

都市地域の社会基盤・施設の 防災性評価・災害軽減技術の開発

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

かみの その たかし
建築災害対策研究官 上之蘭 隆志

1. はじめに

都市においては、人口の密集、余裕の少ない空間、複雑な都市構造等により、発生する災害はこれまでの想定を超えるものとなる可能性が高くなってきている。近年発生している都市地域での災害例を写真 1～4 に示す。さらに水害、地震被

害、広域火災等、都市災害への対策（多くは防災施設強化対策を中心とするハード対策）は、狭隘な都市構造や経済的理由により困難な場合が多い。そこで、それらの災害への対応策は、適切なレベルのハード対策を実施した上で、ハード対策と避難を中心とするソフト対策との組合せおよび総合的な防災対策をとる必要がある。

国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研という）では、都市地域における総合的な防災対策を計画・支援・実現するために、公共施設、道路、河川、海岸、空港等の主要社会基盤・施設の防災性能および災害時の機能損傷が都市・地区の防災に与える影響をリスク管理の観点から適切に評価する手法、および各種災害に対して効果的で総合的な災害軽減技術の開発を行うプロジェクト研究を推進している。

ここでは、都市災害への総合的な対応の重要性と方向性、および本プロジェクト研究の概要を紹介する。



写真 1 地下街への浸水
(平成11年梅雨前線豪雨)



写真 2 堤防決壊による水害
(平成12年東海地方豪雨)



写真 3 道路脇の擁壁崩壊
(平成13年芸予地震)



写真 4 炎上する建物群
(平成14年稚内市役所より)

2. 都市防災の方向性

日本の防災対策は、戦後復興期以来、防災施設強化対策に重点を置いて実施されてきた。結果として被害が軽減され、その効果が発揮されてきた。しかしながら都市部およびその周辺部においては、人口の密集、余裕の少ない空間、複雑な都市構造等により、災害に対しての脆弱性が增大してきており、災害の拡大要因が顕在化してきた。この脆弱性をなくすためには、防災施設強化対策（いわゆるハード対策）が必要であるが、現在と同じようにハード防災事業を進めていくことは、財政上、都市空間上、合意形成上、困難な場合が多い。その上で都市災害の軽減を図るには、各種の災害に対応した総合的なハード対策と、被害を拡大させないための避難、情報提供、即応支援（いわゆるソフト対策）を組み合わせることが重要である。

3. 国総研プロジェクト研究

国総研では、都市災害の軽減を目指して、都市防災に関するプロジェクト研究「都市地域の社会基盤・施設の防災性評価・災害軽減技術の開発」を平成13～平成17年度において進めている。関係研究部は危機管理技術研究センター、河川研究部、都市研究部、空港研究部、沿岸海洋研究部、プロジェクトリーダーは危機管理技術研究センター杉浦信男センター長である。

(1) 研究の概要

都市地域における地震・津波災害、水害、高潮災害、火災、土砂災害についての被害軽減技術を検討するとともに、リスク管理の観点から防災性評価手法、防災性指標とその表示法および都市防災計画手法を災害間で横断的に整理し、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開発する。

また、早急な対策が求められている東海地震および東南海・南海地震等による災害対策技術についても検討する。

(2) 研究の背景

世界的にも有数の厳しい自然・気象条件を抱える我が国では、毎年のように多発する災害に対する安全性の確保は重要な課題となっている。特に、人口の密集している都市の安全性の確保が重要である。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。

さらには近い将来発生が予測される東海地震および東南海・南海地震による災害への対策についても、早急な対応が求められている。

(3) 研究の成果目標

- ① 各種災害に対する都市の防災性能をリスク管理の観点から総合的に評価し、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開発する。
- ② 各種災害による被害軽減のための要素技術（災害・脆弱性・被害の評価、対策）を開発する。
- ③ 緊急的課題である東海地震および東南海・南海地震等で想定される津波や長周期地震動による被害想定、被害軽減対策技術を開発する。

(4) 研究の成果の活用方針

- ① 都市地域の効果的で総合的な防災性能を確保する。
 - ・最適投資・リスクミニマムの視点に立った合理的・計画的な社会基盤・施設の整備，防災対策の実現
 - ・効果的防災対策の推進のためのアカウンタビリティ向上
 - ・各種災害を考慮した防災都市づくり（効果的避難場所，防災を考慮した都市計画・土地利用・交通ネットワーク）の実現
- ② 巨大地震で想定される津波や長周期地震動による被害軽減を図る。
 - ・被害想定に対応した被害軽減対策の実施，災

