

# 昇降動作形態より見た階段・斜路の 適切とされる寸法条件に関する検討

正会員 ○ 川村かおり\*1  
同 高橋 亮一\*2  
同 直井 英雄\*3

## ■研究目的■

昨年度は、階段に関して昇降に適切とされる蹴上げ・踏面寸法の関係式  $2R + T = S$  ( $R$ : 蹴上げ寸法  $T$ : 踏面寸法  $S$ : 自然歩幅) について、実測値およびモデル検討により昇降者の大腿角度が勾配によらずほぼ一定になることを明らかにした<sup>1)</sup>。この知見を受けて、本研究では、つぎの2つの課題の解明を目的とした。

- ① 大腿角度一定という法則性は  $2R + T = S$  以外の関係式においても見られるのかを幾何学的モデル検討により明らかにする。
- ② 大腿角度一定という法則性は、平地歩行及び斜路歩行においても見られるのかを実験により明らかにする。

## ■幾何学的モデルによる昇降動作形態の検討■

### (1) 検討方法

図1は、代表的な蹴上げ・踏面寸法の関係式<sup>2)</sup>をグラフに示したものである。このグラフをもとに、次の定義によって下肢の幾何学的モデルを作図し、大腿角度を測定することとする。

- ① 下肢の寸法は日本人の平均的人体寸法を用いる。
- ② 膝は下肢の midpoint とし下段にある下肢の膝は最大180度に伸展するものとする。
- ③ 大転子点は両下肢着地点の中央上方とする。
- ④ 踵から先の足部分は無視する。

以上による作図の結果を図2に、また、ここから得られた大腿角度のグラフを図3に示す。

### (2) 検討結果及び考察

図1を見ると勾配0度付近や急勾配の範囲において寸法のばらつきが目立つ。このことから、適用を想定している勾配の範囲はある程度限られていることがうかがえる。図3を見ると階段として使用できる勾配の範囲では、ほとんどの関係式において大腿角度がほぼ一定となっており、特に30度～35度ではほとんど一致していることが分かる。この範囲は階段の最も広く使われている範囲であり、当然の結果ともいえる。

