

## 都市域の浸水ポテンシャルについての実践的研究

芝浦工業大学 正会員 菅 和利  
 国土交通省関東地方整備局 小澤 太郎  
 芝浦工業大学大学院 学生会員 井口 知一

### 1. はじめに

都心部では限られた土地の有効活用として、高度な地下空間の利用が図られている。一方、近年、都心では下水道計画規模を上まわる強い降水の割合が増えているとの発表があり、特に1999年はこの現象が顕著にみられ、福岡市、新宿区で記録的集中豪雨による窪地内水が発生し、地下階において死者が出る惨事となった。本研究では、窪地周辺に位置するビル及びビル地下室の集中豪雨に対する浸水危険性を把握するため現地調査を行い、さらに想定した浸水深での被害額を算定し、窪地地域の浸水危険度ポテンシャルを把握することを目的とした。

### 2. 調査対象地域の概要および調査内容

調査の対象は港区と千代田区の境にある、溜池山王交差点とした。この地域では窪地内水被害が多発しており、2000年7月4日には時間降雨82.5mmという観測史上2番目の豪雨に見舞われ、交差点浸水位が最も高い時で1mにも達した。

調査内容は、交差点周辺に位置する各建物内への雨水流入の危険性を把握するため、各建物軒先の標高、道路面から入口までの段差、入口の幅を測量及び計測した。そして、被害額を把握するため、1階および地階の利用形態や変電施設設置階数、地上階の利用形態を各建物管理者に直接聞き取り調査した。浸水対策調査としては止水板の設置状態および高さ、土嚢の有無についても同様に行った。なお、浸水危険度指標の1つである地盤データについて、50mメッシュ数値地図の採用を検討したが、本研究では建物1件ごとのデータを必要としたため水準測量を行った。

### 3. 調査結果

#### 3.1 水準測量より得られた浸水域

図1は水準測量で得られた対象地域の地盤データをもとに作成した交差点浸水深75cmでの浸水域である。そして、調査の結果、2000年7月4日の集中豪雨時の浸水域とほぼ一致した。



図1 交差点浸水位75cmにおける浸水域

#### 3.2 止水板、土嚢の設置率

図2は縦軸に各建物軒先の標高に入口段差を加えた床面高さとの差、横軸に止水板および土嚢の設置率を表したものである。交差点との相対標高差25cm未満のところではすべての建物に、また、25～50cm未満については半数以上で止水板または土嚢を設置している。しかし、50cm以上になるとその割合は急激に減っており、2割に満たない結果となった。止水板に注目すると、25cm未満では半数以上、50cm以上～1m未満では一割前後となっている。ただし、止水板の設置にはコストがかかることから、75cmを越えるところでも止水板を設置しているということは、この高さまで浸水の危険性にさらされた結果と考えられる。逆に、50cm未満では半数前後で土嚢のみで対処していることから、雨水の流入を完全に防ぎきれないという危険性にさらされている。

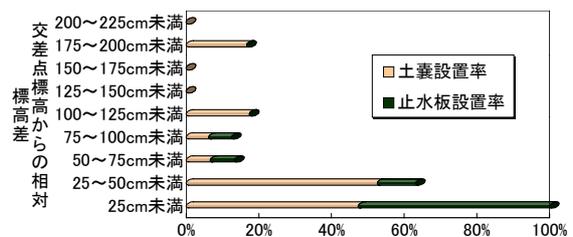


図2 各床面高さでの止水板・土嚢設置率

#### 3.3 変電施設の設置階

図3は、全対象棟157件の変電施設設置階の調査結果である。このうち、浸水危険性が高い地下階および1階に設置している建物は、それぞれ31件および9件と、全体の25%であった。その他では、屋上設置37件、建物内に変電施設なし27件、不明は53件となった。

変電施設がない建物は主に床面積300㎡未満、地上4階程度で地下を有しない小規模の建物であり、屋上に設置している建物については床面積600㎡未満の建物が多く、そのうち地下階を有しているのは10件であった。地下の有効利用という面からもまた浸水時においても変電施設の屋上設置は非常に有益である。

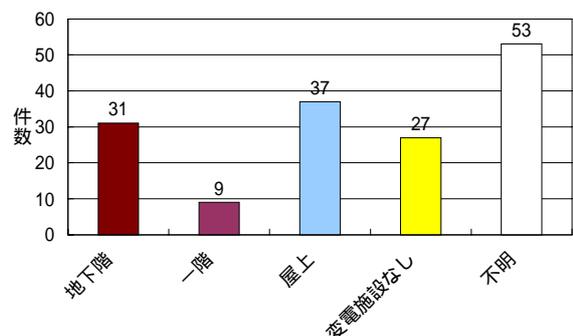


図3 調査領域内建物の変電施設設置階

キーワード 窪地内水 地下空間 変電施設 被害額 費用対効果

〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 Tel : 03-5476-3055 Fax : 03-5476-3166 E-mail : kan@sic.shibaura-it.ac.jp

一方、全対象棟のうち、地下階を所有しているのはおよそ4割の61件であり、その半数が地下階に変電施設を設置し、さらにそのすべての建物においては最も浸水危険性の高い最低階に設置しているという結果になった。そして、これらの建物における浸水対策としては、建物入口への止水板・土嚢設置、あるいは電源を落とすというものであった。つまり、施設内へ浸水した時点でビル機能は停止することになる。

