

「都市地域の社会基盤・施設の防災性能評価・災害軽減技術の開発」の概要

国土交通省国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター

建築災害対策研究官 いしば まさのり 飯場 正紀

1. 研究の背景・概要

(1) 研究の背景

ここ数年、国内外において大規模な自然災害が多発している。平成16年は、史上最多の10個の台風が相次いで日本列島に上陸し、多大な人的・物的被害をもたらした。さらにこの年の10月23日には、新潟県中越地震が発生し、1995年の兵庫県南部地震以来という震度7の地震動が観測された。また、12月にはスマトラ沖地震も発生し、地震と津波によって広範囲に未曾有の大被害が引き起こされた。その後も、ハリケーンカトリーナによるニューオーリンズの壊滅的な被害、パキスタン北部地震等々、枚挙にいとまのないほどの自然災害が頻発している。

災害は自然現象と人間社会との接点において生じるものであることから、たまたま現象の発生した場所が人口密度の高い地域であつ

たか否かによって被害の程度も異なってくる。各種災害に対して適切で効果的な対策を進めていくためには、各種災害の被災リスクを踏まえた防災性能評価手法および効果的な災害軽減技術の開発等が不可欠である。

(2) 研究の目的と概要

本研究は、災害別にハザードから被害軽減までの評価技術の向上を図ること、および合理的・計画的な社会基盤・施設の整備、防災対策の推進に資することを目的とする。そこで、平成13～17年度において、都市地域における地震・津波災害、水害、高潮災害、地震火災、土砂災害についての、ハザード評価、対象物の脆弱性評価・損失評



図 1 都市地域の社会基盤・施設の防災性能評価・災害軽減技術

備法および被害軽減技術等の要素技術を研究・開発した。さらに、都市の防災性評価の観点から災害間の横断的な検討を行い、各種災害に対してバランスの取れた都市防災計画策定を支援するための技術を検討した。

都市地域における社会基盤・施設の防災性評価・災害軽減技術等の全体のイメージを、図 1 に示す。研究内容は、以下の 2 テーマに大別される。

- I . 各種災害による被害軽減のための要素技術の研究・開発
- II . 都市防災性能の総合的評価に関する研究

2. 研究内容の紹介

(1) 大・中小河川を有する都市・海岸線の都市を対象とした研究

① 破堤氾濫流によるハザード評価¹⁾²⁾

破堤氾濫流は、破堤位置や家屋や樹木群の立地状況、道路の配置状況、また氾濫流による家屋の流出により、主流の向きが変化し、被災危険度に影響することが知られている。本課題では、堤防決壊直後の洪水・破堤氾濫流による家屋流出被害の予測を行うために、図 2 に示す非定常の破堤氾濫流を精度よく再現できる FSD (Flux Difference Splitting Method : 流束差分離法) による破堤氾濫流シミュレーターを開発した。

② 高潮による家屋・家庭用品の被害率把握

高潮対策の効果は、氾濫解析等により得られる浸水状況の変化だけでなく、家屋や家庭用品などの一般資産の被害低減の観点からも評価される必

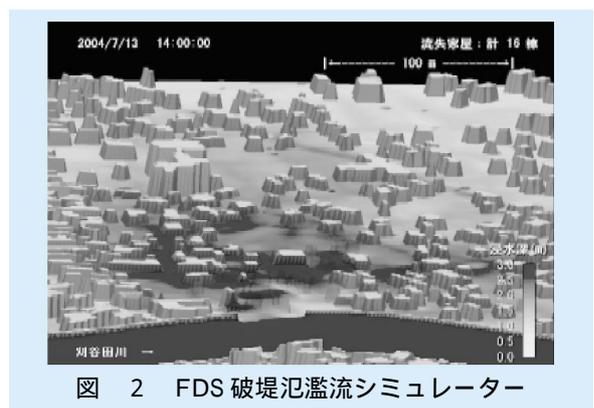


図 2 FSD 破堤氾濫流シミュレーター

要がある。高潮については、家屋の各部位（基礎、床、壁など）や各種家庭用品（家具、電気製品、自動車、衣類など）の被害と浸水深などとの関係が解明されておらず、高精度で浸水深を予測できても一般資産の被害を精度良く評価できない状況にある。そこで、2004年 8 月の台風16号による高潮を対象に、家屋および家庭用品の被害程度と浸水深などとの関係を解明するとともに、高潮対策の事業評価に用いられる一般資産の被害率を評価した³⁾⁴⁾。

③ 津波による外力の評価手法の提案

道路ネットワークは地震・津波災害時にも緊急・復旧活動を支える交通基盤として機能することが期待されていることから、その機能が津波来襲時に確実に発揮されるように十分な強度を必要とする。しかし、わが国では津波により近代的な橋梁が被災した事例がなく、津波衝突時に橋桁にどのような力が作用するのかが検討されていないため、津波来襲時の橋梁の安全性評価はほとんどなされていない。本課題では、水路を用いた模型実験により、橋桁に作用する波力等を分析した。その結果、橋桁の流失可能性の評価には水平抗力を用いる必要があること、さらにその水平抗力と港湾基準式による値を比較すると港湾基準式による値の方が大きく、港湾基準式は安全側の評価を与えることが明らかになった⁵⁾。

