

車いす混入と幅員を考慮した歩道のサービスレベル設定に関する研究*

The study of service level for sidewalks under considerations of wheel-chair mixing and its width*

北川博巳**・岡本英晃***・三星昭宏****・松本直也*****

By Hiroshi KITAGAWA **, Hideaki OKAMOTO ***, Akihiro MIHOSHI****, Naoya MATSUMOTO *****

1. はじめに

近年、我が国では福祉のまちづくり整備が各地でなされている段階にあり、障害者・高齢者がこれまでより快適に移動ができるような環境整備が進められている。これに伴い、モビリティが低いとされてきた車いす使用者の社会参加機会も増加している傾向にある。車いす利用者にとっての交通環境整備として、公共交通や自動車の車両改善による乗降のしやすさやターミナル・建築物へのアクセス向上があり、近年ではユニバーサルデザインを念頭に置いた施設整備がなされる方向にある。

そのような背景のもと、歩道に関しても日常行動の基本となる交通施設であるため、その整備が必要となる。とくに、道路構造令の歩道幅員に関する改正では、歩道上の車いす交通に対応した幅員構成を示しており、新しい歩道整備の概念として考えられている。しかし、そこで算出されている幅員は車いすの占有幅を 1.00m、歩行者の占有幅を 0.75m と位置づけ、それに応じた形で歩道の種別を行う改正である。実際、歩道整備を考慮してゆく際には、時々刻々と変化してゆく歩行者密度と、多くの形態が考えられる錯綜の関係、および車いすの混入率を考慮する等、快適性についての指標を考えるような歩道幅員やサービスレベルの設定をした方が望ましい。現状の歩道のサービスレベルをより多くの要因を考慮した上で設定してゆくことは今のところ課題であ

る。とくに、歩道上の車いすの混入台数や歩行者密度から歩道のサービスレベルを評価し、それを考慮に入れた歩道設計のあり方に関する考察は早急な課題であると思われる。

そこで、本研究では、幅員の異なる実際の2つの歩道を対象とした調査を行い、車いすが混入したときの歩行者密度の影響、および、車いすの混入台数の増加が、歩行者速度、歩行者の回避行動へ与える影響を明らかにする。つぎに車いすの混入台数の増加や歩道幅員の違いによる影響を視覚的にわかりやすくすることを目的として、サービスレベルを設定する。さらに、そのサービスレベルを用いて、歩行者密度の増加や車いす混入台数の増加、および歩道幅員による影響や違いを明らかにすることを目的とする。

2. 従来の研究

歩道の幅員構成とサービスレベルに関する研究として、速度の違う歩行者・自転車を考慮するため、歩行者密度と歩道幅員からそのサービスレベルを算定し、歩行空間の基準を求める研究が多く見られる¹⁾²⁾。とくに代表的な研究として、Fruin³⁾や Navin⁴⁾の研究にあるように歩行者速度と歩道上の歩行者密度を指標として、サービスレベルを考慮した研究がある。自転車・歩行者の錯綜の多く発生する我が国でもこのようなアプローチから見た研究は多くあり、歩行目的別の交通量、歩行者速度、密度について調査・分析をした吉岡ら⁵⁾⁷⁾の研究、細街路における歩行者空間の設計に関する竹内ら⁸⁾の研究がある。また、歩きやすさをサービスとして、歩道の最小幅員について検討した、西坂⁹⁾の研究がある。さらに、交通量・密度・追い越し率・待ち行列等の観点から歩道のサービスレベルと有効な歩道幅員を検討した

*キーワード：歩行者交通行動

**正員 修(工) (財) 東京都老人総合研究所
(〒173-0015 東京都板橋区栄町 35-2, Tel03-3964-3241,
Fax:03-3579-4776)

***学生員 修(工) 近畿大学大学院総合理工学研究科

****正員 工博 近畿大学理工学部土木工学科
(〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1, Tel06-6730-5880)

*****正員 修(工) (株)丸尾計画事務所
(〒650-0011 神戸市中央区下山手通 5-7-15 グローリー
一山手ビル 302,Tel078-361-6308)

表-1 調査概要

場所	歩行目的	調査日	時間	有効幅員	備考
東大阪市 (近畿大学前)	通学	平成8年5月14日 平成8年5月27日	8:50～9:50 9:00～10:45	3.25m	歩道の左右に店舗なし 放置物なし 自転車の通過なし (撮影時のみ)
大阪市 本町駅前 (北御堂会館前)	通勤	平成8年10月17日 平成8年10月24日 平成9年10月17日 平成9年12月18日	8:10～9:10 8:30～9:30 8:30～9:00 8:30～9:00	4.00m	