**3.4 各交差点浸水深の建物浸水被害状況**

各交差点浸水深での、より正確な浸水被害状況を把握するために、各建物内部の浸水深を算出した。地下階については独立行政法人土木研究所の実験結果より得られた以下の式を採用し、1階の止水板等を有している建物に関しては全幅せきの式（石原・井田）を参考にして算出した。

$$D(t) = \begin{cases} 0 & t < \frac{H_0}{a} \\ \frac{49.3}{a} \cdot \frac{B_0}{S_0} \cdot (a \cdot t - H_0)^{2.8} & t \geq \frac{H_0}{a} \end{cases}$$

- D(t) : 時間t後の地下室の浸水深 [m]
- t : 路面浸水が始まってから経過した時間[分]
- B<sub>0</sub> : 地下室へ流入する水の幅 [m]
- S<sub>0</sub> : 地下室の面積 [m<sup>2</sup>]
- H<sub>0</sub> : 地下室へ続く経路の入口段差 [m]
- a : 路面浸水の水面の上昇速さ [m/分]

ここで、aについては、2000年7月4日集中豪雨時の交差点浸水深上昇高さ0.026m/分を用いた。また、被災対象棟は建物内浸水深1cm以上、変電施設的全壊浸水深は50cm以上とした。

表1は算出結果である。交差点が25cm浸水した場合、2件の被災が認められる。これらは交差点標高より60cm程低い浸水常襲地に位置しており、そのうち1件については変電施設を地下階に設置している。この建物は高さ70cmの止水板を設置し、床面積も約800m<sup>2</sup>と浸水時には比較的有利な広さをもっているが、入口高さが5cmと低いことから、この水位でも地下階変電施設への浸水が認められた。

変電施設の被災状況は、すべて地下階に設置しているものでみられ、特に100cm浸水時には6基の変電施設が全壊となり、その影響で上階の業務停止を受ける従業者数は直接的な浸水被災者の10倍近くまで達しており、変電施設の浸水ポテンシャルの高さを明らかにする結果となった。

表1 各交差点浸水深での浸水被害状況 ( )内は地下階

交差点浸水深	被災棟	浸水階被災者数	変電設置階浸水棟	全壊変電施設	変電全壊時影響人数
25cm	2件 (1)	3人 (0人)	1件 (1)	0基	0人
50cm	12件 (5)	39人 (12人)	4件 (4)	1基 (1)	450人
75cm	34件 (12)	136人 (42人)	8件 (8)	3基 (3)	876人
100cm	50件 (18)	210人 (60人)	14件 (14)	6基 (6)	2079人

**4. 各交差点浸水深における想定被害額**

**4.1 算定方法**

以上の結果をもとに交差点浸水深ごとの家屋被害額、事業所償却・在庫資産被害額、営業停止損失額を算定した。浸水深別の被害率は6段階で表している「治水経済調査マニュアル（案）平成12年度」を参照し、家屋1m<sup>2</sup>当たり評価額等は「平成12年度 水害統計」を参照した。また、変電施設浸水による建物内事業所の営業停止損失額としては、全壊変電施設の復旧日数を7日とし、これを営業停止日数として算定を行った。

**4.2 算定結果と止水板による対策効果**

被害額の算定結果を表2に示す。また表3は各交差点浸水深での浸水被害を完全に防ぐことを想定し、各建物入口に交差点浸水深との標高差分の止水板を新設、または所有している止水板をさらに高上げした際の浸水対策費用および費用対効果である。止水板の設置にかかる費用については、高さ40cm幅180cmのケースで、工事費込みで134万円ということから、1cm<sup>2</sup>当たり186円で換算した。

この結果、交差点浸水深が増すごとに止水板の設置による費用効果は高くなっており、浸水発生頻度が最も高い浸水深25cmにおいても高い効果を得られることが判明した。

表2 想定被害額算定結果 単位(円)

交差点浸水深	被害		
	直家	接屋	被事業所償却
25cm	9,718,335	603,801	395,304
50cm	82,146,842	11,831,445	5,381,001
75cm	370,730,819	52,641,924	19,933,743
100cm	983,387,250	167,145,629	80,424,213
交差点浸水深	間接被害		総被害額
	営業停止	変電施設浸水による営業停止	
25cm	421,794	0	11,139,234
50cm	5,913,239	72,188,550	177,461,077
75cm	21,953,416	140,653,464	605,913,366
100cm	52,738,687	332,709,412	1,616,405,191

表3 各交差点浸水深での止水板による対策効果 単位(円)

交差点浸水深	被害軽減額	対策費用	費用対効果
25cm	11,139,234	2,271,060	4.9
50cm	177,461,077	17,876,088	9.9
75cm	605,913,366	57,471,582	10.5
100cm	1,616,405,191	104,890,422	15.4

**5. まとめ**

今回の調査により、浸水被害が多発している窪地地域に位置する建物においても地下階の高度利用が確認でき、かつその利用形態の1つである変電施設の浸水危険性および浸水時の建物内事業所への影響も把握することが出来た。この結果より、窪地地域の浸水ポテンシャルの高さが確認出来た。

また、浸水対策として止水板の新設、増設による費用対効果の大きさを確認することが出来た。