

## 研究論文

## 傷防止効果に優れたパルプモールド緩衝材の開発

徳田宙瑛<sup>\*1</sup>、来川保紀<sup>\*2</sup>、中川幸臣<sup>\*1</sup>

## Development of the Pulp-Mold Cushion Having Great Effect on Preventing from Damages

Hiroaki TOKUDA<sup>\*1</sup>, Yasunori KITAGAWA<sup>\*2</sup> and Yukiomi NAKAGAWA<sup>\*1</sup>Industrial Technology Division AITEC<sup>\*1\*2</sup>

パルプモールドに添加剤を加えた緩衝材試料を用いて振動試験を行い、レーザー顕微鏡で傷の粗さ、傷の幅を測定することでパルプモールド緩衝材の保護性を評価した。その結果、傷の幅は荷重にほぼ比例したが、傷の粗さは添加剤を加えたものは荷重が大きくなるほど粗さが小さくなることが明らかとなった。また、いずれの添加剤を用いても傷の総量を小さくすることができ、特に、PE(ポリエチレン)-PP(ポリプロピレン)系芯鞘型繊維/ラテックス添加およびPE-PP系芯鞘型繊維/剥離剤/ラテックス添加のものは傷の総量が50%以上低下した。

## 1. はじめに

近年、環境問題が世界規模で問題となる中で、製品を保護する目的で用いられる緩衝材も例外でなく、何度も再資源化できるパルプモールドに注目が集まっている。パルプモールドは古紙から製造ができ、製造時に排出される二酸化炭素は非常に少なく、地球環境負荷の低減に貢献している<sup>1)</sup>。加えて機能面においても、パルプモールドなどの紙系包装材は通気性、吸湿性に優れ、製品の固定性、安定性があるため、適用範囲も食品から精密機器と幅広く利用されている。しかし、緩衝材で荷扱い時の衝撃吸収が十分にできたとしても、輸送中の振動による摩擦で内容品の表面に傷が発生し、問題となる場合が増えている。

そこで、本研究では、製品の傷防止効果を目的として、製造段階のパルプモールドに添加剤を加え、パルプモールドの傷防止効果に及ぼす添加剤の種類、組み合わせの影響を検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 実験試料

対象のパルプモールドは形状が円錐台状(突起上面の周囲長:78.5mm)、高さ40mm、テーパ角15°のものとした。原料は段ボール古紙を60%、新聞紙40%を混合したものである。またパルプモールドの平滑性を向上させるための熱プレス加工処理は行っていないものを用いた。なお、試料は温度23°C、湿度50%R.H.の標準状態で前処置を行った後、試験を行った。

## 2.2 添加剤

本研究で用いた添加剤は、モールドの製造段階で添加し、表面の柔軟化、引裂強度の低下防止等が期待できるゴム系樹脂のラテックス、PP-PE系芯鞘型繊維(以下芯鞘繊維)、および紙粉を防止でき、安価で、多くのパルプモールドで使用されている製紙用剥離剤(以下剥離剤)を用いた。実験では、ラテックス/芯鞘繊維と剥離剤を一緒に添加することで相乗効果が期待できると考え、その割合(原料に対する重量比)を変えて検討した。添加剤の配合条件を表1に示す。

表1 添加剤の配合条件

	芯鞘繊維 (%)	ラテックス (%)	剥離剤 (%)
Control			0
(1)			1
(2)			2
(3)			3
A	3	5	
B	5		
C	10		
D	3	10	
E	5		
F	10		
a	3	5	1
b			3
c			1
d			3

## 2.3 表面粗さの評価方法

図1に試験装置の模式図を示す。被包装物に対するパ

\*1 工業技術部 応用技術室 \*2 工業技術部 応用技術室(現工業技術部 材料技術室室長)

ルプモールド緩衝材の擦り傷評価方法は、振動試験機(エミック(株)製)を用いて、これに試作した試験治具を組み付け、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、包装対象に金属製品が多いため、厚さ  $50\mu\text{m}$  のアルミシートを採用し、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た。

