



Title	JR 博多駅地下街へ通じる階段入口の構造特性に関する現地調査
Author(s)	多田, 彰秀; 井上, 啓由; 本田, 洋平; 古本, 勝弘
Citation	長崎大学工学部研究報告 Vol.31(57) p.91-97, 2001
Issue Date	2001-07
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10069/5162">http://hdl.handle.net/10069/5162</a>
Right	

This document is downloaded at: 2020-10-20T06:54:08Z

## JR博多駅地下街へ通じる階段入口の構造特性に関する現地調査

多田 彰秀\* ・井上 啓由\*\*  
本田 洋平\*\*\* ・古本 勝弘\*

## Site Survey on the Structural Characteristic of Stairs at the Entrances to the Underground Mall in the JR Hakata Station

by

Akihide TADA\*, Takayoshi INOUE\*\*, Yohei HONDA\*\*\*  
and Katsuhiro FURUMOTO\*

In this study, the site survey on the structural characteristic of stairs at the entrances to the underground mall in the JR Hakata Station 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 JR Hakata Station are fallen into four categories (straight stair [2 blocks], straight stair [3 blocks], bending stair and turning stair) and that the mean slope gradient of stairs in the JR Hakata Station is equal to 25 degrees. It is also obvious that the ratio of setting a footstep on the ground level's entrance is 44%.

## 1. はじめに

近年、欧米をはじめ我が国においても都市機能をより増進させるために、地下鉄、地下街および地下駐車場等といった様々な形で地下空間の有効利用がなされている。とくに、1994年の建築基準法の改正に伴って地下室の利用規制が緩和され、東京や大阪といった大都市部を中心に地下空間は日常生活にとって必要不可欠な空間となっている。その一方で、豪雨や洪水に伴って地下空間が短時間の内に浸水する場合を想定すると、地上での浸水被害の実態と大きく異なり、電気設備の浸水に伴う停電や天井までの冠水など甚大な被害発生の可能性が高い。しかしながら、地下空間での浸水被害を軽減させる対策については、今までにほとんど議論されておらず、地下空間では「地震」もしくは「火災」に対する防災が中心になされてきた。このような背景の中、福岡（1999年6月）、東京（1999年7月）、さらに名古屋（2000年9月）において地下空間での浸水被害が発生し、福岡および東京では溺死者をも出す

惨事となった<sup>1)</sup>。さらに、地上部での洪水氾濫に伴う地下空間への浸水被害を調査してみると、その70～80%が階段入口からの浸水であることが明らかとなっている<sup>2)</sup>。

これらのことを踏まえ、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および構造諸元等についてJR博多駅地下街を対象に現地調査したので、その結果について報告する。

## 2. JR博多駅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

1999年6月の福岡豪雨に伴って地下空間への浸水被害が発生したJR博多駅地下街を対象に、地上部から地下街への通路となっている筑紫口方面16ヶ所、博多口方面9ヶ所、計25ヶ所の階段入口（図-1参照）で現地調査を1999年12月9日に実施した<sup>3)</sup>。調査方法は、

平成13年4月20日受理

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

\*\* 大学院修士課程社会開発工学専攻 (Graduate Student, Department of Civil Engineering)

\*\*\* 大学院博士前期課程環境システム工学専攻 (Graduate Student, Department of Environmental Systems Engineering)

