
婦人靴のヒール取付強さに関する研究

(2) ヒールおよび中底のセンターピン保持力の検討

都立皮革技術センター台東支所 砂原正明

平成21年度から平成23年度の3年間、皮革技術センター台東支所が行った「婦人靴のヒール取付強さに関する研究」の第二報である。

1. はじめに

ヒールと靴本体の固定には様々なピンが使用される。高いヒール取付強さを得るには、まずヒールのピン保持力、中底のピン保持力、ピン自体の強度が高いことが求められる。前報のようにまず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¹⁾。次いで数種類のABS樹脂ヒール、センターピン、シャンクを用い、ヒールおよび中底のセンターピン保持力を測定し、これらの靴材料とセンターピン保持力の関係を検討した。また、センターピンのねじり破断強さを測定しセンターピンの強度を比較した。

2. 実験方法

2.1 実験試料

2.1.1 ヒール

前報で用いた硬度の異なる5種類のABS樹脂ヒールの内、A-1とA-3の2種類を本実験に用いた。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」(Rスケール1/2”硬球60kg)によるA-1の硬度(HR)は90、A-3の硬度は107である。

2.1.2 センターピン

ステイレットヒール(細く高いヒール)のようにヒール上面の面積が小さいヒールを用い婦人靴を製造する際、ヒールと中底を固定するためのヒールピンを多数打ち込むことは難しい。そこでヒールの中央に、ヒールピンより太いセンターピンを1本、その周囲に数本のヒールピンを打ち中底を固定する場合が多い²⁾。また、センターピンはシャンクをヒールにしっかり固定し、着用時のヒールのぐらつきを抑える役目ももつ³⁾。本実験では婦人靴製造に比較的よく使われている、形状が異なるセンターピン5種類を用いた(表1)。

2.1.3 中底材

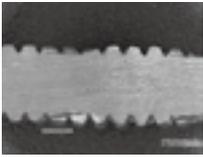
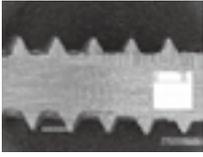
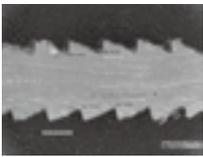
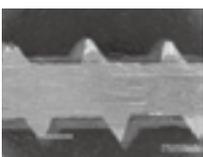
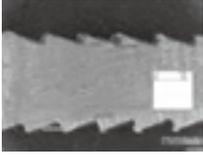
中底はシートボード、ファイバーボード、シャンクから成る。シートボードには前報で選定したシートボード1を用いた。ファイバーボードも同様に米国Texon社製Texon480(厚さ約1.5mm)を用いた。シャンクに関しては表2に示す3種類のタイプを用いた。これらを組み合わせ3種類の中底を作成した。

2.2 実験方法

2.2.1 ヒールのセンターピン保持力の測定

センターピン保持力が高くなるようにヒールとセンターピンを組み合わせ靴を製造するとヒール取付強さも高くなると見込まれる。そこでセンターピンの打ち方、センターピンの形状、ヒールの硬度の違い

表1 実験に用いたセンターピンの形状

No.	外観	断面図	頭部の直径 (mm)	軸部の直径 (mm)	長さ (mm)	特徴
1			6.5	2.6	20	ねじ山が低く、頂が平ら。ねじ山の間隔が狭い。軸部にスクリー状の溝が彫られている。頭部に十字穴なし。一般構造用圧延鋼材 (SS) 使用。
2			6.7	2.9	18	ねじ山が高く、立っている。ねじ山の間隔がやや狭い。軸部全体にねじ山あり。頭部に十字穴あり。機械構造用炭素鋼材 (SC) 使用。
3			6.7	2.8	18	鋸歯ねじ。ねじ山がセンターピン2より低く、寝ている。軸部の約1/3を占める首部分にねじ山なし。頭部に十字穴あり。一般構造用圧延鋼材 (SS) 使用。
4			7.7	2.8	20	ねじ山が高く、立っている。ねじ山の間隔が広い。軸部全体にねじ山あり。頭部に十字穴あり。機械構造用炭素鋼材 (SC) 使用。
5			9.7	3.8	19	鋸歯ねじ。頭部・軸部ともに最も太い。ねじ山が低く、寝ている。軸部の約1/3を占める首部分にねじ山なし。頭部に十字穴あり。一般構造用圧延鋼材 (SS) 使用。