塚口の研究¹⁰⁾がある。加えて、歩行空間のサービスレベルをとりまとめたものとしては Highway Capacity Manual¹¹⁾ (以下 HCM とする) があり、歩道のサービスレベルを言語で表現し、歩行者密度および単位幅員当たりの流量で、いくつかのランクに分類している。しかし、これらの研究では、歩道で多くの占有幅をとる車いすの混入を考慮しておらず、車いすの混入を考慮したサービスレベルは確立されていない。

一方、車いす走行特性や歩道の形状のあり方についてとりまとめた研究もある。車いすの占有幅・走行速度・歩行者密度を分析した元田ら¹²⁾の研究や歩道工事に対しての誘導デッキの形状設計に関して、車いすを考慮した実験を行った栗山ら¹³⁾の研究、車いす同士の追い越し実験により視距と交通流について分析した研究²⁰⁾、縦断勾配や横断勾配が車いすの走行性に与える影響を計測した横山¹⁴⁾の研究がある。また、本研究のアプローチに近いものとして、車いすを考慮したサービスレベルの設定に関する研究もなされている。とくに、車いす混入時の歩行空間において、車いす利用者と歩行者の歩行挙動を状況の変化との関連から明らかにした清水¹⁵⁾の研究や、HCM に基づき、交差点を対象に車いす混入時の歩行者挙動を分析し、サービスレベルを設定した木村・横山ら^{16) 17)}の研究がある。これらは歩道実験から歩行者流を考慮した後にサービスレベルを設定するアプローチであり、先駆的意義は大きい。が、歩道幅員の変化や実際の歩道上での歩行者挙動を考慮していない。このようなアプローチの延長線上に、車いす利用者にアンケート調査を実施し、歩行者と車いすの混合交通に関する問題点を明らかにした上で、歩行者密度と速度の関係を明らかにしたり¹⁸⁾、実際の歩道上において、車いすを混入させた場合の歩行

者速度の低下を分析した研究¹⁹⁾や車いす混入によって必要な空間について研究した²⁰⁾筆者らの研究があるものの、歩道幅員とサービスレベルとの関係を示すには至っていない。以上から、実際の歩道を対象としてサービスレベルを設定する場合は歩道幅員、車いすの混入状況、速度低下や密度ごとの歩行者挙動が大きな要因となりうるということが考えられ、それらを分析し、できる限り一つに集約し、わかりやすい形でのサービスレベルを設定してゆく必要がある。本研究では、これらの要因を考えたサービスレベルの設定をすることを目的とする。

3. 調査概要

(1) 調査地点の選定と調査方法

本研究では、実際の歩道を対象として、いくつかの基準を考慮したサービスレベルを設定することを目的とする。ここでは、車いすが実際の歩道に混入したときの歩行者挙動を観測するため、VTR 調査データをもとに分析を行う。対象とした歩道は、3～4 m 程度の歩道を対象にして調査を行うこととし、表-1 に示すように 3.25m と 4.00m の幅員を持つ 2 つの歩道で調査を行った。ただし、これら 2 つの歩道幅員の値は、今回実施した歩道幅員の値であり、m 以下の数字に特定の意味はないことを付記しておく。これら 2 種類の歩道ごとで、車いす混入台数が歩行者に及ぼす影響をみるため、車いすを 1 台混入させた場合と 2 台混入させた場合を考慮した。ただし、幅員 3.25m の歩道では、2 台混入時の調査が困難だったため、今回 2 台混入の調査は行っていない。歩道幅員を決定する際、歩道幅員に制約があるため、あまり多くの車いすの台数を考慮できないが、複数の車いすの混入を考慮した幅員設計が、望まれているのも事実である。そこで、本研究では、2

台分の車いすが通行するのに必要なサービスレベルの設定をすることを目的とし、分析を行うこととする。

対象とする歩道の選定にあたっては、歩道により条件の違いがあるため、以下のような条件を設定し、それに見合う形の歩道を選定した。なお、本研究では、わかりやすさを観点とした分析を目的としている。また、実際の歩道を対象とするため、調査時の歩行者の安全性を考えて条件を設定した。

- ①低密度～高密度まで多くの状況をカバーできる
- ②同一の状況を捉えるため、朝の通勤・通学交通とする
- ③歩行者交通量が比較的多いこと
- ④歩行者の進行方向がほぼ一方通行であること
- ⑤自転車交通がほとんどないこと
- ⑥歩行者の通行に障害となる物がないこと
- ⑦分析対象区間を見渡せる場所（対象区間の横方向）にビデオを設置できること

まず、車いす混入の影響を見るため、車いすを混入させないときと車いすを混入させたときの状況を撮影した。さらに、車いすが二台混入したときの条件として、日常車いすを利用していない被験者2名が車いすに乗車して調査を行った。なお、車いすの走行時の条件は以下を考慮して設定した。

