

歩道単路部の切り下げにおける車いす歩行の負担に関する実験的検討*

An experimental study on walking task of wheelchair users on the ramp of sidewalk *

田平博嗣**・上野義雪***

By Hirotsugu TAHIRA**・Yoshiyuki UENO***

1. 研究の目的

歩道幅員が狭い歩道単路部の切り下げでは、歩行者の動線と勾配の方向が一致しないことがあるため、特に車いす使用者の歩行に支障をきたしている¹⁾。

これまで、車いす使用者の縦断勾配の登坂能力に関する研究^{2)~5)}は数多いが、歩道単路部の切り下げのように、歩行者の動線と勾配の方向が一致しない場合を想定した研究は少ない。そこで本研究では、歩道単路部の切り下げ部の状態を変化させ、自走車いす使用者、電動車いす使用者、車いす介助者を対象に歩行実験を行った。その時の主観評価と歩行時間を歩行負担の指標とし、車いす属性別の特徴と歩行しやすい切り下げ部の条件について検討した。

2. 方法

(1) 実験の概要

図-1に示すように歩道幅員が1800mm、切り下げ部が1100mm×3600mmの歩行実験路を用いた。

また、勾配角度、歩道幅員、歩行コースを下記の項目で組み合わせ、被験者1人につき45条件の歩行実験を行った。

- ・勾配角度 : 0° 2.9° 4.8° 7.1° 9.5°
- ・歩道幅員 : 1800mm、1450mm、1100mm
- ・歩行コース : 下る、上る、直進する

歩道幅員の変化は、高さ500mmの合板ベニヤで仕切ることにより、図-2に示すような車いすの歩行状態を再現した。また、条件により歩行が不可能であると感じる場合には実験のリタイアを認めた。

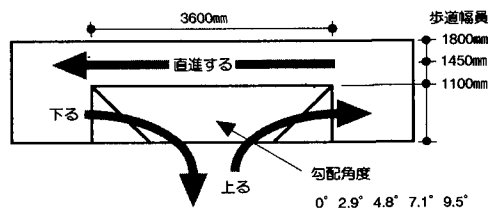


図-1 歩行実験路



図-2 歩道幅員の変化と車いす歩行の状態

(2) 歩行負担の指標

a) 歩行時間の定義

切り下げ部とその主勾配方向にある水平部分を含めた範囲において、車いすが通過する時間を歩行時間として計測した。

b) 主観評価の尺度

各条件での歩行終了後、下記の5段階の尺度で評価してもらった。

- 1.特に問題なく、楽に歩行できる。
- 2.注意や慎重さを要するが歩行できる。
- 3.歩行がやや難しいが、なんとか歩行できる。
- 4.歩行が難しく、やっと歩行できる。
- 5.歩行が不可能であると感じる。

