

進化を続ける段ボール製函機“EVOL”

Evolution of Box Making Machine for Corrugated Board “Mitsubishi EVOL”



仁内 邦男
Kunio Niuchi

波多野 治
Osamu Hatano

鈴木 保成
Yasunari Suzuki

1. はじめに

段ボール箱は最も身近な包装資材として、全世界の物流を支えている。また、現代社会の大きな課題である地球環境問題に対しても、リサイクル可能な循環型包装資材として時代に対応した地球にやさしい製品と言える。

当社は 1955 年より段ボール機械製造を手がけており、段ボール箱を作る製函機(せいかんき)を、全世界に向け 700 台以上製造販売してきた。本論文では 2005 年に本誌で製品紹介した当社最新鋭段ボール製函機 EVOL-84 以降、EVOL シリーズとして現在に至るまでの、更なる“進化”の状況を紹介する。

2. 段ボール製函機とは

図1に段ボール製函機の基本構成を示す。給紙部に投入された板状段ボールシートは 1 枚ずつ給紙され、搬送コンベア部で搬送されつつ印刷部で印刷が施される。排紙部では折り曲げのための罫線入れ・溝切り、フォルダグルア部で糊付け・折り曲げ・成形された後、カウンタエゼクタ部で計数・積上げされる。

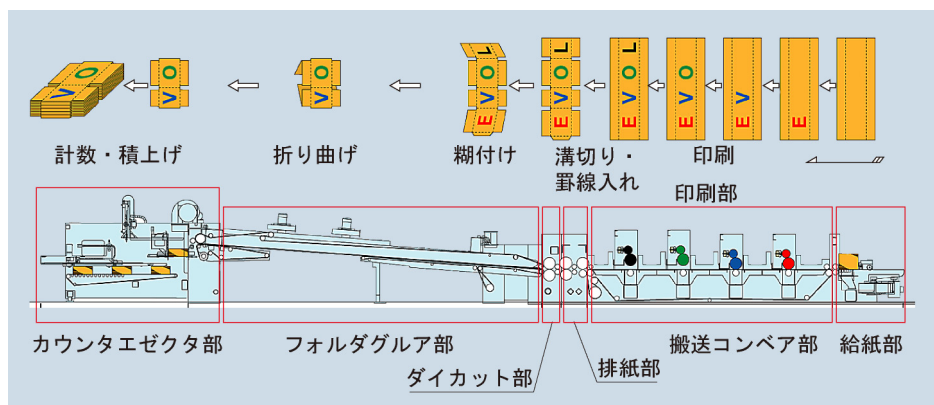


図1 段ボール製函機の基本構成

段ボール製函機の基本構成、加工工程を示す。

3. 開発コンセプトとその特徴

2003 年に開発した最大通紙幅 2140mm(84 インチ相当)の EVOL-84 型に加え、2006 年には最大通紙幅 2555mm(100 インチ相当)の EVOL-100 型を開発し、市場投入した。これら EVOL シリーズは従来型製函機の性能をブレイクスルーした高性能機として国内外で好評を得ている。

EVOL は徹底した市場ニーズ調査に基づき、“お客様にメリットを提供できる機械”をテーマに開発を進めた。開発時の4項目のコンセプト及び特徴を、その後加えていった様々な改良項目も交えて以下に示す。

3.1 生産性の追求

高生産性を誇る EVOL は、従来型製函機2台分の生産を1台でこなす能力を備えている。

(1) セット替え時間の短縮

日に 100 種類前後の箱を生産する段ボール製函機では、生産効率向上のため、都度のセット替え時間短縮が強く要求される。EVOL は、従来セット替え時間のネックとなっていたフレーム開閉時間を必要としないフレーム固定式構造の採用、次オーダへのセット替えをオペレータの手動操作を介さずに行う自動セット替え機能の採用などにより、“操業人員2名でセット替え2分”（従来比 60%減）を実現した。

(2) 高速化

機械各部の強度・剛性向上、カウンタエゼクタ部でのシート先端潰れ防止のための緩衝性能向上、主駆動モータ制御見直しなどにより、最大通紙長 870mm~950mm の量産機種としては世界最高速となる“毎分 350 枚”を実現した。

