

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 fatigue of wheelchair users on the ramped kerbs*

田平博嗣**・上野義雪***

Hirotsugu TAHIRA**・Yoshiyuki UENO***

1. 研究の目的

これまで、車いす使用者の縦断勾配における昇降能力については数多く検討されている^{(1)~(4)}。これらの研究成果は、建設省通達の「歩道および立体横断施設の構造について」や各地方自治体が制定する「福祉のまちづくり」条例等において、歩道の切り下げ勾配の上限値を8%とする整備基準値として用いられてきた。しかし、そもそも縦断勾配での昇降を想定した勾配の上限値を歩道幅員や民地とのレベル差など、歩道特有の制約の中で、そのまま用いるには疑問が残される。実際に、水平部分のない歩道単路部の切り下げでは、横断勾配による車いす歩行の妨げが問題となっている。

一般的に、車いすによる歩行は、同一の勾配角度でも縦断勾配に比べ、横断勾配による影響をより受けやすいことが知られており^{(5)~(7)}、歩道路面の排水のための横断勾配は2%(1.15度)以下とするのが望ましいとされている⁽⁸⁾。

一方、歩道単路部の切り下げを直進する、方向転換をするといった実験的検討はこれまでに行われておらず、水平部分の効果を含め、この部分での車いすによる歩行の負担や特性については不明な点が多い。

そこで本研究では、歩道単路部の切り下げの状態を変化させ、手動車いす使用者、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。このときの車いす属性別の歩行負担とその特性、歩行しやすい切り下げ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、最大歩道幅員が1800mm、切り下げ部分が1100mm×3600mmの歩道単路部の切り下げを再現した歩行実験装置を用いた。切り下げ部分は主勾配とフレアサイドの勾配を同一とし、この部分を交換することに

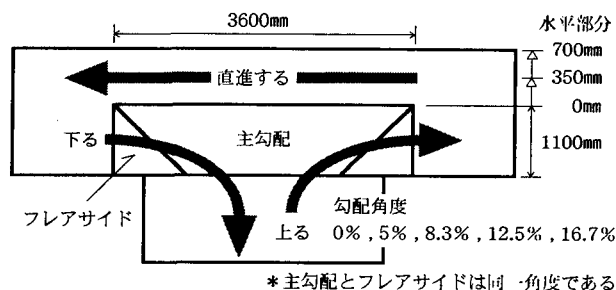


図-1 歩行実験装置

表-1 勾配の設定

%	角度	勾配の機能
0%	0°	水平
5%	2.86°	車いすを考慮した屋外傾斜路の上限値
8.3%	4.76°	車いすを考慮した屋内傾斜路の上限値
12.5%	7.15°	一般傾斜路の上限値
16.7%	9.46°	地下駐車場の傾斜路の上限値に近い値

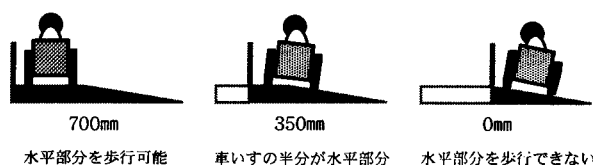


図-2 水平部分の変化と車いす歩行の状態

より勾配角度を変化させた。また、滑り止め用の小さな凹凸のあるゴムシートを貼り付けている。

実験の設定は、勾配角度、水平部分、歩行コースを以下に示す項目で組み合わせ、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%, 5%, 8.3%, 12.5%, 16.7%
- ・水平部分 : 700mm, 350mm, 0mm
- ・歩行コース : 下る, 上る, 直進する

勾配角度は、表-1に示すように、福祉のまちづくり条例等、建設省通達の「歩道および立体横断施設の構造について」および建築基準法を参考に、歩行者に関係する傾斜路の上限値を選定した。また、実際の歩道切り下げの勾配は、法令等で定める上限値を越えるケースも数多いことから、自動車路の縦断勾配の上限値に近い値である16.7%も含めた。

水平部分の変化は、高さ500mmの合板ベニアで仕切ることにより、図-2に示すように、車いす1台分が通行可能な700mm、車いす幅の半分程度である350mm、水平部分が全くない0mmの3段階とした。

*キーワード：歩行者交通行動、交通弱者対策

**学生会員，修士(工学)，千葉工業大学大学院工学研究科

***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-2 被験者の身体的特徴

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

歩行コースの設定は、横断歩道が付属する歩道単路部における歩行を想定して、「下る」、「上る」、「直進する」の3コースとした。

なお、実験の設定によっては、車いす転倒の危険があるため、勾配角度の緩い順に、水平部分を狭めながら実験を行い、それぞれのコースは被験者の歩行しやすい方向とし、その試行回数を1回とした。また、歩行に危険を感じる場合は、実験のリタイアを認めた。実験に要した時間は被験者1人につき約1時間30分程度であった。

