

車いす走行における都市環境のバリアフリー度評価法*1

Evaluation Method of Pedestrian Area Accessibility for Wheelchairs

木村 一裕*2 清水浩志郎*3 伊藤善志広*4・呉 聲欣*5

Kazuhiro KIMURA*2, Koshiro SHIMIZU*3, Yoshihiro ITO*4, Seikin GO*5

1. はじめに

車いすの走行環境に関して、これまでは縦断勾配や横断勾配など、個々の交通抵抗に対する挙動特性や限界能力などが示されてきた。しかし実際の歩行空間では、それらの交通抵抗が一連となってルートを形成しており、走行時全体としての総合的な評価が必要と考えられる。このような一連の移動における負担度としては、飯田*1が行った鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究がある。そこで本研究では、歩行空間を形成している交通負担要因の負担ウェイトを計測し、これによって車いす走行における出発地から目的地までの任意の区間の交通負担度、すなわちバリアフリー度を検討することを目的としている。

2. 車いす走行における交通負担要因

本研究では、車いす走行におけるバリアフリー度への評価を行うために、車いす走行における交通負担要因を表-1のように定めた。取り上げた要因は縦断勾配、横断勾配、段差などの身体的要因と、横断歩道の有無や信号の有無など、物理的要因が車いす利用者の心理面に影響する心理的要因であり、身体的要因には、表中にその値域を示している。

これらの交通負担要因についての総合負担度を算出するために、以下の算定式を考えた。

$$R = \sum_{i=1}^m R_i = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} w_i f_i(x_j^k) \cdots \cdots (1)$$

ここで、 R ：総合負担度
 m ：負担要因の数 ($m=7$)
 n_i ： i 要因の負担数
 i ：負担要因
 j ：各負担要因の要素
 w_i ：負担要因 i に占める相対的負担ウェイト
 $f_i(x_j^k)$ ： i 要因の j 要素が k のときの負担ウェイト

表-1 車いす走行における交通負担要因

負担要因	記号	選択した根拠
身体的要因	縦断勾配	J 平坦地の走行に比べて車いすの自重が登坂時に作用し疲労の原因となる。 値域：0~10%、0~70m
	横断勾配	O 直進走行するためには片腕が過度疲労となる。 値域：0~7%、0~80m
	段差	D 車いすを一旦停止させ、瞬間的に腕力、操作能力を発揮する必要がある。 値域：0~9cm
心理的要因	道路横断信号なし	SN 自分自身で安全確認を行いつつ迅速に道路を横断しなければならない。
	道路横断信号あり	SA 信号で自動車が正しく停止し車いすの通行を優先してくれるか不安に感じる。
	非歩道部対面交通	HT 歩道のない所で目線の低い車いすは迫ってくる自動車に対し圧迫感を受ける。
	非歩道部追越交通	HO 歩道のない所で後ろからの自動車は、車いすを発見して回避してくれるか不安がある。

本研究では、個別負担度実験（実験A）とルート走行実験（実験B）を行い、実験Aにより求められた各ルートの負担度の順位が実験Bで評価された負担度と一致するかどうかについて検討を行った。

各交通負担要因のウェイトを定量化するために階層分析法（AHP法）を用いて算出した。評価方法としては、被験者に車いす走行実験を行い、その後一対比較におけるヒアリング調査を実施した。AHPにおける階層図を図-1に示している。レベル2の評価基準においては各交通負担要因を比較してもらった。段差については、レベル3において各水準値間の一対比較を行った。また縦断勾配ならびに横断勾配については、レベル3においてその水準値間の比較を行うとともに、レベル4において走行距離の影響についても相対ウェイトとして算出している。

*1 キーワード：公共交通計画、地区交通計画

*2 正員、博(工)、秋田大学工学資源学部土木環境工学科
 (秋田市手形学園町1-1、TEL 018-889-2359、FAX 018-837-0407)

*3 正員、工博、秋田大学工学資源学部土木環境工学科

*4 正員、東邦技術(株) (大曲市丸子町2-13、TEL 0187-62-3511)

