

福岡天神地下街に通じる階段入口の構造特性に関する現地調査

多田彰秀* ・葺本浩平** ・松尾一良***
井上啓由**** ・古本勝弘*

Site Survey on the Structural Characteristic of Stairs at the Entrances to the Tenjin Underground Mall in Fukuoka City

by

Akhide TADA*, Kohei FUKIMOTO**, Ichiro MATSUO***
Takayoshi INOUE**** and Katsuhiko FURUMOTO*

In this study, the site survey on the structural characteristic of stairs at the entrances to the Tenjin Underground Mall in Fukuoka City has been executed. The obtained results are able to propose not only qualitative aspects but also quantitative ones. In particular, it is realized that the stairs in the Tenjin Underground Mall are fallen into five categories (straight stair, bending stair, turning stair and so on) and that the mean slope gradient of stairs in the Tenjin Underground Mall is equal to 26 degrees. It is also obvious that the ratio of setting a footstep on the ground level's entrance is 100%.

1. はじめに

福岡市では、1999年6月29日午前8時前後から約3時間にわたり集中豪雨（1時間雨量として観測史上2番目の77mmを記録）に見舞われ、市内各地で内水氾濫が発生した。さらに、市内を流れる御笠川、宇美川および須恵川などが増水し、その一部が溢水して外水氾濫も発生する最悪の事態となった¹⁾。とくに、御笠川からの氾濫水は、地盤の低いJR博多駅周辺に流下し、駅周辺のビルの地下施設や地下鉄駅構内および地下街まで流入して、甚大な浸水被害をもたらした。一方、JR博多駅から約2km西方に位置する天神地下街では、午前8時ごろに地下街とデパートを結ぶ通路の工事箇所から浸水が発生し、周辺デパートの地下売場および地下駐車場まで達した。さらに、地下街の通路や天井から多量の雨漏りがあったものの、それらの被害は地下駐車場が29日の午前中に営業を停止した程度の軽微

なものに止まった。図-1は、天神地区の浸水範囲を表示したものである²⁾。天神地下街の東側に位置する

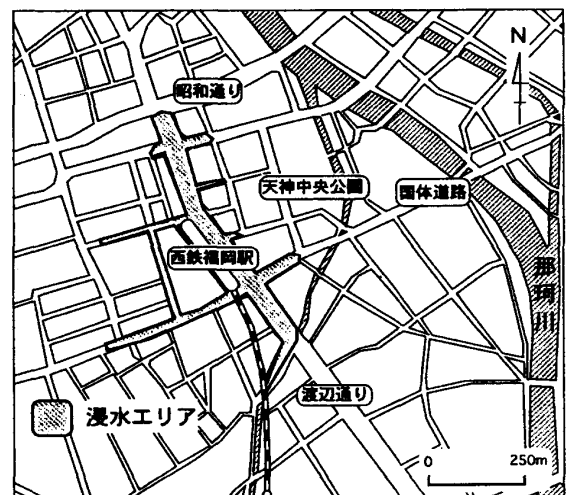


図-1 福岡天神地下街周辺での浸水被害
(1999年6月29日)²⁾

平成13年10月26日受理

*社会開発工学科 (Department of Civil Engineering)

**

***佐世保市役所

****クラウンコンサルタント株式会社

那珂川から外水氾濫が発生しておれば、天神地下街の浸水被害は、JR 博多駅周辺と同等もしくはそれ以上の規模になっていたものと推測される。

これらのことを踏まえ、本研究では、JR 博多駅地下街よりも大規模で複雑な平面形状を有する福岡天神地下街を対象に、地上部の階段入口から地下空間へ流入する流量の水理特性に影響を及ぼすと予想される階段入口の構造形式および構造諸元等について現地調査するとともに、その結果について報告する。

2. 福岡天神地下街へ通じる階段入口の現地調査

2.1 現地調査の概要

本田・井上³⁾らは、1999年6月の福岡豪雨に伴って浸水被害を受けたJR 博多駅地下街を対象に現地調査を実施し、階段入口の諸元、位置や構造形式等の項目を明らかにしている。彼らの研究成果を踏まえ、本研究では、JR 博多駅地下街よりも大規模で複雑な形状を有する福岡天神地下街において同様な現地調査を2000年12月29日および2001年2月10日に実施した。調査対象地点は、図-2に示す地上部から天神地下街への入口となっている渡辺通り西側(W)11ヶ所、渡辺通り東側(E)9ヶ所、計20ヶ所の階段入口(図中の●, ■, ◆および★で示す地点)である。

調査方法は、巻尺、定規およびデジタルカメラを用いて、地下街へ通じる階段入口の①幅員、②地上部と地下街との高低差(階高)、③階段のこう配、④階段ステップの高さ(けあげ高)、⑤階段ステップの幅(踏み幅)、⑥階段数、⑦踊り場の踏み幅、⑧地上部に設けられている段差(ステップ)の有無、⑨段差(ステップ)のけあげ高・踏み幅および⑩地上部の階段入口周辺に設けられている構造物等について詳細に調査を行った。

2.2 現地調査結果およびその考察

(1) 階段入口の構造形式に関する分類

現地調査から得られた測量データに基づいて、複雑

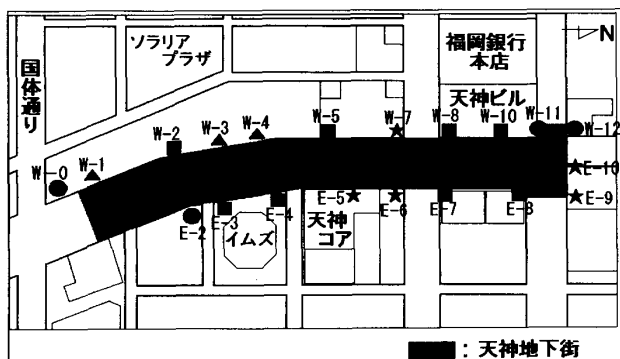


図-2 天神地下街と調査地点

な構造を有する階段入口の構造形式について分類を試みた。その結果、多田・井上⁴⁾が報告した4つの基本パターン(図-3参照)に加えて、図-4に示すような『直折れ階段』が新しく確認され、合計5つの基本パターンに大別されることが分かった。すなわち、20ヶ所の階段入口のうち、折返し階段が6ヶ所と最も多く、ついで直折れ階段が3ヶ所、直階段が2ヶ所、折れ階段が2ヶ所、さらに複合階段(折れ階段と折返し階段とが結合している階段)が2ヶ所であった。残り5ヶ所については、後述するような特殊な形状であったため、基本パターンから除外した。なお、図-3(i)に示す直階段は、地上部から踊り場(A)、踊り場(A)から地下部をそれぞれ1ブロックとみなし、2ブロックから構成されているものと考えた。

