婦人靴のヒール取付強さに関する研究
（1）ヒールの硬度およびヒールピンの形状とヒールピン保持力の関係

都立皮革技術センター台東支所　**砂　原　正　明**

皮革技術センター台東支所は平成21年度から平成23年度まで「婦人靴のヒール取付強さに関する研究」を行った。その結果を三回に分けて記載する。

１．はじめに

市場では流行に応じた様々なデザインの婦人靴が販売されている。特に細く高い形状のヒールを装着した婦人靴が多く見受けられる。十分なヒール取付強さを持つものが多いが、中にはヒール取れ事故を起こす危険性のある商品も混在している。着用者の安全に直接関わる部分であるだけに、品質管理に一層注意を払い安全性をより高めることが求められる。

都立皮革技術センター台東支所では、依頼試験としてISO22650「履物-靴の試験法-ヒール取付強さ」に基づき婦人靴のヒール取付強さを測定している。ここ数年、全依頼試験件数のうち約40%がヒール取付強さ試験であることから本試験の重要性が伺える。しかし、これまでにヒール取付強さと婦人靴の製造法、材料、例えばヒール、ヒール固定ピン（図１参照）、中底等の関係を明確にした報告は少ない。ヒール取れ事故の要因としては、

(1) ヒールの問題：硬度不足でピンが抜けやすい。デザイン的にピンを保持する厚さが足りない。
(2) ピンの問題：長さ・本数が足りない。形状が靴材料として適していない。ピン自体の強度が低い。
(3) 中底材の問題：強度不足のためピンを打ち込んだときにピンの頭がすり抜け、その穴から引き裂かれてしまう。

などが考えられる[1)]。

そこでまず硬度の異なるヒール５種類、形状が異なるヒールピン４種類を用い、ISO19957「履物-ヒールの試験法-ヒールピン保持力」に基づきヒールのヒールピン保持力を測定し、ヒールの硬度およびヒールピンの形状とヒールピン保持力の関係を検討した。また、ISO20867「履物-中底の試験法-ヒールピン保持力」に基づきシートボードのヒールピン保持力を測定し、今後の実験に用いるシートボードの選定を行った。これらの結果を基に靴材料を選択し、中底とヒールを取り付けた試料を作成し、靴材料とヒール取付強さの関係を検討した。

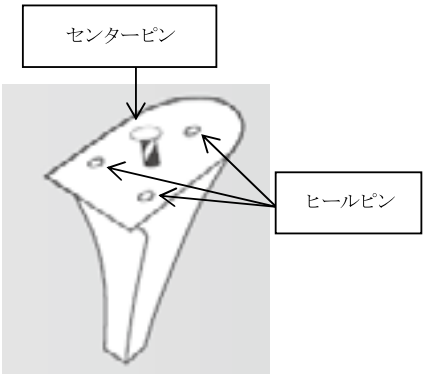

図１　ヒールピンとセンターピン

２．実験方法

２．１　実験試料

２．１．１　ヒール

A社から３種類（以下A-1、A-2、A-3と表す）、B社から１種類（以下Bと表す）、C社から１種類（以下Cと表す）のABS（アクリル・ブタジエン・スチレン）樹脂ヒールを入手した。５種類のヒールの成分、形状、高さ（ヒール・エレベーション方式[2)]で約72mm）はほぼ同じである。

２．１．２　ヒールピン

表１および図２に示す４種類のヒールピン（以下ヒールピン１、ヒールピン２、ヒールピン３、ヒールピン４と表す）を実験に用いた。ヒールピン１はスクリュー釘、ヒールピン２・３・４はバットレスねじ（鋸刃ねじ）である。バットレス（Buttress）とは、元々建築物の外壁の補強のため屋外に張り出す形で設置された部分を表す建築用語であるが、ねじの場合には鋸状の突起を指す。