実験の様子を歩行実験装置の両脇に設置した2台のビデオカメラで撮影し、水平部分の利用状況を把握した。

(2) 被験者

表-2に示すように、手動車いす使用者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が豊かな者を選定した。また、車いす介助者はすべて健常者とし、実験では60kgの健常者の男性を乗せた車いすを介助してもらった。

(3) 歩行負担の指標

実験では、歩行負担の指標として、歩行時間、主観評価、表面筋電図による筋負担、手動車いすのハンドリムや介助者が握るグリップにかかる手の圧力、電動車いす使用者のレバー操作の過程の各種計測を行った。

過去の研究では、被験者の主観的な疲労感の訴えや傾斜路を歩行するときの所要時間が歩行負担の指標としてよく用いられている²⁾⁵⁾。本報告においても、車いす属性

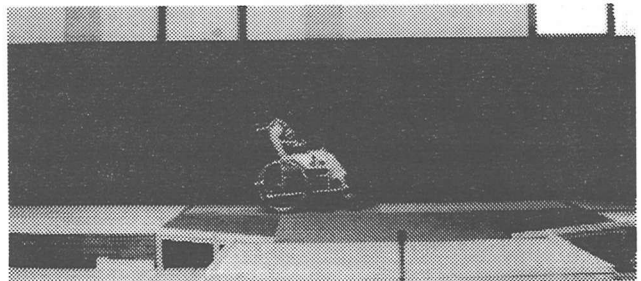


写真-1 歩行実験の風景

別の歩行負担やその特性の違いを把握するため、比較が可能な共通の指標である歩行時間と主観評価について、水平部分の利用状況の観察を含めて分析を行った。

a) 歩行時間の定義

切り下げ部分と調節する水平部分とを含めた範囲(有効歩道幅員×3600mm)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、評価間の選択に迷う場合には、点数を0.5加算する中間値を用いた。

表-3 リタイアした切り下げの条件

		700mm			350mm			0mm		
		下る	上る	直進する	下る	上る	直進する	下る	上る	直進する
No.4 手動車いす使用者	12.5%									×
	16.7%	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	8.3%									×
No.6 手動車いす使用者	12.5%	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	16.7%	×	×	×	×	×	×	×	×	×
No.8 手動車いす使用者	12.5%									×
	16.7%		×			×			×	×
No.9 手動車いす使用者	12.5%					×			×	
	16.7%		×		×	×	×	×	×	×
No.16 電動車いす使用者	16.7%									×
No.17 電動車いす使用者	16.7%				×	×	×	×	×	×

注：×印はリタイアを示す

3. 結果

(1) 切り下げにおける歩行能力

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、手動車いす使用者は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。これらの被験者がリタイアした切り下げの条件については表-3に示す。

電動車いす使用者は、車いす1台分の水平部分のない16.7%でリタイアがみられた。しかし、大部分の被験者が12.5%や16.7%の急勾配においても歩行可能であることから、パワーアシストによる歩行能力は高く、グループとしての同質性が高いものと考えられる。

一方、手動車いす使用者が実験をリタイアする勾配角度の条件は、電動車いす使用者と比べ、緩い段階から見受けられる。No.6の被験者は左半身不随のため、左右の車輪が同一軸の片マヒ者用の車いすを使用しており、車いすの操作には右腕と右足を使用する。そのため、他の手動車いす使用者と車いすの構造、および操作方法が異なり、切り下げにおける歩行能力が一段と低い。体幹マヒのあるNo.4の被験者は、重心移動が困難であることから、特に、急勾配を下るときに前のめりになる傾向がみられた。No.8の被験者は右腕の発揮力が弱く、車いすの制御にバランスを欠いていた。No.9の被験者は上半身が健常だが、比較的高齢な女性で、車いす操作の力量に乏しい印象を受けた。

以上から、リタイアした手動車いす使用者の間でも、身体障害の程度の差があると考えられるが、大枠で捉えれば、表-2からもわかるように、実験の全条件をクリアした被験者は、上半身が健常であるのに対して、リタイアした被験者の多くは上肢や体幹にマヒ症状を有するという身体的特徴の違いが認められた。また、車いす操作の基礎体力を知るために、実験前に計測しておいた左右のピンチ力(親指と人差し指)、握力、および肩腕力についてt検定をしたところ、ピンチ力が5%水準、握力と肩腕力が1%水準で有意差が認められ、実験の全条件をクリアした被験者の基礎体力が優位であった。

したがって、同じ手動車いす使用者でも、上肢と体幹の障害が及ぼす歩行能力の違いを考慮した上で、別々の車いす属性として取り扱うのが望ましいと判断した。

そこで、手動車いす使用者については、完走者群(No.1, 2, 3, 5, 7)とリタイア群(No.4, 6, 8, 9)に分けることにした。

(2) 水平部分の利用状況

いずれの歩行コースにおいても、切り下げ部分を回避して、水平部分を利用する歩行経路の変化は、勾配角度の増加とともに顕著になることがわかった。

手動車いす使用者リタイア群は、いずれの歩行コースにおいても、5%の緩い勾配から水平部分を利用して慎重に歩行する。ただし、「上る」場合は、水平部分に到達するまでに体力を要するため、12.5%や16.7%の急勾配では逆に水平部分の利用が減少するのが特徴的である。

