

階段に設けられる傾斜した手摺の墜落防止効果に関する実験研究(その2) 正会員 ○原 朝子*1
同 外山 竜也*2
同 岩井 今朝典*3
同 直井 英雄*4

■研究目的

側面が解放された階段に設けられる手摺には、ハンドレールとしての機能と墜落防止用の柵としての機能とがある。このうち墜落防止用の柵として必要とされる手摺高さに関しては、屋上などを想定した水平な手摺については、1,100mm 以上という法規定もあり、実験的にもかなり詳しく確かめられている^{1)~3)}が、傾斜した手摺についてはそのような研究は行われていない。そこで本研究では、この傾斜した手摺の墜落防止効果について、昨年度報告したダミーによる物理的な墜落再現実験〔実験1〕に続き⁴⁾、手摺を実際に使用する人間の視覚的・心理的な効果を把握するために人間を被験者とする判定実験〔実験2〕を行い、それらの結果の比較検討により、階段の手摺高さの設計に利用できる参考資料を作成することを目的とする。

■実験概要

- (1) **実験装置**：工事用足場に用いる鋼管を実験項目の傾きに設定して平らな床に設置し、これを階段の手摺に見立てた実験装置を図1のように組み立て、実験2ではさらに被験者が立つ台として三段の模擬階段(幅1200mm、踏面290mm、蹴上げ167mm、勾配30°)を手摺の横に設けた。
- (2) **被験者**：実験1では動的実験用三次元人体ダミー(3DGM-JM50-67型)を用い、実験2では大学生20人を被験者とした。被験者の平均身長は166.5cm、標準偏差9.2cmであり、日本人成人の代表として特に偏ったものではないと判断できる。
- (3) **実験項目**：表1に実験項目を示す。手摺からの距離については実験1で α (180mm、日本人成人男子99.9 $^{\circ}$ -センチルの殿幅の1/2。)という基点を設定した。実験2では、実験1の結果、墜落の危険性が高いと考えられる $\alpha+200$ mmに相当する指定位置を設定した。手摺に対する姿勢は、図2に示すように、階段を降りている際にとりうると思われる三通りを設定した。なお、実験2では模擬階段を実際に降りてもらった時の判定(30°のみ)も加えた。
- (4) **実験方法**：実験1では、ダミーを成人男子99.9 $^{\circ}$ -センチルの人間と仮定して実験を行ったため、手摺高さ及び手摺からの距離についてはそれらを比例補正した値を設定した。そして、各姿勢で直立させた状態からダミーを倒し、実験を行った。実験2では、模擬階段の指定位置に被験者を立たせ、各傾きの手摺に対しそれぞれ三つの姿勢(30°のみ四姿勢)をとらせ、本人にとっての墜落の可能性を「落ちる」「落ちない」「どちらともいえない」の三通りで判定してもらった。被験者には墜落回避の行動を取れないとして判断するよう指示した。
- (5) **設計資料とするための補正**：実験2では、各被験者の判断の基準を同等なものとし、また実験1と対応する安全側の値とするために、被験者のデータをそれぞれその人が99.9 $^{\circ}$ -センチルの身長であると仮定したときの値に補正した。

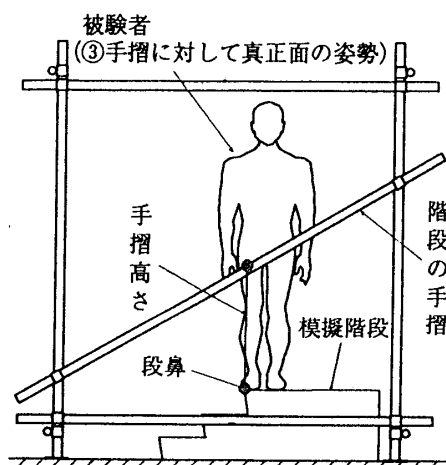


図1 実験2における実験装置

表1 実験項目および設定条件

項目	ダミーによる再現実験(実験1)	人間による判定実験(実験2)
I) 被験者	三次元人体ダミー	学生20人(男性14, 女性6)
II) 階段の手摺高さ	650mm~1250mm 50mm間隔	650mm~1200mm 50mm間隔
III) 手摺の傾き	0°~60° 10°間隔	0°~60° 10°間隔
IV) 被験者の手摺からの距離	α ~ $\alpha+800$ mm 200mm間隔	$\alpha+200$ mmの指定位置
V) 被験者の手摺に対する姿勢	①階段を降りる姿勢 ②手摺に対して斜め向き(45°)の姿勢 ③手摺に対して真正面の姿勢	①~③ダミー実験と同様 ④階段を降りている時
VI) 被験者の腰の条件	腰回転および腰固定	人体の通常の状態を想定