歩行に危険を感じて実験をリタイアした場合の評価値は5とした。また、評価間の選択に迷った場合は、点数を0.5加算する中間値を用いた。

(3) 被験者

表-1に示すように、自走車いす使用者9名、電動車いす使用者9名、車いす介助者9名の計27名である。

車いす使用者は単独での外出経験の多い者とした。また、車いす介助者はすべて健康者とし、実験では60kgの健康者の男性を乗せた車いすを介助してもらった。

*キーワード：歩行者交通行動、交通弱者対策

**学生会員、工修、千葉工業大学工学部工学研究科
(千葉県習志野市津田沼2-17-1、TEL0474-78-0552、
FAX0474-78-0569)

***非会員、工修、千葉工業大学工学部工業デザイン学科
(千葉県習志野市津田沼2-17-1、TEL0474-78-0552、
FAX0474-78-0569)

表-1 被験者の身体的特徴

自走車いす使用者		
No	性別(年齢)	障害名
1	男性(58)	先天性の両下肢欠損
2	男性(59)	頸髄、胸髄損傷
3	男性(50)	頸髄、胸髄損傷
4	女性(42)	脳性小児マヒ
5	男性(66)	胸髄損傷
6	女性(56)	頸髄損傷、放じん帯骨化症
7	男性(67)	頸髄損傷、胸椎化膿
8	男性(56)	頸髄損傷
9	女性(63)	変形性股関節症
症状等		
両下肢大腿部から欠損		
両下肢マヒ、握力、指の機能低下		
両下肢マヒ		
両下肢マヒ、体幹マヒ、上肢に若干のマヒ		
両下肢マヒ		
両下肢マヒ、右半身のマヒが強い		
両下肢マヒ		
両下肢マヒ、右半身のマヒが強い		
両下肢不全マヒ		
電動車いす使用者		
No	性別(年齢)	障害名
10	女性(63)	全身性進行性関節硬化症
11	女性(40)	膠原病、皮膚筋炎
12	女性(47)	脳性小児マヒ
13	男性(38)	脳性マヒ混合型
14	女性(53)	多発性硬化症
15	女性(53)	肥厚性進行性神経炎
16	女性(50)	脳性小児マヒ、頸髄炎症
17	女性(60)	脊髄性小児マヒ、脊髄側湾症
18	女性(62)	両大腿切断、腰痛
症状等		
上肢、下肢、体幹の関節の可動範囲が狭い		
上肢、下肢、体幹の関節の可動範囲が狭い		
両下肢マヒ、関節の可動範囲が狭い		
不随意性運動を伴う両上肢、両下肢マヒ		
両下肢マヒ、両上肢マヒ		
両下肢マヒ、肘から先にしびれ		
両下肢マヒ、両上肢に痛みとしびれ		
両下肢マヒ、背筋の機能低下		
両大腿切断、腰痛		
車いす介助者		
No	性別(年齢)	障害名
19	女性(50)	健康者
20	男性(59)	健康者
21	男性(21)	健康者
22	女性(21)	健康者
23	男性(27)	健康者
24	男性(27)	健康者
25	男性(23)	健康者
26	男性(22)	健康者
27	男性(21)	健康者
車いすの介助経験		
3ヶ月程度		
30年程度		
なし		
なし		
なし		
3年程度		
なし		
なし		
なし		

3. 結果および考察

実験の45条件において、車いす介助者は9名全員が全条件をクリアしたものの、自走車いす使用者は4名(No.4,6,8,9)、電動車いす使用者は2名(No.16,17)が条件のいくつかをリタイアした。

特に自走車いす使用者の全条件をクリアした被験者は比較的上肢が健常であるが、いくつかをリタイアした被験者は上肢や体幹マヒをとまなう者で、女性も3名含まれており、両者の間に身体障害の程度の差が認められた。そこで、自走車いす使用者を完走者群(No.1,2,3,5,7)とリタイア群(No.4,6,8,9)に分けて歩行時間と主観評価を分析することにした。

歩行時間については、リタイア群の個人差が大きいため、図-3~5に個人別で歩行時間の推移を示した。また、主観評価は勾配角度と歩道幅員を要因とする2元配置の分散分析をした。

