

# 輸送中の紙粉発生条件と防止に関する研究

佐藤幹彦<sup>\*1</sup>、中川幸臣<sup>\*1</sup>

## Generation-Prevention of the Paperdust from Packaging Paper Materials under Transportation

Mikihiko SATO<sup>\*1</sup> and Yukiomi NAKAGAWA<sup>\*1</sup>

Industrial Technology Division, AITEC<sup>\*1</sup>

昨年度に引き続き各種包装材料や包装技法の摩耗量を測定し、紙粉防止に有効な包装材料、構造について検討した。表面に防湿処理層のある防湿紙に紙粉防止効果が確認された<sup>1)</sup>ため、昨年度の結果に基づき、本年度は防湿紙、水性及び油性ワニスオーバーコートライナを貼り合わせた段ボールを評価した。さらに、使用頻度が増加している強化芯段ボールの影響についても調べた。また、部品の集合包装でよく見られる井桁状間仕切りモデルを作製し、製品ダミーと間仕切りの空隙と摩耗量の関係を検討した。

### 1. はじめに

環境面の配慮から段ボールやパルプモールドなど紙系包装材料の利用が増加している<sup>2)</sup>。一方、国内における段ボールのリサイクル率は90%を超え、段ボール原紙の古紙配合率は年々高まり、段ボール原紙の繊維長はさらに短くなる傾向にある。そのため、表面強度や耐摩耗性が以前より低下していると考えられ<sup>3)</sup>、紙素材特有の課題が生じている。

紙系包装材料の増加、包装コストの低減が進むにつれ、輸送振動における包装材料の紙粉対策、擦れ対策に重点が置かれるようになってきた。紙粉問題はその課題の一つであり、特に自動車部品等の工業製品の集合包装において、製品を直接梱包して輸送する場合に顕著に発生している。しかし、現状では輸送中の製品と包装材料の接触による紙粉対策は不十分であり、紙粉のついた製品にエアを吹きかけて落とす作業で対応していることが多い。そのため、紙粉防止に有効な包装材料、構造について明らかにし、それに基づいた包装設計をすることが強く求められている。

本研究では、昨年度に引き続き各種包装材料や包装技法と摩耗量の関係を検討した。昨年度に紙粉防止効果が確認された防湿紙に加え、低コストが期待できる水性ワニス、油性ワニスを塗布した水性ワニスオーバーコートライナ、油性ワニスオーバーコートライナを段ボールに貼り合わせて摩耗量を測定した。また、最近使用頻度が多くなっている強化芯段ボールの影響についても評価した。さらに、包装技法について、部品の集合包装でよく見られる井桁状間仕切りモデルを作製し、製品ダミーと

間仕切りの空隙と摩耗量の関係を求めた。

### 2. 実験方法

#### 2.1 包装材料

実験には、一般的なAフルートの普通芯段ボール及び強化芯段ボールを使用した。表・裏ライナの材質は坪量210g/m<sup>2</sup>のクラフトライナであり、中芯の材質は普通芯段ボールが坪量120g/m<sup>2</sup>、強化芯段ボールが坪量180g/m<sup>2</sup>のセミケミカルパルプである。その段ボールの表面に、坪量210g/m<sup>2</sup>のクラフトライナ、防湿紙、水性ワニスオーバーコートライナ(1度刷り、2度刷り)、油性ワニスオーバーコートライナ(1度刷り、2度刷り)を貼り合わせた包装材料を実験試料とした。井桁状間仕切りモデルは、普通芯段ボール及び強化芯段ボールで間仕切りを作製した。

#### 2.2 段ボールの摩耗量の測定

図1に試作した摩耗試験装置の模式図を示す<sup>4)</sup>。振動試験機上に摩耗試験装置を設置し、プレス機で切断した金属切断面を実験試料の段ボールと摩擦させ、試験前後の包装材料の質量を測定した。図2は摩擦させたプレス切断片の写真である。そのプレス切断片は切断面の片側にバリが生じ、切断面の粗い部分の平均表面粗さは12.3µmであった。