害対応体制の構築

(5) 研究内容

都市地域における地震・津波災害，水害，高潮災害，火災，土砂災害についての被害軽減技術を検討するとともに，防災性評価手法，防災性指標とその表示法および都市防災計画手法を災害間で横断的に整理し，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開発する。また，東海地震および東南海・南海地震等による災害対策技術についても検討する。

① 各種災害に対応した都市の総合防災性能評価手法および都市防災計画策定支援技術の開発

- ・外力・災害危険度，脆弱性，被害・損害，被害・損害可能性を考慮した防災性評価手法を提案する。
- ・各種災害における被害・損害可能性を考慮した都市防災計画策定支援技術を提案する。

② 各種災害による被害軽減のための要素技術（災害・脆弱性・被害の評価，対策）の開発

- ・災害の発生特性評価に関する研究（ハザード評価）
- ・被害の定量化技術に関する研究（シミュレーション，脆弱性評価，被害・損失評価）
- ・リスクミニマムによる防災計画技術に関する研究（リスク評価，管理）
- ・効果的被害軽減技術に関する研究（ハード対策，ソフト対策）

1) 水害分野

- ・治水計画・河道計画においては，各流域内での最も適当な治水安全度バランス（上・下流，本・支川等）検討手法および侵食等による災害を減らすための河道マネジメント方針を提案する。
- ・構造物対策・河川管理においては，難破堤堤防の開発および侵食・浸透センサーを用いた減災対策手法の開発を行う。
- ・都市氾濫域および地下空間におけるリスク算定手法およびハザードマップ等への住民意識向上技術の開発を行う。
- ・災害時要援護者のための支援技術の提案を行

う。

- ・高潮に関するハザード，脆弱性，リスク評価手法および対策技術の整理を行う。

2) 地震災害分野

- ・最新の防災に関する情報を確実に蓄積・管理し，道路ネットワークの被災イメージを具体化する手法を提案する。
- ・被害想定の実施，防災投資効果の評価を行い，その結果に基づいた合理的な道路防災事業計画の立案手法を提案する。

3) 火災分野（地震火災を含む）

市街地火災および地震に伴う市街地火災に対する防災性評価手法を提案する。

4) 土砂災害分野

- ・丘陵都市での災害に対する脆弱性評価およびリスク評価手法に基づく災害対策計画技術を提案する。

5) 空港分野

- ・災害時に空港が果たしうる防災機能を発揮するために，平常時より付加すべき機能・施設の提案を行う。

③ 東海地震および東南海・南海地震等による災害対策技術の開発

- ・大規模地震・津波等による被害軽減のための研究（津波被害想定，総合的対策）
- ・長周期地震動とその地域特性の評価に関する研究（長周期地震動特性，地域特性）

1) 大規模地震・津波等分野

- ・津波に対する河川・海岸・道路・港湾など所管施設の被災危険度評価手法および津波および所管施設の被災による人的・社会経済的被害の評価手法を提案する。

2) 長周期地震動分野

- ・長周期地震動の推定手法を提案し，長周期地震動の増幅が大きい地域を特定する。
- ・長周期地震動の大型構造物に対する影響を明らかにする。

(6) 平成15年度までの研究成果

平成15年度までの研究成果を，以下にまとめる。

① 各種自然災害に対する総合的防災性評価に関する研究

地震災害，津波災害，水害，土石流災害，急傾斜地崩落災害，高潮災害に関して，防災性評価手法（外力・災害危険度，脆弱性，被害・損害，被害・損害可能性）を検討し，「地域の防災性能評価マニュアル（案）」を作成した（全研究部）。

② 各種災害に関する研究

1) 水害分野

(a) 堤防を越水に強くするため，越流水の最大せん断力が作用する裏のり尻付近・裏のり肩を強化する必要があり，堤防の基本構造として吸い出し防止材を用いた裏のり保護工法を提案した（河川研究部）。

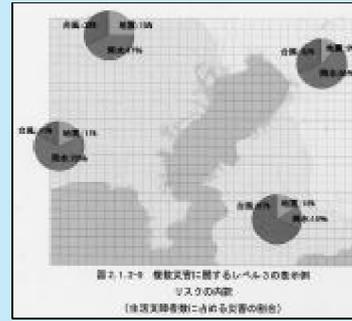
(b) 洪水外力作用と河岸侵食被害発生拡大プロセスの整理を行い，橋梁閉塞，河床変動，河岸侵食のプロセスを把握した（河川研究部）。

