プラスチック段ボール

本州製紙 (株) 中央研究所 松 岡 弘, 浅 井 良 弘

Plastic Corrugated Board

Hiroshi Matsuoka and Yoshihiro Asai

Honshu Paper Co., Ltd.

1. は じ め に

我国に初めて段ボールが登場したのは明治の末で、電球の包装に片段が使われたのが最初と聞いている。本格的な普及は 今から約 15 年前、本州製紙が釧路に大規模な段ボール原紙製造の工場を建設してからである。

現在では段ボールは家庭電化品などの工業製品から野菜果物などの農産物および水産加工品に至るまであらゆる分野に普及している。ただ、一部耐水性を必要とする水産物関係が未開拓の分野として残されている。

そこで登場したのが完全耐水性であるプラスチック段ボール（以後簡略のためにプラ段と呼ぶ）である。プラ段そのものはそんなに新しいものでなく、1961～62 年頃から研究開発され、1966 年頃には生産販売されるようになった。その後、各社でいろいろな方式のプラ段が開発され、現在では 10 数社で研究開発または製造販売が行なわれている。

まだ紙段ボールに比べると価格は高いが、木材資源の枯渇が深刻な問題となりつつある昨今では、その完全耐水性、美粧性の特性とあいまって独自の分野に使用されつつある。

しかし一面プラスチックの廃棄処理問題が発生し、処理する場合の発熱量が少なく、有害ガスの発生を規制する必要にせまられている。これ等に対処するため

プラスチックと無機物との複合材料、特に大量に無機物を充填したポリオレフィン系複合材料が研究開発され、易焼却性樹脂、無公害樹脂といったキャッチフレーズで市場に登場して注目をあつめている。これら新しい発想で開発された無機物複合材料を素材とした段ボールの主なものは、本州ライオンのカルプ段ボール、三菱油化－レンゴーのエコロ、日本ゼオンの FR 602 などがある。

2. プラスチック段ボール

2.1 製造方式による特徴

プラ段を製造方法から分類すると、コルゲート方式、押出し成型方式、組合せ方式の 3 つに分けられる。（下表参照）。

コルゲート方式は中芯を段繰りしたあと、上下のライナーを貼り合わせるが、この際接着剤を使用する場合と熱融着する場合とがある。この方式には一般の紙段ボールのコルゲーターを一部改良するだけでそのまま利用する方法もある。また紙段ボールとプラ段を 1 台のマシンで製造することも可能である。技術的には段繰りが難しいことや接着剤が限定されるなど種々問題があるが、特徴としては生産性が高い方式であり、製造に融通性がある。

一方押出し成型方式は段ボールの断面形状のダイスを通してワン・ステップで製造できること、設備がコ

分 類	製 造 方 法
コ ル ゲ ー ト 方 式	プラスチックシートを段ロールで段繰り成型し、2 枚のライナーシートを接着剤などで貼合す方法
押 出 し 成 型 方 式	エクスルーダーで溶融したプラスチックを、段ボール断面形状のダイスを通して押出す方法
組 合 せ 方 式	中芯の成型方法は段ロールでの段繰り、エクスルーダーの押出し、真空成型など種々あるが、ライナーシートとの接着は全て熱融着の方法

