

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

正会員 ○外山 竜也 *1
中村 和生 *2
岩井 今朝典*3
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の両方が期待されることが多いが、本来それぞれ必要とされる手摺高さは異なる。この2種類の高さのうち、ハンドレールとして用いるべき手摺高さの目安については設計資料集成等、多くの文献に掲げられている。しかし、墜落防止用の柵としての高さに関しては、屋上などを想定した水平な手摺については1,100mm以上という法規上の規定もあり、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、本研究では階段に設けられる傾斜した手摺に着目し、階段の勾配や階段を利用する際の手摺に対する姿勢など、様々な条件について三次元人体ダミーを用いた墜落実験を行い、その墜落防止効果を判定することによって、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

工用足場を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ることとして、図1のような実験装置を組み立てた。

(2) 人体のモデル

人体のモデルとしては、動的实验用三次元人体ダミー(3DGM-JM50-67型)を用いた。ダミーの各部の寸法及び重量は、日本人成人男子の平均値に合わせてつくられている。

(3) 実験項目

表1に実験項目を示す。階段の手摺高さ及びダミーの位置については α という基点を設定し、実験上の基準値として用いた。階段の手摺の傾きについては、最も一般的な勾配を、また手摺に対する姿勢については階段を使う際にとりうると思われる3通りの姿勢を、それぞれ実験項目として設定した。ダミーの条件としては、墜落事故の際の人体の動きに影響を与える要因として、腰部が自由に回転する場合と回転しない場合を取り上げた。

表1 実験項目

項目	設定条件
1) 階段の手摺高さ	650mm~1200mm 50mm間隔
2) 傾き	20°~50° 10°間隔
3) ダミーの手摺からの距離(ダミー位置)	$\alpha \sim \alpha + 800$ 200mm間隔
4) ダミー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
5) ダミーの条件	腰回転及び腰固定

注: α は、日本人成人男子99.9パーセンタイル値の腰幅を2で割った値で、ダミーが手摺に接する場合のダミーの重心と手摺との距離。具体的には、 $\alpha = 180\text{mm}$ 。

表2 補正数値表(抜粋) 単位: mm

		手摺傾き(°)			
		20°	30°	40°	50°
実質手摺高さ(mm)	800	761.6	739.1	711.5	674.3
		772.9	756.9	737.4	711.1
		749.6	720.1	683.9	635.1
	900	861.6	839.1	811.5	774.3
		872.9	856.9	837.4	811.1
		849.6	820.1	783.9	735.1
上段	①階段を降りる姿勢				
中段	②手摺に対して斜め向きの姿勢				
下段	③手摺に対して真正面の姿勢				

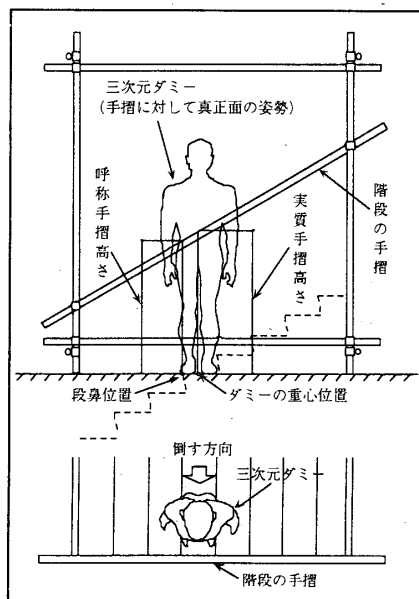


図1 実験装置

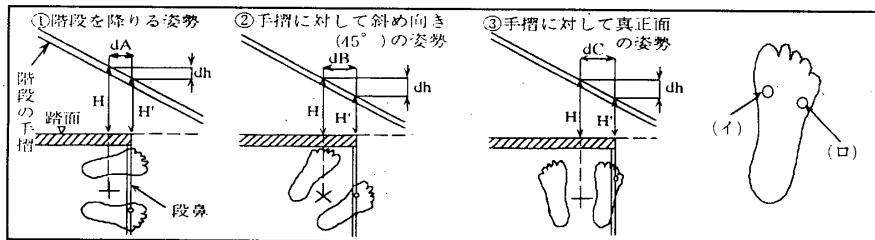


図2 呼称手摺高さへの補正方法

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

TOYAMA Tatsuya, NAKAMURA Kazuo, IWAI Kesanori and NAOI Hideo

(4) 実験方法

三次元ダミーを成人男子 99.9 パーセントイルの人間と仮定して実験を行ったため、手摺高さ及びダミーの位置については、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。なお、実験に際しては理論上明らかに結果が予測できる場合、実験を省略した。

(5) 設計資料とするための補正

設計上の手摺高さとは、階段の段鼻から手摺上端までの高さであり、実験上の実質寸法(H)から呼称寸法(H')に補正する必要がある。姿勢①・②については、図2に示すように親指の付け根部分(イ)が段鼻に、姿勢③については、小指の付け根部分(ロ)が段鼻にくることとして⁴⁾実験上の基点をこれらの点に補正することにより設計上の手摺高さ(呼称寸法)を算出した。表2に補正数値表の抜粋を示す。

