

サンダルのエスカレーター巻き込まれ事故に関する 調査結果報告書

(製品安全テスト)

平成20年5月

目次

1 . 調査の経緯・目的	1
2 . 調査の内容	1
3 . 調査対象製品	1
4 . エスカレーターの各部の名称.....	3
5 . 海外での事故の発生状況.....	4
6 . 事故の発生状況	4
6.1 事故品の状況	4
6.2 事故の発生状況	5
7 . エスカレーターによる再現試験方法と結果.....	11
7.1 再現試験方法	11
7.2 再現試験の結果	14
8 . 物性試験方法と結果	19
8.1 組成分析	19
8.2 断面観察	19
8.3 引張荷重（破壊時の荷重）	22
8.4 圧縮荷重	23
8.5 硬さ	24
8.6 10%引張荷重	25
8.7 厚さ	26
8.8 伸び率	27
8.9 動摩擦係数	28
9 . 試験結果のまとめ	30
9.1 樹脂製サンダルの エスカレーターへの巻き込まれやすさとその材料特性	30
9.2 樹脂製サンダルの巻き込まれるメカニズム	33
10 . 結論及び要望	33
10.1 結論	33
10.2 N I T Eからの提案・要望	34
11 . 参考	35
11.1 エスカレーターの注意表示（従来ステッカー）	35
11.2 エスカレーターの注意表示（事故後ステッカー）	36
11.3 安全な乗り方のための普及啓発活動の取り組み	37

1．調査の経緯・目的

昨年8月に樹脂製サンダル(＊)を履いた子供がエスカレーターに巻き込まれて足の指を骨折する重大事故が発生し、事業者から経済産業省に重大製品事故報告が行われた。また、N I T Eにも、昨年8月以降、サンダルの巻き込み事故が相次いで報告され、N I T Eは昨年9月6日に特記ニュース(82)を発行し、注意喚起を行った。

その後も事故報告が続き、同様の事故情報は本年3月末現在までに計66件と多数の事故報告がN I T Eに寄せられている。

このように事故が多発していることから、N I T Eでは、サンダル等の安全性を調査するため、試買テストを行った。

(＊)履き心地が良いという評判で近年流行した、軟らかい樹脂製で、右の絵に示す形状をした足の甲まで覆う形のサンダルのことを、本報告書においては、「樹脂製サンダル」と言うこととする。



2．調査の内容

(1) エスカレーターに巻き込まれるかどうかの再現テスト

(2) 軟らかさ、伸びやすさ等の材質の物性、及びこれらとエスカレーターに巻き込まれやすさとの関連についての調査

3．調査対象製品

調査対象製品を試買するに当たっては、市場から樹脂製サンダルを幅広く購入することに努め、参考試料として長靴、ビーチサンダル及びズックを含め、合計22銘柄、製品数26点をテスト対象製品とした。

内訳は、樹脂製サンダル7社7銘柄(サイズ違いを含め11点)、長靴5社5銘柄、ビーチサンダル5社5銘柄及びズック4社5銘柄、合計20社、22銘柄、26点である。

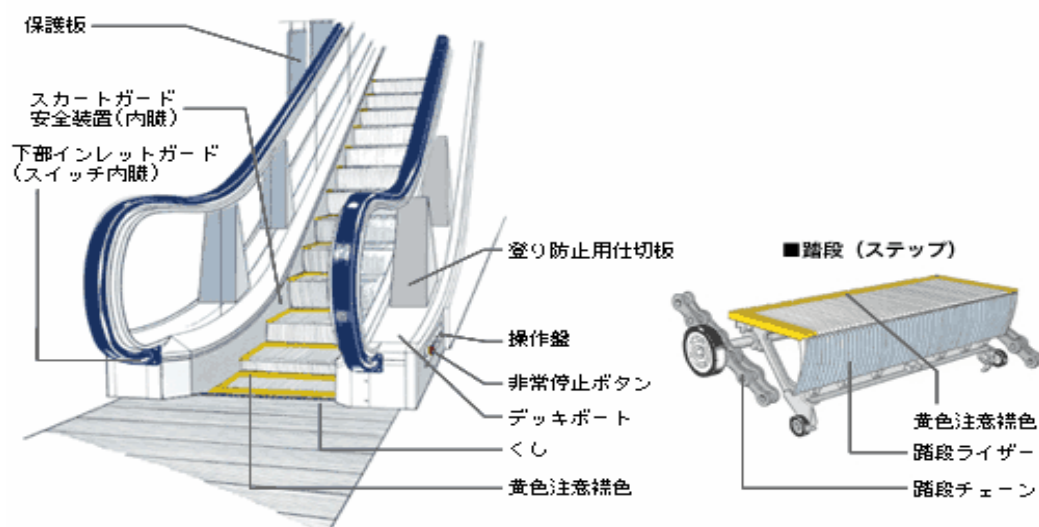
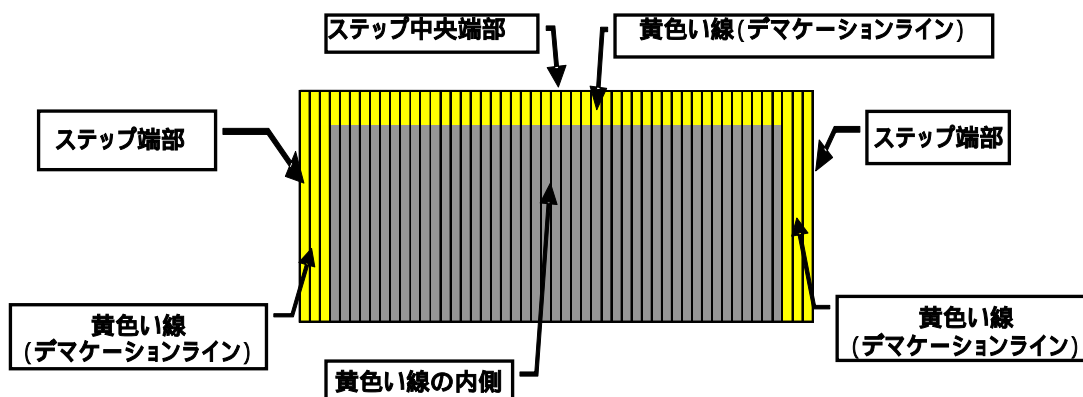
調査対象製品は、表1のとおり。

なお、試料サイズは、試験においてサイズによる違いをなくすため、履き物のサイズをできる限り18cmに揃えることとした。また、樹脂製サンダルについては、サイズの違いによる巻き込まれ特性も検証するため、複数のサイズを対象とした。

表1 調査対象製品一覧

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	履き物の種類	組成表示
(1)	14	樹脂製サンダル	ポリエチレン
	18		
	24		
(2)	18		表示なし
	24		
(3)	18		EVA
(4)	17		EVA
(5)	18		表示なし
	19		
(6)	18		EVA
(7)	24.5	表示なし	
(8)	17	ビーチサンダル	表示なし
(9)	18		EVA
(10)	18		EVA
(11)	18		天然ゴム
(12)	18		表示なし
(13)	18		長靴
(14)	18	合成ゴム	
(15)	18	ゴム	
(16)	18	(外側)塩化ビニル樹脂 (内側)ナイロン	
(17)	18	表示なし	
(18)	18	ズック	表示なし
(19)	18		(甲部)綿 (底部)ゴム
(20)	18		表示なし
(21)	18		(甲皮)合成皮革 (底材)合成底
(22)	18		表示なし

