

歩道幅員の決定方法に関する実証的研究

A Survey of Pedestrian Behaviour to determine
Sidewalk Width under desirable Service Level

土井元治^{*}・天野光一^{**}

By Motoharu DOI and Koichi AMANO

It has been considered that the minimum requirement of effective sidewalk width is 1.5m. But it is not ideal under some conditions.

This paper aims at a method to decide the sidewalk width considering three traffic conditions which often happen (pedestrian walks 1. with umbrella, 2. with fellows, 3. with baggages).

The survey results are as follows : a. the width of one pedestrian with umbrella is 1.0m. b. in urban area, the rate of pedestrian who walk with fellows is about 20-50%. c. the width of one pedestrian carrying baggages is about 0.85m. d. on the sidewalk of 1.5-1.9m width, pedestrians are often forced to go into carriageway to avoid conflicts with other pedestrians.

After consideration of these behavior of pedestrians, we propose that 2.25m should be the desirable service level as the minimum width for sidewalks.

1. はじめに

近年社会情勢の変化に伴って、歩行という交通形態がますます重視されるようになってきた。これにともない歩行者に着目したコミュニティー道路などの歩行者系道路の整備が行われつつある。しかし歩道は、歩行者にとって最も一般的な通行空間であり、その設計がさらに重要になってきていることはいうまでもない。

歩道設計の1つのキーポイントは、その幅員の決定方法である。従来の考え方による歩道の最小幅員は、道路構造令¹⁾によれば1.5m、すなわち歩行者1人当りの占有幅を0.75mとした場合の歩行者のすれ違いが可能な幅である。道路構造令には「歩道の幅

員は、当該道路の歩行者の交通の状況を考慮して定めるものとする」という記述があるが、様々な状況に対してどのように幅員を決定するかは明確にされていない。基本的には歩行者1人当りの占有幅0.75mを1.5mに加えていくという考え方であろう。理想的な状況では歩行者1人当り占有幅は0.75mであると思われるが、雨の日で傘をさしている場合や、荷物を持っている場合などについては、一般にやや広くなると言われている。しかし現在のところそのような状況における歩行者占有幅についての実証的研究はみられない。

本研究は、このような背景をふまえ、比較的頻繁に起り得るが、限ずしも理想的でない状況として雨の日で傘をさしている状況、グループで歩行している状況、荷物を持って歩行している状況の3種の状況に着目し、VTR等を用いた実態調査を中心に、歩行状況、歩行者の占有幅等に関する検討を行ったものである。

* 工修 側道路計画

(〒160 新宿区荒木町7 安藤ビル3F)

** 正会員 工修 建設省

(〒305 茨城県筑波郡豊里町旭1番地)

2. 傘をさす日の歩行状態の分析

(1) 降雨日数

過去30年間で日降水量1mm以上の雨が降った平均日数を表-1に示す。

気象庁でのヒヤリングによれば、日降水量1mm以上であれば大半の歩行者は傘をさすであろうとのことであった。よって表-1より、歩行者は年間約30%の日数傘をさしていると考えられる。

表-1 主要都市における日降水量
1mm以上の年間平均日数

地 点	札幌	東京	名古屋	京都	大阪	福岡	帯広	高田
(A) 年間平均日数	139	104	108	112	104	119	92	195
(A) × 100(%)	38	28	30	31	28	33	25	53

注1) 1951年から1980年までの平均値

注2) 雪、あられ等の固形降水はとがして降水量に含まれていない。

注3) 帯広と高田が気象官署80地点の中の最小、最大日数観測地点である。

(2) 観測調査方法

国電水道橋駅プラットフォームにビデオカメラを設置し歩行者交通需要の多い時間帯を選んで白山通り歩道を撮影した³⁾。観測日時、天候等の諸元を表-2に示す。なお当該地点の有効幅員は3.9mである。