振動条件は、トラック輸送を想定して<sup>2)</sup>、振動数  $5\text{Hz}$ 、振動加速度  $0.75\text{G}$ 、振動時間  $10\text{min}$  とし<sup>3),4)</sup>、おもりを用いて荷重と表面粗さとの関係を求めた。

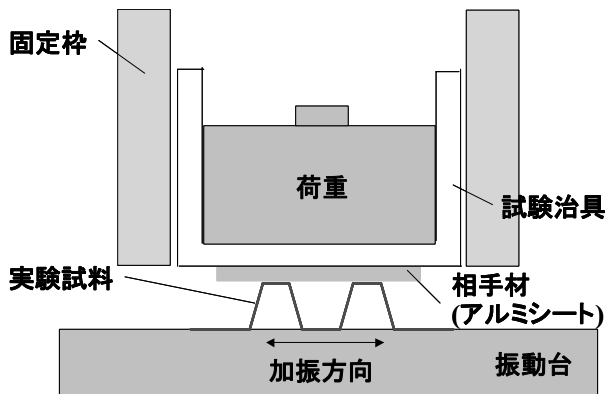


図1 試験装置の模式図

図2にパルプモールドとの摩擦により生じた傷の一例を示す。アルミシートの表面粗さは走査型共焦点レーザー顕微鏡 OLS1200(オリンパス製)を用いて測定を行った。表面粗さを求める指標として粗さ曲線の標高の絶対値の平均値である算術平均粗さ  $R_a$  を用いた。またアルミシートにできた傷の幅を加振方向に対し垂直方向にノギスで測定し、荷重と傷の幅の関係を求めた。また、算術平均粗さ  $R_a$  と傷の幅の積を傷の総量  $S$  と定義した。

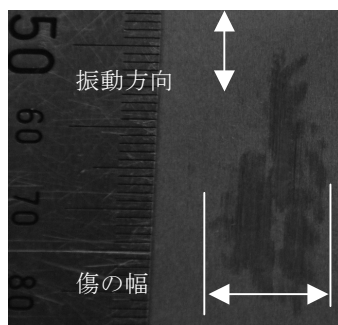


図2 パルプモールドとの摩擦により生じた傷の一例  
2.4 パルプモールドの圧縮強度

各添加剤が、パルプモールド自体の強度に及ぼす影響を調べ、表面粗さや傷の幅との関係を考察するために、圧縮試験を行った。試験は引張圧縮試験機 TGE-10kN(ミ

ネベア製)を用いて行い、圧縮時の変位-荷重曲線を求めた。荷重速度は  $10\text{mm}/\text{min}$  とした。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 表面粗さの比較

各添加剤におけるパルプモールドの擦り傷試験後のアルミシートの算術平均粗さ  $R_a$  を図3～図5に示す。

剥離剤については、 $20\text{--}80\text{N}$ 、いずれの条件においても、2%のものが傷防止効果が高かった(図3)。このことから、添加剤を多く入れれば傷防止効果が改善されるのではなく、傷防止効果を最大限に生かせる添加剤濃度が存在するものと思われる。

芯鞘繊維/ラテックスについて本実験範囲の添加量では傷の粗さのばらつきが大きく、荷重間の傾向ははっきりと現れなかった(図4)。

芯鞘繊維/剥離剤/ラテックスの場合(図5)は、芯鞘繊維/ラテックスと同様にばらつきが大きく傷防止に寄与する物質の特定は困難であると考え。全体的な傾向として荷重が大きくなるほど傷の粗さは小さくなる傾向を示した。