- ①車いすはほぼ歩道の中央部を走行し、1台を混入させるときは歩行者と同方向とする。
- ②車いすは歩行者の速度より遅い速度で走行する（0.6～0.9m/sの速度）
- ③車いす2台混入に関してはすれ違いとする
- ④車いす2台混入時は調査対象区間のほぼ中央ですれ違うこととする

ただし、車いす2台が混入した時のパターンとして、並走や追従などのパターンも考えられるが、本研究では調査の容易性や一番起こりうると思われる状況として、2台の車いすがすれ違う場合を考慮し走行させた。

（2）分析に用いる指標と定義

本研究では、車いす混入時の歩行者挙動を詳細に把握するため、歩行者の交通特性を表す指標として、歩道区間内の歩行者密度、歩行者速度、回避行動、錯綜率、回避回数を考える。そして、これらの行動を観測し、データ化することで分析を行う。

1) 歩行者密度

表-2 HCMでの密度区間表記

密度ランク	歩行者密度 (人/㎡)
LOS-A	0～0.083
LOS-B	0.083～0.269
LOS-C	0.269～0.449
LOS-D	0.449～0.718
LOS-E	0.718～1.794
LOS-F	1.794～

表-3 本研究の密度区間表記

密度 ランク	密度 ランク (人/㎡)	歩行者の人数 (東大阪市)	歩行者の人数 (大阪市)
I	0.1～0.2	4～7人	4～8人
II	0.2～0.3	7～10人	8～12人
III	0.3～0.4	10～13人	12～16人
IV	0.4～0.5	13～17人	16～20人
V	0.5～0.6	17～20人	20～24人

分析対象区間内を通過する歩行者と車いすの区間交通量をその面積で除した値を歩道内の歩行者密度（人/㎡）とする。なお、車いす1台は歩行者1人分として計算し、対象区間長は両調査地点とも10mとした。これは歩行者の影響を把握するには十分な区間であり、ビデオカメラに十分おさめることができる範囲である。今回得られた歩行者密度は0.1～0.6人/㎡という値が得られた。そこで、計測のしやすさ、観測のばらつきや各密度ランクの歩行者数等のバランスを考え、表-2に示すHCMのように分類せず、歩行者密度を0.1人/㎡ずつの計5ランクに分類し、密度ランクとして考えた（表-3）。結果的には歩行者流は各調査地点で清流化した流れとなり、各密度ランクごとに撮影された時間は平均して10分前後となった。今回のビデオ解析から得られたデータの各密度区間ごとのサンプル数を表-4に示す。今回の観測では歩道幅員3.25mにおける車いす混入0台の時の密度ランクV、および一台混入時の密度ランクI、また、歩道幅員4.00mの時の密度ランクVにおけるサンプル数が少ない結果となった。

2) 歩行速度

通常、HCM等で行われているように、歩道のサービスレベルを設定する際は、歩行者の速度よりも回避行動による影響の方が大きい。しかしながら、本研究では歩道上で多くの幅を占める車いすが2台混入することを考慮しているため、速度に

表-4 各密度区間別のサンプル数

幅員 密度 ランク	3.25m		4.00m		
	0台	1台	0台	1台	2台
I	53	24	90	67	42
II	61	31	144	134	189
III	85	60	154	128	221
IV	57	63	108	92	188
V	27	78	33	56	52
合計	283	256	529	477	692

単位：人

よる影響もあると思われるため、加味することとする。指標として、歩行者が分析対象区間を通過した時間で除したものを対象区間内での平均歩行速度（m/s）とする。なお、車いす混入によって、対象区間内で歩行者が減速し、平均速度で見るということに若干の問題も考えられるが、そのような行動は、本研究では直前回避に組み込んでおり、その影響もカバーできると考えている。

3) 回避行動

通常、歩行者は人および、車いすに対して、よける・追い抜くといった回避行動をとる。本研究では、事前回避、直前回避、追従の3つの回避行動が見られたため、これら3つの回避視点に分析をする。回避行動として次の①～③の内容に分類する。

①事前回避…他の歩行者または、車いすを回避するときに速度低下をせずに回避する行動

②直前回避…他の歩行者または、車いすと直前

（約1m以内）で回避する行動

③追従…前方の歩行者または、車いすを追い抜くことができず、前方の歩行者または、車いすの速度に合わせざるをえない状態のこと

4) 錯綜率

調査区間内において、すべての歩行者の中で何らかの回避行動をとっている歩行者の割合（%）を錯綜率とする。

5) 回避回数

歩行者が分析対象区間内で回避行動を行った数をカウントしたものを回避回数とする（同一の歩行者が事前回避をした後追従するといった場合、2回として分析）。本研究では密度ランクごとの回避回数を密度ランクの歩行者数で除したものを、その密度ランクでの平均回避回数（回/人）として分析を行う。