(2) 階段入口の構造特性

前項で5つに分類された階段入口の構造形式に関する基本パターンごとに、構造特性を表す各種諸元などを整理し考察を加える。

1) 直階段

JR 博多駅とは異なり天神地下街では、直階段が2ヶ所(W-0およびE-2)でしか確認できなかった。

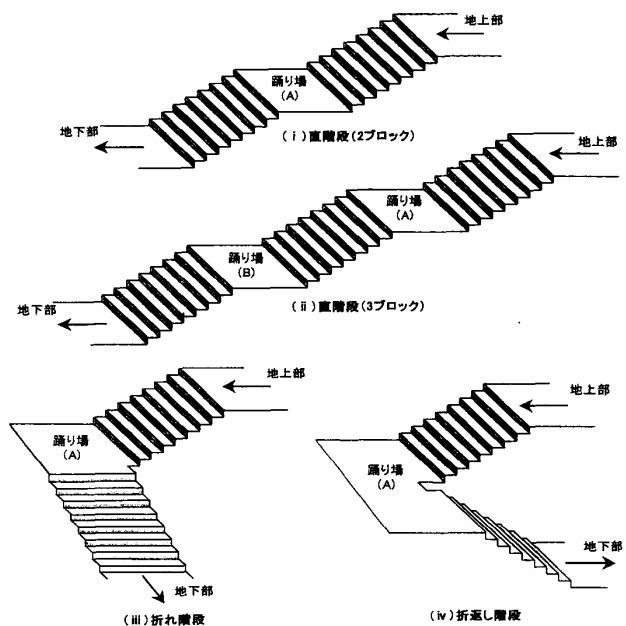


図-3 階段入口の構造形式

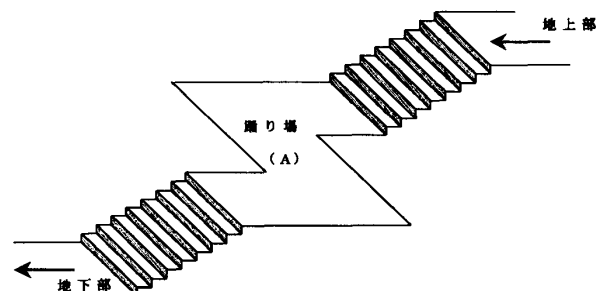


図-4 階段入口の構造形式;『直折れ階段』の概要

表-1は、図-5で定義されている直階段の場合の構造諸元について整理したものである。この表より、階段の幅員は2.50m、けあげ高は0.15m、踏み幅は0.31

表-1 現地調査した階段入口の構造諸元〔直階段〕

(単位: mm)

		W-0 (2ブロック)	E-2 (3ブロック)	平均
① ブロック	k_1	17段	20段	19段
	f_1	150	150	150
	l_1	300	318	309
	$F_1=f_1k_1$	2550	3000	2775
	$L_1=(k_1-1)l_1$	4800	6042	5421
	F_1/L_1	0.53125	0.49652	0.5139
② ブロック	k_2	13段	13段	13段
	f_2	150	155	152.5
	l_2	310	313	311.5
	$F_2=f_2k_2$	1950	2015	1982.5
	$L_2=(k_2-1)l_2$	3720	3756	3738
	F_2/L_2	0.5242	0.5385	0.5303
③ ブロック	k_3	-	18段	18段
	f_3	-	156	156
	l_3	-	315	315
	$F_3=f_3k_3$	-	2808	2808
	$L_3=(k_3-1)l_3$	-	5355	5355
	F_3/L_3	-	0.5244	0.5244
	B_1	2500	2510	2510
	L_1^*	1500	1520	1510
	L_2^*	-	3306	3306
	F	4500	7823	-
	L	10020	19979	-

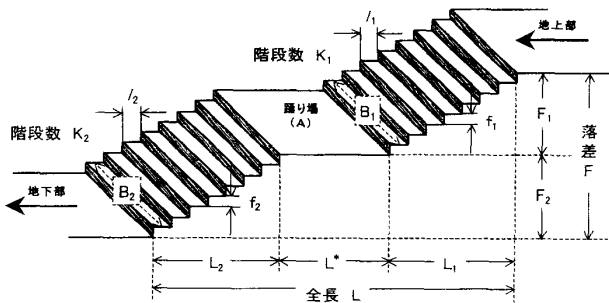


図-5 直階段(2ブロック)に関する構造諸元の定義

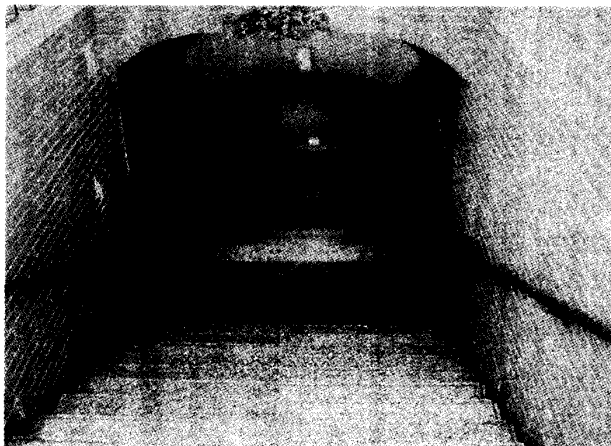


写真-1 直階段の代表的事例 (E-2; 3ブロック)

m, 1ブロック当りの階段数は16段, 踊り場の踏み幅は1.51mが確認できる。写真-1は、渡辺通り東側に設置されている3ブロックの直階段 (E-2) を示したものである。

2) 折れ階段

JR博多駅地下街で多数みられた右折れ階段および左折れ階段 ($\theta = 90^\circ$) はほとんど確認にできず, 折れ階段は図-6に示すような2ヶ所 (W-11 ($\theta = 43^\circ$) と W-12 ($\theta = 35^\circ$)) のみであった。また, JR博多駅の場合と異なって3ブロックで構成されている点が

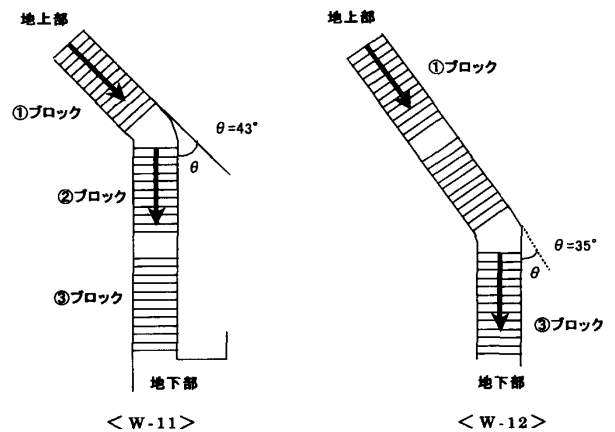


図-6 折れ階段の平面図 (W-11およびW-12)

