浸水危険地区に存在する建物の低層部における浸水対策調査に基づく 浸水被害予測

—大阪市西区を対象として—

PREDICTION OF FLOOD DISASTER BASED ON SURVEY OF PREVENTIVE MEASURES IN GROUND AND BASEMENT FLOORS IN HIGH FLOOD RISK AREA

—A case study in Nishi ward of Osaka city—

崔 容 準*, 吉村 英祐**

Yongjun CHOI and Hidemasa YOSHIMURA

Preventive measures against flood were surveyed and prediction of flood disaster was made in Nishi Ward of Osaka City, which contains high flood risk areas.

The findings are as follows.

- (1) More than 80% of surveyed buildings have a potential flood risk due to lack of flood protection measures.
- (2) Flood protection board is good for barrier-free entrance, while mound-up is not. The problem is not all entrances are not planned or designed for convenience of setting up flood protection board.
- (3) In order to make preventive measures more effective, so-called software measures are requisite in disaster prevention planning.

Keywords : Flood, Urban Flood Disaster, Preventive Measures against Flood, Flood Protection Board, Mound-up

洪水、都市型水害、浸水対策、防水板、マウンドアップ

1. はじめに

1.1 研究の背景及び目的

大都市域は地下空間の高度利用が進み、地下鉄、地下街として利用されているほか、駐車場、商業施設、事務所、倉庫などのような小規模空間としても利用されるなど、地下空間の利用は多種多様である。その一方で、毎年のように集中豪雨により都市河川流域の低地帯・低層部で浸水被害が発生しており、1999年7月の関東集中豪雨、2003年の福岡集中豪雨、2005年9月の東京集中豪雨などでは、地下空間に大量の水が流れ込み大きな被害を出した。地下空間は、浸水により人命や建物・地域の機能損傷に関わる重大な被害を生じる恐れがあるため、浸水危険の予測評価、管理者への情報伝達、建物内への流入防止、浸水時の避難誘導体制など、個別の対策が必要である。大規模地下空間においては比較的対策が進んでいるが、中規模・小規模な地下空間を有する多数の建物においては豪雨及び洪水に対する危険性が明らかにされておらず、まだ有効な対策が不十分であるのが実情である。

本研究は、昭和以降3回の高潮によりほぼ全域が1m以上水没した大阪市西区を対象に、建物の浸水危険性と出入口部の断面構成とのかかわりを明らかにすることで、今後、浸水想定区域に建てられる建物の断面計画や有効な浸水対策を講じるための、有益な示唆を得ることを目的とする。

1.2 既往の研究

都市域における地下空間に関する研究は、これまで数多く行われてきているが、多くは土木・建築分野での構造面からの研究であり、地下空間の安全性や浸水危険性低減のための建築計画を対象にした研究は少ない。最近になって、集中豪雨と洪水による地下空間の浸水危険性が認知されるようになり、地下空間での浸水対応策と地下空間の安全性確保のため、建築の計画、設計、施工、運営及び管理段階から体系的な対策案が示された^{1) 2)}。建築分野において、浸水被害低減対策を考えた研究は、都市型水害における地下空間の危険性について検討した今和泉孝幸³⁾、浸水被害による損失が大きい図書館と博物館に対し浸水被害の現状とその対策状況を調査し、浸水対応計画を提示した橋間聖介⁴⁾、地下空間浸水時の避難シミュレーションを開発し、地下空間浸水事故の事例に適用した安福健祐⁵⁾などがある。しかし、浸水想定区域図に基づき、実際建物の浸水危険性と利用状況・断面計画・空間構成計画とのかかわりから考えた研究は少ない。

1.3 用語の定義

本研究で使用する用語の定義を以下に示す。

- ① 浸水危険地区：過去にくり返し浸水被害が生じた地域。
- ② 建物の低層部：本研究では、建物の1階、及び半地下を含む地下階とする^{注1)}。

* 大阪大学大学院工学研究科 博士後期課程
** 大阪大学大学院工学研究科 助教授・博士(工学)

Graduate School of Eng., Osaka Univ., M. Eng.
Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Osaka Univ., Dr. Eng.