(c) 本・支川の堤防の治水安全度を設定したハイドロ確率ごとに浸水域，浸水深をシミュレーションし，人的被害・被害家屋・ライフライン施設被害を評価するとともに，本川および本・支川の治水安全度バランスを把握する手法を提案した。また本・支川の治水安全度を変化させ安全度バランスについて検討した（河川研究部）。

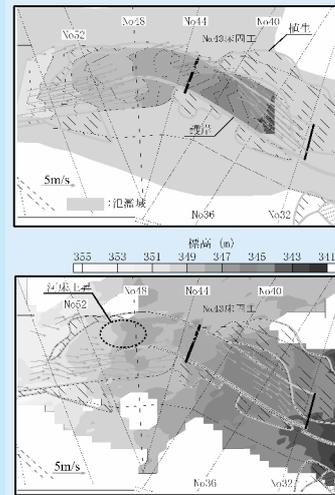
(d) 新総合氾濫解析（NILIM）モデル（暗渠，下水道，排水ポンプ等を考慮した都市地域での氾濫シミュレーションソフト）の適用向上を行うとともに，都市地域での氾濫解析モデル活用ガイドを提案した（危機管理技術研究センター）。

(e) 地下鉄ネットワークを考慮した地下空間浸水拡大過程を把握し，地表の浸水深と地下街の浸水状況の関係，被害シナリオと被害評価を行い，地下空間の水害危険度評価手法を提案した。さらに浸水対策を整理した（危機管理技術研究センター）。

(f) ソフト対策として，土地利用方策を含む氾濫減管理制度，および住民の水害に対す



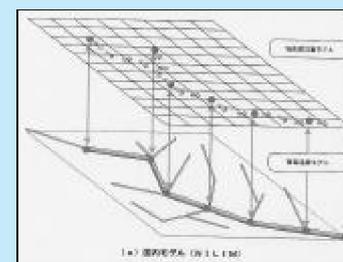
複数災害による生活支障者数の表示例



流量ピーク時の水面形と流速ベクトル（上：実験 下：計算）



治水安全度バランスの解析例



NILIM モデル

る意識向上を目的とした自己診断型ハザードマップのホームページを提案した（危機管理技術研究センター）。

(g) 高潮による潮位，波高，最大越波流量，総越波量，越波継続時間の確率的評価手法を提案した。また海岸堤防の被災限界越流流量を提案した（河川研究部）。

(h) 高潮氾濫の被災過程および対策を整理した（河川研究部）。

2) 地震災害分野

(i) 道路の地震時被害想定（被害程度の評価）手法のための地震動増幅特性評価手法および道路橋，切・盛土，斜面，擁壁，河川堤防等の被害関数を検討し，被害想定手法マニュアルを提案した（危機管理技術研究センター）。

(j) 災害時の道路ネットワーク機能確保の観点から道路施設の被害・損失評価手法を提案し，震災対策優先度評価手法を提案した（危機管理技術研究センター）。

3) 火災分野

(k) 人的被害率に対する地表面速度，密集市街地，建物建築年の影響を示した（都市研究部）。

4) 土砂災害分野

(l) 丘陵都市の脆弱性を地震動特性，地形，地盤，避難危険性，社会的特性から評価する方法を提案した（危機管理技術研究センター）。

5) 空港分野

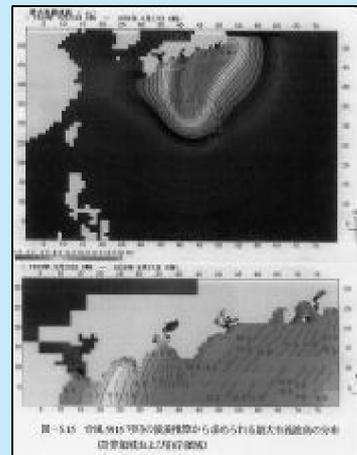
(m) 空港の防災支援機能の整理と，空港の支援活動エリアマップを提案した（空港研究部）。