(1) 歩行時間

a) 自走車いす使用者

図-3より「下る」場合、完走者群は勾配角度の増加と歩道幅員の減少による歩行時間の変化はほとんど認められないが、リタイア群は歩道幅員が1800mm

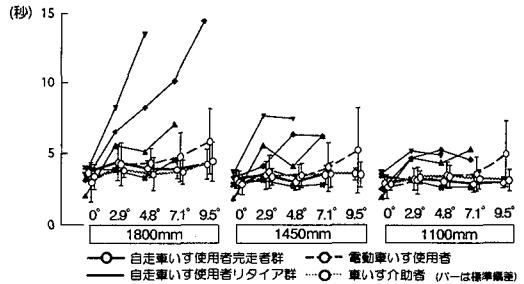


図-3 「下る」の歩行時間の推移

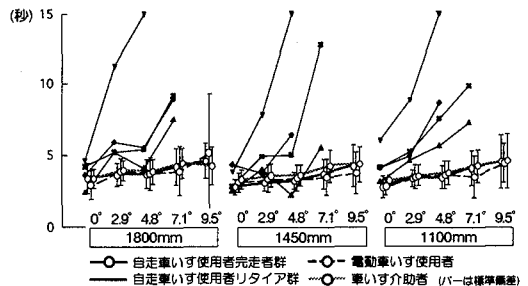


図-4 「上る」の歩行時間の推移

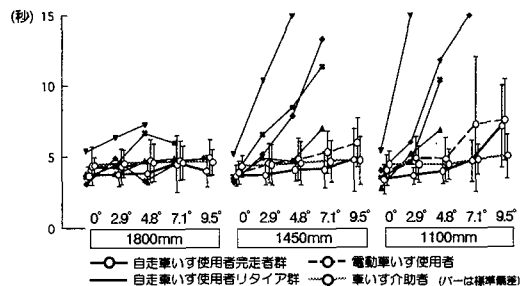


図-5 「直進する」の歩行時間の推移

の時に勾配角度の増加より歩行時間に著しい遅延が認められる。しかし、歩道幅員の減少により歩行時間が短くなるのが認められる。

図-4より「上る」場合、完走者群は勾配角度の増加により歩行時間に若干の増加が認められるが、歩道幅員の減少による変化は認められない。一方、リタイア群は勾配角度の増加により歩行時間に著しい遅延が認められる。

図-5より「直進する」場合、完走者群は勾配角度9.5°、歩道幅員1100mmにおいて、歩行時間の遅延が認められる。一方、リタイア群は歩道幅員が1450mmと1100mmの場合に勾配角度の増加にともなう歩行時間の著しい遅延が認められる。

以上より完走者群は勾配角度9.5°、歩道幅員1100mmの「直進する」場合を除いて歩行時間は比較的安定している。一方、リタイア群の歩行時間は個人差が

表-2 主観評価の分散比

車いすの属性	要因	下る	上る	直進する
自走車いす使用者 完走者群	勾配角度	3.97**	41.11**	16.74**
	歩道幅員	0.01	1.06	8.43**
	交互作用	0.15	0.44	2.10*
自走車いす使用者 リタイア群	勾配角度	20.88**	77.17**	20.34**
	歩道幅員	1.63	1.75	34.01**
	交互作用	0.31	0.24	3.11**
電動車いす使用者	勾配角度	45.21**	23.69**	31.67**
	歩道幅員	1.97	3.38*	23.33**
	交互作用	0.41	0.21	3.71**
車いす介助者	勾配角度	24.72**	25.30**	18.86**
	歩道幅員	2.2	9.59**	15.02**
	交互作用	0.69	0.49	2.85**

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

大きく、歩行条件による変化も大きい。また、「下る」場合に時間をかけ慎重に歩行するが、車いす1台分の水平部分がないと下り傾斜による車いすの加速を制御することが困難になることが示唆された。また、「上る」場合や車いす1台分の水平部分がないときの「直進する」場合では、急勾配になるにつれて歩行時間が著しく遅延することがわかった。

b) 電動車いす使用者

図-3より「下る」場合、いずれの歩道幅員においても勾配角度の増加にともない、歩行時間の増加傾向が認められ、特に勾配角度9.5°の時に顕著である。しかし、歩道幅員の減少による変化はほとんど認められない。

