

車いすによる斜路移動の筋負担による評価

正会員	○市田 登 *1	同	内田 公一 *1
同	稲吉 淳 *1	同	久保田 一弘 *2
同	布田 健 *3	同	萩原 一郎 *4
		同	直井 英雄 *5

筋電図 車いす バリアフリー
筋負担 斜路

1. 研究目的

段差解消の建築的手段の一つとしてスロープがある。スロープに関する法的基準の主なものを表1に示したが、これらの基準値はそれを確定した根拠が提示されていない。本研究では可変スロープを車いすで登る際に使用する筋肉の負担を筋電計を用いて測定し、スロープ勾配を筋負担の大小で評価することを目的とした。

2 実験方法

(1) 実験装置

建築研究所の室内にある幅 2.3m、長さ 8mの勾配可変スロープデッキ(図1)の傾斜を自走式車いすで 5m移動する際に使用する上腕筋の筋電図 (EMG: Electro Myo Gram) を筋電計¹⁾により測定した。筋電図とは筋肉が収縮するとき発生する微弱な活動電位を電極に誘導、増幅し記録したものである。筋電図の振幅は筋負担の大小を反映するので、筋負担を評価することが可能である。

(2) 実験手順

上腕筋の測定箇所は専門家の助言を参考に上腕二頭筋・上腕三頭筋・手根屈筋・三角筋の計4箇所(図4)とした。上腕二頭筋は通称力こぶと呼ばれるもので、腕の前部にあり腕を曲げる働きをする。上腕三頭筋は腕の前部にある上腕二頭筋に対して後部にあり、腕を伸ばす働きがある。尺側手根屈筋は手首の屈曲や尺屈、又肘関節の屈曲の補助する筋肉である。三角筋は腕を肩につなげて、腕を上げたり、回転させたりするのに必要な筋肉である。各種筋肉に対応する電極を筋腹上の皮膚の抵抗を抑えるためアルコールにてふき取り密着させた。

また可変スロープの傾斜については勾配に関する各種法令を考慮し 1/6、1/8、1/12、1/15、1/20、フラットの6種類を使用した。

(3) 被験者

被験者は本学建築学科の学生3名(20~30歳代)とした。

(4) 筋電図の一例

図4に今回の実験より得られた筋電図の一例を示す。グラフ横軸が時間、縦軸が筋収縮の際に発生する電位を示している。

(5) 評価方法

表1: スロープに関する法的基準

法・条例など	基準値	%	角度
建築基準法施行令第26条	1/8	12.5%	7°
長寿社会対応住宅設計指針	1/12	8.3%	4.8°
ハートビル法	1/12	8.3%	4.8°
ハートビル法(屋外誘導基準)	1/15	6.6%	3.8°
福祉のまちづくり条例	1/12	8.3%	4.8°
交通バリアフリー法	1/20	5.0%	2.9°
道路勾配	1/6	16.7%	9.5°

図1 実験で用いた
勾配可変スロープ

図2 実験風景

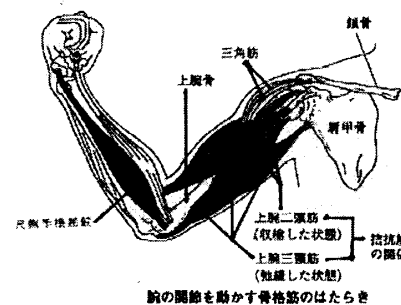


図3 上腕部の各種筋肉

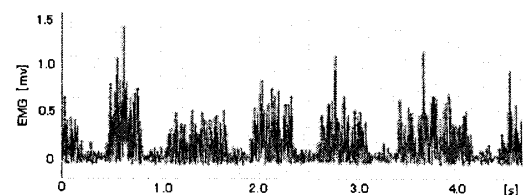


図4 実験より得られた筋電図の一例

6種類のスロープ勾配で測定した筋電図から最大EMG値をそれぞれ抽出し、1/6の傾斜時の最大EMGを被験者の最大筋力と仮定してスロープ勾配ごとに被験者が使用する筋力の割合を算出した。また筋力の負担を定量的

に評価するために筋電図から筋電積分値 (iEMG) を抽出した。iEMG は筋活動の定量分析にきわめて有用であり、抽出方法は下式で示すように筋電図を時間積分した値である。

$$iEMG = \sum_{T_1}^{T_2} S(t) \Delta t$$

3. 実験結果及び考察

(1) スロープ勾配と使用筋力の割合の関係

図5に被験者Aが使用した筋力の割合とスロープ勾配の関係を示す。結果から測定したすべての筋肉において、勾配が緩やかになるにつれて使用する筋力の割合は少なくなった。またフラットの場合は最大筋力の40%~20%ほどで走行可能であることがわかった。

