

足と床の摩擦抵抗に関する実験的研究

正会員 宇野英隆* 同 直井英雄** 同 遠藤佳宏***

1. はじめに

床のすべりやすさは、歩行時に足から床に加えられる水平力と、足と床との間に生ずる摩擦抵抗力の関係ととらえられる。現在は測定されているが、後者は測定されていない。本実験は、足と床の間の摩擦抵抗力を直接測定すると同時に、それを試験機による測定に置換できるかを確かめることを目的としている。

2. 実験の概要

2-1. 実験装置 実験の装置を図1に示す。摩擦抵抗力の測定器には、秤量100kg、感量0.5kgの精度のバネばかりを用いた。実験用床材は、12mm厚の合板に貼り、これを台車に固定した。

2-2. 被験者および実験材料 被験者を表1に示す。実験に使用した床材と履物、および実験した床の状態を表2に示す。

2-3. 実験方法 被験者を手摺に軽くつかまらせて床材の上に片足で立たせ、つま先を上げて踵で立つようにさせる。次に、台車を後ろに引いた時に足が一緒に動かないように皮ベルトを踵の後ろにまわし、ベルトを骨組に固定する。この状態でおもりにより荷重を徐々に加え、足と床材がすべり始める瞬間の荷重を測定器で読み、あわせてすべり状態を観察する。実験は、1組の床材と履物と床の状態の組合せにつき数回行ない、そのうちからばらつきが少ない回を選んでデータとした。

2-4. 模擬試験体による実験 上記の実験と併行して、足の模擬試験体を用いた実験を行なった。50×50mmの硬度50と70のゴム、および上記の実験に使用した履物の踵部分を切り取ったものを合板に貼りつけて模擬試験体とし、これを上記の床材の上に置いておもりを載せ、バネばかりで引っ張って摩擦抵抗値を測定した。おもりは、5kgと10kgで、模擬試験体の重量とあわせると5.2kg、10.2kgとなる(図2)。

図2 模擬試験体実験装置

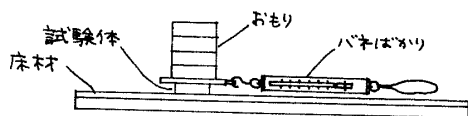


図1 実験装置

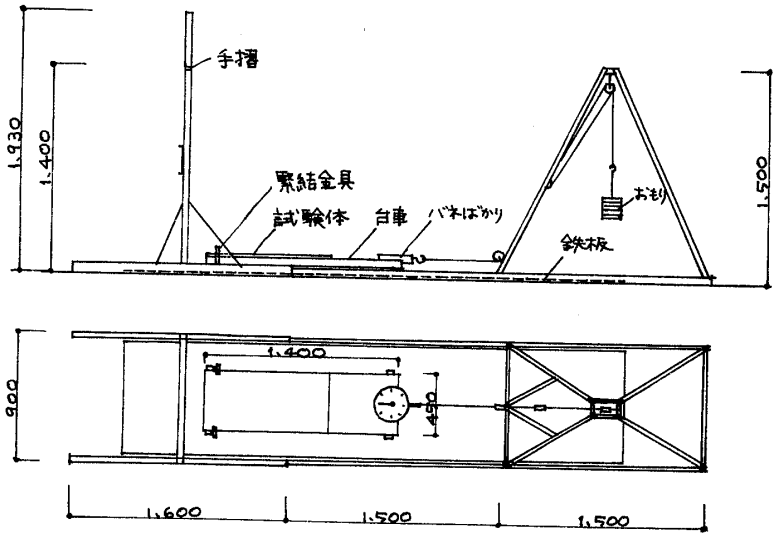


表1. 被験者

氏名	年令	性別	体重	氏名	年令	性別	体重
Y.K.	23	女	39.5 ^{kg}	Y.M.	23	女	59.5 ^{kg}
N.T.	23	女	43.5	H.Y.	24	男	48.5
T.K.	19	女	45.5	S.N.	23	男	49.5
M.K.	19	女	46.0	T.A.	22	男	51.0
K.O.	23	女	47.5	T.H.	23	男	51.5
T.K.	23	女	52.0	H.H.	23	男	59.0

表2. 床材と履物の実験組合せ

足の状態	床材	塩ビタイル	塩ビシート	フローリング	床用合板	磁器タイル	ニトリルパンチ	ウスベリ	ウスベリ(ビニール)
男	裸足	○△×	○△×	○×	○△×	○×	○		
	ソックス	○△×	○△×	○×	○△×	○×	○		
	スポンジスリッパ	○△×	○△×	○×	○△×	○×	○		
	フェルトスリッパ	○△×	○△×	○×	○△×	○×	○		
	ビニールスリッパ	○△×	○△×	○×	△×	×	○		
	靴	○△×	○△×	○×	○△×		○		
女	裸足								
	ソックス	○△	○△	○	○△	○	○	○	○
	ストッキング	○△	○△	○	○△	○	○	○	○
	スポンジスリッパ	○△	○△	○	○△	○	○		
	フェルトスリッパ								
	フェルトスリッパ	○△	○△	○	○△	○	○		
靴(合成皮)	○△	○△	○	○△		○			
靴(ケラタン)	○△	○△	○	○△		○			

○: Dry △: oil ×: Wet

3. 実験の結果

表3に実験結果の1例を示す。表中のこすり摩擦とは被験者が台車に乗った時の台車のこすり摩擦抵抗値であり、これを実測摩擦抵抗値より引いた補正値が実際の摩擦抵抗値である。図3はこれをグラフ化したもので、図中の点は最大値および最小値、短い横棒は平均値である。また、点線は平均値を使って最小自乗法で求めた回帰直線を、仮に書込んだものである。