表-2 観測調査の日時、天候

年 月 日	観測時間	天候	傘をさす人
昭和58年11月7日(木)	午前7:30~9:30	晴れ	無し
昭和58年1月19日(木)	午前8:50~9:50	雪	ほぼ全員

(3) 傘をさした歩行者の占有幅

ビデオテープを再生し、再生画面上に2断面(間隔1.3m)を設定し、30秒ごとにその断面における歩行者の並列人数を讀取った。この並列人数と前述有効幅員から、式(1)により歩行者1人当り占有幅を算出した。その発生割合を累加百分率で表わすと図-1の結果となる。

$$D = W / N \quad (1)$$

ただし、D：歩行者1人当り占有幅(m/人)

W：歩道有効幅員(3.9m)

N：並列人数(人)、0人は除く。

図-1をみると、晴れの日には占有幅が0.78m(5人並列)以上で98.7%の歩行者が通行しているのに

対し、ほぼ全員が傘をさした状態では0.98m(4人並列)以上で96.9%が通行していることになる。この4人、5人並列が観測されたときは、ビデオ画面をみるかぎり最大交通量が流れている状態にあり、後述する臨界密度に対応するものと思われる。

よって第1章で紹介した道路構造令の歩行者占有幅は、歩行者が傘をささないで通行している状態ではほぼ適正な値であるが、雨や雪の日には約1mの占有幅が必要になると考えられる。

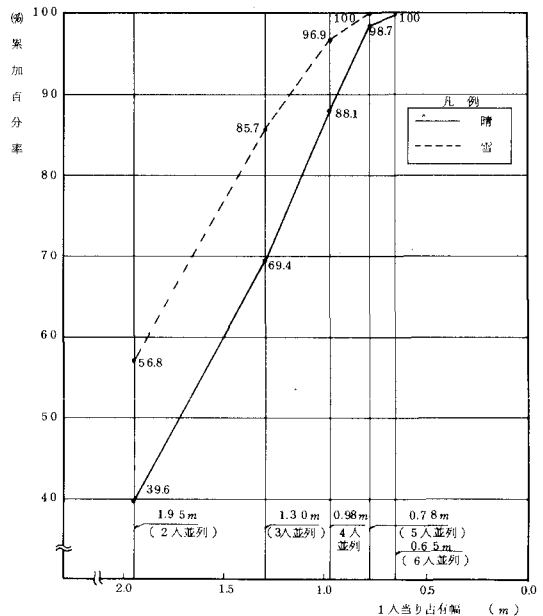


図-1 歩行者1人当り占有幅別累加百分率
(水道橋)

(4) 空間密度と交通量

前節(3)の占有幅の相違が空間密度と交通量に与える影響をみるため、Q-K図を作成した。(図-2, 3)。

再生画面上で、約30秒ごとに前述2断面間に存在する歩行者数を計測し、空間密度を求めた。また、交通量は空間密度を計測したときの歩行者をサンプリングし平均速度を求め、式(2)により算出した。

$$Q = 60 \cdot K \cdot V \quad (2)$$

ただし、Q：交通量(人/分・m)

K：空間密度(人/m²)

V：歩行速度(m/秒)

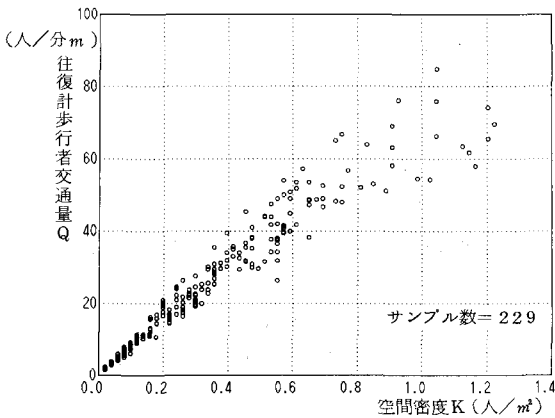


図-2 Q-K図(水道橋、晴れの日)