がヒールのセンターピン保持力にどのような影響を与えるかを検討した。

本実験ではヒールへのセンターピンの打ち方を、①自動ピン打ち込み機を用いエアハンマーにより、センターピンを回転させずに一気に打つ「打ち込み」、②卓上ボール盤により、センターピンを回転させながら打つ「捻じ込み」の2通りとした。現在、国内の靴工場では主にこの2通りの方法が採られている。ただし、センターピン1に関しては頭部に十字穴がなく「捻じ込み」が不可能なため「打ち込み」のみとした。ヒールのセンターピン保持力をISO 19957「履物-ヒールの試験法-ヒールピン保持力」

に基づき測定した。ヒールにヒールピンを打ち、毎分40mmの速度で1本ずつセンターピンを引っ張り、引き抜くまでの最大荷重 (N) を測定し、その値を{センターピンの打ち込み深さ - 4} (mm) で除し、ヒールのセンターピン保持力 (N/mm) とした。なお、試験機のロードセル容量を考慮し、引き抜き荷重の上限は3,000Nとし、それを超える場合には「3,000N以上」とした。

2.2.2 中底のセンターピン保持力の測定

ヒール取付強さ測定の際、ヒールを引っ張ったときに、センターピンの頭部が中底から容易にすり抜けると、その穴から中底が引き裂かれ、測定値が著しく低くなる場

表2 実験に用いたシャンクの形状

シャンク No.	外観	厚さ (mm)	幅 (mm)	センターピン引っ掛け穴の幅 (mm)	特徴
1		1.3	13	9.0	センターピン引っ掛け穴の幅が広く、センターピン5のみ頭部が引っ掛かる。センターピン1・2・3・4の頭部はすり抜ける。機械構造用炭素鋼材使用。
2		1.4	15	6.5	センターピン引っ掛け穴の幅が狭く、センターピン2・3・4・5の頭部が引っ掛かる。センターピン1の頭部はすり抜ける。機械構造用炭素鋼材使用。
3		1.4	15	6.5	シャンク2と同様。ただし、センターピン引っ掛け穴が靴の長さ方向に長いため、センターピンを打ち込める範囲が広い。機械構造用炭素鋼材使用。

合がある。高いヒール取付強さを得るには、中底のセンターピン保持力が高いことが求められる。そこでセンターピンおよびシャンクの形状が中底のセンターピン保持力に与える影響を検討した。3種類の中底のヒール取付部位に直径3mmの穴をドリルで開け、その穴にセンターピンを通した(図1、図2)。ISO 20867「履物-中底の試験法-ヒールピン保持力」(乾燥)に準じて、中底を固定しセンターピン先端部を引っ張り、頭部が中底を突き抜けるまでの最大荷重(N)を測定し、中底のセンターピン保持力とした(図3)。本試験においても測定上限を3,000Nとした。

2.2.3 センターピンのねじり破断強さ

ヒール取付強さには、ヒールと靴本体を連結させるセンターピン自体の強度も大きな影響を与える。センターピンをヒールに打つとき、センターピンが折れるかあるいは曲がるとヒール取付強さは著しく低下する。ヒール取付強さを向上させるには強度が十分あるセンターピンを選択する必要が

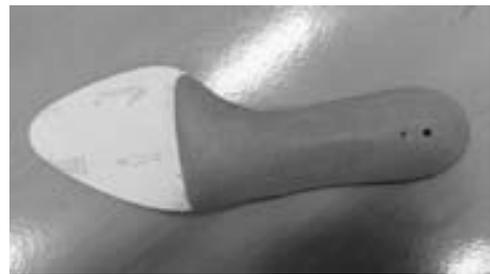


図1 中底のセンターピン保持力測定用試料(底面)



図2 同(上面)



