

15 危機管理技術研究センター

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 片岡 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。

平成 24 年度は、国土交通省地震計ネットワークと（独）防災科学技術研究所 K-NET の観測記録を地震発生直後に自動的に統合処理し地震動分布を推定、表示する地震動分布即時推定システムの整備を行った（試験運用中）。また、強い地震動をうけた地盤の応答が非線形化する影響を考慮する方法、および観測点で得られた強震記録からその地点での地震動増幅特性を算出する方法について検討した。東日本大震災を含む過去の地震で発生した河川堤防と道路盛土の被災事例を収集し、被災しやすい構造的要因や被災度と地震動強さとの関係を分析した。被災事例が少ないケースを中心に簡易な数値解析を多数実施し、これらの結果をもとに、各施設の被害推測手法の素案を作成した。

超過外力と複合的自然災害に対する危機管理に関する研究

Risk and Crisis Management Strategy for Excessive and Multiple Actions of Natural Disasters

(研究期間 平成 24 年度～平成 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

河川研究部 河川研究室

地震災害研究官 運上 茂樹

主任研究官 木村 祐二

室 長 服部 敦

主任研究官 福島 雅紀

[研究目的及び経緯]

東日本大震災は、従来想定されてきた地震の規模や様相をはるかに上回るものであり、既往の経験的な知識だけに基づいて災害に立ち向かうには限界があることが明らかにされた。本研究では、従来考慮されていなかったレベルの超過外力と複合的自然災害について、歴史的な自然災害の分析を行い、災害発生シナリオの構築手法とリスク・影響度の分析手法、柔軟に粘り強く対応し減災に資するハード・ソフト対策について研究開発を行い、災害の影響を最小化する危機管理方策と、その機能を効率的に発揮・持続させるために基幹となる防災施設の整備・管理のあり方について提案する。

平成 24 年度は、既往の大規模災害事例（地震、火山、台風）の調査を行い、災害事象の発生と進展、その結果として生じる被害の波及構造を整理分析するとともに、これに基づきモデル地域を仮定した災害シナリオの試設計を行った。また、地震、ハリケーン、竜巻等、災害大国である米国における自然災害に対する危機管理体制の整備状況の調査を行った。さらに、国土交通省直轄管理河川の代表的な諸元に基づいて設定したモデル河川を対象として、地震（内陸）と山体崩壊、地震（海域）と津波、台風と高潮による災害直後に洪水が重畳する複合災害シナリオを作成し、洪水単独災害と複合災害とで被害を試算・比較した。

土砂災害警戒情報の運用高度化に関する調査

Study on highly-developed operations of the landslide early-warning information

(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
Research Center for Disaster Management
Erosion and Sediment Control Division

室長	岡本 敦
Head	Atsushi OKAMOTO
研究官	野村 康裕
Researcher	Yasuhiro NOMURA
研究官	奥山 悠木
Researcher	Yuki OKUYAMA

Early-warning systems for natural disasters are important tools for disaster risk reduction and for achieving sustainable development and livelihoods. In 2005, the Japanese government initiated a new nationwide early-warning system for landslides disasters. In this system, early-warning information is announced by both prefecture government and local meteorological observatory for municipalities to call for local people's evacuation. However, this information hasn't been utilized enough, due to the difficulty of fully understanding the information's meaning and realizing the rising danger of landslides. Therefore, we examined the actual conditions of this information's utilization and local people's evacuations. As a result, we confirmed that although prefectures are providing varieties of additional data related to the early-warning information, it doesn't effectively lead to local people's evacuation activities. We showed the importance of making these related information to be more easy-comprehensible for municipalities' officials and local people.

[研究目的及び経緯]

土砂災害警戒情報は、都道府県の砂防部局と地方気象台が共同して発表する防災情報として平成 19 年度より全国運用が始った。全国運用以降、平成 21 年 7 月山口県防府市、平成 22 年 7 月広島県庄原市、平成 23 年 9 月台風 12 号による紀伊半島など、全国各地で豪雨に伴う土砂災害が発生している。平成 20~22 年度は年平均 1,000 回の土砂災害警戒情報が発表され、捕捉率（土砂災害警戒情報の発表のあった際に対象災害が発生した件数/対象災害の発生総数）は約 75%となっている。他方、土砂災害警戒情報の発表が市町村による避難勧告等に直接結びついていない実態や、発表単位が市町村単位と広いため、合併後の市町村では避難勧告等の参考情報とするのが困難などの課題がある。このため、土砂災害警戒情報、災害発生、市町村の避難勧告、住民の避難行動等の関係について実態を調査した。また、都道府県が市町村や住民に提供している 1 km ないし 5 km メッシュごとの土砂災害危険度などの「土砂災害警戒情報を補足する情報」についても提供状況の実態を調査し改善の方向性について検討した。

[研究内容]

①土砂災害警戒情報と避難行動との関係

1) 調査方法

本分析では、土砂災害警戒情報が全国運用後の平成 20~22 年における国土交通省砂防部の土砂災害警戒避難に関するデータを用いた。データの総事例数は 5,306 件であり、そのうち土砂災害警戒情報発表事例は 2,965 件、避難勧告等の発令事例は 391 件であった。対象災害は、通常、土砂災害警戒情報の対象と考えられている土石流およびがけ崩れとし 2,482 件が対象となった。

2) 分析結果

まず、土砂災害警戒情報と土砂災害発生との時間的関係を整理した。図 1 に示すように、土砂災害警戒情報発表時点で既に約 3 割の災害が発生しており、警戒情報発表直後 1 時間までに約 5 割の災害が発生している。これは、住民の避難までの時間的な余裕が少ないことを示している。次に、市町村の避難勧告等との関係を整理した。警戒情報発表を避難勧告等の発令理由とした割合は約 2 割にとどまった。他方、避難勧告等発令時の住民の避難率は約 5 割と高かった。また、警戒情報を自主避難の理由としたのは極めて少なかったが災害発生もしくは変状を感じたことにより自主避難した割合は約 5 割と高かった。従って、警戒情報が避難勧告等に結びつけば住民の避難行動にも繋がるのが期待できる。そのためには警戒情報の意味を普段か



図-1 土砂災害警戒情報と災害発生の時間的関係

ら利用者が十分理解できるようにすることが重要である。また変状発生時に自主避難率が高まることから、警戒情報発表の際にも土砂災害の危険性が高まっていることを切迫感を持って伝える工夫が必要である。周辺地域での災害発生状況等、リアルタイムでの情報提供が有効であると考えられる。

②土砂災害警戒情報を補足する情報の運用状況

1) 補足する情報の概要

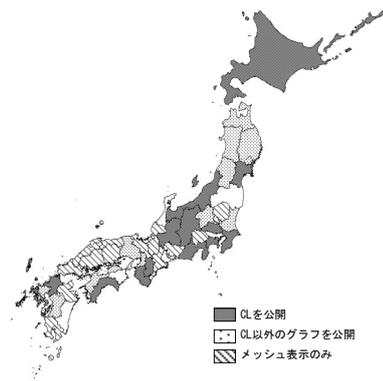
土砂災害警戒情報は通常、市町村単位で発表されており、対象範囲が広いことから、各都道府県では独自にさらに詳細なメッシュごとの災害情報を提供することで市町村や住民等の利用者が避難等の判断を自ら行えるよう支援している。

2) 補足する情報の提供状況

都道府県のホームページ等を確認した結果、提供内容はさまざまで、表1に示すように、CL及び土壌雨量

表-1 ホームページでの公表例

CL及びスネークラインを表示している例	
CL以外のグラフ(時系列の危険度)を表示している例	
メッシュごとの危険度を表示している例	



注：2012年2月調べ。白抜きはインターネットで公表する情報を確認できず。

図-2 全国の補足情報の公表状況

指数との時間変化を平面に示したスネークラインで表示しているもの、メッシュごとの時系列的な危険レベルを表示しているもの、メッシュごとの危険度の色分け表示しているものの大きく3つに大別することが出来た。また、危険度の表現方法に関しては、「警戒」「危険」の2段階、「注意」「警戒」「危険」の3段階、「危険度現況」3段階、「危険度予測」6段階など、さまざまな表現を用いていた。さらに災害情報の名称も「土砂災害危険度情報」、「土砂災害降雨危険度」、「土砂災害危険度レベル情報」等さまざまなものが混在するとともに、河川、道路分野での類似災害情報との混在も見られた。ただし、この他にも市町村職員向けのメニューや特別な通報システムを提供している都道府県もあると思われる。

3) 市町村担当者へのアンケート結果

平成23年台風12号災害で影響を受けた和歌山県の市町村担当者に「土砂災害警戒情報を補足する情報」の実際の活用状況を尋ねたところ、多くの市町村で活用していたものの、今回初めて利用した、今後活用したというところも見られた。様々な情報が混在する中で、利用者に重要な情報を的確に理解してもらうため、普段から積極的に研修等の機会を提供する必要がある。

【成果の発表】

国総研、筑波大学：土砂災害警戒避難に関するデータ解析共同研究、国総研資料第682号、2012.3

岡本敦、富田陽子、秋山怜子：「土砂災害警戒情報を補足する情報」の運用状況、土木技術資料、2012.7

千葉伸一、岡本敦、富田陽子、西本晴男、水野正樹、石井靖男：土砂災害警戒避難の実態と土砂災害警戒情報の効果分析、砂防学会研究発表会、2012.5

【成果の活用】

国土交通省・気象庁の「土砂災害への警戒呼びかけに関する検討会」での公表資料、報告書の中で取り入れられた。

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

(研究期間 平成 22~24 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室
Research Center for Disaster Management
SABO (Erosion and sediment control) Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

岡本 敦
Atsushi OKAMOTO
内田 太郎
Taro UCHIDA
林 真一郎
Shin-ichiro HAYASHI

For advancement of method for evaluating impacts on river-bed variation on the basis of sediment discharge monitoring data, we implemented development of the methodology of sediment measurement by using hydrophone for bed load and analyzing of observation data. As a result of comparison between observation data of hydrophone, direct sampling and accumulated sediment in check dams, the sediment measurement by using hydrophone has applicability to measure the quantity of bed load.

[研究目的及び経緯]

山地河川において、河床変動等が土砂移動に関わる問題に及ぼす影響を分析するために、流砂量を把握することは重要である。山地河道は、流量・河床の時空間的な変動が激しく、連続的な流砂量観測を行うことは、観測機器の破損・流亡等の様々な困難を伴うため、これまで、流砂量観測は限られた箇所でのみ実施されてきた。そこで、本研究では、流砂量観測手法の高度化及び流砂量観測データの分析を行った。

[研究内容]

(1) 流砂量観測手法の高度化

流砂量観測のうち掃流砂観測については、マイクロフォンを内蔵した金属管（ハイドロフォン、写真1）への掃流砂の衝突音を掃流砂量へ変換する解析手法の開発を実施した。具体的には、衝突音の音響波形と掃流砂量の関係式を作成し、掃流砂量の推定を行う手法である。今回、開発した手法では、掃流砂量の増加に伴い生じる衝突音の干渉による音響波形の低減を考慮して掃流砂量の推定が可能である。

図1は、天竜川右支川与田切川中流部の坊主平砂防堰堤における、流砂観測施設（トロンメル）を用いた直接観測とハイドロフォンによる観測結果の

平成 23 年 9 月の台風 15 号出水時の比較である。両者の結果は、よく一致しており、開発した解析手法の現地適用性が高いことを示している。



写真1 ハイドロフォン

(2) 流砂量観測データの分析

平成21年度から全国の直轄砂防事務所では流砂水文観測（流量、浮遊砂、掃流砂等）の実施を進めており、砂防研究室において、データベース化を進めているところである。

図2は、流砂量観測データの分析事例として、ハイドロフォンから得られた掃流砂量を流域面積・期間降水量あたりの掃流砂量に換算した結果と同じ水系内で流域面積が概ね近い砂防堰堤における堆

