

---

# 婦人靴の非破壊観察

東京都立皮革技術センター台東支所 黒田良彦

---

## 1. はじめに

靴には様々な種類が存在しています。女性の靴、その中でもパンプスはいつの時代でも世代を問わず幅広い人々から人気を集めているアイテムです。パンプスは女性の靴の定番として広く普及している靴ではありますが、パンプスの特徴の一つであるヒールの取り付けが不十分な場合には着用中に、ヒールが不安定にぐらついたり、ヒールが取れてしまう事故が発生することがあります。これは、靴の安全性に大きく関わるものであり、そういった事故やトラブルを未然に防ぐために、事前に検査・評価を行い、靴の安全性や品質について確認する必要があります。

そこで、今号では、ヒールが強固に固定されているか、仕様通りのピンが取り付けられているかを検証するための、パンプスのヒール取付状態を観察します。

## 2. パンプスのヒール

16世紀末頃にヨーロッパで履かれるようになった靴がパンプスの原形であると言われています。今日のように婦人靴として広く普及したのは20世紀になってからです。

パンプスのヒール素材として古くはブナの木が使われることが多かったのですが、現在では、その多くがABS（アクリロニトリル、ブタジエン、スチレンの共重合合成樹脂）などプラスチック製になってい

ます。細いヒールでは補強のため金属のパイプが埋め込まれています（図1）。



図1 ABS樹脂製ヒール

ヒールはピンで中底と繋ぎ固定されています。ヒールの中心に中底からねじ込み固定するヒール止めの「センターピン」と、その周りに打ち込んでずれを防止し補強する「ねじ釘」があります。専用のヒール釘打ち機（図2）でヒールを中底にセンターピン1本と、周りに釘4～5本を打つこと

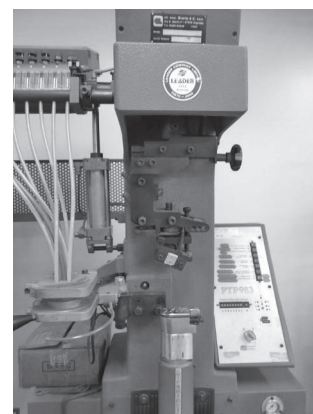


図2 ヒール釘打ち機



図3 中底から見たヒールピン

によって固定しています（図3）。

ハイヒールの中でも、特にヒールの細いものは折れないよう中に金属芯が入れられており、中心にヒール止めをねじ込むことができない場合があるので少しずつする必要があります。

また、中底には土踏まず部分に埋め込まれている足のアーチを支え、体重が掛かっても靴が歪まないよう剛性を維持するパーツである金属製のシャンクが埋め込まれており、これらのパーツを避けつつできるだけヒールの中心に、さらにはヒールから釘の先端がはみ出さないようにするために、釘の打ち付けには正確な位置を設定することと作業が必要になります（図4）。