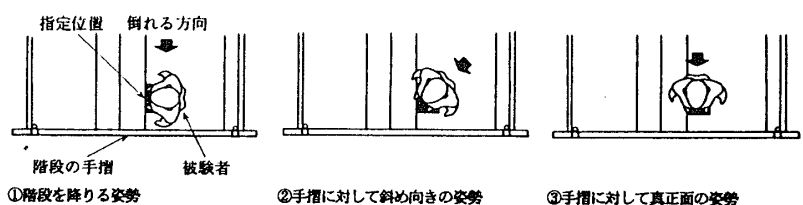


図2 被験者の手摺に対する姿勢

Experimental study on dimensional requirement for sloping guard fence at stairs
to prevent accidental fall(2)

HARA Asako et al.

■実験結果および考察■

三つの姿勢ごとに、実験1の結果と実験2の結果とを比較したものを図3から図5に示す。実験2の結果は、被験者20人分の判断の平均(μ)および判断のばらつきを目安として標準偏差の幅($\mu \pm \sigma$)を求めてまとめ、これらを、条件的に不利な腰回転の場合のダミーによる実験1の結果と重ねた。図4より、手摺に対して斜め向きの姿勢では、手摺の傾きが急になると必要手摺高さが高くなる傾向があり、水平な手摺の法的高さ(1,100mm)を超える場合もあることが分かる。また、すべての姿勢において、ダミーの実験結果は、人間の判断の平均(μ)から標準偏差($\mu - \sigma$)にかけて近似していることが分かる。このことは、ダミーの物理的な墜落実験の結果よりも人間のほうがより安全側(悲観的)に判断していることを示している。図6は、ダミー実験の結果と人間の判断の平均をすべての姿勢について重ね、かつ実際の階段手摺を実態調査した結果をプロットしたものである。なお、この実態調査結果は、飯田橋周辺の中層以上の既存建築物の側面が解放された屋外階段(踊り場付きの直折れ曲がり階段)を無作為に20件選び、その手摺高さを調べたものである。図6から、人間が手摺に対して斜め向きの姿勢をとった時に、最も墜落の危険性が高いことが分かる。また、今回の実験結果と調査結果とを比較してみると、調査した階段手摺の約7割が実験結果で得られた必要手摺高さよりも高く設定されていた。

■まとめ■

以上、本研究により、階段に設けられる傾斜した手摺の墜落防止効果を定量的に把握することができた。また、これらの結果を比較統合することで階段手摺の設計の目安となる勾配別必要手摺高さの資料を作成することができた。ただし、このデータを実用上どう扱うべきかについては、今後十分に議論する必要がある。最後に、研究に際しては、昨年度東京理科大学卒研究生、根本悟子氏の協力があったことを付記する。

- 【参考文献】
- 1) 手摺断面の形態とその墜落防止効果との関係に関する実験研究(その1) 1989年度大会梗概 No. 5398
 - 2) 手摺断面の形態とその墜落防止効果との関係に関する実験研究(その2) 1989年度大会梗概 No. 5399
 - 3) 欄上部位の断面形状と幼児の墜落防止効果との関係に関する実験 1990年度大会梗概 No. 5341
 - 4) 階段に設けられる傾斜した手摺の墜落防止効果に関する実験 1995年度大会梗概 No. 5330
 - 5) 小原二郎 他著 「人体を測る」 日本出版サービス