第1表 プラスチック段ボールメーカー

No.	会 社	商 品 名	使用材料	製 造 方 法	備 考
1	日 本 合 成 段 ボ ー ル	ニ チ ダ ン プ ラ ボ ー ド	ポリスチレン	コルゲート方式，溶剤接着	日曹化工，ア サヒ紙工
2	三井石油化学	C&L 段ボール	ポリエチレン	コルゲート方式，接着はあらかじめ ライナーに塗布された EVA の圧着 による	
3	三 菱 油 化	エ コ ロ	無機物+ポリエ チレン	コルゲート方式，ポリプロピレンフ ィルム，サンドイッチ，熱融着	レンゴー，三 菱油化
4	本州ライオン	カ ル プ	無機物+ポリエ チレン	コルゲート方式，ホットメルト接着	本州製紙，ラ イオン油脂
5	東 缶 興 業	ダンプラエース	ポリエチレン ポリプロピレン	押出し成型方式，一体成型	
6	宇部日東化成	ダンプレート	ポリプロピレン	押出し成型方式，一体成型	
7	赤 松 プラスチック	ア プ ト ン	ポリエチレン	シート押出し→中芯段縁り→熱融着	三菱化成
8	三 井 東 圧	J P 段ボール	ポリプロピレン	押出し成型→熱融着	日本紙パルプ 商事
9	日石樹脂化学	プ ラ パ ー ル	ポリエチレン	中芯真空成型→熱融着	トーモク，日 石樹脂化学
10	日本サンプライ	サ ン プ ラ イ	ポリプロピレン	傾斜式射出成型→熱融着	住友化学，レ ンゴー
11	東 洋 化 学	タ フ ダ ン		真空成型→熱融着	
12	日 産 化 学	ダ ン シ ー ト	ポリエチレン	コルゲート方式	

第2表 各種プラスチック段ボールの物性

試験項目		製造方式	コルゲート方式		押出し成型方式		組合せ方式	紙段ボール	
		商品名	ニチダン プラボード	カルプ 段ボール	ダンブラ エース	J P段ボール	アプトン	—	
			材質	P S	PE＋無機物	P P	P P	P E	紙
				接着	溶 剤	ホットメルト	熱 融 着	熱 融 着	熱 融 着
フルート	—	B	C	—	A	A	A		
米坪量	g/m ²	580	1,080	700	1,080	800	650		
厚さ	mm	2.7	4.3	3.7	5.1	5.0	5.1		
破裂強さ	kg/cm ²	—	10.5	測定不能	測定不能	測定不能	16.4		
コラッシュ	T	10.0	21.5	13.9	21.0	9.5	33.1		
クラッシュ	kg Y	91.9	102.2	154.2	284.0	89.9	75.6		
フラッシュ	kg/cm ²	7.7	4.3	3.1	7.8	3.4	1.5		
クラッシュ	kg-cm	—	82.5	測定不能	測定不能	測定不能	49.0		
衝撃強さ	kg	—	36.9	〃	〃	〃	15.2		
接着強さ	T	5.9	72.7	9.3	—	8.3	103.8		
剛性	kg-cm Y	14.4	111.8	20.7	52.2	16.3	84.9		
	T	—	0.99	0.82	—	0.33	1.55		
最大曲げ荷重	kg Y	—	1.95	2.08	—	1.52	2.34		
箱強度寸法(内) 405×270×270 mm A-1型									
重量	g	—	840	541	—	618	500		
圧縮強度	kg	—	516	282	—	176	359		
歪量	mm	—	7.4	7.6	—	16.1	17.7		
備考			ライナー200μ 中芯175μ ライナー200μ			ライナー発泡 中芯未発泡	K 220 SCP 125 K 220		

ンパクトで安価であること、断面形状を種々かえることができることなどの特徴があるが、生産性の低いのが欠点である。

組合せ方式は種々あり、コルゲート方式の良いところと押し成型方式の良いところを取入れた折衷式である。段ボールの特徴も上記両方式の中間的なものとなる。

2.2 プラ段市場の現況

第1表に現在プラ段を生産販売しているメーカー、商品名、製造方法などを示す。

2.3 各種プラ段の特性

第2表に代表的なプラ段の物性を示す。

一般にプラ段の強度特性は紙段ボールに比べ、破裂強さ、衝撃強さは比較的高い。しかし、段ボールシートのタテ、ヨコ差が大きくかつ製造法によっては熱による歪が残りシートに反りが生じ易い。そのためプラスチックという素材からの特性と相俟って箱の圧縮強度などの剛性面から見た強度は一般に弱い。

