行う。 ・復旧資機材の確保 ・建設重機等燃料の確保 ・進入路・施工ヤード等の確保 ・残土(あるいはがれき)の受け入れ先確保
	復旧水準・方策の立案	高度な技術、判断が必要な復旧は知見を集約し行う。 ・学識経験者、研究所の活用(委員会等) ・激甚な災害からの復興は、関連部署と連携して行う。 ・まちづくりとしての復興計画や、他の防災施設との調整

### [成果の活用]

道路管理者が地震後の復旧方策を立案する際に参考とする資料を作成するための基礎資料とする。

# 道路構造物に作用する巨大地震の地震動・津波外力の検討

Study on earthquake and tsunami forces act on highway structures caused by giant earthquakes

(研究期間 平成 23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 金子 正洋  
Head Masahiro KANEKO  
主任研究官 片岡 正次郎  
Senior Researcher Shojiro KATAOKA

Design earthquake motion for highway bridges is studied taking account of coupling of source regions and long duration ground motions observed during the 2011 Tohoku earthquake. Tsunami forces acted on highway structures triggered by the earthquake are reproduced by numerical simulations of tsunami propagation and run-up using detailed terrain models.

## [研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震は従来考慮されていなかった震源域の連動により発生した巨大地震であり、継続時間の長い地震動と極めて大きな津波が多数の地点で観測された。道路構造物にも甚大な被害が生じたものがあることから、本課題では、道路構造物に作用する巨大地震の地震動・津波外力に関する検討を行った。

具体的には、震源域の連動や継続時間が長い地震動特性を考慮して道路橋の耐震設計に用いる設計地震動の改定案を検討するとともに、詳細な地形モデルを用いた津波伝播・遡上解析等により、道路構造物に作用する津波外力を算出した。

## [研究内容]

### 1. 設計地震動の改定案の検討

今後発生するプレート境界型地震の規模が、震源域の連動により、昨年度までの検討で考慮していたものよりも大きくなる可能性を考慮するため、千島海溝沿い、三陸沖～茨城県沖(東北地方太平洋沖地震)、駿河・南海トラフ～日向灘の3地域でモーメントマグニチュード  $M_w$  9.0 の地震を想定して地震動分布を算出し、その結果をもとに地域別補正係数の改定案を作成した。

動的照査に用いる加速度波形については、継続時間が長い地震動の特性を考慮するため、昨年度まで検討していた 2003 年十勝沖地震( $M_w$  8.2)に加え、東北地方太平洋沖地震の強震記録を振幅調整して作成した。

### 2. 道路構造物に作用した津波外力の再現

東北地方太平洋沖地震の津波の影響を受けた道路橋、取付盛土、道路盛土を対象に、詳細な地形モデルを用いた津波伝播・遡上解析を行い、対象構造物周辺の津波(高さ・流速・流向)を再現した。さらに、水理模型実験を数値シミュレーションにより実施する数値波

動水槽とよばれる数値モデルの内部に対象構造物をモデル化し、上記で再現した津波を入力して対象構造物に作用させる数値シミュレーションを実施することにより、対象構造物に作用する津波外力を算出した。

## [研究成果]

### 1. 設計地震動の改定案の検討

地域別補正係数の検討にあたって発生を考慮した主要なプレート境界型地震の震源域を図-1に示す。これらの地震が発生した場合の地震動分布を算出し、その結果をもとに地域別補正係数の改定案を作成した(図-2)。ここで、強震記録の分析結果に基づき、短周期成分については地震規模の上限値  $M_w$  8.3 を設定して地震動分布を算出した。改定案では、プレート境界型の大規模な地震を想定したレベル2地震動タイプIの地域別補正係数  $c_L$  が、駿河・南海トラフ～日向灘の沿岸地域で 1.2 に設定されており、標準(1923年関東地震

