
靴のクレーム事例から品質を見直す（3）

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

今から10年ほど前に‘ヌードサンダル’と称して靴底を粘着剤で足の裏に直接貼り付けただけの靴（？）が発売された。それを着用（？）して歩行すると、甲で底を支えなくとも普通の靴を履いているような不思議な感覚になり、改めて靴底の重要性を確認できた。

しかし、粘着剤で足裏に貼り付ける‘ヌードサンダル’では長期間の使用はできないことは明らかである。靴の歴史を振り返ると、足裏に底材料をくくり付ける方法は、長年にわたって縫い付けや釘止めであった。その構造・製法は底（革）が摩滅するまで保持できる性能を持っている。しかし、その製法は非効率であったため、日用品でありながらも高価であり、着用できる人は限定されていた。

それが近年になると、大量生産と資源の枯渇のために底材料にゴムやポリウレタン等が使われるようになった。これらは縫目や釘穴から破れやすく、十分な強度が得られないことから、接着で組み立てが行われるようになった。それにより安価な商品を大量に供給できることにもなった。

しかし、この接着方式の問題点は、品質管理の難しさである。接着強度を確認するために剥離試験、すなわち破壊して調べなければならない。目視や非破壊検査では全てを検査ができないことである。

さらに重要なことは、底付け接着作業は高い技術が要求されるにもかかわらず、そのことが十分理解されていないことである。貼り合わせる底面は平らでなく、形も様々であり、貼り合わせ位置を一定にできないため、機械化、自動化ができない。

また、被着材のゴムやプラスチックの底材料の品質は初回（163号）で示したように様々な性能目的で作られるため、接着性が一定しているとはいえない。接着剤の選択を含めて常に管理が重要になる。

この複雑な作業技術と管理を要する接着方法では、ヒューマンエラーを含めて失敗が起きやすくなる。英国など欧州でさえ、靴の苦情品やコンプレイントのうち30～40%が靴底の接着不良に関わる事例だという。また、靴底の剥離によって、つまずいて転倒してPL問題に関わる事故が起きる可能性があることから重要視されている点である。台東支所に持ち込まれる依頼試験中、毎年10～20%が靴底剥離試験に関わる項目であることから、靴底の接着技術は重要課題であるといえる。そこで今回は靴底剥離事故の原因を探るべく、事例を基に接着作業の課題を見直そうと考えた。

2. 靴底に関するクレーム（3）

2.1 接着不良の実例

写真1は爪先部が剥離した例である。爪先部は路面の凹凸に引っ掛かり剥がれてし

まうことがある。



写真1 爪先の剥離

写真2の様にプラットフォームタイプでコバ（靴底周辺のフェザーラインより突き出た部分）の張り出しが大きいと爪先を路面や椅子の足などにぶつけやすく、底剥がれを起こしやすいので、接着では注意を必要とする形である。このコバの出っばり程度は靴の重厚感や繊細さを表わすファッションアイテムとして重宝されている形式だが、接着にも工夫を要する。プラットフォームの芯材料は軽量で接着容易な材料を使用し、巻きつける革も銀面強度を上昇させる優れた仕上げ膜を使うなどの注意が重要になる。



写真2 プラットフォームの剥離

この剥離の原因としては、不十分な接着処理のために接着力が得られていない加工不良と、爪先座り（相撲での蹲踞^{そんきょ}）やひざまづき姿勢での作業などの取り扱い上の問題が考えられる。英国の靴に関する雑誌（World Footwear）では、このような動作

での繰り返し使用はセメント式製法の接着方式では過酷な荷重が加わることになるので不当な要求であるとしている。クレーム管理の面から、接着剥離事故は、①正当な品質要求のクレームと②一方的な主張のコンプレイントがあり、その判断がつき難いのも特徴である。



写真3 ボール部の剥離



写真4 フェザーライン切れ

写真3は足のボール部付近のフェザー一部で剥離している。この部分は歩行時に屈曲が激しく起こり、剥離しやすい部位である。

写真4のように甲材料が亀裂を起こすことさえある、負荷が大きくかかる部分でもある。銀面剥離を起こしやすいシープやゴード・キッド類の革の使用は、乱暴に扱われやすいカジュアルタイプの靴では避けるなどの注意が必要である。

