

車椅子の混入が歩行者流に与える影響に関する分析*

The Analysis of the Pedestrians Speed of Sidewalk Considering Wheel-chair*

北川博巳**, 菅芳樹***, 三星昭宏****, 松本直也*****

By Hiroshi KITAGAWA**, Yoshiki SUGA***, Akihiro MIHOSHI****, Naoya MATSUMOTO*****

1.はじめに

近年「福祉のまちづくり」に見られるようにこれまで移動制約者層とされてきた高齢者・障害者に配慮したまちづくりの概念が各地で見られるようになった。これまで外出の制限されていた高齢者・障害者はこれらの対策と生活様式の変化とともに、よりハイモビリティになるものと思われる。車椅子利用者も今後はこの方向に向かっており、それに伴い、従来以上に活力あるまちづくりを構築してゆく必要がある。現在多くの人が車椅子を利用して日常生活を送っている。車椅子利用者の属性は、肢体不自由者のみならず、ケガや疾病による体力低下や加齢に伴う体力の低下のために使用する高齢者などがあると考えられる。今後人口の高齢化が進展し、超高齢社会を迎えつつある我が国においては、車椅子利用者は今後増加するものと思われる。しかしながら、現在車椅子が歩道を通行するときは、段差のみならず、人や自転車に対しての錯綜や歩道上の障害物等、決して安全で快適に移動できるような環境とはいえない。

近年、屋外におけるアメニティーを高める方策の一環として、道路空間の計画や設計の考え方の見直しが必要とされている段階にある。車いす利用をはじめとする障害者の移動性を考慮した道路対策はその中でも重要な課題とされている。

車いす利用者は通常の歩行者とは交通特性の異な

る交通主体であり、その通行性を高める動きも出てきている。しかしながら、実際の歩道上を対象として、車いすと歩行者が混合した状態で交通流の特性を把握し、歩道幅員と車いす・歩行者交通量等と関連させて通行性の評価をおこない、それにもとづいてサービスレベルを設定するという体系的な研究蓄積はほとんど無い。この研究の目的ははこのような背景と問題意識にもとづいて、車いす混合を考慮した歩道評価と整備技術を研究するものである。

本研究では、一般の歩道を対象として、車椅子を走行させた場合の歩行者の挙動を把握・分析する。とくに、実際の歩道空間において、車いすが通行したときのサービスレベルを把握して車椅子が実際の歩道上を通行するときの影響について考慮することを目的とする。

ここでは、車椅子が歩道に混入することによって、歩行者の速度分布の違い、密度との関係にどの程度の影響があるのかについて分析を行う。そして、車椅子利用者に対応した歩道を計画、設計する上での整備のあり方について考察することを目的としている。

2.従来の研究

近年、道路構造令で「高齢者、児童、身体障害者等さまざまな人や車椅子等の基本的な諸元をもとに、これらの人がすれ違い、追い越し、立ち止まる、などの行動が余裕をもって行えるよう」¹⁾な道路構造とする改正が行われている(表-1)。ここでは歩行者の占有幅 0.75m、手動車椅子の幅を 63cm、電動車椅子の幅を 70cm とし、車椅子の通行に必要な幅(余裕幅)として、占有幅を 1.00m とした。しかし、歩行者や自転車、障害物などとのコンフリクトや、歩道形態、人の歩きやすさ、サービスレベルなどは考

*キーワード：歩行者交通計画、交通弱者対策

**正員、工修、近畿大学理工学部土木工学科

(〒577 東大阪市小若江 3-4-1, Tel(06)721-2332, Fax(06)730-1320)

***正員、修(工)、(株)オリエンタルコンサルタンツ

(〒150 東京都渋谷区渋谷 1-16-14, Tel(03)3409-7551, Fax(06)3409-0208)

****正員、工博、近畿大学理工学部土木工学科

(〒577 東大阪市小若江 3-4-1, Tel(06)721-2332, Fax(06)730-1320)

*****学生員、近畿大学大学院工学研究科土木工学専攻

(〒577 東大阪市小若江 3-4-1, Tel(06)721-2332, Fax(06)730-1320)

