

車いす用斜路（スロープ）勾配の再検討 ～女子学生を中心として～

A reevaluation of the slope angle for wheelchair users

白石 光昭 ・ 佐川 明日香*

Mitsuaki SHIRAISHI ・ Asuka SAGAWA

1. はじめに

車いすで建築物等にアクセスする場合の斜路（スロープ）の勾配については、ハートビル法や長寿社会対応住宅設計指針等で1/12以下とすることが決められている（段差75cm以下の場合）。

しかし、筆者が学内で行っている車いす体験授業（学内を対象に1人が約10分で回れるコースを設定）では、女子学生（高専1年生、年齢15才～16才）の中に毎年1人～2人、勾配1/12の斜路（横断勾配無し）を途中で上りきれなくなる学生が出ている。初めて車いすを利用する学生もいるが、彼女たちは健康的なごく普通の学生であり、筋力の弱い極めて特殊なケースというわけではない。起きて欲しくない仮定をすれば、彼女たちも部活動や交通事故等で一時的あるいは長期間、車いす使用者になる可能性がある。このことを考えれば、勾配1/12以下という許容値は多くの人が満足できるものとして、設定された値であると思われるが、果たして筋力の弱い女性や子供にとって、適切なのだろうかとの疑問が生まれた。

本研究では、筋力の比較的弱い女性や子供にとって、横断勾配無しの条件で、勾配1/12が彼らにとってどう感じられるのかを実験により検証することとした。

2. 既往研究

既往研究については、日本建築学会論文報告集（1965年～2004年）、同学術講演梗概集（1981年～2004年）、日本インテリア学会論文報告集（1989年～2004年）、同大会研究報告集（1989年～2004年）に掲載されている論文を中心に関連論文の調査を行った。また、関連研究報告書や書籍も参考にしている。

斜路に関する関連研究は、①斜路勾配に関する研究（段差が高い場合・低い場合、介助者ありの場合）、②車いすと床材間の滑りやすさの研究（注1）、③避難時における昇降性の研究（注2）の3種類が抽出されたが、その数は少なかった。

本研究は、①に関連する研究であり、この中でも段差が高い場合を対象としているが、本研究と同じ趣旨の研究は、以下の3つがある。

まず一つは、日本住宅公団南多摩開発局が作成した「多摩ニュータウン・ハンディキャプト対策1979年報告書」がある（注3）。これは、車いす使用者が丘陵地で住まうための指針（案）作成のための研究報告書である。当時既に斜路については1/12の基準が広まっていたが、各国によって勾配基準値が異なること、この数値が生まれた経過が不明であることを記述している。そこで、縦断勾配と横断勾配を考慮した勾配の基準（案）を作成するため、屋内や多摩ニュータウン内で多面的に実験を行っている。被験者は年齢22才の男性健常者1名である。また、握力は左右とも40kgを超えている。短距離（実験室での走行試験）・中距離（実験室及び実空間での走行試験）・長距離走行（実空間での走行試験）を行わせ、感覚的な面から評価させている。本研究に相当する中距離走行における実験では勾配を7種類用意し、走行試験を行っている。その結果として、1/12付近に走行が苦しくなる変曲点があるとし、1/12をミニマムの基準として肯定していると言える。しかし、被験者は健常者の中でも腕力が強い方と言え、腕力の弱い女性や子供についても同じ結果が得られるとは限らない。

次に、1983年に発表された永井等の研究がある（注4）、これは上記の報告書の一部を研究

* 2004年度小山高専卒研生

発表したものである。

また、もう一つの研究は、上野（弘）等が斜路勾配基準の歴史的背景を考察しながら、1971年に行った車いすの斜路実験（走行距離4m）の結果をもとに、車いす用斜路勾配の再検討を行った研究である（注5）。ここでは、走行距離を考慮する必要があることを指摘しながらも、基準としての勾配1/12はほぼ適切であるとしている。被験者は養護学校の児童・生徒5名を含めた計12名に対して行っている。なお、他の研究によれば（注6）、被験者が通常車いすを使用している人の場合、使用の経験が少ない人に比べ、厳しい条件でもクリアしやすいとされている。