- ③ 地下階：本研究では、事務室、管理人室、商店、住居、駐車場など、常時人が出入りする部分がある地下階を対象とし、人間活動が行われていない機械室や電気室のような空間のみが存在する階を除く。
- ④ 浸水想定区域：大阪市が作成した防災マップ^②により、浸水が想定される区域に指定される範囲。大阪市の防災マップでは、区域の想定浸水深が表1のように決められている。
- ⑤ マウンドアップ：浸水に対し、出入口などの前面を周辺より高くすることで、その効果を発揮する対策^③。
- ⑥ 超水深：階段最上段から、想定浸水深時の水面までの高さ^④。
- ⑦ 浸水対応高さ：建物の出入口において、防水板がある場合は車道中央から防水板の最上端までの高さ、防水板がない場合は建物前面車道中央から階段最上段までの高さ。

表1 大阪市防災マップにおける浸水想定区域の浸水深とその想定

浸水想定区域	想定浸水深	地盤高	浸水危険性
I 区域	浸水なし	高	低
II 区域	50cm 未満	中	中
III 区域	50～100cm 未満	低	高

1.4 研究の範囲と方法

過去、大阪市に重大な浸水被害を及ぼした例としては室戸台風(1934年9月)、ジェーン台風(1950年9月)、第二室戸台風(1961年9月)があるが、地下水汲み上げによる地盤沈下が激しいうえに当時四周を川で囲まれていた西区では、特に被害が甚大であった(図1)。最近のあいにく都市域での集中豪雨により、建物低層部の浸水危険性に対する社会の認識は少しずつ高まっており、大規模建築の出入口や地下鉄や大規模地下街の出入口には防水板の設置・マウンドアップなどの浸水対策が講じられているが、中・小規模建物の出入口

図1 対象地域の位置と過去浸水区域図

と地下空間には、浸水に対する備えが不十分である。その理由としては、浸水の危険性が十分に認識されていないこと、浸水対策より出入口部におけるデザイン性や利用者の利便性が優先されやすいこと、浸水対策にかかる金銭的・空間的余裕がないこと、浸水の防止・低減対策に関する法的整備が進んでいないこと、浸水対策がバリアフリー化と矛盾することなどがあげられる。

本研究は、こうした建物低層部の浸水危険に着目し、大阪府大阪市西区の38丁目目内に立地している建物のうち、地下空間を有する建物214棟(図2)を対象^⑤に、以下の調査と分析を行った(図3)。

- ①浸水危険地区に存在する地下空間を有する建物の概要及び低層部の利用実態、②想定浸水深(HH)に基づく建物出入口部の浸水対策、③建物の断面に基づく浸水に対する安全・危険性の分析—想定浸水深時の建物ごとの地下空間への流入量 Q ^⑥の予測、想定浸水深(HH)

図2 大阪市西区における対象建物の位置図

* 流入量(Q)は国土技術政策総合研究所で実施された「階段を通じた地下空間への氾濫水流入に関する実験」の実験式(文2, p. 127)をもとに算定。

図3 出入口部における調査項目と浸水との関係

からの余裕高さ(MH)と超水深(H)の算定、④建物出入口部における高さに関する整備方法の検討

2. 調査対象建物の概要

2.1 調査対象建物の竣工時期と階数

調査対象建物の竣工時期は、現地調査で建物定礎板に記入された竣工年月により判断し、定礎板がない場合は1972年6月から2005年7月までの住宅地図を参照して、おおよその竣工時期を推定した。

竣工時期別にみると、1982年10月から1992年4月以前に竣工した建物が70棟(32.7%)で一番多く、次いで72年6月以前の69棟(32.2%)、79年7月から82年9月までの49棟(22.9%)、92年5月から2005年7月までの26棟(12.2%)の順に多い(図4)。

地下階がある対象建物214棟の地下階数の割合は、地下1階が199棟(93.0%)、地下2階以下が15棟(7.0%)である(図5)。

2.2 建物低層部の利用実態

浸水による人的被害の程度は、常に存在する人数の多少や、利用者が特定か不特定かにより大きく変化する。常に人が存在している空間や不特定多数が出入りする空間は、浸水時に人的被害が発生する可能性が高い。

建物低層部の用途別利用^{注8)}割合を図6に示す。対象214棟の建物低層部において、1階にある施設^{注9)}が298件、地下1階以下にある施設が254件である。