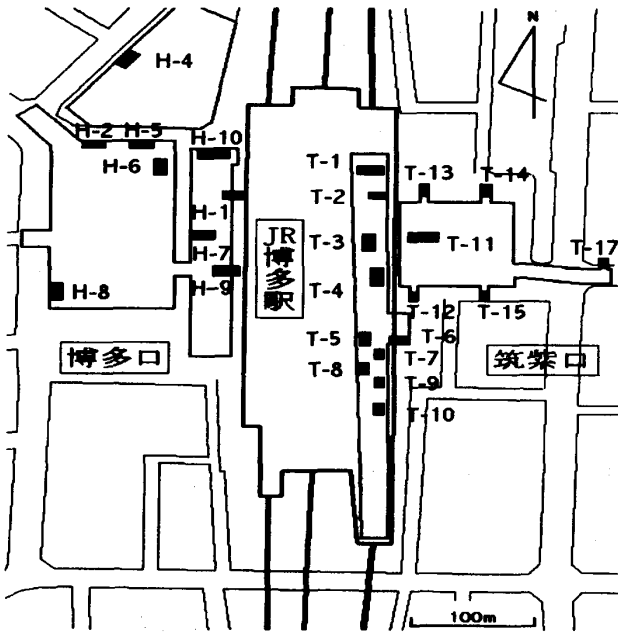


図-1 JR博多駅地下街と調査地点

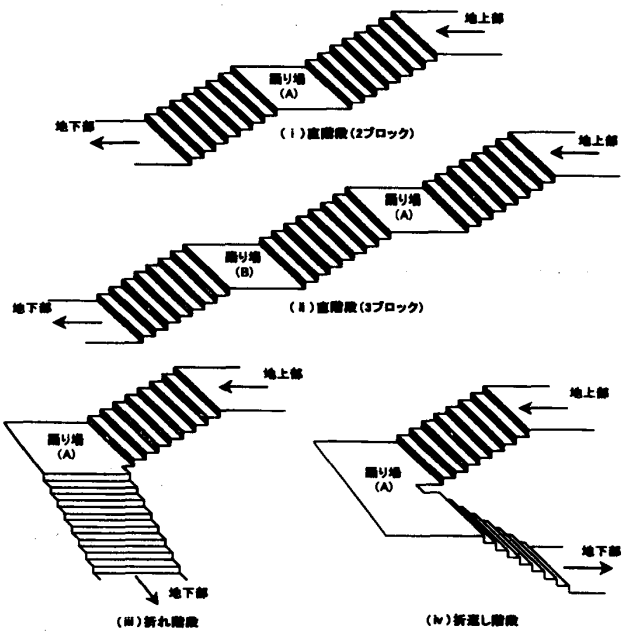


図-2 階段入口の構造形式

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階段の勾配、③地上部と地下街との高低差(階高)、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階段総数、⑦踊り場の踏み幅、⑧段差(ステップ)の有無および⑨段差(ステップ)のけあげ高・踏み幅等を詳細に測量した。

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、図-2に示すような4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、25ヶ所の階段入口のうち、直階段<sup>4)</sup>が13ヶ所(2ブロック:6ヶ所, 3ブロック:7ヶ所)と最も多く、ついで折れ階段<sup>4)</sup>が6ヶ所(右折れ:5ヶ所, 左折れ:1ヶ所)、折返し階段<sup>5)</sup>が4ヶ所であった。残り2ヶ所については、特殊な形状(直階段と螺旋階段が繋がった形状および直階段の踊り場から他の階段につながった形状)のため基本パターンから除外した。なお、図-2(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4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毎に、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(2ブロック)

表-1は、図-3で定義されている直階段(2ブロック)の場合の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3.93m、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16段、踊り場の踏み幅は1.41mが確認できる。写真-1および写真-2は、それぞれ直階段(2ブロック)の代表的な事例(筑紫口T-9および筑紫口T-5)を示したものである。

2) 直階段(3ブロック)

構造形式の基本パターンが直階段(3ブロック)の階段入口は7ヶ所ある。表-2は、図-4に定義されて

表-1 現地調査した階段入口の構造諸元 [直階段(2ブロック)]

