

段ボール包装リターナブルシステムの開発

中川幸臣*¹ 植谷達彦*² 室田修男*² 酒井和彦*³

Returnable System of Corrugated Fibreboard Box

Yukiomi NAKAGAWA, Tatsuhiko UETANI, Nobuo MUROTA and Kazuhiko SAKAI

企業との共同研究により包装廃棄物の削減を目指した段ボール包装のリターナブルシステムの開発に取り組み、以下の結果を得た。

- (1)今回構築したリターナブルシステムでは段ボール会社の管理下で回収、分別、検査を行い、さらに必要に応じて破損した容器の補修を行って再納入することが重要なポイントである。この補修により段ボール箱が繰り返し使用できることを図った。
- (2)リターナブルシステムで用いる段ボール製容器の開発を行ったが、返却輸送時のコストを抑えるため、コンパクトな折りたたみが可能な構造にすることができた。また、重量製品にも対応するため木製補強枠も使える仕様とした。
- (3)リターナブル輸送の評価について実輸送試験と室内実験を行った。実輸送試験ではトラック輸送による名古屋～東京間の繰り返し輸送や乗用車による長距離輸送・保管テストなどを実施した。輸送後の容器の圧縮強さは最大で30～40%の劣化が認められた。また、室内実験では回転六角ドラム試験や振動試験による容器の劣化についてデータを収集した。ドラム試験による強度劣化のデータは実輸送試験でのデータと相関が認められ、この室内実験をリターナブル輸送の評価法として利用することができると考えられる。

1. はじめに

最近、社会システムについて従来の大量生産・大量消費のシステムから、資源のリサイクルなどを含んだ循環型システムへの転化が早急に求められている。そこで、われわれも包装廃棄物の削減を図るため段ボール包装のリターナブルシステムの開発に取り組んだ。これまで段ボール箱は一度使った後に廃棄といういわゆるワンウェイ型の使用方法がほとんどで、繰り返し使われるものとして認識されていないというのが現状である。そこで、今回段ボールの繰り返し使用についてテストを行い、環境保全とコスト削減を目的としたリターナブルシステムの開発を目指した。

ここでは本研究の代表的な事例を取り上げ、開発の経緯についてまとめた。

2. リターナブル用容器について

容器については返却時の輸送コストがリターナブルシステムを成立させるための重要なポイントである。したがって容器の構造としてはコンパクトな折りたた

みが可能であり、返却時の容積を小さくできるものに限られる。

今回開発を行った重量製品向けのリターナブル容器を写真1に示す。左が容器組立時の外観(寸法:1130×760×720mm)で右が返却時の折りたたんだ状態を示しており、容器の底部には木製パレットを使用している。この容器は重量製品に耐えられるように内装に木製補強枠を用いており約20kNの荷重に耐えることができる。また、返却時に複数個の容器がある場合には、組み立てた状態の容器の中に折りたたんだ容器を収納して返送することができる。

また、その他のバリエーションとして木製パレットを用いないオール段ボール製の容器も開発しており(写真2)、目的に応じた使い分けが可能である。この容器はフォークの差し込み口に強化段ボール製のスリーブを用いた仕様となっている。実際にこの容器を用いてフォークリフトによる荷役テストを行ったが(写真3)、約2kNのおもり(砂袋)を入れた状態で容器を持ち上げて保持したところ、容器に異常が無いことを確認した。

今回のリターナブルシステムは、小型の軽量製品が

*1 応用技術部 *2 機械電子部 *3 太榮印刷株式会社



写真1 重量品向けリターナブル容器（組立時及び返却時）



写真2 オール段ボール製容器



写真3 フォークリフト荷役試験

ら大型の重量製品まで幅広く対応することを目指している。そこで、小型軽量品向けの容器として利用実績のある折りたたみ段ボール箱を容器バリエーションとしてシステムに組み入れることにした。

3. リターナブルシステムの構築

リターナブルシステムが成立するためにはまず、システムを運用する企業にとって事業化が確立されなければ全く意味のないものになってしまう。図1にリターナブルシステムの概要について示すが、今回のシス