写真5はカウンターのあるシート部が剥がれたクレームである。ウェッジヒールなどで釘止めができないうえに、トウスプリングが少なく曲がりにくい底で発生してい

る。靴を脱ぐ時の動作でヒールを引っ掛けて剥離させた事例もある。



写真5 シート部の剥離

このように、これらの事故品を調べ、観察することから原因を推定することができる。



写真6 靴底の剥がれ

写真6は簡単に剥離している。接着面の清浄等の前処理が不十分だったと考えられる。

2.2 接着不良の原因を探る

先の苦情品を整理すると、剥離した位置は、爪先、ボール部およびカウンターシート部の3箇所で発生しやすいことがわかる。

このうち爪先部が最も多いことが報告されている。これには、爪先部は接着させることが難しいことと、取り扱いの不良によることの2つの理由が挙げられる。爪先部の接着が難しい理由の1つは、甲部を中底

に釣り込むときにしわが寄り、凸凹になりやすくなることである(図1)。



図1 釣り込みによりできるしわ

さらに、先芯が挿入されていることで多層構造になり、剥離しやすくなる要因が重なることである。その上、流行により爪先先端はより細くなり、ますます接着する面積が小さくなり、剥離しやすくなる。

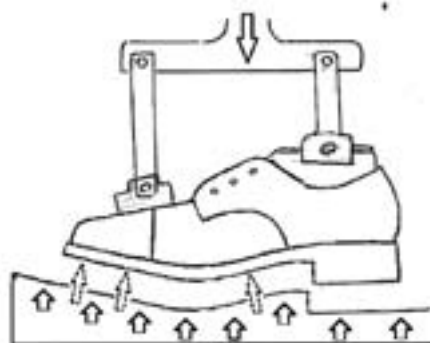


図2 靴底の加圧方向

次に、靴底面はトウスプリングやヒールピッチ(高さ)によりボール部で折り曲がる形になり、均一に圧力が加えることが難しいことが剥離の原因として挙げられる。加圧する底面は多少の形の違いを補正する目的でエアバッグやゴム等の弾力で加圧される。バランスをとりながら均一に加圧できるように微妙な調整が必要である。中には接着面のばらつきが起こることもある(写真7)。図2のように均一に力を加えることは至難なことなので、必要以上の力で

加圧して、接触していない部分がなくなるようにしている。しかし、余分な大きな加圧は、柔らかく弾力ある底材料を圧縮変形させた形のまま接着固定することになり、靴の変形の原因となる。均一に加圧しているか否かの確認には感圧紙の利用が薦められている。



写真7 接着のばらつき

塗布した接着剤を加熱して再活性させるとき、底材料が熱膨張を起こし、貼り合わせる位置がずれて決めにくくなる。また、再活性のための加熱温度が満遍なく一定の温度に保たれていることを確認する必要がある。接着表面の再活性温度は外気温や風速あるいは距離によって変化するので、サーモクレヨン等で温度確認する必要がある。



図3 剥離状態の分類

接着における位置のずれや内部ストレスがあれば、靴に左右差や変形が起きるだけでなく、歩行に違和感が生じてクレームが発生することもある。

2.3 接着剥離現象

靴底の剥離の原因を調べるために、接着部分の剥離面状態の分類を図3に示した。

まず、A・Eの現象は甲・底材料の強度の問題である。過酷な負荷を接着面に加えると、接着剤の破壊前に材料破壊が起きることになる。

靴底材料のISO必要性能要件では、男子カジュアルタイプで接着強度を3.5 N/mm以上を要求しているのに対して、割り裂き強さの3.0 N/mm以上という低い値の設定となっている。強烈な剥がしの力が加われば材料破壊することであり、接着力は材料が破壊する以上の強度を要求していることを意味している。

B・Dが接着させる第一歩である。初期の接着理論では投錨効果といって接着面をサンドペーパーで荒くれ立て（ラフィング）で、その隙間に接着剤を入り込ませて固定されると考えられていた。しかし、D部分の底材料では、同様に起毛するほかにプライマー（接着性の改善を図るための下塗り剤）で表面処理して、接着剤が塗られて貼り合わされる。加硫ゴムでは表面は成形時に内部と異なった分子配列になることで物性が異なり、サンドペーパーなどで一皮剥かないと接着できないとされている。それが起毛する所以である。しかし、ゴムの配合によっては起毛しても接着できないこともあり、起毛が万全でないことも注意しなければならない。