4. 車いす混入時における密度ランクを考慮した

歩行者挙動の分析

本研究では、車いすが混入したときのサービスレベルを考慮するため、分類した幾つかの密度ランクを軸とし、歩道幅員と回避行動および、速度に関する歩行者間の影響を分析する。ここでは、錯綜率・回避回数・歩行者速度と密度ランクの関係について分析する。

表-5 幅員・車いす混入別の自由歩行と錯綜率の割合

密度 ランク	3.25m				4.00m					
	0台		1台		0台		1台		2台	
	自由歩行	錯綜率	自由歩行	錯綜率	自由歩行	錯綜率	自由歩行	錯綜率	自由歩行	錯綜率
I	71.7%	28.3%	100.0%	0.0%	91.1%	8.9%	67.2%	32.8%	47.6%	52.4%
II	78.7%	21.3%	41.9%	58.1%	90.3%	9.7%	55.2%	44.8%	39.2%	60.8%
III	51.8%	48.2%	33.3%	66.7%	77.3%	22.7%	52.3%	47.7%	32.1%	67.9%
IV	70.2%	29.8%	19.0%	81.0%	64.8%	35.2%	40.2%	59.8%	18.1%	81.9%
V	66.7%	33.3%	52.6%	47.4%	84.8%	15.2%	44.6%	55.4%	28.8%	71.2%

表-6 幅員・車いす混入別の回避行動の割合

密度 ランク	3.25m						4.00m								
	0台			1台			0台			1台			2台		
	事前回避	直前回避	追従	事前回避	直前回避	追従	事前回避	直前回避	追従	事前回避	直前回避	追従	事前回避	直前回避	追従
I	40.0%	26.7%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	87.5%	0.0%	12.5%	30.9%	9.1%	0.0%	86.4%	13.6%	0.0%
II	38.5%	30.8%	30.8%	72.2%	16.7%	11.1%	92.9%	0.0%	7.1%	63.3%	8.3%	8.3%	77.4%	16.5%	6.1%
III	9.8%	39.0%	51.2%	42.5%	30.0%	27.5%	11.4%	65.7%	22.9%	83.6%	6.6%	9.8%	58.0%	26.0%	16.0%
IV	23.5%	41.2%	35.3%	31.4%	35.3%	33.3%	65.0%	2.6%	31.6%	67.3%	10.9%	21.8%	50.0%	27.9%	22.1%
V	22.2%	0.0%	77.8%	18.9%	32.4%	48.6%	80.0%	0.0%	20.0%	61.3%	16.1%	22.6%	45.9%	43.2%	10.8%

（網掛けの部分はその密度区間で一番割合の大きかった回避行動）

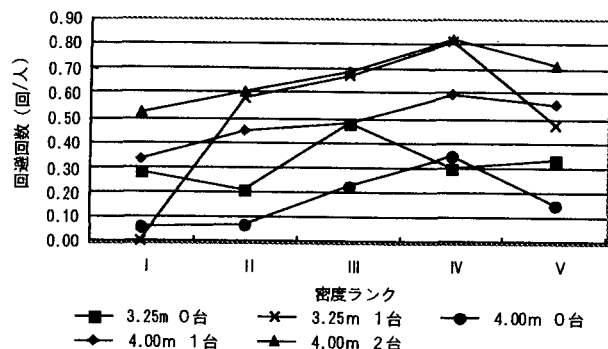


図-1 幅員・車いす混入台数別の平均回避回数

表-7 密度ランクと幅員・車いす混入台数別の平均回避の検定

		I/II	II/III	III/IV	IV/V
3.25m	0 台	0.070	0.269	0.184	0.035
	1 台	0.581	0.086	0.143	0.335
4.00m	0 台	0.008	0.130	0.125	0.200
	1 台	0.119	0.029	0.121	0.044
	2 台	0.085	0.075	0.136	0.108

(回/人)

表-8 車いす混入台数と各幅員別・台数間の平均回避回数差の検定

		I	II	III	IV	V
3.25m	0 台/1 台	0.283	0.368	0.184	0.511	0.344
	0 台/1 台	0.239	0.351	0.249	0.246	0.402
4.00m	1 台/2 台	0.195	0.161	0.207	0.221	0.158

(回/人)