(7) 平成16～17年度の研究内容

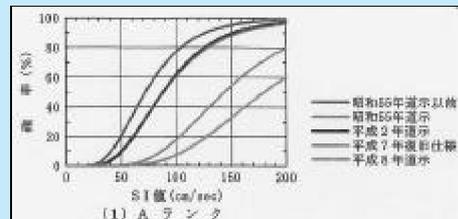
- ① 総合的研究（関係全研究部・センター参加）
 - ・15年度に試作した総合防災性（脆弱性）評価マニュアル（案）の内容を充実させ，都市の総合防災性能評価技術（都市の特徴（人口集中，機能集中，社会基盤・施設集中）を考慮した総合的防災性評価指標および表示法）お



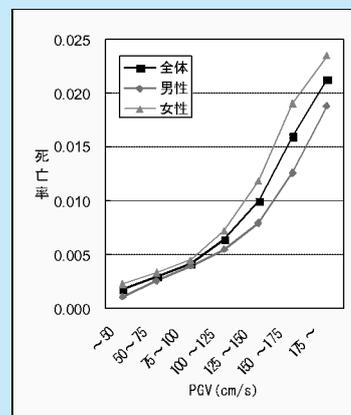
自己診断型ハザードマップのホームページ



最大有義波高の分布



道路橋の被害関数



地表面速度と死亡率の関係

よび都市防災計画立案手法のとりまとめを行う。

② 各種災害対応研究

1) 河川研究部

- ・堤防の破堤に対する弱点を整理し、弱点が破堤に結びつくメカニズムを検討する。
- ・治水安全度バランスを判断するためのパラメータ選定に関する調査を実施する。
- ・治水安全度バランスの実態調査とバランスを考慮した水害ポテンシャル評価のケーススタディを行う。

2) 危機管理技術研究センター

- ・下水道を考慮した都市域氾濫解析モデルについて、外力をこれまでの内水だけでなく内外水双方を考慮したモデルに改良する。
- ・都市部での流出解析モデルのそれぞれの特性、適用性を考慮して『水災シナリオ別氾濫解析モデルガイドライン(案)』をまとめる。
- ・特定都市河川浸水被害対策法に基づく都市洪水想定区域、都市浸水想定区域の指定に係る技術的課題を抽出する。
- ・災害時要援護者の支援技術を検討するために、その前提となる行動特性や認識特性を分析する。
- ・最新の防災に関する情報を確実に蓄積・管理し、さらに防災事業の立案を支援する防災マップの作成手法、地震被害想定手法、防災事業効果の評価手法を開発する。
- ・これまでの土砂災害発生データより、土砂移動規模とその発生確率および土砂移動規模と被害規模の関係を整理する。
- ・データベース化された都市災害対応や防災訓練の対応情報を基に、危機管理体制と手順の体系化を進める。

3) 空港研究部

- ・立地条件ごとに災害時に空港が果たしうる防災機能を発揮するために、平常時より付加すべき機能・施設の提案を行う。

③ 東海地震、東南海・南海地震等関連研究

1) 大規模地震・津波等による被害軽減のための検討(危機管理技術研究センター・河川研究部・沿岸海洋研究部)

津波による土木施設および人的・社会経済的被害の想定手法ならびに多分野にまたがる対策を含む総合的対策計画の標準的な立案手法を提案する(津波外力、河川遡上氾濫、施設の被災危険度、施設・人的・社会経済的被害想定、船舶等による被害の想定、ハード・ソフト対策、対策計画の立案手法)。

2) 長周期地震動とその地域特性の評価に関する研究(危機管理技術研究センター)

長周期成分が含まれる比較的大規模な地震の強震記録を収集・整理し、周期2~20秒程度を対象とした地震動強度の推定式を提案する。長周期地震動の地域特性を評価する。さらに、これまでの設計に用いられている地震動との比較を行い、長周期地震動成分が構造物に与える影響を評価する。

4. おわりに

都市災害への対策は、複雑な都市構造、財源上の制限、合意形成の必要性を考慮して、総合的で効果的なハード対策とそれを補うソフト対策が必要である。ただしソフト対策はあくまでもハード対策を補うものであるために、ハード対策をある程度の水準に保つ必要がある。

本プロジェクト研究は、水害、地震災害、広域火災等への対策を総合的に検討し、それぞれの災害に対してバランス(災害間のバランス、ハード対策とソフト対策とのバランス)の取れた都市防災対策を支援することを最終目標としている。

国土技術政策総合研究所のホームページ
<http://www.nilim.go.jp/>