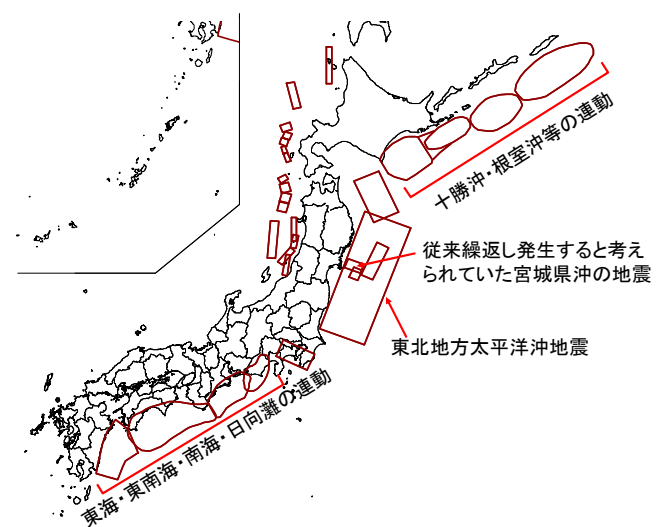


図-1 主要なプレート境界型地震の震源域

( $M_w$ 7.9)の際の東京周辺の地震動を想定)よりも大きい設計地震動を用いることにしている。

東北地方太平洋沖地震の強震記録をもとに作成した、動的照査に用いる加速度波形の改定案の例を、改定前と比較して図-3に示す。これらは両者とも開北橋周辺地盤上(石巻市)で得られた強震記録を振幅調整して作成したものであり、改定前については1978年宮城県沖地震(気象庁マグニチュード7.4)の際に得られたものである。改定案は振幅の大きい2つの波群がみられる240秒間の波形となっており、従来よりも大幅に継続時間の長い地震動の影響を考慮することになっている。

## 2. 道路構造物に作用した津波外力の再現

図-4に例として、国道45号二十一浜橋を対象とした数値波動水槽解析の結果を示す。本橋は橋長約17mの単純桁橋であり、幅員8.3mの本線橋と2つの側道橋(海側は幅員2.5m、山側は2.7m)からなる。津波により橋台背面土工部と海側の側道橋の桁が流出する大きな被害が生じている。

解析結果から各橋桁に作用した水平方向の津波外力の時間的変化を算出したものが図-5である。図には、桁重量から概算した桁の流出に対する耐力をあわせて示してある。実際に流出した海側の側道橋では、波力が耐力を大幅に超過しているのに対し、流出しなかった本線橋と山側の側道橋では、波力が耐力と同程度以下である。ただし、海側の側道橋の移動は本線橋に拘束されるため、水平力のみでは流出を説明できない。

側道橋は桁高に対して2つの主桁の間隔が小さく、モーメントが発生しやすい構造特性であるため、水平力と上揚力により発生したモーメントにより海側の支承が鉛直方向に破壊したのち、大きな水平力により陸側の支承が破断、桁の流出に至ったと考えられる。なお、海側の側道橋が流出した後は本線橋に大きな波力が作用すると考えられるため、その影響を今後検討する必要がある。

### 【成果の発表】

国総研・土研東日本大震災報告会において報告した。

### 【成果の活用】

道路橋示方書V耐震設計編に規定される設計地震動の改定に反映された。

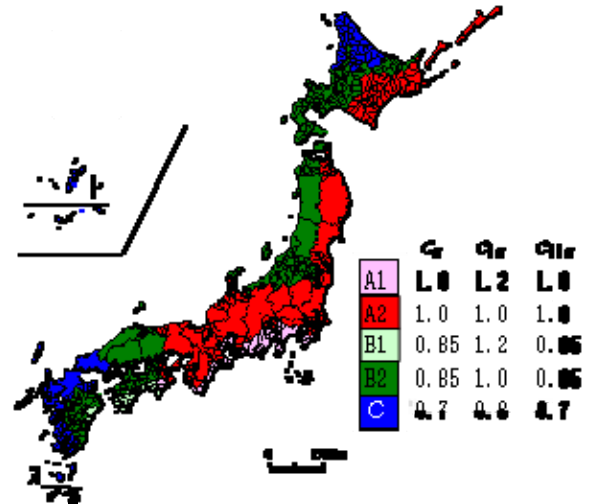


図-2 地域別補正係数の改定案

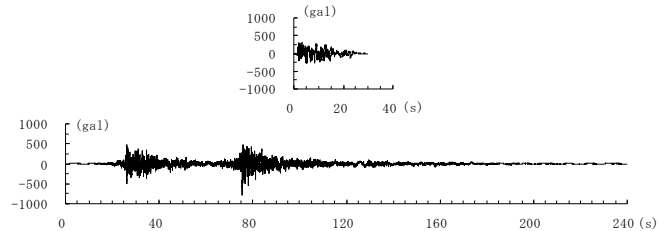


図-3 動的照査に用いる加速度波形の例  
(I種地盤、上：改定前、下：改定案)