慮されておらず、そのような現実の交通場面を考慮した基準作りは今後の課題といえる。車椅子交通の抱える問題点は多く、実際の歩道において歩行者とのすれ違いなど、車いす使用者にとって安全で快適な歩道環境に関する研究は極めて少ない。また、歩道に関する研究でも、自転車と歩行者のすれ違いについての問題を考慮しているが、車いすが歩道に混入したときの車椅子や歩行者に対する影響については研究がない。従来、歩道や歩行者・自転車交通に関する研究は文献²⁾³⁾をはじめとして、多数おこなわれている。特徴としては、歩道幅員を算定した塚口らの研究⁴⁾や歩行目的別の速度、密度、交通量について調査・分析した吉岡らの研究⁵⁾⁷⁾、また、車道の外側に設置される歩道の最小幅員についての西坂の研究⁸⁾がある。細街路においては、竹内らが、細街路における歩行者交通空間の確保に関する研究⁹⁾をおこない、歩行者挙動や通行幅員、通行帯などについて分析している。

一方、車椅子交通については、屋内での走行分析や屋内における走行環境について考察したもの、車いすの性能に関するもの、施設内等における車いすの挙動特性および視覚特性に関するもの、歩道の段差に関する調査研究がある¹⁰⁾。車椅子を考慮した歩道問題については元田ら¹¹⁾により、実際の歩道空間(歩道、横断歩道、立体横断施設など)での車椅子自力走行及び介護走行実験により、車椅子の一般的な走行特性と車椅子の利便性、占有幅などから見た道路構造についての研究がおこなわれているが、歩行者の影響を考慮し、分析がされていない。また、車椅子とのすれ違いなどによる歩行者と車椅子の挙動について分析しており、車椅子利用者の注視特性についての研究などをおこなっている¹²⁾¹³⁾。しかし、これらの研究は実際の歩道を対象に調査されておらず、一般的な歩道における歩行者交通を考慮していない。

3.歩道上を車椅子が通行するときの交通特性

(1)交通実態調査の概要

本研究では、車椅子が歩道に混入した場合の歩行者に対する影響を把握するため、実際の歩道を対象

表-1 道路構造令改正前と改正後の歩道幅員^{文献1)より}

区 分		改 正 前			改 正 後	
単 位		m 以上			m 以上	
第 3 種		1.5	1.0	1.0	2.0	
第 4 種	第 1 級	3.0	2.2 5	1.5	3.5	2.75
	第 2 級		1.5			2.0
	第 3 級	1.5	1.0	1.0	2.0	
	第 4 級					

として行う。調査地点の選定にあたって、歩行挙動に影響を及ぼす要因として、主要なものは歩道幅員・地区特性・天候・障害物等の条件が考えられるが、これらのすべての組み合わせに対して十分なデータを確保することはいくつかの制約もある。なるべく多くの調査地点をカバーするため、大阪府下の鉄道駅周辺の歩道 11 地点において、時間帯、歩道幅員、歩行者交通量の異なる場所を選定し、歩道に車椅子が混入した場合と混入しなかった場合と場合に分け、家庭用 VTR により走行実験調査を行った。なお、歩行者の挙動をなるべく多くカバーするため、6 地点は過去の研究¹⁶⁾により調査した地点とした。また、歩行者が比較的高密度となるような地点を選定し、幅員は 1.6～4.5 メートルとばらついた。一方、車椅子を混入させた歩道は幅員が 3.5m～4.5m と比較的広幅員な歩道を選定した。それぞれの地点の幅員と概要を表-2 に示す。

これらの地点は歩行者の挙動がよくわかるような地点とし、歩行者交通量のなるべく多い地点を考慮した。歩道幅員は表-2 の地点 A～G である。今回、車椅子が混入した場合の速度、密度などの分析をするにあたっては、5 地点を選定した。調査場所を決定するに際しては、車椅子を混入させる際につぎの要因が分析に影響を及ぼすと考えられ、つぎの 4 項目を考慮した上で、表-2 の H～K に示す地点を取り上げた。