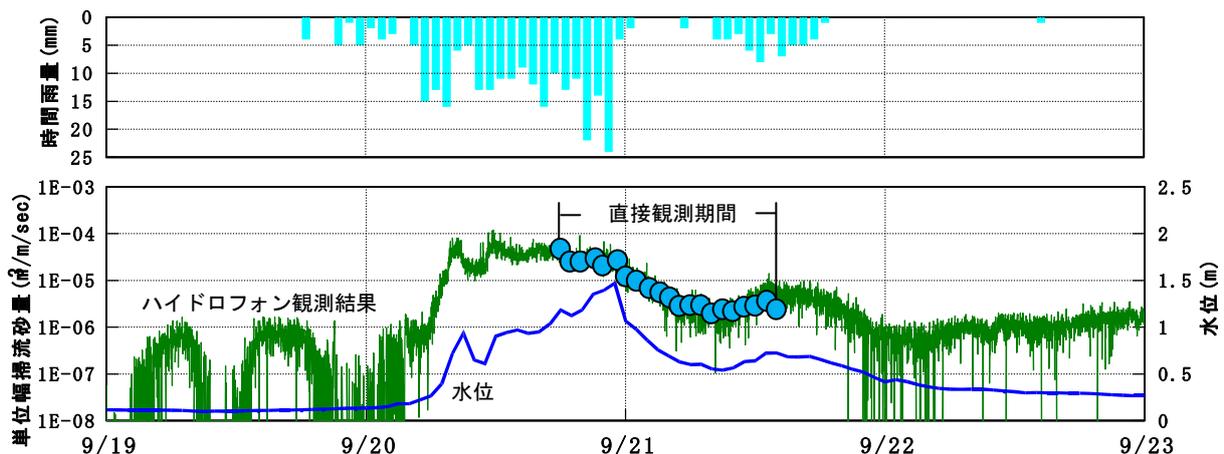


図1 平成23年台風15号時の観測結果

砂測量から推定した流域面積・期間降水量あたりの流出土砂量を比較したものであり、量的にはほぼ同程度であった。この結果は、ハイドロフォンが良好に掃流砂量を推定できる可能性を支持するものである。

い適合性を持った手法であるという結果を得た。

[成果の発表]

- 鈴木拓郎、水野秀明、小山内信智、平澤良輔、長谷川祐治：音圧データを用いたハイドロフォンによる掃流砂量計測手法に関する基礎的研究、砂防学会誌、Vol. 62、No. 5、pp. 18～26、2010
- 鈴木拓郎、内田太郎、岡本敦：ハイドロフォンによる掃流砂量の連続観測、土木技術資料、Vol. 54、No. 5、pp. 44～45、2012
- 岡本敦、内田太郎、鈴木拓郎、中川和男、田方智、松岡暁：山地流域における流砂観測データの収集及び解析、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、No. 66、pp. 176～177、2012
- 岡本敦、内田太郎、鈴木拓郎：山地河道における流砂水文観測の手引き（案）、国総研資料 686号

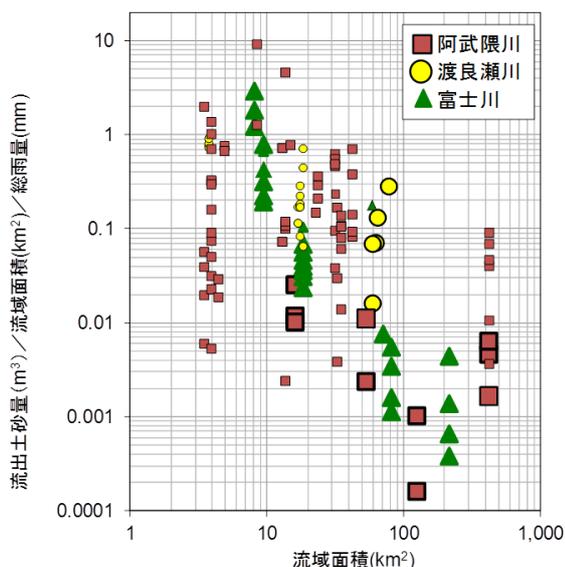


図2 ハイドロフォンの観測結果と堆砂測量から求めた流出土砂量の関係の分析事例（大きいプロット：ハイドロフォンの観測結果、小さいプロット：堆砂測量）

[研究成果]

ハイドロフォンを用いた掃流砂観測結果について、現地直接観測、砂防堰堤の堆砂測量との結果の比較を行い、同程度の値が得られた。このことから、ハイドロフォンを用いた掃流砂観測が、現地への高

[成果の活用]

研究成果は「山地河道における流砂水文観測の手引き（案）」の発刊、河川砂防技術基準調査編の改定に反映された。

流砂観測の結果は、①周辺地域における土砂生産の発生や土砂災害の切迫性を即時的な把握、②土砂がしやすい溪流を把握した上で計画的な砂防事業の推進、③砂防基本計画の策定や砂防事業の効果評価を行う際に実施する流出解析及び河床変動計算の係数の設定、④総合的な土砂管理等のための基礎情報としての利用など、様々な場面での活用が期待される。

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

(研究期間 平成 22~24 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室
Research Center for Disaster Management
SABO (Erosion and sediment control) Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

岡本 敦
Atsushi OKAMOTO
内田 太郎
Taro UCHIDA
林 真一郎
Shin-ichiro HAYASHI

For advancement of application method of cost-benefit analysis for sediment-related disaster prevention works, we implemented to analyze 1) the relationship between occurrence probability of torrential rainfall and slope failure, debris flow quantitatively, 2) parameters and conditions of non-equilibrium numerical model for river deformation to evaluate SABO master plan. As a result, we could evaluate relationship between occurrence probability of torrential rainfall and debris flow quantitatively by simple analyzing and we could set proper parameters and conditions to simulate river deformation of Nobori river disaster, 2011.

[研究目的及び経緯]

本研究は、事業評価における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法のうち、技術的な課題の解決を目的としたものである。

主たる研究内容としては、発生確率と災害規模の関係の定量的な評価を目指し、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、被害推定を行うための河床変動計算手法として、山地流域で生じる土砂移動現象を土石流から掃流砂まで一貫して取り扱うことが可能な侵食堆積過程を非平衡として取り扱うモデルについて検討を実施した。

[研究内容]

(1) 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の整理分析

分析対象災害を、近年、大規模な降雨により土石流・崩壊が集中的に多発した災害である、広島(平成 11 年)、沙流川(平成 15 年)、新居浜・西条(平成 16 年、対象は台風 15 号、台風 21 号)、諏訪湖(平成 18 年)、防府(平成 21 年)、紀伊半島(平成 23 年、うち対象は、宮川流域、神納川流域、安川・大塔川流域、高田川流域)とし、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について分析を実施した。各災害について、航空写真等から、土石流発生域、斜面崩壊発生域を抽出し、GIS

上で崩壊ポリゴンを作成した。降雨の確率規模については、レーダーアメダス解析雨量の 1km メッシュ(以下、1km メッシュ)ごとに、災害発生時の降雨指標(1 時間、2 時間、3 時間、6 時間、12 時間、24 時間、48 時間、72 時間、累積)の最大値を算出し、土木研究所アメダス確率降雨計算プログラムを用いて各指標について確率評価を実施した。

表 1 に災害実態の分析の事例として、土石流の発生確率を谷次数ごとに解析した事例を示す。土石流の平均発生確率は、1 次谷で 19%、2 次谷で 34%、3 次谷で 65%、4 次谷で 80%であった。本検討により、分析のための基礎的なデータが整理されたことから、今後、より詳細に降雨等の誘因、地形・地質等の素因が斜面崩壊及び土石流の発生確率に及ぼす影響についての検討を行って行く予定である。

表 1 谷次数別の災害発生確率の一覧

対象災害	代表地質	降雨指標	確率規模	発生確率(%)			
				1次谷	2次谷	3次谷	4次谷
広島市	花崗岩	6h	70年	10	25	39	67
沙流川流域	付加体	24h	500年	26	51	90	100
新居浜市	付加体	6h	30年	23	40	57	100
新居浜市・西条市	付加体	1h	30年	45	73	85	100
	破砕帯	2h	70年	13	25	64	100
諏訪湖周辺	火山噴出物	24h	200年	13	36	64	100
防府市	花崗岩	6h	1000年	35	63	84	89
紀伊半島(宮川)	付加体(ジュラ紀)	48h	300年	0.6	2	7	17
紀伊半島(神納川)	付加体(白亜紀)	48h	1000年	18	0	100	—
紀伊半島(高田川)	その他(中新世火山岩)	24h	1000年	9	23	63	50
平均				19	34	65	80

(2) 被害推定のための河床変動計算モデルに関する検討

山地流域で生じる土砂移動現象を精度良く表現する手法として、土石流から掃流砂までの土砂移動現象を一貫して取り扱うことが可能でかつ、河床の侵食堆積過程を非平衡として取り扱えるモデルの検討を行った。

大規模な土砂移動現象が発生した平成 22 年富士川水系春木川、平成 23 年 7 月新潟福島豪雨による魚野川支川登川での土砂動態を対象とし、①計算開始地点の設定方法、②供給土砂量の設定方法について整理し、非平衡性を考慮した河床変動計算の留意事項について検討を実施した。

図 1 に春木川で実施した計算結果を示す。非定常非平衡の河床変動計算モデルを用いて、土石流区間から計算を実施し、最適な計算条件とパラメータを設定することで、大規模な土砂流出に対して土砂移動現象の再現性を高めることが可能となった。今後は、他の流域の事例においても適用可能かどうか検討する必要がある。

[研究成果]

①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について整理を実施、より詳細な分析を行うための基礎

的なデータを整備した。また、簡便なデータ整理、分析を実施し、降雨の発生確率と土石流の発生確率の関係について定量的に示した。

②平成 22 年富士川水系春木川・平成 23 年 7 月新潟福島豪雨による魚野川支川登川での土砂動態を対象に、被害推定のための河床変動計算モデルに関する

検討を実施し、再現性の高い結果を得た。

[成果の発表]

内田太郎、岡本敦：深層崩壊を引き起こした降雨の特徴、土木技術資料、Vol.54 No.11、p.32～35、2012
S. NIWA, T. UCHIDA, A. OKAMOTO: Calculation technique for evaluation of bed variation in mountain rivers: Effects of methods describing erosion and deposition processes, 12th International symposium on river sedimentation

[成果の活用]

平成 23 年度には、発生確率と災害規模の関係の評価手法を検討し、「砂防事業の費用便益分析マニュアル（案）」、「土石流対策事業の費用便益分析マニュアル（案）」に反映された。

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法について、砂防事業の効果評価を客観的かつ効率的に進めることが可能と考えられ、アカウントビリティーの向上につながる。今後、より詳細な分析を実施し、事業評価マニュアルへの反映を図りたい。

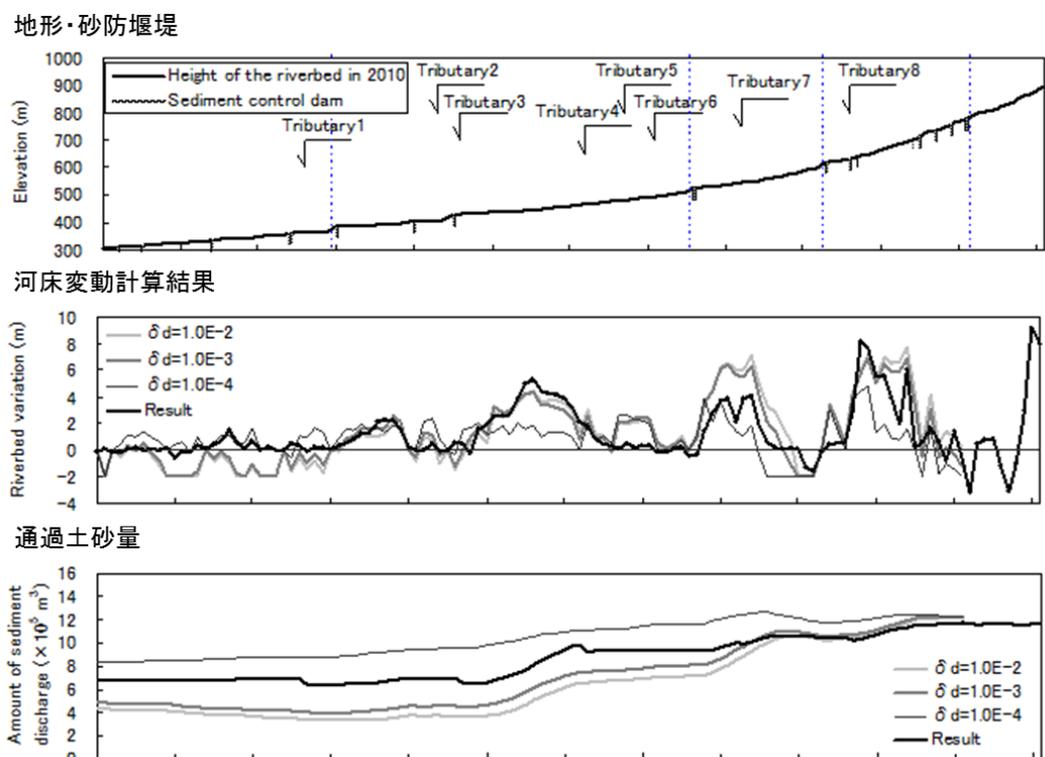


図 1 春木川における再現計算の事例 (δ_d : 堆積速度係数 10^{-3} のケースが最も再現性が良い)