(2) 社会施設（道路網、下水道、地下街）が被災した都市を対象とした研究

① 道路ネットワークの被災イメージを具体化する手法の提案

限られた予算で地震による被害を効果的に抑えるためには、発生するリスクを十分に理解した上で、最大の効果を発揮するよう防災事業を実施する必要があることはいうまでもない。そこで、道路管理者が道路ネットワークの脆弱性および耐震対策の実施状況を把握し、確実に耐震対策を実施するとともに、災害対応にも活用できる防災マップの作成手法を提案した。また、想定される地震に対する道路施設・道路ネットワークの被害想定に基づいた防災事業効果の評価手法を開発し

た⁶⁾⁷⁾。防災マップおよび防災事業効果評価手法の検討にあたっては、データ収集の容易性、作成・評価手順の簡便性等に配慮した。

② 都市域氾濫解析モデルに関する検討

都市型水害の特徴である局所的現象を考慮し、効果的な対策を実施するためには、氾濫水の挙動を把握し、市街地の浸水危険度を的確に評価する必要がある。このため図 3 に示すような下水道も考慮した都市域氾濫解析モデル NILIM (New Integrated Lowland Inundation Model) の開発を行った⁸⁾。都市浸水想定区域の指定の際に生じる各種氾濫解析モデルの課題等について整理し、「都市域氾濫解析モデル活用ガイドライン(案)」を作成した⁹⁾。

③ 地下空間の被害リスク評価手法の検討¹⁰⁾

公共性が高く、浸水により被害が甚大となる大規模地下空間の中で、特に侵入経路が複雑な多層構造の地下空間における被害リスクの評価が必要となる。地下1階～3階で構成される地下空間に対して浸水深の変化の検討を行ったところ、地下空間の浸水状況は、氾濫水の流入構造や地上の浸水状況による流入量の移動関係に依存し、地下の下階から一様に浸水していくわけではないことがわかった。大規模な地下空間では、流入口が複数存在することから、地下各階、各空間への流入量が変化するため、より精度の良い地下空間の構造と水の流れのモデル化が必要となる。

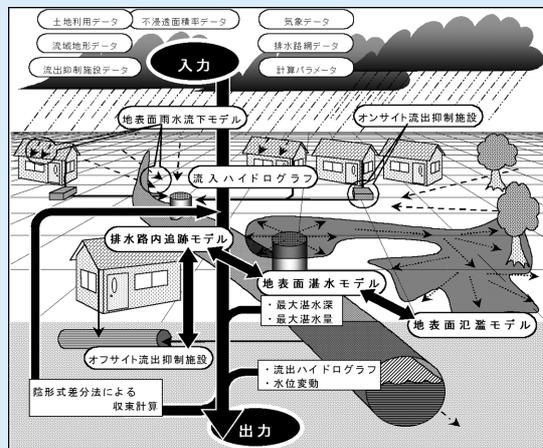


図 3 NILIM モデルの概念図

(3) 丘陵地域の都市を対象とした研究

① リスク解析に基づいた土砂災害対策に係わる
アカウントビリティ向上手法に関する提案

斜面崩壊を含む土砂災害にかかる被害軽減効果の説明のためには、必要となる斜面崩壊規模、災害規模評価手法を開発することが重要である。本課題では、土砂移動規模を表す指標として、「土砂移動マグニチュード」を、また災害の規模を表す指標として、「土砂災害レベル」を設定し、土砂災害レベルは、被災家屋数の合計としている。

一方、地震時の斜面の相対的な危険度評価手法については、兵庫県南部地震のデータを用いて各種地形要素、地震動の特性値と崩壊発生率の単相関を検討した結果、斜面勾配、斜面の凹凸、地震動の最大加速度が崩壊発生率との相関が高いことがわかった。そこで、勾配、平均曲率(影響範囲20m)、破壊伝搬効果を考慮した最大加速度を説明変数とし、崩壊の発生・非発生を目的変数とした判別分析を行い、判別関数式を導いて六甲山地に適用した(図 4)。その結果、実際の斜面の崩壊個所と本手法を用いたその場所の相対的危険度はほぼ一致することが確認された¹¹⁾。

(4) 災害時要援護者の避難支援策に関する研究

災害時において情報収集や避難等に困難を伴う可能性が高いと想定される高齢者等の災害時要援護者に焦点を当て、災害時要援護者の避難支援に関する検討を行った。学識経験者との意見交換お

危険度評価図(勾配+平均曲率20m+地震動考慮)