２．１．３　シートボード

シートボードは中底を形成する靴材料の一つで、主成分は古紙である。ファイバーボードに接着され中底を強化する役目をもつ。中底部分の構造の概要を図３に示す。婦人靴製造に比較的よく使われている３種類のシートボード（以下シートボード１、シートボード２、シートボード３と表す）を実験に用いた。

表１　実験に用いたヒールピンの形状

ヒールピンの種類	直径(mm)	長さ(mm)	バットレスの数(個)	特徴
ヒールピン１	1.6	18	0	スクリュー状の溝が彫られている。
ヒールピン２	1.6	18	14	バットレスは寝ている
ヒールピン３	1.8	18	14	バットレスはやや立っている
ヒールピン４	2.0	16	10	バットレスが最も立っている

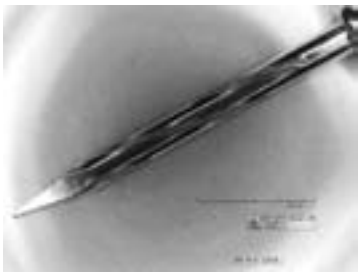

図2-1　ヒールピン１

図2-2　ヒールピン２

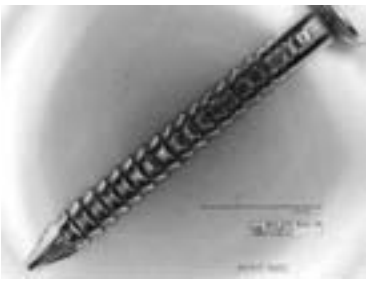

図2-3　ヒールピン３

図2-4　ヒールピン４

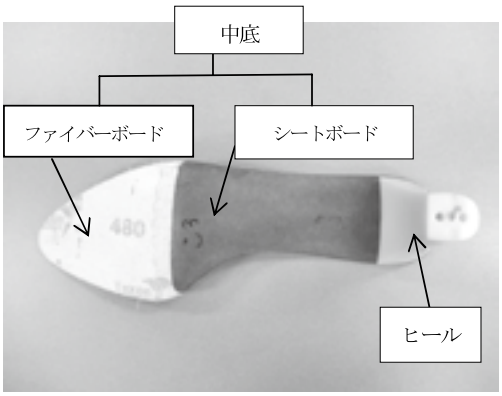

図３　中底の構造

２．２　実験方法

２．２．１　ヒールの硬度とヒールピン保持力の測定

JIS K 7202-2「プラスチック-硬さの求め方-第２部：ロックウェル硬さ」に基づき５種類のヒールの硬度を測定した。また、ISO19957に基づきヒールのヒールピン保持力を測定した（図４）。毎分40mmの速度でヒールピンを引っ張り、引き抜くまでの最大荷重（N）を測定し、その値を{ヒールピンの打ち込み深さ－4}（mm）で除し、ヒールのヒールピン保持力（N/mm）とした。

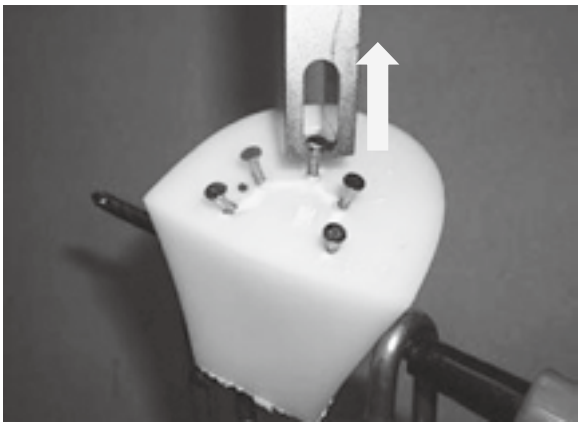

図４　ヒールのヒールピン保持力の測定

２．２．２　シートボードのヒールピン保持力の測定

ISO20867に基づきシートボードのヒールピン保持力を測定した（図５）。中底の一部材であるシートボードのヒールピン保持力は靴のヒール取付強さの測定に大きな影響を及ぼす。シートボードの強度が足りないとヒールピンを打ち込んだときにヒールピンの頭がすり抜けてしまう。その状態でヒール取付強さを測定すると、ヒールピン打ちつけにより開いた穴からシートボードが引き裂かれ靴本体が破壊し、正確なヒール取付強さを測定することができない。したがって、シートボードの選択はヒール取付強さを向上させる上で重要である。今後の実験において使用するシートボードを選択する必要があり、本実験を行った。

