

水位情報と予測降雨を用いた大規模地下空間の浸水防止対策の検討

(株)協和設計 ○ 川口徹矢

関西大学環境都市工学部都市システム工学科教授 盛岡通

関西大学環境都市工学部都市システム工学科准教授 尾崎平

1. 研究の目的

近年、異常気象による集中豪雨が増加している。それと同時に都市化が進んでおり、それに伴い、地下空間の脆弱性に着目されている。

そこで本研究では、地下空間の浸水対策として下水道に水位計を設置し、その水位情報を基に浸水防止行動を行うケースと、現在の情報収集を基に浸水防止行動を行うケースで流入量とリードタイムの2つの観点から比較する。また、近年精度が向上している予測降雨を用いて浸水防止行動を開始するケースも予測降雨の誤差を考慮し、水位情報と現在の情報収集と比較し、今後の浸水防止行動を開始するタイミングを決定する情報の検討を行う。

2. 研究の方法

浸水シミュレーションを用いて、水位計、地上監視カメラ、対象地下街に浸水開始と3つのタイミングで止水板設置開始を行い、リードタイムと流入量の比較をし、水位情報による浸水対策の検討を行った。

また、予測降雨の誤差を決定し、予測降雨通りの降雨と誤差が生じた降雨を Info Works CS を利用し、リードタイムと流入量を比較して予測降雨を用いた浸水対策の検討を行った。

また、ケース設定として、対象降雨を水位計による方法では、総雨量 180mm で 60mm/hr, 120mm/hr, 180mm/hr の3つの外力と実降雨の岡崎豪雨の計4つの外力を対象とした。また、予測降雨による方法では、予測降雨を 120mm/hr とし、予測降雨の誤差 10% の 132mm/hr, 誤差 30% の 156mm/hr, 50% の 180mm/hr と計4つの降雨を対象とする。

止水板設置開始タイミングは、水位計の方法で次の3ケースで行う。①地下街へ浸水開始となったとき。②ある地上のノードが溢水となったとき。これは現在の情報収集がある地上に設置している地上監視カメラより、防災センター内で監視を行っているため、その地上付近のノードで最も早く溢水した時を設定した。③水位計を用いて、下水道の水位が7割となったとき。これは水位計を設置した個所では、降雨強度が 32mm/hr まではポンプ場が排水可能な降雨強度であるが、33mm/hr 以上の降雨ではポンプ場の排水能力を上回り満管状態に達したので、地上にあふれ出し、

地下街へ浸水する可能性があると考えられる。32mm/hr の降雨では最高水位が管渠の69%であるため、管渠の水位が7割を超えると 32mm/hr を超える降雨といえる。よって、本研究では、水位が管渠の7割に達した時に止水板設置開始の水位と設定した。

予測降雨の止水板設置開始タイミングでは、次の3つのケースを設定した。①10分前の予測降雨を基に行ったとき、②20分前の予測降雨を基に行ったとき、③30分前の予測降雨を行なったとき。

3. 結果・考察

3.1 水位情報シミュレーション結果

図-1より、60mm/hr の降雨強度では地下流入後の方法の総流入量より地上監視カメラと水位計ともに5%削減されている。これより、地上監視カメラと水位計の方法ではほとんど差がない。60mm/hr の降雨強度では止水板設置のタイミングを水位計で早く行動しても、地上監視カメラと総流入量は差がなく、あまり効果がないといえる。

120mm/hr では、地下街流入後の方法の総流入量が地上監視カメラでは6%、水位計の方法では10%削減された。120mm/hr で地上監視カメラと水位計の差が生じたのは、浸水箇所数が4箇所の差があり、その差の分流入量に差が生じたといえる。

180mm/hr は図-2より、地下街流入後の方法の総流入量より地上監視カメラで7%、水位計の方法では12%削減されている。3つの方法とも地下街に浸水するより先に止水板を設置できなかったため、地下街に浸水開始してから止水板の設置完了するまでにかかる時間の差が流入量の差になったといえる。