(2) スロープ勾配と筋電積分値の関係

図6に、被験者3名それぞれの筋電積分値とスロープ勾配の関係を示す。どの被験者もスロープ勾配が緩やかになるに連れてリニアに筋電積分値が減少する傾向にある。この結果からも筋電積分値が筋負担を表す一つの指標であることを示している。また各筋肉の積分筋電値を比較すると、被験者Aにおいてはスロープ勾配の変化による手根屈筋の積分筋電値の変化が激しく、被験者Bは上腕三頭筋の変化激しくなっている。このことから被験者によってスロープを登るために多用する筋肉が異なることもわかった。

次に1mの段差を上るために必要な筋電積分値をスロープ勾配ごとに算出しグラフ化した。各被験者の結果を図7に示す。1mを上るために必要な筋肉活動量は勾配が急なほど少なくて済むことがわかった。

4. まとめ

本研究により、スロープ勾配ごとの筋負担の程度が定量的に把握された。この結果をふまえると、あくまでも一つの考え方ではあるが、8.3% (1/12) 程度の傾斜が筋負担と効率という観点からみて最適なスロープ勾配と考えられる。今後は床材の違いによる筋負担の依存性や傾斜が下りの場合にも焦点を当てて研究を進めていく予定である。なお、本研究は(独)建築研究所ユニバーサルデザイン実験棟などを使用して行ったものであり、また、実施にあたっては平成18年度東京理科大学卒研究生深田渉の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

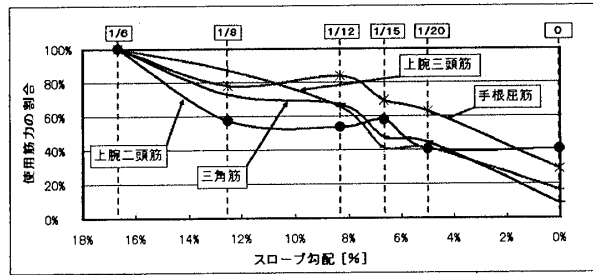


図5 スロープ勾配と使用筋力の割合の関係 (被験者A)

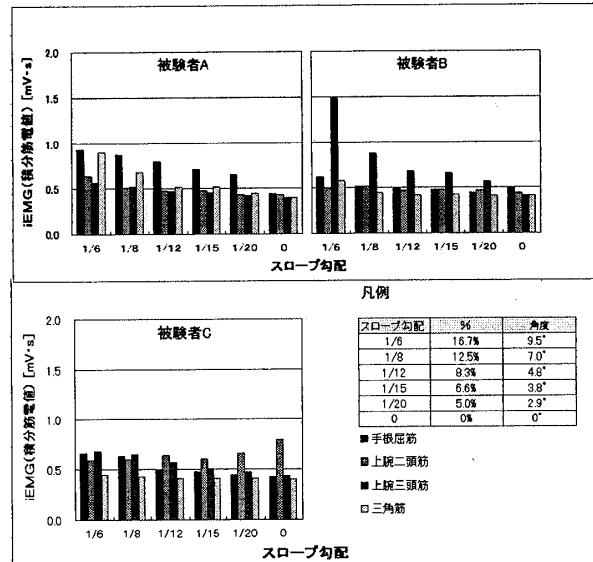


図6 スロープ勾配と筋電積分値の関係 (傾斜5m移動)

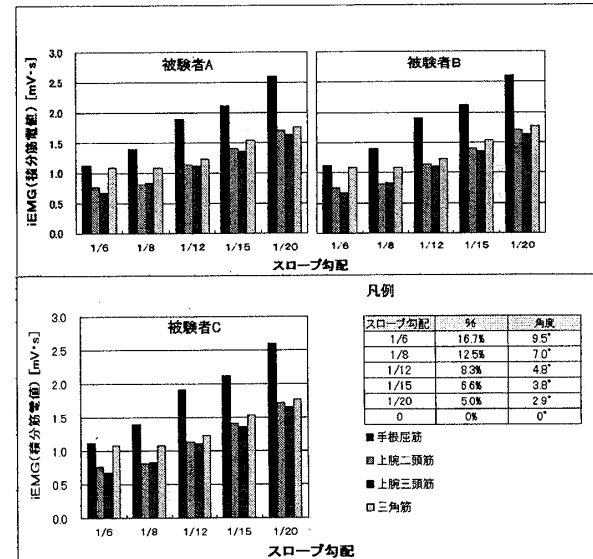


図7 スロープ勾配と1mの段差を上るために必要な筋電積分値の関係

1) (株) ディケイエイチ EMG System を使用した

*1 東京理科大学大学院生

*2 東京理科大学 補手 工修

*3 独立行政法人 建築研究所 博士 (工学)

*4 独立行政法人 建築研究所 工博

*5 東京理科大学 教授 工博

*1 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Tokyo Univ. of Science

*2 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, M.Eng

*3 Building Research Institute, Dr. Eng.

*3 Building Research Institute, Dr. Eng.

*4 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng