

パルプモールド緩衝材の擦り傷防止に関する研究

佐藤幹彦^{*1}、中川幸臣^{*2}、来川保紀^{*2}

Study on Protection from Scratches caused by the Pulp-Mold Cushion

Mikihiko SATO^{*1}, Yukiomi NAKAGAWA^{*2} and Yasunori KITAGAWA^{*2}

Industrial Technology Division, AITEC^{*1*2}

パルプモールド緩衝材を対象に、擦り傷保護性向上対策として熱プレス加工、樹脂による処理を取りあげ、新規に考案した擦り傷評価法により、パルプモールド緩衝材の保護性を評価した。その結果、熱プレス加工では、段ボール古紙および新聞古紙に保護性向上が確認でき、パルプモールド表面の平滑化が寄与していることが分かった。樹脂による処理では、剥離剤 3wt% 内添、シリコン系樹脂塗布を施したところ、剥離剤 3wt% 内添で優れた擦り傷防止効果を示すことが分かった。

1. はじめに

環境問題や廃棄物処理問題に配慮して、パルプモールドや段ボールなどの紙系包装材の利用が増加している。そして、外装箱、内装材ともに段ボール、パルプモールドの紙系包装材のみで設計するオール紙化が推進されている。そのため、被包装物は家電製品や精密機器等の脆弱な製品まで対象が広がっており、従来の緩衝材で荷扱い時の衝撃吸収が十分にできたとしても、輸送中の小さな衝撃や振動で被包装物表面に多数の傷等が発生して問題となる場合が増えている。

特に、パルプモールド緩衝材は、原料古紙を金型に吸い付けて製造するため、表面が凹凸になりやすく製品に傷等が発生して大きな問題となっている。現状では、樹脂系材料のシート（ミラーマット、ビニルシート等）による簡易的な方法で保護性を高めているが、廃棄処理の面で問題がある。そこで、パルプモールド緩衝材のみで製品の保護性を向上させる包装技術を検討した。

2. 実験方法

2.1 実験試料

対象はパルプモールド緩衝材とし、形状が円錐台状（突起上面の周囲長：78.5mm）、高さ 40mm、テーパ 15°の突起が 4 個並ぶ試料とした。図 1 に実験試料を示す。突起は中空構造であり、パルプモールドの厚さは 2mm とした。

パルプモールドの原料古紙は、段ボール古紙 60%・新聞古紙 40%の混合、新聞古紙 100%、白 O A 古紙 100%の 3 種類とした。これらは、現在、一般的によく使用される原料および混合比率から選択した。なお、試

料は温度 23 / 湿度 50% R.H. の標準状態で前処置を行った後、試験を実施した。



図 1 実験試料

2.2 擦り傷評価方法

被包装物に対するパルプモールド緩衝材の擦り傷評価法は、当研究所の振動試験機を用いて、これに試作した試験治具を組み付けた。パルプモールド実験試料と被包装物を想定した相手材を摩擦させて評価した。相手材には、包装対象の使用事例に金属製品が多いため、厚さ 50 μ m のアルミシートを採用した。このアルミシートの算術平均粗さの初期値を測定したところ、0.100 μ m を示した。振動条件は、トラック輸送を想定して¹⁾、振動数

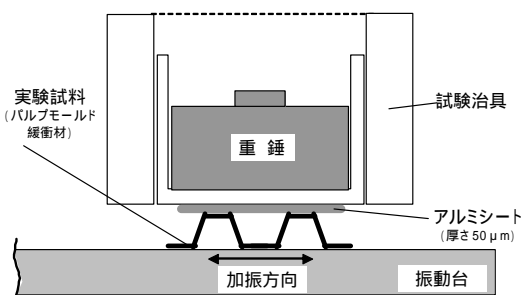


図 2 試験装置の模式図

^{*1} 工業技術部 応用技術室（現経済産業省資源エネルギー庁） ^{*2} 工業技術部 応用技術室

5Hz、振動加速度 0.75G、振動時間 10min²)とした。図 2 に試験装置の模式図を示す。試験治具下部にアルミシートを固定し、振動台に取り付けられた実験試料を振動させることにより、アルミシートに擦り傷を発生させる。ここでは、重錘（おもり）を用いて荷重の大きさと擦り傷の関係性を求めた。発生した擦り傷の評価項目は、振動試験後のアルミシートの算術平均粗さ Ra および色差とした。算術平均粗さは Form Talysurf-S5 (Taylor-Hobson 製)、色差は測色色差計 Σ80 型 (日本電色工業製) で測定した。