表-2 現地調査した階段入口の構造諸元〔折れ階段〕

(単位: mm)

		W-11 ($\theta = 43^\circ$)	W-12 ($\theta = 35^\circ$)	平均
① ブロック	k_1	20段	20段	20段
	f_1	150	150	150
	l_1	307	300	303.5
	$F_1=f_1k_1$	3000	3000	3000
	$L_1=(k_1-1)l_1$	5833	5700	5766.5
	F_1/L_1	0.5143	0.5263	0.5203
	B_1	2500	2500	2500
② ブロック	k_2	17段	17段	17段
	f_2	150	150	150
	l_2	310	300	305
	$F_2=f_2k_2$	2550	2550	2550
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4960	4800	4880
	F_2/L_2	0.5141	0.5313	0.5227
③ ブロック	k_3	20段	20段	20段
	f_3	150	150	150
	l_3	310	300	305
	$F_3=f_3k_3$	3000	3000	3000
	$L_3=(k_3-1)l_3$	5890	5700	5795
	F_3/L_3	0.5093	0.5263	0.5178
	B_3	2400	2500	2450
	L_1^*	300	1200	750
	L_2^*	1405	714	1059.5
	L_3^*	1200	1020	1110
	F	8550	8550	8550
	L	19588	19134	19361

特徴的である。表-2は、図-7で定義されている折れ階段の構造諸元に関する調査結果を示したものである。この表から、階段の幅員は2.48m、けあげ高は0.15m、踏み幅は0.30m、1ブロック当たりの階段数は19段などが平均値として確認できる。さらに、全長Lについては、図-7に示すような踊り場の規模を表わすパラメータとして L_1^* および L_2^* を採用するとともに、折れ階段の全長を $L = L_1 + L_1^* + L_2^* + L_2$ と定義して現地調査を行った。なお、W-11およびW-12の折れ階段の概況は、それぞれ写真-2および写真-3に示すとおりである。

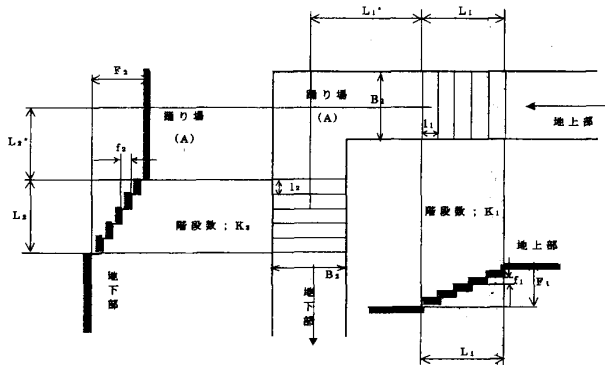


図-7 折れ階段に関する構造諸元の定義

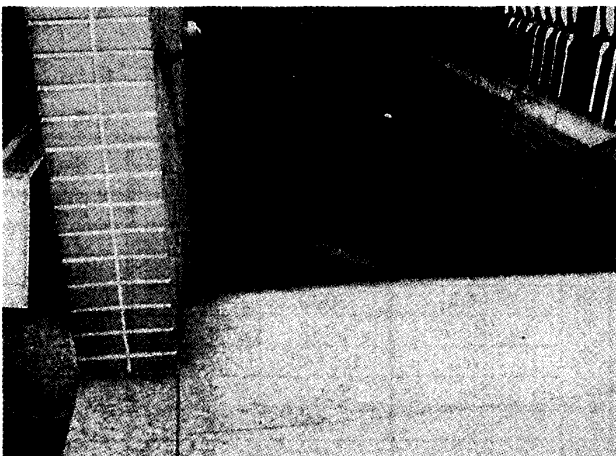


写真-2 折れ階段の場合の代表的事例 (W-11)



写真-3 折れ階段の場合の代表的事例 (W-12)

3) 折返し階段

天神地下街で最多の6ヶ所で確認された折返し階段の平面形状は、図-8に示すとおり3つのパターンに分類できる。さらに、表-3はそれらの構造諸元(図-9参照)を調査し、取りまとめたものである。表より、折返し階段の幅員は2.50m、けあげ高は0.15m、踏み幅は0.31m、1ブロック当りの階段数は17段などが平均値として確認される。なお、折れ階段の場合と同様な全長Lの定義を用いている。折返し階段の代表的な事例は、写真-4(W-10)および写真-5(E-3)に示すとおりである。

4) 直折れ階段

図-10に示すような3ブロックからなる直折れ階段は、3ヶ所(W-1, W-3およびW-4)で確認された。直折れ階段に関する構造諸元の定義は直階段の場合(図-5参照)と同様なものを採用し、とくに踊り場(B)については図-11に定義しているような各諸元を用いた。これらの調査結果は、表-4に示すとおりである。この表より、階段の幅員は2.5m、けあげ高は0.15m、踏み幅は0.30m、1ブロック当りの階段数は