プライマーとは生ゴムのグラフト共重合体であり、そのゴム鎖状分子がゴム側に配向して付いて接着させている。生ゴムだけ

でなく様々なプラスチックでも作られており、底材料によって適切な選択が重要である。また、このプライマーの接着力は強いが凝集力（それ自体の強度）はそれほど強くないので、薄く塗布して接着剤の強度に委ねることになる。

B部分の甲革では、塗料面を除去するために起毛処理して接着させる。革に塗られた塗料などの仕上げ剤の凝集力不足部分等を除去することが目的である。革や不織布のように繊維が粗い3次元交絡であれば接着剤が染み込んで表面に接着剤が残らなくなって、接着不良となることがある。充填剤と粘度を考慮して選定して使用することが重要である。

底材料には次の問題点もある。ゴムやウレタン等の成形には型（モールド）に押し込んで成形するために樹脂がモールドにぴったり付いて剥がれなくなり、取り出せなくなる。そこでモールドにへばり付かないように成形前に離型剤を塗布して、それを防止する。その離型剤がゴムなどの成型品に付着していて、接着を阻害する。この離型剤の除去は有機溶剤で溶かしただけでは不十分であり、拭き取ることを心がけなければならない。接着不良の重大原因である（写真6はその一例である）。また、離型剤が除去できたか否かは目視で確認をできないことから品質管理の方法にも注意しなければならない。

2.4 接着原理から問題を探る

接着剤には様々な種類があるが、靴底の接着にはゴム系のクロロプレンが多く使われている。その主な理由は、強度が優れている他に

- 1) 接着部分が曲げられる。
- 2) 特別な架橋剤なしで強い凝集力を得られ、初期接着性に富む。

3) 配合で改質できて、染み込みやすい革などの3次元交絡構造の材料にも対応できる。

4) 耐久性に優れている（移行がない）。

5) 生活環境範囲内での耐水性と耐熱性がある。

6) 取り扱いやすい。

が挙げられる。6)の中には塗布しやすいこと（粘度）、塗布から接着時間が適度であることや、初期接着（グリーンストレングス）が高いこと、プレス時間が短くて済むことなどが挙げられる。

次にクロロプレン接着剤自身について簡単に述べよう。クロロプレンゴムが接着剤に使われるのは、その高い結晶性と結晶化速度、凝集力によるものである。しかし、単独で使用することはあまりない。高温に弱い上に被着体の間隙を埋め合わせることができないことから充填剤が加えられる。ゴムの結晶を促すマグネシウムや酸化亜鉛、耐熱性向上に欠かせないフェノール樹脂などが必須配合成分である。これらを均一に混ぜ合わせるためにミキシングロールに通す。細かく裁断して溶けやすくして溶剤を入れた溶解釜で溶かす。溶かした接着剤は塗布しやすい粘度調節の役割と溶剤の揮発乾燥で表面だけが蒸発して接着剤内部に溶剤を取り残さないように工夫されている。適切な専用シンナー（薄め液）を使用しなければならない。

溶剤で溶かした直後から、小さくなったゴム分子の結晶化が始まり、どろどろ状になるゲル化が始まる。貯蔵は最小限に止めるようにすることの理由である。

以上を整理するとクロロプレン系接着剤は次第に変化していくので、接着方法を誤らないようにしなければならない。

3. まとめ

靴材料の劣化が心配される経過期間である20年以上前にセメント式製法で作られた靴であっても、靴底の剥離強さのISOの必要条件を未だに満たす性能を示しているものもある。セメント式製法はグッドイヤー式やマッケイ式製法の縫い付け方式に劣らない長期に耐える製造方法である。縫い付け方式と比較して能率の面で優れており、大量生産で靴を供給させ、産業を一変させた技術である。

しかし、未だに剥離事故が発生しているのは、様々な靴材料が使われるようになったことによる品質管理の不行き届きが挙げられる。多くの定番商品では剥離事故はあまり見られない。新商品に関して、より徹底した管理が必要である。

参考文献

- 山口章三郎；接着・粘着の事典 朝倉書店
1996/2
- 水町浩訳他；接着大百科 朝倉書店 1993/3
- 古谷正之他；ゴム技術ハンドブック 日刊工業
新聞社 s50/12
- 浅井治海；ゴムの実際知識 東洋経済新聞社
s49/5
- Harvey, A., J. : Footwear materials and process
technology, A Lasra publication, Reprinted in
April 1999.