

靴のクレーム事例から品質を見直す

(9) 見えない部品に関わるクレーム

東京都立皮革技術センター台東支所 中島 健・砂原正明

1. はじめに

3Dプリンターで靴の試作品が作られる時代になった。また、大きなロータリーの周囲に20個以上のステーションを持ち、射出成形により色や硬さが異なる材料を無人で順次成形していき、複雑なデザインの靴を1台の機械で作りあげる生産方式が実用化している。これらはスニーカータイプの靴を対象としたもので、^{あつら}誂え靴や繊細な礼装用タイプの靴とは縁遠い。しかしながら、靴材料として優れた素材である皮革やゴムを使っても、常に理想の靴が作れるものではない。靴は補強材を併用して作られる。外見だけでなく、機能性を重視して良質の補強材を使用したことによりもたらされる良さは着用者だけが実感できるものであり、次回の再購入へとつながる。逆に、補強材の性能不足や取り扱いの過ちはクレームの原因となる。そのような事例を幾つか挙げて解説する。

2. シャンク

2.1 シャンクの破損事例

靴に携わる者はシャンクの重要性を十分に理解していなければならない。靴の教科書では、シャンクはヒールをしっかりと保持する役目を持ち、足を安全に支える靴構造の要であって、バックボーン（背骨）でありシャーシ（骨格）であるとしている。

シャンクには歩行によって予想をはるか

に超える過酷なストレスが加わり、その構造や材料選択の過ちによっては破損に至ることがある。その破損したシャンクの状況をX線撮影したのが写真1である。破損が起きた位置に注目してもらいたい。上はシートボードに止める鳩目穴で、中はヒール止め穴で、下は中央部分で破損している。いずれも疲労破壊を起こしている。しかし、シャンクは見えない部品なので、消費者はシャンクの存在を知らず、シャンクが折れたという認識もない。単に「履きにくくなった」と申し出る。この点が重要である。

写真2はシャンクが破損した靴の外観で



写真1 シャンクの破損例（X線撮影）

ある。下の靴の場合明らかに異変を感じるが、上の靴の場合シャンクが破損したとは全く気づかない。履きにくくなった靴を再購入してくれる人（いわゆるリピーター）を期待することはできない。その理由からシャンクの問題については詳細に欠点を分析して解説したい。なお、シャンクの強度を調べる試験法の一つである「シャンクの耐疲労性」については本誌171号（2015年3月）を参考にされたい。



写真2 シャンクが破損した靴の外観

2.2 シャンクにかかる負荷

ヒールの付いた靴で歩行すると、ヒールが床面に接地するとき（ヒール・コンタクト）と離れるとき（ヒール・オフ）に、踏まず部に繰り返し上下の負荷がかかり、シャンクの変形や破損が起こりうる。これを調べるために英国の靴研究所SATRAは図1に示すような、踏まず部の耐疲労試験機を開発した。

この試験では、まず靴の前部を水平に保持し、ヒール先端に前後方向に往復の負荷をかける。このとき、ヒール先端をヒール後部より前傾（アンダーセット）する程度によって、前方への負荷量を以下のように変える。

～10mm では負荷は4.5kg
11～20mm では負荷は5.0kg
21～30mm では負荷は5.5kg

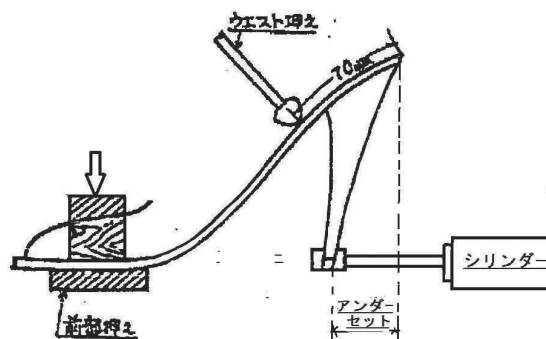


図1 踏まず部の耐疲労試験の模式図

これからヒールの形により踏まず部への負荷が変わることがわかる。また、シャンクが大きく関わる歩行の研究では、細くて高いスティレットヒールの靴を履いたときには膝を曲げて歩幅を狭くして歩行するのに対し、太いブロードタイプのヒール靴を履いたときには膝を伸ばし踵から着地する歩幅の広い歩き方となり、踏まず部ににかかる負荷が増加するとの報告がある（図2参照）。

