

消防用半長靴の試作と滑り性能試験について

Study on slipperiness of trial fireboots

國 本 由 人*
 笹 子 拓 美*
 鈴 木 幸 之*

概 要

試作防火服（上下式）に適合する消防用半長靴を試作し、当庁採用の消防用長靴及び編み上げ作業靴と安全性の一つである滑り性能の比較をしたが、ほとんど差がなかった。

試作消防用半長靴の主な改良点は次のとおりである。

- ① つま先の保護のため、安全靴と同様鋼製の先しんを入れた。
- ② 足と靴がよく密着するよう締めつけ用に6穴の靴紐を付けた。
- ③ 迅速性向上のため、胴部分の締め付けをマジックテープとした。
- ④ 上下式防火服のため、半長靴とした。

We made new fireboots and we compared them with those now in service on slipperiness. But we could not find any differences.

New fireboots have the following features:

- ① A steeltoe-cap
- ② Six holes for shoe string
- ③ Magic Tape on the side of fireboots for fast wearing.
- ④ Short-length fireboots for the two-piece firecoat.

1 はじめに

現在、科学技術の発達や国民にスポーツ熱が高まったことにより、今まで見過ごされていた靴についても開発及び改良等が行なわれ、あらゆる目的・用途に合わせた靴が開発されている。

消防用靴（主として災害活動用）も安全性やフィット性の向上を主眼としてまだ改良する必要があるなか、新しい防火服（上下式）の開発に適應する新たな消防用靴の開発が必要となり、新しい防火服に適合すると思われる消防用靴を試作し、当庁採用の消防用靴の安全性の一つの評価になる滑り性能試験を実施した。

2 実験1

(1) 実験内容

市販品の靴の滑り実験を行い、そのデータを基に靴底の材質、意匠、製法等を新しい消防用半長靴の資料とする。

(2) 試料及び被験者

表1、試料一覧表

写真1～10、試料の側面及び意匠

表2、被験者

(3) 実験方法

図1及び図2の実験装置を用い、次の条件により靴の滑り出すときの水平面に対する角度を3回測定し、その平均の静摩擦係数 μ ($\mu = \tan\theta$)を求めた。

ア 床面の材質

イ ステンレス板(400番の紙ヤスリで磨いたもの)

*第一研究室

表1 試料一覧表

試料名	表底			重量(g)		サイズ(cm)	
	材質	製法	意匠	左	右	左	右
試料A 食品関係用 安全長靴	※1 合成ゴム系	※2 プレス	Cと同じ、写真1、2	794	776	27.0	27.0
試料B 防火靴	合成ゴム系	プレス	リップル底 Eと同じ、写真3、4	712	706	26.0	26.0
試料C 一般用 安全長靴	天然ゴム系	プレス	Aと同じ、写真5、6	715	747	26.0	26.5
試料D 消防用長靴	天然ゴム系	プレス	リップル底 Bと同じ、写真7、8	669	712	24.5	25.5
試料E 造船用 安全長靴	天然ゴム系	※3 ロール	写真9、10	737	723	25.0	25.0

注) ※1: 合成ゴム系は、ブタジエンとアクリロニトリルの共重合により得られるブタジエンアクリロニトリルゴム(NBR)で、その特徴は、耐油性及耐摩耗性にすぐれている。

※2: プレスは、靴底の製法の一つで靴底を一つの靴底の型に材料(ゴム等)を入れ、圧力をかけて作るため、はっきりした凹凸ができるが、大量生産はできない。

※3: ロールは、靴底の製法の一つでシート状の材料(ゴム等)を靴底の意匠のついたロールに通し、靴底の意匠のついたシートをいろいろのサイズの靴型で抜くため、大量生産できる。

表2 被験者

被験者	身長 (cm)	体重 (kg)
甲	175	63
乙	165	62
丙	170	73

- (イ) P・タイル
- (ウ) 木板(400番の紙ヤスリで磨いたもの)
- イ 床面の状態
- (ク) 乾いている場合(以下「乾燥床面」という。)
- (ケ) 水で濡れている場合(以下「濡れ床面」という。)
- ウ 靴の状態
- (ク) 靴を単独で滑らせた場合(以下「靴だけ」という。)