しかし、前述のプラスチックと無機物との複合材料を用いた段ボールは剛性面で紙段ボールに匹敵した強さを持っている。

3. カルプ段ボール

3.1 組成と造製法

カルプ段ボールは、ライオン油脂の開発した多量の無機質充填材を樹脂の中に均一に分散させた、新しい複合材料を原材料としている。複合材料は従来の常識では無機物の充填量は20～30%が限界とされていた

製造のフローは

が、特殊な分子構造の高密度ポリエチレンを選択することにより、無機物を60～70%充填した材料である。でペレットの製造はライオン油脂と出光石油化学の共同出資による出光ライオンで行っている。

次工程の原反製造および段ボール製造・製函は、ライオン油脂と本州製紙の合弁による本州ライオンで受持っている。原反製造は塩ビシートと同じようなカレンダー装置で行なう。段線りは段ロールに多数小孔をあけ、ファンで吸引させて段成形を行なう独特なノーフィンガー・サククション方式を採用している。

接着剤は基材が不活性のポリエチレンであることから、一般のデンプンとか酢酸ビニル系の接着剤は使用できない。種々検討したが現在はホットメルト接着剤を使用している。

3.2 LR-PPC 原反

原反の一般的性質について概略を述べると第3表の通りである。原反の物性については第4表に示す。

3.3 カルプ段ボール

a) 製造方式

コルゲート方式であって、原反はカレンダーで成型し、ノーフィンガー・サククション方式のコルゲーター

第3表 原色の一般的性質

項 目	性 状	効 果
機 械 的 強 度	圧縮強さ、剛性大	段ボールなど構造体の素材として適す
熱 的 特 徴	熱膨張率小 熱伝導度大	寸法安定性良 加工適性良
燃 焼 特 性	燃焼熱 3,000 kcal/kg, 有害ガス発生無し, 自己消火性有り	廃棄処理に便
電 気 特 性	電気抵抗大 帯電圧小	静電気の発生少なく, 帯電による汚れ小さい
表 面 特 性	印刷適性良	オフセット, グラビア, 凸版いづれも可

第4表 LR-PPC 原反の物性

項目		厚さ μ	150	175	200
米 坪 量		g/m ²	250	275	311
厚 さ		mm	156	175	201
密 度		g/cm ³	1.60	1.57	1.55
破 裂 強 さ		kg/cm ²	2.7	3.1	3.5
引張り強さ	降伏 破断 降伏 破断	T	190	217	214
		kg/cm ²	400	423	410
		Y	121	116	106
			101	102	112
伸 び	降伏 破断 降伏 破断	T	1.4	1.6	2.0
		%	26.2	35.0	47.3
		Y	0.8	0.9	1.1
			50.0	73.6	90.3
引裂き強さ		T	300	380	430
		Y	100	125	150
耐折強さ	回	T	1,000>	1,000>	1,000>
		Y	1,000>	1,000>	1,000>
ヤング率 (曲げ)	$\times 10^7$	T	5.90	5.80	5.60
		g/cm ² Y	6.40	6.20	5.80
圧縮強さ	kg	T	23.4	32.0	44.1
		Y	24.3	33.0	45.7

で貼合する。

b) 生産能力

カレンダー 100~150 m/分

コルゲーター 100~150 m/分

他のプラ段に比べ生産性が高い。

c) 接着方法

ホットメルト接着剤を使用する。

d) 生産対応性

ライナー、中芯を他のいろいろな素材と組合せることにより、需要に適した段ボールの製造が可能である。例えば中芯に LR-PPC 原反を使用して、ライナーに従来の板紙を使用することも可能である。(後述コンビネーション段ボール参照)

