

婦人靴ハイヒールの強度に関する研究（第2報）

東京都立皮革技術センター台東支所

1 はじめに

靴業界では、ヒールを塗装することにより強度が低下すると懸念する声があり、早急な解明が求められている。ABS樹脂の亀裂の発生や表面塗装の影響を研究した報告があるが、塗装が婦人靴ヒールの強度に及ぼす影響についての報告はないので、当所で実験を行った。

また、第1報（「かわとはきもの」No.139）で報告したように、ヒールの耐疲労性試験では測定値にばらつきが生じることがあるが、その原因を明らかにするため、測定後の試料を X線検査装置で観察し、ヒール内部の状況（気泡の有無、補強芯の長さ等）がヒール強度に及ぼす影響を検討した。

2 塗装がヒール強度に及ぼす影響

(1) ヒールの塗装

実験には、ヒール A（ABS樹脂素材、補強芯なし、高さ80ミリメートル）を用いた。ヒールメーカーに依頼して、一液性アクリル系樹脂塗料、スタック用アルコール染料及び二液性ウレタン塗料による塗装を行った。

(2) ヒール強度の測定

ISO19956に基づき、ヒール耐疲労性試験を行い、塗装前後のヒール強度を比較した。

アクリル系樹脂塗料、スタック染料につ

いて、塗装後1か月、6か月、12か月の時点で耐疲労性試験を行い、ヒール破損時の打撃回数を求めた（表1）。

表1 塗装がヒール耐疲労性に及ぼす影響

塗装の種類	放置期間 (月)	測定数 (個)	破損時打撃回数(回)	
			平均	標準偏差
なし	1	6	2567	382
	6	5	2555	228
	12	6	2673	258
アクリル系 樹脂塗料	1	5	2441	227
	6	5	2480	467
	12	5	2376	254
スタック 染料	1	5	2428	291
	6	2	2574	330
	12	5	2508	407

いずれも2500回前後で破損しており、塗装の違いによる差異は認められなかった。

ウレタン塗料は、塗装直後と1か月の時点で耐疲労性試験を行った。塗装直後に耐疲労性が低下するという結果が得られたが、1か月後では塗装の有無による差が少なくなり、明らかな差異とは認められなかった（表2）。

表2 ウレタン塗装がヒール耐疲労性に及ぼす影響

塗装の種類	放置期間 (月)	測定数 (個)	破損時打撃回数(回)	
			平均	標準偏差
なし	直後	5	2350	377
	1	5	2640	516
ウレタン 塗料	直後	5	1030	330
	1	5	1993	358

しかし、破損部位の形状には違いがあり、塗装なしヒールでは破断面がギザギザであったのに対し、ウレタン塗装ヒールではシャープであった（図1）。



1-1 塗装なしヒール



1-2 ウレタン塗装ヒール

図1 耐疲労性試験による破損部位

折り曲げ試験については、引張圧縮試験機（4301型、インストロン社製）に3点曲げ治具を装着し、図2のように行った。支点間35ミリメートルで下部を支え、反対側の上部から100mm / minの速度で押し、ヒールが折れるまでの最大荷重を求めた。



図2 折り曲げ試験

その結果、塗装なしヒールでは折れずに変形したのに対し、ウレタン塗装後1か月のヒールでは1800N（ニュートン）で折れた（図3）。これは、劣化の現象と思われる。



3-1 塗装なしヒール



3-2 ウレタン塗装ヒール

図3 折り曲げ試験による破損部位

また、塗装なしヒールでも、表面にやすりで傷をつけた場合は1700Nで折れ、ヒール表面の劣化により破損しやすくなることが認められた。

したがって、折り曲げ試験がヒール強度の評価に有効であり、ウレタン塗装によりヒール表面に変化が起こり、ヒールが破損しやすくなる場合があると考えられる。

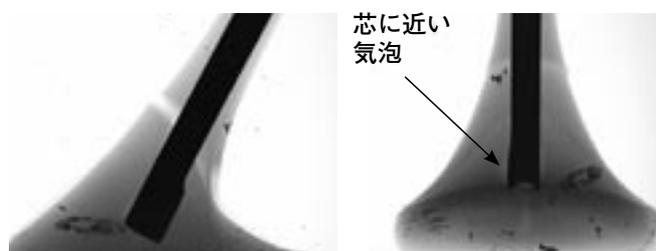
3 X線検査装置によるヒール内部の観察

第1報で耐疲労性試験を行った試料のうち、測定値のばらつきが大きかった試料について、X線検査装置（AIO-601B、理学電機製）を用いてヒール内部の状態を観察した。また、当所に持ち込まれた依頼試験

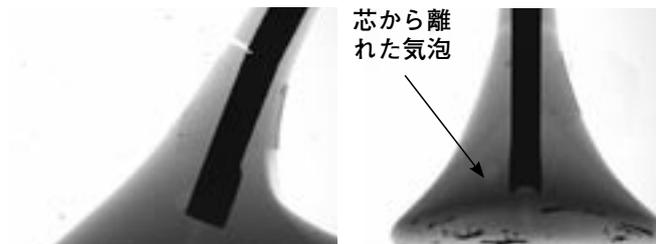
試料の中から、測定値のばらつきが大きかったものを選び、同様に観察した。

観察の結果、早く折れたヒールには、補強芯の末端近くに気泡が見られた(図4)。補強芯の近くの気泡は強度に影響し、その他の部分の気泡は強度に影響しないと考えられる。

また、ヒールに対して補強芯が短いものでは、耐疲労性試験の破損時打撃回数が少ない傾向が認められ、補強芯の長さもヒール強度に影響すると考えられる(図5)。



4-1 破損時打撃回数 23163回
左は側方から、右は前方から撮影した画像



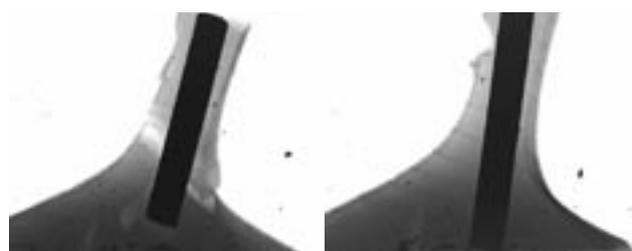
4-2 破損時打撃回数 93794回
左は側方から、右は前方から撮影した画像

4 まとめ

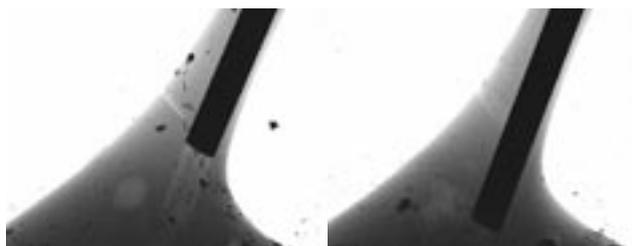
ヒール耐疲労性試験における破損時打撃回数に塗装が及ぼす影響は、明らかには認められなかった。しかし、折り曲げ試験や耐疲労性試験後の試料の観察から、ウレタン塗装ヒールは、破損しやすくなることが認められた。

また、X線検査装置により、補強芯の近くに気泡がある場合や補強芯が短い場合にヒール耐疲労性が劣ることが観察され、X線検査装置がヒール破損の原因究明に役立つことが確認できた。

図4 気泡の位置が異なるヒールのX線画像



破損時打撃回数 6811回 20000回破損せず
5-1 左右とも同一形状のヒール



破損時打撃回数 2442回 破損時打撃回数 8850回
5-2 左右とも同一形状のヒール

図5 補強芯の長さが異なるヒールのX線画像