左右の靴を別々に測定した。

ただし、付加条件として、消防用靴が転倒しないために次のようにした。

a つま先下がりの場合かかとに200gの分銅を付けた。

b つま先上がりの場合つま先に500gの分銅を付けた。

(イ) 被験者が靴を履いて滑った場合(以下「人履き」という。)

左右の靴を一つとして測定した。

(ウ) つま先が下向きの場合(以下「つま先下がり」という。)

(エ) つま先が上向きの場合(以下「つま先上がり」という。)

(4) 実験結果(表3各条件による静摩擦係数の平均値参照)

ア 意匠が同じで材質の違う試料の場合

(ク) 試料A(合成ゴム系)と試料C(天然ゴム系)の検討

a 静摩擦係数は、ステンレスでは、ほとんど同じで、P・タイルと木では試料Aの方が大きかった。

- b 静摩擦係数は、乾燥及び水で濡れた場合も試料Aが大きかった。
- (イ) 試料B（合成ゴム系）と試料D（天然ゴム系）の検討
- a 静摩擦係数は、ステンレス、P・タイル及び木ともほとんど同じだった。
- b 静摩擦係数は、乾燥した場合は、試料Bが大きく、水で濡れた場合は、試料Dの方が大きかった。
- イ 材質が同じで意匠の違う試料の場合
- (ウ) 材質（合成ゴム系）が同じで意匠が違う試料Aと試料B（リップル底）の検討
- a 静摩擦係数は、ステンレス、P・タイル及び木ともほとんど同じだった。
- b 静摩擦係数は、乾燥した場合は、試料Bが大きく、水で濡れた場合は、試料Aの方が大きかった。
- (イ) 材質（天然ゴム系）が同じで意匠が違う試料Cと試料D（リップル底）の検討
- a 静摩擦係数は、ステンレス、P・タイル及

- び木とも試料Eが大きかった。
- b 静摩擦係数は、乾燥及び水で濡れた場合も試料Dが大きかった。
- (5) 考察
- 以上の結果により、靴の表底の材質では合成ゴム（NBR）が、意匠ではリップル底が、また、製法ではプレスが、わずかながら滑り難かった。
- このため、試作品の表底については、次のようにした。
- ア 材質は、合成ゴム（NBR）とした。
- イ 製法は、プレスとした。
- ウ 意匠については、リップル底が、滑り難い結果を得たが、次の理由によりできなかったため、非リップル底（写真15参照）とした。
- (ウ) 新しく金型を作った場合、高価なうえ、製作日数がかかる。
- (イ) フィット性を重視するため、ふくらはぎの狭い鋳山用の金型を使用したため、鋳山用の靴の意匠を採用した。

表3 各条件による静摩擦係数の平均値

試料	床面の材質の違い			床面の状態の違い		靴の状態の違い					
	スレ テス ン	Pタ ・イ ル	木	乾床 燥面	濡床 れ面	靴 だ け	人 履 き	つ下 まが 先り	つ上 まが 先り	左	右
A	⑤ 0.51	② 0.73	③ 0.73	③ 0.51	① 0.80	③ 0.70	③ 0.61	③ 0.65	③ 0.66	② 0.70	③ 0.70
B	② 0.58	① 0.74	① 0.77	① 0.62	③ 0.78	② 0.74	① 0.65	② 0.70	① 0.70	③ 0.64	② 0.74
C	④ 0.53	⑤ 0.52	⑤ 0.55	⑤ 0.44	⑤ 0.63	⑤ 0.54	⑤ 0.52	⑤ 0.53	⑤ 0.53	⑤ 0.58	⑤ 0.55
D	① 0.62	② 0.73	② 0.76	② 0.60	① 0.80	① 0.77	② 0.63	① 0.71	② 0.69	① 0.77	① 0.78
E	③ 0.56	④ 0.59	④ 0.59	④ 0.48	④ 0.67	④ 0.62	④ 0.54	④ 0.57	④ 0.58	④ 0.62	④ 0.62