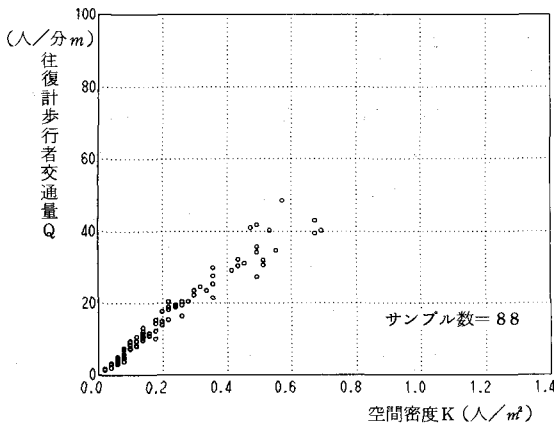


図-3 Q-K図(水道橋、雪の日)

図-2, 3によると、最大交通量が実現するときの空間密度(以降臨界密度と称す)は、概ね表-3に示す値と考えられる。

すなわち、傘をさすことによる横方向占有幅の増大を1つの要因として、臨界密度(サービス水準が極度に低下した状態)は約 $1.1 \text{ 人}/\text{m}^2$ から $0.6 \text{ 人}/\text{m}^2$ に低下している。

表-3 最大交通量と臨界密度

天 候	最大交通量(人/分m)	臨界密度(人/m ²)
晴	85	1.1
雪	48	0.6

ただし、空間密度過大のため交通量が大きく低下したサンプルがみられないこと、および容量状態のサンプル数がやや不足していることに若干の問題がある。

(5) 空間密度と速度

空間密度と速度の関係を図-4, 5に示す。両図を比較すると次の点がいえる。

① 空間密度が $0.2 \text{ 人}/\text{m}^2$ 以下という、比較的すいた状態(サービス水準の高い状態)の歩行速度は、晴れの日でも雪の日でも $1.0 \sim 1.7 \text{ m}/\text{秒}$ に幅広く分布し、その平均値は $1.3 \text{ m}/\text{秒}$ である。

すなわち、今回調査した雪の日のデータは、路面の滑りやすさ等による歩行速度の低下はみられず、雨で傘をさした場合にも適用できると考えられる。

② 晴れの日と雪の日の両日とも、空間密度が増加するに従い、歩行速度の分散が小さくなるとともに平均速度がやや低下する傾向がうかがえる。

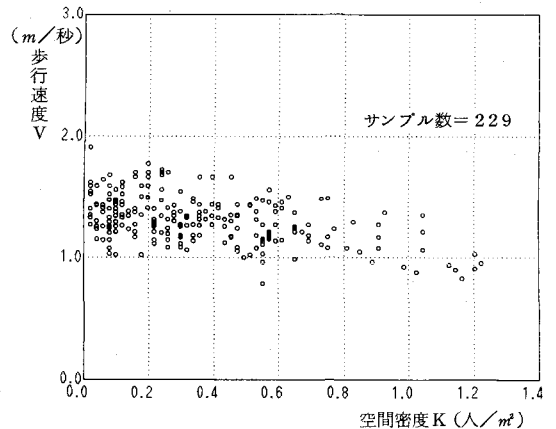


図-4 K-V図(水道橋、晴れの日)

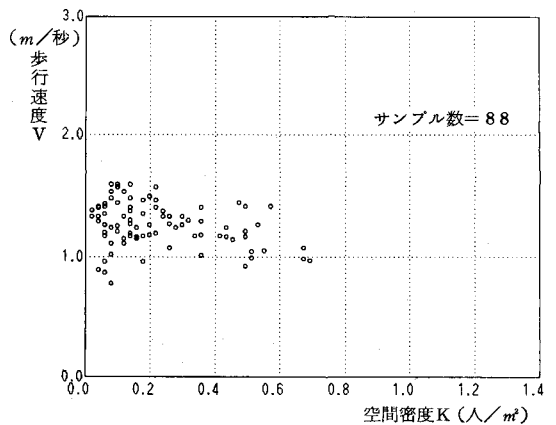


図-5 K-V図(水道橋、雪の日)