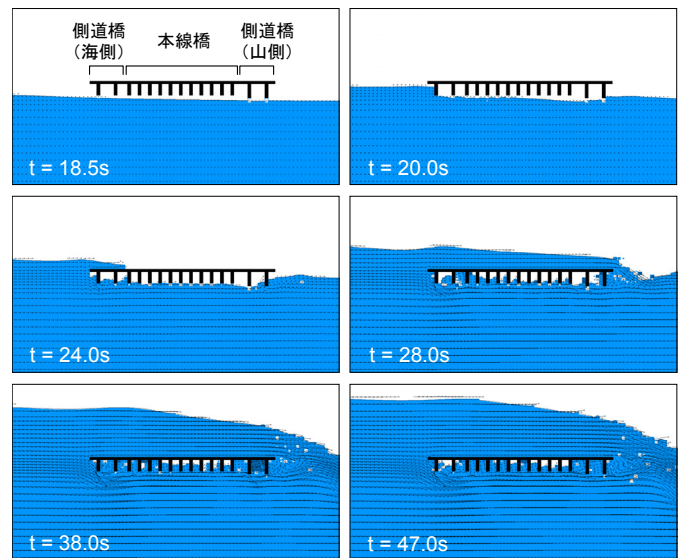


図-4 橋桁周辺の津波の数値波動水槽解析結果

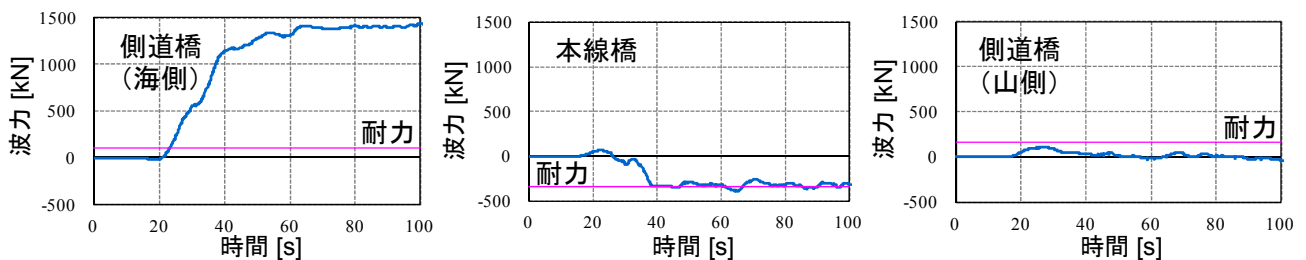


図-5 各橋桁に作用した津波外力の時間的変化と耐力の比較(水平方向)



# 地震後の道路管理者の対応に関する調査

## Study on Disaster Management of Road Administrators after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

(研究期間 平成 23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

In this study, disaster management after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake is investigated by interviews with road administrators. Lessons and good practice are compiled to improve future disaster management.

### [研究目的及び経緯]

東日本大震災では、人命救助や物資輸送のため、道路の被災状況の把握、地震および津波により被災した道路の啓開および復旧を迅速に行うことが、道路管理者に要求された。また、これらの活動を支援するため、全国各地の地方整備局の職員が被災地に派遣された。

今後、道路管理者が大規模地震への対応を迅速に行うためには、本災害における具体的な対応状況と得られた課題や教訓を取りまとめ、残していくことが重要である。

本研究では、地震後の道路管理者の対応の課題や問題点、今後の災害対応の参考になる事例を整理するとともに対応事例集、教訓集として取りまとめることを目的に、東日本大地震発生時の道路管理などの災害対応業務にあたった職員などを対象とした聞き取りによる調査を行った。

### [研究内容]

#### 1. 東日本大震災における道路管理者の対応状況

道路管理者の対応については、本災害で大きな被災を受けた地域における直轄国道の道路管理者を対象にヒアリング調査を行った。具体的な調査対象は、2 地方整備局 (東北地整、関東地整) および 8 事務所 (東北地整：三陸国道、岩手河川国道、仙台河川国道、福島河川国道、磐城国道、関東地整：常陸河川国道、千葉国道、東京国道) の道路管理課職員とした。

調査にあたっては、地震発生からの時間的なフェーズを下記の様に分類してヒアリングを行うとともに、

道路管理者の対応を「被災および通行(啓開)状況に関する伝達・共有」、「道路啓開に伴うがれきの撤去」、「道路の復旧」といった内容ごとに整理してとりまとめた。

①災害体制の確立と地震情報の収集(発災直後)：災害対策本部(支部)の設置とその運営(電源や通信手段の確保、職員の交代など)、地震の震度分布および津波などの基本的な情報収集