注) 静摩擦係数の大きい順に①～⑤まで番号を付けた。

3 試作1

試作内容（写真11から15参照）

- (1) フィット性向上のため、胴部分の前面の上から下まで紐で締めつけるようにした。
- (2) 着脱性向上のため、胴部分の切れ目を側面だけの場合と側面及び前面の場合の2種類を作製した。
- (3) 迅速性向上のため、切れ目を側面部分に入れ、胴部分の締め付けをマジックテープとした。
- (4) つま先の保護のため、安全靴と同様鋼製の先しんを入れた。

4 試作2

前試作1の結果により、次の点を改良した。（写真15～17参照）

- (1) フィット性向上のため、胴部分の前面の上から下までの紐は穴の数の多さよりも、穴の位置が適当かどうかによって、フィットするかしなかが決まるので、穴を6個にした。

また、対になる穴の幅をよく締まるように縮まり代を拡げた。

- (2) 着脱性を容易にするため、胴部分の切れ目については、前面にあると前面全体を紐で締めつけても靴の安定が悪かったので、側面部分のみにした。

また、胴部分の締め付け用マジックテープがよく締まるよう切れ目の幅を拡げた。

- (3) 踏抜防止板（ステンレス製厚さ0.3mm）及び鋼製の先しんはそのままとした。
- (4) 市販の半長靴よりも後丈を約2cm短くした。

5 実験2

試作2で作製した消防用半長靴及び当庁採用の消防用長靴、編み上げ作業靴の滑り実験を行い比較検討した。

- (1) 試料及び被験者
表2、被験者
表4、試料一覧表
写真18～29、試料の側面及び意匠
- (2) 実験方法
前実験1と同様にして行った。
- (3) 実験結果（表5 各条件による静摩擦係数の平均値参照）

ア 床面の材質の違いについて

- (ア) ステンレスの場合、静摩擦係数が大きい順に試料H、G、F・J、K、Iであったが、G以下については、ほとんど差がなかった。
- (イ) P・タイルの場合、静摩擦係数が大きい順に試料G、H、J・K、F、Iであったが、ほとんど差がなかった。
- (ウ) 木の場合、静摩擦係数が大きい順に試料K、H、G、J、F、Iであったが、Iを除いてほとんど差がなかった。

イ 床面の状態が乾燥または水で濡れた場合

- (ア) 乾燥の場合、静摩擦係数が大きい順に試料H、G、F・J、K、Iであったが、ほとんど差がなかった。

- (イ) 水で濡れた場合、静摩擦係数が大きい順に試料G・H、K、J、F、Iであったが、Iを除いてほとんど差がなかった。

ウ 靴だけまたは人が履いた場合

- (ア) 靴だけの場合、静摩擦係数が大きい順に試料H、G、K、J、F、Iであったが、H及びIを除いて、ほとんど差がなかった。

- (イ) 人履きの場合、静摩擦係数が大きい順に試料G、F・H・J、K、Iであったが、Iを除いてほとんど差がなかった。

(4) 考察

以上の結果により、当庁採用の編み上げ作業靴（旧型）が、木の場合、床面の状態で水で濡れた場合及び靴だけまたは人が履いた場合、いずれも滑り易い結果がでたが、その理由としては、表底の材質の劣化に影響されたものか、あるいは、表底の意匠による影響と思われる。

6 まとめ

試作半長靴について、今後、次のことを行い採用に向けて検討していく予定である。

- (1) 今後1年間、現場において装着使用を行い、フィット性、履き心地、着脱し易さ、作業性等を調査し、さらに改良していく。
- (2) 今回はじめて安全靴と同様つま先に鋼製の先しんを採用し、つま先の安全を図ったが、重量は全体で200g軽くなった。

今後、この先しんの必要性について検討していきたい。

表4 試料一覧表

試料名	表底 意匠	重量(g)		サイズ(cm)		当庁採用	
		左	右	左	右		
試料F	現用長靴(ガ-付)	リップル底 写真18、19	1087	1070	25.5	25.5	昭和49~
試料G	新型長靴(ガ-付)	写真20、21	1018	1016	25.0	25.0	平成3~
試料H	現用長靴(機関員用)	写真22、23	788	784	25.5	25.5	昭和49~
試料I	編み上げ作業靴(旧型)	写真24、25	655	656	25.5	25.5	昭和47~
試料J	編み上げ作業靴(新型)	写真26、27	622	626	26.0	26.0	平成2~
試料K	試作品	写真28、29	804	806	26.0	26.0	平成4年に試着