*5 正員、㈱タナックス (小坂町小坂五十五丁5-3 TEL 0186-29-2311)

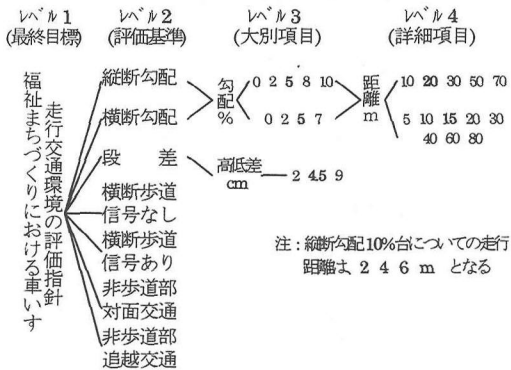


図-1 交通負担要因の階層図

3. 交通負担要因のウェイト付け

本研究では、表-2に示すように、20代男子学生23名の被験者により車いす走行における個別負担度実験(実験A)を行った。その内の15名がルート走行実験(実験B)を行った。

実験Aにおいて個別負担度を計測するため、以下の一対比較を行った。

- ① 階層図においてのレベル2評価基準の7項目各々の交通負担要因ウェイトの一対比較。→ w_i
- ② 縦断・横断勾配の勾配別、距離別で、段差の高低差別での負担ウェイトの一対比較。→ $f(x_i)$

被験者が学生の健常者であることについては、横山ら²⁾の研究においては、通常の車いす利用者と同程度の運動能力を有していることが示されている。また冬期の12月に行った実験状況では積雪なし、路面はほとんど乾燥状態であった。

表-2 実験概要

実験	個別負担度実験	ルート走行実験
被験者	男子学生23名	男子学生15名
実験場所	秋田市内	秋田市中心部
調査時期	97年12月と98年11~12月	97年9~12月
調査時間	平日9:30~16:00	平日10:00~16:00

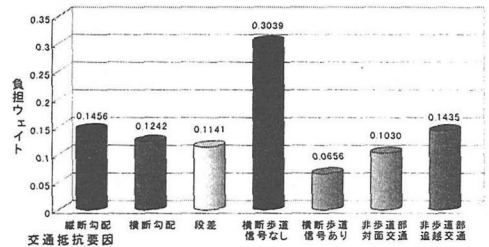
(1) 整合度

個別負担度実験(実験A)でのレベル2の一対比較において、意思決定の首尾一貫性を示す整合度(C.I.値)は、被験者1名だけが悪く上限値の0.15を大きく超えた。その原因としては、横断歩道・信号なしなどの心理的要因の比較における回答が上手く出来なかったためと思われる。

(2) 交通負担要因ウェイト値

個別場所実験における被験者22名によりレベル2の評価基準の一対比較から求めた各交通負担要因の平均ウェイトを図-2に示している。この図から、横断歩道・信号なしが最も負担を感じる交通負担要因であり、次いで縦断勾配および非歩道部・追越交通となっている。これは、車いす利用者にとって物理的要因ばかりでなく、走行上に対する不安などの心理的要因も関係していることがうかがえる。

図-2 交通負担要因ウェイト(平均値)



被験者個人毎のウェイトを図-4に示している。22名について、最もウェイトの高い要因をみると、「横断歩道信号なし」が11名、「段差」が4名、「横断勾配」が3名、「縦断勾配」、「非歩道部追越交通」はそれぞれ2名となっている。また被験者の負担ウェイトで最も変動の大きな要因は「段差」であった。その理由としては、車いすの前輪の持ち上の巧緻の違いによって、上手いひとは全く負担を感じることがないのに対し、これが苦手なひとは非常に負担を感じるためと思われる。