図-4より「上る」場合、勾配角度の増加より歩行時間に若干の増加が認められるが、歩道幅員の減少による変化は認められない。

図-5より「直進する」場合、歩道幅員が1450mmと1100mmの場合に、勾配角度の増加により歩行時間に増加が認められる。

以上より電動車いす使用者は自走車いす使用者のリタイア群と同様に「下る」場合に時間をかけて慎重に歩行する傾向がある。また、「直進する」場合に車いす1台分の水平部分があると歩行時間が安定することがわかった。

c) 車いす介助者

図-3より「下る」場合、勾配角度の増加と歩道幅員の減少による歩行時間の変化はほとんど認められない。

図-4、5より「上る」と「直進する」場合、勾配角度の増加により歩行時間に若干の増加傾向が認められるが、歩道幅員の減少による変化はほとんど認められない。

以上より車いす介助者は、いずれの歩行条件においても、歩行時間が比較的安定している。

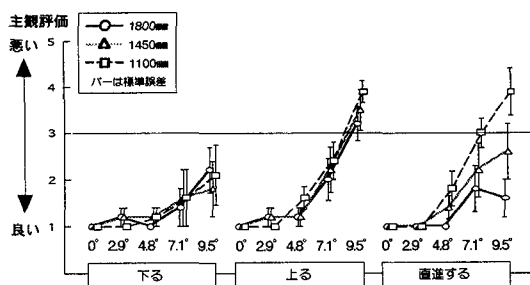


図-6 自走車いす使用者/完走者群の主観評価の推移

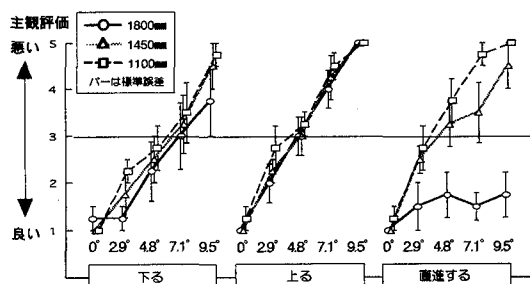


図-7 自走車いす使用者/リタイア群の主観評価の推移

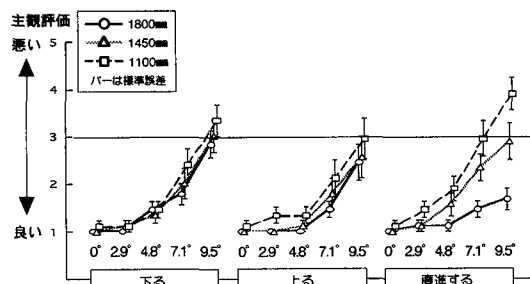


図-8 電動車いす使用者の主観評価の推移

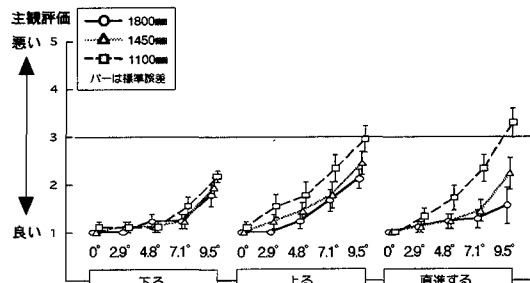


図-9 車いす介助者の主観評価の推移

(2) 主観評価

a) 自走車いす使用者

表-2と図-6、7より完走者群とリタイア群ともに「下る」と「上る」場合、勾配角度の増加により主観評価が悪化する($p<0.01$)。「直進する」場合は勾配角度と歩道幅員の両方から影響を受ける($p<0.01$)。

また、交互作用が認められるため(完走者群は $p < 0.05$, リタイア群は $p < 0.01$)、勾配角度が増加し、歩道幅員が減少するにつれ相乗的に主観評価が悪化する。しかし、車いす1台分の水平部分があると主観評価は良好である。

完走者群は 4.8° 以下ならば、いずれの歩行条件においても主観評価が良好であるといえる。一方、リタイア群は勾配角度の増加に比例して主観評価が悪化する特徴があり、「下る」場合の主観評価の悪化も目立っている。

b) 電動車いす使用者

表-2と図-8より「下る」場合、勾配角度の増加により主観評価が悪化する($p < 0.01$)。「上る」場合は勾配角度だけでなく歩道幅員の減少による主観評価の悪化が認められる($p < 0.05$)。「直進する」場合は勾配角度と歩道幅員の両方から影響を受ける($p < 0.01$)。また、交互作用が認められるため($p < 0.01$)、勾配角度が増加し、歩道幅員が減少するにつれ相乗的に主観評価が悪化する。しかし、車いす1台分の水平部分があると主観評価は良好である。

