

50万都市福山における地下空間利用施設の現状 調査及び水災害時の防災対策に関する考察

REPORT ON THE SURVEY OF UNDERGROUND SPACE FACILITIES OF FUKUYAMA CITY AND WATER DISASTER PREVENTION MEASURES

奥山 健二^{1*}

Kenji OKUYAMA^{1*}

Now, the city in Japan has suffered serious damage from the tsunami of a great earthquake and typhoon also local severe rain, etc. The tsunami by Kanto and a Tonankai earthquake will come for the near future to the Chugoku-Shikoku district. In big cities, the research and the measure against the safety at the time of the disaster over those underground centers are taken. However, the city Fukuyama has not formed prediction or a measure to the subterranean space disaster by water, either. Public subterranean space which many and unspecified persons use, such as underground in front of a station, a basement car park, passage, department store underground, are located in the Fukuyama city. The Fukuyama city needs the surveillance study about the measure against disaster prevention refuge at the times of the disaster of such subterranean space. In this investigation, it is the purpose to form the safety measures at the time of disaster and to draw up the safety measures of the city life of the Fukuyama citizen and a visitor.

Key Words : *Underground space, underground passage, safety, Fukuyama city, water disaster*

1. はじめに

2011 年の東北大震災津波、また地球規模の気候の変動に伴う台風や集中豪雨(都市ゲリラ雷雨)など水による自然災害が沿岸都市を襲っている。近い将来に関東・東南海地震による津波も中国・四国地方に予測されている。実際には 1999・2003 年の福岡市水害(ビル地下浸水)、1999 年の東京(地下街浸水)、2000 年東海豪雨災害(名古屋市中地下空間浸水)などがおき死者も出ている。東京、名古屋、大阪、福岡の大都市ではそれらの地下施設に対する現状の利用状態の把握やそれらに対する災害時の安全の研究・方策・対策がなされ始めている。しかしながら地方中核都市である瀬戸内海に面した 50 万都市福山市に於いては、水による地下空間災害に対する予測も対策も立てられてない。

福山市に於いても福山駅南地下送迎場、福山駅南地下駐車場、福山駅南地下歩道、デパート地下食品売り場、複合ビルの地下商店などの不特定多数の利用する地下空間が存在する。福山市はこれらの調査研究・対策を早急になすべきであるが、現在までなされていない。本調査研究では、上記の公共地下空間施設と商業地下空間利用

施設の現状を調査対象とし、

1) 福山市における公共地下利用施設と商業地下利用施設の具体的把握

2) 福山市地下施設の水による災害予測
この調査研究は、福山市民及び来訪者の都市生活に於ける不特定多数の利用する地下空間浸水災害の安全策を提案することが目的である。

2. 福山市地下空間現況調査

(1) 福山市の既存市街地の歴史(水野勝成の築城と治水・干拓事業)

広島県の東に位置する福山市(人口 47 万人)は瀬戸内海沿岸の中央に位置しており、古来「潮待ちの港」として栄えてきた。市は、「鞆」と芦田川河口に広がる中州とその周辺に、江戸時代、初代藩主水野勝成(1564 年~1651 年)によって築城と治水・干拓が行われ、城下町として発展してきた。その城下町を建設したのは「土木の神様・名人」と言われた神谷治部(？~1662 年三河国出身)であり、藩主命で行った干拓で現在の福

キーワード：地下空間、地下歩道、安全、福山市、水災害

1 非会員 福山市立大学 都市経営学部 Professor, Faculty of Urban Management, Fukuyama City University, (k-okuyama@fcu.ac.jp)

山市城南の平地の大部分が出来上がった。後世に、世界最大の製鉄所 J F E も 1964 年に備後工業整備特別地域の指定を受け埋立地に建設され現在に至っている。

戦前、繊維の城下町として繁栄したが空襲で城と城下町は消失し、戦後山陽本線福山駅の南側に近代ビルが建設され、1967 年（藤本ビル）頃から新築ビルの地下が建設され始めてきている。山陽本線南側駅前は芦田川下流の土砂堆積層であり埋立地であるため地下水位が 3.5 ～4.5m（昭和 45 年のボーリング調査データ）と高く、地下建設の防水対策費が掛かる状態にあるが、地下建設当初の 70 年代から 2011 年の再開発（アイネス福山）までに、公共地下及び私設地下空間も含めて 7 万㎡の地下空間が建設されている。