1階の利用形態は、商業・文化施設127件(42.6%)、業務施設110件(36.9%)の二つで大半を占め、その他は倉庫・管理入居(7.0%)、駐車場(4.0%)、空室(3.4%)が続く。地下階の利用形態は、商業・文化施設(47.6%)が121件でほぼ半数を占め、次いで、駐車場(19.7%)、業務施設(17.3%)の順に多く利用されている。

図4 対象建物の竣工時期

図5 対象建物における地上階数と地下階数との関係

3. 建物の流入口における高さの実態

浸水被害は水位が想定浸水計画を上回る結果、マウンドアップや防水板を溢水したり、破損したガラスから水が入ってきて起きる。そこで、防水板の設置実態を明らかにしたうえ、建物出入口における浸水対応高さ(CH)と想定浸水深から建物ごとの余裕高さ(MH)・超水深(H)、車道中央からガラス枠下端部までの高さ(WH)でガラス腰壁部^{注10)}の余裕高さ^{注11)}を検討した。対象建物は浸水想定区域Ⅰ(想定浸水なし)内に15棟、浸水想定区域Ⅱ(同50cm未満)に187棟、浸水想定区域Ⅲ(同100cm未満)に12棟が立地している(図2)。

3.1 防水板の設置状況

防水板は建物出入口からの浸水被害を阻止または低減するため、既存の建物にも適用される有効な浸水対策である。

建物低層部における出入口は、屋外から直接1階または2階に通じる出入口、屋外から直接地下階に通じる出入口が分かれている場合がある。2階への直通出入口を除いた出入口の防水板の有無を図7に示す。1階への出入口には、214棟のうち、31棟(14.5%)、屋外から地下階への直通出入口には30棟(14.0%)に防水板が設置されている^{注12)}。

214棟の対象建物の竣工時期別^{注13)}にみた防水板の設置割合を図8に示す。竣工時期別にみると、防水板の設置割合は、全体では214棟のうち42棟(19.6%)である。1992年4月以前は20%未満であるが、1992年5月から2005年7月の間に竣工した建物は38.5%で、それ以前と比べて設置割合が約2倍になっている。これは、1990年・

図6 建物低層部の用途別利用割合

図7 建物低層部への出入口別にみた防水板の有無

91年に相次いで西日本を襲った台風が大きな風水害をもたらしたこと、93年には北海道南西沖地震により奥尻島で大きな津波被害が発生したこと、兵庫県南部地震(1995年)で淀川河口右岸の堤防が液状化により崩壊したこと、南海地震などによる大阪沿岸の津波被害や豪雨により淀川の堤防が決壊した時の浸水被害予測が公表されたことなどの影響が考えられる。しかし、設置割合が5割に満たないことは、浸水被害に対する意識がまだ低いことの現れてあり、浸水防止策の必要性の啓発と、浸水防止策の実施が急務である。

3.2 想定浸水深に基づく余裕高さの算出

竣工時期別にみた想定浸水深と流入口(出入口・ガラス腰壁部)の

図8 竣工時期別にみた防水板の設置割合

注1) グラフ内の数値は棟数

注2) ガラスの分析においては1階部分にガラスがない15棟を除く

図9 竣工時期別にみた想定浸水時の流入口(出入口・ガラス腰壁部)の余裕高さの分布

注 1) グラフ内の数値は棟数

注 2) ガラスの分析においては1階部分にガラスがない15棟を除く

図 10 浸水想定区域別にみた想定浸水時の流入口(出入口・ガラス腰壁部)の余裕高さの分布

余裕高さの分布を図9に示す。全214棟のうち、174棟(81.3%)の浸水対応高さ(CH)が想定浸水深(HH)より低い。竣工時期別にみた建物の余裕高さ(MH)の平均は-20cm~-40cmが最も多い。また、1982年10月から1992年4月に竣工した建物が平均-30cmで、竣工時期別では平均値が最も低い。

1階部分にガラスがない15棟を除いた建物199棟のうち、ガラス枠下端部までの高さ(WH)が想定浸水深(HH)より低い建物は、115棟(57.8%)である。平均的にはWHがHHより高いが、HHより低い建物も多い。