4 . エスカレーターの各部の名称



【出典：社団法人日本エレベータ協会】

図 1 エスカレーターの各部の名称

5. 海外での事故の発生状況

N I T E には、昨年8月から12月にかけて、エスカレーターにサンダル等の履き物が巻き込まれたとの事故の報告が計66件寄せられている。

特に、事故報告が寄せられている樹脂製サンダルについては、海外で近年流行しているものや、それを模して製造・販売されたものが大半となっている。

また、エスカレーター巻き込まれ事故の発生状況を調査したところ、事故は国内・海外ともに発生していることが判った。

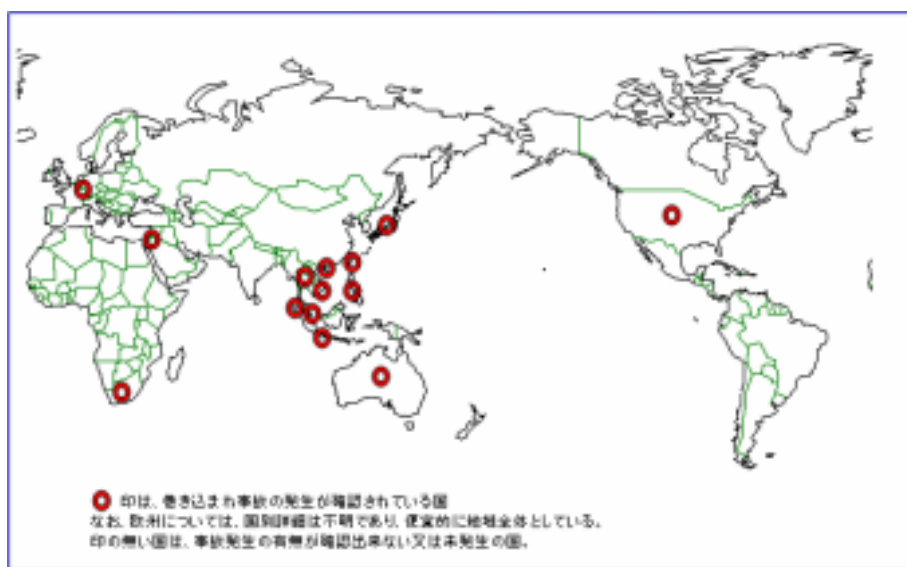


図2 事故の国別発生状況

6. 事故の発生状況

6.1 事故品の状況

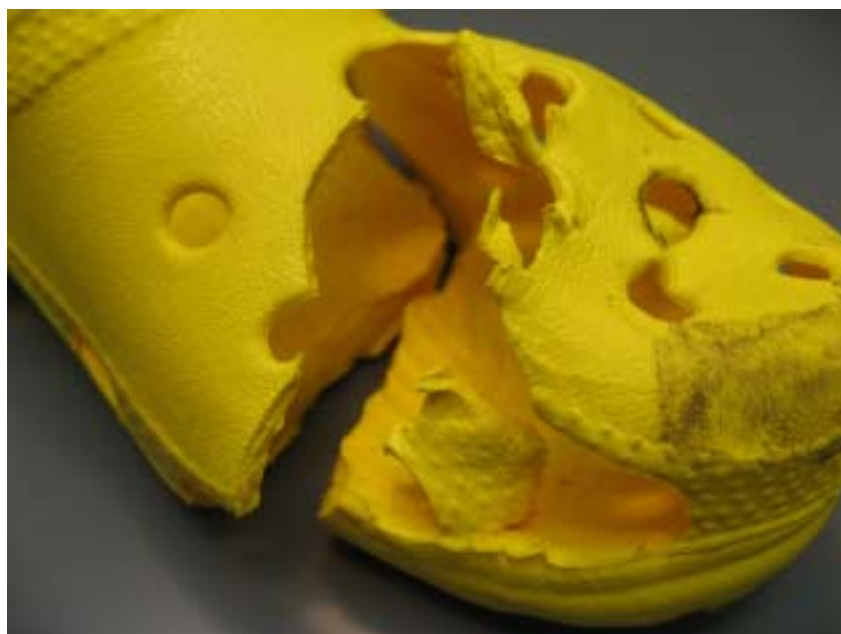


写真1 子供が足の指に怪我を負った事故



写真2 子供が足の指に怪我を負った事故

6.2 事故の発生状況

N I T E に報告された合計66件のエスカレーター巻き込まれ事故の事故内容を分析すると次のとおりである。

(1) 巻き込まれた履き物の種類別分類

サンダルによる事故が、約99%を占めた。

表2 巻き込まれた履き物の種類別分類

履き物の種類	件数	構成比
サンダル	65件	98.5%
長靴	1件	1.5%
合計	66件	100.0%

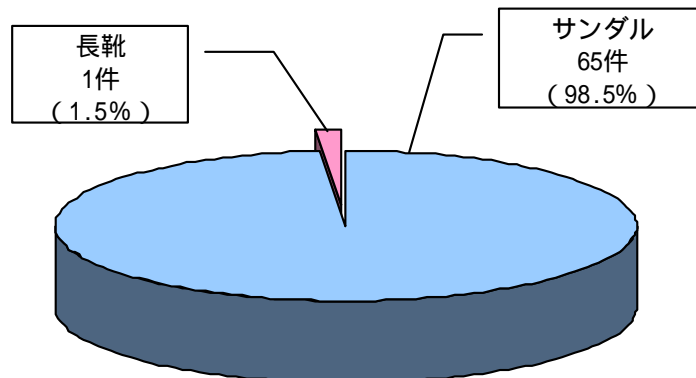


図3 巻き込まれた履き物の種類別分類

(2) 巻き込まれたサンダルの構造別分類

樹脂製サンダル(甲部分が覆われたタイプ)による事故が、約51%を占めた。

表3 巻き込まれたサンダルの構造別分類

サンダルの構造	件数	構成比
甲部分が覆われたタイプ	33件	50.8%
つま先が覆われていないタイプ	1件	1.5%
詳細不明(事故報告に未記載)	31件	47.7%
合計	65件	100.0%

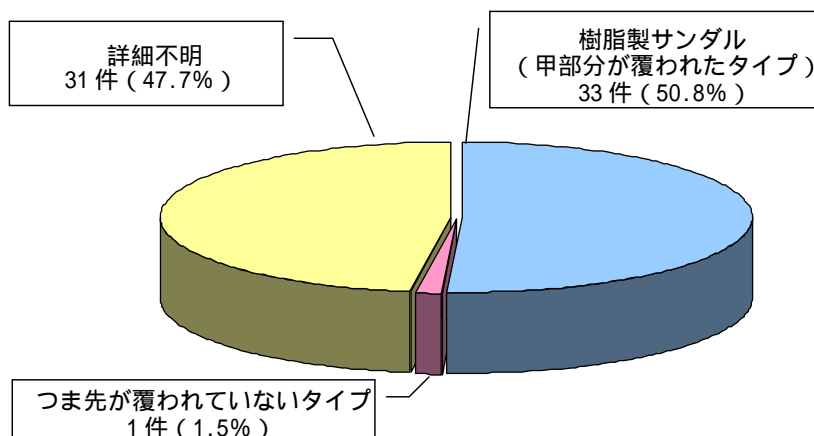


図4 巻き込まれたサンダルの構造別分類



図5 サンダルの分類図

(3) 履き物が巻き込まれたエスカレーターの箇所別分類

履き物が巻き込まれた箇所は、ステップ端部とスカートガードの間に挟まれたケースが約56%と最も多かった。

表4 履き物が巻き込まれたエスカレーターの箇所別分類

エスカレーターの箇所	件数	構成比
ステップ端部とスカートガードの間	37件	56.1%
ステップとライザーの間	14件	21.2%
くし板部分	4件	6.1%
詳細不明(事故報告に未記載)	11件	16.7%
合計	66件	100.0%

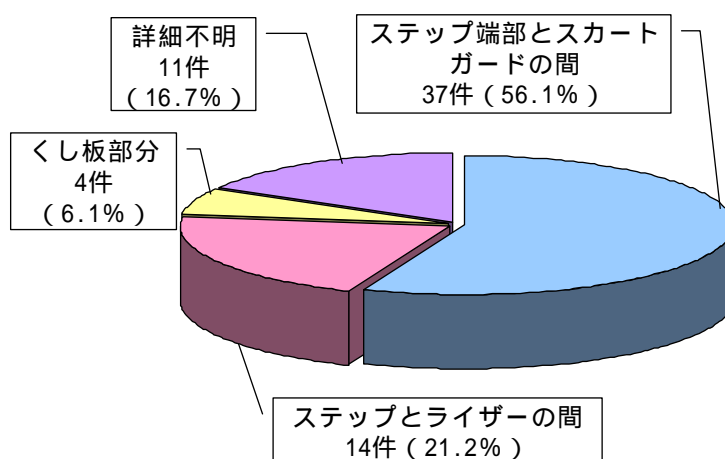


図6 履き物が巻き込まれたエスカレーターの箇所別分類

(4) 巻き込まれた履き物の部位別分類

履き物が巻き込まれた部位では、つま先が最も多く、約42%を占めている。

表5 巻き込まれた履き物の部位別分類

履き物の部位	件数	構成比
つま先	28件	42.4%
側面	5件	7.6%
かかと	5件	7.6%
詳細不明(事故報告に未記載)	28件	42.4%
合計	66件	100.0%

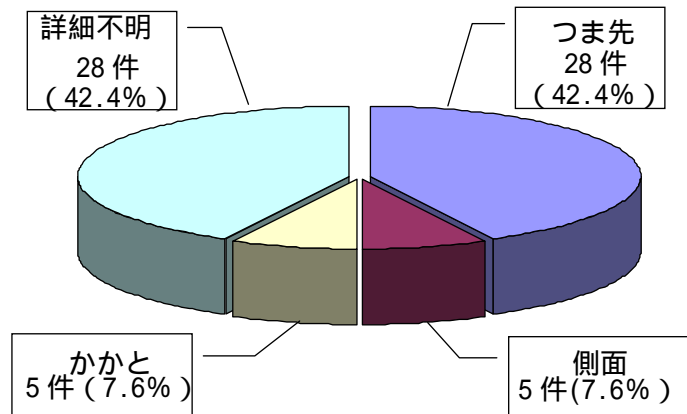


図7 巻き込まれた履き物の部位別分類

(5) 被害の程度別分類

被害の程度は、サンダルが巻き込まれただけで、人的被害がないケースが約74%と最も多く、重傷は2件(3%)であった。

表6 被害の程度別分類

被害の程度	件数	構成比
重傷	2件	3.0%
軽傷	15件	22.7%
ケガはない	49件	74.2%
合計	66件	100.0%

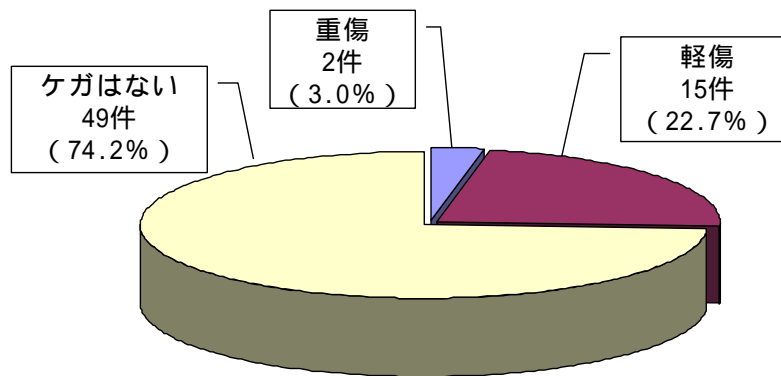


図8 被害の程度別分類

(6) 使用者の年齢(大人・子供別分類)

大人・子供別では、事故にあったサンダル使用者は、子供が多く約74%であった。

表7 大人・子供別分類

子供・大人の区別	件数	構成比
子供(年齢10歳以下または子供用製品と確認できた事故)	49件	74.2%
大人(年齢不明だが大人用製品と確認できた事故)	7件	10.6%
詳細不明(事故報告に未記載)	10件	15.2%
合計	66件	100.0%

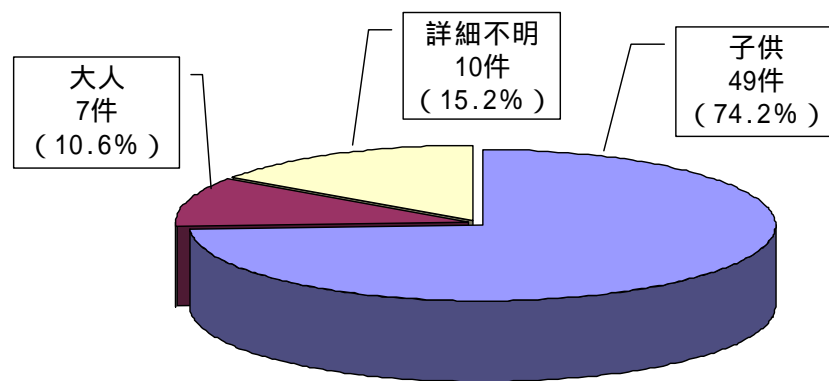


図9 大人・子供別分類

7. エスカレーターによる再現試験方法と結果

7.1 再現試験方法

樹脂製サンダル、ビーチサンダル、長靴及びズックのつま先、側面、かかと等を実際のエスカレーター4機(3施設)のスカートガード、ステップ中央の踏段ライザー、くし板に接触させ、それぞれ上り、下りについて、事故と同様に巻き込まれ現象が再現されるか、次のとおり試験を実施した。

(1) 試料の接触部位

図10に示す。

事故報告にある「つま先」「側面」「かかと」の3水準に加え、さらに詳細に再現するため、「親指先」「小指先」「かかと斜め後ろ」の3水準を追加し、計6水準として再現試験を行った。側面については、外側のみで実施した。

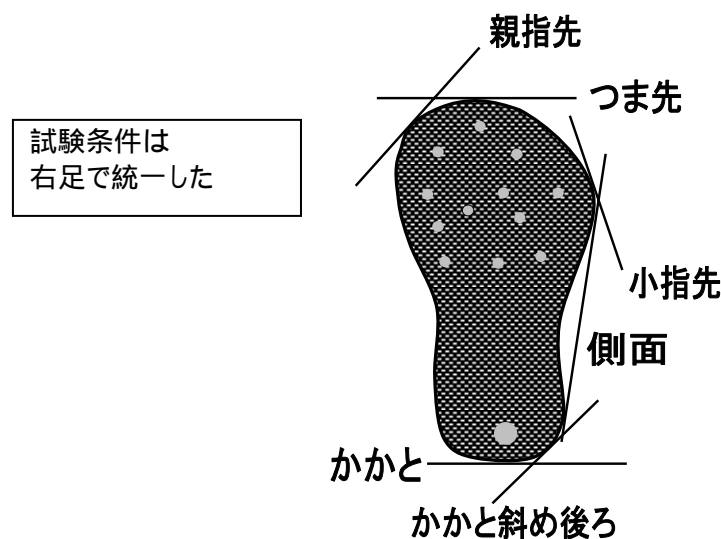


図10 接触部位

(2) 接触条件(角度)