(6) 考 察

水道橋において、晴れと雪の日のビデオ観測結果を比較することにより、次の点が明らかとなった。

① 傘をささない状態の歩行者占有幅は、 $0.7 \sim 0.8$

m であり、道路構造令に定められた $0.75m$ と近似している。

② しかし、ほぼ全員が傘をさす状態における歩行者占有幅は約 $1m$ が必要となる。

③ 臨界密度は傘をささない状態で $1.1人/m^2$ 、ほぼ全員が傘をさす状態で $0.6人/m^2$ となる。

以上の結果を基に、傘をさす場合と、ささない場合の歩行者1人当りに必要な占有形態を矩形で表現するため、横方向の占有幅(d)と臨界密度(K_c)から、式(4)により進行方向の占有長さ(l)を求めた(図-6)。

$$\frac{1}{K_c} = l \cdot d \quad (3)$$

$$\therefore l = \frac{1}{d \cdot K_c} \quad (4)$$

ただし、 K_c ：臨界密度(人/ m^2)、 l ：進行方向の占有長さ(m)、 d ：横方向の占有幅(m)

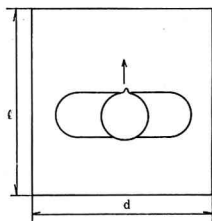
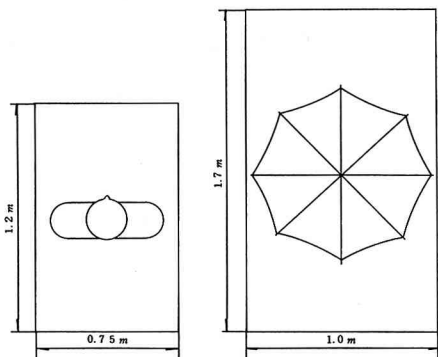


図-6 歩行者占有形態の矩形模式図

その結果、図-7に示す占有形態図が得られた。すなわち、傘をさす状態では、横方向の占有幅が広がるのみならず、進行方向にも約 $0.5m$ 歩行者間隔が長くなることがわかった。



(a) 傘をささない状態 (b) 傘をさした状態

図-7 臨界密度状態における歩行者占有形態

注) 男性用の傘の直径は約 $1m$ である。

3. グループ歩行状態の分析

第1章で述べたとおり、現行の歩道幅員の設計では、単独歩行者の占有幅から最小幅員を決定している。

よって本章においては、歩行形態の1つとして、

グループ歩行を取上げ、ビデオ観測結果を基に、その実態を分析した。

(1) グループ歩行の定義

撮影区間を会話などしながら、並列になって同方向に歩行する状態をグループ歩行と判定し、その人数をグループ人数とした。また、前後左右に一団となっている場合は、同じユニホームや、歩行速度などによってグループ歩行であるか否かを判断した。