(注) 下線部分は 5% の有意差がみられたもの

(1) 幅員と車いす混入台数別の歩行者の回避行動

1) 錯綜率との関係

表-5 は幅員・車いす混入台数別の各密度ランクごとの錯綜率を算出したものである（錯綜のない場合は自由歩行として、自由歩行率を算出している）。これによると、車いすが混入しない場合、広幅員である程、自由歩行の割合も高い。一方で、どの幅員・車いす混入台数においても、歩行者密度が高くなるにつれ、自由歩行の割合は減少している。つまり、歩行者密度の増加に伴い、歩行者は何らかの回避行動を取らざるを得ない状況となっている。加えて、車いすが 1 台でも歩道に混入すれば、自由歩行の割合はほとんどの密度ランクで 50% を切り、車いすの占有幅が歩行者流にかなりの影響を及ぼしているものといえる（ただし、密度ランク I においては、幅員 3.25m の場合、区間内の歩行者が 4~7 人であり、かなり早い地点から回避行動を開始していることやサンプル数も影響してか、車いす一台混入時は分析対象区間外での事前回避のみであった。）。表-6 は幅員・車いす混入台数別の回避行動の割合を示したものである。歩道幅員 3.25m,

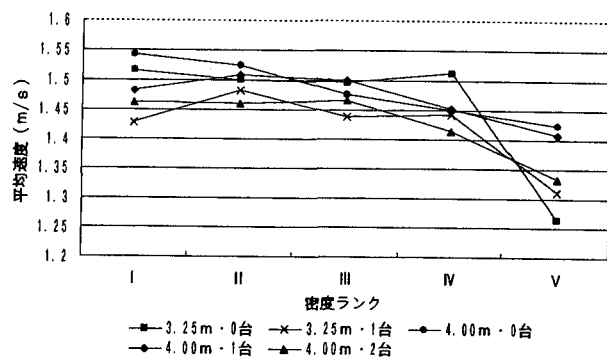


図-2 幅員・車いす混入台数別の平均速度

4.00m どちらの場合でも車いすが混入していないときは、自由な状態のため、回避行動にばらつきがある。車いすが混入すると、高密度になるほど事前回避の割合が減少し、直前回避および追従の割合が増加している。これは車いすが混入していない場合は、ある程度自由に回避行動が取れるが、車いすが混入することによる制約を受け、歩行速度に影響を及ぼすような回避行動をとっていることが分かる。加えて、歩道幅員 4.00m の場合は車いす混入台数、密度区間にかかわらず、事前回避の割合が 1 番大きいのにに対し、3.25m の場合は、中密度（密度ランク III 程度から）以降で直前回避や追従の割合が大きくなっている。よって、歩行者の回避行動は歩道幅員に関係があり、歩道幅員が変化することで、歩行者の取る回避行動に変化が見られる。

2) 回避回数との関係

ここでは歩行者の回避回数について分析を行う。

図-1 は幅員・車いす混入台数別の歩行者の平均回避回数を密度ランクごとに示したものである。これより、いずれの幅員・車いす混入台数においても歩行者が高密度になるにしたがい、平均回避回数が増加している。また車いすが混入した場合は回避回数も増加している。また歩道幅員 4.00m、車いす 2 台混入の時と歩道幅員 3.25m、車いす 1 台混入時において、密度ランク III~IV において、回避回数は類似している。これより、歩行者密度増加と車いす混入台数増加に伴い、歩行者は何らかの影響を受け、回避行動をとることが分かる。

つぎに、平均回避回数の検定を試みる。ここでは平均値の差の検定を行って分析する。なお、表-7、表-8 にその結果を示しているが、表内の下線部は 5% の有意差がみられたものである。

表-9 密度区間間の平均速度差と判定

		I / II	II / III	III / IV	IV / V
3.25m	0台	0.016	0.005	0.015	<u>0.246</u>
	1台	0.054	0.044	0.005	<u>0.132</u>
4.00m	0台	0.018	0.048	0.027	0.026
	1台	0.026	0.008	0.048	0.045
	2台	0.002	0.006	<u>0.053</u>	<u>0.080</u>

(m/s)

表-10 各幅員別・台数間の平均速度差と判定

		I	II	III	IV	V
3.25m	0台/1台	<u>0.089</u>	0.019	0.058	<u>0.069</u>	0.046
4.00m	0台/1台	0.059	0.015	0.024	0.003	0.016
	1台/2台	<u>0.021</u>	0.050	0.035	<u>0.040</u>	0.074

(m/s)

(注) 下線部分は5%の有意差がみられたもの

表-7は幅員・車いす混入台数別に隣り合う密度区間(たとえば、密度ランクⅠとⅡとの平均値の差を検定し、表中ではⅠ/Ⅱとして表現している)での平均回避回数の差との検定結果を示したものである。これによると歩道幅員4.00m、車いす1台混入の場合、回避回数に関しては隣り合う密度ランク間で有意差がみられなかった。しかし、それ以外の幅員、車いす混入台数に関しては、密度ランク間で差がみられるところもあり、幅員と車いす混入台数が変わること、歩行者回避回数に影響があるものと思われる。