e) 段ボールの物性

第5表にカルプ段ボールのシートおよび箱強度を示す。

カルプ段ボールの特徴は

1. 他のプラ段と比較して剛性が大きく、紙段ボールと匹敵し得る。
2. 貼合工程では熱を使用しないのでシートに反りの発生がない。

3. 完全耐水性である。

4. 美粧性がある。

5. 紙その他の素材との組合せが可能。

6. 他のプラ段と比較して廃棄処理が簡単である。

7. 加工適性が良好。

8. B段およびC段を採用している。特にCフルートの特徴を発揮している。

この反面次のような問題点がある。

1. 動的強度が比較的弱い。

2. 温度適用範囲が比較的狭い。

-15°C 以下では脆化する。

+50°C 以上では軟化する。

即ち -15°C<使用温度<+50°C

3. 比重 1.6 (原反) で比較的重い。

カルプ段ボールは以上のような長所欠点をもつが、これ等の特性を十分把握して需要を開発すべきであろう。

今までの用途としては、製函加工性が優れているが、紙段ボールに比して動的強度が弱い点を考慮して、内容品重量 10kg 以下の組立型式の箱に多く使用されている。

第5表 カルプ段ボールの物性

種 類 原 反 構 成 項 目 単 位		カ ル プ 段 ボ ー ル				紙段ボール	
		175μ	200μ	150μ	200μ	K 220	K 280
		150〃	175〃	150〃	175〃	SCP 125	SCP 125
		175〃	200〃	150〃	200〃	K 220	K 280
フルート	—	C	C	B	B	A	A
米坪量	g/m ²	996	1,080	900	1,110	650	770
厚さ	mm	4.2	4.3	2.9	3.1	5.1	5.3
破裂強さ	kg/cm ²	8.0	10.5	6.3	10.0	16.4	21.5
コラムクラッシュ	kg T	18.9	21.5	19.3	37.6	33.1	51.8
フラッシュ	kg Y	83.4	102.2	78.7	111.5	75.6	90.5
フラッシュ	kg/cm ²	3.3	4.3	6.1	5.8	1.5	1.5
衝撃強さ	kg-cm	64.0	82.5	40.4	78.6	49.0	60.7
接着強さ	kg	58.4	36.9	—	36.7	15.2	18.1
剛性	kg-cm T	58.4	72.7	30.0	39.2	103.8	107.5
	Y	78.8	111.8	43.9	59.3	84.9	111.6
最大曲げ荷重	kg T	0.76	0.99	0.36	0.81	1.55	1.94
	Y	1.17	1.95	0.87	1.30	2.34	2.49
箱強度							
寸法(内)	mm	405×270×270				405×270×270	
重量	g	748	840	696	754	500	600
圧縮強度	kg	445	516	278	365	359	401
歪量	mm	6.4	7.4	3.0	4.0	17.7	15.6

第6表 コンビ段ボールの物性

種類 原反(紙)構成 項目 単位		コンビ段ボール			紙段ボール
		SK 220	SK 280	SK 280	SK 280
		LR 175	LR 175	LR 150	SCP 125
		SK 220	SK 280	SK 280	SK 280
フルート	—	C	C	B	C
米坪量	g/m ²	930	1,040	988	781
厚さ	mm	4.4	5.0	3.3	4.5
破裂強さ	kg/cm ²	17.4	20.9	18.1	20.3
コラムクラッシュ	kg T	54.4	86.5	108.1	64.6
	Y	110.0	124.4	118.3	97.2
フラッシュ	kg/cm ²	4.1	3.6	5.0	2.4
衝撃強さ	kg-cm	71.9	74.5	70.0	56.0
接着強さ	kg	41.5	39.0	48.7	28.8
剛性	kg-cm T	127.0	162.1	89.7	118.1
	Y	79.6	105.9	58.3	91.1
最大曲げ荷重	T	2.06	3.15	1.84	2.13
	Y	2.88	3.33	2.15	2.69
箱強度					
寸法(内)	mm	405×270×270			405×270×270
重量	g	720	792	—	602
圧縮強度	kg	575	620	—	438
歪量	mm	8.9	11.2	—	—