広域的災害時における大規模土砂災害発生箇所等災害集中区域の SAR 画像を用いた効率的な

把握手法に関する研究

Studies of effective investigation technology using the SAR image at the time of the large area disaster of the disaster intensive area such as the large-scale sediment disaster outbreak points

(研究期間 平成 24 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 砂防研究室

土砂災害研究官 吉川 知弘
主任研究官 水野 正樹

[研究目的及び経緯]

広域かつ大規模な災害においては、迅速な被害把握手段として衛星によるリモートセンシングの活用が効果的であるが、実用的には光学データの利用に留まっているのが現状である。このため夜間や悪天候時においても観測可能な衛星合成開口レーダ (SAR) 画像について、災害時に大規模土砂災害、浸水、インフラ被害の集中区域等の抽出が的確に実施できるよう解析手法の向上を図り、緊急対応等に資するものである。

SAR の干渉画像を用いた断層等の地盤変化、土砂災害集中区域の抽出に向けた解析技術の研究、強度画像を用いた天然ダムや深層崩壊、浸水区域等の精度の高い抽出技術の研究、及び強度画像の差分解析による大規模崩壊、建築物やインフラ被害集中区域の効果的抽出技術の研究を実施して国土交通省による緊急対応に資するほか、平成 25 年度に打ち上げが予定されている ALOS-2 (L バンド SAR) の活用に向け、その目的に即した撮影条件を整理する。

平成 24 年度は、衛星合成開口レーダ画像等を用いて震災等による建造物の被災状況を把握する手法を調査・整理し、効果的な被災状況把握手法を検討することで、実災害における衛星 SAR 画像の適応性を検証するための基礎資料を作成するとともに、時系列干渉 SAR 解析を用いて微小斜面移動を抽出する手法について試行した。

土砂災害緊急情報の効果的周知手法に関する研究

Study on effective communication method of emergency information about sediment disasters

(研究期間 平成 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
主任研究官 水野 正樹
研 究 官 神山 嬢子

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、一定規模以上の火山噴火、河道閉塞が発生した場合、二次災害を防止する観点から、市町村による避難勧告・指示等が適切に行われるよう、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施している。

平成 23 年 1 月の新燃岳の火山噴火や平成 23 年 9 月の台風 12 号による紀伊半島での河道閉塞等で緊急調査が実施されており、情報の受け手・送り手の立場・役割・認識の違い等がある中で、緊急情報や関連する情報について、リスクコミュニケーションの観点から、受け手の立場に立った改善策の検討が求められている。

今後の緊急調査の手法及び運用の改良のためには、緊急調査実施における災害対応事例の記録を収集、整理分析し、具体的に解決すべき運用面での課題、報道機関への情報提供時の課題等を取りまとめる必要がある。

このため、国土技術政策総合研究所では、今後の緊急調査における情報提供の方法及び運用の改善を目指し、緊急調査実施における具体的に解決すべき運用面での課題、県・市町村及び報道機関への情報提供時の課題等の検討を行っている。

平成 24 年度は、平成 23 年 1 月の新燃岳の火山噴火及び 9 月の台風 12 号による紀伊半島での河道閉塞に対する緊急調査実施時の資料を収集、整理分析し、その成果及び業務従事者へのヒアリングの実施結果から緊急調査の実施における運用面での課題、報道機関への情報提供時の課題等を具体的にとりまとめた。

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。本研究では、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を目的とする。

平成 24 年度は、全国の崩土流動化事例を収集し、レーザー測量データをもとに崩壊土砂量を整理し、流動化と崩壊土砂量、降雨、地形的特徴との関係を多変量解析手法を用いて分析した。

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

(研究期間 平成 21～24 年度)

危機管理技術研究センター 砂防研究室

室 長 岡本 敦
主任研究官 水野 正樹
研 究 官 神山 嬢子

[研究目的及び経緯]

土砂災害対策における、「長期的な流域監視」と「大規模土砂災害発生時の迅速な被災状況の把握」の目的のため、衛星光学センサ画像と衛星合成開口レーダ画像による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研究を実施した。主な研究成果としては、平成 23 年東日本大震災で強い震度が広い地域で観測されたことから、斜面崩壊、地すべり、河道閉塞等の地震による大規模な土砂災害の発生状況について確認するため、JAXA から提供を受けた ALOS の AVNIR-2 / PRISM 画像やその他光学画像を用いて、広域にわたる崩壊地の衛星光学画像判読を実施した。判読結果として土砂移動の可能性のある箇所が約 500 箇所抽出するとともに、手法を確立した。分解能は、ALOS パンシャープン程度の分解能 2.5m でも大規模崩壊地の空間分布は判読出来るが、衛星光学画像を用いて小規模崩壊地(幅<50m)の判読を行うためには、斜面崩壊で発生した粒状の岩塊が判別可能な 1m 以上の超高分解能画像が必要である。分解能の 30 倍程度より大規模な崩壊地は、より確実に判読抽出可能である。ステレオペア画像による立体視は崩壊地の判別に有効である。衛星光学画像の判読は大規模崩壊地の空間分布を把握可能である。特に広域調査の場合は、画像として隙間無く全域を見渡せる光学衛星画像が有用である。

大規模土砂生産後の流砂系土砂管理のあり方に関する研究

Research on the method for general sediment management after devastating sediment production

(研究期間 平成 21 年度～)

危機管理技術研究センター 砂防研究室

室 長 岡本 敦
主任研究官 内田 太郎
研 究 官 林 真一郎

[研究目的及び経緯]

本研究では、通常想定されている規模を大きく上回る規模の土砂生産に対するダメージコントロール手法を検討するために、大規模土砂生産後の土砂動態の実態把握、予測技術の構築を目的とする。

本年は、大規模土砂生産後の土砂動態の実態把握として、沙流川、姫川、川辺川等における大規模土砂生産イベント前後の資料を収集し、流域内の土砂動態等を大規模土砂生産前～大規模土砂生産発生～現在にかけて、時系列的に整理した。予測技術の構築については、姫川において、大規模土砂生産予測技術・対策の効果評価手法の構築を目的に、平成 7 年災害後～現在の流域全体の土砂動態に関する数値計算（降雨流出、土砂生産・流出、河床変動）を実施し、再現性・適用性に関する検討を行った。

地震後降雨による土砂災害警戒避難基準設定手法・解除の手法の検証

Study on accuracy verification of threshold rainfall for landslide early warning in storms following major seismic disturbances

(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]

大規模地震が発生すると斜面が崩壊するとともに、斜面に亀裂等の緩みが生じ、しばらくは通常より少ない降雨でも崩壊が発生すると言われている。しかし、地震に伴う斜面崩壊のメカニズムは複雑で必ずしも明らかではない。都道府県と地方気象台が大雨時に共同で発表する土砂災害警戒情報では、大規模地震後、地震動による斜面の不安定化を考慮し、雨量基準 (CL) を通常より引き下げた暫定基準を適用している（引き下げ率：震度 5 強で通常の 7～8 割、震度 6 弱以上で 5～6 割）。しかし、この引き下げ率は経験的な数値であり定量的な検討に基づいたものではない。そこで、東北地震後約半年間の降雨データ及び土砂災害発生データを用いて暫定基準設定の妥当性等を検証した。

地震動による相対的な斜面崩壊危険度評価手法の精度等の検証に関する研究

Research on accuracy verification of the relative risk assessment method for slope failures caused by earthquakes

(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]

砂防研究室では、山地斜面が地震動を受けた際の相対的な崩壊危険度を評価するため、平成 7 年兵庫県南部地震における崩壊実績をもとに、「地震による斜面崩壊危険度評価判別式」（以下、「判別式」という）を開発した。この式は、斜面勾配、平均曲率（地形の凹凸を表す指標）、地震動の最大加速度という一般的に入手可能なデータを用い、過去に地震による崩壊実績がない箇所においても崩壊危険度を簡便に評価できるものである。同式はこれまで平成 7 年兵庫県南部地震から平成 20 年岩手・宮城内陸地震までの 8 地震を対象に判別得点と崩壊実績の比較が行われ、一定の精度で崩壊危険度を評価できることが確認されているが、上記 8 地震には海溝型地震が含まれていなかった。そこで、本研究では、海溝型地震である平成 23 年東北地方太平洋沖地震によって斜面崩壊が発生した地域を対象に判別得点を算出し実績崩壊との比較を行うことで、海溝型地震に対する判別式の適用性を検討した。また、危険度評価に用いるデータが比較的入手しやすく、単純な式形をもつ判別式の特徴を活かし、判別式を用いて地震発生後すみやかに広域を対象として迅速な現場対応を支援することが可能な斜面崩壊危険度評価システムの構築を行った。

砂防技術情報に関する検討調査

Research on technological information regarding sediment-related disaster prevention

(研究期間 平成 21 年度～)

危機管理技術研究センター 砂防研究室

室 長	岡本 敦
主任研究官	水野 正樹
主任研究官	内田 太郎
研 究 官	林 真一郎
研 究 官	神山 嬢子

[研究目的及び経緯]

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及び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、より効率的な防災活動を実現する手法について検討を実施した。

土砂災害警戒情報提供のあり方については、スマートフォンを活用した土砂災害関連情報の配信と現地からの災害発生情報の通報について、伝達すべき情報、利用可能な伝達手法・コンテンツ（静的情報と動的情報の重ね合わせ、位置に基づく情報の配信、情報の一元配信、収集した現地情報の共有等）について整理を実施した。

現場担当者等の能力向上に関する研究については、既往の研究成果と全国の直轄砂防事務所を中心とした流砂水文観測の取組を基に、山地河道における流砂水文観測の目的、考え方、現時点における標準的な手法について、平成 24 年 4 月に「国総研資料 686 号 山地河道における流砂水文観測の手引き（案）」として、とりまとめた。

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

(研究期間 平成 21～24 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]

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、土石流・地すべり・がけ崩れが発生した際に都道府県等から報告される「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「土砂災害実態調査報告」をデータベース化したシステムの構築を行う。

平成 24 年度は、前年度までの試験運用期間の中で明らかとなった課題等を踏まえ、災害報告情報の精度向上、システムの利便性向上、災害等に対するシステムの堅牢性向上のため、地図表示機能の実装、履歴管理機能の付加、システムの外部環境への移行に関する検討を行った。

水災害リスクマネジメントの構築に関する研究

Research on the methodology for flood disasters risk management

(研究期間 平成 23~24 年度)

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

室長
Head
研究官
Researcher

伊藤 弘之
Hiroyuki ITO
大浪 裕之
Hiroyuki OONAMI

In this study, in order to establish a risk assessment methodology for flood disasters, an advanced inundation analysis model was made, and the case study for risk assessment was conducted using the model. As the result, it was found that the methodology was useful to some extent, but some issues to be improved were specified.