(2) 福山市の過去の水災害

福山市街地西部を流れる芦田川は三原市蔵宗（標高 570m）に発し、7 つの支川を合わせて瀬戸内備後灘に注ぐ、延長 86 km、流域面積 860k ㎡の一級河川である。地形的に福山市中心市街地は、江戸時代から福山城の直ぐ南を走る山陽本線の南と芦田川東側のデルタ地帯と備後灘を埋め立てた上に建設されたものである。芦田川流域の気候は、年間を通じて日照時間が多く、降水量が少ない瀬戸内式気候区に属し、年平均降水量は流域平均雨量で約 1,100 mm と全国平均の約 6 ～7 割程度で、降水量の少ない地域である。芦田川の治水工事は江戸時代からであるが、堤防の決壊などによる氾濫は毎年起こっていた。

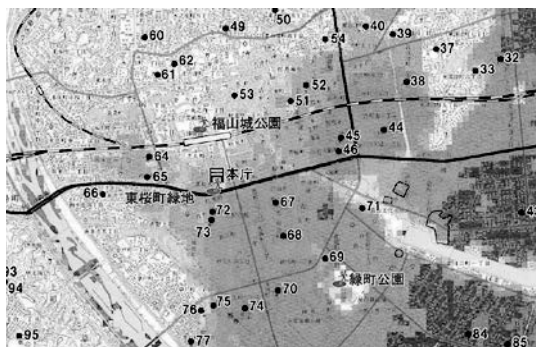


図-1 高潮浸水予測地域図

大正 8 年 7 月に梅雨前線による大雨で、死者 23 名、家屋浸水 6,238 戸という大洪水に見舞われた。また、昭和 20 年 9 月に枕崎台風によって、死者 85 名、家屋全壊 122 戸、家屋浸水 2,714 戸にのぼる被害があった。昭和 47 年の大雨でも死者 6 人、昭和 51 年台風 17 号、昭和 60 年の大雨、平成 10 年の台風 10 号、平成 20 年の集中豪雨などによる水災害で死者や家屋浸水などの被害が繰り返されている。平成 14 年「東南海・南海地震に係わる地震防災対策の推進に関する特別措置法」に基づき、

福山市は東南海・南海地震防災対策推進地域に指定された。これを受けて市は津波浸水予測地域や台風等による浸水地域をもとに高潮浸水予測地域を記したハザードマップを作成している（図-1）。

芦田川の国管理区間は、水防法 10 条に基づき、洪水予報河川に指定されている。洪水予報は地域住民の非難に繋がる情報であることから、気象庁と共同して迅速に発表する事となっている。また、芦田川は水防法第 16 条に基づき水防警報河川にも指定されている。しかしながら、地下空間利用施設の把握と利用実態、及び水災害時の避難計画と避難訓練や水災害時の水の圧力や水没実態についての避難の困難さについての情報やその教育は充分とはいえない状態にある。

(3) 福山市の地下空間施設の利用現況(図-2)

福山市の地下空間施設の利用現況は公共で単独地下利用のもの 5 件、民間の商業・業務施設に付帯するもので 29 件存在することが確認された。それらは福山駅前南ロータリーから半径 500m 以内に存在することが知れた。その利用形態は、大きく 3 種類に分類する事ができる。その①は完全な公共地下空間施設で福山駅南自転車駐車場、駅南地下送迎場、駅南口駐車場、駅南地下歩道 2 本、そして②大型商業・業務施設の不特定多数が利用するホテル、複合商業施設、デパート、映画館、公共会館、市役所、銀行など 18 件である。また、③小規模のビルの地下の飲食店などは 9 件あり、機械室・倉庫・未使用のもの 3 件ある。それらの地下空間施設の利用の部分的には駐車場や機械室も含まれている。福山駅前南は海の埋め立ての為に地下水位が高く、建築地下工事は防水が技術的に高度でかつ工事費が高価な為地下建築物は多くはなく、天満屋デパートの地下 3 階が一番深く地上から 12m ～14.5m の深さである。他は地下 2 階利用が 6 件であり、最も新しい建設の複合商業施設・高層マンションであるアイネス福山は地下 1 階建てであるが、地下 1 階の地上からの床の深さは一番深く 4.6m が特筆できる。