72年6月以前の建物は66棟中34棟(51.5%)、72年7月から82年9月の建物は44棟中25棟(56.8%)、82年10月から92年4月の建物は67棟中42棟(62.7%)、92年5月から2005年7月の建物は22棟中14棟(63.6%)で、想定浸水深(HH)より低くなる建物の割合は増加傾向にある。

浸水想定区域別にみた想定浸水時の流入口(出入口・ガラス腰壁部)の余裕高さを示したのが図10である。

浸水想定区域Ⅱに存在する調査対象建物187棟中162棟(86.6%)、浸水想定区域Ⅲでは全建物で余裕高さ(MH)がマイナスになる。浸水想定区域Ⅲは出入口のすべてと大部分のガラス腰壁部(11棟中9棟)

の余裕高さがマイナスで、浸水被害の発生が予測される。

出入口はマウンドアップや防水板で余裕高さを大きくすることができる。ガラスの場合は、腰壁がある場合はある程度の浸水防止・浸水遅延効果が期待できるが、間口長さが大きいガラスでは、浸水時の水圧や浮遊物の衝突によるガラス破損の可能性が高まることを考えれば、強度が高く割れにくいガラスの使用が望まれる。

4. 出入口からの流入量の予測と流入・浸水の恐れ

4.1 浸水防止対策と流入・浸水の恐れ

出入口からの流入量の予測は、建物が立地している区域の最大想定浸水深に達した時の防水板あるいはマウンドアップの溢水状況を想定して行なった。建物の出入口が複数存在する場合は、各出入口の流入量を全て加えた。

浸水想定区域別・竣工時期別にみた浸水対策と流入・浸水の恐れの総合的な状況を図11・図12に示す。図11、図12のAとBが、浸水対応高さ(CM)より想定浸水深(HH)が高いため、出入口からの流入・浸水の恐れがあるものである。

図11より、浸水想定区域別では、区域Ⅱで187棟中162棟(86.7%)、区域Ⅲでは12棟の全てで浸水対応高さ(CH)より想定浸水深が大きい

図 11 浸水想定区域別にみた出入口の浸水防止対策と流入・浸水の恐れ

注) 凡例は図 11 と同じ

図 12 竣工時期別にみた出入口の浸水防止対策と流入・浸水の恐れ

く、マウンドアップだけでは浸水対策として不十分であることがわかる。合計では、浸水対応高さ (CH) が低いのに防水板が設置されていないため流入・浸水の恐れのある建物が 154 棟 (72.0%)、防水板を設置しても想定浸水深に達しないため流入・浸水の恐れがある建物は 20 棟 (9.3%) である。全 214 棟のうち、20 棟 (9.3%) でマウンドアップの高さが想定浸水深より高くとられている。

図 12 より、浸水に対し何らの対策もない建物 (A) の割合は、92 年 4 月以前は 70% 以上で、82 年 10 月から 92 年 4 月に竣工した建物が 78.6% で一番高いが、92 年 5 月～2005 年 7 月に竣工した建物は 57.7% に急減で、防水板があっても流入・浸水の恐れがある建物 (B) を加えた割合は 73.1% とさらに高くなる。

4.2 流入量の予測と浸水防止対策の有効性

国土技術政策総合研究所で実施された実験に基づいた算定式 (図 3 の⑩) を用いて、マウンドアップと防水板を考慮し、想定浸水時の建物ごとの全体出入口から流れ込む水の流入量 (以下、流入量 Q) (m^3/s) を計算した。流入量別に対象建物の数を示したのが図 13 である。対象建物のうち、低層部に水が流入する建物の数は 174 棟で、そのうち、流入量 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下は 126 棟 (72.4%)、次いで $2 \sim 4 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下が 37 棟 (21.3%) で、最大は $8.82 \text{ m}^3/\text{s}$ となった。

防水板がある建物 42 棟について、防水板の設置前後の流入量の変化を比較し、防水板の有効性を示したのが図 14 である。設置後の流入量の減少は大きい、防水板の設置で流入を完全に防止できる建

図 13 流入量 (m^3/s) 別の棟数

図 14 流入量の変化からみた防水板の有効性

図 15 流入量が多い建物出入口部の一例

物は 42 棟中 22 棟 (52.4%) で、ほぼ半数である。

流入量が多いのは、建物の出入口の幅が非常に広い、地下への直通出入口までの高さが低い場合が多い。建物内への流入量が多いと予測される建物の出入口部の例を図 15 に示す。