以上の既往研究からは、勾配1/12を肯定する結果が得られている。これに対し、「バリアフリー・デザイン・マニュアル」（ポール・ウスター・ゴード著）によれば（注7）、勾配1/12の斜路は筋力が弱い人にとって登りにくいものであるとの指摘がされている。また、車いす使用者であり、建築家でもある筆者がユニバーサル・デザインについて記述した「ユニバーサル・デザイン～バリアフリーへの問いかけ」（注8）によれば、勾配1/12について、多くの車いす使用者にとって悪くはないとの研究発表があるが、一部使えない方もおられることを記述している。また、デンマークやスウェーデンの斜路勾配の基準値が1/20となっていることも述べ、勾配1/12に対し、どちらかといえば否定的な記述をしているといえる。

以上をまとめると、関連する既往研究は意外に少ないことがわかった。また、勾配1/12の基準は悪くはないが、この基準では斜路を使用できない車いす使用者が少なからず存在する可能性を示唆している。これらの点から再検証が必要であると考えられる。

3. 研究方法

既往研究や既存資料から、やはり各研究における被験者の問題（年齢、人数）があると考えられる。そこで、被験者に留意しながら、以下のような方法で、検証実験を行った。

3.1 斜路（スロープ）の昇降実験

段差を床から75cmの高とし、勾配1/12、1/16、1/20の斜路を製作し（図1、水平長さは8m程度となる）、その上を実際に自力走行してもらう。

実験は1被験者につき、上り、下りの往復4回行った。そのうちの最後の1回は上り下りとも、走行中でいったん停止（約1秒間）してもらい、その場所から再度走行してもらうこととした。

3.2 測定項目

①走行時間：走行開始から走行終了までの時間をストップウォッチにて計測し、勾配による走行時間の変化を調べる。

②ビデオ撮影：側面からデジタルビデオカメラで撮影し、画像から、頭頂点、頸椎点をプロットし、姿勢の違いを比較する。なお、撮影は2回目の上りと下り、4回目の上りと下りを対象とした。

③握力：各勾配において走行前と走行後に握力がどう変化するかを調べる。

（なお、実験途中で握力計に不具合が生じたため、全員の計測データは取れておらず、19人中11人分である（中学生2人と小学生1人を含む）。また、勾配1/20の場合も計測できなかった。しかし、勾配1/12と1/16を見る限りにおいては、若干傾向が見られたため、参考データとして掲載した。）

④昇降のしやすさの感覚評価：走行評価は表1に示す言語評価尺度により評価してもらう（注6）。走行中にいったん停止してもらう4回目の走行については表2の言語評価尺度を用いる。



（斜路を下から見上げたところ）

図1 実験用斜路

3.3 実験場所

実験用斜路を本高専内の屋外空間に製作した。

3.4 被験者

本校5年生女子9名（19～20才），1年生女子7名（15～16才），中学生女子2名（13才），小学生男子1名（11才）の計19人である。各被験者は1日一つの勾配のスロープについて走行し，3日間連続して実施する。なお，実験は1日で3つの勾配を実施することが望ましいが，勾配設定に時間がかかるため，3日間に分けて実施した（小中学生のみ1日で実施した）。

被験者の平均握力は，21kg（本校生8人の平均）であったが，これは15～16才の平均握力約25kgよりも低い値である。なお，平均握力21kgは女性の平均年齢約64才の平均値とほぼ同じ値であるが，高齢者は年齢が増えるに従い，徐々に握力は落ちていく。また，小学生の握力は左右とも12kg程度，中学生の握力は一人が左右とも15kg程度，一人は左右とも18kg程度であった。

建築資料集成によれば（注9），握力の平均値・年齢変化は屈腕力（上腕の腕力）と傾向がほぼ同じであり，握力を調べることで，腕力を推測できる。今回の被験者の腕力は，被験者と同年齢のほぼ平均的な腕力と推測され，かつ，男女の中で腕力は小さい方といえる。