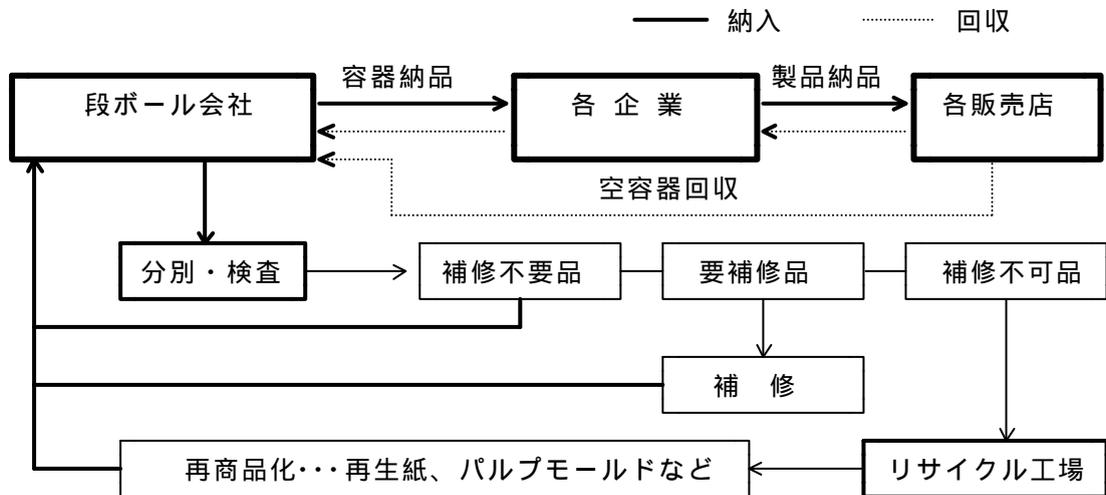


図1 リターナブルシステム概要

テムでは段ボール会社が回収、分別、検査を行い、さらに必要に応じて容器の補修を行い再納入することが重要なポイントになっている。つまり、容器の管理業務や補修などで利益を求めていくことがシステム運用の基本となる。

また、段ボール製容器を繰り返し使用するためリターンブル輸送による容器の劣化レベルについては事前のテストにより把握する必要があり、そこから補修方法とコストの適正な接点を見出すことが重要である。

4. リターンブル輸送の評価方法について

繰り返し輸送による容器の劣化を調べるため実輸送試験と室内実験とを並行して行った。実輸送試験についてはダミー包装品を用いたトラック輸送で、(1)名古屋 - 東京間の定期便輸送、(2)名古屋近郊のターミナル間輸送について繰り返し輸送を行った。試験後、容器の圧縮強度を調べ劣化の程度を評価した。また、乗用車・バンを利用して長期輸送・保管試験についても実施した。室内実験については輸送中の容器へのダメージを想定し、回転六角ドラム試験や振動試験により容器の強度劣化の相関を調べた。



写真4 テスト用ダミー包装品

試験に用いたダミー包装品を写真4に示す。容器寸法は520×330×240mmで、内装は5kgの木箱を発泡ポリレンで緩衝包装したものと1kgのおもり5個を固定せずに入れたものの2種類で試験を行った。

図2は定期便及び近郊ターミナル間輸送をともに5回ずつ繰り返し輸送を行った後の容器の圧縮強度の劣

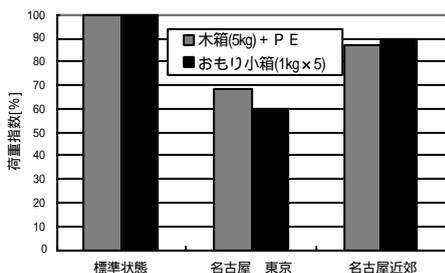


図2 実輸送試験後の圧縮強さ (5回往復輸送後)

化について示している。図より名古屋 - 東京間の長距離での繰り返しによる劣化が大きく、約30~40%の圧縮強度の低下が認められた。それに対し、近距離のターミナル間輸送では10%程度の強度低下にとどまっている。この結果より、長距離でのリターンブル輸送を考えた場合、そのままの状態でも繰り返し使用することは困難であり、何らかの補修が必要になってくることが考えられる。

次に長期輸送・保管試験については軽量製品向けの容器(3種類)を用いて試験を行った。試験は各容器に5kgのおもりを入れて包装し、その上に5kgの木箱を載せて輸送した。表1に容器の種類、表2に実際の輸送・保管のデータについてまとめた。

表1 容器の種類

品名	材質	フルト	寸法	容積
A5通箱	K6	B	520 × 330 × 240 mm	0.042m ³
ボトムロック箱	K6	A	540 × 335 × 180 mm	0.035m ³
仕切付箱	K5	B	430 × 170 × 150 mm	0.011m ³

表2 試験データ

品名	輸送距離	荷役回数	再包装
A5通箱	352.8 km	12.9回	6.8回
ボトムロック箱	416.2 km	14.0回	6.7回
仕切付箱	306.6 km	11.4回	6.0回

荷役回数は「積み」と「降ろし」の合計。
再包装は箱から出して入れ直すまでの行為を1回とした。

長期輸送・保管試験は約3ヶ月にわたって行った。その結果、各容器について試験後の外観には破れなどの損傷は認められなかった。圧縮強度については10~30%の強度低下が認められており、段ボールの段つぶれや罫線劣化等が起きていたと推定され、圧縮強さの維持には段ボールパッドによる補修が必要になると考えられる。

次に室内実験については、まず振動試験による容器の劣化について調べた結果を図3に示す。実験に用いた容器は前出のボトムロック箱で、試験条件は30/90%の温湿度環境で20kgのクリープ荷重をかけて24