図3 中底のセンターピン保持力測定

ある。そこで頭部に十字穴のあるセンターピン2・3・4・5のねじり破断強さを測定した。すなわち、センターピンの頭部を上にして軸部を万力で固定し、米国Vera社製ダイヤル型トルクレンチを用い、センターピンが破断するまでのねじりモーメント(Nm)を測定し、これを軸部の直径で除しねじり破断強さ(Nm/mm)とした(図4)。



図4 センターピンのねじり破断強さ測定

3. 実験結果と考察

3.1 センターピンの形状・打ち方とヒールのセンターピン保持力の関係

ヒールのセンターピン保持力の測定結果を表3に示す。ヒールA-1とA-3のセンターピン保持力をセンターピンごとに比べると、どのセンターピンにおいても、打ち方に係わらず、A-3の方がA-1よりも高かった。前報で検討したヒールピン保持力と同様、硬いヒールの方がセンターピン保持力が高いことが確認された。ヒールの種類に係わらず、5種類のセンターピンの中ではセンターピン1の保持力が最も低かった。特に、柔らかいヒール(A-1)の場合には77N/mmと、ISO 20573「ヒールとトップピースの性能要件」で規定されたヒールのヒールピン保持力の性能要件である80N/mmより低かった。ねじ山が低く、ねじ山の頂が平らなセンターピン1は、ヒールの固定には推奨できない。特に高ヒールを固定する際には注意が必要である。

センターピンをヒールに捻じ込む際、過剰な力をかけると、センターピンが空回りし、いわゆる「オーバートルク」となり、ヒールの内部が削られ損傷する。損傷が大きいと、ヒール側のねじ溝がなくなり、センターピンとヒールの締め付けが弱まり、ヒールのセンターピン保持力は低下すると考えられる。柔らかいヒール(A-1)の場合、センターピン3・4・5の保持力は

打ち方の影響を受けていない。「打ち込み」と「捻じ込み」の値はほぼ等しい。センターピン2のみ「捻じ込み」の方が「打ち込み」よりも保持力は高かった。センターピン2はA-3の場合でも「捻じ込み」>「打ち込み」であり、「捻じ込み」でのセンターピン保持力は5種類のセンターピン中最高であった。ねじ山が高く、立っていて、ねじ山の間隔(ピッチ)が狭いセンターピン2タイプのセンターピンは「捻じ込み」の方が効果的であると考えられる。センターピン2の「打ち込み」においては、過度にヒール内部が削られ、高い保持力を得ることができなかつたと考えられる。一方「捻じ込み」では、ヒール内部を過度に削ることなくセンターピンがゆるやかに進入したと推測される。ヒール内部がいわゆる「雌ねじ」状態になり、ヒールとセンターピンがしっかりと締結したと考えられる。

硬いヒール(A-3)の場合、センターピン3・4・5の保持力は「打ち込み」>「捻じ込み」であった。ヒールの硬度が高いと、捻じ込む際に過剰な力を要し、センターピンが空回りし、「オーバートルク」が生じたと推測される。これによりヒール内部が過度に削られたことが、「捻じ込み」において硬いヒール相手のセンターピン保持力が低かった原因と考えられる。

前述のように「捻じ込み」ではセンターピン2の保持力がヒールの種類に係わらず最高であったが、「打ち込み」の場合はセ

センターピン4の保持力がヒールの種類に係らず最高であった。センターピン4は、ねじ山が高く、立っているが、ねじ山の間隔が広いので「打ち込み」によりヒール内部を破壊することなく進入し、ヒールをきつく保持したと考えられる。

「捻じ込み」は「打ち込み」よりも手間、労力、センターピンを空回りさせない技術を要し、作業性が劣る。センターピン2以外、「捻じ込み」により保持力が上昇することもないことから、本実験で使用したヒールおよびセンターピンの組み合わせの範囲では、「打ち込み」の方が推奨できる。本実験で得られた範囲では、ねじ山が高く、立っていて、ねじ山の間隔が広いセンターピン4を「打ち込み」で硬度の高いヒールに打ったときに最も高いセンターピン保持力が得られた。