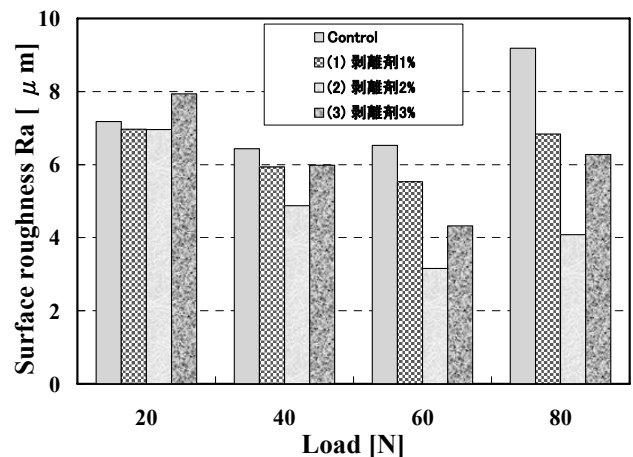


図3 剥離剤の添加量と表面粗さ

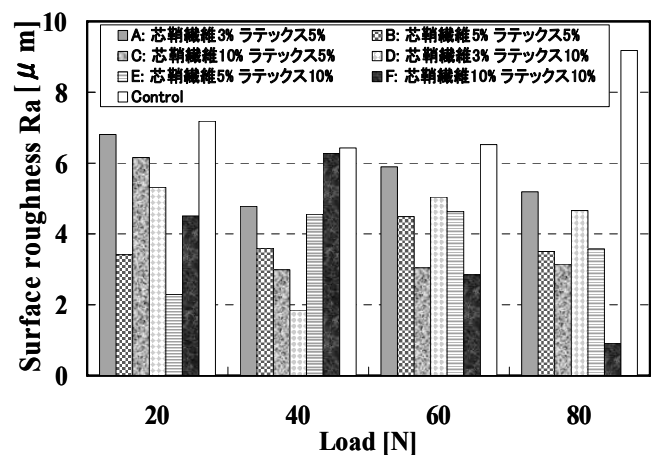


図4 芯鞘繊維/ラテックスの添加量と表面粗さ

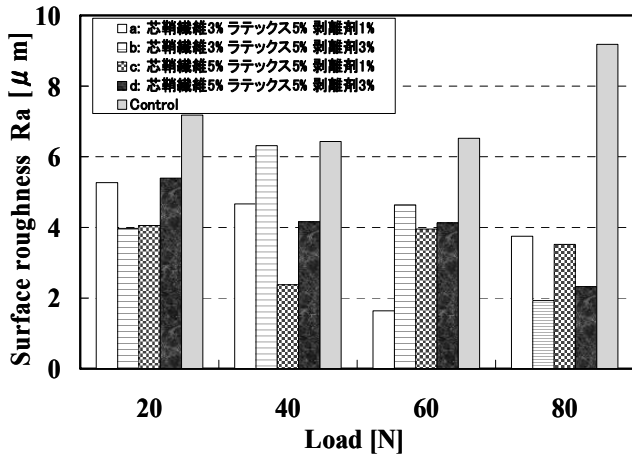


図5 芯鞘繊維/剥離剤/ラテックスの添加量と表面粗さ

### 3.2 傷の幅の比較

摩擦によって生じた傷の幅と荷重との関係を図6に示す。いずれの試料も荷重と傷の幅はほぼ比例した。ただ添加剤が剥離剤のみの場合、他の添加剤と比較し、若干傷の幅が大きかった。