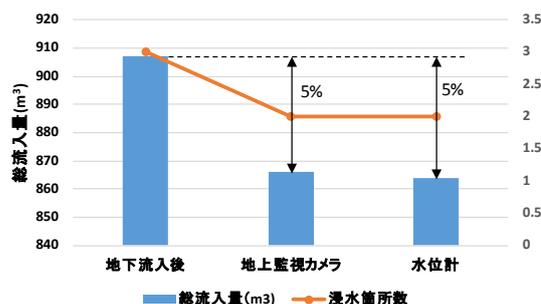


図-1. 60mm/hr の流入量比較

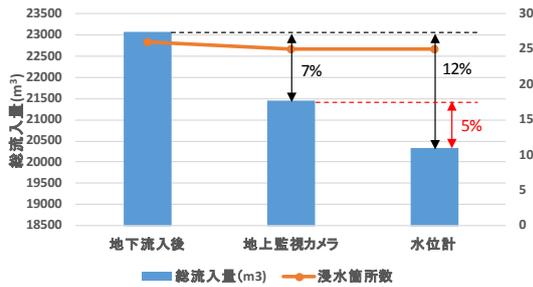


図-2. 180mm/hr の流入量比較

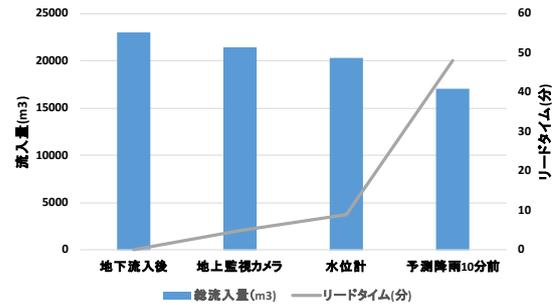


図-4. 180mm/hr の流入量とリードタイムの比較

図-3より、リードタイムの観点からは、180mm/hrの降雨強度では水位計で判断しても最初に流入する出入り口を浸水するよりも先に設置することが出来ないため、リードタイムは地上監視カメラと比較して5分しか長くならず、180mm/hrの降雨強度では、リードタイムが確保できないといえる。しかし、60mm/hr、120mm/hrの降雨強度では、地上監視カメラと比較して、30~40分長くなったことから、60mm/hr、120mm/hrの降雨強度では、リードタイムを十分確保できるといえる。

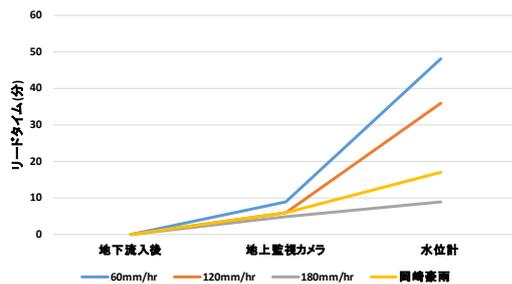


図-3. リードタイムの比較

実降雨の岡崎豪雨では、水位計の方法が地上監視カメラの方法より、総流入量が4%削減され、リードタイムが11分長くなった。よって、実降雨においても水位計の方法が流入量を多く削減でき、リードタイムを確保できている。

3.2 予測降雨のシミュレーション結果

120mm/hrと132mm/hrでは、10分前予測で行動すれば、全ての止水板を設置できるので、総流入量は10分前予測と20分前予測、30分前予測の3つとも変化しない。156mm/hr、180mm/hrでは、10分前予測で止水板設置より先に浸水する出入り口があったが、浸水してから止水板設置完了までの時間が非常に短いことから総流入量での変化は非常に小さい値となった。よって、180mm/hrの降雨強度までは、10分前予測で十分であるといえる。

図-4より、予測降雨の方法は水位計の方法より流入量を14%多く削減でき、リードタイムが39分長くなった。

4. 結論

水位計での止水板設置開始の判断は、地上監視カメラと流入量の観点から比較すると、降雨強度60mm/hrではほぼ同値の流入量となり、効果がないといえる。しかし、120mm/hr、180mm/hrでは地上監視カメラより流入量が約5%削減されたため、強い降雨強度では効果があるといえる。リードタイムの観点からすると、60mm/hr、120mm/hrでは約30~40分長くなり十分なリードタイムを確保できているが、180mm/hrでは、リードタイムが5分しか長くならず、強い降雨強度ではリードタイムを確保できないといえる。

予測降雨による止水板設置開始の判断方法は、10分前予測と30分前予測では流入量の観点から想定される最大の降雨強度でも差がほとんど見られないことから10分前予測で十分であるといえる。また、10分前予測では、水位計による止水板の設置開始判断より流入量が14%多く削減でき、リードタイムが39分長くなった。

よって、今後の浸水対策として10分前の予測降雨を用いて行動を開始することで想定される最大規模の降雨に対して流入量を最も抑えることができるといえる。

5. 今後の課題

本研究では、浸水防止行動を早くすることで流入量を削減でき、リードタイムを確保することが浸水対策になると述べた。その一方で、予測降雨に満たない降雨の発生により地下街に浸水しないケースに対して、浸水防止行動(避難誘導等)を行うと、地下街利用者・地下街店舗へ経済的被害の発生が予測される。よって、今後は地下街に浸水しない場合の経済的被害を考慮した検討を行う必要がある。

6. 謝辞

本研究を行うにあたり下水道データを提供して頂いた自治体に深く感謝するとともに、厚くお礼申し上げます。