振動条件は、荷重15~113Nの範囲で変化させ、振動数5Hz、振動加速度0.75G、振動時間10minとした。測定は、段ボールの段流れ方向に摩擦させた場合(M.D.方向)段流れと直交する方向に摩擦させた場合(C.D.方向)について行った。

<sup>\*1</sup>工業技術部 応用技術室

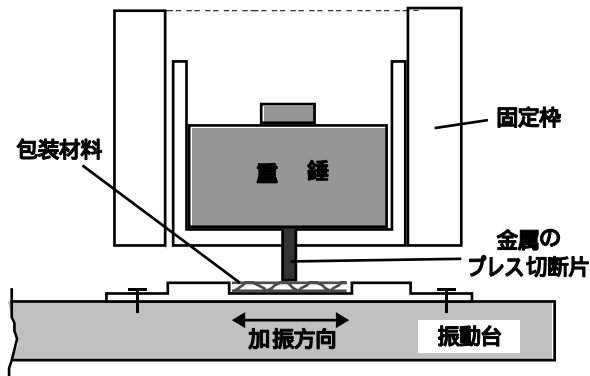


図1 摩耗試験装置の模式図

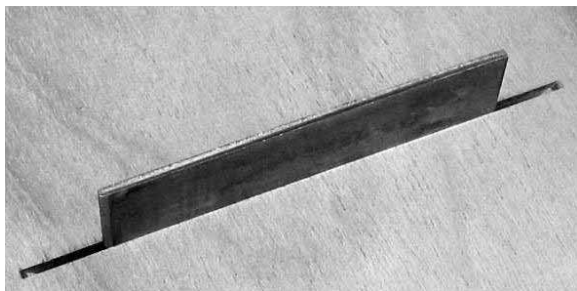


図2 金属のプレス切断片（長さ：130mm、厚さ：3mm）

### 2.3 井桁状間仕切りモデルの摩耗量の測定

部品の集合包装でよく見られる井桁状間仕切りモデルを作製し、製品ダミーと間仕切りの空隙を変更して摩耗量を測定した。製品ダミーは1kgの重錘6個とした。図3に井桁状間仕切りモデルを示す。空隙はX方向（前後方向）で2.0～1.5mm、Y方向（左右方向）で2.0～1.5mmと変化させ、空隙が0mm以下は間仕切り内側寸法が製品ダミー寸法以下であることを示している。振動条件は、振動数5Hz、振動加速度0.75G、振動時間は10minとした。

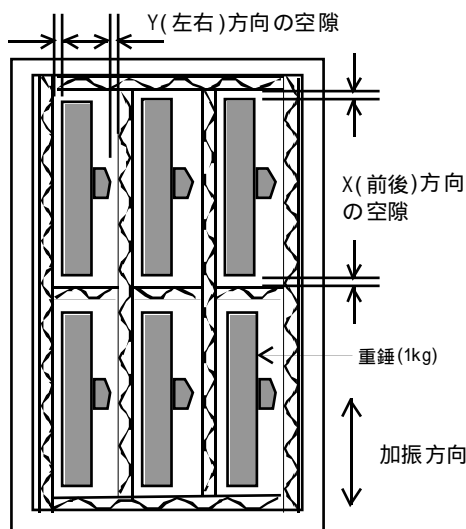


図3 井桁状間仕切りモデル

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 段ボールの摩耗量

図4、5に、段ボール用原紙にクラフトライナ、防湿紙、水性ワニスオーバーコートライナ、油性ワニスオーバーコートライナを貼り合わせた段ボールの摩耗量の測定結果を示す。防湿紙、水性ワニスオーバーコートライナ、油性ワニスオーバーコートライナの摩耗量は、M.D.方向、C.D.方向のいずれの場合もクラフトライナの10分の1程度に低減されており、紙粉防止効果が確認された。特に、水性ワニスオーバーコートライナは防湿紙よりも紙粉防止効果が大いことが分かった。水性ワニスは低コストで塗布できるため、紙粉防止用の包装材料として期待できる。