表5 各条件による静摩擦係数の平均値

試料	床面の材質の違い			床面の状態の違い		靴の状態の違い					
	スレ テスト	P タイル	木	乾床 燥面	濡床 れ面	靴 だけ	人 履き	つ下 まが 先り	つ上 まが 先り	左	右
F	③ 0.57	⑤ 0.71	⑤ 0.73	③ 0.58	⑤ 0.76	⑤ 0.73	② 0.61	③ 0.68	⑤ 0.66	⑤ 0.72	④ 0.75
G	② 0.59	① 0.77	③ 0.75	② 0.62	② 0.79	② 0.78	① 0.63	① 0.71	② 0.70	④ 0.74	① 0.82
H	① 0.65	② 0.75	② 0.76	① 0.63	① 0.81	① 0.83	② 0.61	② 0.70	① 0.74	① 0.84	① 0.82
I	⑥ 0.52	⑥ 0.69	⑥ 0.62	⑥ 0.52	⑥ 0.70	⑥ 0.67	⑤ 0.55	⑥ 0.60	⑥ 0.62	⑥ 0.67	⑥ 0.66
J	③ 0.57	③ 0.73	④ 0.74	③ 0.58	④ 0.78	④ 0.75	② 0.61	⑤ 0.67	③ 0.69	② 0.77	⑤ 0.74
K	⑤ 0.55	③ 0.73	① 0.77	⑤ 0.57	② 0.79	③ 0.76	⑥ 0.60	③ 0.68	③ 0.69	③ 0.76	③ 0.76

注) 静摩擦係数の大きい順に①~⑥まで番号を付けた。

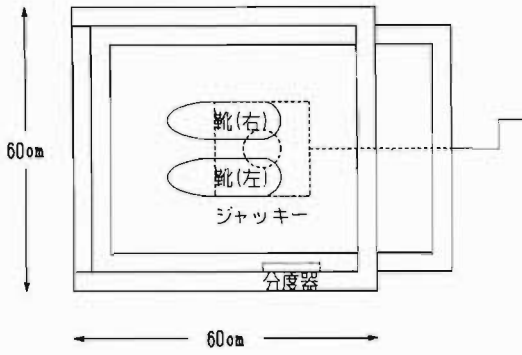


図1 実験装置 (平面図)

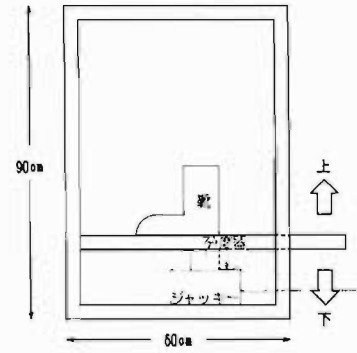


図2 実験装置 (側面図)