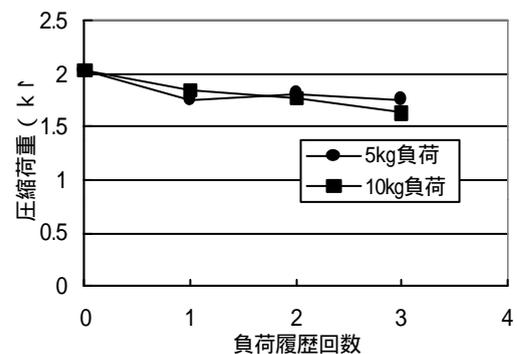


図3 振動とクリープ荷重による箱圧縮強度の劣化

時間放置した後、JIS規格と同レベルのランダム振動を5kgまたは10kgの荷重をかけた状態で行った。加振時間は1サイクル20分として最大3サイクルまでかけたが、10kg 負荷・3サイクル後においても容器の圧縮強度は初期強度の80%の強度を維持しており顕著な劣化は見られなかった。このことから、輸送中の容器の劣化については、振動による劣化よりも荷役中の落下衝撃や過酷な積み付けなどが原因になることが多いと考えられる。

次に、回転六角ドラム試験を行った後の容器の強度

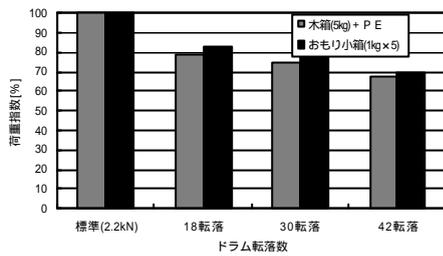


図4 ドラム試験後の圧縮強さ

劣化について図4に示す。試験には実輸送試験で用いたダミーと同じ包装品を使用し、ドラムの転落数を18,30,42転落として試験を行った。図よりドラムの転落数と容器の強度低下の割合に相関が見られるのがわかる。42転落後の強度低下が約30%で、実輸送試験における木箱内装品の名古屋-東京間の繰り返し輸送後の低下率とほぼ同等であった。回転六角ドラム試験の場合、供試品の全方向から衝撃が与えられるが、繰り返し輸送でもあらゆる方向からの衝撃が想定されるならば、事前の容器の劣化レベルのチェック項目としてこの試験もひとつの評価法と考えられる。

5. 容器の補修について

今回のリターナブルシステムにおいて、容器を補修しながら使うという考え方を取り入れることが重要なポイントとなっている。補修における注意点としては容器の強度回復レベルと補修コストとの相関を調べ、適正な補修パターンを決めることである。検討の結果、簡易な段ボールパッド補修とテープ補修で十分対応できることがわかった。

輸送試験に用いたものと同じ容器で段ボールパッドによる補修テストを行った。試験は新品の容器にまず2kNまで荷重をかけ座屈させ、その後で段ボールパッド(幅50mm、100mm)を容器の側面中心部、側面コーナー部、つま面コーナー部にそれぞれ2枚ずつ貼り付けて再び圧縮試験を行うという形で行った。図5にその

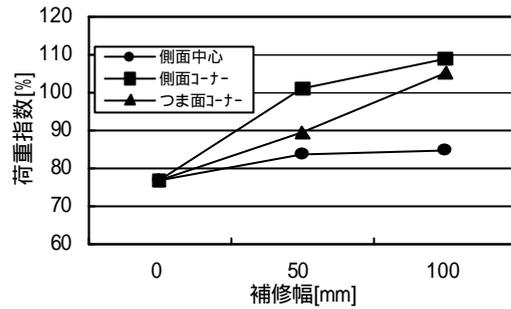


図5 段ボールパッド補修後の圧縮強さ

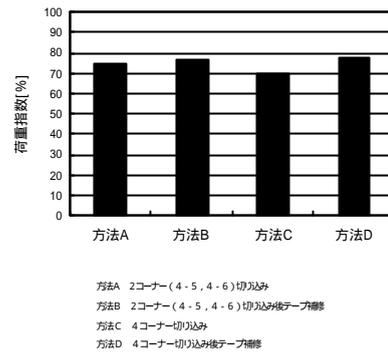


図6 切り込み及びテープ補修後の圧縮強さ

結果を示すが、側面中心部は面の反りが大きく補修効果はあまり期待できないが、容器のコーナー部に貼り付けた場合は補修幅が小さくても大きな効果が得られる。

また、容器の破れに対してはテープ補修を行うが、先程と同じ座屈をさせた容器に切り込みを入れたもので試験を行った。図6は容器の上側コーナー部の2箇所もしくは4箇所に5cmの切り込みを入れ、その部分にテープ補修が有るものと無いものとの圧縮強度の比較を行った結果を示している。図より圧縮強度の回復については10%未満となっており、あまり効果は得られなかった。しかし、容器の外観と機能を維持し、繰り返し使用するためには最も簡易で基本的な補修であることに相違ない。

6. まとめ

本研究で取り組んだ段ボール包装のリターナブルシステムの開発については、最終的に一般向けの利用マニュアルという形でまとめた。このマニュアルにはシステムの概要、容器バリエーションやコスト等について詳細がまとめてあり、利用する側は自社の製品に合わせた容器を選択しコストの概算もわかるようになっている。今回の研究の過程において重量品向けの容器が県内の輸送会社でテスト採用されており、今後も広く業界にアピールしながら廃棄物削減に貢献できるリターナブルシステムを確立していきたい。