(2) グループ歩行者構成率

地域区分と歩道の有効幅員を勘案し、図-8に示す8地点でビデオ観測を行った。

その結果次のような点が明らかとなった。

① グループを構成する歩行者の割合は、地点によって異なっているものの、約 $20\sim50\%$ にも達している。

② 特に構成率の高い地点は、高島平と代々木である。その主な内訳は、前者が子供連れの主婦、後者が学生同志のグループとなっている。

③ 2人のグループと3人以上のグループ構成率を比較すると、全地点において2人グループの構成率が高くなっている。

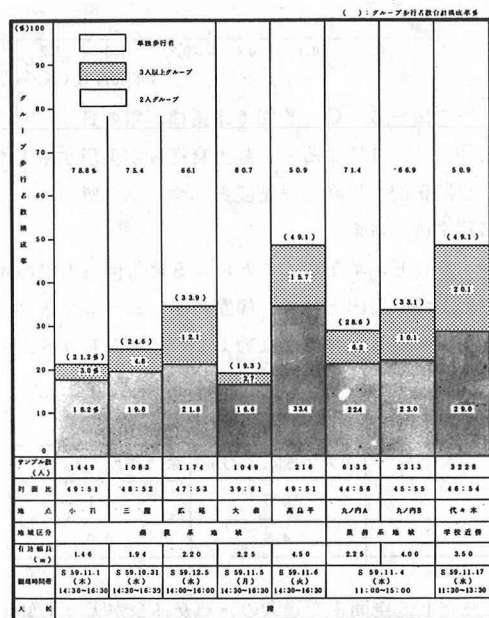


図-8 地点別グループ歩行者数構成率

(3) グループ歩行者の占有幅

図-8の8地点で観測されたグループ歩行のうち、手荷物を持たない大人2人の並列歩行時の占有幅を

図-9のように計測した。

結果は、図-10に示すとおり、0.75mが68%と卓越している。

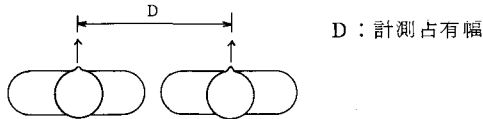


図-9 占有幅計測方法(大人2人並列時)

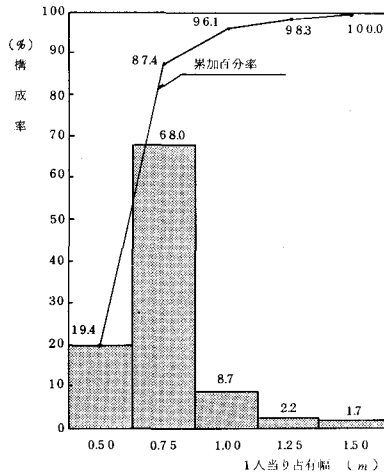


図-10 大人2人並列の1人当り占有幅分布

(4) すれ違い形態構成比

すれ違いが生じた場合、それが何人と何人のすれ違いになるか、その確率をグループ別歩行者構成比を用いて計算した。

グループ別歩行者数構成比を

単独歩行者: 2人グループ: 3人グループ

= $P_1 : P_2 : P_3$ とすると、グループ数の構成比は、

単独歩行者: 2人グループ: 3人グループ

= $P_1 : \frac{P_2}{2} : \frac{P_3}{3}$ となる。

すれ違う両方向とも構成比が等しいと仮定すれば、ある一方向におけるグループ別発生確率は、

$$\text{単独歩行者: } \frac{P_1}{P_T} \quad (5)$$

$$\text{2人グループ: } \frac{P_2}{2 P_T} \quad (6)$$

$$\text{3人グループ: } \frac{P_3}{3 P_T} \quad (7)$$

ここで、

$$P_T = P_1 + \frac{P_2}{2} + \frac{P_3}{3} = \frac{1}{6} (6 P_1 + 3 P_2 + 2 P_3)$$

したがって、すれ違い形態構成比は、上記式(5)~(7)の乗算で求められる。

たとえば、式(5)と式(6)を乗じて、

$$P = \frac{P_1}{P_T} \times \frac{P_2}{2 P_T} = \frac{18 \cdot P_1 \cdot P_2}{(6 P_1 + 3 P_2 + 2 P_3)^2}$$