②緊急点検(発災直後～1・2日後)：地震後の緊急点検の実態と被災情報の伝達、共有

③道路啓開、緊急対応(発災1日後から1週間程度)：緊急車両が通行できるようにするための道路啓開(津波によるがれきの移動など)の緊急措置、通行規制、迂回路対応

④応急復旧(発災1週間後から半年程度)：一般車両の通行を条件(車線規制、車両重量など)付きながらも可能とした復旧内容

⑤本復旧、復興(応急復旧以後)：本格的な復旧の計画、実施状況や復興の現状

そのほか、道路管理者間や警察、自衛隊との連携と調整、情報の提供などについても調査した。

ヒアリング調査では、できるだけ道路管理者から対応を自由に話していただき、その話題から質問し、幅広い内容を調査することを心がけた。

#### 2. 東日本大震災における緊急災害対策派遣等の状況

東日本大震災では広域にわたって甚大な被害が生じたため、当該地域の道路管理者のみでは適切な対応をすることが困難となる状況が多く発生した。このため

全国の地方整備局の職員が、被災事務所の支援などを行うための緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)および県や市町村などへ情報収集活動を行う情報連絡員(リエゾン)として派遣された。

これらの職員の活動状況についてのヒアリングを行い、派遣先や派遣期間などに応じた活動状況の特徴や問題点をとりとまとめた。

### 3. 東日本大震災における建設業者の対応

東日本大震災における道路の震後対応で最も優先された事項は、津波来襲地区を含む被災地域における道路の啓開作業であった。これらの作業では被災地域の地元業者の協力および自発的な行動により迅速に実施された。

このため、被害が比較的大きい、岩手県、宮城県、福島県の3県の地元業者を対象に、地震発生後のパトロール、道路啓開、被災箇所への復旧などの各フェーズにおける活動状況のヒアリング調査を実施した。

### [研究成果]

#### 1. 東日本大震災における道路管理者の対応状況

道路管理者へのヒアリング調査からは、情報伝達や啓開活動などに必要な資機材の確保などが困難となる状況が発生していた。一方、内陸および日本海側では、道路施設の被害が比較的少なかったことから太平洋沿岸部の事務所の支援に回る対応が明らかとなった。

これらの事例については、図-1に示すように、震後対応の各フェーズに分類するとともに事例毎の教訓などを今後の検討事項として取りまとめた。

(青字：好事例、赤字：機能しなかった事例)

表1 東日本大震災における道路管理者の対応状況ヒアリング(東北地方整備局 道路管理課 本沢道路課課長、大森課長補佐)

被災時における道路管理者の災害活動	基盤マニュアル	東日本大震災における実情
(1) 1. 防災体制構築	① 参加基準	記載なし
	② 連絡体制	記載なし
	③ 安全確認	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。 ・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
	④ 参加場所と時間	・ 道路部長(東京)出張中で、緊急発生を要し参加した(おのり時間がなかった)。 ・ 道路課長は市内の会議に参加しており、会場から歩いて参加した(1時間位かかった)。 ・ 帰宅困難者による渋滞は、殆どなかった。 ・ 出発の準備が完了するまで、約1時間程度かかったが、大丈夫であった。 ・ 帰宅困難者が多いため、本部、支店は立ち上がった。 ・ 帰宅困難者が多いため、本部、支店は立ち上がった。 ・ 帰宅困難者が多いため、本部、支店は立ち上がった。
(2) 2. 体制の構築	① 組織構成と人員	・ 帰宅困難者が多いため、本部、支店は立ち上がった。 ・ 帰宅困難者が多いため、本部、支店は立ち上がった。
	② リエゾン派遣	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。 ・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
	③ シフトの考え方	・ 交代に関しては、帰宅できない状況となったため、会議室で休んで、交代時間になったら交代する状況であった。 ・ 一方、地下鉄が全て止まっており、市内住居の場合は交代制で休めたが、遠方から来ていた人は帰宅できない状況であった。 ・ 交代制が明確になるまで、3日連続して交代し、12時間交代で引き継ぎに1時間アップさせた。
	④ 備品	・ 燃料に関しては、あり足りだったため、出立を止めると燃料不足を心配していた。今は燃料の確保をどうするかを考えていく必要がある。 ・ 燃料に関しては、あり足りだったため、出立を止めると燃料不足を心配していた。今は燃料の確保をどうするかを考えていく必要がある。
2. 情報収集と通信手段の確保 ※時系列的に把握	① 災害発生時	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
	② 組織的な情報収集	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
	③ ヘリコプター、CTV	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
	④ 対応範囲・情報共有	・ 震災発生後、緊急発生により、進行可能な道路で、迅速に、出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。出発が確認された。
3. 緊急点検、パトロール	① 実施基準	・ 通常の緊急点検では、震度4と4.5クラスで点検するが、東日本大震災は、津波警報により点検出来なかった。(特機の状態：海側) ・ 震度4以上の余震が、長時間にわたって発生し、緊急点検はほとんどできなかった。 ・ 通常の緊急点検では、震度4と4.5クラスで点検するが、東日本大震災は、津波警報により点検出来なかった。(特機の状態：海側)
	② 実施基準	・ 通常の緊急点検では、震度4と4.5クラスで点検するが、東日本大震災は、津波警報により点検出来なかった。(特機の状態：海側)
	③ 実施基準	・ 通常の緊急点検では、震度4と4.5クラスで点検するが、東日本大震災は、津波警報により点検出来なかった。(特機の状態：海側)
	④ 実施基準	・ 通常の緊急点検では、震度4と4.5クラスで点検するが、東日本大震災は、津波警報により点検出来なかった。(特機の状態：海側)