## ■斜路における昇降動作に関する実験■

### (1) 実験方法

① 実験装置: 図4のような斜路のモデルを作り、勾配を5度間隔で0度から昨年の階段の最小勾配である30度までの7段階に設定した。この斜路には表1

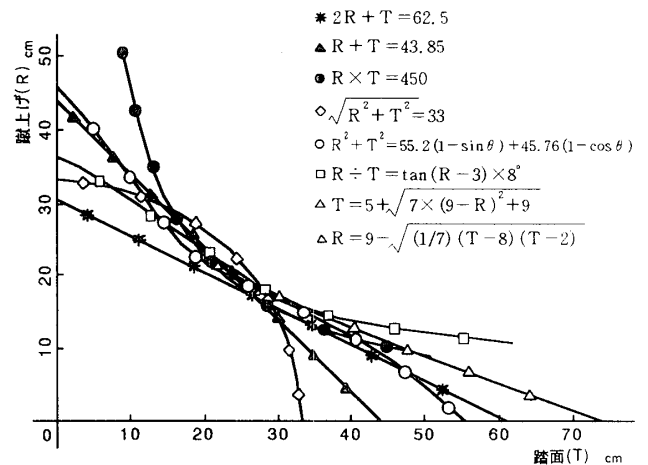


図1. 代表的な蹴上げ・踏面寸法の関係式

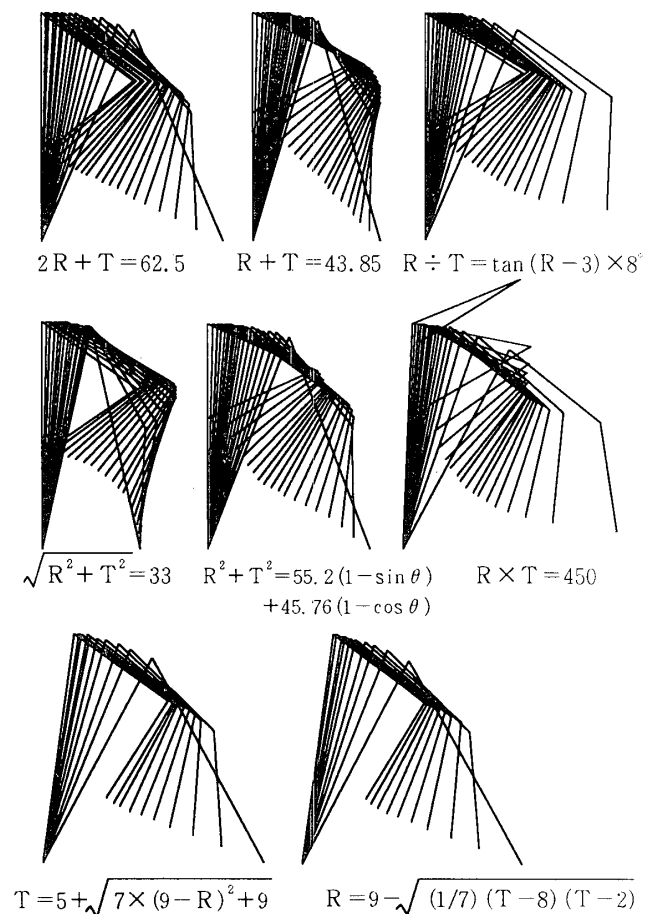


図2. 幾何学的モデルによる下肢の動作形態の作図(各種関係式)

Study on dimensions of stairs and slopes accepted as proper from viewpoint of body motion in ascending and descending behavior.

Kawamura Kaori et al

に示す設定寸法によりビニールテープで印をつけた。ここで $2R+T$ の値については昨年と同様に、最適とされる値が60~65cmであることから中間値の62.5cmを用い、これに歩行感にかなりの違いをもたらすであろう15cmの差をつけて47.5cm・62.5cm・77.5cmの3種類とした。また、床面歩行実験についても同様とした。

②被験者：本学の男子学生5人を被験者とした。被験者の身長とそれぞれの自然歩幅を表2に示す。服装は通常のものとし、素足とした。

③実験方法：図6に示すように、被験者の大転子点・膝・足首・つま先を計測点として床面を設定された歩幅で歩かせた後、モデル斜路を設定された歩幅で昇降させた。床面歩行と昇降動作をビデオカメラで側面より毎秒30コマで撮影したのち、大転子点・膝・足首・つま先について2次元解析を行った。解析では下肢のなす角度を図5のように定義した。

(2) 実験結果及び考察

図7は被験者全員の大腿角度の最大値の平均を示したものである。これを見ると、 $2R+T$ の値が大きいほど大腿角度の最大値が大きくなる傾向がある。また大腿角度の最大値は、モデル検討(図3)と同様の傾向を示し、勾配15度程度以上ではほぼ一定となるが、それ以下では勾配と共に小さくなる傾向にある。これは、平地歩行の場合のように膝が伸展した形態より登り勾配歩行、特に15度以上の登り勾配歩行の場合のように膝を屈曲させた形態の方が大腿を楽に開くことができるという人体の構造上の問題と関係があるのではないかと考えられる。

図8は $2R+T=62.5$ cmの斜路において下肢のとり角度を被験者別に示したものである。これを見ると、身長が高いほど大腿角度の最大値が小さくなる傾向がみられるが、個人差が大きく、そうきれいな関係とはいえない。また勾配が急になるほど個人差が大きくなる傾向がある。

■まとめ■

以上、モデル検討により、多くの関係式が $2R+T=S$ と同様、大腿角度をほぼ一定にさせるものであることが確認できた。また斜路の歩行動作解析により、斜路においても $2R+T$ が一定ならば30度以下15度くらいまでは階段と同様に大腿角度の最大値がほぼ一定になるが、それ以下の勾配になるとこの角度が小さくなっていくことがわかった。

なお、本研究は平成10年度東京理科大学卒研生工藤琢之氏、小櫃光晴氏、小室彰弘氏、の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