写真3に示す。

試料を、ステップに載せた状態で水平及び45度の角度で、手により1Kgf程度の力で押しつけた。



写真3 接触条件(角度)

(3) エスカレーターの接触箇所

図11に示す。

スカートガード、ステップ中央の踏段ライザー、上り降り口のくし板、下り降り口のくし板に試料を接触させた。

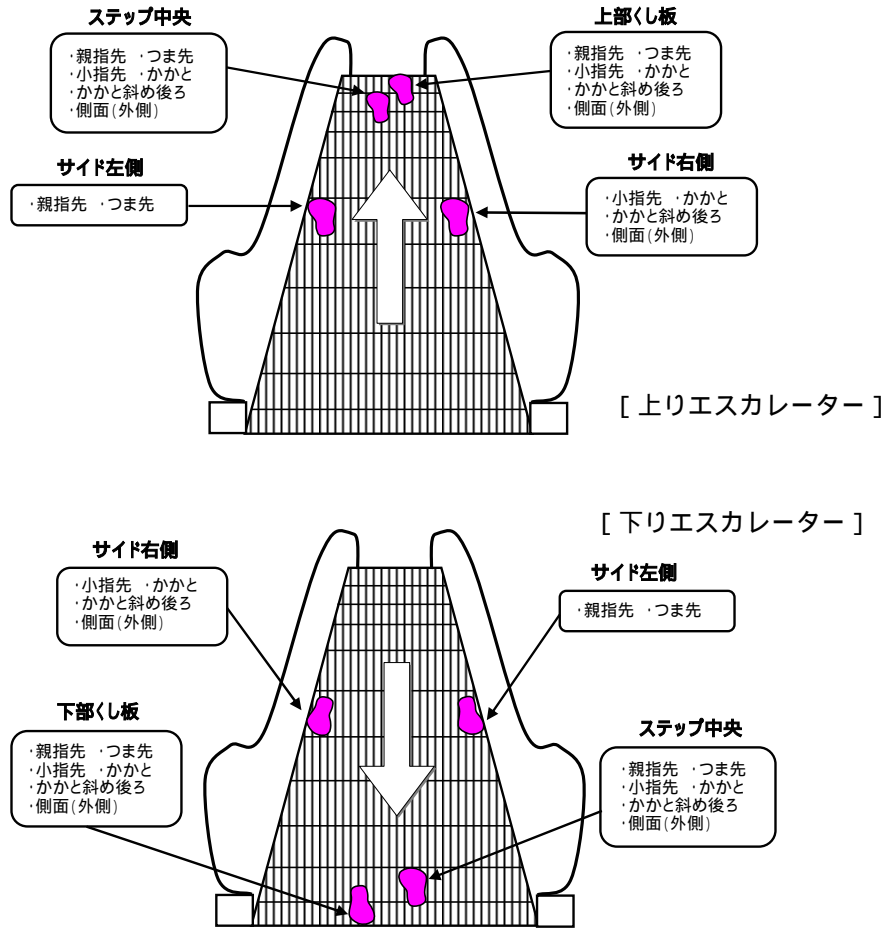


図11 エスカレーターの接触箇所



上り



下り

写真4 再現試験の状況

(4) エスカレーターの4機の条件

以下の条件のエスカレーターを用いて試験を行った。

ES : スカートガードにシリコンオイルが塗布された条件

ES : スカートガードにシリコンオイルが塗布されていない条件

ES : スカートガードにシリコンオイルが塗布されていない条件

ES : スカートガードにシリコンオイルが塗布されていない条件

ES 以外は、滑りを良くするシリコンオイルが塗布されていない条件で行った。

以上の条件で実施したことから、試行回数は、試料1点あたり接触条件(表8)60回となり、エスカレーター4機で実施すると合計で240回となった。

試料1点ごとの60回の接触条件の詳細は、表8のとおり。

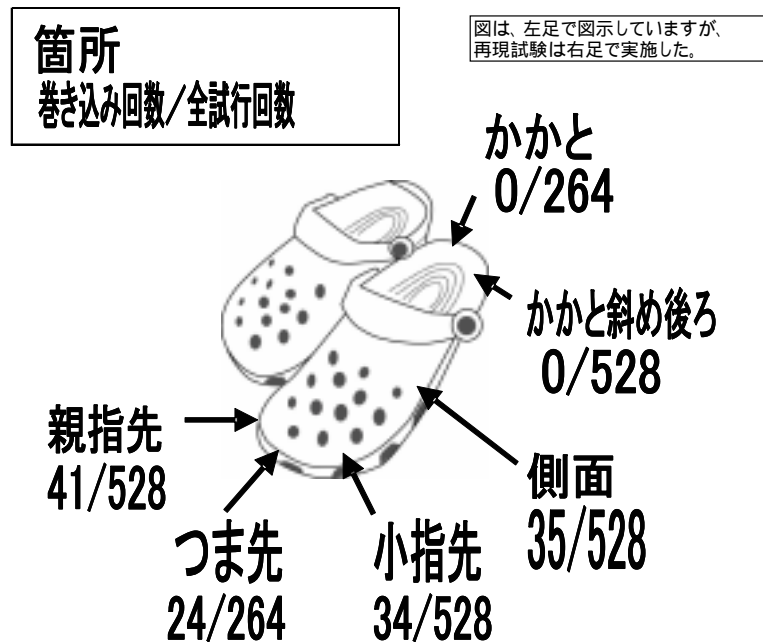
表8 接触条件表

	エスカレーター	エスカレーター調査箇所			
		ステップ(中央)	サイド(左または右側)	上部くし板	下部くし板
つま先 A		上り			
		下り			
つま先 斜め前 (親指先) B	水平	上り			
		下り			
	傾斜	上り			
		下り			
つま先 斜め前 (小指先) C	水平	上り			
		下り			
	傾斜	上り			
		下り			
かかと D		上り			
		下り			
かかと 斜め後ろ E	水平	上り			
		下り			
	傾斜	上り			
		下り			
側面 (外側) F	水平	上り			
		下り			
	傾斜	上り			
		下り			

7.2 再現試験の結果

(1) 樹脂製サンダル

部位別の巻き込まれた回数（全試料の合計）を図12、試料別の巻き込まれた回数（全部位の合計）を表9に示す。



試行回数の計算方法

例1：樹脂製サンダルの全試行回数

$$60 \text{ (接触条件 (表8))} \times 4 \text{ (エスカレーターの数)} \times 11 \text{ (試料数)} \\ = 2,640 \text{ 回}$$

例2：つま先の試行回数

$$6 \text{ (接触条件 (表8))} \times 4 \text{ (エスカレーターの数)} \times 11 \text{ (試料数)} \\ = 264 \text{ 回}$$

図12 部位別巻き込まれた回数（樹脂製サンダル）

表9 試料別巻き込まれた回数（樹脂製サンダル）

試料No. (銘柄番号)	サイズ (cm)	区分	エスカレーター 4機での再現状況							
			ES シリコン 塗布あり	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数
(1)	14	樹脂製 サンダル	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りのサイド 親指先(傾斜) つま先	2	・上り、下り サイド、ライザー 全接触面 全接触方向	28
	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りのサイド 親指先(傾斜) つま先	2	・上り、下り サイド、ライザー 全接触面 全接触方向	28
	24		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りサイド 全条件 下りサイド つま先	8
(2)	18		巻き込まれなし	0	・下りのライザー 側面(傾斜)	1	・上りのサイド 親指先(傾斜) つま先	2	・上り、下り サイド 全接触面 全接触方向	14
	24		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上り、下り サイド 全接触面 全接触方向	14
(3)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りのサイド 親指先(傾斜) つま先	2	・上り、下り サイド 全接触面 全接触方向	14
(4)	17		・下りのサイド つま先 巻き込まれかけた	0	巻き込まれなし	0	・上りのサイド 親指先(傾斜) つま先	2	・上り、下り サイド 全接触面 全接触方向	14
(5)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
	19		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りサイド 親指先	1
(6)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上りサイド つま先 親指先	2
(7)	24.5	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・下りライザー 小指先 巻き込まれかけた	0	

試料番号は、「銘柄(事業者) + サイズ」による。

(2) ビーチサンダル

部位別の巻き込まれた回数を図13、試料別の巻き込まれた回数を表10に示す。

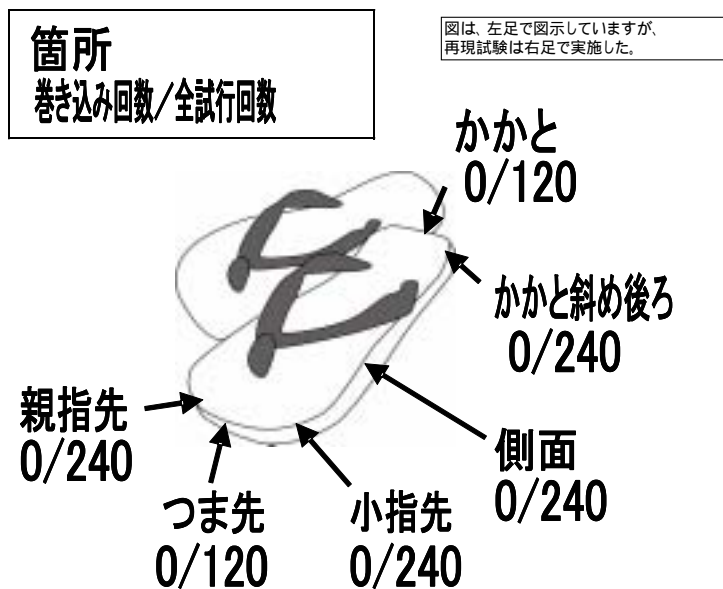


図13 部位別巻き込まれ回数(ビーチサンダル)

表10 試料別巻き込まれた回数(ビーチサンダル)

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	区分	エスカレーター 4機での再現状況							
			ES シリコン 塗布あり	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数
(8)	17	ビーチサンダル	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(9)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(10)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(11)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(12)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0

(3) 長靴

部位別の巻き込まれた回数を図14、試料別の巻き込まれた回数を表11に示す。

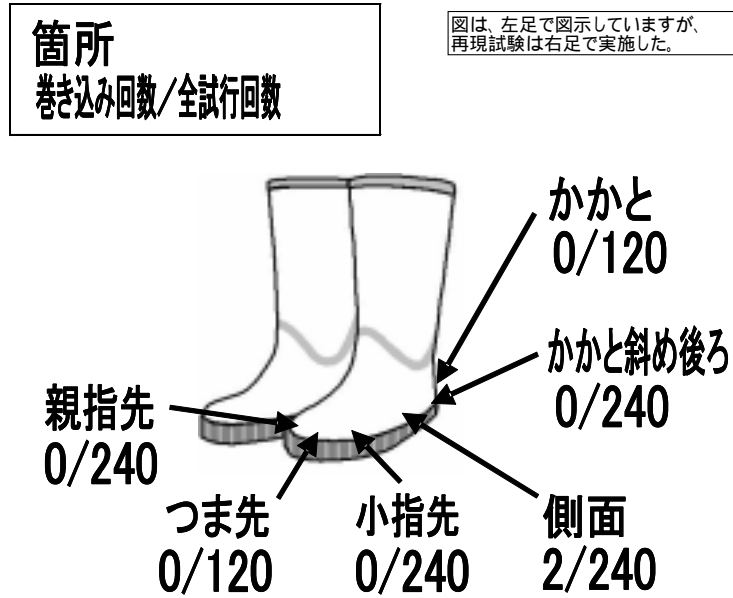


図14 部位別巻き込まれた回数(長靴)