(1) 地震発生直後～体制構築

a) 事例

参加に関しては、東北地方太平洋沖地震が発生した時刻が通勤時間であったことから、比較的スムーズにできた道路管理者が多かった。但し、外出している職員への連絡は非常に困難な状況であり、参加手段についても公共機関を利用せず、徒歩、自転車などを用いて、最寄りの事務所へ参加した状況であった。

但し、休日、休日の場合は、風水害と見たり判断が困難であることから、事前に参加する可能性がある。このため、緊急連絡(自主参加を含む)等により人員を確保する必要があるが、連絡も取れず、災害現場に必要な人員と体制を確保できない状況も考えられる。

【事例】

- 事務所の職員は自宅勤務が3分の1位であり、残りの3分の2は皆、市内の集合場所に居住者が多く、ある程度でできるものが多いが、地方在住に多い事務所は比較的参加しにくい傾向にあると思う。(東北地方整備局)

b) 実施拠点(事務所、出張所)の構築

災害発生(事務所、出張所)の発生を想定した代替拠点を設定していた事務所もあるが、多くの事務所、出張所における代替地の設定が行われておらず、迅速な災害活動に大きな影響を与えた。

(代替地の確保)

【事例】

- 事務所の代替拠地として、飲食店、防災センターなど防災機能を有する事務所の代替地として使われており、飯尾、飯尾、飯尾にある防災センターでは、関係が切れたため、代替地も使えなかった。(首都圏三国土産)

(災害対策室の設定)

【事例】

- 事務所内に災害対策室は無く、会議室のテーブルを災害対策室として利用するため、パソコン、モニターを設置したが、電源が切れており情報機器(光回線)も使えなかった。(首都圏三国土産)

(機材)

- 社長が10人で、役員が5人と働いているため、下で頑張っている場所を設けるよう検討している。(首都圏三国土産)

図-1 ヒアリング結果に基づく各フェーズ単位の活動実態と整理と事例の取りまとめ

# 地震時における橋梁挙動観測網の整備

## Development of the Seismograph Network for Road Infrastructure

(研究期間 平成 23 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 Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	松岡 一成
Researcher	Kazunari MATSUOKA

In this study, alignment of seismograph and target facilities are selected for observation of earthquake response based on the issues of seismic design towards the new strong-motion seismograph layout planning of road infrastructure. Test observation is also performed.

### [研究目的及び経緯]

国土交通省では、地震後における道路施設の保全、道路施設の耐震設計法の確立およびその高度化を目的に昭和30年代より道路橋を中心とした道路施設の強震観測体制を構築してきた。本観測体制における観測結果などは、道路橋をはじめとした道路施設などの耐震設計法の確立に役立てられてきている。

国土技術政策総合研究所では、道路橋をはじめとする道路施設の耐震設計の合理化に向けた技術的検討を行ってきている。一方、東北地方太平洋沖地震をはじめとした近年の地震被害では、道路構造事態にはほとんど損傷が生じていないにもかかわらず通行障害が発生する事象が発生しており、これらを踏まえた道路施設の耐震設計上の課題を整理するとともに、課題に応じた観測方針および強震計配置計画を作成し、計画に則った観測を継続的に行う必要がある。

本研究では、道路施設の新たな強震計配置計画の立案に向けて、耐震設計上の課題に基づく強震観測機器の配置位置、観測場所の検討および試験観測を実施した。

### [研究内容]

#### 1. 道路施設の強震観測機器設置案の整理

道路橋、道路盛土、ボックスカルバートを対象に、東北地方太平洋沖地震および近年発生した地震により観測された地震動および道路施設の被害状況(無被害という状況を含む)を鑑み、耐震設計上の課題を整理し、課題を踏まえた道路施設の地震時挙動を観測するためのセンサ設置位置の整理を行った。