2.3 熱プレス加工

パルプモールドの平滑性を向上させるために、実験試料にオス・メス金型による熱プレス加工を施し、擦り傷防止効果を評価した。熱プレス加工の条件は、プレス温度 120、プレス時間 2~3 秒とした。

2.4 樹脂による処理

パルプモールドの柔軟性向上に有効な処理として、樹脂を内添して成形する方法と樹脂を表面塗布する方法がある。樹脂を内添する場合、ゴム系のラテックスを使用することが考えられるが、材料コストが高いため、低コスト化が期待できる製紙用剥離剤 (PEC-17: 明成科学工業製) を採用した。剥離剤を材料に混合させることで、剥離性の促進、表面の柔軟化、引裂強度の低下防止、摩擦強度の増進などが期待できる。剥離剤の混合比は 3wt% とした。表面塗布する場合の樹脂は、表面の柔軟性が得られるシリコン系樹脂を用いた。シリコン系樹脂希釈液に 2~3 秒浸し、その後乾燥機により 60 約 10 分間乾燥させた。

3. 実験結果及び考察

3.1 擦り傷評価方法の検討

従来の製法で成形したパルプモールド緩衝材を用いて試験した場合のアルミシートの算術平均粗さ Ra の荷重による変化を図 3 に示す。いずれも荷重が増加するにつれて算術平均粗さが増加する傾向を示し、原料古紙の配合条件、は、この順に擦り傷の発生が少なかったが、は算術平均粗さが最も大きい値を示した。通常実施される包装貨物の振動試験での目視評価では、配合条件の場合の擦り傷が一番多く、次に、の順に擦り傷が多く確認された。特には荷重が大きい領域で擦り傷が顕著に発生した。本研究の傷評価法による結果と目視評価は似た傾向を示した。

アルミシートの擦り傷について、荷重変化と色差 (Z 方向) の関係を図 4 に示す。数値が大きいほど擦り傷により金属光沢が露出することを示している。しかし、いずれの試料も荷重と色差の関係性に相関が無く、目視評価

