
靴のクレーム事例から品質を見直す

(13) ハイヒールに関わるクレーム

東京都立皮革技術センター台東支所 中 島 健
東京都立皮革技術センター 砂 原 正 明

これまでに「靴のクレーム事例から品質を見直す」のシリーズとして「靴底の摩耗」や「靴底の屈曲割れ」あるいは「甲革の変色」等の項目ごとに12回にわたり掲載してきた。しかしながら、当支所への技術相談や性能試験の依頼で最も多いヒールに関わる問題をこのシリーズで扱ってこなかったのは、すでにこのヒール問題に関わる対策のための研究が始められていたためである。しかしながら、広範囲に及びクレームの発生があるので、問題を整理する必要があると考えた。

1. はじめに

靴は足を保護する目的から、装飾や権威の象徴へと変化したことで技術の限界を超えた形状が要求されてきた。それが、爪先を伸ばしたクラコウ（くちばし）靴であり、身長を嵩上げするチョピンであり、そしてハイヒールであった。クラコウ靴やチョピンについては奢侈禁止令や実用離れなどで今では見ることはない遺物となっている。

しかし、ハイヒールに関しては製造技術の発達で安価で大量に生産できるようになったことや、履き心地の研究による改良で、多くの女性が着用するようになった。それは、無頓着に着用する人が増えたことで足に障害を起こすようになって、アメリカなどでハイヒールの排斥運動が起きてしまったほどであった。しかしながら、その

ハイヒールはファッション性と着用感から人気が減ることもなく、時代に応じてヒールが高くなったり、太くなったり、細くなったりして流行は続いてきた。それはまた、材料や加工の限界を超えた強度が要求されてきたことでもあり、製造現場を悩ませてきた問題でもあった。改善してきた方法を見直すことで今後の方策を見出していかなばと考えた。

2. ヒールの強度測定の間緯

当支所の前身である産業労働会館が開設された頃は、木製のヒールであったが、まもなくプラスチックのヒールが主流となる転換期にあっていた。その頃としては、それはとてつもなく高いヒールであったために（最近のヒールと比べると太いストレートヒールだが）ヒール材をハイスチレン（HIPS）からナイロン、塩ビ等が試され、そして接着性や着色性からABS樹脂への材料変更が検討されていた。さらに補強芯の挿入等で強度改善するために様々な工夫がされてきた。

それらの改善では、強度保証する方策として試験機によるテストの評価が必要であった。そこでイギリスで規格化（BS5131）されていた靴材料の試験として‘ヒール衝撃試験機’と‘ヒール疲労試験機’（本誌139号で紹介）を購入して強度の確

認とアドバイスに活躍してきた。それより20年後の2002年に同試験方法はISOで規格化されて一般化した経緯がある。

ISOで靴と靴材料について提案された2002年頃は再び厚底ブームでもありヒールは高くなったが、太いタイプのストレートスタイルであったために、ヒールが折れたり曲がる事故ではなく、靴からヒールが脱落してしまう不良品がよく発生していた。このためにヒール取付強さを測定して欲しいとの要望が多く寄せられていた。そこで、イギリスのBS規格やドイツのDIN規格、そしてフランスの規格等を調べたが、規定されていなかった。

ただ、アメリカのASTMの規格の中にヒールあご部を靴の後方へ押し抜ける方法があった。また、わが国には神戸のケミカルシューズ組合の化検式があった。(図1)

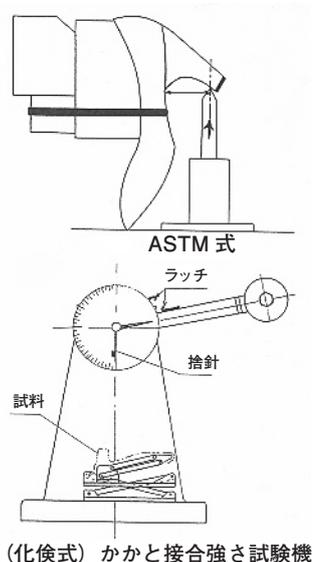


図1 ASTM式と化検式

いずれもヒールの前方あるいは後方に力を加えて取付強さを調べる方式である。この試験方法について調査していた頃には既に、ヒールを破壊する力がどの方向にどれほど加わるかが研究されていた。(図2)