一方、その他の車いす属性は、8.3%や12.5%以上から水平部分を利用するのがほとんどであるが、「直進する」場合に限り、5%の緩い勾配から水平部分を積極的に利用するのが見受けられ、他の歩行コースに比べてより慎重になることが示唆された。また、電動車いす使用者は、「下る」場合でも、5%の緩い勾配から水平部分を利用することから、下り傾斜に注意を払うことが示唆された。

(3) 歩行時間

図-3から図-5は歩行時間の平均推移を歩行コース別に示したものである。また、歩行時間が変化する要因を明らかにするため、表-4から表-6に示すように、勾配角度と水平部分を要因とする2元配置の分散分析を行い、交互作用がないことを確認した上でシェフェの多重比較検定を行った。ただし、実験のリタイアにより、多くのデータを欠き、かつ歩行時間のばらつきの大きい手動車いす使用者リタイア群については、歩行時間の推移を個人別に示し、分散分析および多重比較は行っていない。

a) 手動車いす使用者完走者群

「下る」場合、図-3と表-4より、水平部分の減少とともに歩行時間が短縮する。多重比較の結果から、700mmと350mm($P<0.01$)、700mmと0mm($P<0.01$)に有意差が認められ

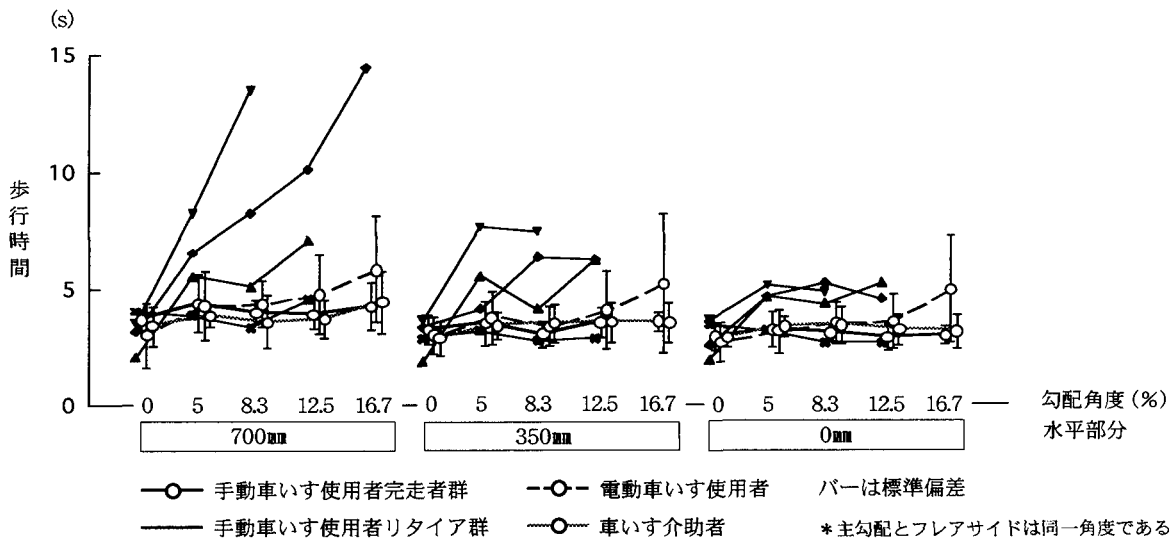


図-3 「下る」の歩行時間の推移

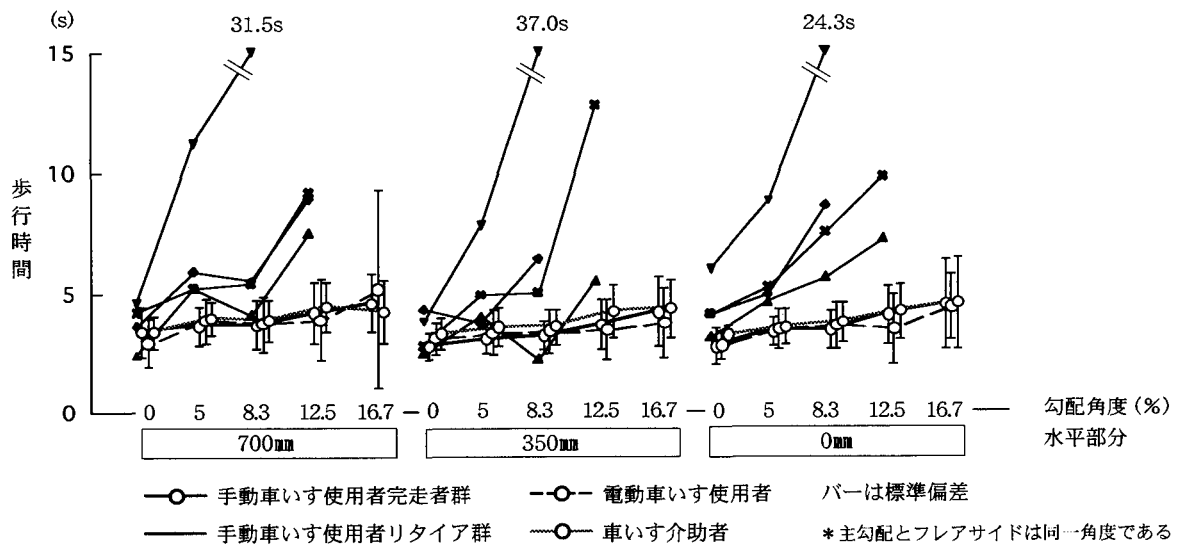


図-4 「上る」の歩行時間の推移

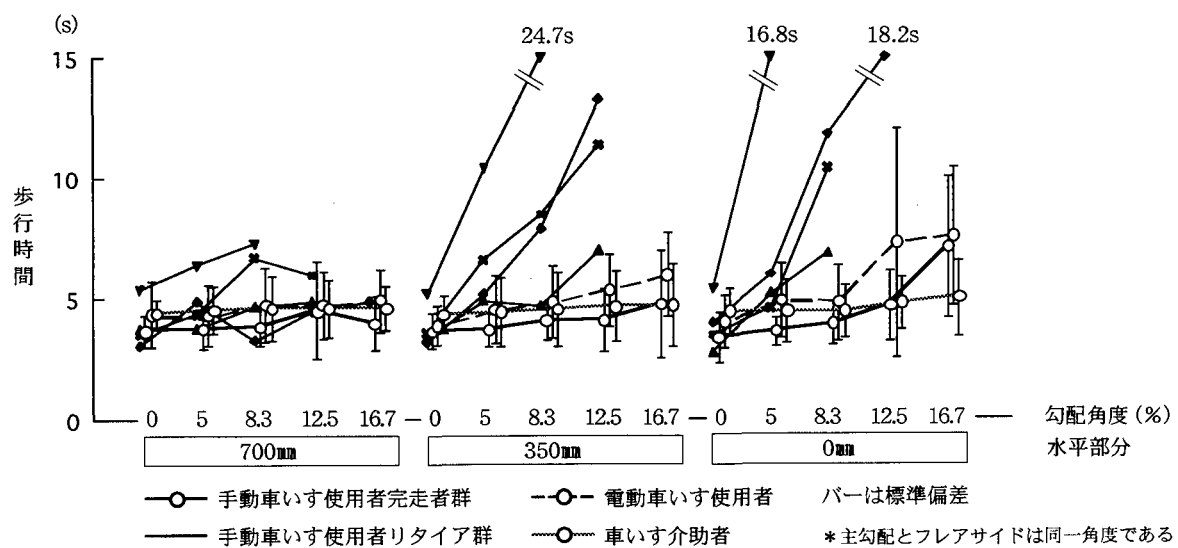


図-5 「直進する」の歩行時間の推移

表-4 「下る」の分散分析結果

下る	手動車いす 使用者完走者群	電動車いす使用者	車いす介助者
勾配角度	N.S.	p<0.01	N.S.
水平部分	p<0.01	N.S.	p<0.01

注：N.S.は有意差がないことを示す

表-5 「上る」の分散分析結果

上る	手動車いす 使用者完走者群	電動車いす使用者	車いす介助者
勾配角度	p<0.01	N.S.	p<0.01
水平部分	N.S.	N.S.	N.S.

注：N.S.は有意差がないことを示す

表-6 「直進する」の分散分析結果

直進する	手動車いす 使用者完走者群	電動車いす使用者	車いす介助者
勾配角度	p<0.01	p<0.01	N.S.
水平部分	N.S.	N.S.	N.S.