4.3 断面計画のパターン別流入量と余裕高さ

流入口での浸水防止能力を高める方法の一つが、浸水対応高さの確保である。出入口部の断面パターンはさまざまであるが、調査により見出した建物の出入口部のパターンと、それぞれの浸水対策を図 16 に示す^{注 14)}。

階段でマウンドアップさせた I パターンが最も一般的なパターンで、1 階への出入口の 63.6%、地下階の出入口の 43.1% がこれに該当する。また、すべてのパターンで、1 階への出入口の 94.4% にドアが付いているが、地下への出入口には 85.0% にドアがない。

流入量 (Q) は、全てのパターンで $2 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下 ($0 < Q \leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$) の割合が多いが、II パターンと IV パターンの場合は $2 < Q \leq 4 \text{ m}^3/\text{s}$ も多く、浸水に対する危険性が高い。特に IV パターンは、地下駐車場への出入口として利用されるためドアがない割合が高く、防水板の設置による余裕高さの確保が不可欠である (図 3 参照)。余裕高さの確保により、浸水恐れは低くなる。

余裕高さを確保した建物 ($Q=0$) の割合は、I パターンの 1 階への出入口 (19.1%)、I パターンの地下への出入口 (18.9%)、II パターンの 1 階への出入口 (16.7%)、IV パターン (15.6%) の順に大きい。

5. まとめ

地下空間の浸水危険性をあらかじめ把握するため、大阪市西区を対象に下空間を有する建物の実態と出入口部の浸水対策を明らかにした。また、想定浸水深を考慮した建物の浸水可能性を求め、浸水危険性を分析した。

パターン		I パターン		II パターン		III パターン		IV パターン
出入口部の断面図
アプローチ		1F	地下	1F	地下	1F	地下	地下
ドア (浸水遅延効果あり)	ドア付き	186 (95.9%)	18 (17.0%)	14 (77.8%)	3 (15.0%)	2 (100.0%)	1 (50.0%)	2 (6.3%)
	ドアなし	8 (4.1%)	88 (83.0%)	4 (22.2%)	17 (85.0%)	—	1 (50.0%)	30 (93.7%)
	全体	194	106	18	20	2	2	32
流入量 Q (m³/s)	Q=0	37 (19.1%)	20 (18.9%)	3 (16.7%)	3 (15.0%)	—	—	5 (15.6%)
	0<Q≤2	118 (60.8%)	64 (60.4%)	7 (38.9%)	7 (35.0%)	1 (50.0%)	2 (100.0%)	17 (53.1%)
	2<Q≤4	30 (15.5%)	16 (15.1%)	6 (33.4%)	7 (35.0%)	1 (50.0%)	—	10 (31.3%)
	4<Q≤6	7 (3.6%)	5 (4.7%)	1 (5.5%)	2 (10.0%)	—	—	—
	6<Q≤8	1 (0.5%)	—	—	—	—	—	—
	8<Q≤10	1 (0.5%)	1 (0.9%)	1 (5.5%)	1 (5.0%)	—	—	—
余裕高さ MH (cm)	100 以上	1 (0.5%)	1 (0.9%)	1 (5.5%)	1 (5.0%)	—	—	—
	50≤MH<100	1 (0.5%)	1 (0.9%)	—	—	—	—	—
	0≤MH<50	35 (18.1%)	18 (17.0%)	2 (11.1%)	2 (10.0%)	—	—	5 (15.6%)
	-50≤MH<0	149 (76.8%)	82 (77.4%)	13 (72.3%)	15 (75.0%)	2 (100.0%)	2 (100.0%)	27 (84.4%)
	-100≤MH<-50	8 (4.1%)	4 (3.8%)	2 (11.1%)	2 (10.0%)	—	—	—
防水板設置可能箇所		40 (20.6%)	20 (18.9%)	2 (11.1%)	4 (20.0%)	—	—	7 (21.9%)
車道中央と防水板の設置可能面		防水板の設置可能面>車道中央		防水板の設置可能面=車道中央		防水板の設置可能面<車道中央		防水板の設置可能面=車道中央
パターンの特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・建物の一般的な形 ・マウンドアップがあるもの ・浸水開始時間により対処時間が稼げる ・単位幅あたりの流入量が相対的に小さい 		<ul style="list-style-type: none"> ・利用の便利 ・マウンドアップがなく、歩道と1Fフロアレベルが同一高さのもの ・地域浸水とほぼ同時に浸水開始 ・単位幅あたりの流入量が相対的に中程度 		<ul style="list-style-type: none"> ・地域浸水と共に浸水開始 ・車道中央よりも1Fフロアレベルが低いもの ・充分な高さの防水板必要 ・単位幅あたりの流入量が相対的に大きい 		<ul style="list-style-type: none"> ・地下駐車場への車路部 ・ドアがない場合が多い ・地域浸水とほぼ同時に浸水開始 ・浸水時間が早い ・単位幅あたりの流入量が相対的に中程度