[研究目的及び経緯]

東日本大震災では大規模な津波が発生し、東北地方の沿岸一帯が未曾有の被害を受けた。このような状況を踏まえて、社会資本整備審議会では、「地域ごとの特性を踏まえ、ハード・ソフトの施策を柔軟に組み合わせ、総動員させる「多重防御」の発想による津波防災・減災対策」等を図ることを趣旨とした津波防災まちづくりが緊急提言された。これを契機に、あらゆる規模の外力を想定し、防災施設を含む地域の構造や危機管理対策等を総合的に整備することが重要となっているが、その計画論等は確立されていないのが現状である。このため、「発生し得る様々な現象を想定し、リスクを最小化する」ことを目的としたリスクマネジメントの体系を利用して総合的な防災計画を作成することが考えられる。本研究ではその基礎的検討として水害現象の再現（浸水解析）とそれに基づく被害事象の定量的評価を試行し、水害リスクの評価手法について検討を行った。

[研究内容]

1. 非構造メッシュによる浸水解析プログラムの作成 (平成 23 年度)

水害発生時における適切な避難行動の選択を支援する情報を提供するためには、家屋や道路等が混在する市街地における浸水現象をより忠実に表現できる解析手法が必要である。このため、道路等氾濫流の主流路となる空間を計算条件として組み込める非構造（三角形）メッシュによるプログラムを作成する。

2. 非構造メッシュ自動生成プログラムの作成（平成 23 年度）

広大な浸水区域において数十mスケールの非構造メッシュを生成するためには、数万以上の格子点の配置

とそれらによる三角形の形成が必要となり、人の手による作業では大変煩雑なものとなる。このため、この作業を効率化するため、地形、土地利用等の他、メッシュの基本スケールや境界位置等を与条件として確率分布により格子点を配置し、それらから三角形群を生成できるプログラムを作成する。

3. モデル地域における水災害の想定と評価（平成 24 年度）

モデル地域を設定し、上記プログラムを適用することにより、大規模な氾濫が生じた場合の浸水現象を計算するとともに、それに伴う一連の被害事象や対策の効果について定量的な評価を行い、その適用性を確認する。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 非構造メッシュによる浸水解析プログラムの作成

市街地の浸水現象について、本研究では一連の家屋群等を一つの透過構造物と見なし、浸水解析に反映させることとする。このためポーラス・ボディ・モデルを浅水流の仮定の下水深方向に積分したものを基礎方程式とした。基礎方程式の離散化については、流体解析の分野で比較的一般化が進んでいる SUPG 有限要素法を用いた。これは通常有限要素法について移流項について安定化を図るものである。数値解析モデルの詳細については、伊藤¹⁾を参照されたい。

2. 非構造メッシュ自動生成プログラムの作成

近年では LP 技術により主要河川の氾濫域の地盤高計測が行われ、5m 程度の間隔の DEM データベースの整備や GIS の普及により土地利用等データの加工が容易になっている。これらのデータを使用し、標高、土地利用データの地図上への可視化やメッシュ生成範囲等

を地図上で作成する等 GIS を用いて一連の作業を可能とし氾濫解析用メッシュを作成できるようにした(図-1 参照)。使用するデータについては、国土地理院が公開している標高データ、国土政策局が公開している土地利用データを取り込む機能を設け、一般公開されているデータを活用してメッシュ生成を可能とした。本プログラムの詳細については、浜田等²⁾を参照されたい。

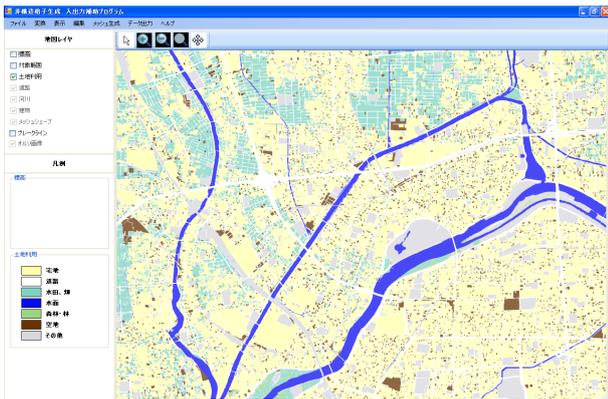


図-1 GIS を利用したインターフェイス

3. モデル地域における水災害の想定と評価

本研究では、大規模な地下街を有する名古屋駅周辺を含む庄内川下流区間の左岸エリアをモデル地域として計算対象エリアの設定を行った(図-2 参照)。なお、地下街のモデルについては名古屋駅地下街を対象とし、市販されている MIKE-MOUSE (下水道解析モデル) を用いて地下街解析モデルを構築している(図-3 参照)。氾濫条件としては、極めて大規模な水害として 1/1,000 確率相当の流量ハイドロを作成し、左岸 15.0k 地点が決壊する条件を与えた。

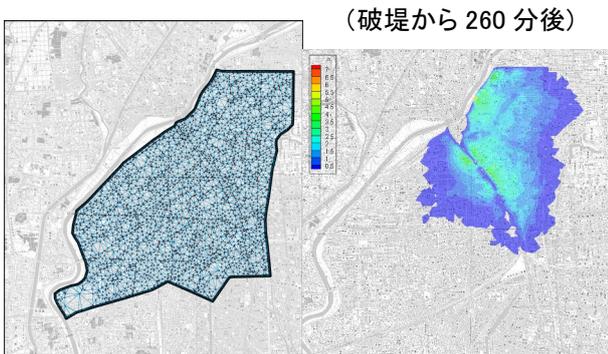


図-2 モデル地域(左)と浸水計算の例(右)

以下、浸水条件に応じてライフライン(鉄道、電気、水道など)の機能停止や地下街での人的被害について評価を行った。ここでは、人的被害についてのみ結果を表-1 示す。人的被害を軽減する方法としては、避難

開始のタイミングを早めることや流入時間を遅らせることが重要である。

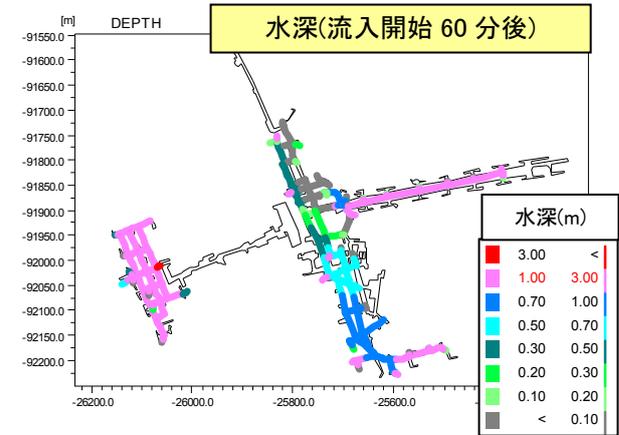


図-3 地下街の浸水状況

表-1 各ケースの条件設定と人的被害の評価結果

各ケースの内容				避難開始から避難完了までの時間	避難開始から浸水深さが0.3mとなるまでの時間	人的被害を受ける人口
避難開始のタイミング	地下街への流入高さ	地下街への流入遮断	誘導灯の設置			
避難指示の発令時	止水板無し	流入遮断を実施しない	誘導灯設置なし	41分	避難完了まで氾濫は到達しない	0千人
堤防決壊時	止水板無し	流入遮断を実施しない	誘導灯設置なし	41分	避難完了まで氾濫は到達しない	0千人
地下街の浸水開始時	止水板0.30m設置	流入遮断を実施しない	誘導灯設置なし	59分	24分	55千人
地下街の浸水開始時	止水板0.70m設置	流入遮断を実施しない	誘導灯設置なし	43分	39分	7千人
地下街の浸水開始時	止水板無し	北側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	69分	16分	60千人
地下街の浸水開始時	止水板0.30m設置	北側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	65分	27分	49千人
地下街の浸水開始時	止水板0.70m設置	北側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	51分	43分	11千人
地下街の浸水開始時	止水板無し	北側+東側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	52分	避難完了まで浸水深さが0.3mに達しない	0千人
地下街の浸水開始時	止水板0.30m設置	北側+東側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	52分	避難完了まで浸水深さが0.3mに達しない	0千人
地下街の浸水開始時	止水板0.70m設置	北側+東側からの流入を遮断	誘導灯設置なし	52分	避難完了まで浸水深さが0.3mに達しない	0千人
地下街の浸水開始時	止水板0.30m設置	流入遮断を実施しない	誘導灯を設置	47分	24分	55千人

【成果の活用】

本研究では浸水現象のより詳細な解析により、水害事象の再現がより現実に即したものになったと考えられる。ただし、浸水解析には従前より相当長い計算時間を要するとともに、扁平なメッシュによる計算の不安定化も見られた他、被害の評価についても社会の脆弱性を十分反映するのにはなっていないことが分かった。今後改善を行う予定である。

<参考文献>

- 1) 伊藤弘之：浸水解析におけるアジョイント法の適用性に関する検討、土木学会応用力学論文集, 2012年。
- 2) 浜田 秀敬, 一言 正之, 桜庭 雅明, 伊藤 弘之：氾濫流の特性に着目したFEM 氾濫解析メッシュ生成システムの構築, 土木学会年次学術講演会, 2013年。

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 21～25 年度)

室 長 伊藤 弘之
主任研究官 久保田 啓二郎
研 究 官 大浪 裕之

[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についての検討が必要となっている。

平成24年度の調査では、これまでのデータの少なかつた大水深による住宅の被災状況を把握するため、東日本大震災の津波被災地域における被害実態調査や、メーカー等への浸水被害事例や補修内容に関するヒアリング調査を行った。その結果を用いて、モデル家屋を想定した家屋の部位別被害形態と補修の考え方や、浸水後の廃棄・補修等の対処内容による家財の損傷程度を設定した。また、実態調査の結果から、被災者が被災前と比較して不便な生活を強いられている実態等が明らかになったことから、被害実態について整理及び分析を行い、家庭や事業所、行政等による応急対策費用として反映できる算定手法の検討を行った。

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 大浪 裕之

[研究目的及び経緯]

近年発生している観測史上最大規模の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MP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24年度は、鶴見川上流域においてPIV方式と浮子による流速流量観測、地上無線形式によるリアルタイム水位観測を実施し、洪水時の観測値を用いて、平成23年度に作成した鶴見川上流域分布型流出モデルの精度検証を実施した。

洪水の再現結果では、流量が過大に出ていたことから、ピーク流量とボリュームに影響が大きい地表の粗度係数を対象として、流出を抑えるように調整した結果、再現精度が向上した。

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 大浪 裕之

[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、洪水予警報や避難誘導といった危機管理対応の充実を図るためには、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24年度は、各地整から収集した、全国1級水系の洪水予測システム精度検証資料をもとに、小貝川と千曲川の2河川をモデル河川として、洪水の再現計算によりモデルの精度分析を行い、洪水予測の課題を整理して、関係する要因と改善策を検討した。

検討の結果、小貝川では実測値と比較して洪水のピークが早く、過大に予測されたが、河道不定流モデルを導入して河道内の貯留効果を表現することにより、予測精度の向上が図られた。また、千曲川でもピーク流量が過大に予測されたが、稲核（いなこき）ダムのモデルを追加することにより、予測精度の向上が図られた。

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 官 大浪 裕之

[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24年度の調査では、平成24年7月に発生した九州北部豪雨災害を対象に、河川管理者を中心とする防災担当者（九州地方整備局、県土木事務所、市役所）への危機管理対応に関する聞き取り調査を実施し、要点のとりまとめを行った。

これまでに経験したことのない記録的な豪雨に見舞われたことから、予警報の発令が水位の急上昇に追いつかないといった事例や、豪雨の音にかき消されて防災無線の避難情報が聞こえなかったという事例が見受けられた。また、水防団と消防団が兼任のため、道路等の対応に追われて水防活動にまで手が回らないといった課題もあった。

一方で、自主防災組織が機能したことにより、人的被害を最小限に食い止めた地域があった。

流域治水に係る水害リスク評価に関する研究

Study on risk assessment in of basinwide comprehensive flood disaster prevention

(研究期間 平成 24～25 年度)

危機管理技術研究センター 水害研究室

室 長 伊藤 弘之
主任研究官 飯野 光則

[研究目的及び経緯]

気候変動への適応策や超過洪水対策の1つとして流域治水が挙げられるが、講じるべき流域治水施策に応じて裏付けとなる情報レベルや流域治水施策に応じた水害リスクの評価方法が十分に確立されていない。本研究は、流域治水施策に応じた水害リスク評価手法を検討するとともに、水害リスク評価値を反映した土地利用規制等の実現方策に関する検討を行うものである。

平成 24 年度は、酒匂川を対象として、主要支川を反映した氾濫解析モデルを構築した。また、構築した氾濫解析モデルにより、現計画規模や気候変動規模による外力を設定した上での氾濫計算を行い、霞堤や鉄道盛土の影響による氾濫水量や被害額の算出を行うとともに、氾濫原人口・資産の将来予測を実施し、氾濫ブロックごとの現在と将来の水害リスクについて評価を行った。

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

(研究期間 平成 22～24 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

A macroeconomic model is developed to quantify socio-economic impacts of earthquake disaster. The impacts, such as fluctuations of population and GRPs, of the 2011 East Japan Earthquake Disaster are simulated by the model under several conditions of disaster scale and reconstruction investments. Effective reconstruction policies are discussed based on the simulated results.