また、表-8は各幅員別に車いすの混入台数が増加することで、どの密度ランクで回避回数差が現れるか明らかにするため、各幅員における車いす混入台数間での平均回避回数の差を検定したものである。これより、歩道幅員が関わらず、車いす混入台数が増加すれば、歩行者の回避回数には影響があることがわかる。

(2) 車いす混入時の歩行者速度

図-2は幅員別、車いす混入台数別の密度ランク区間ごとの平均速度を示したものである。これより、どの幅員・車いす混入台数においても歩行者密度が高密度になるに従い、歩行速度が低下している。

つぎに、この平均速度を用いて、表-7、表-8と同様に密度ランク間と車いす混入台数を軸とした速度平均値の差の検定を行う。表-9は、各幅員・混入台数別の隣り合う密度区間での平均速度差を検定した結果である。歩道幅員が4.00m、車いす2台混入時におい

て、密度区間ⅢとⅣ、ⅣとⅤの間で、また、歩道幅員が3.25m、車いす1台混入時においても密度区間ⅣとⅤの間で有意差がみられた。これより、歩道幅員4.00m、車いす2台混入時には高密度になると、かなりの速度差が出ていることになる。

さらに、混入台数が変化することによる歩行者速度の影響を見るため、混入台数ごとに歩行者速度の差の検定を行う。表-10は各幅員の混入台数間での平均速度差を示している。これより、歩道幅員が3.25mの場合は車いすが1台混入することで、さらに、歩道幅員が4.00mの場合は車いすの混入台数が1台から2台に増加することで、密度区間ⅠとⅣの2カ所で速度の有意差が見られる。また、歩道幅員が4.00mの場合は車いすが1台混入することによる影響はどの密度ランクでもみられない。これらより、歩道幅員3.25m、車いすが1台混入するとき、および、歩道幅員4.00mで、車いすの混入台数が1台から2台に増加するとき、密度ランクⅠとⅣの部分で速度差が現れる。また歩道幅員4.00mで車いすが1台混入することによる影響は速度に関してはあまりないと言える。

5. 歩道幅員と車いす混入台数を考慮した

サービスレベル設定

歩道のサービスレベルを評価する指標として、従来の研究では、HCMの歩行者挙動を言語表現によってサービスレベルで分類したものが代表的である。これに加えて、歩行者の通行密度、単位幅流量等を考慮したものがある。本研究で定義する、歩道幅員と車いす混入台数を考慮する際、これらの要素を新たに加えたサービスレベルを設定せねばならないため、わかりやすい形でこれらを表現することを試みる。同様の研究として、歩行実験により、スクランブル交差や対面交差において、密度と歩行挙動データより歩行空間のサービスレベルを再定義している木村らの研究があり、そこでは、サービスレベルの対応図を作成している¹⁶⁾。本研究でもこれに準じた形で幅員と車いすの混入台数を考慮した形でのサービスレベルを設定し、設定したサービスレベルを用いて、車いす混入台数と歩道幅員ごとの比較を通じて、車いす混入を考えた場合の歩道幅員について考察する。

本研究では、前節で得られた結果を用い、歩道幅員、

車いす混入台数別に密度ランクごとのサービスレベルを設定する。サービスレベルの設定方法として、最初に歩道幅員 4.00m の車いすの混入がない場合の密度区間Ⅰの状況は速度差や回避行動もない密度区間と判断し、これを A とする。この A というサービスレベルは、塚口・毛利らが設定したサービスレベル（ほぼ自由歩行）と同じと考える。ここを原点として、本研究では車いす混入台数と回避回数による影響をサービスレベルに反映するため、本研究で分析した平均速度・回避回数について差がみられた部分で 1 ランクずつサービスレベルが低下すると考えた。

まず、歩道幅員 4.00m・車いす混入 0 台のときに着目する。平均速度差で密度区間ごとの差はみられなかったものの、平均回避回数では密度区間ⅡとⅢ、ⅢとⅣの部分で差があったため、それぞれサービスレベルを 1 ランク下げる。つぎに歩道幅員 4.00m・車いす 1 台混入時に着目する。ここでは台数間での平均速度差と平均回避回数の差を用いた。平均速度での差はみられなかったが、平均回避回数について、密度区間ⅠとⅡ、ⅢとⅤの部分で差がみられたため、各密度区間で歩道幅員 4.00m・車いす混入台数が 0 台の時と比較して、1 ランクレベルが下がると考えた。

表-11 幅員・車いす混入台数別のサービスレベル

歩道幅員	車いす混入台数	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
4.00m	0台	A		B		C
	1台	B		C		D
	2台	B	C		D	E
3.25m	0台	B		C	D	
	1台	C		D		E