		T-2	T-4	T-5	T-8	T-9	H-4	平均
① ブ ロ ック	$k_1$	15段	17段	16段	16段	13段	18段	16段
	$f_1$	146	151	154	153	154	154	152
	$l_1$	326	315	315	315	323	300	316
	$F_1=f_1k_1$	2190	2567	2464	2448	2002	2772	2407
	$L_1=(k_1-1)l_1$	4564	5040	4725	4725	3876	5100	4672
	$F_1/L_1$	0.4798	0.5093	0.5215	0.5181	0.5165	0.5435	0.5148
② ブ ロ ック	$B_1$	4434	4520	4400	3500	2960	3778	3932
	$k_2$	16段	14段	16段	16段	19段	18段	17段
	$f_2$	148	151	146	155	148	154	150
	$l_2$	326	313	317	324	326	300	318
	$F_2=f_2k_2$	2368	2114	2336	2480	2812	2772	2480
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4890	4069	4755	4860	5865	5100	4923
材 質	$F_2/L_2$	0.4843	0.5195	0.4913	0.5103	0.4795	0.5435	0.5047
	$B_2$	4434	4520	4400	3500	2960	3777	3932
	$L^*$	1516	1515	1510	1510	1220	1204	1413
	F	4558	4881	4800	4928	4814	5544	4888
	L	10970	10824	10990	11095	10961	11404	11007
		A	A	A	A	A	B	-

[材質] A:プラスチックパネル B:石タイル

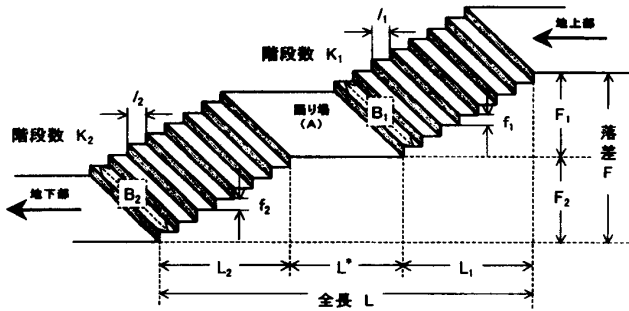


図-3 直階段 (2ブロック) に関する構造諸元の定義



写真-1 直階段 (2ブロック) の代表的事例 (筑紫口T-9)



写真-2 直階段 (2ブロック) の代表的事例 (筑紫口T-5)

いる各種諸元の調査結果をまとめたものである。表より、階段の幅員は4.30m、けあげ高は0.16m、踏み幅は0.33m、1ブロック当りの階段数は15段、踊り場の踏み幅は1.65mなどが平均値として確認できる。写真-3および写真-4は、博多口H-1の直階段 (3ブロック) を示している。

表-2 現地調査した階段入口の構造諸元 [直階段 (3ブロック)]

		T-3	H-1	H-2	H-6	H-7	H-8	H-9	平均
① ブロック	$k_1$	15段	18段	14段	13段	15段	16段	17段	15段
	$f_1$	158	160	146	154	143	166	160	155
	$l_1$	320	320	322	350	320	326	320	325
	$F_1=f_1k_1$	2370	2880	2044	2002	2145	2656	2720	2402
	$L_1=(k_1-1)l_1$	4480	5440	4186	4200	4480	4890	5120	4685
	$F_1/L_1$	0.5290	0.5294	0.4883	0.4767	0.4788	0.5431	0.5313	0.5127
② ブロック	$k_2$	16段	18段	15段	15段	18段	18段	18段	17段
	$f_2$	158	160	146	154	145	166	160	156
	$l_2$	320	320	322	350	320	326	320	325
	$F_2=f_2k_2$	2528	2880	2190	2310	2610	2988	2880	2627
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4800	5440	4508	4900	5440	5542	5440	5153
	$F_2/L_2$	0.5267	0.5294	0.4858	0.4714	0.4798	0.5392	0.5294	0.5098
③ ブロック	$k_3$	15段	9段	15段	14段	12段	9段	9段	12段
	$f_3$	158	160	146	154	143	166	160	155
	$l_3$	320	320	322	350	320	326	320	325
	$F_3=f_3k_3$	2370	1440	2190	2156	1716	1494	1440	1829
	$L_3=(k_3-1)l_3$	4480	2560	4508	4550	3780	2808	2560	3578
	$F_3/L_3$	0.5290	0.5625	0.4858	0.4738	0.4540	0.5729	0.5625	0.5112
踊り場	$B_1$	1846	4800	2506	5020	6000	4522	5620	4302
	$B_2$	1846	4800	2506	5020	6000	4522	5620	4302
	$B_3$	1846	1600	2506	5005	6000	4522	5620	4300
	$L^*$	1508	1500	1422	1520	1390	1506	1500	1478
階段	$L$	16776	16440	18054	16706	18870	16044	16120	16716
	$F$	7268	7200	6424	6488	6471	7138	7040	6858
	材質	C	C	D	B	B	C	C	—