[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。

24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都道府県別に算出し、震災後の復旧・復興政策が被災地域の社会経済指標の回復・成長に及ぼす影響を考慮しうる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社会経済指標の変動を試算し、対策・復興計画と経済指標の回復の関係を評価した。

[研究内容]

1. 震災マクロ経済モデルの改良

東日本大震災後の復旧・復興政策が被災地域の社会経済指標の回復・成長に及ぼす影響が考慮できるよう、図-1のように、過年度構築した震災マクロ経済モデルを改良した。

具体的には、高齢化率を導入し、歳入低下や社会保障費の増大による公共投資の縮小を考慮できるようにした。また、被災地域の人口回復は、被災時の避難や

除染の影響を含めた人口の変動実績を反映し、さらに人口移動モデルによる推計を行った。

2. 東日本大震災の経済影響の試算

構築したモデルを用いて、2010年度末に東日本大震災が発生し、民間・社会資本ストックと人口が減少することで、翌年度以降のマクロ経済にどのような影響を及ぼすかを試算した。

[研究成果]

1. 震災マクロ経済モデルの改良

モデルで扱う変数として、人口や就業者数、所得、民間・政府の支出や投資額、社会資本ストック、物価や為替レートなど24の指標を選択し、総務省の国勢調査、内閣府の県民経済計算等から47都道府県それぞれのデータセットを作成した。

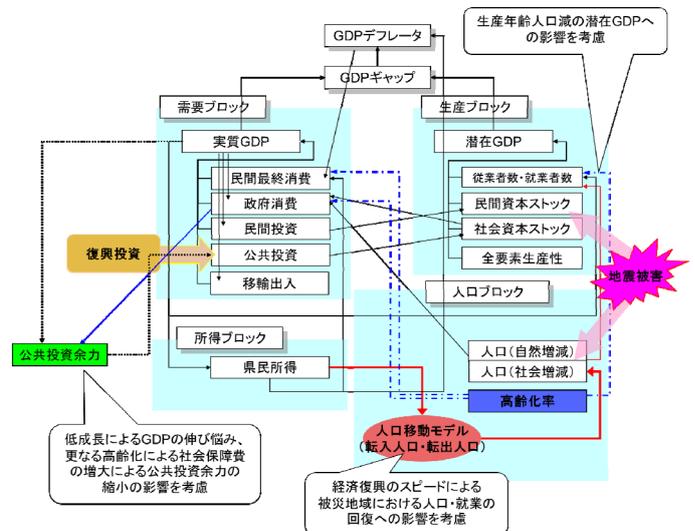


図-1 震災マクロ経済モデルの全体像と改良点

この24の指標のうち、物価など15の指標はシミュレーションにより推定される内生変数、後期高齢化率など7指標は先験的に与えられる外生変数とした。残る2指標（県内総支出、GDPギャップ率）は他の変数から定義式により決定されるものである。

次に、1980年度から2009年度までの30カ年を対象に、内生変数を決定する15の式が統計的に有意となるように変数間の関係式を作成し、係数を決定したうえでモデル全体での現況の再現性を確認した。例として、社会資本ストック K_g は、前年度の額 $K_{g,t-1}$ と公的投資 I_g により $K_g=0.965K_{g,t-1}+0.688I_g$ でモデル化した。同様に計15の式を作成し、1980年度のデータから次の年度、さらにその次の年度と29カ年の変数の変化をシミュレートし、再現性を確認した。

2. 東日本大震災の経済影響の試算

表-1のとおり6ケースの試算を実施した。ケース②と②'は震災規模の影響、ケース③、③'、③''は復興投資の影響を比較するための試算である。ケース③''は、復興投資が急激に進むと被災地での需給ギャップが大きくなり、結果として被災地外からの移輸入によりその投資が賄われると想定した場合である。震災と復興投資により、社会資本ストック K_g は図-2のように変化する（ケース③'と③''では同一）。

シミュレーションの結果得られた経済規模（域内総支出）の推移を図-3（上：東北6県、下：宮城県）に示す。東北6県の合計を見ると、復興投資期間中は震災がなかった場合をやや下回る程度で推移するものの、復興投資が終了すると、復興投資がなかった場合をやや上回る程度に近づき、長期的には投資期間や移輸入の影響はあまり見られない。

一方、宮城県単独では、移輸入増加の影響が顕著であり、長期的にも経済規模の回復が困難となっていることがわかる。岩手県、福島県でも同様の結果が得られた。

これは、短期的に復興投資を行ったとしても、被災地の生産力が十分回復しないまま公共投資がなされ、結果として被災地外からの移輸入に頼った復興となった場合には、被災地の自立的な経済成長にはつながらない可能性があることを示唆している。したがって、復興投資が被災地の生産力向上を促すような政策が必要と考えられる。なお、シミュレーションで得られた人口の推移をみると、復興投資では人口が回復しない結果となっており、雇用確保や人口転入につながる復興投資以外の施策も重要であることを示唆している。

【成果の発表】

首都直下地震の震災マクロ経済モデルの構築と経済復興シナリオの試算，土木技術資料 53, 7, 28-31, 2011

表-1 試算ケース

ケース	震災	復興投資
①	なし	なし
②	あり	なし
②'	あり (被害2倍)	なし
③	あり	あり
③'	あり	あり (投資期間半分)
③''	あり	あり (投資期間半分、需給ギャップを移輸入で賄う)

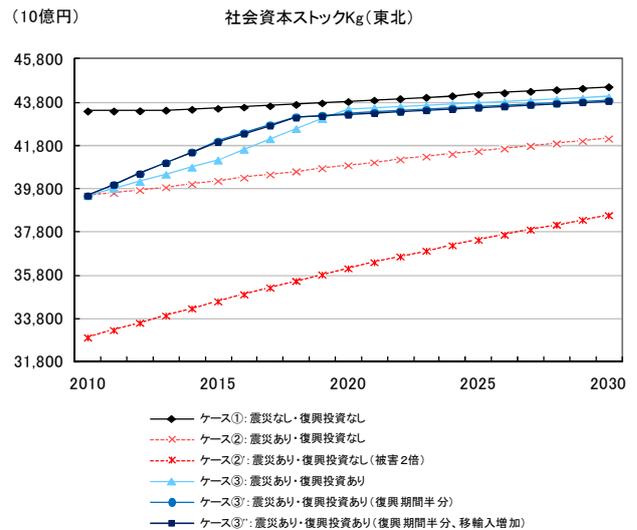


図-2 東北6県の社会資本ストックの推移

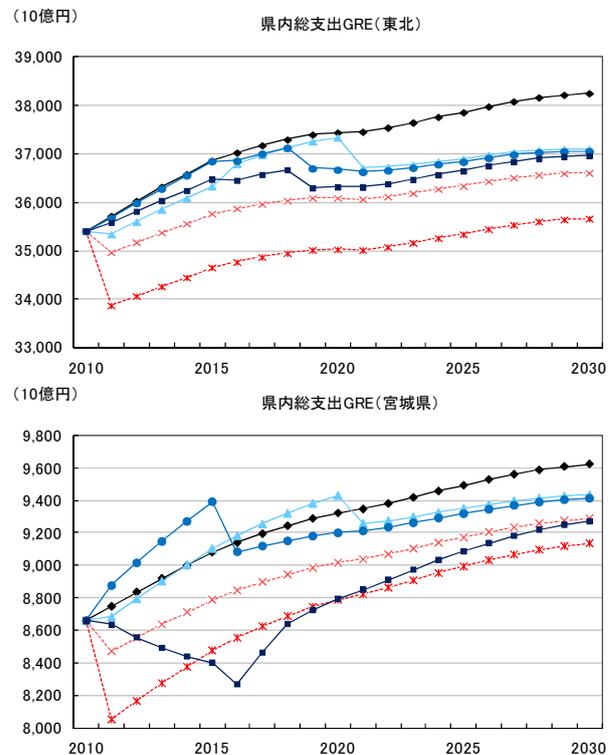


図-3 域内総支出の推移 (凡例は図-2 参照)

ダム管理における緊急事態行動計画に関する調査

Study on the Emergency Action Plan for Dam Management

(研究期間 平成 24 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	梶尾 辰史
Researcher	Tatsushi KAJIO

In the MLIT, in order to carry out crisis management in emergency, such as an earthquake, appropriately, "Business continuity planning (BCP)" is defined. In this study, based on the survey about the risk management of a dam and various infrastructures, a reference example of BCP for dams is created.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、地震などの発生時に所管する事務に係る機能が停止もしくは低下した場合においても、防災対策業務を遅滞なく実施するとともに、業務停止が社会経済活動に重大な影響を及ぼす業務を継続する必要があることから、国土交通省に与えられたミッションの達成に必要となる業務の継続性を確保するために必要な取り組みとして、「業務継続計画(以下:BCP)」を定めており、国土技術政策総合研究所では、地震などの大規模災害発生後の緊急活動、復旧活動を合理的に進めることを目的に、災害発生前に定めておくべき計画などの研究・開発を行っている。

本調査は、ダム施設などの BCP の現況について調査するとともに、各種インフラ施設の BCP の現況についても調査し、これらを通じてダム施設などの BCP の参考事例集の整理、取りまとめを行ったものである。

[研究内容]

1. ダム施設などの業務継続計画(BCP)の現況整理

ダム施設などの管理業務において、自然災害などの予期せぬ事態が発生したときでも業務を継続できるようにするために策定されている BCP の現況整理を行った。

対象は、国土交通省が管理するダム、堰および(独)水資源機構が管理するダム、堰(特定施設)とし、現在策定されている BCP 資料を用い、それぞれの記述内容について比較整理するとともに共通する事項、特徴的な事項の整理を行った。

なお、整理にあたっては、防災業務計画や災害時行動マニュアルなどの関係する計画、基準、マニュアル

についても併せて整理した。

また、代表的な事例については、別途ヒアリング調査を行うとともに明文化されていない災害行動および目標復旧時間に着目した整理を行った。

2. 各種インフラ施設の BCP の現況整理

ダム施設などの BCP 参考事例集を取りまとめるにあたって、各種インフラ施設の BCP や災害時行動マニュアル等の整理を実施した。

対象は、道路施設、河川施設などのインフラ施設の管理者および 1. で調査対象としなかった国土交通省以外で所管している比較的大規模なダム施設の管理者とした。

整理にあたっては、事前に当該施設の資料調査を行うとともに、別途ヒアリング調査を行った。

3. ダム施設などの BCP 参考事例集の取りまとめ

ダム施設などの管理者が、自然災害発生時の施設管理についての検討や各施設の BCP を作成や更新を行う際に参考となる事例集を取りまとめた。

取りまとめにあたっては、1. で整理を行った各ダム施設の BCP の現況を踏まえ、既存の BCP に共通して記載されている事項を整理するとともに、特徴的な事例については、その背景、効果などを踏まえた整理を行った。また、東日本大震災をはじめとする近年に発生した地震災害などにおけるダム施設などの危機管理に関する事例・教訓・反省点を踏まえた。