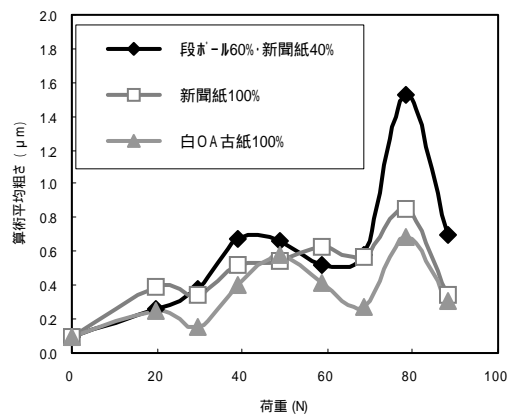


図 3 アルミシートの算術平均粗さの荷重による変化

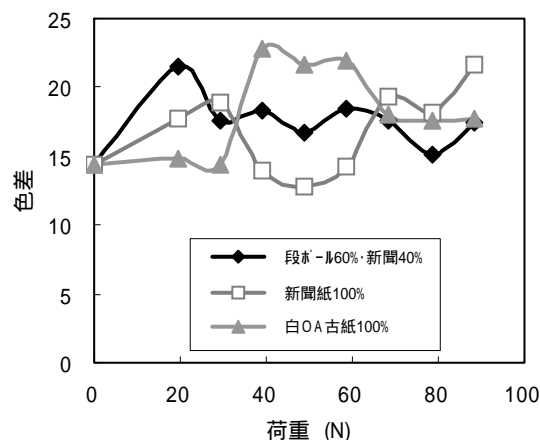


図 4 アルミシートの色差 (Z 方向) の荷重による変化

の場合とほとんど合致しない結果となった。そのため、色差はアルミシートを用いた擦り傷評価法の評価項目には不適切であることが分かった。

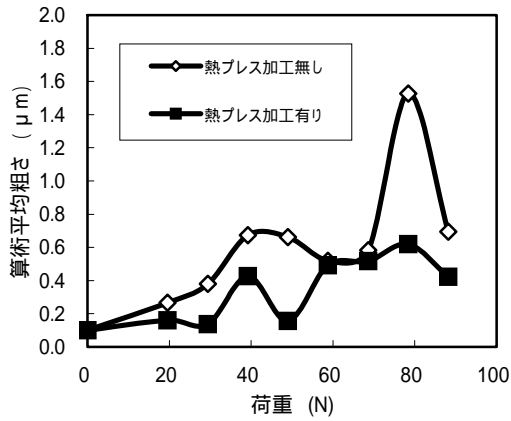
3.2 熱プレス加工の影響

一般的に、パルプモールド緩衝材に熱プレス加工を施すと、圧縮強度が少し低下するが、表面が平滑になり擦り傷防止に有効であると考えられている。そこで、原料古紙の異なる 3 種類の試料について、熱プレス加工の影響を測定した。パルプモールド実験試料、の熱プレス加工の有無による比較を図 5 に示す、の試料では保護性の向上が確認でき、の白 OA 古紙 100% の試料では荷重が小さい範囲で熱プレス加工により逆に算術平均粗さが大きくなる結果となった。これは、白 OA 古紙の繊維の強さ、太さ等の特性に起因するものと考えられる。

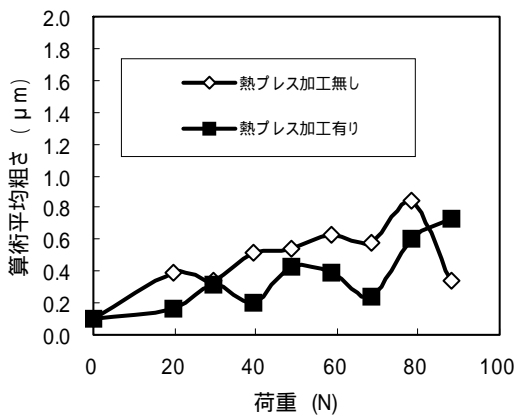
図 6 にパルプモールド試料表面の SEM 写真を示す。

の場合では細い繊維が少し混在しているが、大部分は 0.3mm 程度の太い繊維から構成されている。一方、の試料は 0.3mm 程度の太い繊維のみからなり、の試料は 0.1mm 程度の細い繊維から構成されていることが分

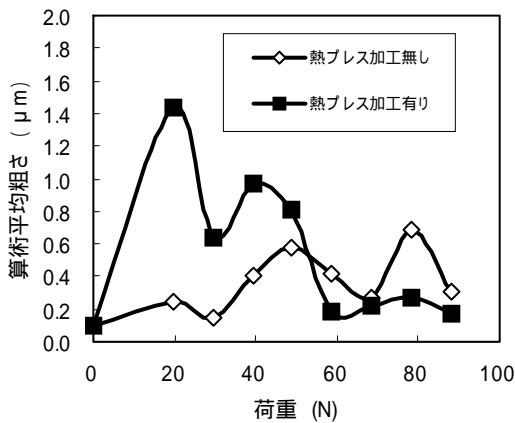
かった。では抄紙工程で脱墨を実施する時間が長いため、繊維が他の古紙より細くなっている可能性が高い。そのため、熱プレス加工による影響が大きく、平滑性が向上すると同時に古紙の柔軟性が失われ擦り傷が発生したと考えられる。熱プレス加工は、およびでは有効であるが、では逆効果になる可能性が考えられる。