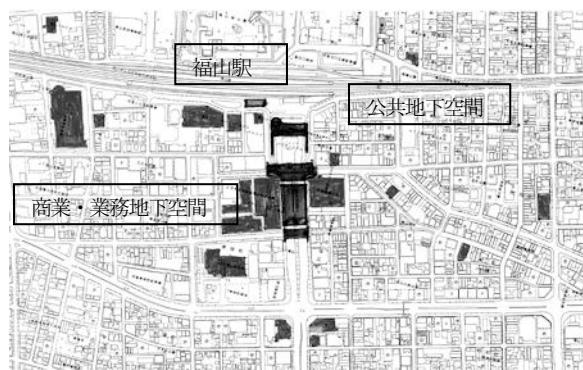


図-2 福山市地下空間利用施設

(4) 福山市に存在する地下空間利用施設

①公共地下空間 5 箇所は駅前自転車置き場、駅前地下送迎場、国道下公共地下駐車場、地下歩道 2 本であり、総面積 8,646 m²存在する。それぞれ地表から地下 3.6m から 5.5mの深さに床面がある。(表-1)

②大型商業・業務施設の地下空間施設利用は 18 件あり、映画館、イベント広場、食品売り場、レストラン、飲食、店舗、駐車場などに使われ、不特定多数の利用が見込まれる。その総面積は 60,260 m²あり、地階の階高は 4～6.4mまであり、地表面から 4.2～14.5m の深さに利用床がある。(表-2)

③上記②以外の 200 m²以下の小規模建築の地下空間利用は 9 件在し、カラオケ、飲食、倉庫、機械室などに使われ、3 件の未使用もある。これらの地下施設は道路に面した 1 ヶ所の地下へ通じる階段で利用されている場合が多く見受けられる。

上記のように福山市には 3 種類に分類できる地下空間施設利用の現状が知れ、3 種類の地下空間利用施設の個々の安全の為に建築的詳細を調べて、その避難対策を考察する。また、その施設ごとの特徴を把握し利用者の安全避難対策をも考察する。

2005 年水防法制定により地下街等の地下施設の避難確保計画策定の義務化、水害時に利用者が安全に非難の確保させる義務化がなされた。地下空間浸水の要因に、都市水害（高潮、津波、河川氾濫等）があり、近年頻発する都市型局所豪雨が注目されている。地下空間には、150 mm/hr の降雨が 1 時間継続で道路冠水・氾濫水流入すると言われている。その対策は 2 つあり、一つはハー

ド面の土木・建築的浸水対策であり、二つ目はソフト面の安全を配慮した避難計画である。

3. 個々の主な地下空間施設の現状把握と施設の安全に対する考察

(1) 駅前公共地下空間施設 (表-1)

ここでは不特定多数の利用客の多い個々の施設の地下空間の地上との連絡箇所、その入り口の海拔など、資料収集を目的とした現地調査をおこなった。公共地下空間 5 箇所は駅前自転車置き場、駅前地下送迎場、国道下公共地下駐車場、地下歩道 2 本をとり上げた。

表-1 福山市公共地下空間施設

該当箇所	完成年	収容台数	面積
福山駅南自転車駐車場	平成 18 年	737 台	800.3 m ²
福山駅南地下送迎場	平成 24 年	乗降場 7 台 駐車場 13 台	2605.2 m ²
福山駅南口駐車場	昭和 55 年	146 台	4746.0 m ²
福山駅南地下歩道 (駅側)	昭和 55 年		1011.2 m ²
福山駅南地下歩道 (国道側)	昭和 55 年		402.9 m ²
合計			9586.6 m ²