3.5 実験日

平成16年12月28日～平成17年1月20日

4. 結果

4.1 走行時間

各勾配上り3回の走行時間の平均を求め，勾配別にかかった時間を比較した（図2）。勾配1/12の時に最も時間がかかった被験者は19人中11人（約58%），勾配1/16の時に最も時間がかかった被験者は2人（約11%），勾配1/20の時に最も時間がかかった被験者は6人（約32%）となった。一般的に考えれば，勾配が急になるに従い，時間がかかる予想され，そのような傾向が若干見受

けられる。また，勾配1/20でかかった時間と他の勾配でかかった時間の差を比較した（表3）。この表をみると，勾配1/20と勾配1/16では，勾配1/16の方がかかった時間が短い被験者が多く（14名，約74%），勾配による差はあまりなかったように見受けられる。これに対し，勾配1/20と勾配1/12では，勾配1/12の方が長くかかっている被験者が多く（12名，約63%），負荷が多くなっていると推測できる。そのうち，1秒以上余計に

表1 感覚調査用言語評価尺度

上り走行	下り走行
1.ほとんど負担を感じなかった	1.余裕を持って止まれた
2.多少負担を感じた	2.何とか止まれた
3.かなり負担を感じた	3.恐怖感を感じた
4.走行不可	4.走行不可

表2 感覚調査用言語評価尺度

上り走行	下り走行
1.余裕を持って再走行できた	1.余裕を持って再走行できた
2.何とか上れた	2.何とか止まれた
3.かなり負担を感じた	3.かなり負担を感じた
4.後に下がってしまい走行不可	4.前に下がってしまい走行不可

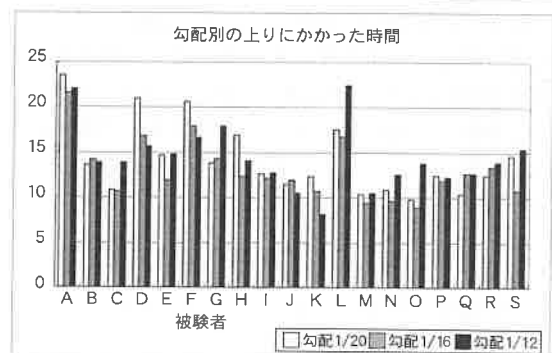


図2 各勾配別の走行時間（上り）

表3 勾配間の走行時間差（上り）

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1/20～1/16の時間差	-1.9	0.6	-0.1	-4.1	-2.8	-2.7	0.5	-4.6	-0.6	0.5
1/20～1/12の時間差	-1.5	0.3	3.1	-5.3	0.1	-4.0	4.1	-2.8	0.0	-0.9
被験者	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1/20～1/16の時間差	-1.7	-0.8	-1.0	-1.2	-0.8	-0.7	2.2	1.0	-3.8	
1/20～1/12の時間差	-4.2	5.0	0.2	1.7	4.0	-0.2	2.3	1.5	0.8	

（－：勾配がきつい方の時間が早いことを表している）

かかっている被験者が7人いた。

4.2 ビデオによる姿勢解析

勾配1/12(上り)で最も前傾姿勢になっている被験者が若干多く見受けられたが、そうでない場合もあり、大きな傾向は見られなかった(図3)。

4.3 握力

勾配1/12と1/16では、走行前後の差をみると1/12、1/16では走行後に握力の低下が見られる人が多い(図4)。勾配1/12の方が、握力が低下している被験者が多い。

4.4 言語評価尺度による感覚評価

女子学生にとって、勾配1/12の上りの場合にかなり負担を感じることがうかがえる(図5)。1/12および1/16の勾配は走行回が増えるごとに「かなり負担を感じた」との評価が増えている(図6～7)。特に、勾配1/16では3回目に負担を感じている被験者が急激に増えている。短距離での走行では問題がないにしても、長く車いすを使用した後のスロープの場合や、スロープ自体が長い場合には、車いす使用者の疲労との関係から上る場合に苦勞する可能性が考えられる。なお、この内の小・中学生は、全員が上りにおいて「かなり負担を感じた」との評価であった。また、下りでは「恐怖を感じた」との評価が2人いた。