3.2 生産の多様化への対応

(1) 小サイズ箱の生産

オンデマンド型流通形態の増加により、小サイズ箱の需要が高まっている。これに対応するため、EVOL-84 型ではロール径・配置を見直すことで、最小通紙長さをこのマシンサイズとしては世界最小の“220mm”を実現した。

(2) 変形箱の生産

従来は箱底部を金具で固定していたが、近年ではリサイクル容易化のため、段ボール同士を組合せて固定する箱への移行が進んでいる。これらの箱には複雑な形状の切り込みがあるため、箱を下側から挿入しながら積み上げていく従来型カウンタエゼクタでは箱同士が引っ掛かり、高速処理ができなかった。これに対してオリジナルの EVOL には、箱を上側から積み上げる当社独自の積み上げ方法を用いた CE7 型カウンタエゼクタを搭載した。

この CE7 型の最高処理能力は毎分 25 束であったが、更なる高速処理のニーズに応えるべく 2008 年には、各部にサーボ制御を新規採用、構造簡略化、作動サイクル短縮により、処理能力で世界最高“毎分 35 束処理”（従来比 40%増）が可能な CE8 型カウンタエゼクタを開発した。

3.3 箱品質の向上, ロスの低減

(1) 印刷見当精度の向上

搬送コンベア部には国内初となる一枚ベルト式搬送機構を採用した。従来のロール式搬送機構では次の印刷部へのシート受け渡し時に、シート先端がロールに衝突するなどによる搬送不安定があったが、サクシオンベルトがシートを吸着したまま全印刷工程を搬送する本搬送機構では、極めて高い印刷見当精度を達成することができた。

図2に一枚ベルト式搬送コンベアの概念図を、図3に印刷見当精度の一例を示す。

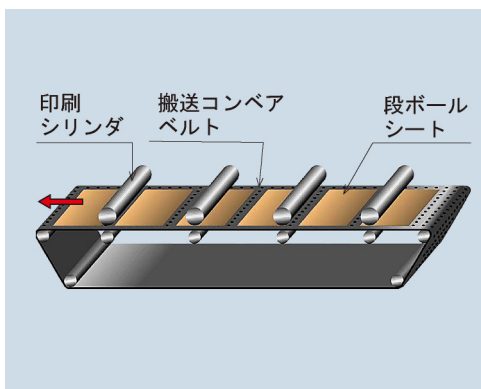


図2 一枚ベルト式搬送コンベア概念図

高いシート搬送精度を実現した、一枚ベルト式サクシオン搬送コンベア(特許取得済)

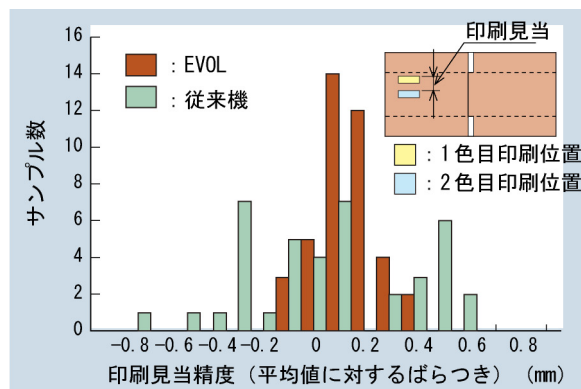


図3 印刷見当精度の一例(従来機との比較)

EVOL 通紙速度 350 枚/分での印刷見当精度と、従来機 300 枚/分での印刷見当精度を比較したもの。

(2) インキ損失量の低減

当社独自の印刷部チャンバ式インキ転写装置は、チャンバ内インキの強制回収装置などを備え、色替え時のインキ損失量低減(従来比 70%減)を実現した。

(3) 折れ精度の向上

箱詰め自動化が進む中、段ボール箱には高い箱精度(折れ精度)が求められる。2003 年に開発した EVOL-84 では、様々な紙種に対応できる特殊罫線装置、ゲージローラ装置、折曲げガイド調整機構を搭載し、優れた折れ精度を実現した。