表-2 福山市商業・業務地下空間利用施設

建築年	建築物名称	住所	地上階	地階	B3床面積(m ²)	B2床面積(m ²)	B1床面積(m ²)	床面積合計	地階用途
1967(S42)	藤本ビル	福山市伏見町4-33	7	1			473	473	映画館
1970(S45)	福山信愛ビル	福山市霞町一丁目1-1	8	2		104	1,021	1,125	倉庫・機械室等
1970(S45)	ホテル1・2・3福山	福山市東桜町1-41	7	2		1,476	2,772	4,248	(B1)パチンコ店・テナント店舗(未使用)・機械室等 (B2)機械室・電気室等・配管ス
1971(S46)	トモテツビル	福山市三之丸町2-14	8	1			967	967	飲食店舗・機械室等
1972(S47)	インベリアル会館	福山市船町4-2	5	1			687	687	カラオケボックス・事務室・便所・機械室
1974(S49)	福山と〜ぶホテル	福山氏三之丸町1-1	10	1			210	210	喫茶店・便所・機械室
1975(S50)	元町フレンドル	福山市元町15-34	6	1			258	258	店舗
1976(S51)	CASPA	福山市三之丸町1-8	8	2		874	2,818	3,692	(B1)店舗・機械室等 (B2)機械室・電気室
1980(S55)	福山YMCA	福山市西町二丁目8-1	6	1			596	596	トレーニングルーム・電気室・機械室等
1984(S59)	福山ニューキャッスルホテル	福山氏三之丸町8-16	15	2		1,397	3,341	4,738	(B1)テナント店舗・飲食店舗・貸室・ラウンジ・エアロビクススタジオ・便所・機械室等 (B2)更衣室・保守員室・機械室等・受水槽
1984(S59)	天満屋福山店	福山市元町1-1	9	3	5,005	4,813	4,913	14,731	(B1)食品店舗・機械室等 (B2)駐車場・機械室等 (B3)駐車場・機械室等
1987(S62)	CINEFUKU	福山市笠岡町3-9	3	1			657	657	映画館
1990(H2)	サンホテル福山	福山市城見町一丁目2-33	10	1			469	469	駐車場・機械室
1991(H3)	エストパルク	福山市東桜町1-21	11	1			2,854	2,854	研修室・文化交流室・イベントプラザ・便所・機械室等
1992(H4)	福山市役所	福山市東桜町3-5	13	1			3,140	3,140	駐車場・電気室・機械室等
							1,428	1,428	
1992(H4)	福山ロッツ	福山市西町一丁目1-1	9	2		7,656	7,584	15,240	(B1)テナント店舗・飲食店舗・機械室等 (B2)事務室・イベント会場・機械室・電気室
1993(H5)	山陽第一ビル	福山市三之丸町10-18	7	1			422	422	貸倉庫・機械室等
2011(H23)	Ines福山	福山市東桜町1-8	28	1			4,325	4,325	テナント店舗・駐輪場・機械室・受水槽
小計					5,005	16,320	38,935	60,260	

a) 駅前自転車置き場

福山駅前の放置自転車の対策として駅改札口を出たところに 737 台の駐輪場を平成 18 年に完成した。勤め人、学生、市街からの買い物客などの利用を見込み、またレンタル自転車も設置している。出入り口は 1 箇所階段と自転車のスロープが設けられている。地表面から床面の深さ 4.6m、総面積 800.3 m²、出入り口は海拔+2.7mにある。階段と自転車斜路出入り口のかさ上げや止水版の装備は取られていない。(写真-1)



写真-1 地下自転車置き場

b) 駅前地下送迎場

福山駅前整備計画の完成と同時に駅前地下送迎場は平成 23 年 7 月に完成した。地上の交通広場はバス路線とタクシー乗降場であり、駅送迎の一般自動車は地下に配置された。駅出入り口に近くに階段とエレベーターが設置され、車の入り口は西側に、出口は東の一方通行である。送迎用乗降場 7 台(身障者用 1 台を含む)送迎用一時駐車場 13 台を設けている。地表面からの床面の深さ 6.1m、総面積 2,605.2 m²、斜路の出入り口は海拔+2.35mにある。歩行者の出入り口階段及びエレベーターの海拔高さは+3.41mである。エレベーターと階段は 50cm の嵩上げはあるが、出入り口斜路に止水版の設置は無い。(写真-2)



写真-2 地下送迎場

c) 福山駅南口駐車場

福山駅南口駐車場は昭和 55 年に完成し、現在の駅前広場開発以前に駅利用客と駅前商業・業務地区の公共駐車場として、駅前の車の混雑を避け違法駐車を無くすために建設された。地下駐車場の出入り口は駅前大通り(箕島線)の中央にあり、海拔+2.61m、地表面からの深さは 4.4m、駐車台数 147 台、総面積 4,767.0 m²である。人の出入り口階段には 30cm の嵩上げはあるが止水版の

装置は無い。斜路にも止水版の装備はない。(写真-3)



写真-3 福山駅南口駐車場

d) 地下歩道 2 本

地下遊歩道は福山駅南口駐車場の北側(駅側)復員 8m、長さ 94m、と南側(国道 2 号線側)幅員 6m、長さ 48.3mあり、それぞれ 4 つの出入り口階段が備えられている。地表からの深さは 4.4m、階段の地表面高さは海拔+2.5mから+2.7mにある。建設年代から当然バリアフリー対策は無く、階段で入り口の嵩上げ 30cmあるが、止水版の装置は無い。(写真-4)



写真-4 地下歩道(南)

(2) 大型商業・業務施設で不特定多数の利用客の多い地下空間施設(表-2)