電動車いす使用者は、自走車いす使用者のリタイア群と同様に「下る」場合の主観評価の悪化が目立つ。「下る」場合、前進するためにジョイスティックを前方に倒した後、下り傾斜による加速を抑えるため、すぐに後方に引くといった一連の細かい操作が要求される。しかし、上肢にマヒのある電動車いす使用者がこれらの一連の操作過程を苦手としていることが推察される。また、体幹マヒより身体が前にずれ落ちるといった姿勢保持の困難さも主観評価の悪化に影響していると考えられる。しかし、勾配角度が 4.8° 以下ならば、いずれの歩行条件においても主観評価が比較的良好であるといえる。

c) 車いす介助者

表-2と図-9より「下る」場合、勾配角度の増加により主観評価が悪化する($p < 0.01$)。「上る」場合は勾配角度だけでなく歩道幅員の減少による主観評価の悪化が認められる($p < 0.01$)。これは、車いすが前方にあるため、前方壁面との距離感が捉えにくく、車いすの取り回しに慎重になるためと推察される。

「直進する」場合は勾配角度と歩道幅員の両方から影響を受ける($p < 0.01$)。また、交互作用が認められるため($p < 0.01$)、勾配角度が増加し、歩道幅員が減少するにつれ相乗的に主観評価が悪化する。しかし、車いす1台分の水平部分があると主観評価は良好である。また、車いす介助者は他の属性と比べると主観評価は良好であるといえる。

4. まとめ

歩道単路部の切り下げを再現した歩行実験路を用いて車いすの歩行実験を行った。その時の歩行負担の指標として歩行時間と主観評価について検討したところ以下の知見が得られた。

- ①自走車いす使用者は、上肢や体幹に障害が及ぶと歩行能力が低くなる。
- ②上肢の健常な自走車いす使用者と電動車いす使用者は勾配角度 4.8° 以下なら歩行負担が小さい。
- ③上肢や体幹に障害が及ぶ自走車いす使用者と電動車いす使用者は「下る」場合にも急勾配になるにつれ大きな歩行負担が認められる。
- ④いずれの車いす属性も「直進する」場合、車いす1台分の水平部分を確保することによって歩行負担は大きく軽減される。
- ⑤車いす属性間で比較すると、上肢や体幹に障害が及ぶ自走車いす使用者の歩行負担が最も大きく、車いす介助者の歩行負担が最も小さい。
- ⑥上肢や体幹に障害が及ぶ自走車いす使用者を対象に切り下げ部を設計すると、他の車いす属性についても満足できる条件となりうる。

今回の実験では、車いす介助者の被験者のほとんどを男子大学生とした。したがって、被験者を高齢者や女性とした場合、実験結果が異なる可能性がある。また、切り下げ部の縦横比が変わった場合の歩行負担についても検討する余地がある。今後はこのような点について、実験上の配慮が必要である。

参考文献

- 1) 三星昭宏：身体的「弱者」のための都市整備，土木学会誌，Vol.82，pp.22-24，1997。
- 2) 上野義雪：斜路における車いすの歩行特性，第31回建築人間工学研究会講演集，pp.15-23，1994。
- 3) 岩尾健一ほか：傾斜路基準化に関する研究その3，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.971-972，1974。
- 4) 別所克紀・中裕一郎：介助者つき車いすのスロープ昇降動作に関する実験，日本建築学会大会学術講演梗概集E，pp.679-680，1997。
- 5) 小山秀紀ほか：車いす介助者とスロープに関する研究-静的押力と勾配との対応関係についての検討-，日本人間工学会第39回大会講演集，Vol.34，pp.436-437，1998。