その後更に高まる折れ精度ニーズに対応するため、2006 年には可変テーパ配列ゲージローラ装置を開発した。本装置では、折れ角度が進むにつれて変化する箱の外寸法に応じて適正な矯正力が得られ、折れ精度を格段に向上させることに成功した。

図4に可変テーパ配列ゲージローラ装置の概念図を示す。

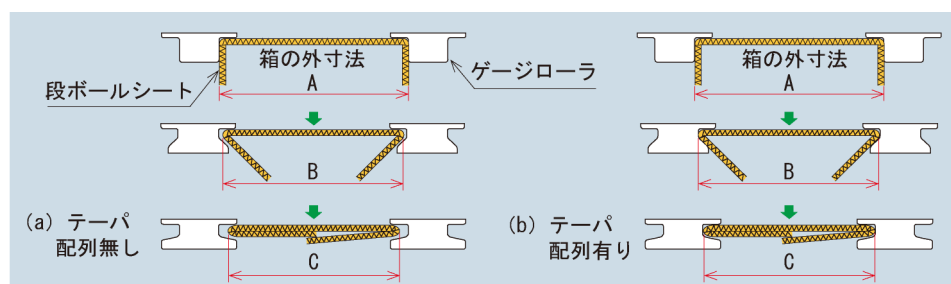


図4 可変テーパ配列ゲージローラ装置概念図(シート進行方向断面図)

折り曲げが進行するにつれて箱の外寸法 A, B, C が縮小するため、平行配列ゲージローラでは隙間が強く強制が効かない。これに対し、ゲージローラ間隔をテーパ状に縮めていくことで矯正力を維持する。(a)はテーパ配列無し、(b)はテーパ配列有りを示す。(特許出願中)

(4) 印刷濃淡によるシートロスの低減

従来型印刷部では刷り始めの数枚の印刷濃度が濃く出る傾向があり、印刷濃度が安定するまではロスが生じていた。これに対応すべく、EVOL では 2007 年にインキロール加圧機構と制御の改良を実施し、1枚目から良品を出せるようになった。

3.4 作業性・保守性の向上

(1) 機械診断機能

故障箇所、トラブルの処置、点検方法を画面上でモニタできる機械診断機能を搭載した。

(2) 予防保全管理機能

機械稼働状況に合わせて、保守時期を自動告知する予防保全管理機能を搭載した。

(3) リモートメンテナンス機能

インターネット回線で機械作動状態をモニタできるリモートメンテナンス機能を搭載した。

4. モジュール化設計

以上の性能向上に加え、客先からは新規導入時の生産休止期間短縮のご要望が強く、これに対し当社では“モジュール化設計”手法により、機械据付期間の短縮を実現した。本章では、フォルダグリア部のモジュール化設計事例を紹介する。

4.1 フォルダグリア部のモジュール化設計

モジュール化設計とは、機械構造を、輸送・搬入・据付時に解体・再組立・再調整を要さない単位(モジュール)に大きく集約することで、工期短縮を図る手法である。

従来の EVOL フォルダグリア部は 9 個のモジュールから構成されており、客先工場搬入後、生産開始迄に 9 モジュールの再組立・再調整を実施するため、長い据付期間を要していた。これに対し 2008 年から採用しているフォルダグリア部は、4 モジュールに構造を集約したことで客先工場搬入から生産開始迄の期間を、従来より 2 日短い 7 日間に短縮することができた。

これによって、客先の新規設備導入時の生産休止期間を短縮することが可能となった。

5. まとめ

EVOL シリーズ段ボール製函機は、国内外のお客様から非常に高い評価を得て、これまでに95台を受注・納入している。国内のお客様はもとより、海外のお客様からも多数の受注をいただき、特に北米地区からは3年間で27台を受注できた。今後も顧客ニーズにマッチさせるべくEVOLを進化(Evolution)させ続け、多くのお客様の生産活動に貢献していきたい。

執筆者紹介



仁内邦男
紙・印刷機械事業部
紙工機械部
紙工機械設計課
主席



波多野治
紙・印刷機械事業部
紙工機械部
紙工機械設計課
主席



鈴木保成
紙・印刷機械事業部
紙工機械部
紙工機械設計課
主席