[材質] B:石タイル C:滑らかな石材 D:コンクリートタイル

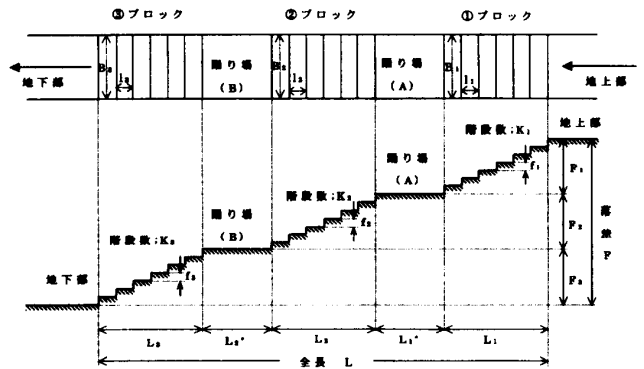


図-4 直階段 (3ブロック) に関する構造諸元の定義

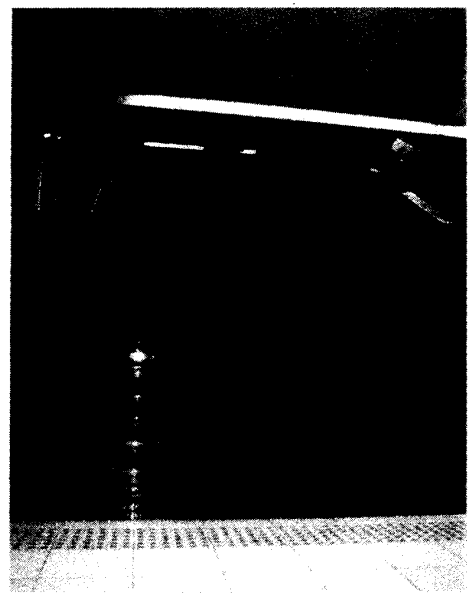


写真-3 直階段 (3ブロック) の代表的事例 (博多口H-1)



写真-4 直階段 (3ブロック) の代表的事例 (博多口H-1)



写真-6 折れ階段の代表的事例 (筑紫口T-13)

3) 折れ階段

調査結果に基づけば、折れ階段に分類される階段入口は6ヶ所であった。この内、博多口H-5の階段入口のみが進行方向に向かって左に折れる階段であり、その他はすべて右折れ階段である。写真-5および写真-6は、それぞれ右折れ階段の代表的事例(筑紫口T-7および筑紫口T-13)を示している。この場合の構造諸元は図-5に定義するとおりであり、表-3はそれらの調査結果をまとめたものである。表より、階段の幅員は3.20m、けあげ高は0.15m、踏み幅は0.32m、1ブロック当りの階段数は14段などが平均的な値として確認できる。また、全長Lについては、図-5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 $L_2^*$ を新たに採用するとともに、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。