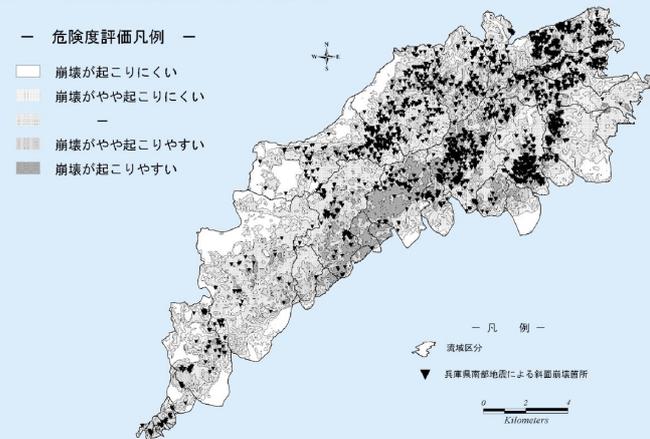


図 4 六甲山地の地震による斜面崩壊危険度評価図

よびモデル自治体における情報交換に基づいて、支援方策を具体化するための手順書「災害時要援護者避難支援策の具体化のための手引き」を作成した¹²⁾。この手引きには、各自治体が適切な災害時要援護者の避難支援策を検討できるよう、現状課題の整理・抽出から具体的な避難支援策の検討までの一連の流れが示されている。

(5) 地域の総合防災性指標に関する研究

地方自治体等が適切な防災計画・防災事業計画を立案しようとする場合には、その地域はどの種の自然災害に対して脆弱であるか、あるいはどのようなところが弱点になっているかを把握することが必要となる。また、防災事業を推進していった場合、その地域の防災性がどの程度向上したのかということの評価できるようにすることが望まれる。このような観点から、1) 地域の自然災害に対する脆弱性を総合的に評価する方法を検討し、さらに、2) 優先的に防災対策を行うべき事項がわかるような手法を開発する必要がある。

本課題では、地震、水害、土砂災害といった種々の自然災害を対象として、異なる災害に対する防災性を共通の尺度で評価する手法について検討した。提案した防災性評価手法は、①対象地域の設定、②地図および統計データの収集ならびに評価条件の設定、③評価基本単位の設定、④災害ハザードおよび被害の発生確率の設定、⑤損失の算定、⑥防災性の評価、といった各ステップから構成される。

3. まとめ

自然環境および社会環境に応じて、都市の状況を設定し、それらの都市において必要となる、ハザード評価から被害想定・被害軽減対策等の要素技術を検討したものである。地域の防災性評価については、異なる災害に対する防災性を共通の尺度で評価する手法について検討した。

都市地域・都市施設における防災性評価（都市特有の課題、都市地域での複合災害の考え方）に

ついては、災害または施設を超えて、共通のハザードあるいはリスク評価の方法を議論するまでには至らなかったこともあり、都市地域の社会基盤・施設の総合的な防災性評価については今後も研究を継続していく予定である。

【参考文献】

- 1) 川口広司, 末次忠司, 福留康智: 2004年新潟刈谷田川洪水・破堤氾濫流に関する研究, 水工学論文集, 第49巻, pp. 577-582, 2005
- 2) 福留康智, 末次忠司, 菊森佳幹, 川口広司: 平成16年7月新潟・刈谷田川破堤氾濫流の再現実験と活動実態調査に関する研究, 河川技術論文集, 第12巻, pp. 7-12, 2006
- 3) 加藤史訓, 福濱方哉, 野口賢二: 高潮による浸水被害の実態調査, 海岸工学論文集, 第52巻, pp. 1321-1325, 2005
- 4) 加藤史訓, 稲垣茂樹, 野口賢二, 福濱方哉: 2004年の高潮・高波災害, 国土技術政策総合研究所資料, 第273号, p. 97, 2005
- 5) 片岡正次郎, 日下部毅明, 長屋和宏: 津波衝突時に橋桁に作用する波力, 第12回日本地震工学シンポジウム, 2006
- 6) 日下部毅明, 鶴田舞, 片岡正次郎: 道路行政関係の地震リスクマネジメント・危機管理の取り組み, 第7回土木学会地震災害マネジメントセミナー, 地震災害のリスク管理と危機管理 ハザード評価からマネジメントの実践へ, pp. 43-50, 2006
- 7) 鶴田舞, 日下部毅明: 道路防災事業効果の評価手法の実用化に関する研究, 土木学会第60回年次学術講演会講演概要集, 2006
- 8) 水草浩一: 都市域での浸水現象解明のための新しい解析手法, 土木技術資料, 第47巻, 第4号, pp. 22-25, 2005
- 9) 中村徹立, 佐々木淑充, 水草浩一: 都市域氾濫解析モデル活用ガイドライン(案) 都市浸水, 国土技術政策総合研究所資料, 第202号, 2004
- 10) 武富一秀, 館健一郎, 金木誠他: 地下空間の水害リスク評価手法の検討, 河川技術論文集, 第9巻, pp. 311-316, 2003
- 11) 内田太郎, 片岡正次郎, 岩男忠明, 松尾修他: 地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第204号, 2004
- 12) 中村徹立, 野仲典理, 梅村幸一郎, 大谷周: 災害時要援護者避難支援策の具体化のための手引き, 国土技術政策総合研究所資料, 第292号, 2006