(a) 段ボール古紙 60%・新聞古紙 40%

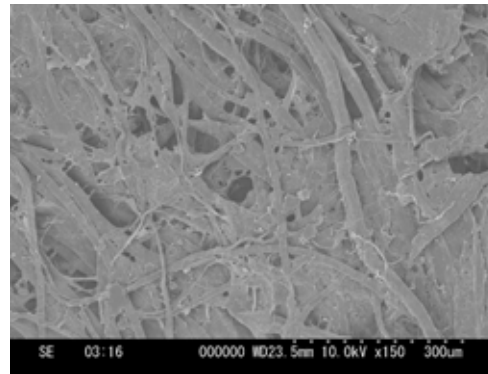


(b) 新聞古紙 100%

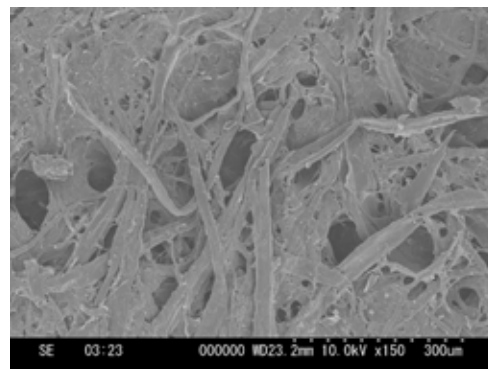


(c) 白 O A 古紙 100%

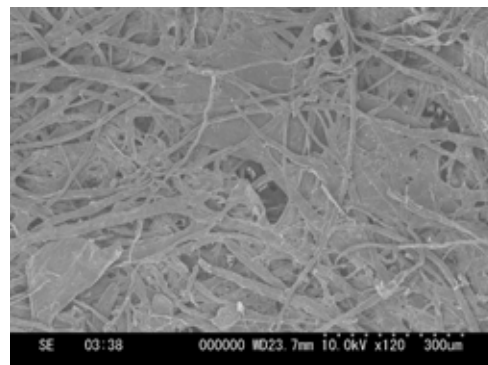
図 5 熱プレス加工による算術平均粗さの比較



(a) 段ボール 60%・新聞古紙 40%



(b) 新聞古紙 100%

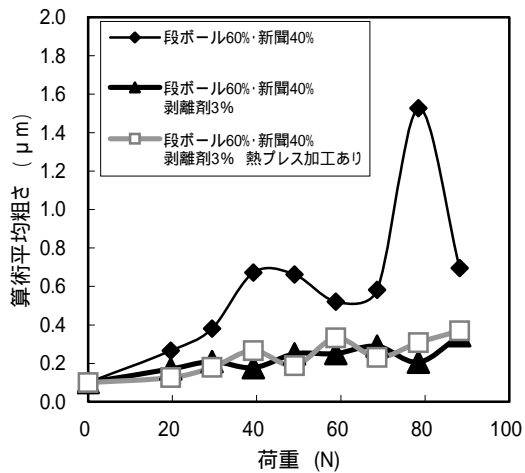


(c) 白 O A 古紙 100%

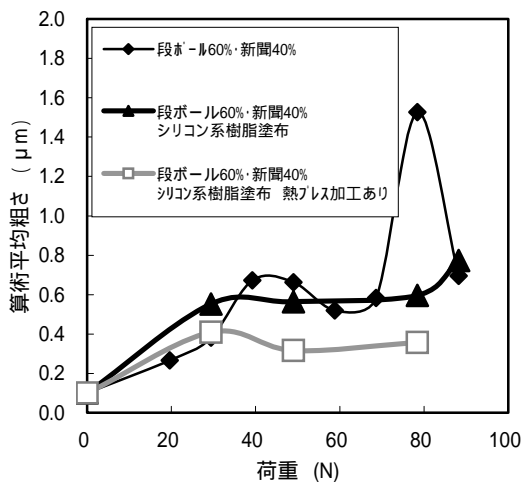
図 6 各実験試料表面の SEM 写真

3.3 樹脂による処理の影響

樹脂による処理として、段ボール古紙 60%・新聞古紙 40%に剥離剤 3wt%内添およびシリコン系樹脂表面塗布した場合の荷重による算術平均粗さの変化を図 7 に示す。なお、図には無処理の場合の結果をあわせて示した。また、表面処理を施したパルプモールド試料表面の SEM 写真を図 8 に示す。剥離剤 3wt%内添は、優れた擦り傷防止効果を示したが、シリコン系樹脂の表面塗布は効果が小さかった。パルプモールド緩衝材においては、表面塗布より内添による処理の方が、表面の柔軟性が得られやすく保護性向上に寄与すると考えられる。さらに、剥離剤内添は熱プレス加工の有無によらず擦り傷防止効果



(a) 剥離剤 3wt%内添



(b) シリコン系樹脂の表面塗布

図7 樹脂処理による算術平均粗さの変化

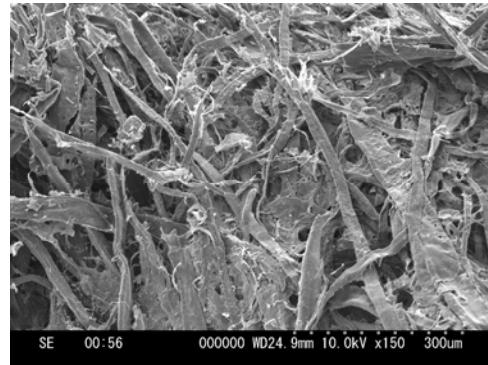
が確認されており、熱プレス加工がないため低コスト化、生産効率化が期待できる。