表11 試料別巻き込まれた回数(長靴)

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	区分	エスカレーター 4機での再現状況							
			ES シリコン 塗布あり	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数
(13)	18	長靴	・上りサイド ・小指先(傾斜) ・巻き込まれかけた	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	・上り、下りのサイド ・側面	2
(14)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(15)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(16)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(17)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0

(4) ズック

部位別の巻き込まれた回数を図15、試料別の巻き込まれた回数を表12に示す。

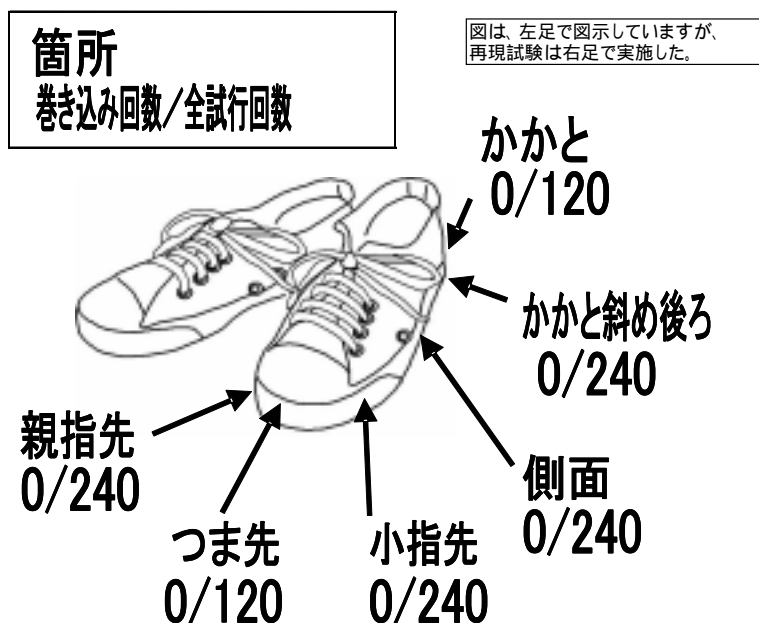


図15 部位別巻き込まれた回数(ズック)

表12 試料別巻き込まれた回数(ズック)

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	区分	エスカレーター 4機での再現状況							
			ES シリコン 塗布あり	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数	ES シリコン 塗布なし	巻込 回数
(18)	18	ズック	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(19)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(20)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(21)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0
(22)	18		巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0	巻き込まれなし	0

再現試験の結果、表 9 に示すとおり、樹脂製サンダルは、ほとんどが巻き込まれた。長靴は表 11 に示すとおり、1 銘柄のみ巻き込まれたが、ビーチサンダル及びズックは表 10 及び表 12 に示すとおり、巻き込まれることはなかった。

また、エスカレーターのコンディション（シリコンオイル塗布）にも影響を受けていると思われ、エスカレーターによって異なる傾向を示した。

8 . 物性試験方法と結果

8.1 組成分析

(1) 試験方法

組成分析の対象部位は、樹脂製サンダル及び長靴は甲部分、ビーチサンダルは甲部分が無いため底（ソール）部分、ズックは甲部分と底部分とし、赤外分光光度法による A T R 法（多重反射方式）等で行った。

(2) 試験結果

試験結果を表 1 3 に示す。

樹脂製サンダルは、7 銘柄中 6 銘柄が E V A（ポリエチレン・酢酸ビニル共重合体）、1 銘柄が低結晶性ポリエチレンであった。

ビーチサンダルは、E V A（ポリエチレン・酢酸ビニル共重合体）、ポリ塩化ビニル、及びポリブタジエン系ゴムであった。

長靴は、クロロプレン系ゴム、ポリ塩化ビニルであった。

ズックは、甲部分が綿、ポリウレタン、底部はポリ塩化ビニル、クロロプレン系ゴム、スチレンブタジエンゴムであった。

8.2 断面観察

(1) 試験方法

組成分析の対象部位は、樹脂製サンダル及び長靴は甲部分、ビーチサンダル、ズックは底部分とし、走査型電子顕微鏡により倍率 1 0 0 倍で断面を観察した。

(2) 試験結果

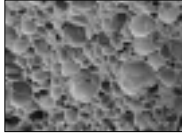
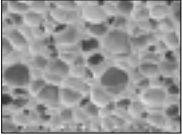
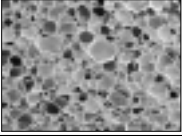
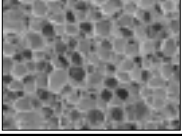
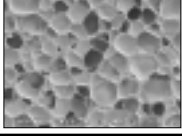
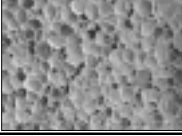
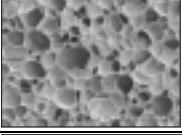
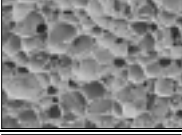
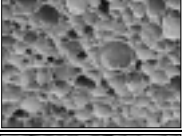
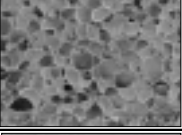
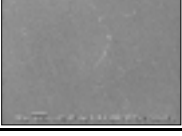
試験結果を表 1 3 に示す。

樹脂製サンダルは、いずれも発泡性樹脂材のものであった。

ビーチサンダルは、底部が発泡性樹脂材のものが 4 銘柄、発泡性ではない樹脂材のものが 1 銘柄であった。

長靴、ズックは、いずれも発泡性ではない樹脂材であった。

表 1 3 組成及び断面形状

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	区分	組成表示	組成分析 (樹脂材の主成分)	断面形状 (SEM)
(1)	14	樹脂製 サンダル	ポリエチレン	(甲部) 低結晶性ポリエチレン	
	18				
	24				
(2)	18		表示なし	(甲部) EVA	
	24				
(3)	18		EVA	(甲部) EVA	
(4)	17		EVA	(甲部) EVA	
(5)	18		表示なし	(甲部) EVA	
	19				
(6)	18		EVA(net表示)	(甲部) EVA	
(7)	24.5		EVA	(甲部) EVA	
(8)	17		ビーチ サンダル	EVA	(底部) EVA
(9)	18	EVA		(底部) EVA	
(10)	18	EVA		(底部) EVA	
(11)	18	表示なし		(底部) ポリブタジエン系ゴム	
(12)	18	表示なし		(底部) ポリ塩化ビニル	

注) 組成表示欄のEVAはポリエチレン・酢酸ビニル共重合体である。

(つづき)

試料No. (銘柄番号)	サイズ(cm)	区分	組成表示	組成分析 (樹脂材の主成分)	断面形状 (SEM)
(13)	18	長靴	ポリ塩化ビニル	(甲部) ポリ塩化ビニル	
(14)	18		合成ゴム	(甲部) クロロレン系ゴム	
(15)	18		ゴム	(甲部) クロロレン系ゴム	
(16)	18		(外側) 塩化ビニル樹脂	(甲部) ポリ塩化ビニル	
(17)	18		表示なし	(甲部) ポリ塩化ビニル	
(18)	18	ズック	表示なし	(底部) ポリ塩化ビニル	
(19)	18		(底部) ゴム底	(底部) クロロレン系ゴム	
(20)	18		表示なし	(底部) (白)EVA (紺)アクリル酸エステル シリコン (銀)ポリ塩化ビニル	 
(21)	18		(甲皮) 合成皮革 (底材) 合成底	(甲部) ポリウレタン (底部) スチレンブタジエンゴム	
(22)	18		表示なし	(底部) クロロレン系ゴム	

注) 組成表示欄のEVAはポリエチレン・酢酸ビニル共重合体である。

8.3 引張荷重（破壊時の荷重）

（1）測定方法

JIS K 7113 プラスチックの引張試験方法による。

測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分を、ビーチサンダルは甲部分がなく、底部分を測定した。ビーチサンダルのうち1銘柄（12）は底部分が硬すぎたため測定できなかった。

この試験は、各種物性を測定する前の基礎試験として、試料の破壊時の強度特性を確認するために行った。

（2）試験結果及び考察

図16に示す。

樹脂製サンダルは、ビーチサンダル、長靴に比べて引張荷重が小さい値であった。

樹脂製サンダルにおいて、サイズが大きい程、引張荷重が大きい傾向が見られた。

ビーチサンダルは厚みのある底部分を測定したため引張荷重は大きい値であった。

ズックは1銘柄を除き、樹脂製サンダルより引張荷重が小さかった。

なお、引張荷重は、製品破損と関係する数値であり、巻き込みやすさと直接的な関連性はないと考えられる。

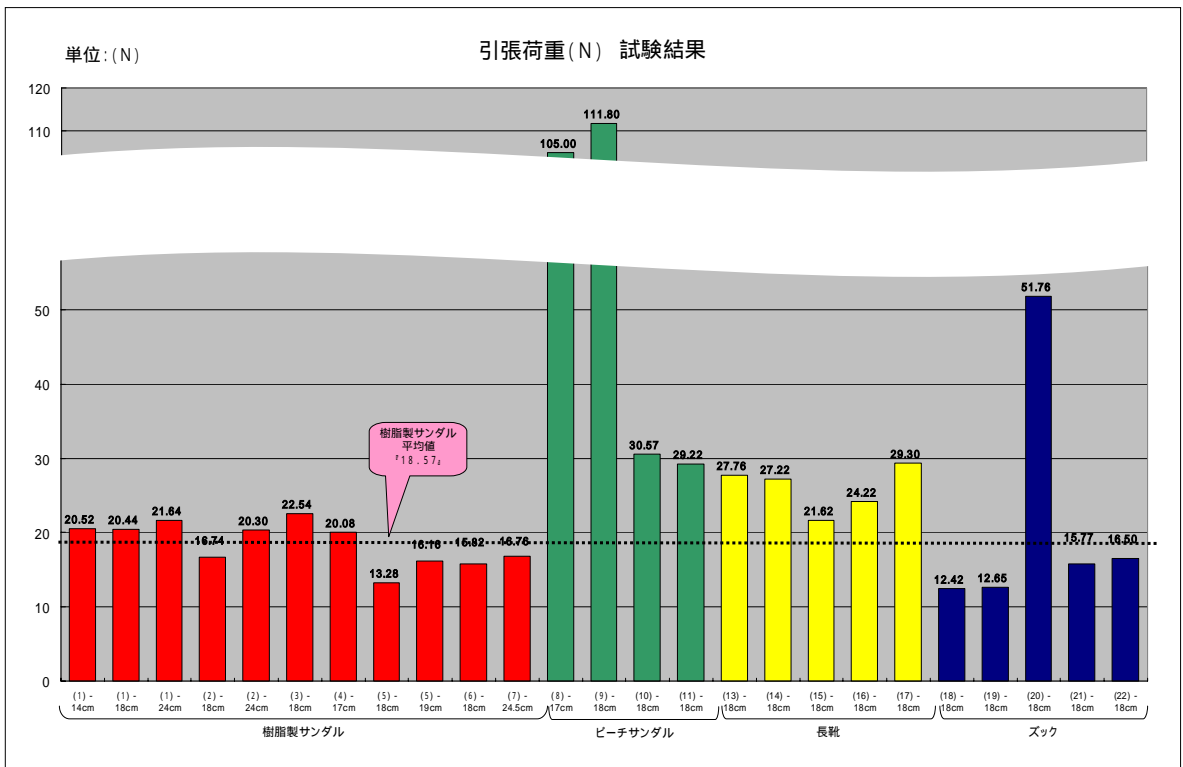


図16 引張荷重（破壊時の荷重）

8.4 圧縮荷重

(1) 試験方法

JIS K 7181 プラスチック - 圧縮特性の試験方法による。

測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックの甲のつま先部分を製品のまま圧縮して、その部分が底部に接触するまで圧縮したときの押圧荷重を測定した。