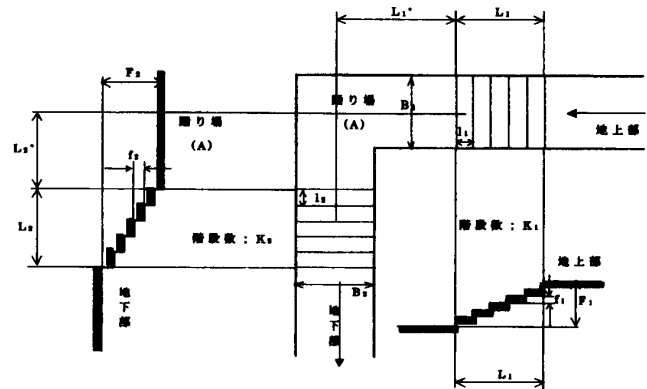


図-5 折れ階段に関する構造諸元の定義

表-3 現地調査した階段入口の構造諸元〔折れ階段〕

		(単位: mm)						
		T-7 (右折れ)	T-13 (右折れ)	T-15 (右折れ)	T-17 (右折れ)	H-5 (左折れ)	H-10 (右折れ)	平均
① ブ ロ ッ ク	$k_1$	17段	12段	13段	16段	18段	14段	15段
	$f_1$	155	154	170	156	140	158	156
	$l_1$	320	314	318	334	310	308	317
	$F_1=f_1k_1$	2635	1848	3320	2496	2520	2212	2320
	$L_1=(k_1-1)l_1$	5120	3454	3816	5010	5270	4004	44460
	$F_1/L_1$	0.5148	0.5350	0.8700	0.4982	0.4782	0.5524	0.0522
	$B_1$	4460	2520	3240	3000	3000	2632	3142
② ブ ロ ッ ク	$k_2$	15段	13段	12段	16段	11段	13段	13段
	$f_2$	155	154	156	156	140	158	153
	$l_2$	320	314	330	334	310	308	319
	$F_2=f_2k_2$	2325	2002	1872	2496	1540	2054	2048
	$L_2=(k_2-1)l_2$	4480	3768	3630	5010	3100	3696	3947
	$F_2/L_2$	0.5190	0.5313	0.5157	0.4982	0.4988	0.5557	0.5189
	$B_2$	4400	2510	4000	3000	3000	2551	3244
	$L_1^*$	2380	1573	4175	1880	2176	1565	2308
	$L_2^*$	2585	1360	3670	1648	2042	1710	2169
	F	4980	3850	4082	4992	4060	4266	4368
	L	14585	10155	15291	13648	12588	10975	12870
材質	A	C	C	C	D	C		

〔材質〕 A:プラスチックパネル C:滑らかな石タイル D:コンクリートタイル

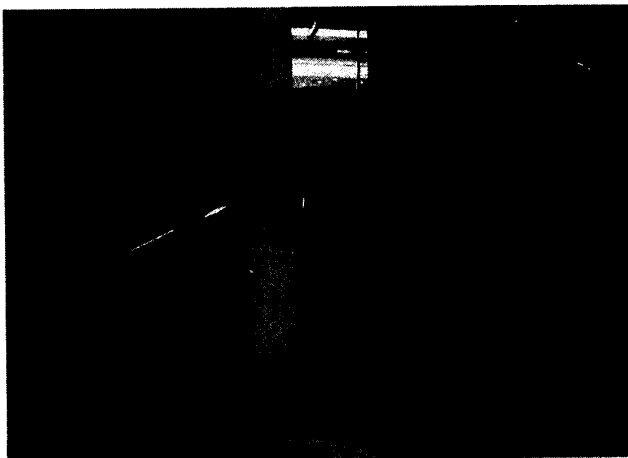


写真-5 折れ階段の代表的事例 (筑紫口T-7)

4) 折返し階段

4ヶ所であった折返し階段の構造諸元は、図-6に示すとおりである。さらに、表-4はそれらの調査結果を表示したものである。この表より、階段の幅員は2.60m、けあげ高は0.16m、踏み幅は0.32m、1ブロック当りの階段数は15段などが折返し階段の平均的な値として確認できる。なお、折れ階段の場合と同様な全長Lの定義を用いて調査結果を整理している。折れ階段の代表的な事例は、写真-7（筑紫口T-6）および写真-8（筑紫口T-1）に示すとおりである。