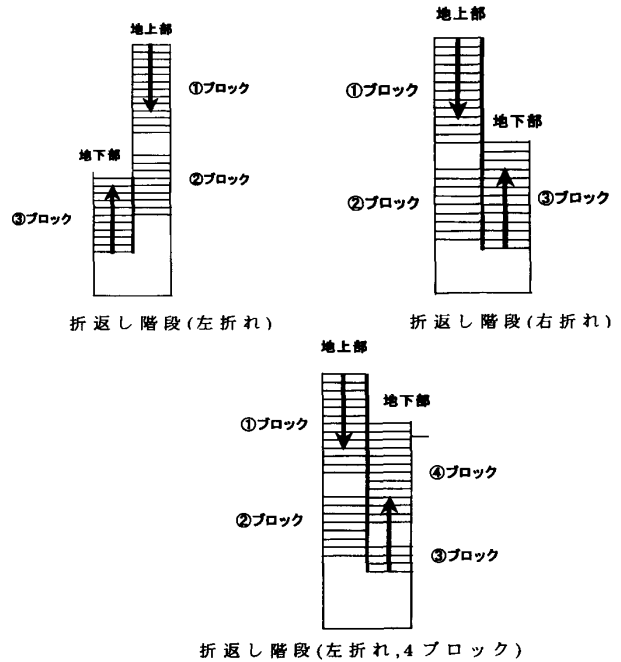


図-8 折返し階段の平面図

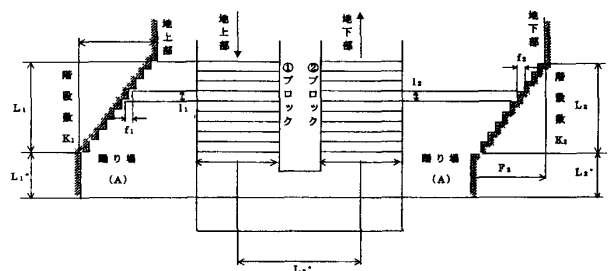


図-9 折返し階段に関する構造諸元の定義

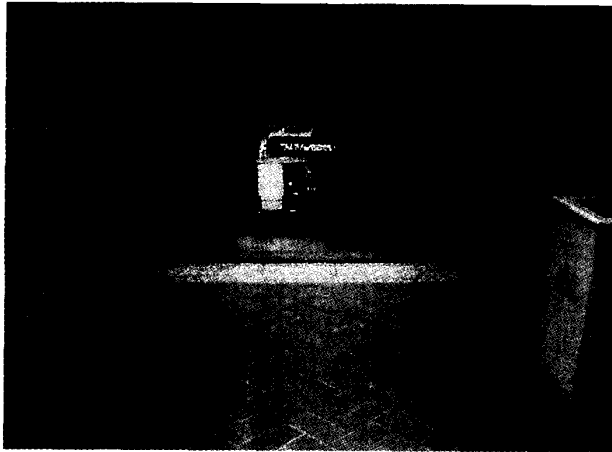


写真-4 折返し階段の代表的事例 (W-10)



写真-5 折返し階段の代表的事例 (E-3)

表-3 現地調査した階段入口の構造諸元〔折返し階段〕

(単位: mm)

	W-2	W-5	W-10	E-3	E-4	E-8	平均
①ブロック	k_1	20段	20段	20段	20段	20段	20段
	f_1	150	150	150	147	148	150
	l_1	300	310	310	315	315	310
	$F_1=f_1k_1$	3000	3000	3000	2940	2960	3000
	$L_1=(k_1-1)l_1$	5700	5890	5890	5985	5985	5890
	F_1/L_1	0.5263	0.5093	0.5093	0.4912	0.4946	0.5093
B_1	2500	2500	2500	2510	2509	2500	2503.2
②ブロック	k_2	13段	16段	11段	15段	13段	14段
	f_2	150	150	150	146	152	150
	l_2	300	310	300	333	313	310
	$F_2=f_2k_2$	1950	2400	1650	2190	1976	2250
	$L_2=(k_2-1)l_2$	3600	4650	3000	4662	3756	4340
	F_2/L_2	0.5417	0.5161	0.5500	0.4698	0.5261	0.5184
B_2	2500	2500	2500	2510	2510	2500	2503.3
③ブロック	k_3	18段	20段	6段	16段	20段	20段
	f_3	150	150	150	161	154	150
	l_3	298	310	300	328	314	310
	$F_3=f_3k_3$	2700	3000	900	2576	3080	3000
	$L_3=(k_3-1)l_3$	5066	5890	1500	4920	5966	5890
	F_3/L_3	0.5330	0.5093	0.6000	0.5236	0.5163	0.5093
B_3	2500	2500	2500	2496	2501	2500	2499.5
④ブロック	k_4	-	-	20段	-	-	20段
	f_4	-	-	150	-	-	150
	l_4	-	-	300	-	-	300
	$F_4=f_4k_4$	-	-	3000	-	-	3000
	$L_4=(k_4-1)l_4$	-	-	5700	-	-	5700
	F_4/L_4	-	-	0.5263	-	-	0.5263
B_4	-	-	2500	-	-	2500	
L_1^*	1500	1502	1500	1562	1510	1500	1512.3
L_2^*	4125	1285	2100	2071	1709	1725	2169.2
L_3^*	1325	1725	2475	1695	1395	1350	1660.8
L_{4+}	2750	2700	2700	2728	2701	2700	2713.2
L_{5+}	-	-	1500	-	-	-	1500
F	7650	8400	8550	7706	8016	8250	8095.3
L	31716	32042	26365	23623	23022	23395	22819

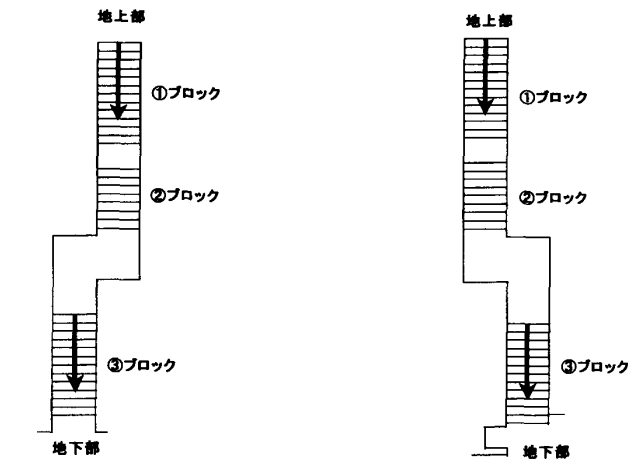


図-10 直折れ階段 (3ブロック) の平面図

は18段などが読み取れる。写真-6 (W-1) は、直折れ階段における代表的事例を撮影したものである。

5) 複合階段

この階段は、折れ階段と折返し階段とが結合した形式となっており、天神地下街において2ヶ所で確認さ

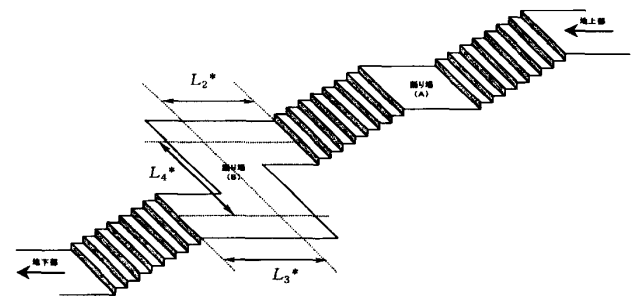


図-11 直折れ階段の踊り場(B)における各諸元の定義

れた。踊り場での踏み幅については、それぞれ折れ階段および折返し階段での定義をそのまま採用している。調査結果に基づけば、踊り場には公衆電話や灰皿などが設置されており、休憩が取れる小空間となっていた。複合階段の平面図を図-12に示すとともに、各諸元の結果を表-5にまとめている。この表より、階段の幅員は2.3 m、けあげ高は0.15 m、踏み幅は0.30 m、1ブロック当りの階段数は15段といった平均値が確認される。写真-7および写真-8は、E-7における複合階段の概況を示したものである。

表-4 現地調査した階段入口の構造諸元〔直折れ階段〕

(単位:mm)