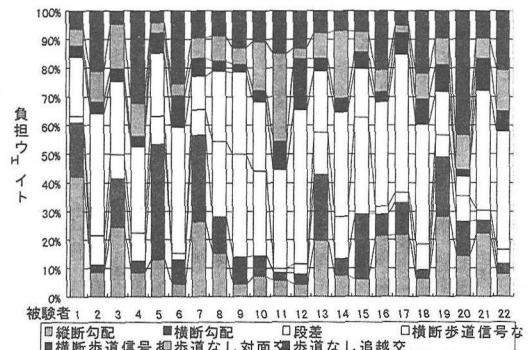


図-3 交通負担要因ウェイト(個人)

(2) 段差の負担度

段差の違いによる交通負担の影響について被験者22名の平均を図-4に示している。段差の負担度の評価方法としては、最小段差0cmを基準（負担度1）として、4.5cmの場合、9cmの場合の相对比较により求めている。この図から、段差4.5cm以降になると、相対的負担度は指数的に増加していることがわかる。

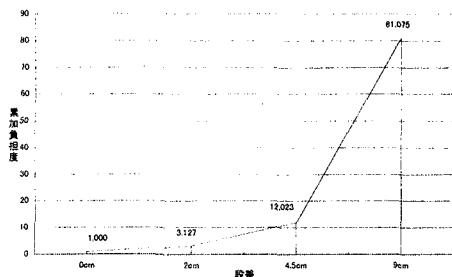


図-4 段差別負担ウェイト

(3) 縦断勾配、横断勾配の負担ウェイト

縦断勾配ならびに横断勾配の交通負担度は、その勾配値の大きさと、ある勾配を連続して走行する距離の長さによって決定されるものと思われる。

図-5には、走行距離一定(20m)における縦断勾配の相対的負担ウェイトを0%を基準（負担度1）として算出したものを示している。また図-6には走行距離の長さによる負担ウェイトの変化を各勾配値の10m走行を基準（ただし、縦断勾配10%の基準は2m）として算出したものを示している。この図より勾配が大きくなるにつれて、また走行区間が長くなるにつれて負担度が大きくなっていることがわかる。

同様に、図-7には横断勾配について、走行距離一定(15m)における勾配毎の負担ウェイトを、また図-8には、走行距離による長さによる負担ウェイトの変化を各勾配値の5m走行を基準として算出したものを示している。これらの図はいずれも22名の平均値を示したものであるが、縦断勾配と同様な特徴が見られ、勾配が大きくなるにつれて、また走行区間が長くなるにつれて負担度の伸びが大きくなることが読み取れた。とくに、勾配が2%以降になると、負担度が急激に増加していることと、5%の30m以降および7%の15m以降のみ負担度が急激な変化が見られている。