表-2 各調査地点の概要

調 査 場 所	調 査 日	調査時間帯	歩道幅員	備 考
A. 和 泉 市	H. 4 11 月 (日曜日)	朝・昼・夕	2. 2m	店舗周辺 (和泉府中駅)
B. 東大阪市	H. 4 11 月 (日曜日)	朝・昼・夕	3. 2m	店舗周辺 (八戸ノ里駅)
C. 大 阪 市	H. 5 9 月 (日曜日)	昼・夕	4. 5m	(難波)
D. 八 尾 市	H. 5 9 月 (木曜日)	朝・夕	2. 6m	店舗周辺 (近鉄八尾駅)
E. 柏 原 市	H. 5 9 月 (金曜日)	朝・夕	2. 4m	(近鉄国分駅)
F. 東大阪市	H. 5 9 月 (金曜日)	夕	1. 6m	(近鉄八戸ノ里駅)
G. 明 石 市	H. 6 10 月 (木曜日)	夕	3. 4m	(明石駅)
H. 明 石 市	H. 6 10 月 (月曜日)	夕	3. 4m	(明石駅)
I. 大 東 市	H. 7 8 月 (日曜日)	夕	4. 5m	(JR住道駅)
J. 東大阪市	H. 8 7 月 (金曜日)	朝	3. 25m	(近畿大学前)
K. 大 阪 市	H. 8 11 月 (木曜日)	朝	4. 0m	(御堂筋)

①本研究では、歩行者と車椅子との影響を把握するため自転車交通を考慮していない。したがって自転車の混入の少ない地点とした。

②路上の障害物による回避行動を排除するため、路上の障害物がない地点

③分析対象となる歩行者が途中で歩行行動を止めないようにするため、周りの店舗が閉まっているか、ない地点

④車椅子が混入すると比較的狭い幅員の歩道においては、歩行者は減速せずに歩道外にでて歩行することが考えられる。今回、車椅子を交通させるに当たっては、3～4m 程度の幅員の歩道を対象とした。

なお、VTR による撮影は車椅子混入時、非混入時ともに 15 分間、対象区間長は 10m とした。撮影に関する注意点としては、以下の 3 項目を考慮した上で車椅子を混入させ、撮影を行った。

①回避行動を把握するための距離として、分析対象区間を 10m とした。そのため、全域をビデオ画面でとらえられるようにカメラを設置する。

②車椅子の走行に関しては、原則的に歩道の中央を走行させる（車椅子利用者は縦断勾配の影響の少ない中央を走行するため）

③あくまでも自然の通行状態を撮影する。

(2)車椅子が混入するときの歩行者速度の分布

一般的な歩行者の平均歩行速度は 1.35m/s となっているが、本研究でおこなった調査データより車椅子が混入していない場合（以下、車椅子非混入時または非混入時）の歩行者の平均速度は 1.23m/s と低い値であった（補注 1）。また、本研究ではできるだけ多くの調査地点とサンプル数を増やすため、また車椅子混入時は幅員の広い歩道を対象としているため、各地点間ごとに歩行者挙動を分析するよりは、大きく混入・非混入の 2 つに分割し分析するアプローチを取っているため、それぞれ歩行者速度を 1 つにまとめて分析している。

ここでは図-1 図-2 より、車椅子が混入していない時、車椅子が混入した時の歩行者の交通特性について、歩行速度、密度から分析をおこない、車椅子混入時における歩行者速度の低下率をもとめた。車椅子非混入時の歩行者速度は、歩行速度分布（図-3）は値の小さい方に裾広がりな分布をしており最大値 1.94m/s、最小値 0.54m/s と分布範囲は広いが、極めて少数であり、歩行者の多数は秒速 1.0～1.4 m/s が多くを占めていることもあり、分散は 0.056 と低い。調査したどの歩道においても、車椅子非混入時には歩行者速度のばらつきは小さく、一定速度での通行となっている傾向にある。同様に、車椅子混入時の歩行者速度も、最大値 1.73m/s、最小値 0.49m/s と分布範囲は広いが、分散は 0.047 と低く、車椅子

混入時と同様、ばらつきは小さい。歩行速度分布(図-4)は非混入時同様、値の小さい方に裾広がりな分布をしており、歩行者速度のばらつきも小さいことがわかる。これらより、車椅子混入時と非混入時では歩道幅員に違いがあるものの、今回対象とした歩道区間に関しては、速度分布の傾向が似ている。一概には言えないが、今回選定した調査地点は車椅子を混入させた場合で幅員は広がっており、歩行者に対する影響が著しいものでないため、歩行者速度の分布の観点では、車椅子混入・非混入時ともに似たような傾向になっていると思われる。