なお、ビーチサンダルは甲部分がないため実施しなかった。

この試験では、小さい力で押しつぶされやすい程、エスカレーターの間隙に引き込まれやすいという想定から、圧縮荷重（押しつぶされやすさ）を測定し、巻き込まれやすさの要因の1つであるかどうかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

結果を図17に示す。

樹脂製サンダルは、長靴、ズックに比べて大きい値を示しており、圧縮加重と巻き込まれやすさとの関連性は見出せない結果となった。

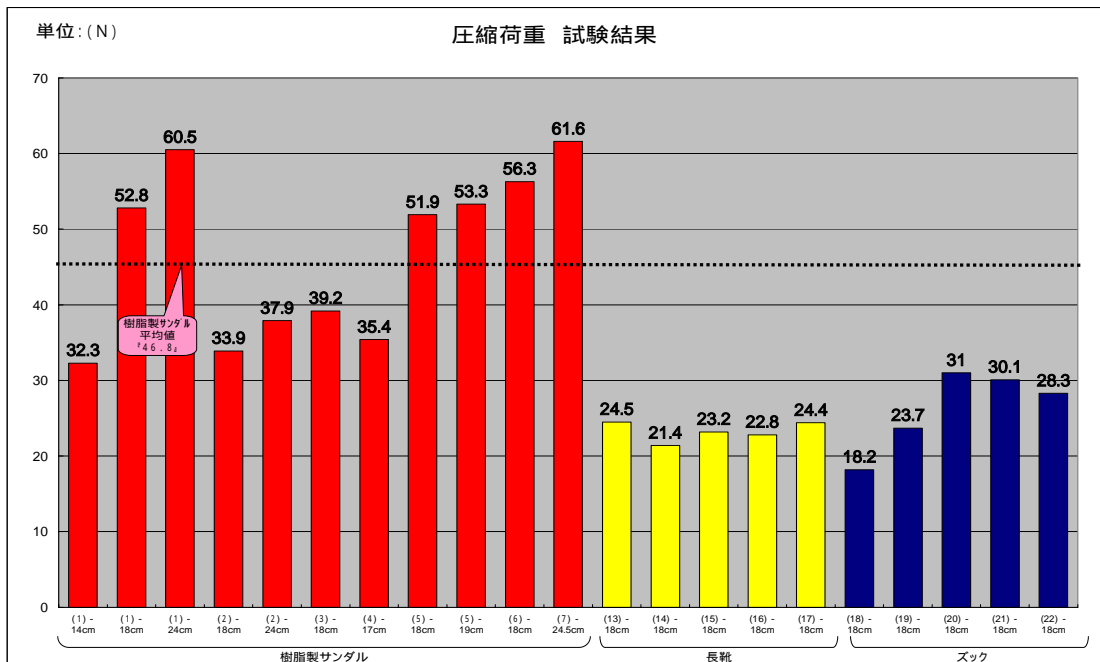


図17 圧縮荷重

8.5 硬さ

(1) 試験方法

J I S K 6 2 5 3 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの硬さ試験方法による。
測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分を、甲部分がないビーチサンダルは底部分を測定した。

この試験では、材質が軟らかく変形しやすい程、エスカレーターの間隙に引き込まれやすいとの想定から、表面硬さ（軟らかさ）を測定し、巻き込まれやすさの要因の1つであるかどうかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

結果を図18に示す。

樹脂製サンダルは、長靴、ズックに比して硬さの値が小さい（軟らかいこと）を示し、軟らかい材質であることが分かった。

樹脂製サンダル間において、サイズによる硬さの違いは見られなかった。
ビーチサンダルは底部分が樹脂製サンダルと同程度の硬さのものも見られるが、底材の厚みがあるため、エスカレーターでの再現試験では巻き込まれるものが無かったものと思われた。

樹脂製サンダルが他と試料と比べ軟らかい材料特性を持っており、素材の硬さ（軟らかさ）は巻き込まれやすさとの関連性がうかがえる。

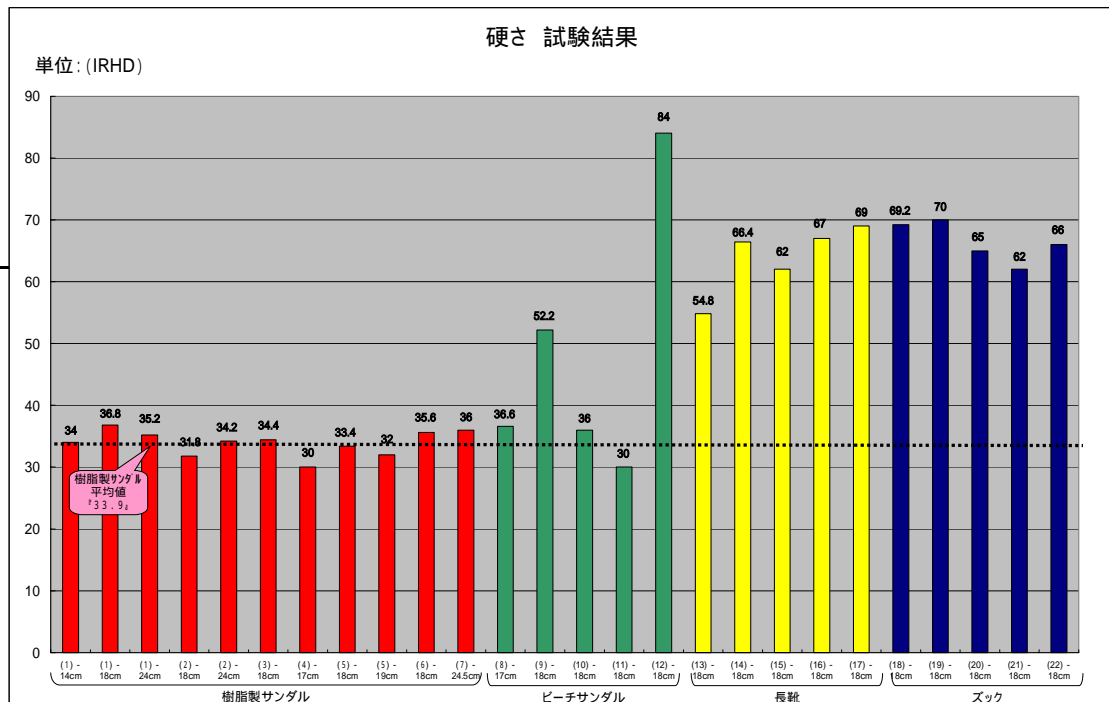


図18 硬さ

8.6 10%引張荷重

(1) 試験方法

JIS K 7113 プラスチックの引張試験方法による。

測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分を、ビーチサンダルは底部分を測定した。ビーチサンダルのうち1銘柄(12)は底部分が硬すぎたため測定できなかった。

この試験では、弱い力で初期の伸びが起こる程、エスカレーターに引き込まれやすいという想定から、伸び率10%時の引張荷重(この値が小さいと、初期段階の伸びに必要な力が小さいことを示すが、逆に小さい力で伸びることもあり、伸びやすさをも示す。)を測定し、初期の伸びに必要な力が、巻き込まれやすさの要因の1つであるどうかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

結果を図19に示す。

樹脂製サンダルは、長靴と同じ程度の値であった。

樹脂製サンダルは、ビーチサンダル、ズックと比べるとかなり小さい値を示していた。

ビーチサンダル等と比べ、樹脂製サンダルは10%引張荷重が小さく、10%引張荷重は巻き込まれやすさとの関連性がうかがえる。

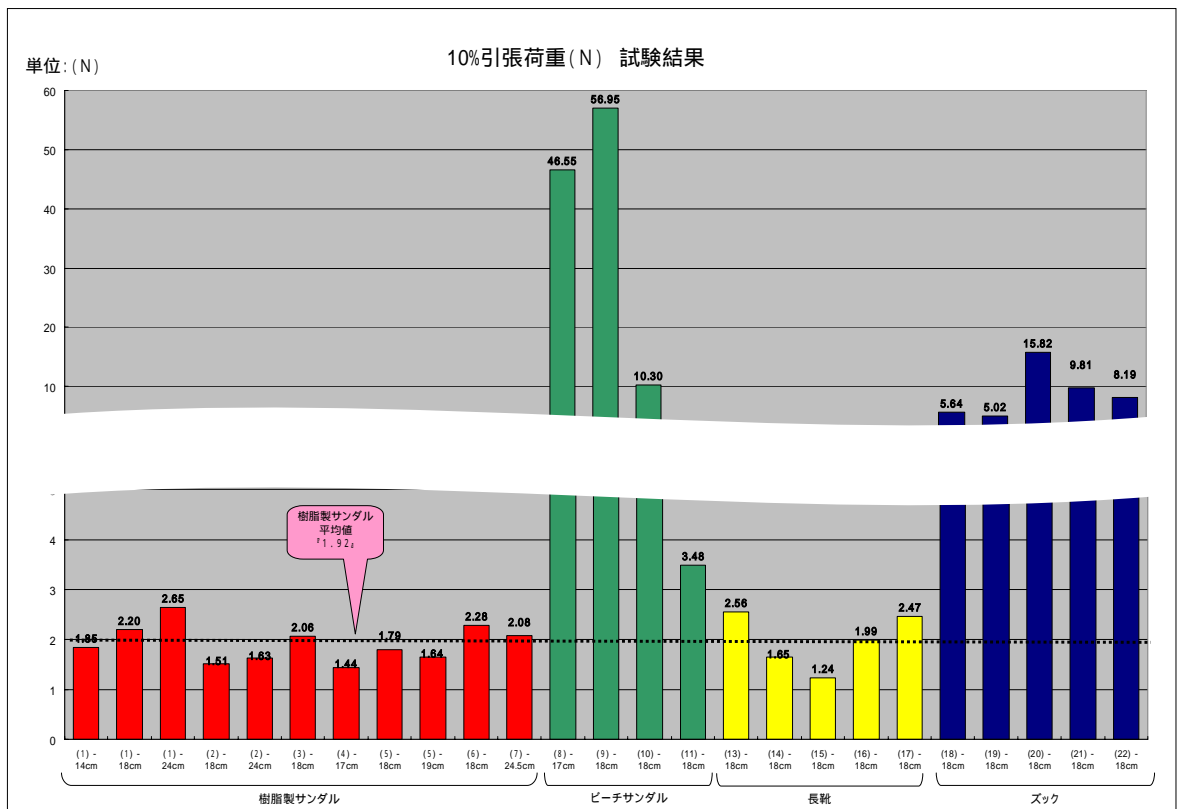


図19 10%引張荷重

8.7 厚さ

(1) 試験方法

JIS Z 1711 ポリエチレンフィルム製袋 厚さ測定方法による。
測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分を、ビーチサンダルは甲部分が無いことから底部分を測定した。