表3 ヒールのセンターピン保持力

ヒールの種類	ヒールの硬度	打ち方	ヒールのセンターピン保持力 (N/mm)				
			CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
A-1	91	打ち込み	77	153	144	224	132
		捻じ込み	測定不能	231	112	216	136
A-3	107	打ち込み	112	179	201	286 <	248
		捻じ込み	測定不能	271	114	240	185

3.2 センターピン頭部の形状と中底のセンターピン保持力の関係

中底のセンターピン保持力の測定結果を表4に示す。ISO 20881「中底の性能要件」では、婦人タウンシューズ用中底のヒールピン保持力（乾燥）の性能要件を、ヒール高さが50～74mmの場合は900N以上、ヒール高さが75～99mmの場合は1,100N以上としている。ただし、これらの性能要件は

シャンクが取り付けられていない中底材を対象としたものなので、本実験においては参考値である。今回の実験における測定値にはこれらの性能要件より低いものはなかった。

センターピン1を使用したときの中底のセンターピン保持力は、どのシャンクを用いたときにも1,500N前後でほとんど変化しなかった。これはセンターピン1の頭部の直径が6.5mmと細いため、どのシャンクのセンターピン引っ掛け穴にも引っ掛からないので、シャンクの形状の影響が出なかったと考えられる。

センターピン2・3・4を使用したときは、シャンク1を用いた場合よりも、シャンク2・3を用いた場合の方が中底のセンターピン保持力は高い値を示した。これは、シャンク1ではすり抜けた頭部が（図5のX線画像参照）、シャンク2・3では引っ掛かり、抜けにくくなったためと考えられる。頭部の直径が9.7mmと最も太いセンターピン5を使用した場合、シャンク1を用いたときの中底のヒールピン保持力は約1,700Nと全センターピン中で最高値を示した。これは穴の幅が広いシャンク1でもセンターピン5の頭部が引っ掛かったためと考えられる（図6のX線画像参照）。シャンク2を用いた場合は約2,400N、シャンク3を用いた場合には3,000N以上と保持力はさらに高くなった。この傾向はセンターピン4でも見られた。頭部が太いセンターピン4・5は、センターピン2・3に比べ、シャンクとの引っ掛かりの程度が大きいためと考えられる。特に、センターピン引っ掛け穴の両端が閉じられた形状をもつシャンク3の場合、センターピン4・5の保持力は3,000Nを超え、最大の効果が得られた。

以上の結果から、中底のセンターピン保持力を高めるには、センターピンの頭部を

シャンクの穴にしっかりと引っ掛けることが肝心である。頭部が小さいセンターピンを用いるときには、適切なサイズのワッシャー（座金）をセンターピン頭部と中底の間に挟み、センターピンの頭部がシャンクの穴から抜けにくくすることも有効と考えられる。ワッシャー使用例のX線画像を参考として（図7）に示す。

センターピンがシャンク穴から外れると保持力低下につながる。また、センターピンがシャンク自体に当たると、センターピンの破損や変形が起こりうる。センターピ

表4 中底のセンターピン保持力

センターピン No.	センターピン頭部の直径 (mm)	中底のセンターピン保持力(N)		
		シャンク1	シャンク2	シャンク3
CP1	6.5	1,520	1,484	1,497
CP2	6.7	1,299	1,925	1,804
CP3	6.7	1,241	1,523	1,481
CP4	7.7	1,442	2,380	3,000<
CP5	9.7	1,682	2,367	3,000<

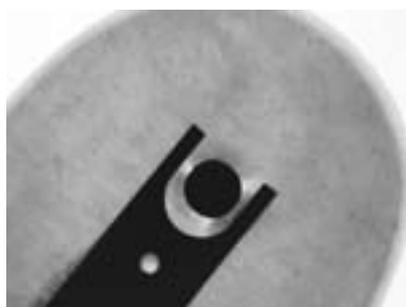


図5 シャンクとセンターピン頭部のX線画像 (シャンク1とセンターピン2)



図6 シャンクとセンターピン頭部のX線画像 (シャンク1とセンターピン5)

ンをシャンク穴に確実に打つためには、まずシャンクの形状やサイズをよく把握しておくことが重要である。また、シャンク3のような穴の範囲が広いものを使うことも、的をはずす確率を低下させるために有効と考えられる。