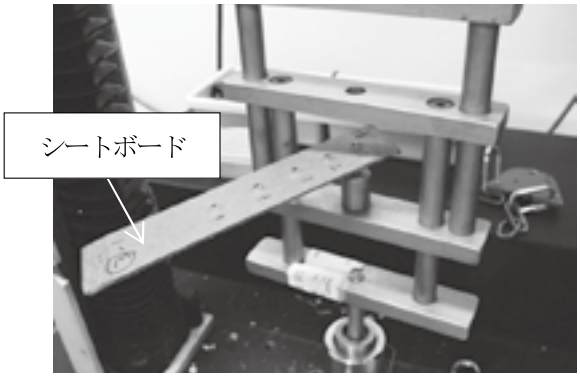

図５　シートボードのヒールピン保持力の測定

２．２．３　ヒール取付強さの測定

図３に示す中底とヒールを取り付けた試料を作成し、ISO22650に基づきヒール取付強さを測定した。ファイバーボードは米国Texon社製のTexon480（厚さ約1.5mm）、シャンクは鋼製で長さ94mm、幅12mm、厚さ1.3mm、一本溝・端溝付きタイプである[3)]。

ヒール、ヒールピン、シートボードの選択は2.2.1および2.2.2に示した実験の結果を基に行うこととした。ヒールピンの本数は１試料につき５本とした。ISO22650ではヒールを引っ張る位置（ヒール穴を開ける位置）をヒール先端から10mmの部分と規定している。本実験ではこの他にヒール先端から35mmの部分を引っ張る実験も行うこととした（図６）。ヒール穴10mmの試

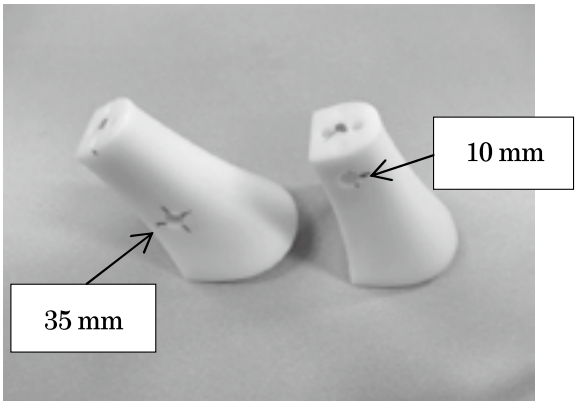

図６　ヒール穴の位置

料は高ヒール靴、ヒール穴35mmの試料は低ヒール靴を模したものと見なすことができる。これによりヒールの高さがヒール取付強さに与える影響も検討できると考えられる。

３．実験結果と考察

３．１　ヒールの硬度およびヒールピンの形状とヒールピン保持力の関係

ヒールの硬度およびヒールピン保持力の測定結果を表２に示す。

表２　ヒールの硬度およびヒールピン保持力

ヒールの種類	ヒールの硬度	ヒールのヒールピン保持力（N/mm）			
		ヒールピン１	ヒールピン２	ヒールピン３	ヒールピン４
C	90	未測定	80	89	132
A-1	91	24	90	99	94
B	97	未測定	92	100	128
A-2	102	30	117	116	117
A-3	107	38	134	128	127