これら様々な研究結果から、シャンクの強度は靴の形状や使用条件を考慮して設計

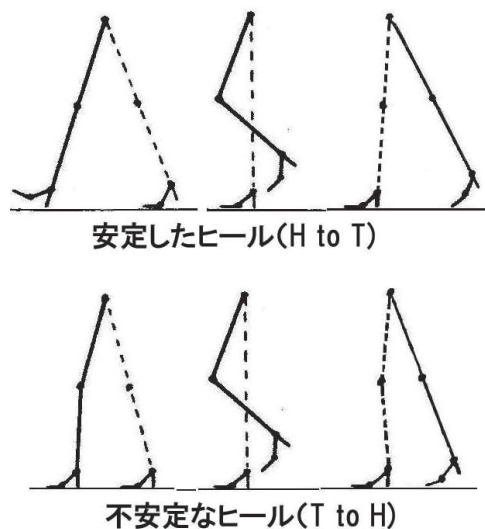


図2 靴による歩き方の変化

しなければならないことがわかる。さらに、負荷の集中が主な破損原因であることから、強度設計の他に、シャンクの取り付け位置も重視すべきである。

2.3 シャンクのISO性能要件

シャンクの性能要件のうち、ISO 18895に定められた耐疲労性については前述の本誌171号を参考にされたい。

バネに使用するような鋼材は弾力性が高いので踏まず部を支えることができず、シャンクの材料には不向きである。したがって、耐疲労性だけではなく、硬さあるいは曲がりにくさ（剛性, Stiffness）を調べる必要がある。シャンクの長さ方向の剛性の測定法はISO 18896に定められている。

図3はシャンクの剛性測定機の模式図である。シャンクの先端が水平になるようにヒール側の角度を調整して保持する。その先端付近に4 N、6 N、8 Nの錘を加えて、そのときの^{たわ}撓みを読み取り、支点から負荷点までの距離をISO 18896に定められた計算式に当てはめて剛性（ $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ ）を計算する。ISO/TR 20883にその性能要件がヒールの高さ（ヒール後部で測定）に応じて定められているので以下に記す。高いヒールになるほど、シャンクには高い剛性が求められる。

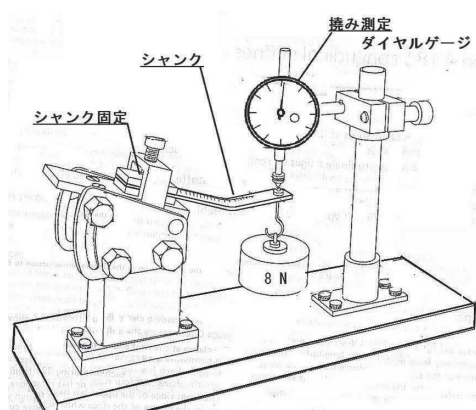


図3 シャンク剛性測定機の模式図

ヒール高さ	シャンクの剛性
50mm未満	400 $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ 以上
50～74mm	800 $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ 以上
75～99mm	1,200 $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ 以上
100mm以上	1,600 $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ 以上

ちなみに支点から負荷点までの長さを70mmとして、8 Nの荷重を加えたときにわずか2 mm撓むシャンクの剛性は約1,000 $\text{kN}\cdot\text{mm}^2$ である。およその曲がりにくさが感覚的に理解できよう。

2.4 シャンク材料の選択と構造の工夫

シャンクには軽量であること、靴型の踏まず部の縦カーブに合わせて加工できることが求められる。そのためプラスチック素材が使われることもあるが、底面カーブに合わせるための加工性を考慮して鋼材が主に使用されている。