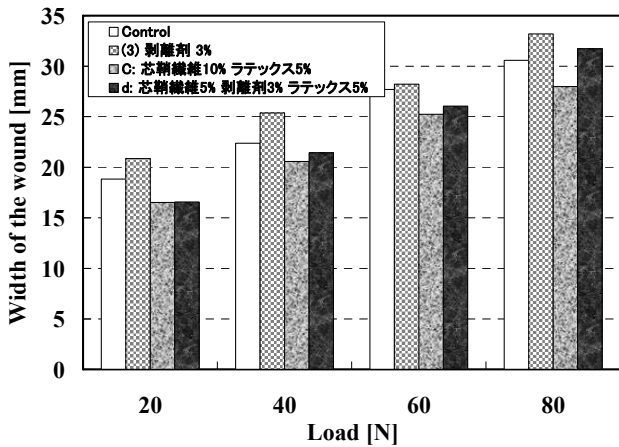


図6 各添加剤による傷の幅

### 3.3 パルプモールドの圧縮強度

各パルプモールドの圧縮試験結果を図7に示す。強度はControlが一番強く、剥離剤、芯鞘繊維/ラテックス/剥離剤、芯鞘繊維/ラテックスの順であった。添加剤はパルプモールド自体の圧縮強度を低下させた。傷の幅、表面粗さおよび圧縮強度の結果から、パルプモールドが圧縮されることで、パルプモールドの先端がつぶれ、次第につぶれた部分が広がり、結果的に、傷の幅が広がったものと思われる。図8に摩擦によって生じた傷の主な写真を示す。Controlでは強度が強い分、傷がアルミシートにはっきりと生じた。(図8(a))添加剤を含む試料(図8(b),(c))は強度が弱い分、アルミシートにかかる荷重が分散され、傷が生じにくく、傷の粗さや幅が小さくなったり、摩擦の過程で変形により、パルプモールドとアルミシートが全面接触しなかったものと考えられる。

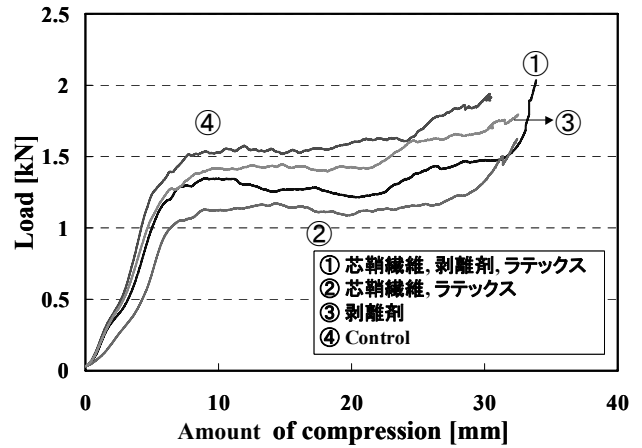
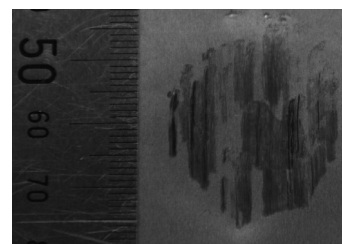
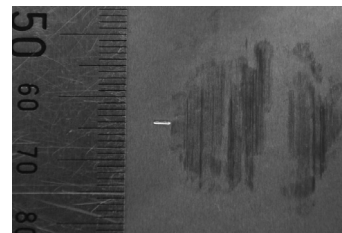


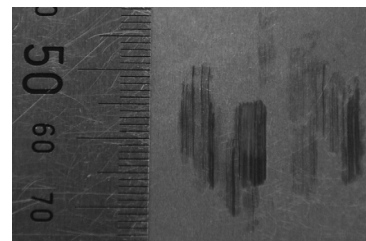
図7 パルプモールドの圧縮強さ



(a) Control 荷重 80N



(b) 芯鞘繊維/ラテックス 荷重 80N



(c) 芯鞘繊維/剥離剤/ラテックス 荷重 80N

図8 各パルプモールドとアルミシートの摩擦によって生じた傷

### 3.4 傷の総量

傷の総量Sを図9～図11に示す。

Controlは、荷重とともに傷の総量が大きくなったが、添加剤を含んでいるものは荷重に対し、総量の増加幅は小さく、添加剤によってはほぼ一定という結果も得られた。これは、傷の幅が荷重に比例するのに対し、表面粗さは減少するという結果が反映されたものであると考えられる。