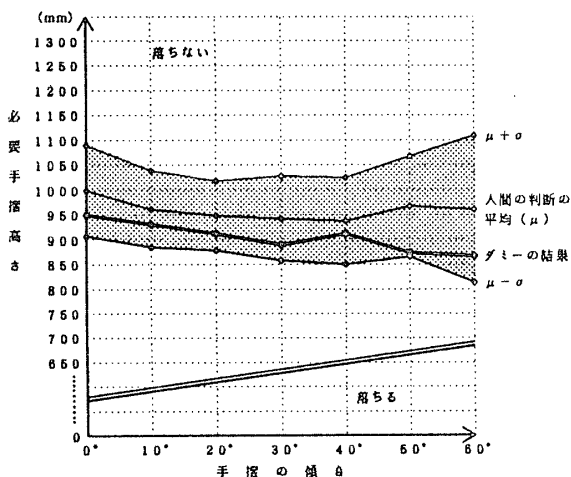


図3 ダミーの実験結果と人間の判断結果の比較 [①階段を降りる姿勢]

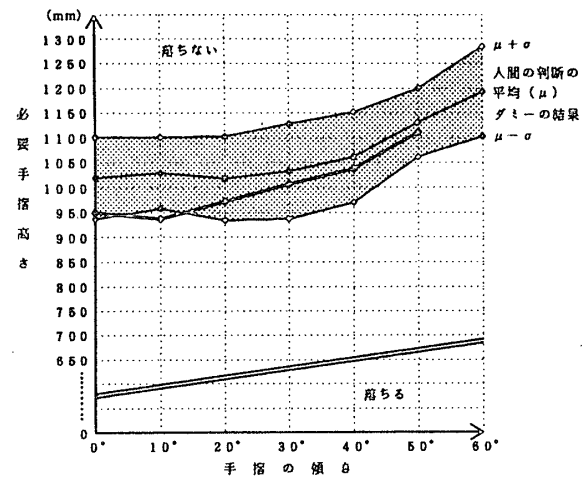


図4 ダミーの実験結果と人間の判断結果の比較 [②手摺に対して斜め向きの姿勢]

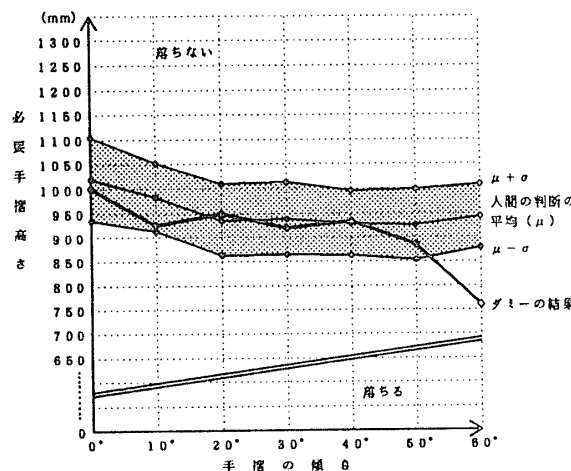


図5 ダミーの実験結果と人間の判断結果の比較 [③手摺に対して真正面の姿勢]

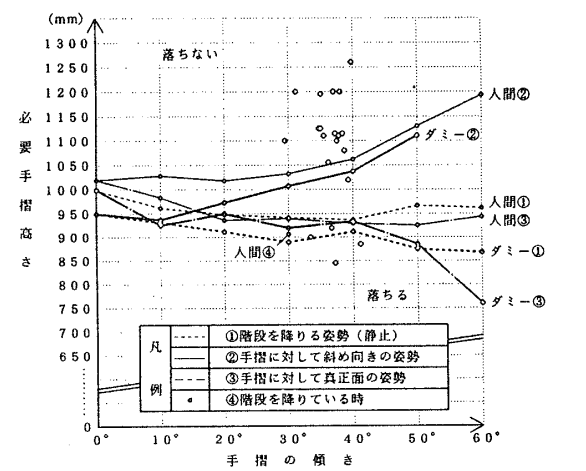


図6 各姿勢に関する向実験結果の比較および屋外階段手摺の実態調査結果のプロット

*1 東京理科大学大学院生 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
 *2 大建工業(株)・工務 Daiken Co., ll Eng. Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
 *3 東京理科大学助手 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
 *4 同教授・工博 Dr. Eng.