ヒールの硬度とヒールピン保持力の関係を見ると、ヒールピン４を除き、どのヒールピンを使用したときも、ヒールの硬度が高いほどヒールピン保持力が高くなる傾向が見られた。ISO20573「履物-履物材料の性能要件-ヒールとトップピース」では婦人靴のヒールのヒールピン保持力の性能要件を80N/mm以上としている。ヒールピン１を使用した場合は、ヒールの種類に係わらずこの性能要件を満たしていない。ヒールピン２・３・４はどのヒールを使用したときにもこの性能要件を満たしている。ヒールピン２とヒールピン３を使用したときのヒールピン保持力を比較すると、ヒール硬度が低いヒールC・A-1・Bの場合にはヒールピン３の方が高い値を示したが、ヒール硬度が高いヒールA-2・A-3の場合にはほぼ同等であった。また、ヒールA-2・A-3を使用した場合には、それぞれにおいてヒールピン２・３・４を使用した場合の間でほとんど差は見られなかった。

これらの結果から、①バットレスがないスクリュー釘であるヒールピン１はヒールの固定材としては不向きである、②ヒール硬度がおよそ100を超え硬い場合、ヒールピンのバットレスの数や角度は大きな影響を及ぼさず高いヒールピン保持力が得られる、③ヒール硬度がおよそ100未満のやや柔らかいヒールの場合、ヒールピン３・４を使用した場合の方がヒールピン２を使用した場合よりもヒールピン保持力は高いことがわかった。しかし、前述のようにヒールピン２を使用した場合には、どのヒールを使用した場合においても性能要件を満たすヒールピン保持力が得られており、3.3で使用するヒールピンとして十分であると考えられる。

３．２　シートボードのヒールピン保持力測定結果

３種類のシートボードのヒールピン保持力の測定結果を表３に示す。ISO20881「履物-履物材料の性能要件-中底」では、ヒール高さ（後部）50～74mmの婦人靴の中底のヒールピン保持力の性能要件を、乾燥：900N以上、湿潤：800N以上としている。シートボード３は乾燥・湿潤ともに性能要件を満たしていない。シートボード１・２は乾燥・湿潤ともに性能要件を満たしている。シートボード１のヒールピン保持力が最も高かったことから3.3で使用するシー

表３　シートボードのヒールピン保持力

シートボードの種類	厚さ（mm）	シートボードのヒールピン保持力（N）	
		乾燥	湿潤
シートボード1	2.6	1,028	862
シートボード2	2.6	921	842
シートボード3	2.7	764	534

トボードはシートボード１とした。

３．３　ヒール取付強さの測定結果

3.1および3.2で示した実験結果と、入手できる試料の数量の制限から、ヒールはA-1、A-2、A-3の３種類、ヒールピンはヒールピン２、シートボードはシートボード１とし、中底にヒールを取り付けたヒール取付強さ測定用試料を作成した。

ヒール穴10mmの試料のヒール取付強さ測定をまず試みた結果、ヒールが硬い場合に（A-2、A-3）、ヒールが取れる前に中底が折れてしまい、正確なヒール取付強さを測定することができない現象が起きた。そこで図７に示すように、金具を用い試料の中底を靴型に固定してヒール取付強さの測定を行うこととした。本法によるヒール穴10mm（高ヒール）およびヒール穴35mm（低ヒール）の試料のヒール取付強さ測定結果を表４に示す。中底固定した場合のヒール取付強さを、ヒール穴位置の異なる試料で比べると、どのヒールにおいてもヒール穴10mmの場合の方がヒール穴35mmの場合より低かった。このことから他の条件が同じでもヒールが高くなるとヒール取付強さは低くなると考えられる。ヒールがヒールピンにより中底に固定されている位置を支点、ヒールを引っ張る位置（ヒール穴の位置）を力点として「てこの原理」が働いていると考えられる。支点と力点の距離が大きくなるほど、すなわちヒールが高くなるほどヒールピンはヒールから抜けやすくなる。高いヒールの婦人靴を製造するときにはヒール取付強さに注意が必要であることが改めて確認できた。