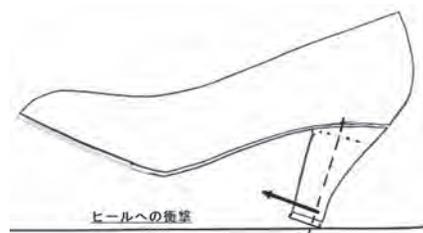


図2 ヒールへの力の加わり方

この2方法では、負荷する方向は逆であるために直ちにヒール取付強さ試験として採用することはできなかった。そこで、靴を着用状態に固定して、ヒール先端を垂直方向に引き剥がしてヒール取付強さを評価しようと、本誌102号(1997/12月)に提案し、その結果、多くのメーカーと販売関係業者から賛同を得て、各社の社内基準として定着した(図3)。

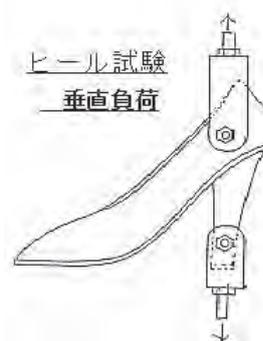


図3 ヒール取付強さ試験(垂直)

その結果、木製のヒールからABS樹脂のヒールに材質が変わったことで、今まで使用していたヒール釘は軸がストレートな木工用では2~3kgの引き抜き力で抜けてしまい、ヒールを保持するとはいえないレベルであったことが分かった。このことから、全ての靴に軸がストレートな釘やスパイラル軸は使われなくなった。そして中央に木ねじタイプを使用し始めて、測定の効果を上げていた。

しかし、靴の流行はヒールピンを打ち込むスペースが無くなるほどヒール形状が

細くなった。加えて、ISOにおけるヒール取付強さの測定方法はヒール先端（トップピース側）を後方に引っ張って、ヒールが外れるまでの最大荷重を測定することであった。この測定方法ではヒールの脱落現象の原因と異なっている方向であることを考えなければならない。

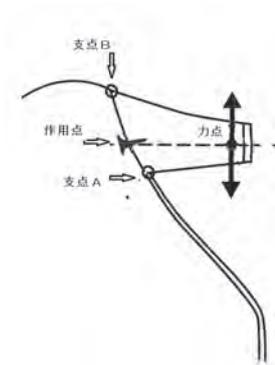


図4 ヒールピンに加わるこの力

打ち付けたヒールピンが引き抜かれる力は後方部に引っ張ったときは引き抜く力の支点はヒール最後部である。また、前方へ引き抜く力を加えたときはヒールあご部が支点となる。それぞれの支点と釘までの距離が倍ほどあることから引き抜き力は2倍となる。このことから、多くの企業ではISO方式で測定しても欧州で推奨されている500N以上の性能基準値に対して倍近い700~1000Nを社内基準として品質を管理しているメーカーが多い。これらのことから、ヒールに関わる品質を見直すためのヒール取付強さを測定する方策を探っていく必要がある。

3. ヒール強度の改善

木ヒールからプラスチックヒールに変わった頃はそれほどの形状変化はなく、ヒールに関わる不具合は発生しなかった。しかし、厚底ブームから一気にヒール高さが高くなったために様相が一変した。当初

はハイヒールが10cm程になってもストレートなヒール形状なために破損事故は発生しなかった。

ところが急激なデザイン変化で華奢なフェミニン化が要求されるようになったことでヒールは細く高くなりヒールには補強芯が入られるように改善された。しかし、この補強芯が思ったとおりの補強にならずに使用に耐えられないことが初期の頃には起きていた。