【実験結果および考察】

実験結果を図3～5に示す。図3より、設定条件の範囲内では $a+200$ が最も墜落の危険性が高い位置であることがわかる。図4を見ると、手摺に対して真正面の姿勢では階段の手摺の傾きが緩やかになるにしたがい、必要とされる手摺高さが高くなる傾向がみられ、過去に行われた水平な手摺の結果¹⁾もこの傾向の延長上にあるといえる。これに対し、図5を見ると、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にしたがい、必要な手摺高さが高くなる傾向がみられ、他の2つの姿勢とは手摺の傾きに対する傾向が大きく異なっている。ダミーの姿勢については、手摺に対して斜め向きの姿勢が最も墜落の危険性が高い姿勢であり、このとき手摺の傾きが大きくなると、場合によっては水平な手摺(1100mm)よりも必要手摺高さが高くなることわかる。なお、手摺に対して斜め向きの姿勢では、他の2つの姿勢に比べダミーの条件(腰の回転)による差が小さいことがわかる。

【まとめ】

以上、本実験によって、階段の手摺高さとその物理的な墜落防止効果が把握され、設計の目安となる資料を作成することができた。これによると、通常使われる階段手摺の高さ(800~900mm)では、柵としての墜落防止機能を満たすことができないのはもちろん、バルコニー等で用いられる1100mmでも十分でない可能性があることがわかった。なお、研究に際しては、平成6年度卒研 南林太郎君の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

- 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) 柵上部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) 小原二郎 他著 「人体を測る」 日本出版サービス

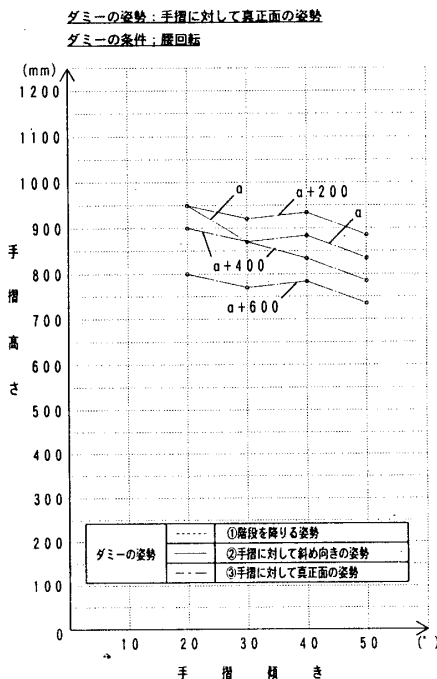


図3 立つ位置別に見た必要手摺高さ

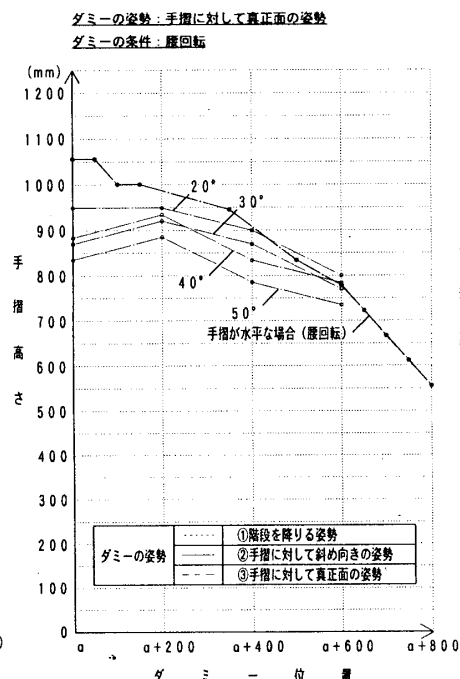


図4 傾き別に見た必要手摺高さ

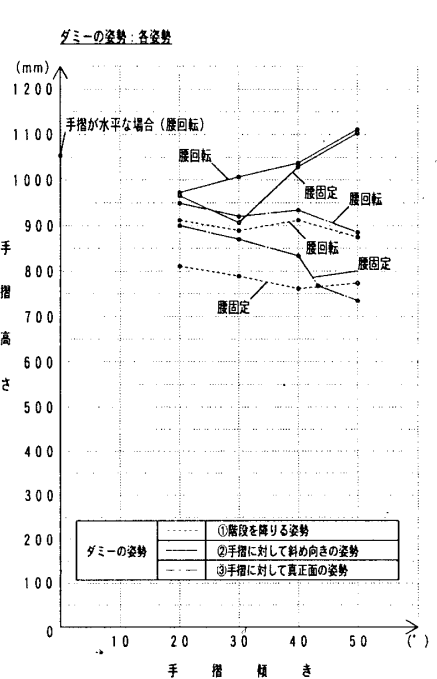


図5 姿勢別に見た必要手摺高さ

* 1, 2 東京理科大学大学院生
* 3 同助手
* 4 同教授・工博

Graduate Student, Dept. of architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
Teaching Assistant, Dept. of architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
Prof., Dept. of architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo, Dr. Eng.