模擬試験体による摩擦抵抗値の測定結果の1例を表4に示す。図3の中に、荷重5.2kgおよび10.2kgの時の値を通る線を、ゴム硬度50のものは1点鎖線、70のものは2点鎖線で記入してある。

4. 考察

今回の実験で回帰直線を求めるのはデータの少ないこともあって厳密ではないが、あえて考察を加えたとすれば次のようなことがいえる。

摩擦抵抗値より求めた回帰直線はクーロンの法則によれば0点を通るはずであるが、足の実験では通っていない。模擬試験体による実験では、当然ながら必ず0点を通っている。この2つの回帰直線の関係は、図4に示のように3つの場合がある。aは荷重が軽くなるに従って摩擦抵抗値が急に減少していくもの、bは荷重が軽くなるに従って摩擦抵抗値がゆるやかに減少していくもの、cは人の足の場合の回帰直線と模擬試験体の場合の回帰直線が交わらないものである。このようなことが生ずる理由を推測してみると、床については、特にやわらかいものは大きな荷重の場合に特殊な変形をすること、足や履物については、形状が複雑で変形が大きいことなどによるものと考えられる。ここからいえることは、足と床の摩擦抵抗を単純な回帰直線で代表させることは問題であるということ、および模擬試験体による測定から足と床の摩擦抵抗を推定することは必ず正しいということである。

ただし、今回の実験の結果そのものは、既にある水平力のデータと直接関係がけることにより、安全な床を選ぶ資料となり得るものなので、表5にまとめて示しておく。

5. おわりに

この研究は、財団法人新住宅普及会の研究費によって行なったものである。実験にあたり、千葉工大の卒論生諸君の協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

(* 千葉工業大学教授・工博 ** 総建築研究所・工博)
 (*** 千葉工業大学助手)

表3 実験結果(塩ビタイル・Dry・ソックスカバー)

氏名	性別	体重 kg	実測値 kg			こすり摩擦 b kg	補正値 a-b kg
			最大値	最小値	平均値 a		
Y.K.	女	39.5	22.2	21.2	21.7	2.4	19.3
M.K.	女	46.0	17.4	16.6	16.9	2.7	14.2
T.K.	女	45.5	16.8	15.8	16.3	2.7	13.6
N.T.	女	43.5	21.7	16.2	19.2	2.6	16.6
K.O.	女	47.5	19.0	15.6	17.7	2.7	15.0
T.K.	女	52.0	23.0	22.2	22.6	2.9	19.7
Y.M.	女	59.5	28.2	27.0	27.5	3.3	24.2

表4 模擬試験体実験結果(塩ビタイル・Dry)

試験体	荷重 kg	実測値 kg		
		最大値	最小値	平均値
ソックスカバー(ゴム硬度50)	5	2.3	2.1	2.2
" (" 50)	10	4.4	4.2	4.3
" (" 70)	5	2.3	2.2	2.3
" (" 70)	10	4.4	3.8	4.1

図3 体重と摩擦抵抗値の関係 (塩ビタイル・Dry・ソックスカバー・女)

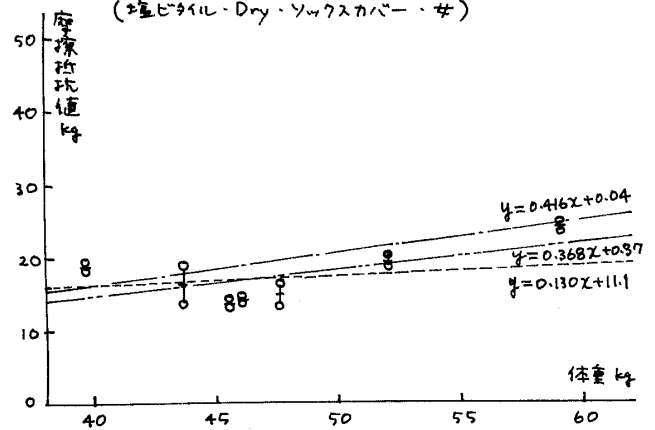


図4 摩擦抵抗値の回帰直線のパターン

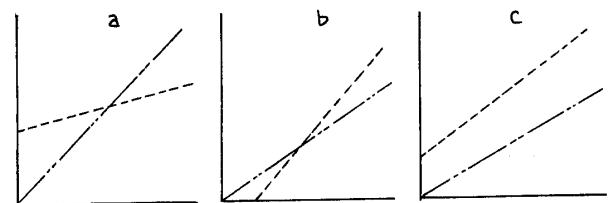


表5 体重50kgにおける摩擦抵抗値 (Dry)

床材	塩ビタイル	塩ビシート	フローリング	床用合板	磁器タイル	ニードルパンプ	ウスベリ	ウスベリ(ビニル)
ソックスカバー	17.6	22.1	12.7	12.7	13.4	23.5	13.7	13.0
ストッキング	14.7	20.5	12.9	15.7	15.9	23.9	13.3	13.3
スポンジソックス	28.1	25.1	21.6	22.6	30.7	37.0		
ビニルソックス	32.6	30.7	29.2	35.7		39.4		
靴(合成皮)	24.1	27.0	23.3	21.2		33.4		
靴(ウレタン)	26.0	25.9	21.5	22.1		40.6		
裸足	34.3	39.2	35.4	43.7	44.0	43.4		