		W-1	W-3	W-4	平均
①ブロック	k_1	20段	20段	20段	20段
	f_1	150	150	150	150
	l_1	300	307	307	304.7
	$F_1=f_1k_1$	3000	3000	3000	3000
	$L_1=(k_1-1)l_1$	5700	5833	5833	5789
	F_1/L_1	0.5263	0.5143	0.5143	0.5183
	B_1	2500	2500	2500	2500
②ブロック	k_2	16段	12段	14段	14段
	f_2	148	150	148	149
	l_2	300	300	300	300
	$F_2=f_2k_2$	2368	1800	2072	2080
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4500	3300	3900	3900
	F_2/L_2	0.5262	0.5455	0.5313	0.5343
	B_2	2500	2500	2500	2500
③ブロック	k_3	15段	20段	20段	18段
	f_3	150	148	150	149.3
	l_3	300	300	307	302.3
	$F_3=f_3k_3$	2250	2960	3000	2737
	$L_3=(k_3-1)l_3$	4200	5700	5833	5244
	F_3/L_3	0.5357	0.5193	0.5143	0.5231
	B_3	2500	2500	2500	2500
	L_1^*	1500	1500	1500	1500
	L_2^*	1615	1665	1750	1677
	L_3^*	1350	3190	3940	2827
	L_4^*	2600	2500	2500	2533
	F	6618	7760	8072	7483

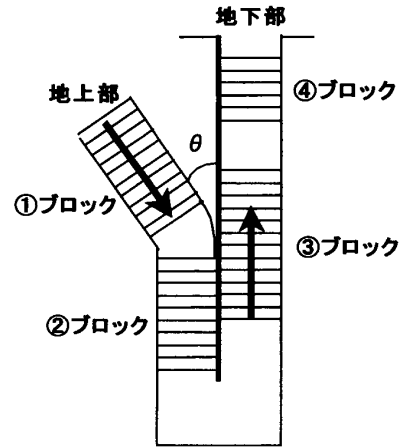


図-12 複合階段(折れ階段+折返し階段)の構造形式

表-5 現地調査した階段入口の構造諸元〔複合階段〕

(単位:mm)

		W-8 $\theta=34^\circ$	E-7 $\theta=40^\circ$	平均
①ブロック	k_1	17段	20段	19段
	f_1	150	150	150
	l_1	300	307	303.5
	$F_1=f_1k_1$	2550	3000	2775
	$L_1=(k_1-1)l_1$	4800	5833	5316.5
	F_1/L_1	0.5313	0.5143	0.522783
	B_1	2200	2300	2250
②ブロック	k_2	15段	4段	10段
	f_2	150	150	150
	l_2	300	300	300
	$F_2=f_2k_2$	2250	600	1425
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4200	900	2550
	F_2/L_2	0.5357	0.6667	0.6012
	B_2	2200	2300	2250
③ブロック	k_3	20段	14段	17段
	f_3	152	150	151
	l_3	310	303	306.5
	$F_3=f_3k_3$	3040	2100	2570
	$L_3=(k_3-1)l_3$	5890	3939	4914.5
	F_3/L_3	0.5161	0.5331	0.52463
	B_3	2300	2300	2300
④ブロック	k_4	7段	20段	14段
	f_4	150	150	150
	l_4	300	310	305
	$F_4=f_4k_4$	1050	3000	2025
	$L_4=(k_4-1)l_4$	1800	5890	3845
	F_4/L_4	0.5833	0.5093	0.5463
	B_4	2300	2300	2300
	L_1^*	300	1550	925
	L_2^*	1070	300	685
	L_3^*	1690	1117	1403.5
	L_4^*	3825	2875	3350
	L_5^*	2500	470	1485
	L_6^*	2000	2500	2250
	F	8890	8700	8795
	L	28075	25374	16626

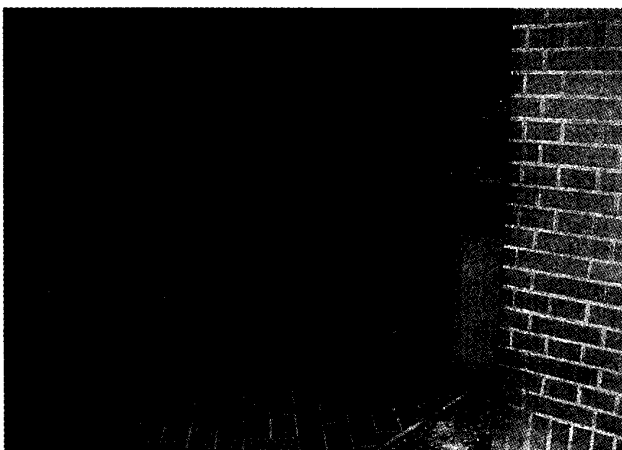


写真-6 直折れ階段の代表的事例 (W-1)