ここでは不特定多数の客が利用する 4,000 m²以上の地下空間利用施設 4 件を取り上げた。ホテル 1・2・3 福山は 4,000 m²以上あるが地下 2 階は一般客の利用はないため除外した。

a) 福山ニューキャッスルホテル

このホテルは福山を代表するシティホテルであり、市のような会議、結婚式、研修などに使われ、地下一階にはテナント店舗、飲食店舗、ラウンジ、スタジオなどがあり、地下 2 階にも更衣室や貸室があり利用されている。地下商店・飲食店への階段・エスカレーターはホテルロビーの中央にあり、階段巾 6mであり当然止水版の装備は無く、ホテル 1 階の 2 つの出入り口から浸水すれば地下にはそのまま浸水すると考えられる。1 階出入り口の止水版や地下への階段・エスカレーター部での地下への止水版の装置も必要であろう。(写真-5)



写真-5 福山ニューキャッスルホテル



写真-7 福山ロッツ

b) 天満屋福山店

このデパートは現在福山市唯一の総合百貨店であり、地価3階まであり、市では一番深い地下3階の駐車場を有する。地下2階も駐車場である。地下1階は食品店舗で駅側の地下通路に接続し、一番新しい地下利用再開発のアイネス福山の地下大型数パーマーケットにも通じている。地下総面積は14,731 m²で市では2番目の大きな地下利用建築である。デパートの人の出入り口は東西南北に4箇所あり、別に地下1階の食品売り場への階段入り口と地下駐車場への車の出入り口一箇所が存在する。全ての出入り口には建設年代から当然止水版の装置は装備されていない。しかし、人の出入り口は30 cmから60cm(階段)の嵩上げが建設当初から行われている。

(写真-6)



写真-6 天満屋福山店

c) 福山ロッツ

福山ロッツは、平成4年、総合デパートそごうの出店によって建設されたが、平成22年撤退し、福山市がその施設を買い取り貸し店舗や市の施設として利用しているものである。福山市最大の建築面積を有し、地下部分も7,500 m²を2層使い、15,000 m²を超える最大の地下利用商業空間である。地下2階は事務室やイベント会場で、地下1階はテナント店舗や飲食店舗がある。建物中央にエスカレーターホールとなっており、地上1階から地下2階まで吹き抜け状態の空間が存在している。地上の出入り口は東2箇所、東南角のメイン出入り口、西1箇所あり、それぞれの海拔は+2.45mから+2.6mである。地下1階2階とも階高は5mであり地下2階は地上から10mの深さである。どの出入り口も30cmから65cmの嵩上げはあるが、止水版は装備されていない、出入り口に浸水すれば当然地下2階まで水は駆け下りるであろう。

(写真-7)

d) アイネス福山

アイネス福山は平成15年市街地再開発事業として都市計画決定され、平成23年完成した。高層分譲住宅、ホテル、事務所、店舗、飲食、3階から6階まで立体駐車場、地下1階に大型スーパーマーケットで構成されている。地下部分の面積は高層分譲住宅部分の機械室や自転車駐輪場を除いて、スーパーと通路で4,325 m²である。地下への入り口は駅側の北に面し階段、エスカレーターと12.5mの地下への大きな開口がある。その出入り口の海拔は+2.6mである。地下への出入り口は勾配床で30cm程度の嵩上げはあるが、止水版の装備は無い。このスーパーの地下入り口レベルは駅側遊歩道に面し天満屋デパートの地下1階出入り口に通じている。また、この公共地下遊歩道には5.5m巾の地上への階段と2.5mの階段が東西端に設置され、地上に止水版は装備されておらず、駅前広場や道路冠水時の浸水は最大の水量がこの地下空間に入ることは間違いない。(写真-8)



写真-8 アイネス福山

4. 福山市内の地下空間施設に対する総合的な知見

福山市の津波・高潮ハザードマップ(広島県2006年3月公表「広島県津波浸水予測図」)に寄れば、福山市内の地下空間が存在するエリア浸水区域は駅よりの0.1~0.5m未満の区域と0.5~1.0m未満の区域に存在する。図中の数字は避難所を示している。(図-1)

水災害には外水氾濫(高潮、津波、芦田川洪水発生、流下氾濫など)と内水氾濫(都市豪雨、下水処理、都市浸水など)があり、前者は主に河道整備、下水道整備など、また後者の豪雨対策として下水網、ポンプ設置、雨水貯留・浸透施設整備などが必要である。個々の地下空間施設のハード面の対策としては出入り口の止水版の設