3.3 センターピンのねじり破断強さ測定結果

センターピンのねじり破断強さ測定結果を表5に示す。センターピンのねじり破断強さは、機械構造用炭素鋼材使用>一般構造用圧延鋼材使用である傾向が見られた。測定後の破断したセンターピンを観察すると、一般構造用圧延鋼材を使用したセンターピン3とセンターピン5において、ねじ山が始まる箇所で破断する傾向が見られた（図8）。ねじ類のねじり破断強さについては特に性能要件は定められておらず、これらの測定結果から、それぞれのセンターピンがヒール固定に十分な強度をもつか否かを一概に判定することはできない。皮革技術センター台東支所に持ち込まれる依頼試験や技術相談において、ヒール取付強さが極端に低い婦人靴をX線装置で調べると図9のようにセンターピンが折れている場合がある。センターピンの折れがヒール取付強さ低下の原因と考えられる。したがって、センターピンを選択するときにはセンターピン自体の強度も一つの要素として考慮すべきであろう。

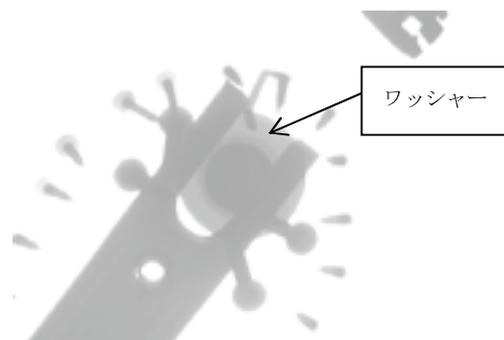


図7 ワッシャーを使用した場合のX線画像(参考)

表5 センターピンのねじり破断強さ

センターピンの種類	ねじり破断強さ (Nm/mm)
センターピン2 (SC)	1.2
センターピン3 (SS)	0.6
センターピン4 (SC)	2.0
センターピン5 (SS)	0.9

4. まとめ

数種類のABS樹脂ヒール、センターピン、シャンクを用い、ヒールのセンターピン保持力と中底のセンターピン保持力を測定し、これらの靴材料とセンターピン保持力の関係を検討した。その結果は以下のとおりである。(1)硬いヒールの方がセンターピン保持力も高い。(2)ねじ山が低く、ねじ山の頂が平らなタイプのセンターピンはヒール固定に不向きである。(3)ねじ山が高く、立っていて、ねじ山の間隔が広いタイプのセンターピンを、自動ピン打ち込み機により、回転させずに一気に硬度の高いヒールに打ち込んだ場合に最も高いセンターピン保持力が得られた。(4)センターピンの頭部がすりぬけずに穴に引っ掛かるタイプのシャンクを用いると、中底のセンターピン保持力は向上した。(5)一般構造用圧延鋼材(SS)を使用したセンターピンよりも機械構造用炭素鋼材(SC)を使用したセンターピンの方がねじりに対する強度が高い傾向が見られた。SC製のセンターピンの方が安全性が高く推奨される。以上の点を踏まえて靴材料を選択することが、ヒール取付強さの向上につながると考えられる。



図8 ねじり破断強さ測定後のセンターピン5

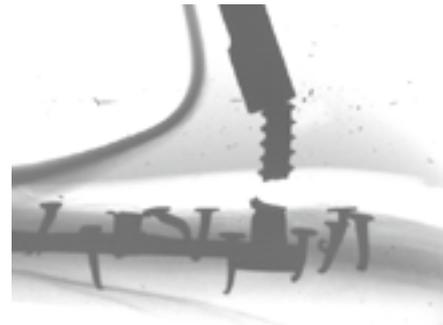


図9 センターピンの折れ事故X線画像(参考)

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大年美帆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) かわとはきもの, No. 160, 8-13 (2012).
- 2) "Tacks and Nails", *World Footwear*, **23**, No. 5, 25-28 (2009).
- 3) Allen, D., "Steel Shanks", *World Footwear*, **16**, No. 4, 42-44 (2002).