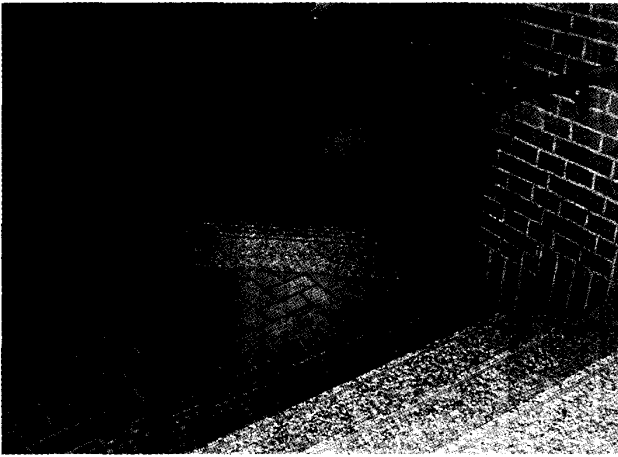


写真-7 複合階段（折れ階段+折返し階段）の代表的事例（E-7）

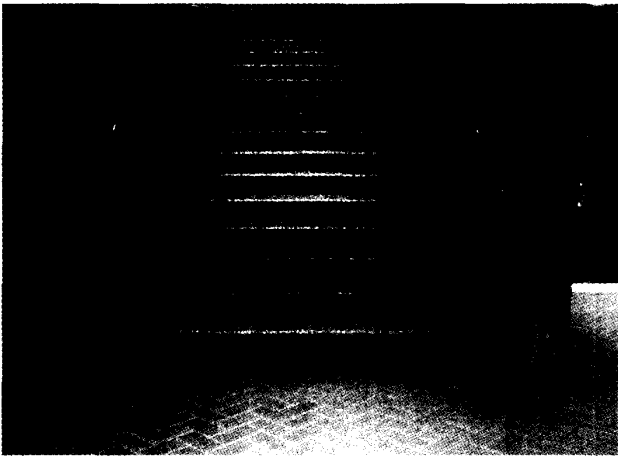


写真-8 複合階段（折れ階段+折返し階段）の代表的事例（E-7）

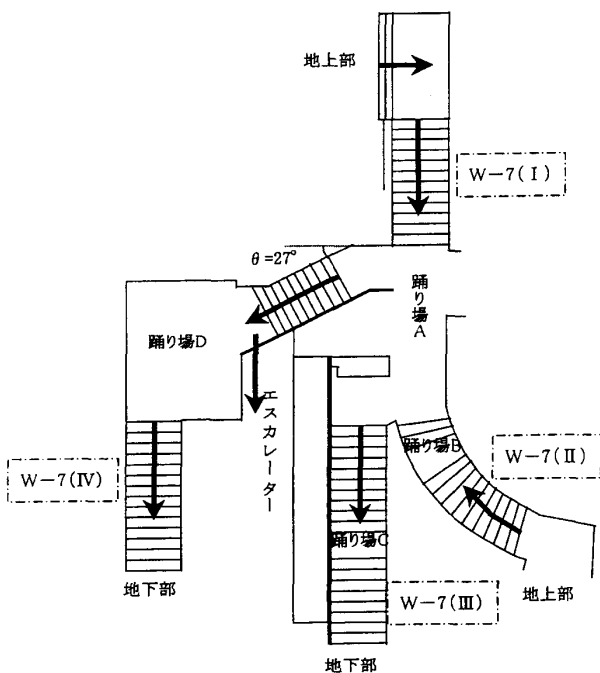


図-13 特殊形状を有する階段入口(W-7)の平面図

(3) 特殊形状を有する階段入口

1) W-7

図-13に示す W-7の特殊階段は、地上部から通じる階段入口が2ヶ所あり、それらが岩田屋地下入口付近（図中の踊り場 A）で合流し、そこから地下街および地下鉄改札口へ通じる階段が2ヶ所存在するといった複雑な形状を有している。

2) E-5

E-5は、3ブロックからなる直階段+折返し階段（E-5（I））の踊り場 B に、ビルの店舗内から接続する直階段（E-5（II））が合流した特殊階段である（図-14参照）。写真-9は、E-5の合流地点（踊り場 B）を撮影したものである。

3) E-6

E-6は、直階段と折れ階段とからなる階段入口（E-6（I））および踊り場 A からビル店舗内へ通じる直

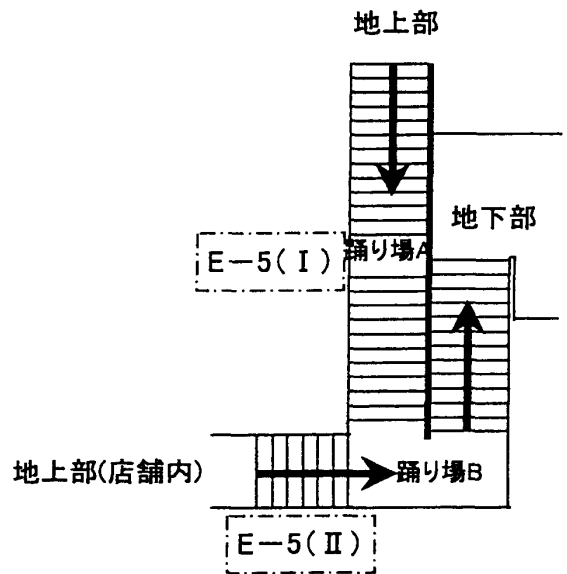


図-14 特殊形状を有する階段入口(E-5)の平面図



写真-9 特殊形状を有する階段入口(E-5)の合流地点

階段 (E-6 (II)) からなる特殊階段である (図-15 参照). とくに, E-6(I)では踊り場 A および踊り場 B の 2ヶ所で折れ曲がっている. また, 踊り場 B は標準的な踊り場よりも広いために ATM (現金自動預け払い機) 等が設置されており, その利用者も含めて人の往来が多い. 一方, E-6 (II)の階段入口は, 階段数が少なく, 幅員も狭くなっている. しかし, ビル店舗内に直結しているため, 通行者は常時多いことも確認された.

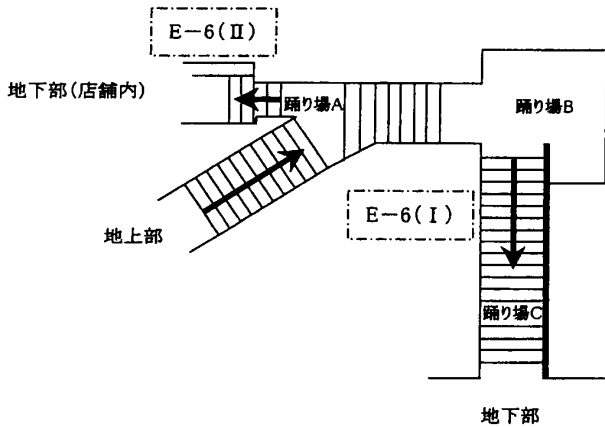


図-15 特殊形状を有する階段入口(E-6)の平面図

4) E-9 + E-10

E-9 + E-10は, 広い平面形状を持つE-10の踊り場 (図-16中の踊り場 D) に, 2ブロックからなる直階段 (E-9) が合流した特殊階段である. 調査結果に基づけば, E-10(II)の幅員は7.67 mであった. この値は, 階段入口の幅員に関する標準値 (2.50 m) の 3倍以上となっている. また, 階段横にエスカレーターも併設されていることから, この付近が天神地下街で最も人通りの多い階段入口と判断される.

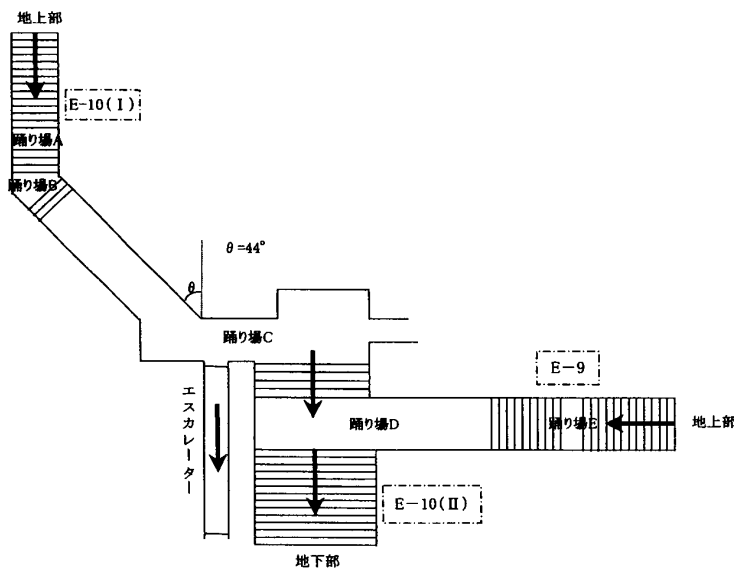


図-16 特殊形状を有する階段入口(E-9 + E-10)の平面図

(4) 現地調査結果に関する考察

1) 階段落差と水平距離との関係

5つの基本パターンに分類された全ての階段入口のブロックごとに, 階段落差 F_i と水平距離 L_i との関係を一つの図面にプロットしたものが図-17である. この図より, 階段入口の構造形式およびブロック位置に関係なく F_i と L_i とは比例関係にあることが確認できる. また, 図中の実線は最小二乗法より算出した回帰式である. 回帰式より階段の平均こう配は $\theta = 26^\circ$ となる. なお, 回帰式の相関係数は $r = 0.99$ であった.