道路施設の強震観測で想定する観測機器は加速度センサを基本としたが、必要に応じて適切なセンサ(速度センサ、変位センサなど)を活用することも想定するものとし、1観測施設あたり5箇所程度のセンサを設置することを基本とした。

#### 2. 観測場所の選定手法の整理

道路施設の強震観測を実施するにあたり、具体的な観測場所の選定手法の整理を行った。整理にあたっては、地域ごとの地震発生確率や近年発生した地震の震央位置を考慮した検討を行うものとした。

また、具体的な道路構造物への設置を想定した、設置対象構造物の選定ポイントについても併せて整理を行った。

#### 3. 橋梁の強震観測機器の試験設置および動作検証

2. で作成した観測場所の選定手法に基づき、東北地方太平洋沿岸部、北関東地方東部、東海地方太平洋沿岸部の3エリアの道路橋を対象に観測場所の試験選定をそれぞれ1箇所ずつ実施するとともに、選定箇所に1. で整理を行った強震観測機器設置案に基づき観測機器の試験設置を実施した。

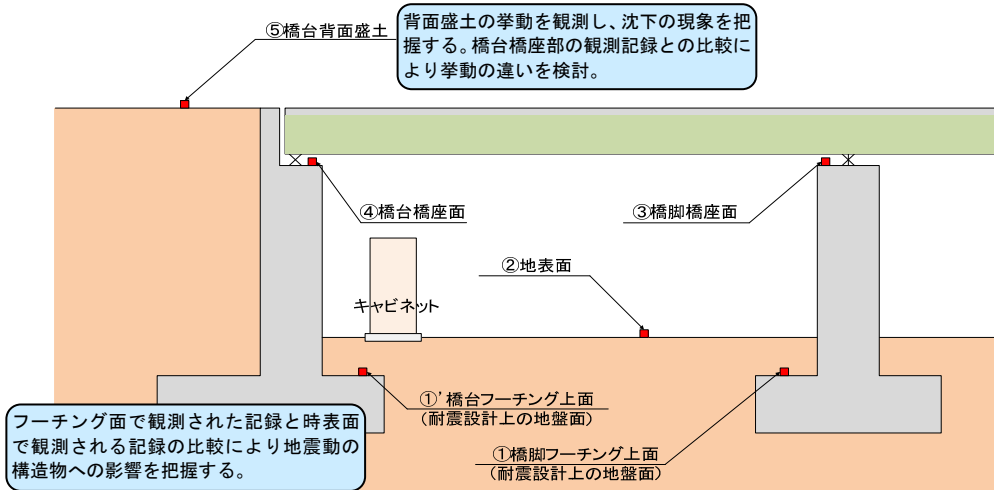
機器の設置後は、動作検証として試験運用を行い、メンテナンス作業および観測記録取得を実施した。

さらに、本試験設置にあたり生じた問題や課題などを踏まえ、強震観測機器設置案および観測場所の選定手法に反映させた。

### [研究成果]

#### 1. 道路施設の強震観測機器設置案の整理

東北地方太平洋沖地震および近年の地震では、橋梁



図一 橋梁の強震観測機器設置案(例:道路橋)

構造に顕著な被害は生じていないものの近々で観測された地震記録では、特に短周期成分の地震動が設計を上回る事象が多く報告されている。また、道路施設本体の被害は限定的であるにもかかわらず、構造的な接合部に段差などにより通行障害が発生する事象があり、橋梁本体と取り付け盛土の境界部で多く発生している。

これらの事象を道路施設の耐震設計上の課題とし、課題解決のために必要な挙動観測体制として、図一に示すような強震観測機器設置案を作成した。

## 2. 観測場所の選定手法の整理

観測場所の選定手法の整理では、以下の通り大規模な地震動が発生する確率の高いエリアおよび地盤種別を考慮して行うものとした。

### ①大規模な地震動が発生する確率の高いエリアの抽出

地震ハザードステーションの「全国地震動予測地図」のうち、「確率論的地震動予測地図」を利用し、「今後30年以内に各地点が震度6弱以上の地震動が発生する確率の分布図を活用するものとした。

## ②地盤種別の考慮

道路橋示方書耐震設計編では、地表面の地震動を耐震設計上の地盤面の地震動として設計を行っているため、耐震設計上の課題である「設計を上回る地震動に対して被害が限定的である事象」を踏まえて、これを確認することも目的に、比較的地盤の影響が大きいⅡ種、Ⅲ種のエリアを選定する