写真1 試料Aの側面

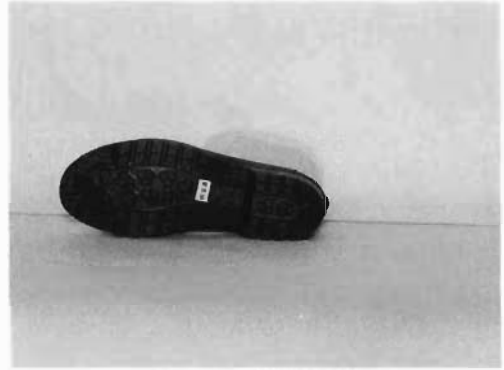


写真2 試料Aの意匠



写真3 試料Bの側面

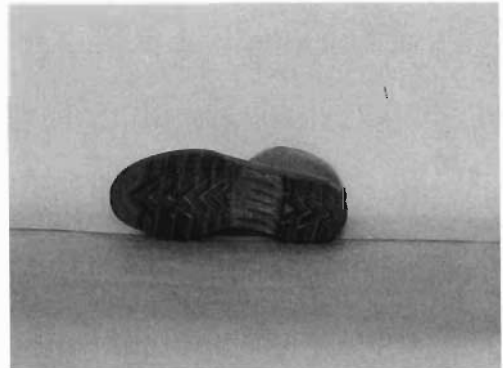


写真4 試料Bの意匠



写真5 試料Cの側面



写真6 試料Cの意匠



写真7 試料Dの側面

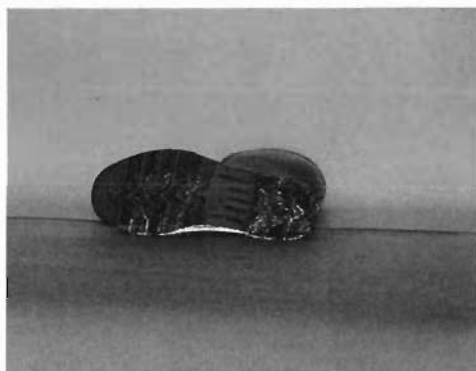


写真8 試料Dの底面



写真9 試料Eの側面



写真10 試料Eの底面



写真11 1回目の試作品の全面



写真12 1回目の試作品の側面



写真13 1回目の試作品の全面



写真14 1回目の試作品の側面



写真15 1及び2回目の試作品の意匠



写真16 2回目の試作品の全面



写真17 2回目の試作品の側面

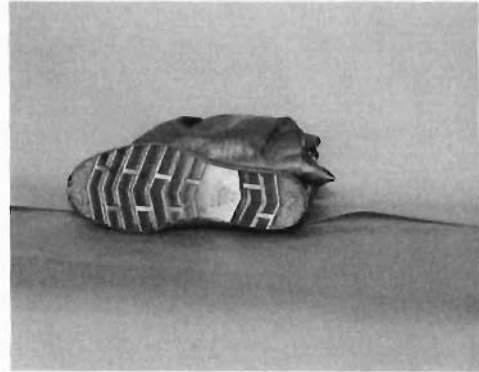


写真19 試料Fの意匠



写真18 試料Fの側面



写真20 試料Gの側面



写真21 試料Gの意匠



写真22 試料Hの側面

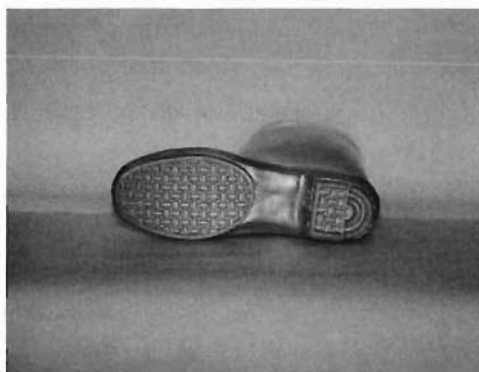


写真23 試料Hの意匠



写真24 試料Iの側面



写真25 試料Iの意匠



写真26 試料Jの側面

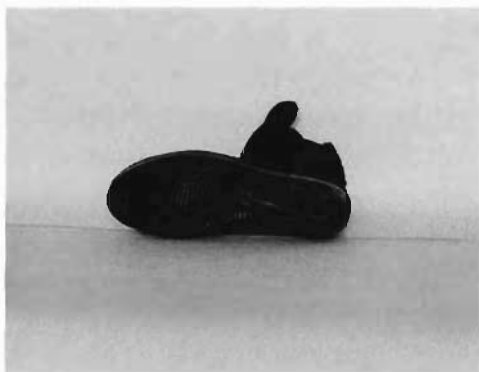


写真27 試料Jの意匠



写真28 試料Kの側面

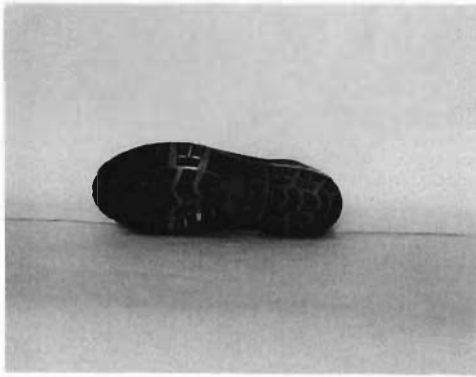


写真29 試料Kの意匠

7 参考文献

- 靴 科学と実際 日本はきもの研究会編 春恒社
- ゴム工業便覧 日本ゴム協会編
- 消防科学研究所報 (1980年, 第17号)