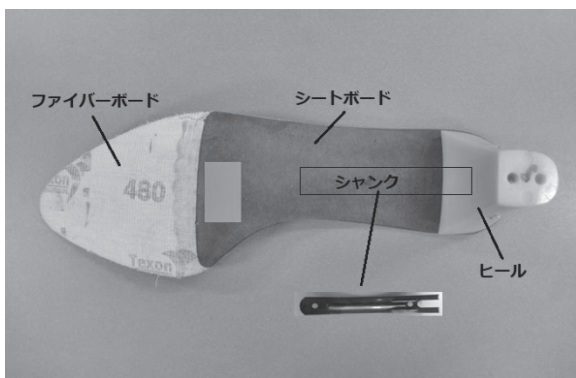


図4 中底の構造

### 3. X線による観察

X線（エックス線）は、電磁波の一種であり、電波や光と同じもので未知の光線

だったのでX線と名付けられました。また、1895年に発見者のヴィルヘルム・レントゲンの名前から、「レントゲン線」と呼ばれることもあります。

X線の波長は可視光や紫外線よりも波長が短く、1pmから10nm程度（図5）です。

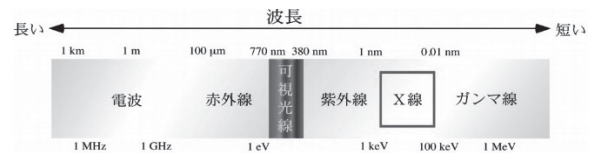


図5 電磁波の波長

紙や皮膚など密度が低い物質は透過して、金属や骨など密度が高い物質は透過しない性質を持ちます。

X線は通常のカメラでは撮影できない物体の内部を非破壊で透視できるメリットがあり、身の回りの多くの用途に活用されています。

- ・医療分野：レントゲン撮影やCT
- ・工業分野：アパレルや靴の針や釘などの異物混入検査など
- ・空港での手荷物検査
- ・食品・医薬品製造：生産ラインにおける混入異物の検査、パッケージ内の製品検査、パッケージ不良の検査
- ・非破壊検査：材料内部の亀裂や傷などの検査

### 4. X線観察装置

皮革技術センター台東支所では、靴のヒール取付状態やヒールやシャンクの損傷、中底など靴内部の観察を非破壊で行うために、2D（2 Dimension）と3D（3 Dimension）に対応しているX線観察装置（NAOMi-CT 3D-L株式会社アールエフ製）を導入しました（図6、7）。2Dと3Dの両方のX線撮影が可能なので、観察の目的に合わせて使い分けができます。

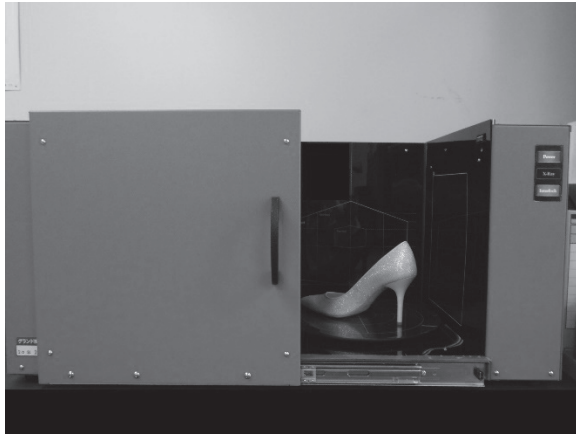


図6 X線観察装置本体



図7 X線観察装置操作部

・ X線観察装置の仕様

撮影時に細いものがどこまで認識できるかを示す指標である解像度は4LP/mm（ライン・パー・ミリメートル）。

操作についてX線作業主任者の資格は不要です。

画像計測

- ・ 距離計測 角度計測
- ・ 内径寸法計測：自動的に内径を抽出し、寸法を高精度に計測できます。
- ・ 空洞検出：3Dデータに対して任意の範囲での空洞を検出します。試料と空洞との体積比を算出可能です。

X線画像の一般的な撮影に2Dつまり、試料をX線が一方から透過した透過画像を撮影する方法があります（図8）。X線の透過または吸収の違いを白から黒の濃淡の

変化を表した画像です。撮影に要する時間は約10秒です。

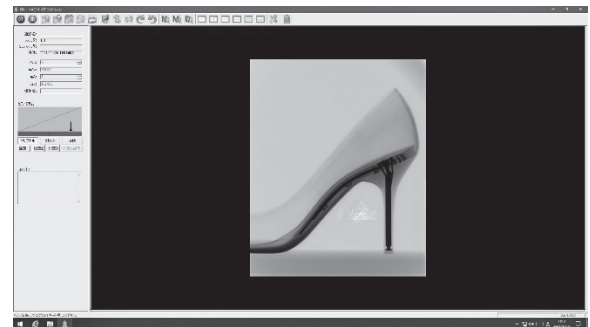


図8 ハイヒールX線2D画像

このハイヒールを横から見た画像では、平面での透過光のためパーツ全てが重なりあった画像になります。このためヒールピンがシャンクなどの金属製パーツの影に隠れてしまって、確認できないことも発生します。透過画像であるため、確認したい部分へのX線照射は正確な位置設定や角度を変えて2方向からの撮影が必要となります。