となる。

なお、ここでは単独歩行者やグループ歩行者が追越しなどによって並列しないという仮定にたって、回避割合を計算した。

計算結果を表-4に示す。

表-4 すれ違い形態構成比と回避割合試算表

項目	地点	小岩	三鷹	広尾	大塚	高島平	丸の内A	丸の内B	代々木
グループ歩行者構成比	1人(P_1)	0.788	0.754	0.661	0.807	0.509	0.714	0.669	0.509
	2人(P_2)	0.182	0.198	0.218	0.166	0.334	0.224	0.230	0.290
	3人(P_3)	0.030	0.048	0.121	0.027	0.157	0.062	0.101	0.201
すれ違い形態構成比	1人对1人	0.786*	0.753	0.665	0.806	0.488	0.711	0.669	0.498
	1人对2人	0.181*	0.198*	0.219*	0.166	0.320	0.223	0.230	0.284
	1人对3人	0.020*	0.032*	0.081*	0.018*	0.100	0.041*	0.067	0.131
	2人对2人	0.011*	0.013*	0.018*	0.009*	0.053	0.018*	0.020	0.040
	2人对3人	0.002*	0.004*	0.013*	0.002*	0.033	0.006*	0.012	0.037
	3人对3人	0.0001*	0.0003*	0.0025*	0.0001*	0.0052	0.0006*	0.0017*	0.0086*
回避割合(歩)		100.0	24.7	33.5	2.8	0.0	6.6	0.2	4.6
有効幅員(m)		1.46	1.94	2.20	2.25	4.50	2.25	4.00	3.50

(注) グループ歩行者数構成比は図-8による。

歩行者占有幅を0.75mとし有効幅員以上となる組合せに*をつけた。
よって*のついた数値を回避割合とした。

(5) すれ違い時衝突回避動作分析

8調査地点において10mの範囲内ですれ違い時に身体をひねるとか、立止るといった、何らかの衝突回避動作を行った回数とその割合、および前節で試算した結果を表-5に示す。

表-5 すれ違い時衝突回避動作割合

項目	地点	小岩	三鷹	広尾	大塚	高島平	丸の内A	丸の内B	代々木
実測	(A) 回避動作(回)	120	15	6	0	1	42	0	15
	(B) 全すれ違い回数(回)	359	264	236	162	5	1649	659	1366
	(C) 回避割合(%)	33.4	5.7	2.5	0.0	20.0	2.5	0.0	1.1
(D) 計算上の回避割合		100.0	24.7	33.5	2.8	0.0	6.6	0.2	4.6

(注) ①は表-4による。また実測は1時間・10m区間で行った。

高島平は交通量が少ないため分析対象としては不適当である。

7地点のうち、小岩を除く6地点について、計算上求めた回避割合よりも実測による回避割合の方が小さい結果となっている。これは、グループ歩行者が前方の交通状況を見て、並列を縦列に変えるなどの回避をかなり手前で完了しているためと思われる。

ただし、小岩については、有効幅員が1.46mであるため、計算では1人对1人でも回避を行うとして

いるが、実際には1人対1人の場合、明確な回避動作を行うことが少ないためこのような結果となっている。

すれ違い時の衝突回避動作の中でも特に危険な、歩行者が車道におりるといふ現象に着目すると、今回の調査地点の中で有効幅員の狭い小岩(1.46m)、三鷹(1.94m)において最も多く、全歩行者数に対する割合がそれぞれ1.4%、2.4%となっている。

このような現象が生じるということは、歩行者の通行空間としての機能を満たしていないということであり、割合としてはさほど大きなものではないが、交通安全上も問題があり、サービス水準が非常に低い状態であるといっても過言ではなからう。

4. 手荷物を持った歩行状態の分析

商店街等買物交通の多い場所では、歩道幅員を決める際に、歩行者が手荷物を持っていることを配慮する必要がある。

よって本章では、手荷物を持った歩行者の物理的必要幅の検討を行うものである。なお、ここでいう物理的必要幅とは図-11に示すように写真上で計測した静止時の値であり、第2、3章で扱った占有幅のように、側方余裕を含むものではない。