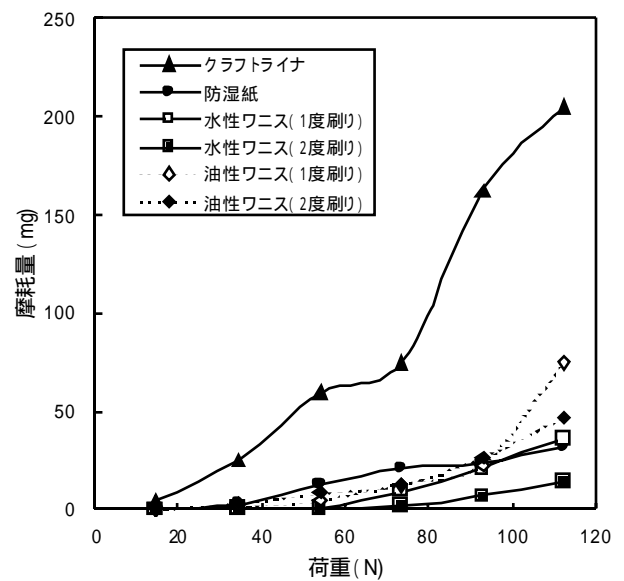


図4 荷重と摩耗量（M.D.方向）

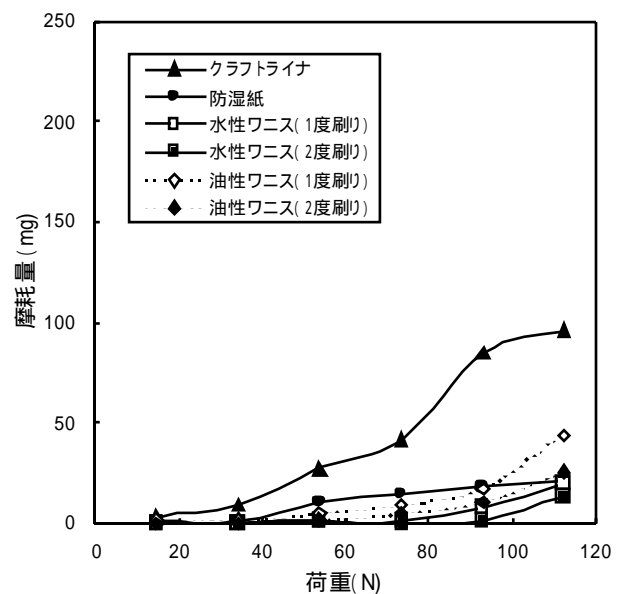


図5 荷重と摩耗量（C.D.方向）

### 3.2 強化芯段ボールの影響

強化芯段ボールの影響を測定するため、普通芯段ボール、強化芯段ボールそれぞれに、紙粉防止効果の認められた材料の防湿紙を貼り合わせた段ボールで摩擦量を測定した。図6、7に摩擦量の比較を示す。普通芯段ボール、強化芯段ボール単体では、荷重を増加していくと急激に摩擦量が増加する現象が認められ、特に強化芯段ボールにおいて顕著であった。強化芯段ボールのM.D.方向は40N、C.D.方向は80Nでその現象を示した。原因は摩擦によりライナ破れが発生したためである。防湿紙を表面に貼り合わせるとライナ破れが抑止され、また、いず