シャンク折れとヒールと内部の金属パイプ折れに関する事故品のX線画像を示します（図9、10）。

これら2種の事故に関しては、それぞれ完全に破断している状態なので一方向からのX線画像でも確認することができました。

また、X線撮影には3Dに撮影する方法がありX線CTといわれています。CTとはComputed Tomographyの略称で、コン

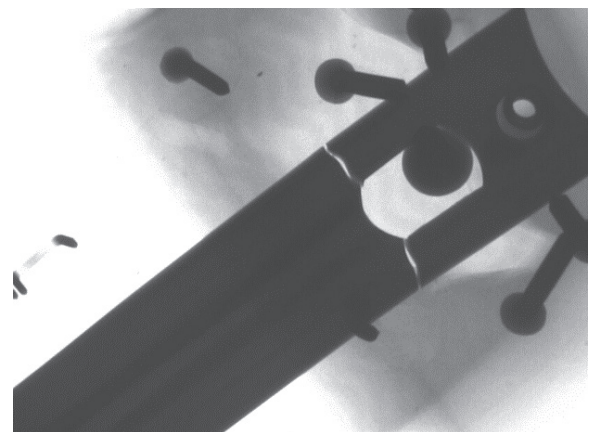


図9 シャンク折れ

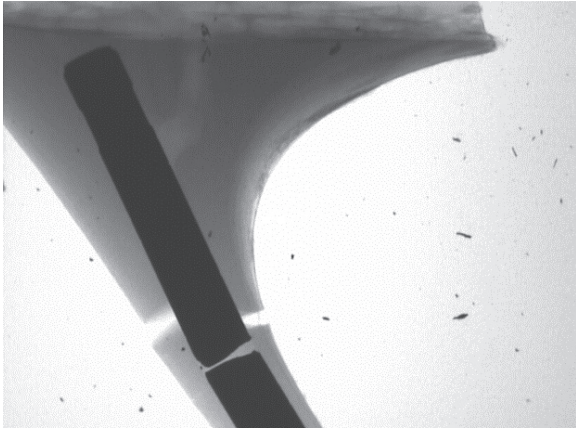


図10 ヒール・金属パイプ折れ

ピュータ断層撮影法と呼ばれています。物体を走査撮影（scan）することからX線CTスキャンとも呼ばれています。試料を回転テーブルの上に置き、ぐるりと360度回転させながらX線を照射して約400枚の透過画像を撮影します。撮影に要する時間は約120秒です。それらの画像について再構成計算の画像処理を行うことにより、試料の内部構造を3次元的に得ることができます。

3Dで縦・横・斜めなどの多方向から自在に試料の断面を観察することができます（図11）。

これにより、2D画像では発見できなかった、重なった釘、金属パーツに隠れた異物混入や不良を3Dで映し出して確認することが可能となります。

また、3D画像データになることで直感

的な形状の把握が可能になり、体積・表面積・質量・重心等の計算ができるようになります。

## 5. まとめ

X線観察装置は、対象を破壊することなく見えない内部を観察・評価することが可能な非常に有力な分析装置です。靴では、釘の抜き忘れ、シャンクの状態、釘不良などについてX線の透過画像からインライン検査として利用されています。しかし、3DでのX線CTは現状ではほとんど行われていません。今後、靴でも広く普及し、有効的に利用されていくことだと思います。

X線による観察・評価を通じて、より良い靴作り、安心・安全な靴作りに貢献していきたいと考えています。

## 参考文献

本原稿を執筆するにあたり、下記の文献を参考にした。

- ・皮革用語辞典 日本皮革技術協会編
- ・靴 科学と実際 日本はきもの研究会編
- ・靴・足元へのアドバイス- 菅野英二郎
- ・新 靴の商品知識 改訂22版 エフワークス（株）
- ・百靴辞典 シューフィルC&Cネットワーク編

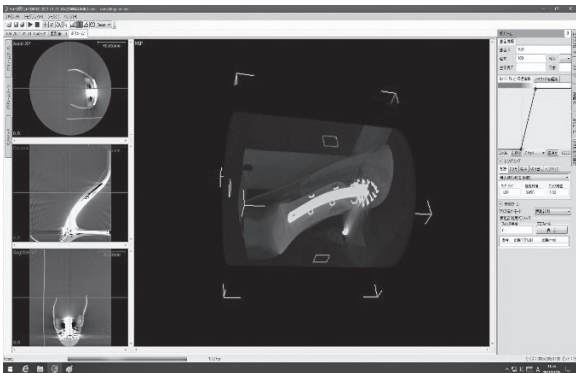


図11 ハイヒールX線CT画像