また、人員、庁舎、備蓄などの一般的な事前行動計画については、2. の整理を行った各種インフラ施設の状態も適宜取り入れた。

[研究成果]

1. ダム施設などの業務継続計画(BCP)の現況整理

全国の地方整備局、沖縄総合事務局、水資源機構のダム施設など(ダム及び堰)のBCP及び危機管理マニュアル、約60施設の計画資料を収集・整理し、BCPなどの内容や特徴を地方別、組織別に整理するとともに、被害想定のお考え方や組織の特徴などについて考察した。

また、「東日本大震災の教訓が反映されている」、「広報施設を地域防災拠点として活用している」、「具体的かつ詳細な危機管理マニュアルが作成されている」、などの特徴的な記述がなされている施設、6箇所を選定してヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査では、東日本大震災の事例として、災害時に実際に事務所の駐車場をヘリポートとして利用した事例や自治体との事前協議によりスムーズに地域防災拠点を避難所として利用できた事例などを収集することができた。

2. 各種インフラ施設のBCPの現況整理

国土交通省が所管するダム施設以外のインフラ施設を管理する事業者のBCPの現況調査は、東日本大震災の被災経験を有する事業者、これまでにBCPを策定してきている事業者を対象とし、「災害発生時に住民サービス(支援)が求められる」、「山間地などで孤立もしくは参集困難が生じる可能性がある」、「平時よりダム施設の管理を支援している」等の観点で現況整理を行った。

インフラ事業者へのヒアリングにより、「BCPの作成・運用にあたり、現在課題となっている事項への対応目標レベル、時期を踏まえて整理している事例」や「防災業務計画、要領とBCPとの関係が不明確であるという課題」などが明らかになった。これらの結果を項目別に比較・整理し、東日本大震災時の経験および課題、特徴的な事項をダム施設などのBCP作成時に参照できるものとして取りまとめた。

3. ダム施設などのBCP参考事例集の整理

上記1., 2.の結果を踏まえ、BCP改訂時の留意点をとりまとめた、「ダム・堰を対象と

した業務継続計画(BCP)作成マニュアル(案)」を作成した。作成にあたっては、BCPを作成・改訂しやすくするために以下の観点に留意して作成した。

- 1) BCPと防災業務計画などの災害対策要領との位置づけを整理
- 2) BCP作成の流れを整理
- 3) 既往BCPの参考となる事例や、東日本大震災時の課題・教訓事例を記載

また、マニュアル(案)には既に作成されているBCPの策定事例や予め必要事項を記載した雛形案を用いることで比較的容易にBCPを作成することができるように工夫した。また、各ダム施設などBCPにおいて工夫している点や東日本大震災の経験を踏まえた対応事例や教訓については、図-1に示すような形で資料編として取りまとめた。

さらに、現況のダム施設などのBCPをカルテ形式で整理し、HTML形式で閲覧及び検索できるデータベースとして取りまとめた。

[成果の活用]

本検討により、比較的容易にBCPの作成ができるとともに、既に作成されているBCPについても問題点の整理や対応事例が活用できる資料の取りまとめがなされた。

今後は本資料を地方整備局等に配布し、ダム施設のBCP作成を促す。



図-1 代替参集ルートの検討事例

(「ダム・堰を対象とした業務継続計画(BCP)作成マニュアル(案)」資料編より)

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

(研究期間 平成 23～24 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 木村 祐二
Senior Researcher Yuji KIMURA
主任研究官 間渕 利明
Senior Researcher Toshiaki MABUCHI

Road disaster prevention works are carried out based on the results of periodical road disaster assessment. This study aims to propose an estimate method for effects of road disaster prevention works of road network using results of periodical assessment, in order to increase efficiency of planning and operation of Road disaster prevention works.

[研究目的及び経緯]

道路防災対策の効果的・効率的な実施のためには、箇所別、災害種別毎に行われている対策の必要性判定や被害想定の結果を、道路ネットワーク確保の視点からのリスクとしても捉えて、必要性の高い対策から優先的に実施する必要がある。本研究では道路施設の種類や災害の種類ごとの影響、対策工の効果等を考慮して、道路防災対策の効果を定性的、定量的に計測する方法を検討し、道路防災対策の効率的な計画に資する基礎資料の作成を目的とする。

24年度は、既往の直轄国道における斜面災害による通行止めの事例を収集・整理し、さらに主要な道路防災対策工について、事業の完成までに長期間を要する場合の段階的な効果の発現方法についてシナリオを用いた試算を行ない、道路防災対策の実施方法の違いによる効果発現の差異を道路交通への影響の差によって表現する手法について整理した。

[研究内容]

1. 道路斜面災害による通行止め事例の整理

平成2年度以降に全国の直轄国道で発生した斜面災害を中心に、全面通行止めが発生した災害事例に関する資料を収集した。対象事例の中から対策工種毎の対策効果を把握するために、①交通影響並びに災害規模の多様な事例、②多様な既設対策工が設置されていた事例を中心に選定し、災害の状況に関する項目（発生原因、災害形態・規模、既設対策の有無、道路上への土砂到達範囲、通行止め時間）と対策工に関する項目（工種、数量）について整理した。

2. 道路防災対策工の効果に関する試算

1. で収集・整理した災害事例より、主要な防災対策工の効果を試算するため、被災箇所と被災箇所に隣接した非被災箇所を対象として、被災による復旧費用と迂回損失を「交通影響」として、また当該箇所の実際または想定される防災対策工の費用を「対策費用」として、この2つの比較により、対策工による交通影響への軽減効果について試算を行った。(表-1)

復旧費用は、収集資料等から算出した「土砂撤去費+応急対策費+復旧対策費」とした。迂回損失は、災害事例毎に迂回路を設定した上で、「費用便益分析マニュアル(H20.10)」における走行時間短縮便益及び走行経費減少便益の算出方法を参考として、H22年度道路交通センサスの交通量、平均旅行速度を基に算出した。

表-1 対策効果の試算方法

事例区分	試算の対象斜面事例		
	被災した斜面	被災斜面に隣接する 非被災斜面	
	対策工が未施工	対策工が施工済	
模式図			
交通影響(B)の算出方法	実際の交通影響 (復旧費用+迂回影響)	B1: 対策工が未施工の場合に想定される交通影響 B2: 実際の交通影響	隣接する被災斜面における実際の交通影響
対策費用(C)の算出方法	必要であった対策工を想定して、その費用を算出	実際の対策工費用	実際の対策工費用
対策工の効果に関する試算方法	① B/C(費用便益比) ② B-C(効果発現額)	① (B1-B2)/C (施工済対策工の費用便益比) ② (B1-B2)-C (施工済対策工の効果発現額)	① B/C(費用便益比) ② B-C(効果発現額)

3. 主要な道路防災対策工の段階的供用についてのシナリオ分析

主要な防災対策工について、2. の試算結果を踏まえた、単一斜面及び路線内の複数斜面におけるシナ

リオを作成して、対策効果の発現について整理した。

単一斜面については、主要な対策工毎に3つの被災影響規模（大・中・小）を設定したシナリオを作成して、対策工毎の効果発現について整理した。

被災影響規模は、発生土砂量と発生土砂の道路上への流出距離（全面または片側内）の組合せから設定した。この土砂流出距離は、昨年度の成果を踏まえた「急傾斜地の崩壊に伴う衝撃力算定式を用いた土砂到達距離の算出式」を使用した。

路線内の複数斜面については、単一斜面において整理した対策工法毎の効果発現の特性を基に、ある路線（区間）における30年間の対策工毎の交通影響シナリオを作成して、効果発現について整理した。

[研究成果]

1. 道路斜面災害による通行止め事例の整理

収集した災害事例のうち、対策効果の発現に関する試算を行うために必要な情報が得られた54事例について、関連項目を整理した（表-2、3）。

表-2 災害事例の整理結果（その1）

災害形態	件数	通行止め時間	件数	既設対策工の有無	件数
崩壊	31	～1日	12		
落石	3	1日～2日	15		
岩盤崩壊	1	2日～3日	9		
地滑り	3	3日～5日	6		
土石流	13	5日～10日	2	無	14
盛土崩壊	3	10日以上	7		
合計	54	合計	51*		

※3地点は不明

表-3 災害事例の整理結果（その2）

既設対策工の工種	件数	復旧対策工の工種	件数
法枠工	1	法枠工	13
落石防護柵工	19	落石防護柵工	8
矢板併用H杭工	1	矢板併用H杭工	11
落石防護網工	9	落石防護網工	5
吹付工（モルタル、CO）	3	吹付工（モルタル、CO）	2
擁壁工	2	地山補強・グラウンドアンカー工	17
谷止工（流路工等含む）	11	谷止工（流路工等含む）	1
		その他	16
合計	46*	合計	73*

※複数工種併用箇所を含む

既設対策工については、落石防護柵工の設置が最も多く（19件）、この他には谷止め工（11件）、落石防護網工（9件）が多く設置されており、この3つの対策工で全体の約85%を占めている。

復旧対策工については、地山補強土・グラウンドアンカー工が17件、法枠工が13件と、既設対策工に比べて費用の高い対策工が採用される傾向が確認された。

2. 道路防災対策工の効果に関する試算

主要な防災対策工毎に、対策による交通影響への軽減効果について試算を行い、表-4のように整理した。

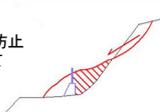
表-4 対策効果の試算結果（作成例）

災害形態	対策工法	発生土砂量 (m3)	効果の現れ方	B/C	B-C
斜面崩壊	落石防護網工	200～1,000	全面通行止めを伴う斜面崩壊では防護網が破損し、機能を発揮しない。	0に近い	ほとんどマイナス
	擁壁工（防護柵併設）	50～4,500	小～中規模の斜面崩壊では崩落土砂を補足し、交通影響を軽減する。	1以下	ほとんどマイナス
	法枠工	200～500	小～中規模の斜面崩壊では土砂崩壊を抑制し、交通影響を予防する。	1～3程度	数百万～3,000万円程度

3. 主要な道路防災対策工の暫定供用についてのシナリオ分析

単一斜面における対策工の効果発現について、防護工に分類される擁壁工（防護柵併設）及び谷止め工と、予防工に分類される法枠工及び地山補強土・グラウンドアンカー工を対象として、表-5のように整理した。

表-5 単一斜面における対策工の効果発現（作成例）

対策工種	擁壁工（防護柵併設）		
被害形態	斜面崩壊		
模式図	 <p>発生土砂の道路への流出を防止することで、交通影響に対して効果を発揮</p>		
被災影響規模	被災規模 小	被災規模 中	被災規模 大
初期設置コスト	10,000千円		
対策工規模	擁壁高3m、柵高3m、延長500～1,000m		
被害状況	発生土砂量	数百m ³ 以下	数百m ³ 以上
	路上への到達距離	片側	全面
	全面通行止め時間	無（片止め）	2～4日程度
		全面	数日以上
被害額	流出土砂の撤去等費用	500千円	3,000千円
	復旧工費用	（柵のみ付替） 3,000千円	（柵のみ付替） 3,000千円 10,000千円
効果発現の評価	通行止めの影響	片止め （または1日以内）	全止め （2～4日以内） 全止め （数日以上）
	コスト面等	<ul style="list-style-type: none"> 初期コストが低く、小規模災害時の交通影響を片止め（又は1日以内の全面通行止め）に低減する。 中～大規模災害時は、規模に応じた全面通行止めの影響を生じる。また、復旧工が生じる。 	

整理した単一斜面における対策工法毎の効果発現の特性を基に、ある路線（区間）で設置する対策工の初期コストと、30年間に発生する段階的な交通影響（復旧費及び迂回損失額）を比較することで、長期間における対策工毎の効果発現の差異を整理した。

[成果の活用]

道路管理者が道路防災対策の事業計画を検討する際の基礎資料とする。

道路の防災機能に関する研究

Research on disaster prevention function of the road

(研究期間 平成 24 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

In this study, based on the needs of the road and existing good practices, to investigate the new menu of disaster prevention function that road has potentially. And to provide basic data for the protection and enhancement of disaster prevention function effectively.