ステンレスや刃物用など、用途に応じて様々な種類の鋼材がJIS規格によって分類されて製造されている。シャンクにはJISで構造鋼材に分類されている、炭素量が0.55%で、硬鋼と言われる材料が使用されている。これによりシャンクに必要な強度が得られる。厚さは19SWG (1.0mm) か18SWG (1.2mm)、幅は3/8インチ (9.5mm) か1/2インチ (12.7mm) が一般的である。

この鋼材を、設計した長さに切断して、センターピン用の長穴と鳩目穴を開ける加工をする。さらにビート加工で長溝（フルー

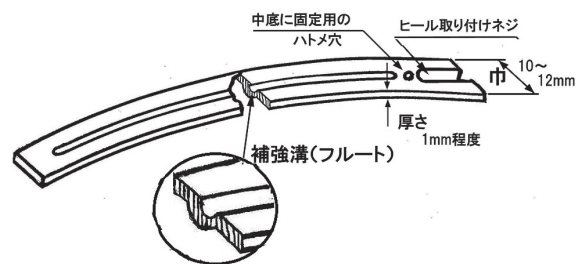


図4 シャンクの形状

ト)を付けてから、踏まず部に合わせたカーブの形を付ける。このフルート加工は曲げ強度を向上させるとともに、ひねりを防ぐ役割をする。これらの加工が終わったら、シャンクを焼き入れして鋼を硬化させる。焼き入れしただけでは脆いので、さらに焼き戻しを行い粘り気を持たせる。この焼き戻しの技術が安定した品質のシャンクを作るための鍵なので、高級品を指向する製品であればシャンクの選定にも十分な見極めが大切である。

2.5 シャンク破損の原因解析と対策

シャンクの破損事例では、写真1の上と中に見られるように、ヒール止め穴や鳩目穴から破損する場合が大半である。小さな穴であっても折り曲げには強く影響する。例えば、直径12mmの鋼平板に繰り返し折り曲げ力を加えるとき、その中央に直径2mmの穴を開けると疲労破壊回数が距離に応じた1/6だけ減じるのではなく1/3以下になってしまう。すなわち、6万回持ち堪えていたものが直径2mmの穴開けで5万回に減じるのではなく2万回以下で破損してしまうのである。屈折部分が小さな穴付近に集中してしまうためである。

さらに、鳩目穴等で弱くなった部分がヒールのあご（ブレスト部）ラインに近づく、と、屈折負荷が集中して短い期間でシャンクが破損してしまう。その上、ヒール高さが4～5cmの低くて太いヒールの場合、着用者は安心して闊歩するので、その分強度を十分に確保しなければならない。それに加えて、我が国では軋み音が鳴りやすく、うるさいとの理由から、前方（ボール部方向）の鳩目穴を使用しないことも、ヒール側に負荷が片寄ることの原因になっている。

X線観察だけでなく、靴を解体してシャ

ンクを調べると、焼き入れ処理もなく、薄く柔らかい、ISO性能要件にはとても及ばないものも欧州からの輸入品に見られ、品質管理としてシャンクの状態を見直す必要があることを実感する。

2.6 シャンクのもう一つの役割について

写真3はプラットホームタイプの靴がボール部で破壊してしまった事例である。

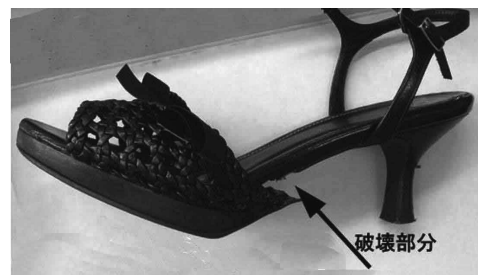


写真3 プラットホームの破壊

このタイプの靴の元々のデザインでは、底部のかさ上げは甲部に縫い付けられていた。初期のかさ上げは1cm未満で、ボール部にかかる負荷の増加はわずかであった。が、流行により高さの要求がエスカレートし、今では3cm程度が通常の高さになっている。これにより、かさ上げの甲部への取り付けは縫製から接着に変わった。このことで図5に示す丸囲み部分に負荷が集中して、接着はく離やゴム底のき裂などの不具合が生じた。その後、様々な改善が試されてきた。

