

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

正会員 ○直井 英雄 \*1  
同 天神 良久 \*2  
同 落合 修 \*3

-人体ダミーを用いた墜落防止の物理的効果に関する実験-

■研究目的

墜落防止のための手摺の高さは、法規上 110cm以上と定められているが、この高さは人体寸法値に照らしてもほぼ妥当なものとされている。しかし、手摺の厚みなどを含めた断面形態による墜落防止効果の違いについては、これまで必ずしも明確な知見は得られていなかった。そこで本研究では、手摺の様々な断面形態について人体ダミーを用いた事故再現実験を行い、その墜落防止効果を判定することによって、手摺設計上の定量的な資料を得ることを目的とする。

■実験概要

1) 実験装置

手摺断面の様々な形態は、2本の水平なバーそれぞれの高さとの相互の水平距離を変えることによって代表させることができると考え、工事足場用鋼管を用い、図1のような装置を組み立てた。バーA(ダミー側のバー)は上下方向、バーBは上下及び水平方向に移動できるような機構とした。

2) 人体ダミー

動的実験用人体ダミー(3DGM-JM50-67型)を用いた。各部の寸法及び重量は日本人成人男子の平均値でつくられている。

3) 実験項目

表1に実験項目を示す。人体ダミーの条件としては、墜落事故の際の人体の動きに大きな影響を及ぼす可能性を持つ条件として、腰部(転子点:図1)が ①自由に回転する場合と ②回転しない場合との2通りを取り上げた。なお、他の人体結節点については、ほぼ動かないように固定した。一方、人体ダミー位置については、最も落ちやすい位置が含まれるように、また2本のバーの寸法範囲については、現実的に考えられる手摺の寸法が含まれるように、それぞれ考慮の上、範囲を設定した。

4) 実験方法

人体ダミーを、バーA、B側に前向きに直立させた状態から静かに手を離し、自然に倒した。なお、既に行った実験項目から論理的に結果が予測できる場合は実験を省略した。

5) 判定方法及び記録

表2に判定の方法、表3に実験記録の一例を示す。

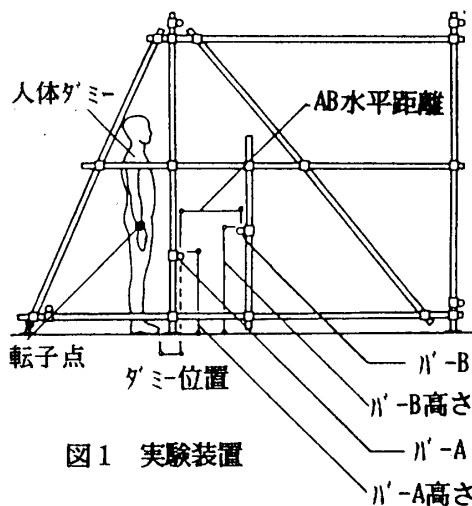


表1 実験項目一覧表

寸法範囲 ダミー条件	人体ダミー位置		バーA 高さ	バーB 高さ	バーAB 水平距離
	バーA のみの 場合	バーAB 使用の 場合			
①腰部 回転	0cm~ 90cm 5cm間隔	0cm~ 60cm 10cm間隔	30cm~ 95cm 5cm間隔	30cm~ 90cm 5cm間隔	0cm, 10cm ~80cm 5cm間隔
②腰部 固定	0cm~ 90cm 5cm間隔	0cm~ 60cm 10cm間隔	30cm~ 90cm 5cm間隔	30cm~ 75cm 5cm間隔	0cm, 10cm ~80cm 5cm間隔
備 考	・ダミー位置は、バーA(ダミーに近い側のバー)の芯からダミーを直立させたときのつま先までの水平距離。		・バーA高さ及びバーB高さは、床面からバーの上端までの垂直距離。 ・バーB高さはバーA高さ $\geq 30$ cmとした。		・AB水平距離はバーAの芯からバーBの芯までの水平距離。

表2 判定方法

判定	ダミーの 状態	マ-ク
落ちる	頭が床に当たる	×
落ちそう	足が床から離れ体がバーにのり頭は床に当たらない	△
落ちない	足は床にあり頭が床に当たらない	○
注) 実験を行わず明らかに落ちると判断した場合は×、落ちない場合は△、落ちる場合は○のマークを用いた		

表3 実験記録の例

バーA高 (cm)	バーB高 (cm)	判定結果												
		95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
35 (片側)	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
35		60	50	40	30	20	10	0	60	50				
		(片側)												
		50	(片側ABの水平距離)											
		55												

Experimental Study on Effective Profile of Guardwall to Prevent Accidental Fall Part 1

-Experiment with Dummy of Human Body

## ■実験結果

### 1) 実験結果のとりまとめ

実験の結果、ダミーの条件としては、①の方が②よりも人体の動きに近く、かつ落ちやすいと判断されたので、以下①についてまとめる。まず、表3の記録から「落ちる」「落ちない」の境界を求めた。なお、ここで「落ちそう」は、安全側の判断として「落ちる」側に含めた。図2は最も落ちやすいダミー位置のみのデータをピックアップして、この境界線をグラフ上に表示したものである。