注：N.S.は有意差がないことを示す

車いす 1 台分の水平部分がないと歩行時間が短縮することがわかった。

「上る」場合、図-4と表-5より、勾配角度の増加とともに歩行時間が遅延する。多重比較の結果から、0%と16.7%($P<0.01$)に有意差が認められ、水平での歩行時間と16.7%の歩行時間に明らかな差があることがわかった。

「直進する」場合、図-5と表-6より、勾配角度の増加とともに歩行時間が遅延する。多重比較の結果、0%と16.7%($P<0.01$)に有意差が認められ、水平での歩行時間と16.7%の歩行時間に明らかな差があることがわかった。

b) 手動車いす使用者リタイア群

「下る」場合、図-3より、水平部分が700mmの時には、勾配角度の増加とともに、歩行時間が著しく遅延するが、水平部分の減少とともに、勾配角度の増加による歩行時間の遅延が少なくなる様子が認められる。

「上る」場合、図-4より、勾配角度の増加とともに歩行時間が著しく遅延する。また、水平部分の減少による影響も若干みられ、特に、1100mmの場合に勾配角度の増加にともない歩行時間が漸次増加するのが各被験者に共通して認められた。

「直進する」場合、図-5より、水平部分が350mmと0mmの場合、つまり、車いす 1 台分の水平部分がない場合に勾配角度の増加とともに歩行時間が著しく遅延する。

c) 電動車いす使用者

「下る」場合、図-3と表-4より、勾配角度の増加とともに歩行時間が遅延する。多重比較の結果から、0%と16.7%($p<0.01$)、5%と16.7%($p<0.05$)、8.3%と16.7%($p<0.05$)に有意差が認められ、8.3%以下の歩行時間と16.7%の歩行時間に明らかな差があることがわかった。

「上る」場合、図-4と表-5より、勾配角度の増加や水平部分の減少による歩行時間への影響は認められず、ほ

ぼ一定の時間で上ることが可能であるといえる。

「直進する」場合、図-5と表-6より、勾配角度の増加とともに歩行時間が遅延する。多重比較の結果から、0%と16.5%($p<0.01$)、5%と16.7%($p<0.05$)に有意差が認められ、5%以下の歩行時間と16.7%の歩行時間に明らかな差があることがわかった。

d) 車いす介助者

「下る」場合、図-3と表-4より、水平部分の減少とともに歩行時間が短縮する。多重比較の結果から、700mmと350mm($P<0.05$)、700mmと0mm($P<0.01$)に有意差が認められ、車いす 1 台分の水平部分がないと歩行時間が短縮することがわかった。

「上る」場合、図-4と表-5より、勾配角度の増加とともに歩行時間が遅延する。多重比較の結果、0%と12.5%($P<0.05$)、0%と16.7%($P<0.01$)に有意差が認められ、水平での歩行時間と12.5%以上での歩行時間に明らかな差があることがわかった。

「直進する」場合、図-5と表-6より、勾配角度の増加および水平部分の減少による歩行時間への影響は認められず、ほぼ一定の時間で直進することが可能である。

(4) 主観評価

図-6から図-9は、車いすの属性別に主観評価の平均値の推移を示したもので、得点が高いほど主観評価が悪いことを表している。また、主観評価の変動を勾配角度と水平部分を要因とする2元配置の分散分析を行った。それらの結果については表-7に示している。

a) 手動車いす使用者完走者群

表-7と図-6より、「下る」と「上る」場合、勾配角度の増加とともに主観評価の悪化する。

「直進する」場合、勾配角度の増加と水平部分の減少の影響、および交互作用が認められ、相乗的な主観評価の悪化がみられた。

b) 手動車いす使用者リタイア群

表-7と図-7より、「下る」と「上る」場合の主観評価は勾配角度の増加に影響を受ける。その推移は勾配角度の増加にほぼ比例して直線的に悪化し、他の車いす属性に比べて著しい。また、「下る」と「上る」の主観評価がほぼ同程度であるのが特徴的である。

「直進する」場合、勾配角度の増加と水平部分の減少の影響、および交互作用が認められ、相乗的な主観評価の著しい悪化がみられる。特に、車いす 1 台分の水平部分がないときの主観評価の悪化が著しい。