集計結果を図-12に示す。図から明らかなように、その平均値は、手ぶらの人に比べて片手に荷物を持った人で+8cm、両手に荷物を持った人で+20cmとなっている。

これを占有幅に換算すると、片手に荷物を持った人で約0.85m、両手に荷物を持った人で0.95m

と推論することができよう。

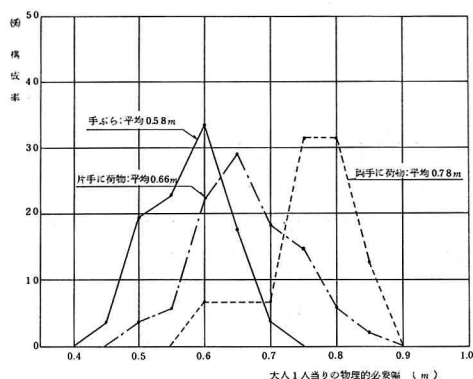


図-12 大人1人歩きの物理的必要幅分布図

注) サンプル数、手ぶら: 57人、片手に荷物: 55人、両手に荷物: 16人

5. ま と め

本研究の結果、次のような点が明らかとなった。

① 雨、雪等で歩行者が傘をさす場合の歩行者占有幅は、約1mであることが実証された。なお、通常時の占有幅については、従来どおり0.75mで十分であることも確認された。

② 臨界状態における進行方向の長さは、晴れて約1.2m、傘を持った状態で約1.7mという結果が得られた。

③ グループ歩行者の構成率は、今回調査した8地点に限ってみると約20~50%にも達している。

④ グループ歩行時(大人2人並列時)においても占有幅は0.75m程度であるという結果が得られた。



物理的必要幅
(m)
右の人: 0.60
左の人: 0.60



物理的必要幅
(m)
右の人: 0.75
左の人: 1.00

(a) 小さなハンドバッグを持った歩行者

(b) 両手に買物袋を持った歩行者

図-11 物理的必要幅の事例

⑤ 観測されたすれ違い時の衝突回避動作は、グループ構成率が高いにもかかわらず少なかった。これは、歩行者がかなり手前で回避動作を完了しているためと思われる。

⑥ 調査地点のうち、有効幅員の狭い歩道(1.46 m, 1.94 m)では、歩行者が回避のため、一旦車道におりるといった危険な状態が観測された。

すなわち、この程度の狭幅員の歩道では、本来の歩道の機能を満足できない場合が生じることがわかった。

⑦ 手荷物を持った歩行者の物理的必要幅を調査した結果から、手荷物を1つ持った歩行者の占有幅は0.85 m, 2つ持った歩行者は0.95 mであると思われる。

以上、比較的頻繁に起り得るが、かならずしも理想的でない状態に着目して、実証的な分析を進めてきた。

これらの結果を総合すると、望ましい歩道の最小有効幅員は、 $2.25\text{ m} (= 0.75\text{ m}/\text{人} \times 3\text{ 人})$ であると思われる。その理由としては、①傘をさした人がすれ違うためには2 m以上必要である(傘をさすような日は、1年のうち概ね30%である)。

②歩行者のグループ構成率は高い。よって少なくとも2人と1人が回避することなくすれ違うためには $2.25\text{ m} (= 0.75\text{ m}/\text{人} \times 3\text{ 人})$ 必要である。

③手荷物を1つ持った歩行者が、回避することなくすれ違うためには、 $1.7\text{ m} (= 0.85\text{ m}/\text{人} \times 2\text{ 人})$ 以上必要である。④1.94 mの有効幅員では、歩行者が車道に一旦おりるといった危険な現象が生じる。

今回は、望ましい歩道の最小有効幅員の提案のみに終った。今後は、さらに観測調査を実施するとともに、到着特性も考えた歩行者交通量、サービス水準等についての検討を行い、様々な歩行者の交通状況を考慮に入れた歩道幅員決定手法を開発する必要がある。

容量に関する調査報告書, pp.65~98, 昭和59年3月

- 4) 建設省土木研究所交通安全研究室：歩行者交通容量および安全対策に関する調査報告書, pp.38~103, 昭和59年12月

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用, pp.126~139, 昭和58年3月
- 2) 東京天文台編：理科年表, pp.222~223, 昭和60年11月
- 3) 建設省土木研究所交通安全研究室：歩行者交通