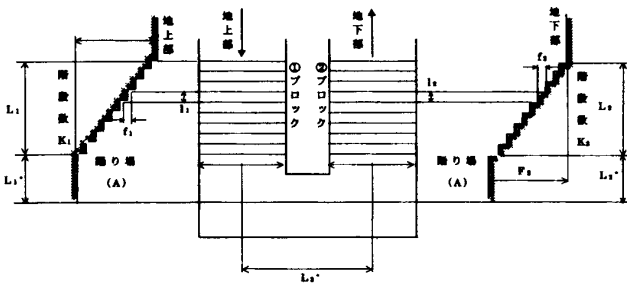


図-6 折返し階段に関する構造諸元の定義

表-4 現地調査した階段入口の構造諸元〔折れ階段〕

		〔単位: mm〕				
		T-1	T-6	T-10	T-12	平均
① ブ ロ ク ク	k <sub>1</sub>	12段	13段	14段	15段	14段
	f <sub>1</sub>	161	172	175	156	166
	l <sub>1</sub>	314	312	326	326	320
	F <sub>1</sub> =f <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	1932	2236	2450	2340	2240
	L <sub>1</sub> =(k <sub>1</sub> -1)l <sub>1</sub>	3454	3744	4238	4564	4000
	F <sub>1</sub> /L <sub>1</sub>	0.5594	0.5972	0.5781	0.5127	0.5600
B <sub>1</sub>	4274	2350	1830	2006	2615	
② ブ ロ ク ク	k <sub>2</sub>	19段	14段	14段	18段	16段
	f <sub>2</sub>	160	170	175	156	165
	l <sub>2</sub>	314	310	326	326	319
	F <sub>2</sub> =f <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	3040	2380	2450	2808	2670
	L <sub>2</sub> =(k <sub>2</sub> -1)l <sub>2</sub>	5652	4030	4238	5542	4866
	F <sub>2</sub> /L <sub>2</sub>	0.5379	0.5906	0.5781	0.5067	0.5487
B <sub>2</sub>	3622	2110	1820	2524	2519	
L <sub>1</sub> *	1376	1075	905	1709	1266	
L <sub>2</sub> *	1622	755	925	1485	1197	
L <sub>3</sub> *	4256	2360	2075	2995	2922	
F	4972	4616	4900	5148	4909	
L	16360	11964	12381	16295	14250	
材質	A	A	A	C	—	

〔材質〕 A:プラスチックパネル C:滑らかな石タイル

(3) 現地調査結果に関する考察

1) 構造諸元の平均値

4つの基本パターンに関する構造諸元の平均値を取りまとめて表-5に示す。これらの平均値は、表-6に示す立体横断施設（例えば、歩道橋）の標準値<sup>6)</sup>を満足していることが分かる。

