

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
Disaster Risk Management Research Center
Flood Prevention Division

室長
Head

伊藤 弘之
Hiroyuki Ito

研究官
Researcher

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。これは通常の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。

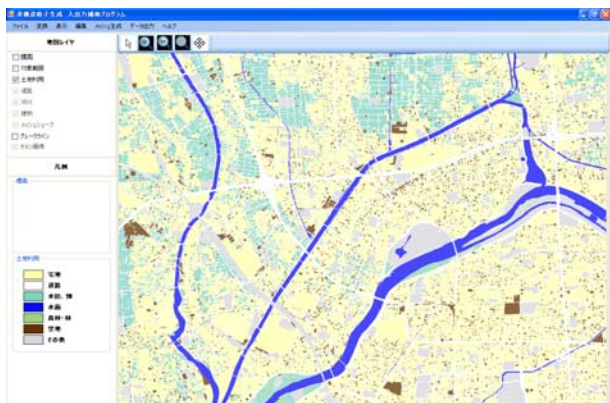


図-1 GIS を利用したインターフェイス

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。

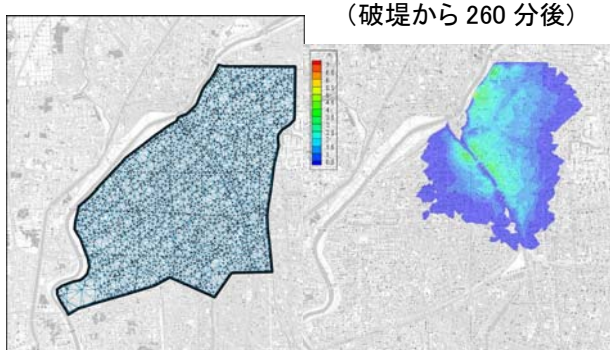


図-2 モデル地域(左)と浸水計算の例(右)

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。

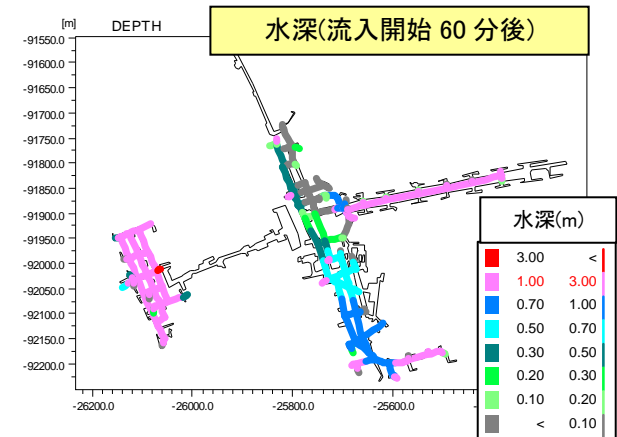


図-3 地下街の浸水状況

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	避難完了まで浸水深が到達しない	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	避難完了まで浸水深が到達しない	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	38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.