この試験では、素材が薄い程、エスカレーターの間には巻き込まれやすいとの想定から、材質の厚さが、巻き込まれやすさの要因の1つであるどうかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

結果を図20に示す。

樹脂製サンダルの厚さは、長靴、ズックに比べて比較的大きい値を示していた。

樹脂製サンダルではサイズが小さいほど厚さが小さい(薄い)値を示していた。

ビーチサンダルは、底部分測定のためかなり厚い。これは、伸びる材質でありながらも再現試験で巻き込まれなかったことの1つ要因と推測された。

材質の厚さは、子供用の薄いサンダルで事故が多いこと(上記)ビーチサンダルに関する推測(上記)から、巻き込まれやすさとの関連性がうかがえる。

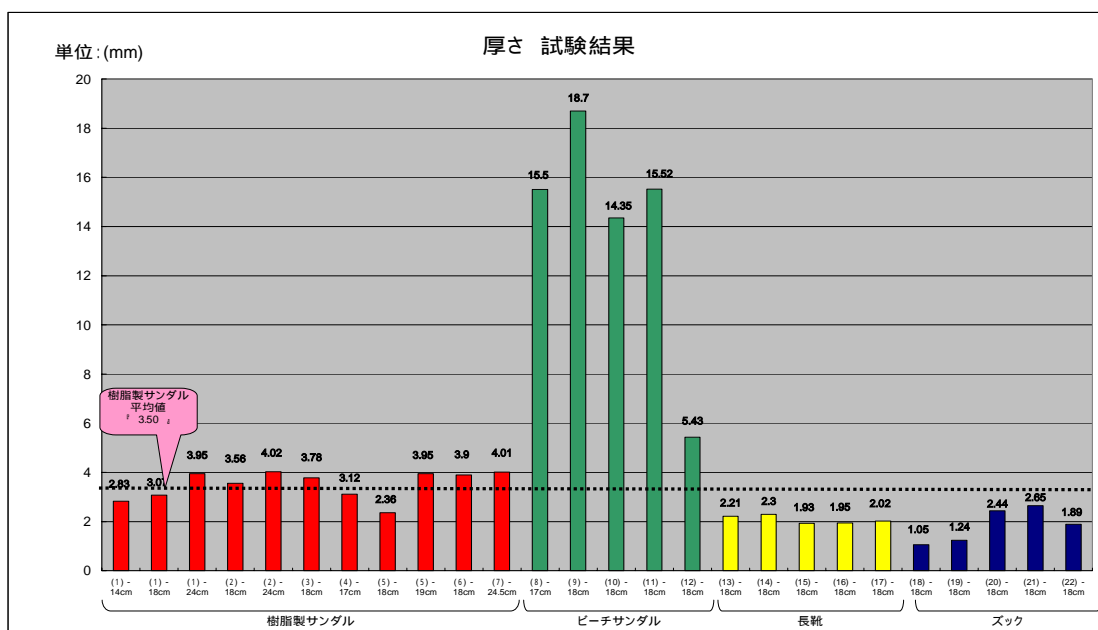


図20 厚さ

8.8 伸び率

(1) 試験方法

J I S K 7 1 1 3 プラスチックの引張試験方法による。

測定箇所は、樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分を、ビーチサンダルは底部分を測定した。ビーチサンダルのうち1銘柄(12)は底部分が硬すぎたため測定できなかった。

この試験では、素材が伸びる程、エスカレーターの間隙に巻き込まれやすいという想定から、伸び率が、巻き込まれやすさの要因の1つであるどうかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

結果を図21に示す。

樹脂製サンダルは大きい伸び率を示し、長靴も比較的伸び率が大きく、ほとんどが200~400%伸びるものであった。

樹脂製サンダルではサイズが小さい程、伸び率が高い傾向が見られた。ビーチサンダル及びズックともに、低い伸び率であった。

樹脂製サンダルは伸び率が高く、伸びやすさはエスカレーターに巻き込みやすさとの関連性がうかがえる。

しかし、長靴の試料(14)、試料(15)が非常に高い伸び率を示しているものの、エスカレーターによる再現試験で、長靴で唯一巻き込まれたものは伸び率が比較的低い試料(13)であり、巻き込まれる現象には、種々の要因が相互に関連していることがうかがえる。

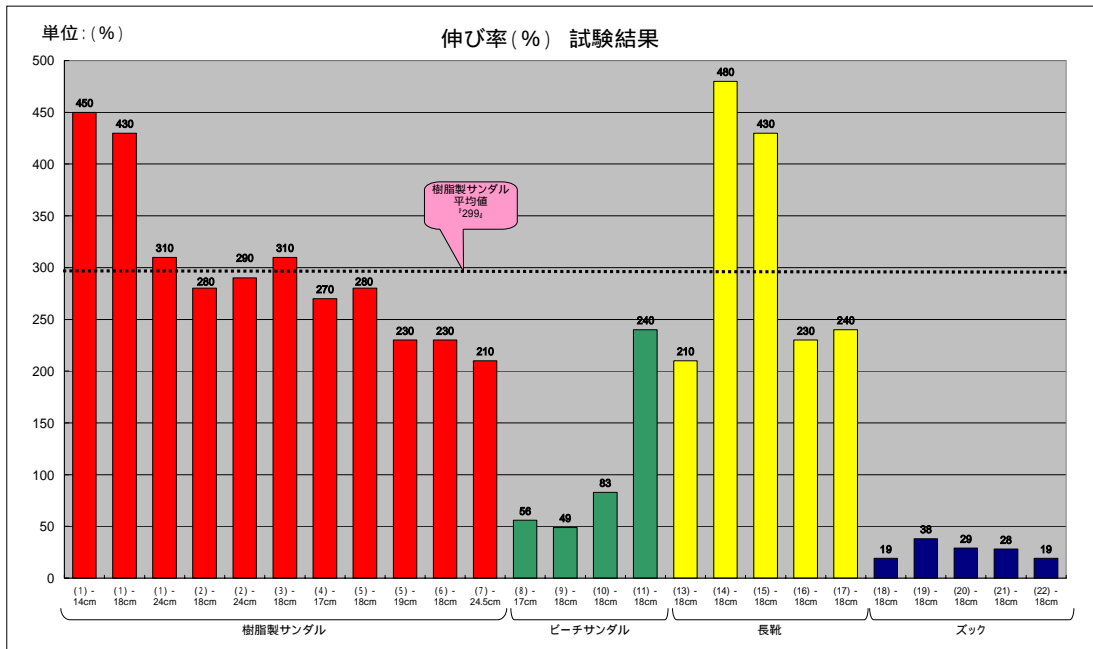


図21 伸び率

8.9 動摩擦係数

(1) 試験方法

J I S K 7 1 2 5 プラスチック - フィルムシート及びシートの摩擦係数試験方法による。

測定箇所は樹脂製サンダル、長靴及びズックは甲部分について、ビーチサンダルは底部分について動摩擦係数を測定した。測定では、スカートガードに使用されているフッ素樹脂加工を施したステンレス板を使用し、シリコンオイルをステンレス板に塗布した場合と塗布しない場合の動摩擦係数を測定した。

この試験では、履き物が接触するスカートガードとの動摩擦係数が大きいほど、巻き込まれやすいという想定から、摩擦の大きさが、巻き込まれやすさの要因の1つであるかどうかを検証した。併せて、シリコンオイルを塗布することで動摩擦係数がどの程度低下するかを検証した。

(2) 試験結果及び考察

試験結果を図2.2及び図2.3に示す。

樹脂製サンダル及び長靴は、全体的に動摩擦係数は比較的大きい値であった。

ズック、ビーチサンダルは一部を除き全般的に比較的小さい値であった。

再現試験で、長靴で唯一巻き込まれた試料(1.3)は、動摩擦係数が最も大きい値を示していた。

樹脂製サンダルの動摩擦係数は比較的大きく、動摩擦係数は巻き込まれやすさとの関連性がうかがえる。

また、シリコンオイルを塗布した場合と塗布しない場合との動摩擦係数の比較は、試験結果を図2.3に示すとおり、シリコンオイルを塗布した場合、動摩擦係数が小さい値となっていることから、シリコンの塗布は巻き込まれのリスク軽減に効果的であると考えられる。

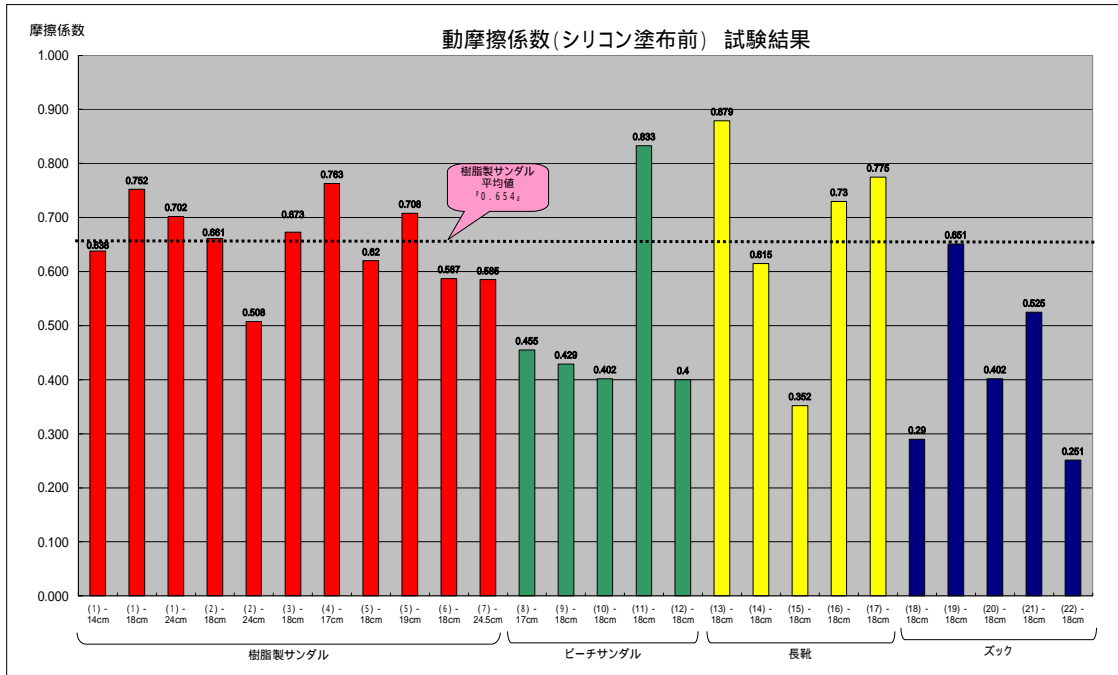


図 2 2 動摩擦係数 (シリコンオイル塗布しない場合)