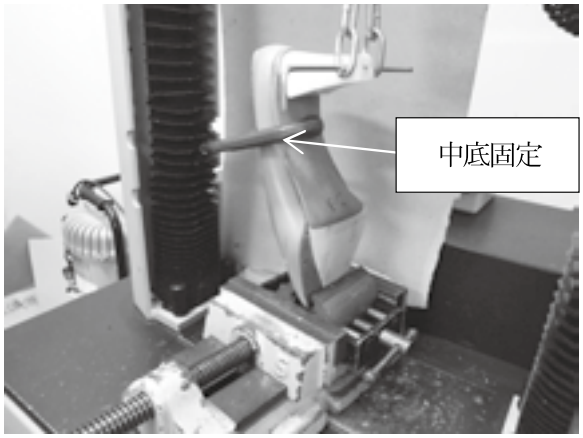

図７　ヒール取付強さの測定

表４　ヒール取付強さの測定結果

ヒールの種類	ヒール取付強さ（N）		
	ヒール穴位置 10mm（高ヒール）	ヒール穴位置 10mm（高ヒール）	ヒール穴位置 35mm（低ヒール）
	中底固定なし	中底固定あり	中底固定あり
A-1	291	475	786
A-2	260*	546	919
A-3	276*	569	882*

*:ヒールが取れる前に中底が折れた。

ヒールピンが抜ける状態を観察していると、柔らかいヒール（A-1）の場合には途中で中底が折れることなく、きれいにヒールピンが抜け、正確なヒール取付強さが測定できた。硬いヒール（A-3）の場合には、中底を靴型に固定したにも係わらず、ヒールピンが抜ける前に中底が折れ、正確なヒール取付強さが測定できない現象が起きた。ヒール穴位置35mmの場合のヒール取付強さを見ると、ヒールがA-2のとき（919N）よりもA-3のとき（882N）の方が低いのはこのためである。本実験では、低ヒールの場合に中底の強度がヒールのヒールピン保持力に追いついていない。中底が十分な強度をもっていれば、ヒール穴位置に係わらず、ヒール硬度が高いほどヒール取付強さが高くなる傾向が見られたと推測される。ヒール取付強さ測定中の中底折れの問題は現行の測定法の限界といえる。現行法では靴の爪先を固定し、ヒールをかかと側（後方）に引っ張るが、今後はヒールを爪先側（前方）に引っ張るなど、中底等の強度に左右されない新しい測定方法を考

える必要があることが示唆された。

４．まとめ

硬度の異なるABS樹脂ヒール５種類、形状が異なるヒールピン４種類、強度が異なるシートボード３種類を用い、ISO法に基づきヒールのヒールピン保持力、シートボードのヒールピン保持力を測定した。その結果を基に中底とヒールを取り付けた試料を作成し、靴材料とヒール取付強さの関係を検討した。以下の結果が得られた。

(1) ヒールの硬度が高いほどヒールのヒールピン保持力が高くなる傾向が概ね見られた。

(2) バットレスがないスクリュー釘はヒールの固定材としては不向きである。本実験で用いたバットレスのあるヒールピンはヒール硬度に係わらずISOの性能要件を満たすヒールピン保持力を有していた。

(3) 高ヒールの婦人靴を製造するときにはヒール取付強さに注意する必要があることが確認された。

(4) ヒール取付強さの測定において、柔らかいヒールの場合には途中で中底が折れることなくヒールピンが抜け、正確なヒール取付強さが測定できた。しかし、硬いヒールの場合にはヒールピンが抜ける前に中底が折れ、正確なヒール取付強さが測定できない現象が起きた。これは現測定法の限界であり、今後、中底等の強度に左右されない新しい測定法を考案する必要性が示唆された。

謝辞

本実験においては、昭和女子大学の角田由美子教授と卒業生の清原加菜氏の多大なる協力がありました。深く感謝いたします。

文　献

1）皮革ハンドブック，日本皮革技術協会編, P. 433 (2005).

2）靴:科学と実際, 日本はきもの研究会編, P. 133 (1987).

3）菅野英二郎：革の接着に関する研究－シャンクと複合中底材料の性能について－, かわとはきもの, 41, 14 (1982).