

浸水被害の危険度の評価

(都市複合空間水害の総合減災システムの開発)

Risk assessment of flood damage

(研究期間 平成13～15年度)

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

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

廣木 謙三
Kenzo HIROKI
佐々木 淑充
Yoshimitsu SASAKI
武富 一秀
Kazuhide TAKEDOMI

Recently, flood inundation in urban areas caused by localized torrential rains occur frequently. Underground spaces are highly utilized in urban areas and possibility of inundation in such spaces is very high. Although human lives and assets are at high risk, appropriate measures to prevent flood inundation are not taken in most underground spaces. In order to promote measures against underground space inundation, flood risks must be understood by users and managers of underground spaces. For that purpose, flood risks of underground space inundation must be shown. Thus, a study to understand inundation risks of underground spaces was done.

[研究目的及び経緯]

近年、突発的な集中豪雨が多発し、内水氾濫が頻発している。また、都市部では、地下空間の高度利用が行われている。このため、一度氾濫被害が発生すると、地下街やビルの地下室等の地下空間の浸水危険性は高く、人命・資産が大きな危険に晒される可能性が高い。しかしながら、現状では、一部の地下街や地下鉄の地下施設を除き、その多くは浸水防御の対策が遅れている。地下空間の浸水防御対策の推進には、地下空間の浸水危険性の理解や地下空間利用者及び管理者の意識の啓発が必要である。

そこで、本研究では、規模や構造の異なる様々な地下空間の浸水解析を行い、地下空間の浸水過程や浸水によりドアが開かなくなるまでの時間等の地下空間の危険性を明らかにするとともに、その結果をもとに、地下空間の浸水危険性の評価手法や公表方法、浸水による被害を軽減する対策等を提案することを目的とした。

[研究内容]

本研究では、規模や構造の異なる地下空間を対象に、浸水解析を行い、地下空間の浸水過程等を定量的に評価するための検討を行った。また、地下空間の浸水危険度の公表方法の一つとして、インターネット上で、地下空間の浸水危険度を自己診断ができるシステムを構築した。研究は、図 - 1 に示すフローに従って実施した。

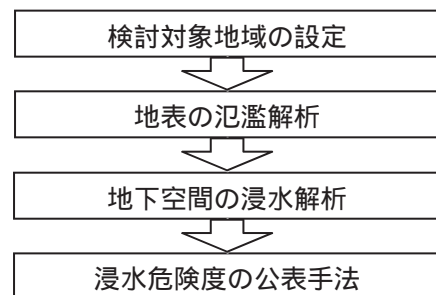


図 - 1 研究フロー

[研究成果]

平成13年度は、検討対象地域を多種多様な地下空間が多数存在する東京都区部とし、地下空間の浸水解析を行うための外力条件を求めめるために、検討対象地域内の河川を対象として、氾濫解析を行った。また、地下1階構造の広さの異なる地下空間を対象に、浸水解析を行った。

氾濫解析では、降雨確率1/3(50mm/h)から1/100(106mm/h)の6ケースの降雨をもとに、中央集中型のハイエトグラフを作成し、それを外力として、解析を行った。解析モデルは、窪地貯留や浸透を考慮した有効降雨モデルと平面二次元不定流モデルを用いた。この解析結果から、検討対象地域における浸水深の時間変化、最大浸水深、水位上昇速度等の浸水特性を明らかにし、地下空間の浸水解析を行う際の外力とした。

また、氾濫解析で算出された外力を用いて、地下1階構造の広さの異なる地下空間構造を対象に、浸水解析を行った。対象とした地下空間構造には、「地下空間における浸水対策ガイドライン」の大規模商業施設ビル、小規模商業施設ビル、個人ビルを用いた。これらの地下施設が検討対象地域に存在するとして、地下施設の解析モデル（タンクモデル）を構築し、浸水解析を行った。浸水危険度は、地下空間の浸水深の時間変化（最大浸水深、浸水深の上昇速度等）で評価した。その結果から、それぞれの地下施設の浸水時の経時的な浸水過程を明らかにし、浸水により起こりうる事態について問題点等を把握した。