置、路面段差で嵩上げなどが必要である。福山市内に存在する地下空間施設の出入り口には何度の出水を経験しながら止水版を装備している施設は存在しない。土嚢などで対応しているが、都市ゲリラ雷雨などの短時間の浸水には対応できないのが現状である。

更に、地下空間施設のソフト対策として、災害に対する情報伝達、避難システム、避難経路、避難指示機器の設置は現地調査からは見受けられず、聞き取り調査でも地下空間浸水時の避難訓練などは行われていないという。早急にソフトの対策の対策・対応が求められる。

また、近年地下空間浸水時の階段からの避難やドアの開閉の困難さの実物大実験が行われており¹⁾、それらの研究成果に依れば子供・高齢者、成人女性、成人男性の浸水深さ、上部階段からの流水高、ドア外の水深の避難限界指標が明らかにされている²⁾。これらを参考にして福山市の地下空間施設を利用する不特定多数の利用客に周知する必要がある。また施設管理者がこれらを熟知し氾濫水の地下空間に流れ込む時の危険度を早急に利用客に知らせ、地下からの退避を早急に指示すべきである。また、更に福山市の公共・民間地下駐車場においても氾濫時の浸水に対して車からの脱出が如何に困難かを明らかにした実験が行われており³⁾、それらの結果を参考に地下駐車場に浸水した場合の早急な情報提供と非難行動の奨励を徹底すべきである。

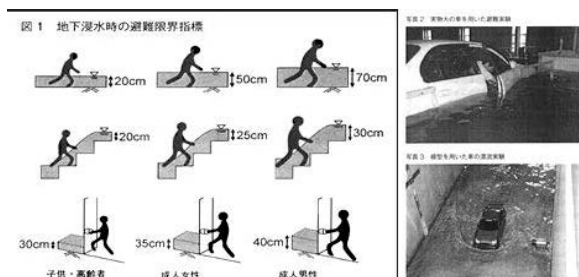


図-3 地下浸水時の避難限界指標と実物大の車を用いた避難実験（参考文献3）

「東京都地下空間浸水対策ガイドラインー地下空間を水害から守るために」（平成 20 年 9 月）によれば、水災害の緊急的な対策として次の 4 つの事項を推進している。

- ①地下空間での豪雨及び洪水に対する危険性の事前の周知、啓発
- ②洪水時の地下空間の管理者への洪水情報等の的確かつ迅速な伝達
- ③避難体制の確立
- ④地下施設への流入防止等浸水被害軽減対策の推進

今回の調査研究で、福山市の公共地下空間施設と複合商業施設の現状が把握でき、地下空間施設の福山市の地下空間施設は大都市に比べ数の量も少ないが、不特定多数の利用する地下空間施設の安全性は、その規模に係わ

らず人間の生命に関する重要な都市の安全な暮らしを守る方策であり、大都市の先進事例を参考に早急に対策ガイドラインを立てなければならないことが知れた。

5. まとめ

本調査研究では、地方中核都市である瀬戸内海に面した 50 万都市福山市に於いても不特定多数の利用する地下空間が存あり、福山市の地下空間施設の利用現況は公共で単独地下利用のもの 5 件、民間の商業・業務施設に付帯するもので 29 件存在することが確認された。それらは福山駅前南ロータリーから半径 500m 以内に存在することが知れた。福山駅前南は海の埋め立ての為に地下水位 3.5～4.5m と高く、建築地下工事は工事費が高価な為地下建築物は多くはなく、天満屋デパートの地下 3 階が一番深く地上から 12m～14.5m の深さであることが知れた。他は地下 2 階利用が 6 件であり、最も新しい建設の複合商業施設・高層マンションは地下 1 階建てであるが、地下 1 階の地上からの床の深さは一番深く 4.6 m が特筆できた。

それらの福山市に存在する地下空間施設の総面積 69,846 m² の防災対策の必要な施設概要と現状の浸水に対する状況は把握できたが、個々の施設の詳細な防災対策は次の作業としたい。



写真-9 シンガポールの止水版と嵩上げ例

参考文献

- 1) 国土交通省中国地方整備局：芦田川水系河川整備計画、平成 20 年 12 月
- 2) 石垣泰輔、戸田圭一、馬場康之、井上和也、中川一、：実物大模型を用いた地下空間からの避難に関する実験的検討、水工学論文集第 50 巻、土木学会水工学委員会、pp583-588, 2006.
- 3) 戸田圭一：都市水害への備え、都市問題、pp21-25, 2012 年 12 月号
- 4) 写真 1～9 は筆者撮影