(3)車椅子が混入する時の歩行者速度の低下

今回調査した地点では歩道幅員に違いがあるものの、速度分布という観点では似た傾向となっている。そこで、ここでは、車椅子が混入した時の歩行者への影響を速度分布だけでなく、速度の低下はその歩道のサービスレベルの低下を促す主たる要因の一つであることより、車椅子が混入することの速度低下に着目し、車椅子が歩道に混入することにより歩行速度にはどれくらいの影響について考察する。

図-1, 2 の速度区間の累積百分率を1つにまとめたものを図-3 に示す。この図から、速度区間 0.7～1.4 m/s 間で分布に開きがみられる。これは、各地点での幅員が違っているものの、分布の広がりとはばらつきの小ささおよび、車椅子混入時の幅員が広いことも考慮すると、車椅子が混入することにより、歩行者の速度が低下することを示している。その低下の割合をみると、最大で約 0.3m/s 低下している。

このことより、歩行者分布の傾向が似ているにもかかわらず、速度低下がみられるということより、車椅子が混入することによる歩行者速度の低下率を計算することを試みる。そのため、車椅子非混入時と混入時の速度の分布が同じかどうかを検定した。ここでは、繰り返しのない一元配置の分散分析をした。これより、この二つの分布に差を認められないという結果が得られることになり、車椅子混入時の歩道幅員の違いから、速度分布は等しく、速度低下との関係も同じと思われる。しかし、車椅子混入時の幅員が広いにも関わらず速度が低下していることは重要であり、ここでは車椅子混入・非混入時の歩

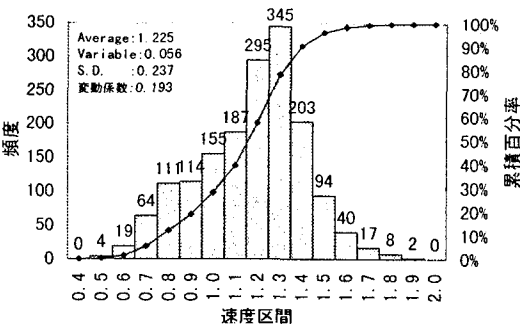


図-3 歩行者速度分布図（車椅子非混入時）

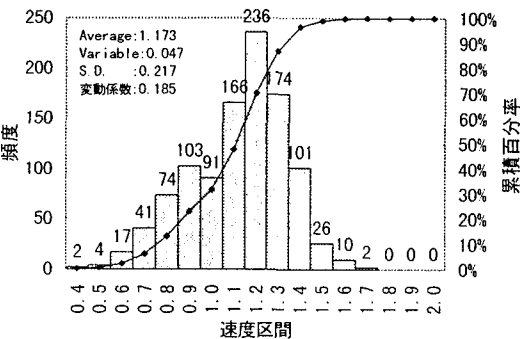


図 4 歩行者速度分布図（車椅子混入時）

表 4 歩行者速度の母平均の推定

	件数	下限値	平均	上限値	信頼区間
非混入時	1658	1.21m/s	1.23m/s	1.24m/s	95%
混入時	1047	1.16m/s	1.17m/s	1.19m/s	95%
割合	-	-4.4%	-4.3%	-4.1%	-

母平均の推定：母集団標準偏差 未知・正規分布

行者速度を推定し、比較を行う。このとき、調査データはその量、質により変化するため、この調査データから単純に低下率を計算するよりも、本研究

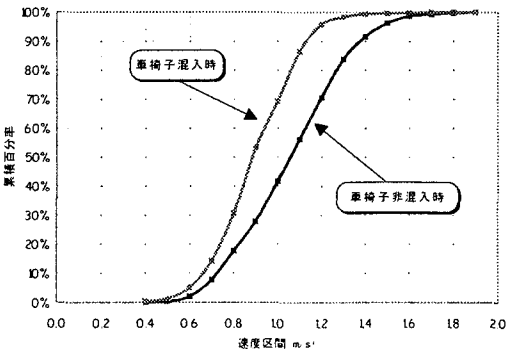


図 5 歩行者速度分布図（車椅子混入時）

では、車椅子非混入時、混入時の母平均を区間推定し、その推定結果より低下率を求めた。その結果を表-4に示す。この表より車椅子が混入することにより歩行者の平均速度では約4.3%低下しているが、上限値・下限値においてもそれぞれ4.1、4.4%速度が低下している。このことより、車椅子が混入することにより、歩行者速度は低下し、歩行者にとって影響があることがわかる。