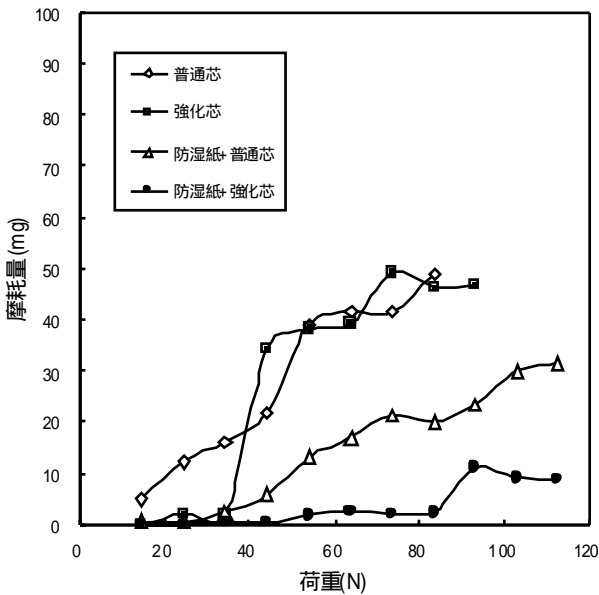


図6 荷重と摩擦量 (M.D.方向)

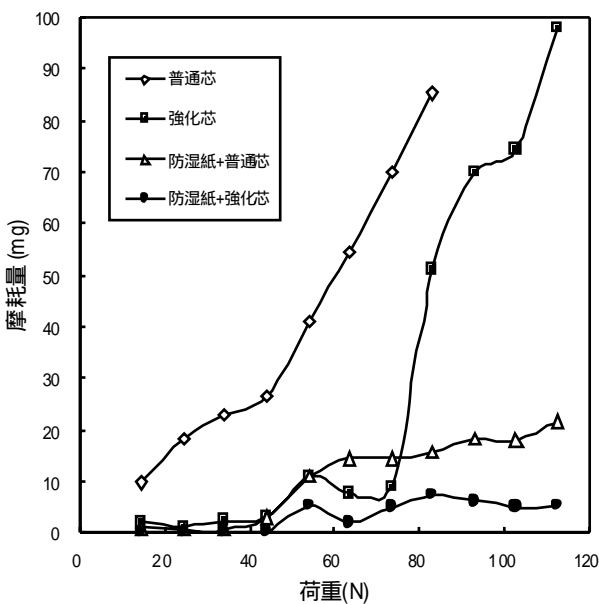


図7 荷重と摩擦量 (C.D.方向)

れの方でも摩擦量が減少した。強化芯段ボール単体使用の場合の摩擦量は、M.D.方向については普通芯段ボールとほとんど変わらず紙粉防止効果が少なかった。C.D.方向については荷重が小さい範囲では普通芯段ボールより摩擦量が少なく、70Nを超えると急激に紙粉が発生した。これは、強化芯段ボールの方が普通芯段ボールより平面方向の強度があるためである。以上の結果から、防止効果のある防湿紙と強化芯段ボールを組み合わせることで普通芯段ボールより紙粉を防止できることが分かった。

### 3.3 井桁状間仕切りモデルの摩擦量

図8、9に普通芯段ボール、強化芯段ボールの場合の空隙と摩擦量の関係を示す。井桁状間仕切りと製品ダミー間の空隙が大きいかほど摩擦量が多かった。一方、空隙0mm以下でも紙粉が発生する場合があった。実験で使用した井桁状間仕切りモデルでは、Y方向(左右方向)の空隙を変更した場合にその現象が顕著に見られた。Y方向では製品の振動による段ボールの損傷が大きく、それにもなって紙粉が多く発生することが分かった。一方、普通芯段ボールより強化芯段ボールで紙粉が抑えられる傾向にある。これは強化芯段ボールの方が平面方向の強度が強いことに起因していると考えられる。

以上の結果から、紙粉を抑えるためにはできるだけ空隙を小さくすることが望ましく、完全に紙粉を防止するためには製品をきつく保持しなければならず、作業性とのバランスを考慮する必要がある。その際、井桁状間仕切りに強化芯段ボールを使用の方が、普通芯段ボールより紙粉防止に有効と思われる。