①補強芯とした鉄の材質が焼き入れ硬化ができない、なまくらな構造用材の使用で強度が得られない事例



図5 補強芯の曲がり

②パイプを強化するために鉄芯を打ち込んで強化したヒールであるが、効果が小さく苦情が多数寄せられた事例



図6 鉄芯強化の試み

③ 焼き入れ不良

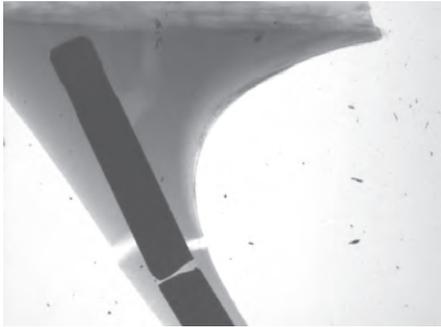


図7 補強芯の焼き入れ不良の事例

④ 補強芯の長さ不足



図8 補強芯が短い事例

⑤ 補強芯が錆付いて樹脂と離れて補強を弱めた事例



図9 錆びた補強芯

これらはヒールの樹脂と補強芯が一体となっていないために十分な強度が得られなかったためである。この問題は都内及び近郊のメーカーでは直ちにクロムメッキするなどして改善されたが、輸入品については

対処の遅れがでて苦情となった事例が多かった。

⑥ ヒール樹脂の不良による事例



図10 複雑に破壊したヒール

これは再生樹脂を使用したことで発生したもので、直ちに使用中止につなげた事例。

補強芯の種類と効果については本誌139号に実験結果が紹介されている。

以上のような様々な工夫がされてきたが、それでも流行はさらなる過酷な形状を求めている。そこでヒール材料もより強度が高いポリカーボネイトの採用が検討されている。

4. トップピースの強度の改善

次にヒールが細身になると、ヒール先端で歩行時の体重を受け止めるトップピースの条件が過酷になり、摩耗や外れ、そして滑り転倒の危険の配慮が必要になる。



図11 トップピースの外れ

木ヒールや革の積み上げタイプの時代には、トップピースの面積が9 cm²以上であり合成ゴムが使われていて、一定の品質を保っていた。それが、流行によって面積が極端に小さくなると、欧州ではナイロン樹脂やPVC樹脂を使って対処したこともあって危険を伴っていた。今では細いステイレットタイプのハイヒールでは主に熱溶融タイプのウレタンが使われている。このウレタンも様々な種類があり、使い分けを模索しているところである。

緊急の課題としては、ウレタン樹脂が金属の支柱から外れるという事故が多発していたことである。

図12のトップピースは樹脂を固定するステイ（支柱）の先を円盤にして穴あけしておくことで、回転外れや抜けて取れるのを防ぐ工夫をしたものである。円盤部をプロペラ状にしたものもあり、様々な工夫がされている。左は円盤を2段にして回転止めの工夫をしている。