ことを基本として、選定の際には地盤の固有周期推定図を参考にするものとした。

## 3. 橋梁の強震観測機器の試験設置および動作検証

試験選定し、強震観測機器の試験設置を行った橋梁を表一示す。

動作検証は、設置した地震計に人力で振動を与え、地震計が振動を検知し、センサケーブルで接続されているデータロガーにおいて記録が観測されていることの確認を行った。

また、遠隔操作による、観測記録取得、メンテナンスの動作についても試験を実施し、確認を行った。

### [成果の活用]

本検討により、試験設置を行った強震観測機器については、引き続き観測を行っていく。また、取りまとめた強震観測機器設置案および観測場所の選定手法に基づく道路施設を対象とした強震計配置計画の整備を行うとともに、道路施設の耐震設計上の課題に資する記録の観測を目指す

表一 選定結果

地域	東北地方太平洋沿岸部	北関東地方東部	東海地方太平洋沿岸部
所轄事務所	仙台河川国道事務所	常陸河川国道事務所	静岡国道事務所
路線名	国道45号	国道6号	国道1号
橋梁名	曾波神高架橋	上高津高架橋	横内高架橋
橋長	514.0m	575.0m	216.8m
現況写真			

## 震災構造モデルの構築と対策検討への活用に関する研究

Study on structure model of earthquake disaster and its application to countermeasures

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 22～24 年度)  
室 長 金子 正洋  
主任研究官 片岡 正次郎  
研 究 官 本多 弘明

### [研究目的及び経緯]

発生が予想される首都直下地震や東海・東南海・南海地震では、高度に集積した首都機能の停止、あるいはきわめて広域の被災地化といった事態により、地域さらには国全体に重大かつ回復困難な被害が生じるおそれがある。特に社会経済的な被害は、震災発生時の経済状況や人口構成等が影響する複雑な社会経済構造に影響されるため、ボトルネックを的確に捉えた対策や復興計画の策定が困難となっている。本研究では、このような構造をモデル化し、社会経済指標の変化をシミュレートできる震災構造モデルを構築することにより、重大な社会経済的被害はどのような因果関係によって発生しているかを把握するとともに、震災軽減へのボトルネックの解消にはどのような対策・復興計画が適切かを検討する。

23年度は、東日本大震災による資本ストックや労働力人口の変化を地域別に算出するとともに、これらのマクロ経済への影響を考慮した震災マクロ経済モデルを構築した。また、このモデルを用いて将来の経済指標の変動を試算し、復興投資計画と経済指標の回復の関係を評価した。

## 道路防災対策の効果計測方法に関する調査

Research on estimate method for effects of Road Disaster prevention

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 23～24 年度)  
室 長 金子 正洋  
主任研究官 宮武 裕昭  
主任研究官 間瀬 利明

### [研究目的及び経緯]

道路防災対策工は、道路防災総点検の結果などを基にして優先順位付けを行い、事業執行を効率的かつ効果的に進めるための取り組みが進められている。しかしながら、箇所別、災害種別に行われている必要性判定・被害想定の結果を道路交通阻害等の道路ネットワークとしてのリスクと捉え、さらなる効率化を図る必要がある。

本研究は、道路防災総点検の客観的項目等の情報から、想定する災害の種別・規模、対策効果の実施による影響等を考慮して道路交通の阻害影響を推定し、道路防災対策工の効果を定性的、定量的に計測する方法を確立し、要対策箇所の優先順位付けに資することを目的とする。

今年度は、道路斜面災害事例と同一路線の既往の道路防災総点検結果を収集し、道路防災総点検における点検対象災害分類ごとに客観的評価項目と災害が発生した場合の道路交通への影響の関連性を整理したイベントツリーを作成した。

また、道路交通阻害による間接的影響評価を災害種別を問わずに行うために土砂等の流出量に着目し、土砂災害について客観的評価項目等から土砂流出量を推定する手法を提案し、既往被災事例において検証した。

## 長大活断層地震を対象とした設計地震動の検討

Study on design earthquake motion taking account of long active faults

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 23～25 年度)  
室 長 金子 正洋  
主任研究官 片岡 正次郎  
研 究 官 松岡 一成

### [研究目的及び経緯]

道路橋の耐震設計に用いる設計地震動に関しては、大規模なプレート境界地震の発生を考慮した地域区分と地域別補正係数への改定が実施された一方で、長大活断層の影響は考慮されていない。長大活断層の活動による地震は、国内で発生事例が少なく、既存の震源のモデル化手法および地震動の推定手法の適用性が検討されていないことから、本研究ではこれらの事項について海外での事例を参照しつつ検討し、設計地震動の改定案としてとりまとめることを目的とする。