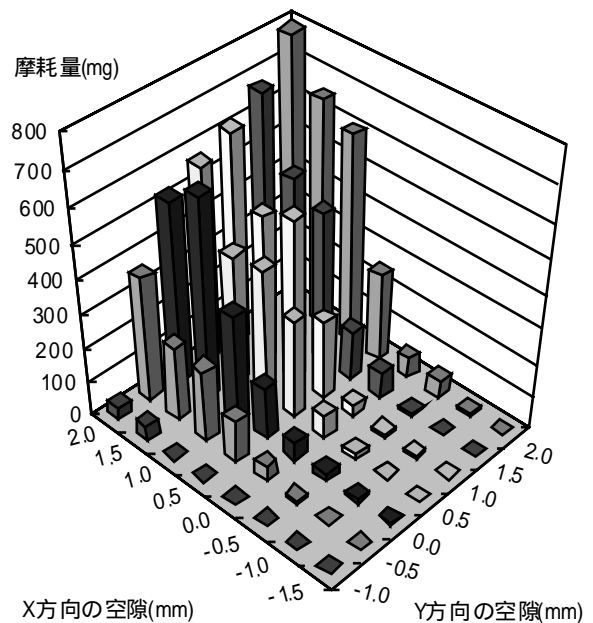


図8 空隙と摩擦量 (普通芯段ボール)

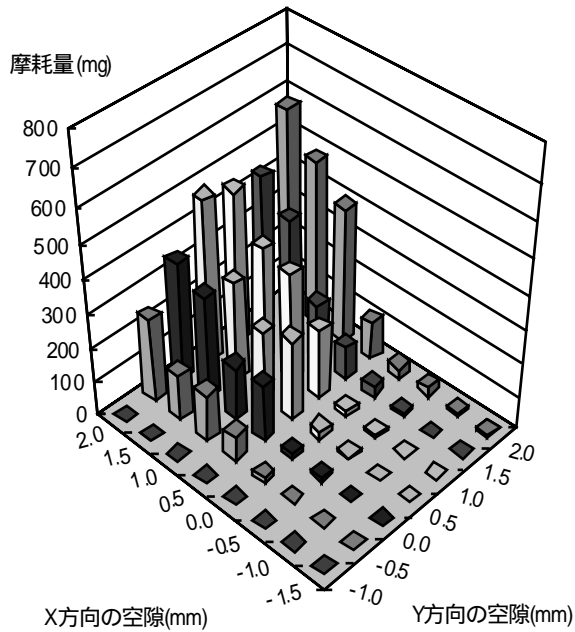


図9 荷重と摩耗量（強化芯段ボール）

#### 4. 結び

本研究では、紙粉対策、擦れ対策に有効な包装材料、包装技法を実験により評価し、明らかにした。耐摩擦性の強い水性ワニスオーバーコートライナを貼り合わせた

段ボールで紙粉防止効果が確認され、紙粉防止用段ボールとして期待できる。そこで、水性ワニスオーバーコートライナを表・裏ライナに使用した段ボールを企業と共同で開発した。現在、自動車部品の集合包装を想定した室内振動試験、実輸送試験で評価を実施し、良好な結果が得られている。

今後の取り組みとしては、段ボール以外の紙系緩衝材であるパルプモールドの紙粉発生に注目したいと考えている。最近使用事例が増加しているパルプモールド緩衝材<sup>5)</sup>は紙粉対策、擦れ対策の重要性が増している。また、本研究の井桁状間仕切りの集合包装では、段ボールの平面方向で製品を保持する場合を想定して評価した。実際には段ボールの切断面で製品を保持する事例もあり、この場合は紙粉が極端に発生することが考えられ、今後の課題として検討する予定である。

#### 文献

- 1) 佐藤幹彦, 中川幸臣, 水野金儀: 愛知県産業技術研究所研究報告, 4, 42(2005)
- 2) 長谷川淳英: 日本包装学会誌, 12(2), 73(2003)
- 3) 成木裕一: 電機, 3, 43(2006)
- 4) JIS P 8136(1994), 板紙の耐摩耗強さ試験方法
- 5) 倉田均: 日本包装学会誌, 13(5), 283(2004)