歩道幅員 4.00m・車いす 2 台混入時に関しては、幅員間での平均速度と平均回避回数の差を用いた。車いす混入が 0 台の場合と比較すると、平均速度は密度区間Ⅴの部分で、平均回避回数に関してはⅢの部分で差がみられたため、歩道幅員 4.00m の場合を参考値として、これらの部分で 1 ランクレベルが下がると考えサービスレベルを設定した。

このような手順で設定したサービスレベルが、表－

11 である。このサービスレベルによると、車いすの混入台数が増加することにより 1 ランクずつサービスレベルが下がる。また歩道幅員 3.25m と 4.00m では車いすの混入台数が同じであれば、サービスレベルは 1 ランク低下することになる。これにより、車いす混入台数が変化することにより、サービスレベルは変化する。さらに、歩道幅員が大きい場合の方が、サービスレベルも良くなる。しかしながら、これら設定されたサービスレベルを活用するには歩道幅員の制約等もあり、実際の計画に直結しているわけではない。今回得られたこのサービスレベルを活用することで、ある程度の指標とし、歩道整備の優先付け等に使用して行く等の応用ができると思われる。また、車いす混入率を考慮して優先度をつけたり、歩行者・車いす間での側方余裕幅を再検討することで、より現実的なサービスレベルを作成してゆく必要もある。

6. まとめ

本研究は、車いす交通を考慮した場合に、歩行者の回避行動や速度低下を考慮に入れ、かつ車いすの混入台数や歩道幅員の変化を考慮した歩道サービスレベルを設定することを目的とした。実際の歩道を対象にしたビデオ調査データをもとに歩行者密度区間、歩行者速度、歩行者の回避行動に関する幾つかの分析を通じて、異なる幅員間で車いすの混入台数を考慮したサービスレベルの設定をした。本研究では結果として以下の知見を得ることができた。

①歩行者速度の分析より、実際の歩道上に車いすが混入した時、歩行者速度は低下していることが明らかとなった。ただし、今回は歩道幅員 4.00m・車いす混入台数が 1 台のとき、速度の影響はなかった。幅員が 4.00m の場合は余裕があり、車いすの混入による歩行者の速度低下はさほど影響がないものと思われる。ただし、サービスレベルを設定するときは回避の影響が見られたため、サービスレベルそのものは低下しているとした。よって、サービスレベルの設定に関しては回避・接触・追従等の行動が歩道のサービスレベルに影響を及ぼしているという他の研究と同様の事が言える。ただし、車いすが 2 台混入した場合を考慮すると、速度変化による影響も考え

ていく必要があるといえる。

- ②歩行者が歩行者同士や車いすを回避する行動分析をしたところ、歩行者密度や車いすの混入台数が増加するにつれ、回避行動に増加が見られた。さらに、幅員が4.00mの時は事前の回避が見られ、3.25mの時は密度が増加するにつれ、事前回避が減少し、直前回避・追従が増加する傾向にあった。これより、幅員ごとに回避行動の違いが生じ、それに応じた形でのサービスレベルの設定が必要であることが分かった。また、回避回数からの知見として、車いすが混入することで、区間内の回避回数は増加し、混入台数が増すほど回避回数も増加することが分かった。
- ③歩道幅員と車いす混入台数を考慮した形でのサービスレベルの設定を行った。車いす混入台数が増加するほどサービスレベルは低下することになり、幅員が狭くなっても同様の事が言えることがわかった。

今後の課題としては、

- ①実際の歩道を対象としたため、歩道幅員については可能であった箇所を対象としている。そのため、一般解とは言えない部分がある。よって、多くの歩道をカバーするため、調査地点のストックを増やし、調査・分析を行い、歩道幅員や歩行者・車いすの混入を変数としたシミュレーション等の分析をしてゆく必要がある。また、サービスレベルの設定に関してもさらに
- ②今回は実際の歩道を対象としたため、密度区間を独自に分割した上での分析を行った。HCMにおける密度区間との対応を考慮した形でのサービスレベルの考察を行い、比較・検討してゆく必要がある。また、サービスレベル設定の方法についても幾つか加えるべき基準があること、今回カバーした歩道数やサンプル数も少ないことからさらに考察して行く必要がある。
- ③本研究では、車いすの走行速度や通行位置を固定した。車いす使用者においても路面の改良や路上の障害物撤去と言ったニーズだけでなく、錯綜のない、幅員のゆったりとした歩道を求めているニーズも既存調査から分かっているので、今後は車いす利用者側の観点からサービスレベルを考察し、実際の計画に役立ててゆく必要もある。
- ④本研究で設定したサービスレベルを実際の歩道設計