図8のSEM写真では、剥離剤が古紙繊維に付着して表面に柔軟性が付与している様子が分かる。シリコン系樹脂塗布は、古紙繊維が判別できない程度に樹脂層が形成されているが、パルプモールド表面の凹凸を十分被覆するまでに至っておらず、さらに厚く塗布しないと効果が発揮できないと考えられる。

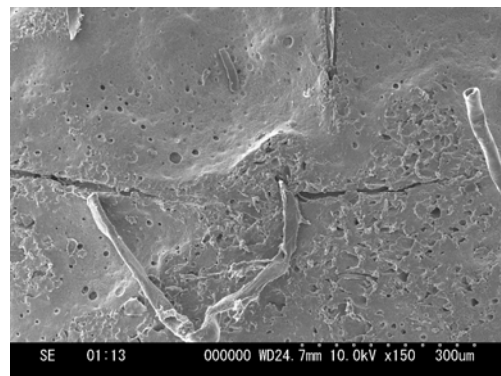
4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

(1)パルプモールド緩衝材の被包装物の擦り傷評価法について、摩擦させる相手材にアルミシート(厚さ50μm)を使用して算術平均粗さRaを測定することにより、目視評価と同じ傾向を示した。



(a) 剥離剤 3wt%内添



(b) シリコン系樹脂の表面塗布

図8 樹脂処理を施した実験試料表面のSEM写真

(2)熱プレス加工について、段ボール古紙60%・新聞古紙40%混合および新聞紙100%では保護性能が向上したが、白OA古紙100%では保護性能が向上は確認できなかった。これは古紙繊維の特性、パルプモールド表面の平滑性が寄与していると考えられる。

(3)樹脂処理について、剥離剤内添は優れた擦り傷防止効果を示し、シリコン系樹脂表面塗布は効果が小さかった。表面塗布より内添による処理の方が、表面の柔軟性が得られやすく保護性向上に寄与すると考えられる。

以上の結果およびコスト面、梱包の作業性を考慮すると、剥離剤内添が最も優れた保護性向上技術であると思われる。今後、ダミー包装貨物を用いた包装品モデルや実際の包装品に適用して室内振動試験および実輸送試験で実証していく予定である。さらに、本研究で考案した擦り傷評価法についても、実輸送の振動条件との相関を測定することにより試験方法として確立する予定である。

文献

- 1) JIS Z 0200(2007), 包装貨物 - 評価試験方法通則
- 2) 佐藤、中川、水野: 愛知県産業技術研究所研究報告, 4, 42(2005)