スロープ上で停止し、再度走行する実験では、勾配が急になるに従い、負担を感じる被験者が多くなっていることがわかる。また、勾配1/12の上り走行では、「かなり負担を感じた」との評価が19人中16人であった(図8)。勾配1/12のスロープ上で停止し、再走行することは被験者に非常に負担を与えるということがわかった。下りは上りのような傾向はみられなかった。

5. まとめ

感覚調査では今回被験者となった腕力の小さい女性や小学生にとって、勾配1/12はかなりきついと感じられているようであり、楽に上ることのできる勾配とは言えないことがわかった。

しかし、今回の実験では、斜路を上り切れなかった被験者はいなかった。この点から考えると、勾配1/12はやはり悪くはない基準であるといえる。ただし、これは斜路を上る前には2～3分程度の練習のみで、腕に疲労が蓄積していないためであるとも想像される。感覚調査の結果から推測する

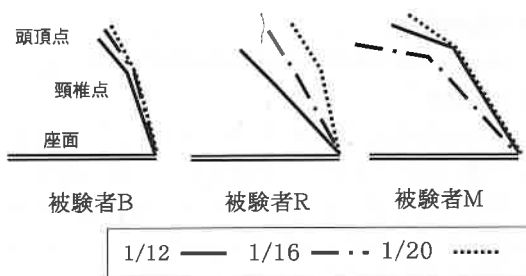


図3 各勾配時の姿勢変化(上り)

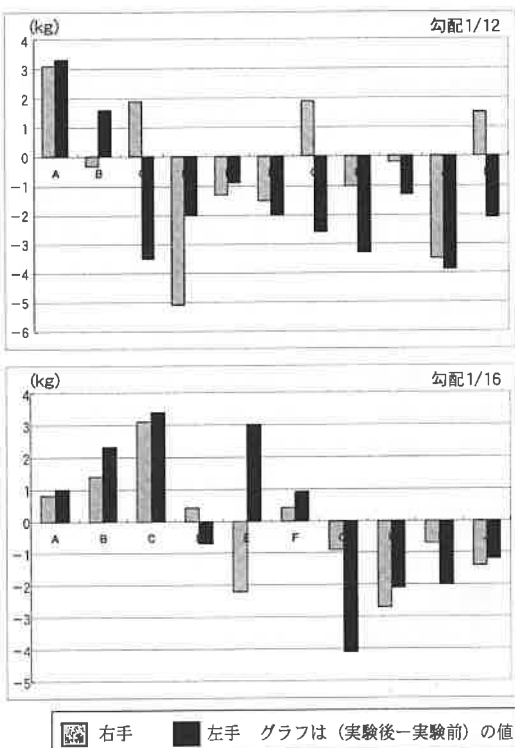


図4 勾配別の握力変化(上り)

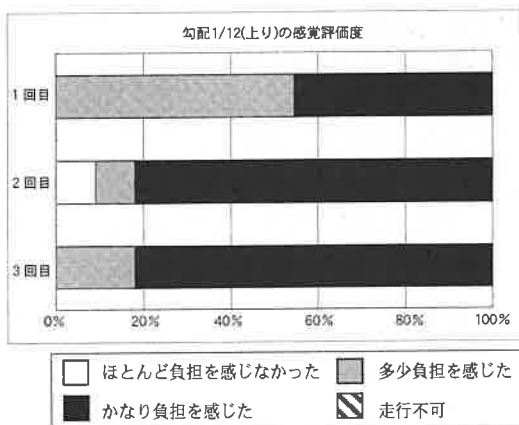


図5 勾配1/12(上り)の感覚評価

すると、長い距離を車いすで走行してきた場合には、上り切れるとは限らない。

今後の課題として、長距離走行を前提条件とした実験の実施、床材の種類の換えた実験の実施、小・中学生の被験者数を増やすこと等とともに、生理学的な指標からの検討を追加する必要があると考えている。

<注>

注1) 小野英哲, 井戸川純子, 高橋宏樹: 車いすの直進走行性からみた床, 舗装路, 斜路の滑りの相対的評価方法に関する研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 528号, pp33-38, 2002