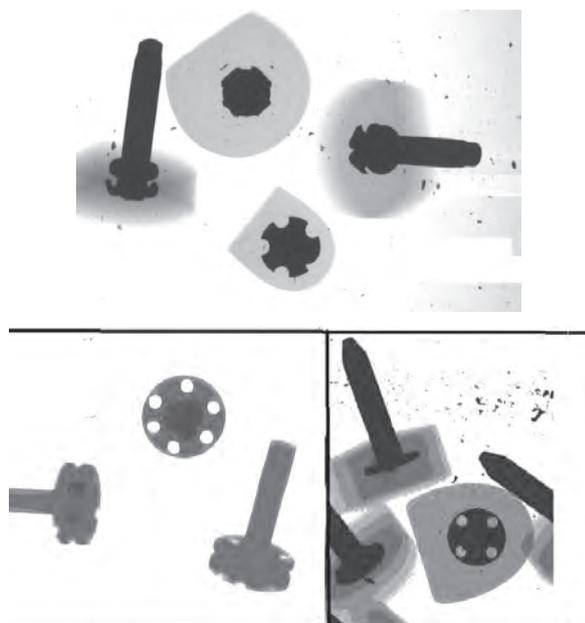


図12 トップピースのX線画像

ステイの固定力を調べるために、回転させてねじりトルクで評価する方法（図13）と垂直に引き抜く方法で確かめた。その結果、樹脂部がもぎ取れたとの苦情の出た右のトップピースは1.0Nmのトルクで回転してしまうのに対して、左側の円盤を二層にしたり、円盤を大きくして回り止め穴を6箇所にしたりにして苦情が発生しなくなった部品は2.0Nm以上であったことでこのトルク測定で選別が可能となった。



図13 トルクレンチによる計測

また、トップピースのヒールとの取付強さはISOの性能基準で定めてあるが、試験方法としてはステイを垂直に引き抜く力の測定である。これに対してステイレットタイプのヒールでのトップピースの事故は、ヒールの補強芯パイプを破壊して脱落することであり、パイプの強度に関わる苦情が数多く寄せられている。

耐摩耗性についてはISOの性能要件を満たす優れた材料であってもステイレットタイプのヒールでは標準摩耗試料（直径16mm）の半分以下の面積のトップピースが付けられるために一週間ほどで擦り切れてしまうことがある。耐摩耗性の向上のために硬化した樹脂を使用して対応すれば足への衝撃やすべりの危険などで履き心地等が不満になりジレンマになっている。

5. ヒール取付強さの改善

靴に高いヒールを取り付けるには靴の内側の中底面より釘や木ねじ（ヒールピン）で打ち付けて固定している。このためヒールは歩行によって前方に押し倒す力が加わる。その繰り返し荷重でヒールが外れてしまうことがある。ヒールピンが疲労破壊してヒールが外れた事例もある。

ヒールに加わる交番荷重はヒールのアンダーセット（前傾）の程度によって変化し、また歩様によっても変わることから、取付強さを測定するには、まず、負荷されている方向にあわせて測定するべきである。さらに、本誌161号で報告したようにセンターねじの取り付けには、締め付け時のオーバートルクによるヒール樹脂にできたねじ山がねじの空回りで崩れてしまうことと、ねじ本体を捻じり切ってしまう事故が発生するので注意が必要である。ねじ込む回転速度を落としたり、下穴をあけるなどして作業ミスを皆無にする工夫が必要である。

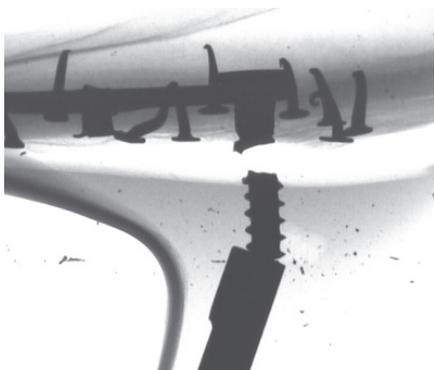


図14 捻じ切れたセンターねじ

捻じり切ってしまう原因には、ねじの先端が硬い補強芯に突き当たっているのに、ねじを無理やり回してしまうためである。ねじが過剰な長さのためにねじの頭部に過酷な回転力を与えることでも起きる。

また、ねじの太さや鉄の材質の強度によって破壊することを突き止めている。こ

れらの原因で取付強さがばらつくことから取付強さを測るときの支点と作用点と力点を違えることないようにすることが重要となる。

6. おわりに

ヒール取付強さを測定する方法がISOで決められてから20年を経過しようとしている。この方法で品質管理して販売した靴でも未だにヒール取れの事故が起きている。これは、取付強さにバラツキが生じる原因が多い他に着用者の歩様のばらつきも取りざたされている。

しかしながら、ヒール取れ事故を起こした靴の反対側（ペア）の靴や、あるいは同種品を現行のISO方式で調べると予定した性能基準に達していることが多い。明らかに測定方法が事故品のばらつきを検出できずに見逃していたことになる。これらのことから新しい評価方法の検討が必要である。