図5の丸囲み部分に相当するX線写真で見られるように、ステープルで強化したり（左）、シャンクを長くしたりして（右）改善しているが、未だに十分でない。イギリスの靴関連誌ではシャンク先端をボール部まで延ばして鳩目止めするよう指導している。その長いシャンクと通常のシャンクを比較し、写真4に示した。

以上のように、シャンクは過酷な負荷を

受け止めている。靴の品質評価において最も重要な部品の一つであることはもっとアピールされるべきである。



図5 プラットホームタイプの破壊位置と改善策



写真4 シャンク長さの違い

3. シートボード

シートボードには、シャンクとともに靴の後部（バックパート）の形状を保持すること、ヒールピンやタックス（釘）が打ち付け可能であること、それらを保持し続けられることが求められる。また、靴型底面のカーブに合わせて成形できることも重要である。

これらの要求に対応できる材料として、パルプに接着剤を混ぜて、高圧プレスで固めたファイバーボードが使用されている。ヒールピン保持力のISO性能要件は、ヒール高さが50mm未満のとき、乾燥時で700N以上、湿潤時で600N以上としている。高

価格な靴に使用されているシートボードのヒールピン保持力を測定したところ、乾燥で1,000Nを優に超え、湿潤でも1,000N近くあり、長時間の使用に耐える性能であることがわかった。これに対して、低価格靴では、乾燥では800Nとまずまずだったが、湿潤では300N以下であったという経験がある。

写真5はヒールが低いにもかかわらず着地が安定しないという苦情が出た靴のX線写真である。シートボードがばらばらになって、カウンター（踵芯）も外れていることがわかる。

カウンターで足を支持するには、写真6のごとくカウンターとシートボード後部周辺をタックス（釘）でかしめて強固な取り付けを行う必要がある。欧州の高価格品では踏まず部の全域をシートボードとカウンターを締め付け固定して着用による変形を防いでいる。



写真5 シートボードの緩み（X線撮影）



写真6 シートタックスでかしめ固定

4. 甲部の補強

写真7はトップラインにき裂が生じた事例である。シューズやパンプスタイプのこの部分は足あたりの改善と繊細なラインにするために図6のごとく甲部を斜めにそぎ落として(甲剥き)折り込んで端を整える。この斜めにそぎ落とすことで甲革は極端に弱まることからナイロンなどの補強テープが入れられる。さらに、このテープの効果を確実にするには縫い付けることが不可欠である。

しかしながら、トップラインのみを強化したのでは足を局部的に締め付けることになる場合がある。そのときは、シープやペッカリーなどの柔らかさが特徴の革で裏打ちすることが重要である。



写真7 トップラインに生じたき裂

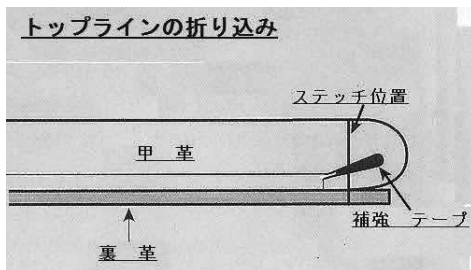


図6 トップラインの折り込み

5. おわりに

イギリスには100年を超える靴の老舗メーカーが数社ある。いずれも皮革を材料とした昔ながらの製法を続けている。しかし、消費者がそれらの老舗メーカーの靴を選ぶ理由は必ずしも皮革が使われているからだけではない。以前に購入して満足がいく靴だったからである。そのような靴には選び抜かれた革が使われてはいるが、目に見えない部分にそれを支える高品質の補強材が用いられているのである。これらの補強材が靴にとっていかに重要であるかを再認識する必要がある。

参考文献

- ・ SATRA PM104 Backpart Fatigue Test
- ・ Michael Clark J BBSI 1980/6
- ・ Harvey, A. J., Footwear materials and process technology. A Lasa publication (1999)
- ・ Hidden strengths, *World Footwear*, 23, No.5 (2009)