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震で、仙台東部道路において周囲よりも高い盛土が住民の避難場所としての役割を果たしたり、高速道路の SA/PA が救援物資の集配拠点となるなど、道路の防災機能があることが注目されている。

本研究では、道路の持つ防災機能について事例調査を行い、道路構造と防災機能の関係を整理する。また、道路が潜在的に有する防災機能を掘り起こし、道路に防災機能を付与する新しいメニューを検討する。さらに、道路に防災機能を付加、あるいは機能向上する場合の考え方を検討し、効果的な防災機能の確保・向上に向けた基礎資料を整備する。

[研究内容]

1. 災害時に道路施設が果たした防災機能等の整理

これまでに明らかとなっている道路が持つ防災、減災機能等（延焼防止、インフラの地中化による耐震性向上等）を既存の文献資料等から体系的に整理した。アンダーパスの浸水による交通の遮断、道路盛土の高低差による避難時の横断交通への障害等、他に影響を与えた事例等も含めて網羅的に整理した。

2. 災害時の道路の役割の整理

1) 災害時に対応する諸機関の整理

諸機関が災害時に道路をどのような行動に使用しているのかを調査し、道路が災害時に果たす機能を明らかにした。諸機関の災害時の対応行動を整理するため、まず災害時に対応する機関を医療機関、消防機関、土木施設管理者、基礎自治体、指定公共機関の防災業務計画や地域防災計画等から 124 機関抽出し一覧表にとりまとめた。

2) 諸機関の災害対応行動の目的及び内容の調査

1) で抽出した災害時対応する諸機関から防災基本計画における災害応急対策 9 分類を踏まえて 30

機関を対象に法定計画、防災関連計画（要綱・BCP・防災業務計画、災害事業計画等）、東日本大震災等における対応実績、各種論文等から収集した。公開資料から活動内容が明らかでない 11 機関については、補完的にヒアリングを行った。

3) 災害時に対応する諸機関の災害対応行動の整理

2) で調査した内容から、以下の 2 点に着目して整理した。

- ・各機関の各行動が共通の目的達成（目的達成対応）のため行われており、その目的ごとに確認出来るものとする。
- ・各機関の行動・目的が時系列で確認出来る。

なお、時間区分は、内閣府「地震発生時における地方公共団体の業務継続の手引きとその解説」(平成 22 年 4 月)を参考に、発災初期、発災後 24 時間、発災後 72 時間、発災後 1 週間、発災後 1 ヶ月、発災後 1 ヶ月以降とした。

3. 新たな防災機能の検討

2. で整理した災害対応行動から、1. で整理して既に明らかとなっている防災機能等に係わるものを抽出した。新たな視点から道路の防災機能を掘り起こすために、防災や交通などの有識者にヒアリングの意見も参考に、防災機能の活用のイメージを作成した。

[研究成果]

1. 災害時に道路施設が果たした防災機能等の整理

東日本大震災等の災害において道路が果たした防災機能の事例を表-1 のように整理した。

2. 災害時の道路の役割の整理

災害応急対策 9 分類を踏まえて、災害時に対応する諸機関の災害対応行動を、諸機関と時間軸により図-1 のようにとりまとめた。諸機関の目的達成のための対応を整理し、災害時に対応する諸機関の活

動において道路が担うことが出来る役割を、時間的・空間的に把握することができた。

表-1 道路の防災機能（事例）

機能分類	施設区分	事例	概要
避難経路	自専道	釜石山田道路	小中学生の避難ルート
	一般道	国道 45 号	小本小学校避難階段の設置
避難場所	自専道	仙台東部道路	本線上に 230 人避難
	自専道	宮古道路	本線上に 60 人避難
避難所	道の駅	道の駅たろう、三本木等	非常用発電が稼働
	道の駅	道の駅南相馬	避難所として開放
情報提供	道の駅	道の駅たろう、三本木等	道路情報館で NHK 等の情報提供
	道の駅	道の駅喜多の郷	HP による地域情報発信拠点
付属施設利用	SA/PA	折爪 SA、紫波 SA 等	救援物資の一次集積
	道の駅	道の駅津山	南三陸町のホテル客が避難
迂回路	一般道	大船渡三陸道路	大船渡病院に直接アクセス
	一般道	三陸縦貫道	石巻赤十字病院にアクセス
応急復旧活動拠点	道の駅	道の駅津山	自衛隊の前線基地、炊き出し
	一般道	三陸縦貫道	IC 予定地に一体整備された運動施設を活動拠点として利用
復興拠点	SA/PA	四倉 PA、羽生 PA、福島松川 PA 等	自衛隊・消防隊の中継基地 集団避難住民の輸送中継拠点
	道の駅	道の駅大谷海岸等	日用品販売、イベント開催
他に影響	一般道	国道 44 号旭アンダー	アンダーバス浸水による途絶
	一般道	宮崎県国道 10 号等	口蹄疫被害拡大防止
	一般道	国道 42 号等	盛土差による横断交通障害

【成果の活用】

今後は、具体的な地域において、地理条件、道路ネットワーク条件によりどのような効果、課題があるのかの検討を行う必要がある。

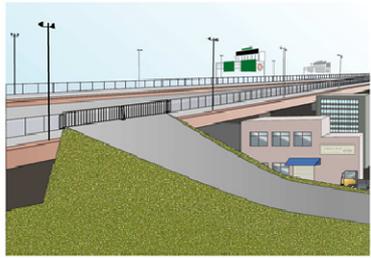
表-2 道路構造と特性

構造	道路盛土	道路高架
面積	道路幅員+路肩	高架下の道路空間内
長さ(幅員等)	道路幅員+路肩の最小幅員	橋脚間隔で分割
高さ	道路本体の構造として最小高さ	高架本体に影響ない高さ
施設(屋根等)	-	壁設置(風、景観を考慮)

表-3 災害対抗行動と道路構造

災害対応行動 (災害応急対策 9 分類)	道路盛土	道路高架
2 救助・救急、医療及び 消火活動	延焼遮断帯(高さ、15m 幅)盛土に階段を設置	高架に階段を設置
3 緊急輸送のための交通 確保・緊急輸送活動	緊急車両通行可能な 車線(幅員 3m)の確保	一般道への緊急アクセス 路の設置
4 避難収容及び情報提 供活動	人が駆け上がれる盛土 斜面	高架下に避難場所
5 物資の調達、供給活動	広めの路肩に設置	高架下に備蓄倉庫
6 保健衛生、防疫、遺体 の処理に関する活動	口蹄疫等感染拡大防止 に幅員 3m、長さ 10mの エリア	高架下を簡易壁で仕 切る
8 応急復旧及び二次災 害・複合災害の防止活動	法面に避難場所	高架上のヘリポート化

表-4 防災機能のイメージ(例)

避難経路・避難場所	<p>【有識者の意見】災害時の拠点あるいは公的施設とのアクセス向上に寄与できれば効果が高い。通常時の利用も視野に考える必要がある。</p> <p>【イメージ】津波からの避難場所、あるいは資機材備蓄のスペースとしてとして、自動車専用道路の工専用道路を残すことで災害時の活用も可能となる。</p> 
復興拠点	<p>【有識者の意見】傾斜のある箇所も含めて、スペースを活用できれば、災害後の復旧活動に効果を発揮する。</p> <p>【イメージ】高架部の下に道路用地を、高さに制限があるが、資機材備蓄のスペースとして利用する。</p> <p>(高架下占用によって道路管理者の日常点検への配慮が必要)</p> 

諸機関名

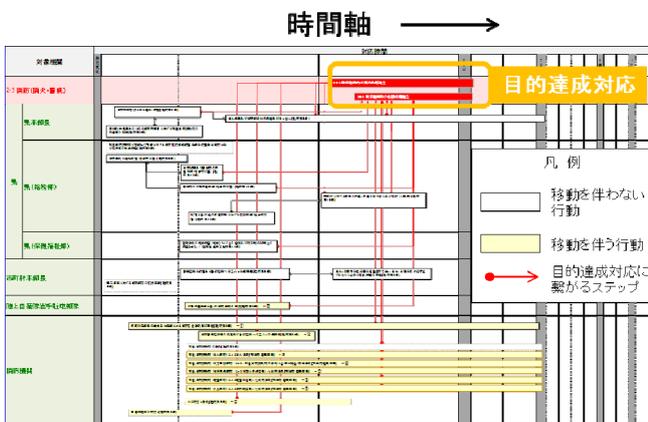


図-1 時間毎の空間模式図(作成例)

3. 新たな防災機能の検討

2. で整理した災害対応行動から、既に明らかとなっている道路の防災機能等に係わるものを抽出した。表-2、3のように災害対応行動を支援できる道路構造と特性を整理した。

新たな視点から道路の防災機能を掘り起こすために、防災や交通などの有識者にヒアリングを行い、新たな視点から道路の防災機能の検討を行い、道路の活用イメージを表-4のように整理した。

地震時緊急巡視点検の実施基準に関する検討

Study on Trigger of Road Patrol after an Earthquake

(研究期間 平成 24 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	梶尾 辰史
Researcher	Tatsushi KAJIO

After an earthquake, MLIT conducts, road patrolling for the area of Japanese seismic intensity 4 or higher. However, damage has not occurred in Japanese seismic intensity 4 during recent earthquake. In this study, based on the damage to road infrastructures by earthquakes in recent years, the enforcement trigger seismic intensity of road patrol after an earthquake is rearranged.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、所管する道路の管理における地震時の対応として震度4以上の地震が観測されたエリアを対象に緊急巡視点検を実施しており、その点検結果に関する情報を迅速に伝達、集約することで、地震発生後の道路状況の把握、震後対応に役立てている。

国土技術政策総合研究所では、震後の緊急活動、復旧活動を合理的に進めることを目的に、地震などによる道路施設の被害や通行状況を迅速に把握する仕組みの研究・開発を行っている。

本検討では、近年の地震による道路施設の被災状況を踏まえた地震時における道路施設の緊急巡視点検の実施震度の整理を行った。整理にあたっては気象庁が公表する震度情報の特徴、地震発生時における各種インフラ施設の点検実施震度の現況にも着目した。

[研究内容]

1. 気象庁が公表する震度情報の変遷の整理

気象庁が公表する震度情報の変遷についての整理を行った。整理にあたっては、兵庫県南部地震以前に実施されていた体感による震度観測から、現在の機械計測までの期間における、観測点数の変遷や観測値の差異を調査した。

さらに、近年に発生した地震が兵庫県南部地震以前の体感震度による観測状況であった場合により大きな地震動を見逃していた可能性や、近年に発生した地震においても震度情報に現れていないより大きな地震動が発生していた可能性について整理した。

2. 各種インフラ施設の地震時点検の実施震度の現況整理

各種インフラ施設の地震発生時の点検要領および点検実施震度についての現況整理を行った。調査対象は、交通インフラとして、高速道路、鉄道(新幹線、在来線、地下鉄)、飛行場、港湾施設、その他のインフラとして、電気施設、ガス施設、水道施設(上水道、下水道)、通信施設とした。

また、本整理結果を踏まえ、各施設の地震後の点検状況および点検実施震度の差異を検討した。検討にあたっては、各施設の役割および所管施設の特徴などを踏まえた。

3. 近年の地震による道路施設の被災状況の整理

近年の地震を原因とした道路施設の被災状況および通行障害の発生状況を網羅的に調査するとともに、被災した道路施設が経験した地震動強さの推定し、道路施設に被害を生じさせた地震動強さの整理を行った。