c) 電動車いす使用者

表-7と図-8より、「下る」場合、勾配角度の増加とともに主観評価が悪化する。また、「下る」と「上る」の主観評価がほぼ同程度であるのが特徴的である。

「上る」場合、勾配角度の増加だけでなく、水平部分の減少による主観評価の悪化が認められる。

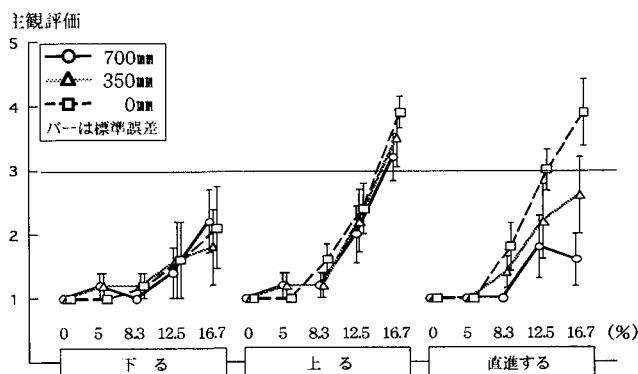


図-6 手動車いす使用者完走者群の主観評価の推移

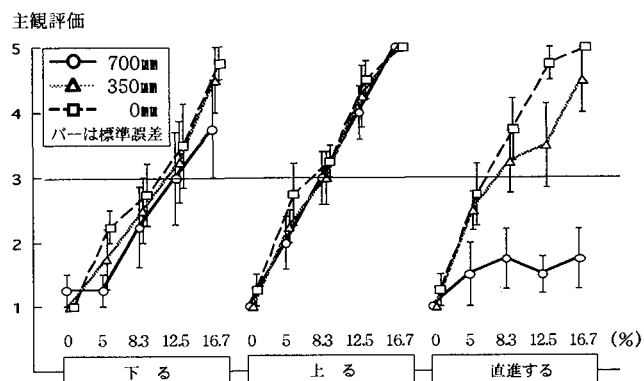


図-7 手動車いす使用者リタイア群の主観評価の推移

表-7 主観評価の分散比

車いすの属性	変動要因	下る	上る	直進する
手動車いす使用者 完走者群	勾配角度	3.97**	41.11**	16.74**
	水平部分	0.01	1.06	8.43**
	交互作用	0.15	0.44	2.10*
手動車いす使用者 リタイア群	勾配角度	20.88**	77.17**	20.34**
	水平部分	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**
	水平部分	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**
	水平部分	2.2	9.59**	15.02**
	交互作用	0.69	0.49	2.85**

*p<0.05 **p<0.01

「直進する」場合、勾配角度の増加と水平部分の減少の影響、および交互作用が認められ、相乗的な主観評価の悪化がみられた。

d) 車いす介助者

表-7と図-9より「下る」場合、勾配角度の増加とともに主観評価が悪化する。しかしながら、他の車いす属性と比べ、その推移はきわめて低い。

「上る」場合、勾配角度の増加だけでなく、水平部分の減少による主観評価の悪化が認められる。

「直進する」場合、勾配角度の増加と水平部分の減少の影響、および交互作用が認められ、相乗的な主観評価の悪化がみられるが、水平部分が車いす半分程度でも主観評価は比較的良好である。

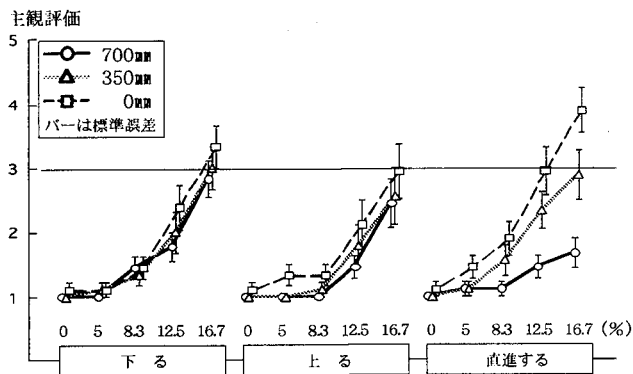


図-8 電動車いす使用者の主観評価の推移

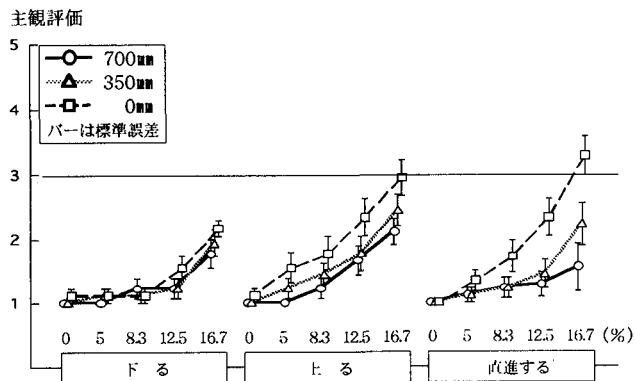


図-9 車いす介助者の主観評価の推移

4. 考察

(1) 各歩行コースでの歩行負担とその特性

a) 「下る」場合

手動車いす使用者完走者群と車いす介助者は、水平部分の減少とともに歩行時間が短縮する。しかし、このときの主観評価の推移は低く、水平部分が減少した分、歩行経路の選択が制限された自然な歩行時間の短縮と考えられ、歩行負担の結果とは考えにくい。

一方、手動車いす使用者リタイア群は、水平部分があればそれを活用し、勾配角度の増加に応じて慎重に時間をかけて歩行するが、水平部分の減少とともに歩行時間が大幅に短縮することがわかった。しかし、主観評価は水平部分の減少にほぼ関係なく、勾配角度の増加とともに著しく悪化する。つまり、勾配角度の増加が歩行負担に結びつく主要因と考えられ、下り傾斜での車いすの減速制御が難しいものと推察される。