注) 前面道路に接している前面出入口として、1階フロアへの出入口は総 214 棟、地階フロアへの出入口は総 160 棟のパターンを分析した。

図 16 建物出入口部の断面パターンからみた浸水対策と対象建物の数

その結果、大阪市西区に立地している建物で地下に常時人がいる室を有する 214 棟の調査対象建物のうち、174 棟(81.3%)が浸水被害を受ける危険があること、それにもかかわらず浸水対策である防水板の設置割合・マウンドアップの割合が低いことが明らかになった。このことは、地下空間の浸水危険性に対する認識が不十分であることをうかがわせる。

浸水危険性が高い地域に建つ建物の建築計画は、立地地域の想定浸水深の確保、階段及びスロープなどのマウンドアップに関する平面・断面計画、出入口部における防水板の設置位置及び高さの設定を考慮した上、想定されている浸水深に対応する余裕高さを確保しなければならない。しかし、マウンドアップによる流入口(出入口・ガラス腰壁部)の余裕高さの確保や防水板の設置が必要であるが、バリアフリー化のため、マウンドアップができない場合は、防水板を

設置が不可欠である。浸水予防対策とともに、浸水被害の発生が予測される場合の情報の伝達方法、漏電・停電に対する二次災害対策、浸水時の排水施設の機能維持、地下空間からの安全な避難経路の確保と誘導も必要である。

地下空間は多くの利点を持っているが、浸水に対しては脆弱である。不特定者の多数利用する商業・文化施設として、広く地下空間を利用する場合は、浸水対策を講じておく必要がある。過去の浸水事例を教訓にした適切な浸水対策を講じることで、浸水危険性は大幅に減ると考える。しかし、浸水対策を有効にし、浸水被害を少なくするためには、マウンドアップや防水板だけの防止対策でなく地域防災計画などでのソフト面の対策も不可欠である。