に取り入れる際には回避の許容度や安全性に関する考察が必要となる。今後は歩行者同士の回避余裕幅や車いすの側方余裕を考慮していかに歩道設計に取り入れていくか課題である。

【参考文献】

- 1) 社団法人 交通工学研究会編：交通工学ハンドブック，(株)技術出版社，1984.1
- 2) 社団法人 土木学会編：土木工学ハンドブック，(株)技報堂出版社，1990.4
- 3) Fruin, J.J. : Design for Pedestrians; A level-of-service concept, Highway research record, No.355, 1971
- 4) Navin, F.P.D., R.J.Wheelse : Pedestrian Flow Characteristics, Traffic engineering, 39, 9, p.30, (Jun. 1969)
- 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) 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
- 9) 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
- 10) 塚口博司：歩行者交通空間の計画に関する基礎的研究，1981，大阪大学博士論文
- 11) Highway Capacity Manual, TRB Special Report, No.209, 1985
- 12) 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
- 13) 栗山清，中川伸一，小山田輝美，横山哲：「人にやさしい道路」を目指して一巡回挙動を含む車いすすれ違い幅員の検討一，土木計画学研究・講演集，No.19(1), 1996.11
- 14) 横山哲：ノーマライゼーション理念に対応した歩行交通環境に関する基礎的研究，秋田大学博士論文，1998.
- 15) 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
- 16) 木村一裕，横山哲，小川竜二郎，清水浩志郎：車椅

子混入時の歩行空間のサービスレベル,日本都市計画学会, No.31, pp.379-384, 1996

17) 木村一裕, 横山哲, 小川竜二郎, 清水浩志郎: 歩行者列を考慮した車いす混入時における歩行空間のサービスレベル, 土木計画学講演集, No.20, 1997

18) 北川博巳, 菅芳樹, 三星昭宏, 松本直也: 車椅子の混入が歩行者流に与える影響に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.889-894

19) 北川博巳, 三星昭宏, 松本直也: 歩道に車いすが混入したときの回避幅に関する研究, 第17回交通工学研究発表会論文報告集, pp.13-16, 1997.11

20) 北川博巳, 松本直也, 三星昭宏: 歩道上に2台の車椅子を混入させたときの歩行者挙動に関する研究, 第22回日本道路会議一般論文集(A), pp.278-279

21) 横山哲, 清水浩志郎, 木村一裕: 横断勾配が車椅子走行に与える影響に関する研究, 土木学会論文集, No.611, IV-42, 1999.1

22) 各務繁, 高橋政稔, 栗本譲, 松本幸正: 車椅子の追い

越し視距と交通流特性について, 土木学会第51回年次学術講演会, 第4部, pp.172, 1996.9

23) 北川博巳, 三星昭宏, 岡本英晃, 山田憲: 歩道に車椅子が走行するときの問題点, 土木学会第53回年次学術講演会, 第4部, pp.700, 1998.10

24) 岡本英晃, 三星昭宏, 北川博巳, 松本直也: 車椅子2台混入時の歩行者の錯綜率に関する研究, 関西支部, IV-84, 1998

25) 岡本英晃, 松本直也, 三星昭宏, 北川博巳: 車椅子2台混入時の歩行者の回避行動に関する研究, 土木学会第53回年次学術講演会, 第4部, pp.702, 1998.10

26) 岡本英晃, 松本直也, 三星昭宏, 北川博巳: 車椅子2台混入時の歩道のサービスレベルについて, 土木計画学講演集, No.21(1), pp.527-530, 1998.11

車いす混入と幅員を考慮した歩道のサービスレベル設定に関する研究

北川博巳・岡本英晃・三星昭宏・松本直也

本研究は、今後ますます増加すると思われる車いす交通に対応した歩道を計画、設計するために、従来の幅員決定手法を見直し、歩行者の回避行動から歩道幅員を決定することを目的としている。そのために、実際の幅員の異なる2つの歩道において、車

いすが混入したときの歩行者密度の増加が、歩行者の速度、回避行動へ与える影響を明らかにし、快適性を表す指標である、サービスレベルを設定した。さらにそのサービスレベルを異なる幅員で比較し、考察を行った。

The study of service level for sidewalks under considerations of wheel-chair mixing and its width

Hiroshi KITAGAWA, Hideaki OKAMOTO, Akihiro MIHOSHI, Naoya MATSUMOTO

The purpose of this study is to set service levels under mixing wheel chairs in actual sidewalks. It is analyzed different width of sidewalks (3.25m and 4.0m) from point view of density, speed, avoidance behaviors of pedestrians under mixing of wheelchairs. For an index of conformity, it is established service level of these sidewalks. Finally, it is considered service level under considerations of width of sidewalks, density of pedestrians, number of wheelchairs.