2) 階段入口の周辺構造物に関する構造諸元

写真-10に示すような屋外に面した階段入口には, 屋根や開口部の防護囲い, 段差 (ステップ) 等が設けられている. 本研究では, それらを合せて「階段入口の周辺構造物」と呼ぶこととし, 天神地下街へ通じる階段入口を対象に周辺構造物について現地調査を行った. なお, 階段入口の周辺構造物に関する各種構造諸元は, 図-18に示すように定義されている.

表-6は, 天神地下街の現地調査によって得られたデータを整理したものである. 表より, すべての階段入口が屋外に面していること, 段差 (ステップ) がすべて設けられていることが確認できる. さらに, 段差 (ステップ) のけあげ高の平均値は12.7cm, 最小値は

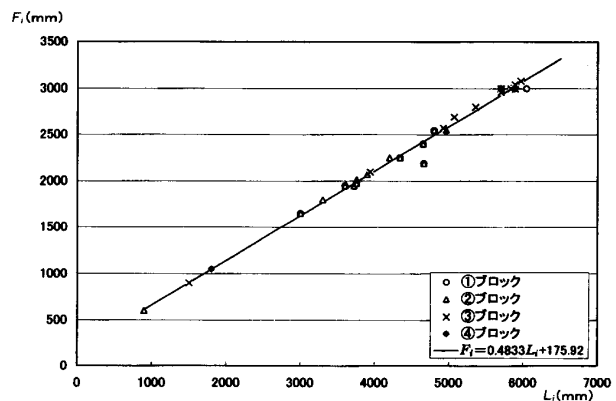


図-17 階段落差 F_i と水平距離 L_i との関係

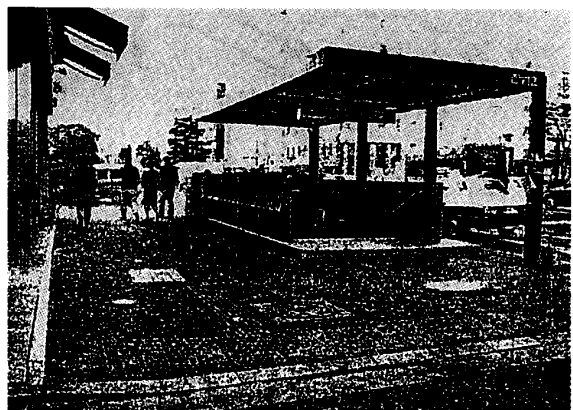


写真-10 階段入口の周辺構造物の全景 (W-12)

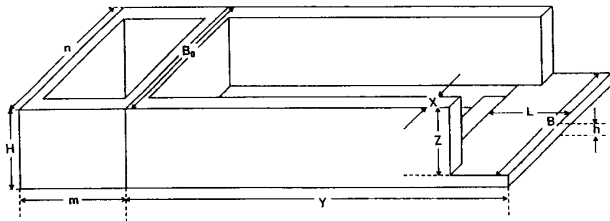


図-18 現地調査した階段入口の周辺構造物の構造諸元



写真-11 階段入口に設けられた段差(ステップ)の一例

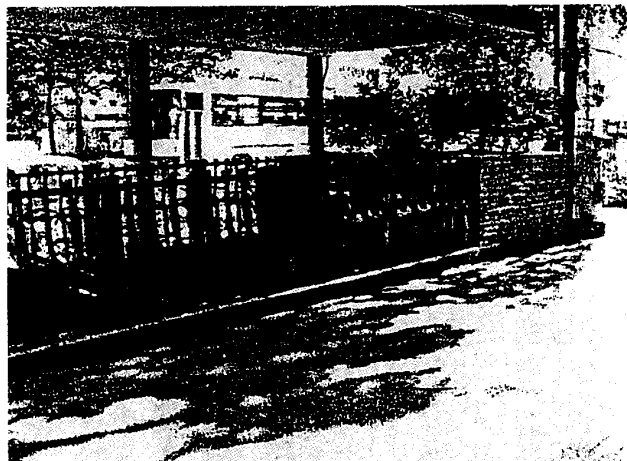


写真-12 階段入口に設けられた防護囲い(鉄柵)の一例

6.5cm, 最大値は23.3cmであった(写真-11参照)。地下構造物ハンドブック⁵⁾に基づけば, 段差(ステップ)の踏み面は歩道面より0.05~0.10m程度高くすることが定められている。天神地下街の階段入口に設置された段差(ステップ)は全てこの規定を満たしており, 十分な浸水対策がなされているものと判断される。なお, 段差(ステップ)の幅員(B)の平均値は3.11m, 踏み幅(L)の平均値は1.50mであった。

また, 写真-12および写真-13のように階段入口の周辺に防護囲いが設けられており, それらの材質はレンガおよび鉄の2種類であった。表-6からも分かるようにレンガ製の防護囲いは車道側に数多くみられ, 歩道側がレンガ製である階段入口はE-6のみであった。さらに, E-6を除外すれば, 防護囲いの高さ(Z)はすべて1m以上が確保されており, 地下構造物ハンドブック⁵⁾の規定(「自動車や歩行者の転落を防ぐため, 開口部周囲に高さ1m程度の壁を立ち上げること」)を満たしていることも確認できた。