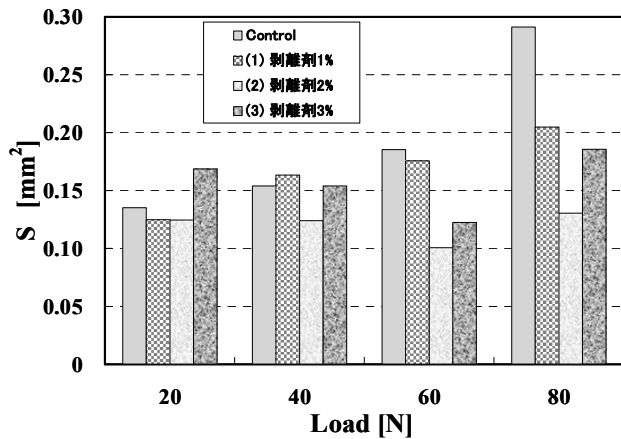


図9 剥離剤の添加量と傷の総量

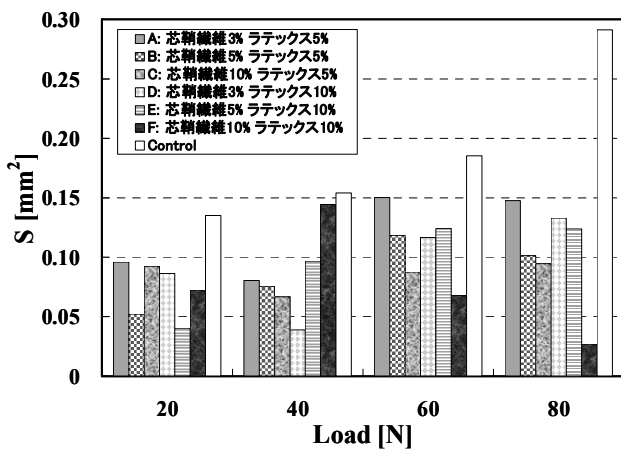


図10 芯鞘繊維/ラテックスの添加量と傷の総量

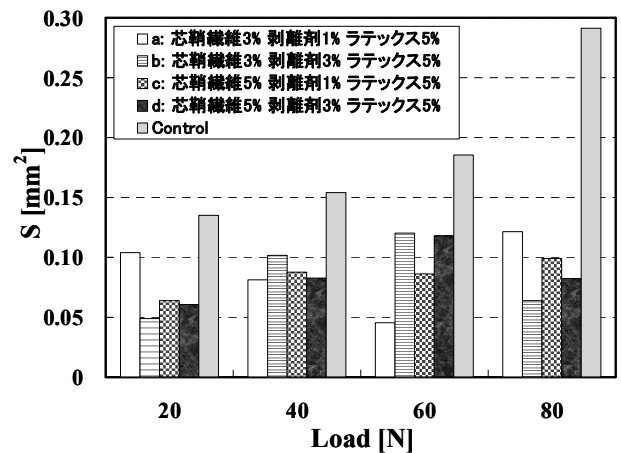


図11 芯鞘繊維/ラテックス/剥離剤の添加量と傷の総量

## 4. 結び

3 種類で 13 条件の添加剤の組み合わせのパルプモールドを用いて相手材の傷の評価を行ったが、いずれの添加剤を用いても、傷の総量を減少させることができることを確認した。特に芯鞘繊維/ラテックスおよび芯鞘繊維/ラテックス/剥離剤を添加したものが傷防止効果が高く、傷の総量は 50%以上減少した。傷の総量は Control、添加剤を含むもの、ともに荷重が大きくなるにつれて大きくなった。しかし、Control では 80N で急激に増加した。これは添加剤を含むパルプモールドは荷重が大きいときに表面粗さが小さくなる傾向が見られた一方で、傷の幅は荷重にほぼ比例する傾向が反映された結果と思われる。今後は、実用化のステップとして、ダミー包装貨物を想定した包装モデルを確立し、振動時間を包装貨物—振動試験方法<sup>5)</sup>での条件で振動試験を行い、実際に生じる傷と本研究で得られた結果の相関を考察していく予定である。

## 文献

- 1) 日本パルプモールド工業会ホームページ  
<http://www.pulpmold.gr.jp/index.html>
- 2) JIS Z 0200(2007), 包装貨物—評価試験方法通則
- 3) 佐藤, 中川, 水野: 愛知県産業技術研究所研究報告, 4, 42(2005)
- 4) 佐藤, 中川, 来川: 愛知県産業技術研究所研究報告, 7, 30(2008)
- 5) JIS Z 0232(2007), 包装貨物-振動試験方法