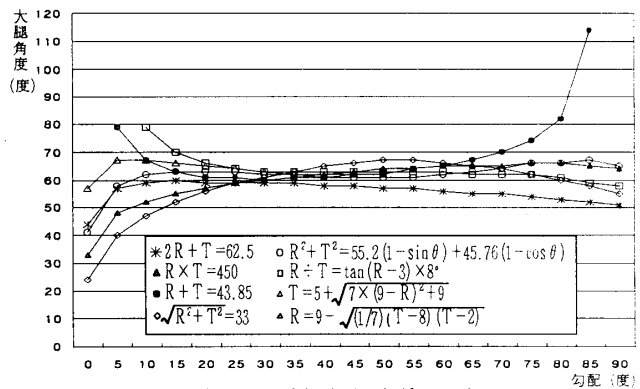


図3. モデル検討から得られた大腿角度(各種関係式)

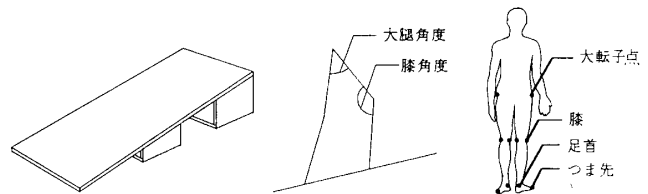


図4. モデル斜路 図5. 人体下肢の角度定義 図6. 人体計測点

表1. 斜路設定寸法 (cm)

	5度	10度	15度	20度	25度	30度
47.5cm	40.6	35.7	32.0	29.2	27.1	25.5
62.5cm	53.4	46.9	42.1	38.5	35.7	33.5
77.5cm	66.2	58.2	52.2	47.7	44.2	41.5

表2. 被験者の身長と自然歩幅 (cm)

	A	B	C	D	E
身長	165	170	173	177	180
歩幅	59	57	65	59	63

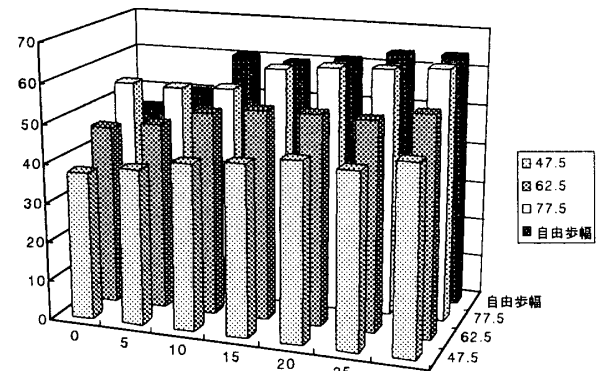


図7. 被験者全員の大腿角度最大値の平均

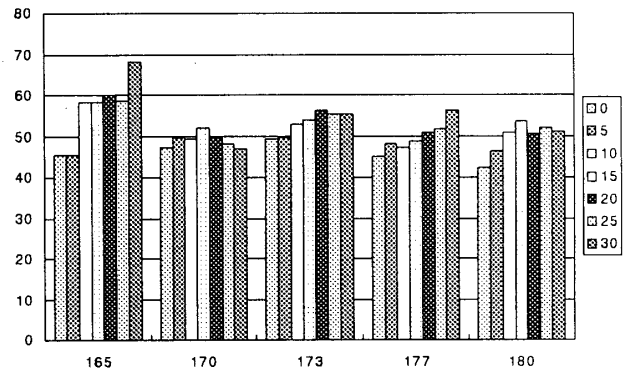


図8. 被験者の身長ごとの大腿角度最大値の比較

<参考文献(代表的なもの)>

- (1) 高橋 亮一：階段の最適な蹴上げ・踏面寸法の関係式と昇降動作形態との対応に関する実験研究 (1998年日本建築学会学術講演梗概集)
- (2) 日本建築学会 建築計画委員会 建築基準小委員会 建築関係法令の研究・9昭和55年9月

- \* 1 東京理科大学助手・工修
- \* 2 郵政省・工修
- \* 3 同大学教授・工博

Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, M.Eng.  
Ministry of post and telecommunication, M.Eng.  
Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, Dr.Eng.