平成14年度は、多層構造の地下施設と複雑の駅舎が連結した地下鉄駅舎の浸水解析を行った。

多層構造の地下施設の浸水解析の検討は、浸水の流入経路が複雑な多層構造の地下空間を対象に、解析モデルを構築し、解析を行った。対象とした地下空間は、地下1, 2, 3階構造で、出入口が複数ある多層的な地下商業施設を想定した。解析のモデルは、タンクモデルで構築した。外力は、既存の氾濫解析から作成した浸水深の時間変化を用いた。また、地下空間への流入量は、国総研で実施した実験により得られた実験式を適用して算出した。浸水危険度は、地下1, 2, 3階の各フロアでの浸水深の時間変化を用いて評価した。その結果から、多層的な地下空間浸水時の経時的な浸水過程を明らかにし、浸水により起こりうる事態について問題点等を把握した。

地下鉄駅舎の浸水解析の検討は、複数の地下鉄の駅舎が連結した地下施設を対象に、解析モデルを構築し、浸水解析を行った。解析モデルは、駅舎の各フロアとホームをタンクとし、タンク間の水のやり取りは、階段、エスカレータの形状をもとに国総研で実施した実験により得られた実験式を用いて設定した。なお、モデル化の対象とした構造物は、駅舎、ホーム、階段、エスカレータ、エレベータ、換気口である。外力は、平成13年度の「地表の氾濫解析」で得られた1/100の降雨時の地表の浸水深をもとに、「地下空間における浸水対策ガイドライン」に従って作成した浸水深のハイドログラフを用いた。解析では、地上と接する階段、エレベータ、換気口に、外力を与えた。浸水危険度は、駅舎の各フロアでの浸水深の時間変化を用いて評価した。その結果から、複数の地下鉄駅舎が連結した地下空間浸水時の経時的な浸水過程を明らかにし、その浸水により起こりうる事態について問題点等を把握した。

平成15年度は、地下鉄ネットワークの浸水解析

を行った。また、地下空間の浸水危険度を自己診断できるシステムを構築した。

地下鉄ネットワークの浸水解析の検討は、東京周辺の地下鉄網を対象に、地下鉄ネットワークモデルを構築し、浸水解析を行った。また、解析により明らかになった地下鉄ネットワークの浸水拡大状況に応じた被害減災対策について問題点等を把握した。モデルの構築範囲は、東京23区内とその周辺の地下を通る地下鉄を対象とした。ここで構築する地下鉄ネットワークモデルは、地下鉄ホームや地下鉄ネットワークの縦断の変化点等をノードとし、それをつなぐトンネルをリンクとしてモデル化した。また、モデル化する構造物は、地下鉄軌道、駅舎、換気口等とした。解析モデルは、駅舎部を多層タンクモデルで、トンネル部を開水路流れと圧力管流れの両方を考慮できるモデルを用いて構築した。外力は、中小河川及び大河川からの外水氾濫、内水氾濫等を用いた。外力の設定（外力の時系列化など）については、「地下空間における浸水対策ガイドライン」に従った。その解析の結果から、地下鉄が浸水した場合の平面的な浸水の時間的な拡大過程を明らかにし、その浸水拡大状況に応じた被害の減災対策を把握した。

地下空間の浸水危険度の自己診断システムは、個人ビル及び小規模地下ビルの地下施設を対象として、浸水の危険性、浸水対策の効果等を自己診断できるものとした。このシステムは、WEB上で稼動するように構築し、地下施設の管理者等が利用できるように、ホームページ上で操作が可能なものとした。このシステムを利用することで、地下施設の管理者は、自らが管理する地下施設の浸水危険性を認識ことができ、対策を行った場合の効果等も知ることができる。

[成果の活用]

本研究では、多種多様な地下空間を対象に浸水解析を行い、規模や構造の異なる地下空間の浸水過程や浸水により起こりうる事態を明らかにした。さらに、これらの浸水解析の検討をもとに、インターネット上で地下空間の浸水危険度を自己診断ができるシステムを構築した。今後、このシステムを用いて、地下管理者へ向けて、地下空間の浸水危険性に関する情報を提供していく予定である。