2) 階段入口の幅員に関する変化特性

図-7は、地上部から地下空間へ移動する際の階段



写真-7 折返し階段の代表的事例  
（筑紫口T-6）

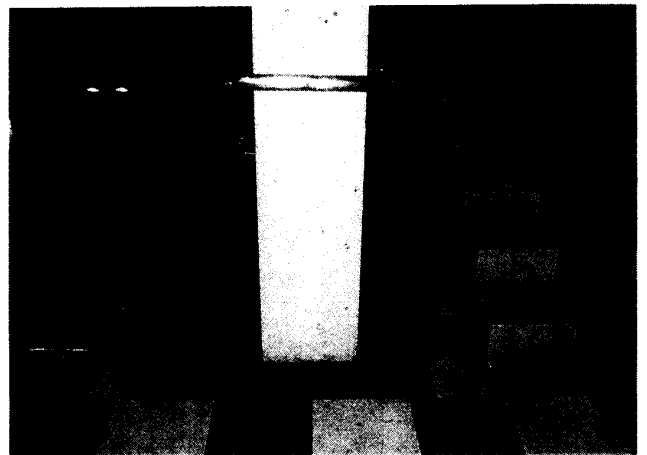


写真-8 折返し階段の代表的事例  
（筑紫口T-1）

表-5 4つの基本パターンに関する構造諸元（平均値）の比較

		〔単位: m〕				
		直階段 (2ブロック)	直階段 (3ブロック)	折れ階段	折返し階段	平均値
幅員		3.93	4.30	3.20	2.60	3.51
けあげ高		0.15	0.16	0.15	0.16	0.16
踏み幅		0.31	0.33	0.32	0.32	0.32
階段数*		16	15	14	15	15
踊り場の 踏み幅		1.41	1.65	—	—	

\*) 1ブロック当りの階段数

表-6 立体横断施設の標準値

階段のけあげ高:f	15cm
階段の踏み幅:l	30cm
踊り場の踏み幅:L*	1.2m以上

出典: 日本道路協会  
「立体横断施設技術基準・解説」

幅員の変化特性を明らかにする目的で、4つの基本パターン全てについて階段入口の①ブロックの幅員 (B<sub>1</sub>) と②ブロックの幅員 (B<sub>2</sub>) との関係について整理したものである。図より、直階段 (2, 3ブロック) および

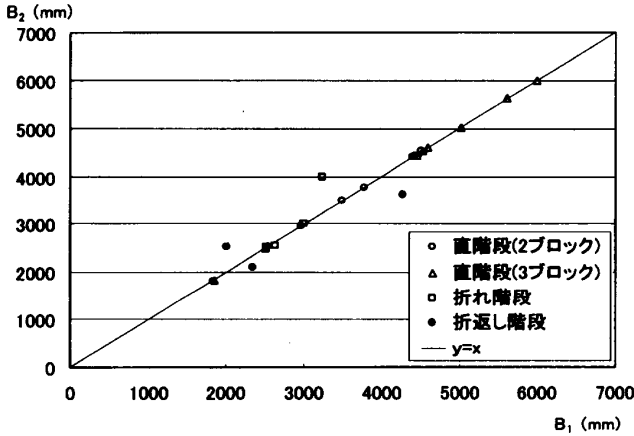


図-7 階段入口の幅員に関する変化特性

折れ階段の $B_2/B_1$ の値はほぼ1.0であるのに対し、折返し階段での $B_2/B_1$ の値はばらつきが大きいことがわかる。これは、踊り場を挟んで階段の形状を変化させることが容易であるという折返し階段の構造上の特性によるものと考えられる。

3) 階段の平均こう配

さらに、4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毎に、階段落差 $F_i$ と水平距離 $L_i$ との関係の一つの図面にプロットしたものが図-8である。この図より、階段入口の構造形式およびブロックの位置に関係なく $F_i$ 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。この回帰式より階段の平均こう配は $\theta = 25^\circ$ となる。なお、データのばらつきを表わす回帰式の相関係数は $r=0.96$ であった。

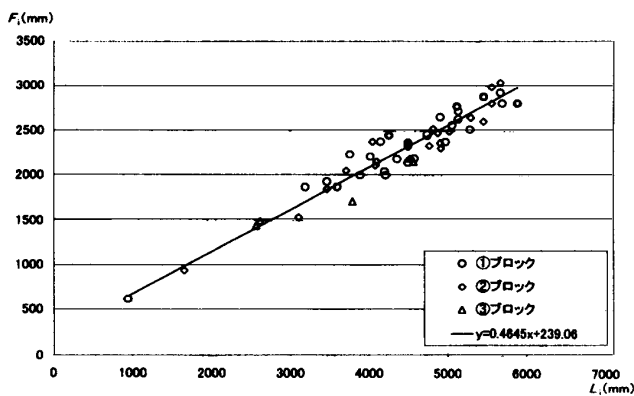


図-8 階段入口の幅員に関する変化特性

4) 階段入口の段差 (ステップ) に関する構造特性

写真-9に示すような地上部から地下街へ向かう階段入口に設置されている段差 (ステップ) の有無についても現地調査を行った。その結果、JR博多駅地下街に向かう階段入口での段差 (ステップ) 設置率は、