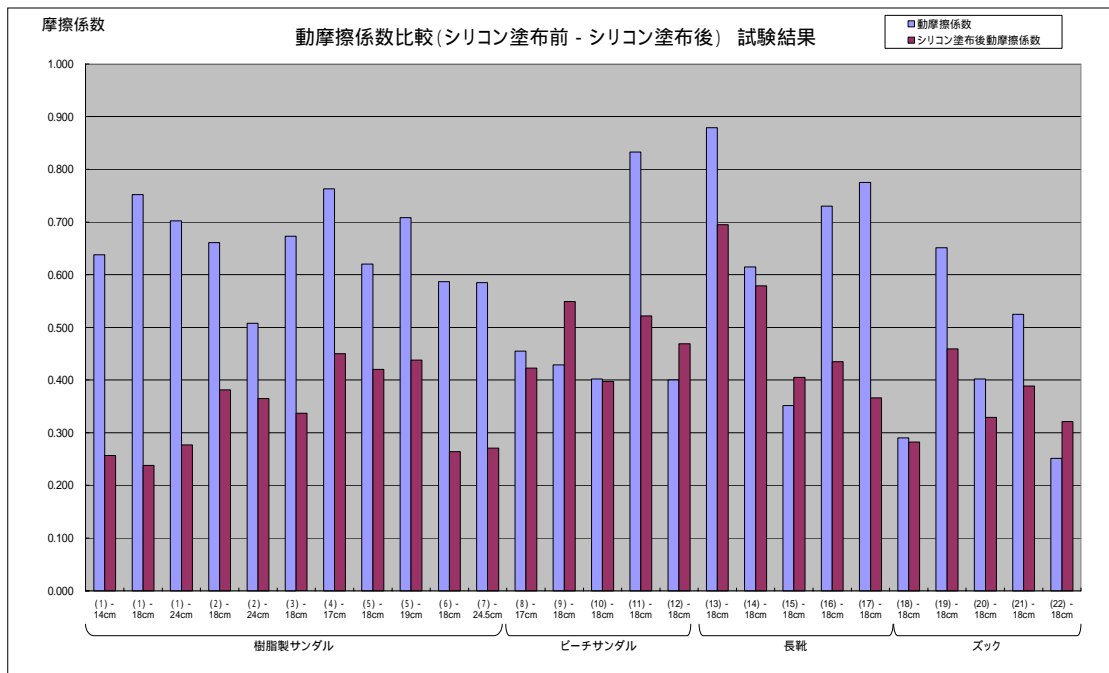
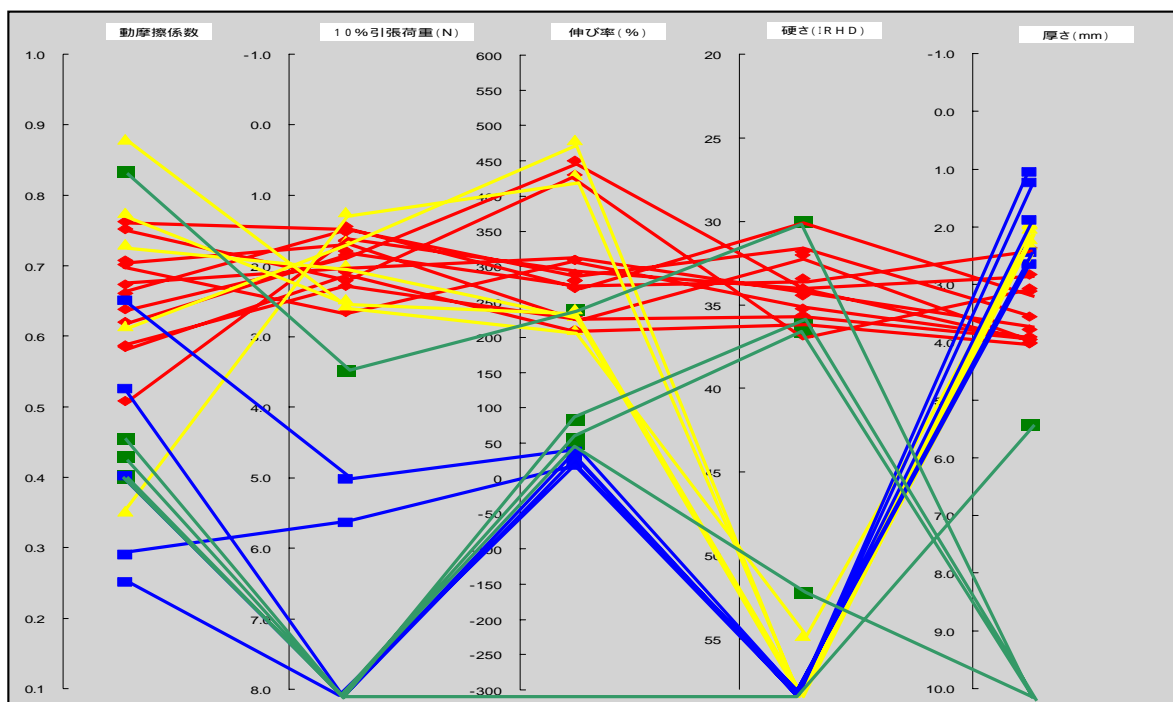


図 2 3 動摩擦係数 (シリコンオイル塗布した場合としない場合の比較)

9. 試験結果のまとめ

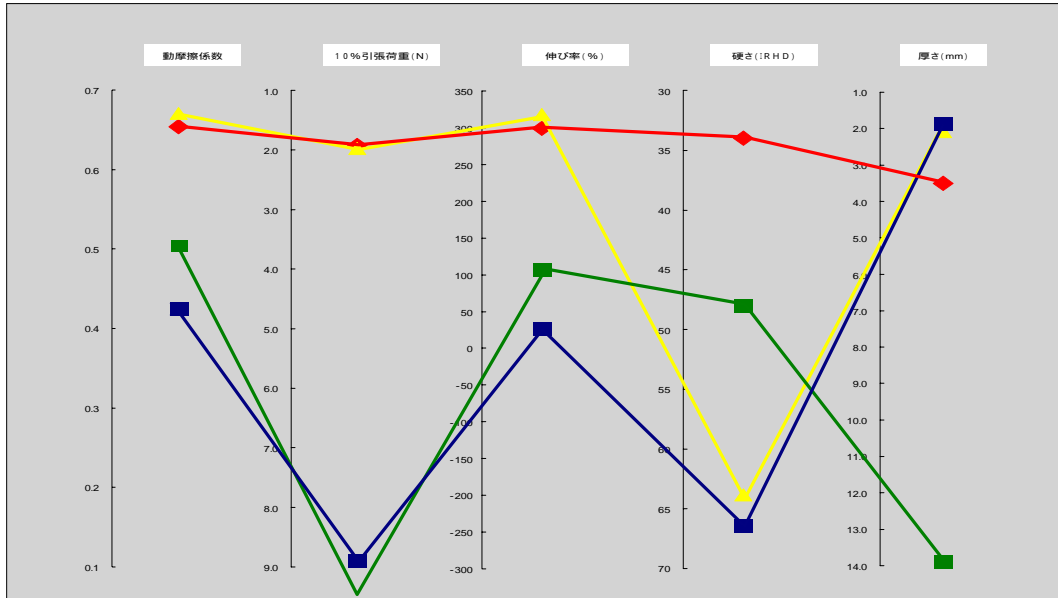
9.1 樹脂製サンダルのエスカレーターへの巻き込まれやすさとその材料特性

- (1) 巻き込まれ事故のうち、サンダルの種類が判明しているものでは、ほとんどが樹脂製サンダルの事故であること、また、今回の再現試験においても巻き込まれたものは、長靴の一例を除き、樹脂製サンダルであったことから、樹脂製サンダルは、各銘柄とも、黄色い線を踏んでスカートガードや踏段ライザーに押しつけるようにエスカレーターに乗った場合、巻き込まれやすいと考えられる。
- (2) この樹脂製サンダルは、今回の物性測定において、他の試料と比べ、総じて、軟らかい(硬さの測定値が小さい)、伸びやすい(10%引張荷重が小さい、伸び率が大きい)、滑りにくい(動摩擦係数が大きい)、という特徴を共通的に持っていることが分った。このことから、これらの材料特性を合わせ持っていることが、エスカレーターに巻き込まれやすい要因の1つであると推定される。
- (3) また、同じ樹脂製サンダルにおいても、サイズが小さい方が、薄くかつ伸びやすいことも判明した。
- (4) 更に、動摩擦係数試験において、シリコンオイルを塗布すると摩擦力が低下した。
- (5) 樹脂製サンダルは5つの材料特性で共通性がある旨上記(2)で述べたところであるが、この共通性を概括的に見るため、これら5つの材料特性(動摩擦係数、10%引張荷重、伸び率、硬さ、厚さ)を、試料ごとにプロットしたものを図24、樹脂製サンダル等履き物の種類ごとに平均した値をプロットしたものを、図25及びレーダーチャート図27~図31に示す。なお、レーダーチャートの説明を図26に示す。