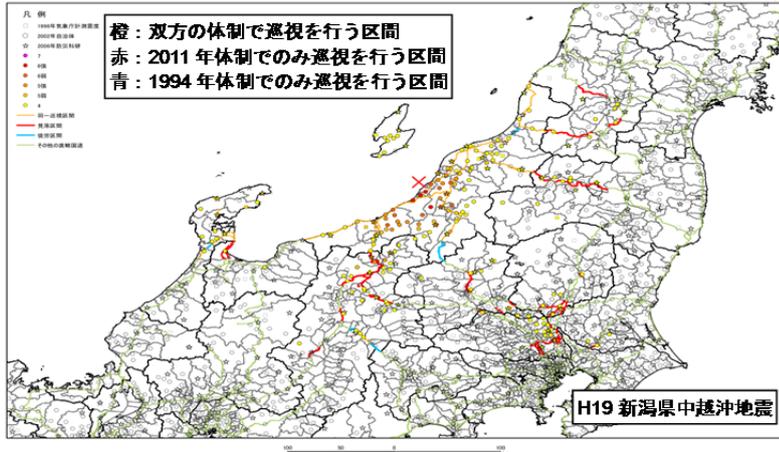
調査対象は国土交通省および全国の都道府県、政令指定都市が管理する道路施設とし、直轄国道では平成14年度以降の10年間、自治体が管理する道路は平成21年度以降の3年間に発生した地震による被災とし、調査対象期間に震度4以上の地震動が報告されている機関を対象にアンケート調査を実施した。

4. 地震発生時の道路施設点検実施震度の検討

道路施設の地震時緊急巡視点検の実施震度の検討を行った。

検討にあたっては、3.で整理を行った、近年の地震による道路施設の被災状況を元に、1.の整理結果による震度情報の特徴や変遷を踏まえるとともに2.の整理結果による他インフラ施設の地震時における点検実施震度やその背景などを踏まえるものとした。

【観測体制2011年と1994年の巡視区間の比較】
 2007年7月16日 10時13分22秒 新潟県上越沖 最大震度6強【平成19年(2007)年新潟県中越沖地震】
 北緯37度33.4分 東経138度36.5分 深さ17km M.6.8



図－1 1994年と2011年体制の巡視区間の比較

なお、検討にあたっては、地震時緊急巡視点検において着目すべき道路施設の損傷レベルとして、構造物の耐震性能に影響のない軽微な損傷であるものの走行性に影響を及ぼす道路機能の損傷にも着目した。

[研究成果]

1. 気象庁が公表する震度情報の変遷の整理

気象庁が公表する震度情報は、1994年より「体感に基づく震度観測」から「震度計の計測震度に基づく震度観測」へと移行している。さらに、地方公共団体および(独)防災科学技術研究所による観測記録を順次取り入れており、その観測点数は、1997年当時157地点であったものが、2007年には4,239地点となっている。

本整理では、2004年～2009年に発生した9地震を対象に、上記の震度観測体制の変遷が地震時緊急点検における巡視区域・区間に与える影響を検討した。

この結果、1994年体制では7地震で最大震度を見落としていた可能性が高いとともに、直轄国道の巡視区間の相違としては、巡視点検を実施すべきであったが、「見落としていた区間」が存在することが判った。一方で、1994年体制では、1つの震度情報の影響範囲が広いと、「余計に巡視をしていた区間」も存在していたことが明らかとなった。

図－1は、中越沖地震を対象として、1994年当時の観測体制と現在(2011年)の観測体制における巡視区域の違いを示したものである。オレンジの線は「いずれの観測体制でも巡視を行う区間」、赤線は「本来は巡視すべきであったが1994年体制では見落としていた区間」、青線は「本来巡視する必要がなかったが、1994年は巡視していた区間」を示している

2. 各種インフラ施設の地震時点検の実施震度の現況整理

各種インフラ施設などの地震発生時の点検要領とし

て、自動車専用道路、空港、鉄道、港湾、ライフラインとして電力、ガス、水道、通信などの施設管理者を対象にアンケート調査による現況整理を行った。

その結果、土木構造物を主たる管理対象としている機関の多くでは、点検実施震度は、直轄道路施設同様、震度4としており、管理対象が広範囲に及ぶ施設では、点検範囲(境界)を設定、施設の優先順位をつけて点検していることが判った。

また、地震時の点検の必要性の判断では、気象庁より発表される震度情報を基準としている施設管理者も多くある一方、鉄道事業者や自動車専用道の管理者では、

独自の地震観測機器を一定区間ごとに設置して活用していることが判った。

3. 近年の地震による道路施設の被災状況の整理

アンケート調査により得られた地震による道路施設被害およびそれに伴う通行障害と当該箇所の震度との重ね合わせを行い、被害などが生じた震度レベルの整理を行った。

その結果、震度4のエリアでも道路施設被害およびそれに伴う通行障害が発生している事象が確認された。

例えば、橋梁では、橋梁の構造物そのものに損傷が生じているケースは無かったが、取り付け盛土との境界部で段差が生じるケースが確認された。その他、切土のり面に隣接する道路では、落石・斜面崩壊の被害により通行規制にいたるケースが確認され、降雨量に応じて規制を行う事前通行規制区間も含まれていた。

4. 地震発生時の道路施設点検実施震度の検討

近年の地震による道路施設被害と各種インフラ施設の管理の現況を踏まえ、地震時緊急巡視点検の実施基準を現行の震度4から引き上げる可能性を検討した。

その結果、橋梁などを対象とした、一般的な道路施設の震後点検については、その可能性があることが判った。一方、構造的な境界などの段差により通行に影響を及ぼす可能性のある箇所、平時より落石などの危険性がある事前通行規制区間などについては、引き続き詳細な被害状況の調査などが必要であることが明らかとなった。

[成果の活用]

本検討結果を踏まえ、地震時における道路施設の緊急巡視点検の実施震度の引き上げなどについて引き続き検討する。また、現場での点検の実情や地震時緊急巡視点検に要している費用などの観点からの整理も併せて実施していく。

道路橋に作用する津波外力の検討

Study on tsunami wave force acting on highway bridges

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 24～26 年度)

室 長	金子 正洋
主任研究官	片岡 正次郎
主任研究官	長屋 和宏

[研究目的及び経緯]

東日本大震災では多数の橋梁が被災し、特に津波による上部構造の流出は交通機能に大きく影響した。道路橋示方書 V 耐震設計編（平成 24 年 2 月改定）では、桁下空間の確保など津波の影響を考慮した構造計画を行うことが規定された一方、津波の影響が避けられない場合に設計で必要となる具体的な津波作用は示されていない。本研究は、東日本大震災の被災事例の分析および津波作用の推定手法を進めるとともに、設計に用いる津波特性の考え方、設定手法等の検討を行うものである。

24 年度は、日本の太平洋岸に来襲した津波の履歴を文献等の調査をもとに整理するとともに、東北地方太平洋沖地震の津波に影響を受けた道路橋を対象に津波の再現解析を実施し、作用した津波外力と抵抗力の比較により、橋に作用した津波の推定結果を検証しその特性を検討した。

巨大地震を対象とした設計地震動の検討

Study on design earthquake motion taking account of giant 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 23～25 年度)

室 長	金子 正洋
主任研究官	片岡 正次郎
主任研究官	長屋 和宏
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、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る一方で、南海トラフ巨大地震や長大活断層の活動による地震の発生も懸念されている。これら巨大地震については、既存の地震動推定手法の適用性が十分には検討されていないことから、本研究は国外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。

24 年度は、地震動推定式の巨大地震への適用性を検討し改良を図るとともに、強震観測施設の維持管理を行い強震記録の取得を継続した。また、今までに得られた記録を用いて水平力分散構造の高架橋の地震応答解析を行い、弾性支承の地震応答特性および入力損失の特性を把握した。

道路の地震後の通行可能性評価に関する調査

Study on evaluation of road operability after 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 24～26 年度)

室 長 金子 正洋
主任研究官 長屋 和宏
研 究 官 梶尾 辰史

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震では緊急輸送道路の早急な啓開の重要性が確認され、首都直下型地震や東海・東南海・南海地震等の大規模地震に備えた緊急輸送道路の確実な確保・整備が必要であると再認識された。特に、平成 8 年道路橋示方書に適用せず、大規模地震による損傷の恐れのある橋梁については、耐震補強が急務であるが、すべての橋梁に対して対策完了するには長期間を要するため、橋梁の耐震補強対策の着実な推進に加え、道路啓開の効率的かつ迅速な対応を可能にするため、地震後の早急な被災状況把握が求められている。本研究では、迅速かつ効率的な道路啓開を行うことができるように、地震後の迅速・面的かつ遠隔に道路の通行障害を把握する手法について提案することを目的とする。

平成 24 年度は、東北地方太平洋沖地震で被災した道路橋の被災状況を構造特性や耐震性能に着目して整理し、被災パターンと通行障害の関係を分析した。その結果から被災状況を効果的に把握するための変位計測装置及び被災把握システムを試作し、実橋による要求性能の検証と実用化へ向けた課題を明らかにした。

道路の啓開、復旧に関する調査

Research on road clearing and restoration

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 24～25 年度)

室 長 金子 正洋
研 究 官 松岡 一成

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震では地震及びその後の津波により道路機能が大きな範囲で面的（ネットワーク全体）に被害を受け、道路啓開・復旧に当たっては、限られた資材、労力を効率的に注力することが求められた。

道路は災害時の対応行動を行う各機関にとって、連絡、輸送、移動等に無くてはならないインフラであり、道路管理者はこれら災害時に対応する機関等の要求に応じた迅速な啓開・復旧が求められる。

本研究では、災害時に対応する諸機関が災害時の各フェーズで何を目的として、どのような行動を行うのか、また、その行動の中で、道路がどのような役割を担っているのかを調査し、広域で面的な被害が生ずる災害において道路啓開・復旧時に効率的に行うための目標作成を目的とする。

今年度は、災害時に対応する機関を地域防災計画等から網羅的に抽出し、抜き出した 30 機関の行動を文献、ヒアリング等で調査しフェーズごとどの機関が、どのような目的で、どのような行動をするかを空間的視点も含めてとりまとめ、次にその行動の中から人や物を運ぶ事項を抜き出し、道路交通が担うことができると考えられるものについて、時間フェーズ毎にとりまとめ、空間的な模式図の作成を行った。この結果、各機関の災害時の行動のうち、道路交通が担う人・物を運ぶ行動について、時々刻々の空間的な把握をすることができた。

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

(研究期間 平成 23～25 年度)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

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 24 年度は、現地で採取した凍結サンプリング試料の物理試験、力学試験から得られた土質データ、東北地方太平洋沖地震等において中下地区（鳴瀬川 0.8k 右岸）で実測された記録（加速度時刻歴波形、過剰間隙水圧）を用いて、河川堤防の 2 次元動的解析を 3 種類の解析プログラムにより実施し、堤防の変位量、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、振動後の圧密沈下等、各動的解析手法の再現性の特徴及び解析時に設定するパラメータの結果への影響度合いを把握した。

特殊堤の耐震性に関する実態調査および耐震補強工法に関する検討

Study on seismic performance and seismic retrofitting method for special levees

(研究期間 平成 23～26 年度)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

室 長 金子 正洋
主任研究官 片岡 正次郎
研 究 官 梶尾 辰史

【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、堤防周辺の立地条件の制約により、コンクリート構造や鋼矢板による特殊堤を設置する場合がある。また、増改築が繰り返され複雑な構造形式となっている特殊堤も存在し、その形式に応じた様々な設計手法が用いられている。本研究では、特殊堤の耐震性評価手法の高度化や、耐震性能が不足する場合の具体的な対策方法の提案を目的として、特殊堤の現状や既往地震の被災状況調査、構造物条件等を踏まえた被災要因分析、動的遠心力载荷試験装置を用いた模型実験を行い、耐震性能評価や対策効果検証を実施する。

平成 24 年度は、平成 23 年度に行った被災事例整理に加え、東北地方太平洋沖地震の被災事例の資料収集・整理、被災要因の分析を進めた。また、液状化層厚の分布に着目した実験計画策定や模型製作、試加振などを行い、動的遠心力载荷試験装置による模型実験の準備をした。

河川施設における強震計点検調査

Observation of strong ground motion at river facilities

(研究期間 昭和 60 年度～)

危機管理技術研究センター 地震防災研究室

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 24 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）」の作成を行った。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。また、東北地方太平洋沖地震の本震の記録を「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による強震記録」（国土技術政策総合研究所資料 No.726）としてとりまとめ HP 等で公開した。