### 2) 設計資料とするための補正

実験結果に対し、以下の手順で補正を加えた。

まず、人体寸法のばらつきを考慮し、安全側の値に補正した。補正の方法は、この種の数値設定に際してとられている従来の考え方に従い、99.9 $\mu$ -セタイル(平均+3 $\sigma$ )の人体寸法の値になるよう、高さ方向・水平方向とも比例的に拡大した。この時、グラフ内の数値(ハ'-A高さ)はきれいな数値でなくなってしまうが、これに対しては、2本の折れ線の間を比例按分することにより、きれいな数値に直した。(図3)

次に、設計資料としての見やすさを考慮し、折れ線をなめらかな曲線に直した。具体的には、この実験の精度を考慮して前記補正値の上下に5cm程度の幅をとり、その範囲内に入るようになめらかな曲線を引いた。この場合、同様に引かれる複数の曲線の相互関係も配慮した。(図4)

以上の手順で得られた曲線をまとめて表示したものが図5である。点線はバーA、B高さが同一の断面形態の場合、即ち笠木が水平で厚みのある手摺の場合を示したものである。

### ■考察とまとめ

建築基準法による手摺の高さ(110cm以上)と今回の実験結果を比べると、単なる高さについては、ほぼ整合しているといえる。一方、手摺の厚み方向の効果については、図5を見ると、笠木がほぼ水平な手摺の場合、高さが70cm付近以上は、高さのみの効果を高さ+幅で代用できることがわかる。なお、この結果を受けとめるに際しては、生身の人間とはやや異なるダミーによる実験であること、特に墜落回避の動作を考えていないこと、および実験の方法や数値処理の方法からしてそう高い精度のものとはいえないこと、などを考慮しておく必要がある。また、もちろん現行法規とはこのままで整合するものではない。

最後に、本研究は(財)日本建築センターの研究助成によるものであり、研究に当たっては、昨年度理大卒業生、妹尾繁孝、中島潤一両君の協力を得たことを付記する。

\*1 東京理科大学助教授・工博 \*2 同助手 \*3 旭化成工業(株)

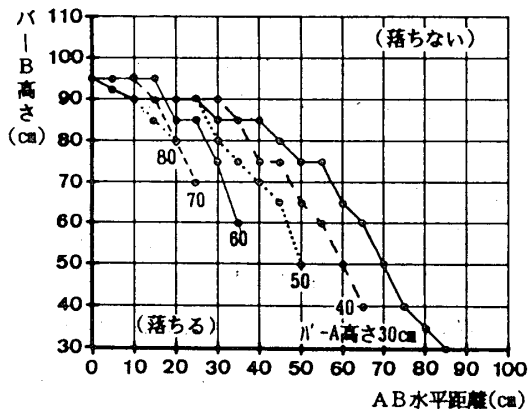


図2 実験結果表示グラフの一例

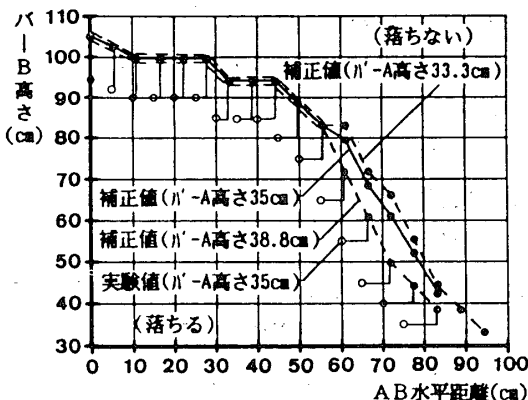


図3 人体寸法のばらつきを考慮した補正

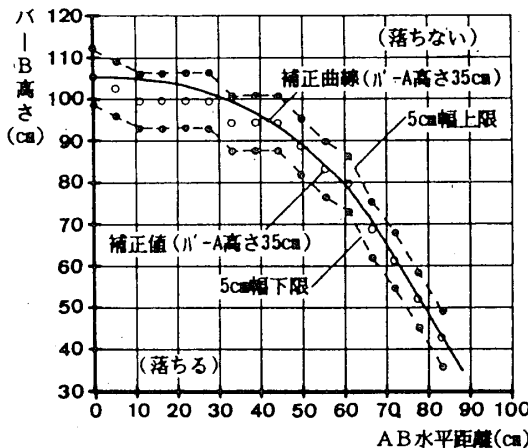


図4 なめらかな曲線への補正

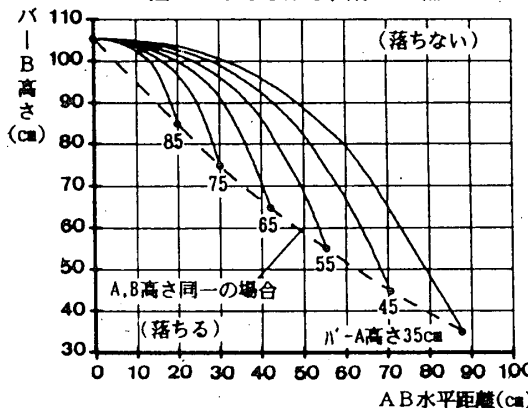


図5 手摺の断面形態による墜落防止効果