つぎに、通常、歩行者速度は密度と関係があるものと思われる。ここでは、歩行速度と密度の関係について分析をおこなった。まず、速度、密度間の相関係数を求めた。相関係数の求め方は各種研究されているが、ここではPerson, Kendallのタウ, Spearmanの3つの方法により求めた(表5)。車椅子非混入、混入時ともに相関係数の値は小さく、密度-速度間に相関はないように思える。また、一般には歩行速度と密度の間には負の相関があることが知られているが、本研究での分析では車椅子混入時では値は小さいものの、正の相関が認められた。つぎに、図-6に車椅子非混入時の、図-7に車椅子混入時の速度-密度散布図をそれぞれ示す。今回設定した調査地点のデータをそれぞれ、同一にまとめて分析しているため、各密度区間における歩行者速度のばらつきは大きいものとなった。そこで、速度-密度に関しては各調査地点ごとに速度-密度に関する回帰直線を算出し、比較した。表より、それぞれの地点において、直線の傾き・切片は違っており、幅員と傾き・幅員と切片の相関関係が高くなっていることから、地点ごとに考察する。全体として車椅子混入時の場合は傾きが低くなっている。また、切片は多くなっている。切片については車椅子が混入時の歩道は幅員が大きいので、低密度の場合は速度も大きくなるために、このように多くなっている。一方、傾きは密度が大きくなるほど速度が低下することを示しており、たとえ車椅子非混入時より、幅員が広くても車椅子が混入すると速度低下に影響するものと思われる。

このように、今回密度に関する関係としてこのようにばらつきが多くなった原因としては低密度での調査データが多いため、また、データ件数が多く、各密度区間における歩行者速度のばらつきが大きい

ため、また、実際の歩道での調査でのデータを用いているため、という事が考えられる。また、速度-密度に関してもサンプル数が少なくなるため、若干の問題は残っている。

5.まとめ

本研究は今後増加すると考えられる車椅子交通が実際の歩道にどれくらいの影響を及ぼしているのかについて、実際の歩道を対象としたVTRを用いた実態調査から車椅子が歩行者速度にどのような影響を及ぼしているのかについて、歩行者速度の分布・歩行者速度の低下および歩行者速度と密度との関係から分析を行う

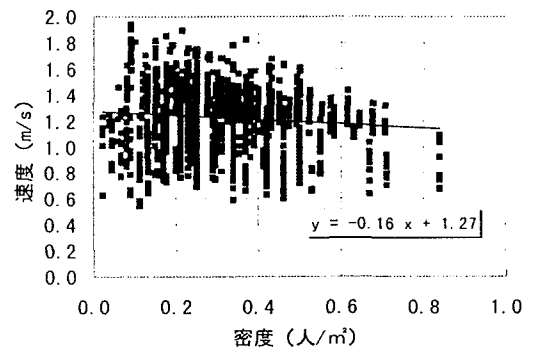


図6 歩行者速度分布図(車椅子混入時)

た。結果としては、以下のようになった。

- ①実際の歩道に車椅子を走行させたときの実態調査を実施した。車椅子混入時と車椅子非混入時の幅員に違いがあるものの、11地点を選定し、比較を行った。
- ②車椅子混入時と非混入時の速度分布を集計したところ、分布に関する差はほとんどみられなかった。歩行速度分布という観点からは、車椅子を混入させた歩道はさほど歩行者に対する影響は著しくなく、今回観測した歩道幅員程度は必要なものであると考えられる。
- ③歩行者速度の低下という観点からみると、歩道を車椅子が通行することにより、最大で0.3m/sの低下がみられ、歩行者の速度を推定した結果、車椅子