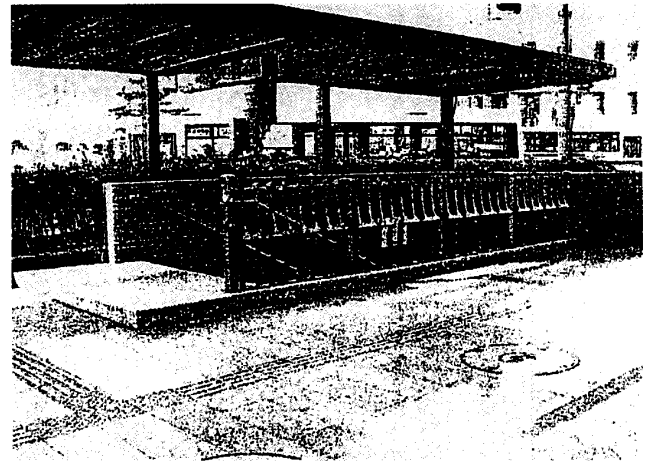


写真-13 階段入口に設けられた防護囲い(レンガと鉄柵の混合)の一例

表-6 現地調査した階段入口の周辺構造物に関する諸元

	ステップの諸元			囲いの構造形式		囲いの諸元				後方構造物			その他
	段差の有無	h	L	B	車道側	歩道側	B ₀	X	Y	Z	種類	m	
W-0	有り	15.5	150.0	300.0	柵	柵	300.0	30.0	605.0	100.0	四角	165.0	300.0
W-1	有り	23.3	150.0	290.0	柵	柵	290.0	29.0	620.0	100.0	四角	270.0	300.0
W-2	有り	17.8	150.0	300.0	レンガ	柵	300.0	30.0	620.0	102.0	四角	270.0	300.0
W-3	有り	12.8	150.0	300.0	レンガ	柵	300.0	30.0	620.0	102.0	四角	270.0	300.0
W-4	有り	13.0	150.0	300.0	柵	柵	300.0	30.0	620.0	100.0	四角	270.0	300.0
W-5	有り	13.3	150.0	300.0	柵	柵	300.0	30.0	620.0	100.0	四角	270.0	300.0
W-7	有り	18.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W-8	有り	14.8	150.0	280.0	レンガ	柵	280.0	28.0	533.0	102.0	五角形	—	—
W-10	有り	10.3	150.0	300.0	柵	柵	300.0	30.0	620.0	100.0	四角	270.0	300.0
W-11	有り	16.5	150.0	300.0	レンガ	柵	300.0	30.0	620.0	100.0	五角形	—	—
W-12	有り	16.3	150.0	300.0	レンガ	柵	300.0	30.0	617.0	101.5	四角	270.0	300.0
E-2	有り	8.5	152.5	300.0	レンガ	柵	300.0	25.2	616.4	103.4	L型	272.0	66.0
E-3	有り	13.2	150.0	300.0	柵	柵	300.0	24.5	616.8	120.0	四角	269.4	300.0
E-4	有り	15.7	150.0	300.0	レンガ	柵	300.0	24.8	618.4	103.2	コ型	271.8	300.0
E-5	有り	20.3	150.0	300.0	柵	柵	300.0	25.0	618.5	122.2	四角	270.2	300.0
E-6	有り	16.2	150.8	301.0	レンガ	レンガ	292.1	24.2	587.3	66.9	無し	—	—
E-7	有り	20.5	150.0	280.0	レンガ	柵	280.0	28.0	620.0	103.0	四角	270.0	280.0
E-8	有り	6.5	150.0	300.0	柵	柵	300.0	30.0	620.0	100.0	四角	270.0	300.0
E-9	有り	16.2	148.8	400.8	レンガ	柵	400.8	25.0	605.0	103.0	四角	268.8	400.8
E-10	有り	15.2	150.0	449.0	レンガ	柵	449.0	25.0	635.0	117.5	四角	269.6	449.0
平均値		12.7	150.1	310.6			315.5	26.9	609.8	103.3		263.6	299.7

単位:(cm)

E-6 および W-7 以外の階段入口には、防護囲いの後方に写真-14および写真-15のような後方構造物が設置されており、大半で植栽がなされていた。

3. おわりに

本研究では、地下空間での浸水被害の主要な原因となっている階段入口から流入する流量に着目し、その水理特性に影響を及ぼすと予想される階段入口の構造形式や構造諸元等について、大規模で複雑な平面形状を有する福岡天神地下街を対象に現地調査した。得られた主な成果を要約すれば、以下の通りである。

- (1) 福岡天神地下街に通じる階段入口の構造形式は、折返し階段、直折れ階段、直階段、折れ階段および複合階段（折れ階段と折返し階段とが結合した階段）の5つの基本パターンに大別されることが明らかとなった。
- (2) 20ヶ所の階段入口に関する構造諸元の平均値は、階段の幅員が2.46 m、けあげ高が0.15 m、踏み幅が0.30 m、1ブロック当りの階段数が17段であった。
- (3) 階段の平均こう配は、階段入口の構造形式やブロックの位置に関係なく、階段落差 F_i と階段の水平距離 L_i との比例関係から 26° であることが確認できた。
- (4) 地上部の階段入口には、屋根、開口部の防護囲いおよび段差（ステップ）等が設けられているこ

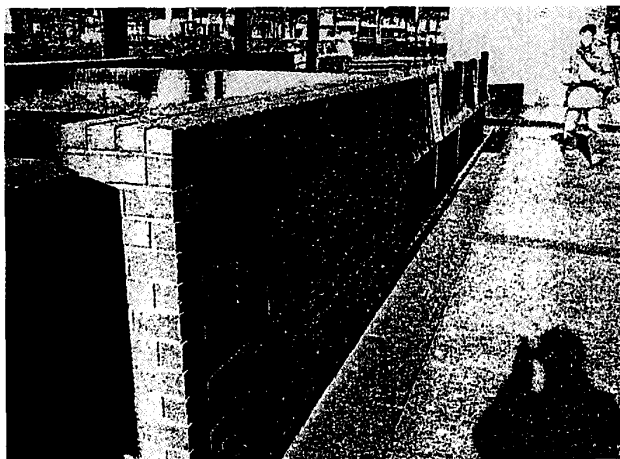


写真-14 階段入口に設けられた後方構造物の一例

とが確認できた。とくに、防護囲いの高さは、地下構造物ハンドブックに基づいて設置されていることも明らかとなった。

- (5) 地上部から天神地下街に向かう階段入口での段差（ステップ）のけあげ高（平均値）は0.127 m、段差の踏み幅（平均値）は1.50 mであることも判明した。

参考文献

- 1) 多田彰秀；1999年6月29日福岡豪雨に伴う都市型水害について、気象利用研究，第13号，pp.6-11，2000。
- 2) 井上和也・戸田圭一・市川 温・多田彰秀；1999年福岡市における都市型水害について、京都大学防災研究所年報，第43号 B-2，pp.307-323，2000。
- 3) 本田洋平・井上啓由・木村克志・多田彰秀：階段入口から地下空間へ流入する流量の評価式について、土木学会第55回年次学術講演会講演概要集，第2分野，II-197，pp.394-395，2000。
- 4) 多田彰秀・井上啓由・本田洋平・古本勝弘；JR博多駅地下街に通じる階段入口の構造特性に関する現地調査，長崎大学工学部研究報告，第31巻，第57号，pp.91-97，2001。
- 5) 地下構造物ハンドブック編集委員会編；計画，設計，施工，維持管理のための地下構造物ハンドブック，土木学会，p.137，1984。



写真-15 階段入口に設けられた後方構造物の一例