写真-9 地上部の階段入口に設置されている段差 (ステップ; 筑紫口T-12)

表-7 地上部に設けられた段差のけあげ高および踏み幅

	けあげ高	ステップ延長	(単位:mm)	
			地上部の位置	
			屋外	屋内
T-1	—	—		○
T-2	—	—		○
T-3	—	—		○
T-4	—	—		○
T-5	—	—		○
T-6	—	—		○
T-7	—	—		○
T-8	—	—		○
T-9	—	—		○
T-10	—	—		○
T-11	—	—		○
T-12	158	1800	○	
T-13	134	1802	○	
T-14	—	—	○	
T-15	64	4478	○	
T-17	52	550	○	
H-1	95	1800	○	
H-2	54	2410	○	
H-4	—	—		○
H-5	214	2438	○	
H-6	148	2138	○	
H-7	110	2100	○	
H-8	104	1800	○	
H-9	60	1790	○	
H-10	—	—		○
平均	108	2100	—	—

44% (11/25) と予想していたほど大きくなかった (表-7参照)<sup>7)</sup>。さらに、段差 (ステップ) が設けられている階段入口は、すべて屋外に面していることも表-7から確認できる。言い換えれば、駅構内やビルなどの屋内から地下街へ向かう階段入口には段差 (ステップ) が設置されていない。地下構造物ハンドブック<sup>8)</sup>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。一方、表-7のように今回の調査結果の中には、段差 (ステップ) のけあげ高が0.1mを越す箇所が約半数

(6/11)を占めている。段差(ステップ)のけあげ高は大きいほど内水や外水の流入防止に有効ではあるものの、大きすぎる場合には高齢者や障害者に対するバリアになる可能性をも持ち合わせている。したがって、段差(ステップ)のけあげ高を決定するには、バリアフリーの観点にも十分に配慮しながら検討する必要がある。なお、JR博多駅の段差(ステップ)に関するけあげ高の平均値は0.11m、その踏み幅(ステップ延長)の平均値は2.10mであった。

### 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、JR博多駅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) JR博多駅地下街に通じる階段入口の構造形式は、直階段(2ブロック)、直階段(3ブロック)、折れ階段および折返し階段の4つの基本パターンに大別されるとともに、直階段が半数以上を占めていることが明らかとなった。

(2) 25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3.51m、けあげ高が0.16m、踏み幅が0.32m、1ブロック当りの階段数が15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 $25^\circ$ であることが確認できた。

(4) 地上部からJR博多駅地下街に向かう階段入口での段差(ステップ)の設置率は44%と小さく、設置さ

れている階段入口はすべて屋外に面していた。さらに、JR博多駅での段差のけあげ高(平均値)は0.11m、段差の踏み幅(平均値)は2.10mであることも明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 井上和也；地下空間での水害-福岡水害から学ぶ-，研究集会(特定)「21世紀の水防災研究を考える」，京都大学防災研究所，pp.1-6，2000.
- 2) 末次忠司；地下水害の実態から見た実践的対応策，「地下防災を考える」-特に都市における水害対策への提言-，土木学会地下空間研究委員会，pp.3-10，2000.
- 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.394-396，2000.
- 4) 清家 清編；住宅設計ハンドブック，オーム社，pp.162-163，1979.
- 5) 日本建築学会編；建築設計資料集成1，丸善，p.82，1968.
- 6) (社)日本道路協会；立体横断施設技術基準・同解説，pp.31-32，1979.
- 7) 多田彰秀・井上啓由・本田洋平・古本勝弘；直階段から地下空間へ流入する流量の評価法に関する研究，地下空間シンポジウム論文・報告集，第6巻，土木学会，pp.117-123，2001.
- 8) 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.