電動車いす使用者は、勾配角度の増加とともに、歩行時間が遅延し、主観評価が悪化する。水平部分がなくても車いすを減速させて、慎重に下ることが可能であるが、5%の緩い勾配の段階から、水平部分を利用するのが見受けられ、下り傾斜を苦手とする傾向がみられた。

b) 「上る」場合

電動車いす使用者を除き、勾配角度の増加にともない歩行時間が遅延する。特に遅延が著しいのは、手動車いす使用者リタイア群である。このとき、主観評価の悪化

も著しく、歩行負担が大きいことを示している。

電動車いす使用者と車いす介助者の主観評価は、上りながらの車いすの転回に多少の困難がともなうためか、水平部分の減少により、歩行しにくくなることが示唆された。一方、歩行時間は、水平部分の減少による影響が見受けられない。これは、上る際の負荷を少なく、かつ安定した歩行をするため、意図的に、歩行速度を高めに保つ努力が払われた結果と考えられる。

c)「直進する」場合

いずれの車いす属性においても、主観評価は、勾配角度の増加と水平部分の減少とともに相乗的に悪化する。特に、手動車いす使用者リタイア群は、車いす1台分の水平部分がない場合に著しく悪化する。このときの歩行時間も、車いす1台分の水平部分がない場合に、勾配角度の増加とともに著しく遅延し、主観評価との傾向の一致がみられ、歩行負担が大きいことがうかがえる。

一方、その他の車いす属性は、主観評価が水平部分の減少の影響を受けるにも関わらず、歩行時間には影響が見受けられない。これは、車いすが斜面下方に流されるのを防ぐため、意図的に、歩行速度を高めに保った結果と考えられる。しかし、主観評価からもわかるように、車いすが斜面下方に流されない程度の歩行速度を保つことは、歩行負担に結びつくものと考えられ、水平部分の存在は歩行負担の軽減に役立つと考えられる。

(2) 車いす属性別の特徴

a) 手動車いす使用者完走者群

上半身が健常であるため、車いす操作の巧緻性は高く、安定した歩行が可能である。16.7%での「上る」や水平部分のない「直進する」では歩行負担が大きいが、おおむね8.3%以下の勾配ならば、歩行時間と主観評価の変動は少なく、比較的歩行負担は小さいといえる。

b) 手動車いす使用者リタイア群

いずれの歩行コースにおいても、歩行負担が最も大きくあらわれる車いす属性といえる。5%の緩い勾配においても「上る」や車いす1台分の水平部分がない「直進する」では歩行負担が認められる。

また、一般的に「下る」より「上る」方が身体的なエネルギーの消費量は大きいことが予想されるが、「下る」と「上る」の主観評価がほぼ同程度であるのが特徴的である。「下る」ときの歩行時間も、車いす1台分の水平部分がない場合、大幅に短縮する。上肢や体幹のマヒにより、下り傾斜による車いすの加速を十分に抑えることができないのが原因と考えられ、下ることを苦手としていることが示唆された。

c) 電動車いす使用者

手動車いす使用者リタイア群と同様に、「下る」と「上る」の主観評価がほぼ同程度で、「下る」ときの水平部分の利用も5%の緩い勾配の段階から見受けられることが

ら、下ることを苦手としていることがうかがえた。

下る際は、前進をするためレバーを一旦前方に倒した後、次に、下り傾斜による加速を抑えるため、直ちにレバーを後方に引くといった操作が要求される。このような一連の細かいレバー操作を、上肢にマヒのある電動車いす使用者が苦手としていることが推察される。また、下る際の姿勢を観察すると、体幹マヒにより、身体が前のめりになる、あるいはズレ落ちるといった姿勢保持の困難さが見受けられ、下ることを苦手としている原因の一つと考えられる。

「上る」場合には、前方壁面とのスペースの狭さが、車いすの転回に多少の困難を生じさせることが明らかになった。しかしながら、全般的に、8.3%以下の勾配ならば、歩行負担は比較的小さいことがわかった。

d) 車いす介助者

「上る」と「直進する」では、水平部分があることが望ましいが、そもそも勾配角度の増加による歩行時間や主観評価への影響が少なく、最も歩行負担の少ない車いす属性といえる。

(3) 歩行しやすい切り下げの条件

いずれの車いす属性においても、「直進する」場合の歩行負担の増加は、勾配角度の増加だけでなく、水平部分の減少が大きく関与することがわかった。また、「下る」場合においても、手動車いす使用者リタイア群は、車いすを適度に減速させることが難しく、歩行時間の大幅な短縮や主観評価の著しい悪化を示しており、車いす1台分の水平部分がない場合、不安定な歩行につながることを示唆された。

勾配角度は、「上る」や車いす1台分の水平部分がない「直進する」を参考に、歩行負担の少ない範囲で抑える必要がある。しかし、手動車いす使用者リタイア群を考慮すると、5%の緩い勾配でも、被験者によっては、歩行時間の大幅な遅延や主観評価の悪化が認められ、僅かな勾配でも歩行負担が生ずることが示唆された。