注2) 例えば, 藤本幹也, 牧野稔弘, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 飯田匡: 階段型スロープユニットの検討—車いすの避難計画に関する研究その1—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp923-924, 2003

注3) 日本住宅公団南多摩開発局, 社団法人日本宅地開発協会, 多摩ニュータウン・ハンディキャップ対策1979年報告書, 1979年

注4) 永井祐子, 上野義雪, 車いす使用者を考慮した斜路の設計条件, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1621-1622, 1983

注5) 上野弘義, 上野義雪, 車いす用斜路勾配1/12の人間工学的意義, 日本インテリア学会研究発表梗概集, pp41-42, 1998

注6) 吉村英祐, 藤本幹也, 柏原士郎, 横田隆司, 飯田匡, 池上悌介: 車いす利用者によるスロープユニットの昇降性の評価—車いすの避難計画に関する研究その3—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp857-858, 2004

注7) ポール・ウスターゴード, バリアフリー・デザイン・マニュアル (CD-ROM版), 彰国社, 1996

注8) 川内美彦, ユニバーサル・デザイン～バリアフリーへの問いかけ, 学芸出版社, 2001, p43

注9) 日本建築学会編, 建築資料集成3 (単位空間I), 丸善, 1980, pp26

謝辞

貴重な資料(注3)を提供していただいた千葉工業大学上野義雪氏に謝意を表します。

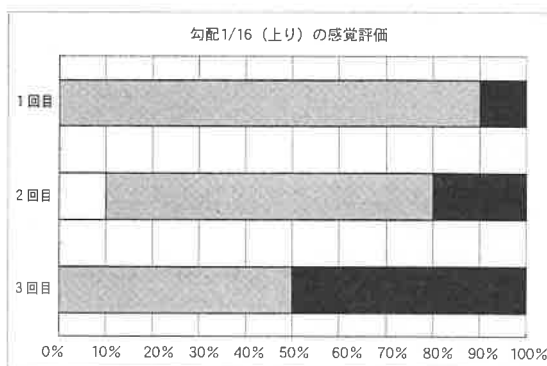


図6 勾配1/16 (上り) の感覚評価

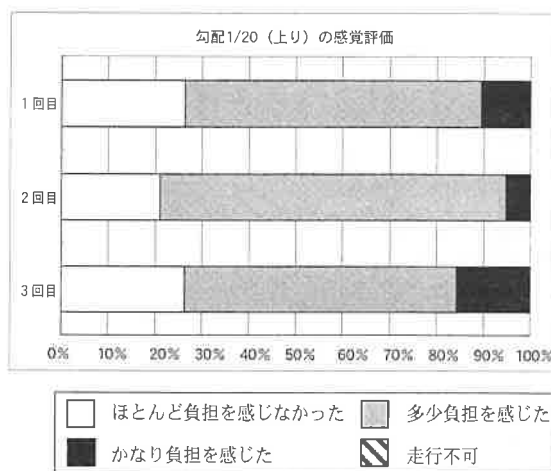


図7 勾配1/20 (上り) の感覚評価

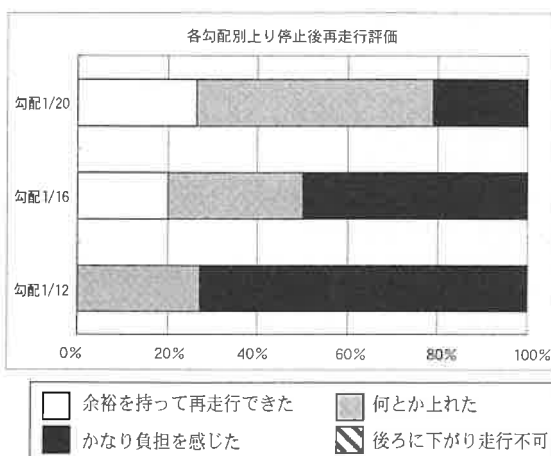


図8 各勾配別上り評価 (途中停止後再走行)

小山工業高等専門学校 建築学科
shiraish@oyama-ct.ac.jp

「受理年月日 2005年9月27日」