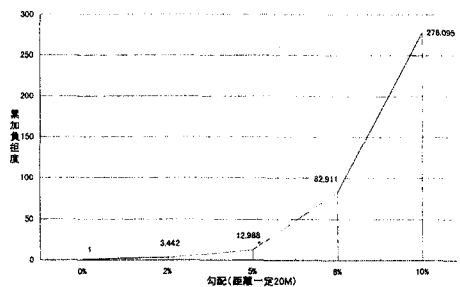


図-5 縦断勾配勾配別負担度

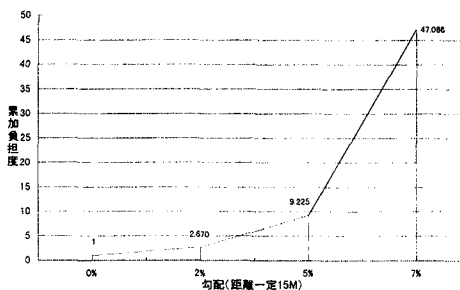


図-6 縦断勾配距離別負担度

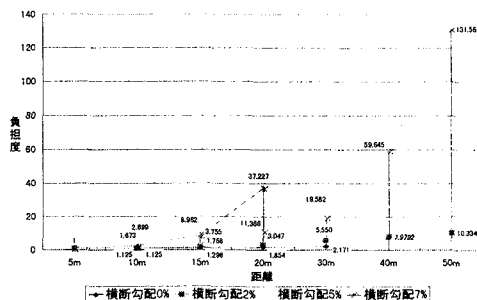


図-7 横断勾配勾配別負担度

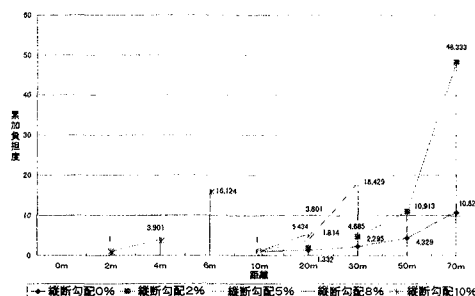


図-8 横断勾配距離別負担度

4. 交通負担モデルの検討

個別負担度実験(実験A)によって得られた負担ウェイトにより、さまざまな交通負担要因で構成される実際の走行ルートについて、(I)式を用いてルート負担度を推定した。また、ルート走行実験(実験B)により、被験者に走行しにくいルートの順に3, 2, 1の評点をつけてもらい、交通負担モデルの妥当性について、個人ごとに検討を行った。その結果を表-3に示している。

表-3から、被験者15名のうち11名(73%)の実験A、Bの順位が一致し、また全体的な平均値からみたときにも一致していることから、個別負担度実験(実験A)によって得られた各交通負担要因のウェイトは妥当な数値であると考ええる。なお、4名の順位が異なった理由としては、1名はルートⅢにおける連続的な縦断勾配での走行と、3名はルートⅡにおける縦断勾配と横断勾配の複合状況での走行が負担に感じられたためとの報告があった。

ルート走行実験(実験B)との比較から、個別負担度実験(実験A)にて得られた各交通負担要因ウェイトはほぼ妥当な数値であること確認された。したがって、この負担度モデルを用いることで任意区間におけるバリアフリー度を計測することができると考えられる。したがってGIS(地理情報システム)等を用いれば、これらの交通負担度が視覚化されるとともに、最も負担の少ないルートの提供なども可能であると考ええる。

《参考文献》

- 1) 飯田克弘・新田保次氏「鉄道駅における乗換行動の負担度とアクセシビリティに関する研究」土木計画学・講演集 No.19(2),1996, pp:705-708.
- 2) 横山哲・清水浩志郎・木村一裕：路上障害物が車いすの登坂および降坂に及ぼす影響，交通工学研究発表会論文報告集，No.17，1997年11月，pp:9-12.

表-3 モデル推定値と実走結果の比較

被験者	個別場所実験(A)			ルート実験(B)		
	ルートⅠ	ルートⅡ	ルートⅢ	ルートⅠ	ルートⅡ	ルートⅢ
No. 01	12.25	4.54	2.38	3	2	1
No. 02	3.34	1.34	0.49	2	1	3
No. 03	11.64	3.82	1.62	3	2	1
No. 04	4.24	1.46	0.53	3	2	1
No. 05	25.76	6.95	1.94	2	3	1
No. 06	6.66	2.32	0.48	3	2	1
No. 07	19.42	5.77	2.14	3	2	1
No. 08	10.27	3.11	1.18	3	2	1
No. 09	8.74	2.36	0.67	3	2	1
No. 10	7.11	2.06	0.68	2	3	1
No. 11	2.99	1.34	0.34	3	2	1
No. 12	3.94	1.99	0.33	3	2	1
No. 13	15.62	4.60	1.66	3	2	1
No. 14	5.59	1.84	0.57	2	3	1
No. 15	16.62	4.38	1.18	3	2	1
平均値	9.19	3.00	1.07	2.73	2.13	1.13

5. おわりに

本研究での車いす走行実験において、車いす利用者にとって、走行する時に縦断勾配などの物理的要因だけでなく、道路横断などの心理的要因もかなり負担を感じていることが明らかになった。また段差や縦断勾配、横断勾配はその値が大きくなるにつれて負担ウェイトが指数的に増加することが明らかとなった。とくに縦断勾配、横断勾配ではさらに走行距離の影響が指数的に加わることが明らかとなった。