以上から、今回の実験結果の範囲で判断する限り、切り下げ部分を回避するための、少なくとも車いす1台分の水平部分を確保し、上肢や体幹にマヒ症状等の障害を有する手動車いす使用者を対象に、勾配角度を選定するならば、他の車いす属性も歩行しやすい条件になるといえる。ただし、上肢や体幹の障害の部位や程度により、個人差が大きく、今後も慎重な検討を要する。

5. まとめ

歩道単路部の切り下げを再現した装置を用い、車いすによる歩行実験を行った結果、以下の知見が得られた。

①手動車いす使用者は、上肢や体幹が健常か、あるいは障害を有するかによって歩行能力が大きく異なる。

②上肢や体幹に障害を有する手動車いす使用者は、切り下げでの歩行能力が低く、その個人差も大きい。車いす1台分の水平部分がない場合、5%の勾配においても、歩行負担があるのが認められる。

③上半身の健全な手動車いす使用者、電動車いす使用者および車いす介助者は、8.3%以下の勾配ならば、歩行負担が少ない。

④車いす属性間で比較すると、上肢や体幹に障害を有する手動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少ない。

⑤上肢や体幹に障害を有する手動車いす使用者と電動車いす使用者は「下る」場合においても、歩行負担が顕著に認められ、下り傾斜を苦手としている。

⑥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り、歩行負担は大きく軽減される。

⑦上肢や体幹に障害を有する手動車いす使用者を対象に切り下げを設計すると、他の車いす属性についても満足できる条件となりうる。

以上が、今回の実験により明らかになった歩道単路部の切り下げを設計する上での留意事項である。

そこで、例えば勾配を5%以下とし、車いす1台分の水平部分の確保をした場合、従来の歩道マウントの標準的な高さである200mmで概算すると、約3m以上の歩道幅員の確保が求められる。しかし、新たな幅員を確保するのが難しい既設歩道において、このような整備方法は具体性に乏しく、むしろ歩道マウントの高さを見直す、あるいは切り下げの生じないフラット式の歩道構造に転換することが先決であると思われる。

この時、車道をかさ上げして歩道マウントの高さを低く抑えるなどの大がかりな措置が必要となるが、歩道マ

ウントを従来の高さより低くすることについては、歩道の分離感を著しく損なわない限り、車いす使用者にとっては歩行しやすく、有効であることが筆者ら⁸⁾の研究により明らかにされている。

今後の課題としては、実験で用いた切り下げ部分が、1100mm×3600mmに固定された条件であるため、歩行距離が延長された場合の歩行負担の増加について、検討すべき余地がまだ残されている。

また、車いす介助者の被験者のほとんどが男子大学生であった。したがって、被験者を高齢者や女性とした場合、今回の実験結果よりも歩行負担が大きくなるものと予想され、この点において実験上の配慮が必要である。

参考文献

- 1) Selwyu Goldsmith. : Designing for the disabled - Third edition, RIBA Publications Limited, 1976
- 2) 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.
- 3) 佐渡山亜兵ほか：「車椅子登坂にたいする勾配の影響について」, 人間工学 Vol.10, No.4, pp.131-137, 1974.
- 4) 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.
- 5) 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, 交通工学論文集, Vol.24, No.6, pp.21-30, 1989.
- 6) 上野義雪, 古賀唯夫, 吉田燦, 橋本公克：ハンディキャップ者配慮の設計資料-ひと・機器・設備, 彰国社, 1987.
- 7) 元田良孝, 瀬尾卓也, 西岡南海男：車椅子利用者の外出行動について, 交通工学論文集, Vol.27, No.6, pp.9-17, 1989.
- 8) 田平博嗣, 上野義雪：歩行困難者を考慮した歩道切り下げ部の改善に関する基礎的研究, 土木計画学研究講演集, No.21, pp.519-522, 1998.

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 fatigue of wheelchair users on the ramped kerbs

田平博嗣・上野義雪

Hirotsugu TAHIRA・Yoshiyuki UENO

勾配角度と水平部分が調節可能な歩道単路部の切り下げを再現した歩行実験路を用い、手動車いす使用者、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。この時の歩行時間と主観評価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の条件について検討した。その結果、上肢と体幹に障害を有する手動車いす使用者を基準として、歩道単路部の切り下げを設計すると、他の車いす属性も満足できる条件になることが明らかになった。また、切り下げの横に最低でも車いす1台分の水平部分を設けると歩行負担が大きく軽減することが明らかになった。

The ramped kerbs of sidewalk which are accessible in a hand-propelled wheelchairs, motorized wheelchairs and wheelchair helpers are discussed experimentally. The experiment was done by using equipment which could be adjusted in level area width and ramp gradients. The walking time and subjective evaluations were used as an index of the walking fatigue. The ramped kerbs for all wheelchair users and wheelchair helpers without difficulty are designed appropriately, provided hand-propelled wheelchair users whose arms has been paralyzed are taken in account. If a level area which allow wheelchair to pass should be provided at side of the ramped kerbs, there is a large decrease in walking fatigue.