23 年度は、国内外の長大活断層の活動による地震およびその観測記録を収集・整理するとともに、既存の震源モデル化手法の適用性と課題を調査した。また、強震観測施設の維持管理を行い、強震記録の取得を継続するとともに、東北地方太平洋沖地震で被災した橋梁地点において余震による地震動の計測を実施した。

## 実測記録に基づく堤防耐震性評価手法の高度化に関する調査

Study on advanced evaluation methods for seismic performance of a levee using earthquake records

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 23～24 年度)  
室 長 金子 正洋  
主任研究官 片岡 正次郎  
研 究 官 松岡 一成

### [研究目的及び経緯]

国土交通省では、レベル 2 地震動を対象とした河川堤防の耐震点検・耐震対策を順次進めているところである。しかしながら、耐震対策の効果をより精度良く評価できる動的解析については、縮小模型を用いた室内実験レベルの検証が実施されているものの、実構造物規模での検証はなされていない。本研究は、観測施設周辺の詳細な地質調査を実施し、堤防で実測された地震観測記録を活用して実構造物規模での動的解析の検証を行うことを目的としている。

平成 23 年度は、東北地方太平洋沖地震の際に中下地区（鳴瀬川 0.8k 右岸）で実測された記録を用いて、河川堤防の地震応答解析（等価線形解析及び有効応力解析）を実施し、加速度応答及び過剰間隙水圧の再現性を検討した。その結果、1 次元有効応力解析では過剰間隙水圧の消散が再現できない等の課題が明らかになった。

上記の課題を踏まえ、東北地方太平洋沖地震の際に実測記録が得られた中下地区において PS 検層及び液状化層の凍結サンプリングを行い、詳細な地質調査（物理試験、力学試験）を実施した。



## 河川施設における強震計点検調査

Observation of strong ground motion at river 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 金子 正洋  
主任研究官 長屋 和宏  
研 究 官 松岡 一成

### [研究目的及び経緯]

国土交通省では、公共土木施設の耐震設計技術の向上などを目的とし、全国の堤防、堰などの河川構造物等において一般強震観測を行っている。また、地震発生直後における地震規模の把握および施設被害の推定などを目的とし、事務所、出張所、主要施設などの地盤上に地震計を設置してネットワーク化された地震観測網から、全国約 700 箇所の地震動強さを即時に共有できる地震計ネットワークを運用している。

これまでの実地震により多くの観測記録が得られ、これらの観測情報は、河川構造物の耐震性能照査指針(案)などをはじめとした各種設計基準に反映され構造物の耐震設計技術の向上に寄与するとともに、HP などを通じ情報の公開がなされてきた。

平成 23 年度は、一般強震観測では継続的に観測施設を維持していくための点検を行い観測された強震記録を整理、蓄積するとともに「河川施設における強震計配置計画(第 4 期)」(案)の立案を行った。また、地震計ネットワークでは引き続き計測震度、加速度値、SI 値を HP で公開するとともに、気象庁の観測体制の充実に鑑み地震計ネットワークの今後の運用について検討を行った。

## 特殊堤の耐震強化方策に関する検討

Study on seismic retrofit policy for special levees

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 23 年度～)  
室 長 金子 正洋  
研 究 官 山影 修司

### [研究目的及び経緯]

河川堤防は、土堤であることを原則とする中で、堤防周辺の立地状況などの制約により、コンクリート等の構造による特殊堤を設置する場合もある。特殊堤には、さまざまな構造形式があり、その形式に応じ、さまざまな設計手法が用いられている。また、何度も増改築が行われ、複雑な構造形式をもった特殊堤も存在する。これらの状況の中、特殊堤がもつ耐震性と、耐震性が不足する場合の具体的な対策方法は明らかにされていない。

そのため本検討は、特殊堤の現状と既往の地震災害などから耐震性を調査し、特殊堤が有する耐震性の評価と耐震対策が必要な場合における設計手法の検討を行うものである。平成 23 年度は、特殊堤の構造等の現状を河川管理者から収集した資料等から整理した。また、特殊堤及び特殊堤に類似した構造物の被災事例と設計方法を調査し、被災要因や設計における課題について整理した。これらの調査から、特殊堤の被災は基礎地盤の液状化が主たる要因の場合が多いことがわかり、今後液状化に対する対策工法等の検討が必要であることが判明した。