(注) 赤：樹脂製サンダル、緑：ビーチサンダル、黄：長靴、青：ズック

図24 試料別に5つの材料特性をプロットした図



(注) 赤：樹脂製サンダル、緑：ビーチサンダル、黄：長靴、青：ズック

図 2.5 履き物の種類ごとの平均値をプロットした図

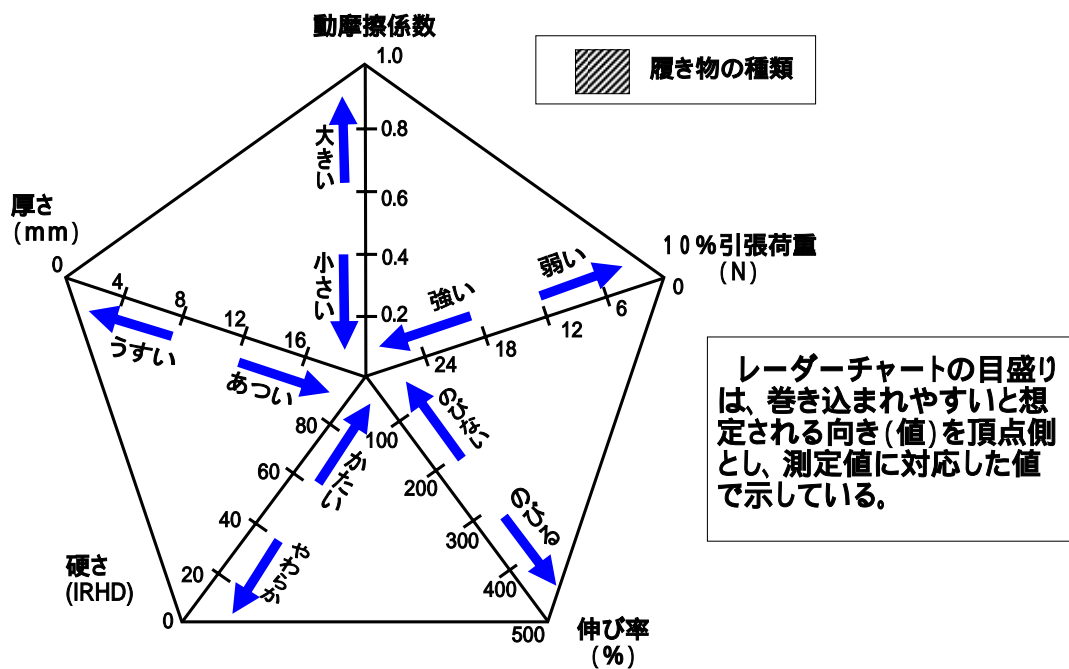


図 2.6 レーダーチャートの説明

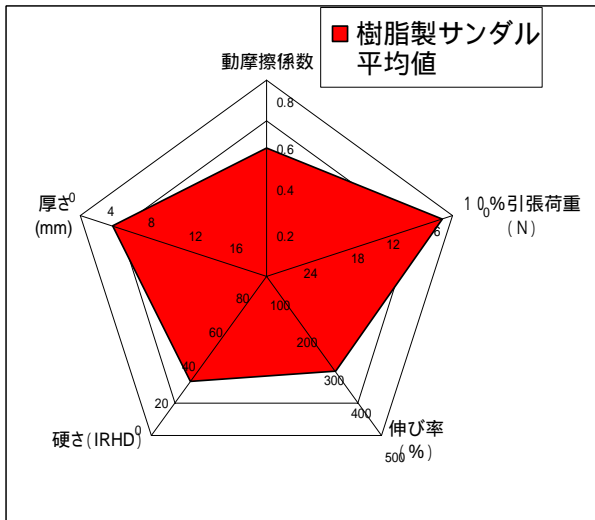


図 2 7 樹脂製サンダル

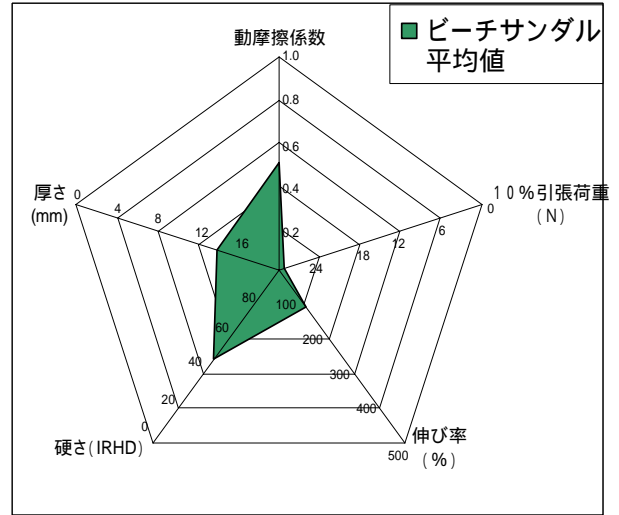


図 2 8 ビーチサンダル

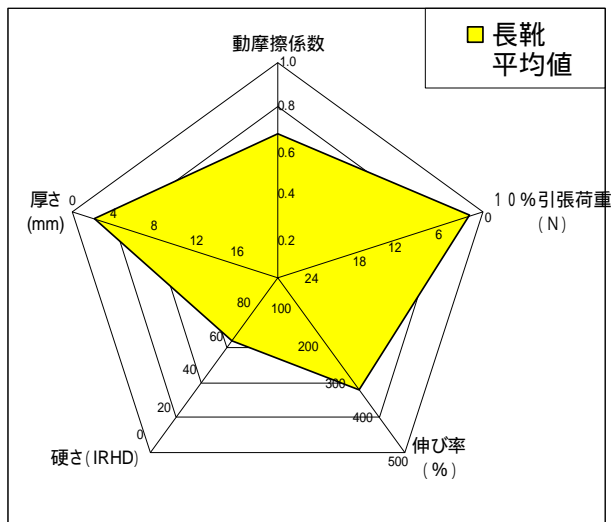


図 2 9 長靴

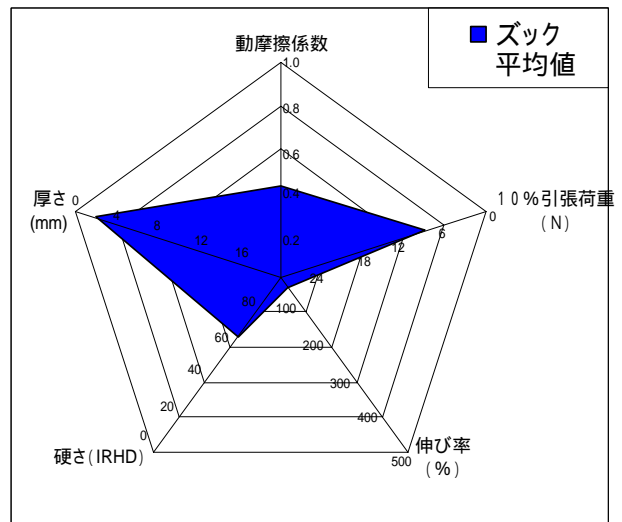


図 3 0 ブーツ

9.2 樹脂製サンダルの巻き込まれるメカニズム

樹脂製サンダルがエスカレーターに巻き込まれる箇所は次の3通りあり、そのメカニズムは次のとおりと推定される。

- (1) ステップの左右端部とスカートガードの隙間で巻き込まれるケース
巻き込まれる可能性のあるエスカレーターの位置
イ) 上りエスカレーターでは、ステップ端部とスカートガードとの隙間。
ロ) 下りエスカレーターでは、ステップ端部の垂直部分(踏段ライザーの端部)とスカートガードとの隙間。
巻き込まれるメカニズム
イ) 樹脂製サンダルを履いてステップ端部の黄色い線を踏み、サンダルの甲部分をスカートガードに押しつけるように接触する。
ロ) 材質の動摩擦係数が大きいことから、サンダルとスカートガードの間には比較的大きな摩擦力が生じる。
ハ) この摩擦力によって、伸びやすい性質であるサンダルが引き伸ばされ、厚さが薄くなり、ステップ端部の隙間に甲部分から引き込まれる。
ニ) 隙間に挟み込まれたサンダルは、材質の伸びやすさ等から、更に、隙間に引き込まれ、時には、足の指までもが挟まれることもあると推定される。
- (2) ステップと前(又は後)踏段ライザーの隙間で巻き込まれるケース
ステップの黄色い線を踏み、サンダルの甲部分を、上りでは前(又は下りでは後)の踏段ライザーに押しつけるように接触すると、降り口で徐々に段差が水平となっていく過程で、上りでは前(又は下りでは後)の踏段ライザーとステップとの隙間に挟み込まれる。巻き込まれる過程は、上記(1)と同様である。
- (3) くし板で巻き込まれるケース
少数の事故報告はあるものの、再現試験では、再現しなかったこと等から、詳細は不明である。

10. 結論及び要望

10.1 結論

- (1) 事故報告件数や再現試験の結果から、樹脂製サンダルは、各銘柄とも、巻き込まれやすい傾向にある製品であると言える。このことから、その材質の共通特徴である「滑りにくい」、「軟らかい」及び「伸びやすい」の3つの性質を併せ持っていることが巻き込まれの要因の一つとなっていると推定される。
- (2) 他の要因としては、履き物の形状、スカートガード(又は踏段ライザー)への履き物の押しつけ程度、エスカレーターのコンディション(スカートガード部への潤滑剤の塗布状況)等種々の要因が相互に影響し合っただけで事故が発生しているものと考えられる。
- (3) しかし、こうした巻き込まれ事故は、エスカレーターの正しい乗り方を理解し守っていれば、防げることは言うまでもない。
- (4) また、今回の事故は、子供において多く発生していることが、特徴的である。これは、サンダルのサイズが小さいと素材が薄くなり、より伸びやすくなることなども考えられるが、子供には正しい乗り方や危険性を認識できていないことも影響していると推定される。
- (5) シリコンを塗ると摩擦が低下することから、スカートガードにシリコンオ

イルを塗布すると、巻き込まれのリスク低減に効果的であると考えられる。

10.2 N I T E からの提案・要望

(1) サンドルの製造・輸入事業者に向けて

樹脂製サンダルについては、製品のタグやパッケージなどで、子供が見てもわかりやすい方法で注意喚起を徹底して行うことを要望します。

樹脂製サンダルについては、万一、エスカレーターで正しい乗り方がなされなかった場合に備えて、今後、巻き込まれのリスク低減のため、動摩擦係数を低下させる、硬さを強化する、伸びにくくする等の材質の改良・変更を図る、甲部分が直接エスカレーターに接触しにくいようにする等、形状・構造の改善を図る等の商品設計の工夫を要望します。

(2) エスカレーターの保守事業者、エスカレーター設置者に向けて

事故防止の1つとして、エスカレーターのスカートガードの動摩擦係数を低下させることが有効と考えられます。このため、エスカレーターの日常の保守において、スカートガードにシリコンオイル等の潤滑剤を塗布することを要望します。

黄色い線の内側に立つ等正しい乗り方について、注意表示ステッカーの貼付・設置、注意放送等を、今後とも徹底することを要望します。

(3) 消費者に向けて

エスカレーターに乗る時は、エスカレーターに貼られている注意表示

(11. 参考参照) や、エスカレーター乗降時にアナウンスされている注意放送に従い、正しい乗り降りをして下さい。

特に、「黄色い線」を踏まず、「黄色い線」の内側に立つように注意して下さい。

子供で事故が多く発生していることから、保護者の方は、子供がエスカレーターを使用する際は、危険な乗り方、遊び乗りなどをしないよう、エスカレーターの正しい乗り方を教えるとともに、子供の安全な乗り降りに注意してください。

樹脂製サンダルを履いてエスカレーターに乗る時には、特に上記 に注意して頂くとともに、当該サンダル以外であっても、ゴム製の履き物、ビニル製の履き物、靴紐、裾丈が長い衣服などでも、巻き込まれる可能性がありますので注意して下さい。

11. 参考

11.1 エスカレーターの注意表示（従来ステッカー）

従来から社団法人日本エレベータ協会、製造事業者及び保守事業者が実際に貼付しているステッカーの例。



11.2 エスカレーターの注意表示（事故後ステッカー）

樹脂製サンダルの巻き込まれ事故を受け、社団法人日本エレベータ協会、製造事業者及び保守事業者が事故の防止を目的に新たに作成したステッカーの例。



（リーフレット）



11.3 安全な乗り方のための普及啓発活動の取り組み

樹脂製サンダルの巻き込まれ事故を受け、社団法人日本エレベータ協会、製造事業者では各メディアを使って事故防止のため安全な乗り方の普及を行っている。

(1) 電車内広告の例。



(2) 全国の幼稚園及び小学校へ配布したDVDの例。



幼稚園へ配布したDVD (約 14,000 園)

小学校へ配布したDVD (約 23,000 校)