今後は、ここで示した既存建物の出入口部における断面計画での適切な浸水防止対策だけでなく、地下階の床面積や容積との関係、

ハード面の改修による浸水防止対策、危険が予測される建物の日常管理や非常時の対応などのソフト面の対策を検討していく予定である。

注

- 注1) 本稿における建物の低層部とは1階と地下階を指す。なお、建築計画上は、地下階も低層部に含めて考えるので(文6)、本稿でも地下階を低層部に含めている。
- 注2) 防災マップは地域の地形、地盤の高低及び下水道の容量などに基づいて、当該区域が浸水した場合に想定される水深を示した浸水想定区域図の上に避難所と緊急連絡先などを示したものである。本研究で用いたのは、平成12年の東海豪雨級の豪雨が大阪に降った場合を想定し作成された大阪市西区の防災マップ(文11)に載っている浸水想定区域図と、大阪市地域防災計画書(文12)のp.6に載っている浸水想定区域図である。細部の読取りは困難であるが、西区全域の大局的な浸水危険性を把握するにはきわめて有用であること、他に信頼性のある防災マップがないことから、本研究では、その資料を利用することにする。
- 注3) 文献2のp.85による。
- 注4) 防水板があっても流れ込む場合の超水深は、防水板上端部から水面までの高さである。また、超水深がマウンドアップより下であった場合や防水板より下であった場合、超水深は0になり、浸水の恐れはない。
- 注5) 地下空間を有するか否かは、住宅地図(文13)に地下階が記載されているが否かで判定した。また、補足的に現地調査でも確認した。
- 注6) 文献2のp.127の算出式をもとに計算。
- 注7) 文献2のpp.85～86の図をもとに再作成。
- 注8) 用途別利用は地下空間での人間活動に対する観点から、以下のよう分類した。
- ①不特定多数が常時利用する用途：商業・文化(展示空間)、金融、医療
 - ②不特定少数が常時利用する用途：駐車
 - ③特定多数が常時利用する用途：業務、住居
 - ④特定少数のみが出入りする用途：倉庫・管理入室、空室
- 注9) 一つの階に複数の同じ用途が存在する場合は、それらを1用途利用として計算する。
- 注10) 本研究でのガラス腰壁部とは外壁面下端部からガラス枠下端部までの部分を指す。
- 注11) ガラスが複数箇所ある場合の余裕高さは、ガラス枠下端部までの高さが一番低いガラスを対象とする。
- 注12) 一棟において一箇所の出入口でも防水板が設置されていれば、防水板がある建物とみなしている。
- 注13) 竣工時期別の区分は、調査に利用した住宅地図(文13)の発行年を前提に、西区が最後に水没した年(1961年)からおおむね10年ごとに設定した。
- ①～1972年6月：第二室戸台風による水没からおおむね10年間で、浸水被害の記憶が残っている時期。
 - ②1972年7月～1982年10月：特に関西で大きい水害がなかった平穏期。
 - ③1982年11月～1992年4月：1983年に発生した日本海中部地震による津波被害があったが、基本的には②と同様である。なお、1981年に建築基準法の新耐震基準法が施行された。
 - ④1992年5月～2005年7月：1990年・91年に相次いで西日本を襲った台風により、大きな風水害を受けた、93年には北海道南西沖地震により奥尻島で大きな津波被害が発生した、94年には北摂を中心に局地的豪雨が発生し、大阪空港が水没したなど、水害が

相次いだ時期。また、1998年には旧近畿地方建設局が予測した淀川左岸決壊時の冠水予想図が公表された。

注14) 図16に示している断面パターンは、調査対象建物214棟の出入口の分類に基づくもつであるため、実在しうるすべてのパターンを示すものではない。

参考文献

- 1) 地下空間における浸水対策ガイドライン・同解説、日本建築防災協会、2002.6
- 2) 地下街等浸水時避難計画策定の手引き、日本建築防災協会、2004.5
- 3) 今和泉孝幸、清家規、多賀直恒：都市型水害における地下空間の危険性に関する検討—1999.6.29 福岡水害のケーススタディー—、日本建築学会九州支部研究報告 vol.39, pp.201-204, 2000.3
- 4) 橋間聖介、森田孝夫、高木真人、扇谷圭一、田原元気：豪雨による浸水被害がおきやすい図書館と博物館の建築的特性とその防災計画について、地域施設計画シンポジウム vol.19, pp.151-156, 2001.7
- 5) 安福健祐、阿部浩和、山内一晃、吉田勝行：メッシュモデルによる避難シミュレーションシステムの開発と地下空間浸水時の避難に対する適用性、日本建築学会計画系論文集, no.589, pp.123-128, 2005.3
- 6) 超高層事務所ビル 執筆委員会：建築計画・設計シリーズ23 超高層事務所ビル, p.48-53, 市々谷出版社, 1987.6
- 7) 大阪市：大阪市風水害誌, 大阪市, 1935.5
- 8) 大阪府・大阪市：西大阪高潮対策事業誌, 大阪府・大阪市, 1960.3
- 9) 大阪府：第二室戸台風災害誌, 大阪府, 1962.3
- 10) 館建一郎、式富一秀、水草浩一、末治忠司、吉谷純一：階段を通じた地下空間への氾濫水流入に関する実験、土木研究センター 土木技術資料 43-2, 2001
- 11) 大阪市防災会議：防災マップ—パンフレット—, 大阪市, 2004.3
- 12) 大阪市防災会議：大阪市地域防災計画, 大阪市, 2004.3
- 13) ゼンリン住宅地図-大阪市西区-, ゼンリン, 1972・1976・1978・1982・1985・1988・1990・1992・1994・1996・1997・1999・2001・2004年版

(2006年6月10日原稿受理, 2006年11月21日採用決定)