注) SK: 耐水ライナー
 LR: LR-PPC 原反
 紙段ボールはホットメルト接着剤使用

第7表 コンビネーション段ボールの耐水性

耐水強度残留率

(%)

試験条件	種 類	コンビ段ボール A	コンビ段ボール B	含浸段ボール	一般段ボール (紙)
高 温	高 湿	54.3	65.3	50.3	50.0
散	水	53.2	72.5	62.8	22.3
浸	水	37.0	50.4	16.7	0

注) 箱, 寸法 (内) 405×270×270 mm, A-1 型テープ I 貼り

高温高湿: 40°C, 90% RH 5 hr 放置

散 水: 水量 110 mm/hr, 3 hr 散水

浸 水: 20°C の水に 150mm 浸水, 1hr 放置

コンビ段ボール A: ライナー耐水ライナー

中芯 LR-PPC 原反使用

〃

B: コンビ段ボール A にカーテンコーターでワックス処理を施す。

含浸段ボール: 約 50% の含浸率

また使用分野として

トロ箱など水産物

青果物, 贈答品関係, コールドチェーン用包装などに適している。

反面, 大型のトロ箱や冷凍箱 (−20°C 以下) の包装には, 原反改良を進める中で今後に期待したい分野である。

4. コンビネーション段ボール

ブラ段は前述のように, 紙段ボールにない特徴を持つと同時にまた欠点もある。

そこで紙とプラスチック, 特に紙と LR-PPC 原反との組合せによりこれ等の欠点を補い, 更に特徴を伸ばそうという考えのもとにコンビネーション段ボール (以後簡略のためにコンビ段ボールと呼ぶ) の開発を行った。

原紙 (原反) の構成としてはライナーに紙, 中芯を LR-PPC 原反, または中芯に紙, ライナーに LR-PPC 原反などの組合せが考えられる。

第6表は中芯に LR-PPC 原反を用いた段ボールの物性を示す。

コンビ段ボールは剛性が大きくなり, 箱の圧縮強度, 例えば SK280/LR175μ/SK280 の組合せの場合は

K220 の複両面段ボールに匹敵する強度を持つ。

また, 中芯に LR-PPC 原反を使用したコンビ段ボールは, 接着剤にホットメルトを使用することにより耐水性にすぐれ, 含浸段ボールと比較してもすぐれており, 特に表面にカーテン・コーターで更に耐水処理を行えば一層その効果が発揮できる。(第7表)

コンビ段ボールの用途としては, その強度面から見て複両面の代替, また強度と耐水性にすぐれている点からトロ箱や冷凍用箱の分野への適用が期待できる。

5. ま と め

ここ数年, 各種のプラスチック段ボールが開発され市場にでてきたが, 夫々一長一短がある。しかし, 一般的に言えることは, その耐水性と美粧性は従来の紙段ボールになかった大きな特徴であろう。その反面, 剛性および価格についてはまだ紙段ボールに一步譲るのが現状であろう。

今後はこれ等剛性面の改善, 包装公害の問題, 更に省資源化へのアプローチとして, 複合材料による段ボール, また, これ等材料と紙との組合せによりその特徴を生かしたコンビネーション段ボールの伸長が期待できる。

8th Cellulose Conference

共催; the Wood Chemistry Committee of TAPPI and the Cellulose Research Institute of the State University of New York's College of Environmental Science and Forestry

主題; "Wood Chemicals-a Future Challenge"

場所; Syracuse, New York.

期間; 1975 年 5 月 20—22 日

論文提出先; Dr. T. E. Timell,

Department of Chemistry,
SUNY College of Environmental
Science and Forestry,
Syracuse, N. Y. 13210

照会先; Technical Association of the Pulp & Paper Industry One Dunwoody Park, Atlanta, Georgia 30341