表-5 各手法による相関係数の比較

Correlation Coefficients	車椅子 非混入時	車椅子 混入時
Pearson	-0.10	0.04
Kendall's	-0.07	-0.01
Spearman	-0.09	0.02

③下がみられ、歩行者の速度を推定した結果、車椅子が混入すること平均速度が 4.3%低下することがわかった。

④歩行者速度－密度からのアプローチにおいて、各測定地点をひとつにまとめて考察することは好ましくないことがわかり、地点ごとの速度－密度の回帰式を算定した。その結果、車椅子が混入した場合の傾きは非混入時のそれよりも低くなり、幅員が広くても車椅子混入による速度低下の影響がある。

また、今回の調査地点の歩道幅員である 3.25～4.5m の間では車椅子利用者の立場に立つと、自転車や障害物等が混入すると、車椅子が快適に走行できるような幅員といえず、安全・快適・利便性の良い歩道幅員の考察も必要となってくる。今後の課題としては、さらに雑多である歩道をカバーする意味で、種々の条件の違う箇所でのデータの蓄積や調査サンプルを増やす必要がある。とくに、幅員の影響の詳細に関しては今後の課題である。また生活様式の変化により、今後は車椅子利用者が連れ立って

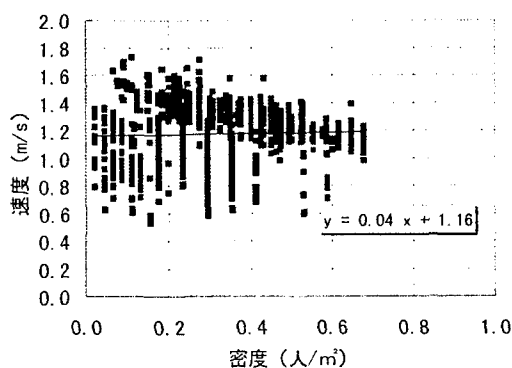


図7 歩行者速度分布図（車椅子混入時）

外出できるような環境を考慮するためにも、複数の台の車椅子を走行させ、分析してゆきたい。また、

サービスレベルを一定に保つ歩道幅員算定のために、歩道における諸条件を変数としたシミュレーションの構築なども行ってゆきたい。

（補注）

歩行者の平均速度が 1.35m/s という値は小学生や中学生なども含まれており、本研究でのデータにはこのような青年以下のデータは少なく、また、歩行者の歩行速度はその条件や調査日時などにより変化するため、本研究ではこの 1.23m/s という平均速度は妥当だとしている。

参考文献

- 1)佐藤信彦：道路構造令などの改正について，道路，pp.44-53，1994-1
- 2)Fruin, J.J. : Design for Pedestrians;A level-of-service concept, Highway research record, No.355, 1971.
- 3)Navin, F.P.D., R.J.Wheelse : Pedestrian Flow Characteristics, Traffic engineering, 39, 9, p.30, 1969.
- 4)塚口博司：歩行者交通空間の計画に関する基礎的研究，昭和 56 年，大阪大学博士論文
- 5)吉岡昭雄：歩行者交通と歩行者空間（Ⅰ），交通工学，Vol.4, PP.25-36, 1978
- 6)吉岡昭雄：歩行者交通と歩行者空間（Ⅱ），交通工学，Vol.5, PP.41-53, 1978
- 7)吉岡昭雄：歩行者交通と歩行者空間（Ⅲ），交通工学，Vol.3, PP.13-21, 1981
- 8)西坂秀博：歩道の最小幅員に関する研究，交通工学，増刊号，pp.3-15, 1978
- 9)竹内伝史，岩本広久：細街路における歩行者挙動の分析，交通工学，Vol.4, pp.3-14, 1975
- 10)たとえば，日本リハビリテーション工学協会：第 11 回リハ工学カンファレンス講演論文集，1996.
- 11)元田良孝，西岡南海男：車椅子の走行特性と道路構造について，交通工学，Vol.24, No.6, pp.21-30, 1989
- 12)清水浩志郎：高齢者の注視特性を考慮した快適な歩行環境整備に関する研究，平成 6 年度科学研究費補助金[一般研究(B)]研究成果報告書，1995