

印刷産業機械の新素材対応に関する 調 査 研 究 報 告 書

平成17年3月

社団法人日本印刷産業機械工業会

はじめに

地球温暖化防止のための京都議定書がこの2月に発効し、先進国をはじめ世界的な規模で温暖化ガスの排出量を削減する取組みがスタートしました。産業界では、環境保全を主とした環境活動の実践、生産現場における環境負荷低減、ゼロエミッションや省エネへの取組み、LCA手法を導入したエコプロダクト、経済の成長と持続可能な発展を目指した循環型社会の形成など産業界に課せられた課題は山積しております。

これらを背景として、環境を配慮した新素材が印刷工程の各所において登場してきております。この新素材・材料等は、従来の機械・機器との関係において必ずしもマッチング（適合関係）しない問題も発生して来ております。

これらから、本調査研究事業では、印刷産業機械における個別機械・機器と素材・材料の関係を全体的に総点検を行い、印刷産業機械の新素材や使用材料の変化から新たな問題として発生している機械と素材の適合性について調査研究を行い、その対応指針の策定と提言を行うことを目的として実施したものであります。

本報告書は、これらの調査研究成果を取りまとめたものであり、印刷産業機械および関連産業における新たな技術開発、対応への取組みの一助として関係者各位のご参考に供すれば幸いです。

本事業推進にあたりましては、東京農工大学 西脇信彦先生ならびに堀三計先生をはじめ委員の皆様には、多大なご協力を戴きましたことをここに厚くお礼申し上げる次第であります。

平成17年3月

社団法人 日本印刷産業機械工業会
会 長 小 森 善 治

新素材対応調査研究委員会 委員名簿

(敬称略、50 音順)

委員長	西脇 信彦	東京農工大学 大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 教授
主 査	堀 三計	東京農工大学 大学院 工学研究科 機械システム工学専攻 助手
委 員	前田 幸司	石塚産業(株) 本社接着剤事業本部 営業管理部 部長
委 員	竹川 良一	(株)I S OWA 営業技術部 マネジャー
委 員	宮崎 修	(株)加貫ローラ製作所 品質保証課 課長
委 員	横関 秀俊	(株)金陽社 販売技術本部 印刷用品技術部 部長
委 員	豊田 英昭	(株)小森コーポレーション 取手事業部 品質管理課 品質管理係
委 員	菅野 能治	(株)菅野製作所 常務取締役
委 員	池田 正彦	(株)桜井グラフィックシステムズ 開発設計部 技師
委 員	山本 亮治	大日本スクリーン製造(株) メディアT.C 企画統括部 品質推進部 担当課長
委 員	高橋 幸利	(株)東京機械製作所 研究開発部付 課長待遇
委 員	清田 暁男	東邦精機(株) 技術部 係長
委 員	村田 勝人	東洋インキ製造(株) 印刷・情報事業本部 企画管理室 企画 G・G リーダー
委 員	西 国雄	ニッカ(株) 前野町工場 工場長
委 員	芦原 義樹	ハマダ印刷機械(株) 枚葉機技術部 製品設計グループ 長
委 員	南 章	富士写真フイルム(株) イメージング & イノベーション事業本部グラフィックシステム部 商品化戦略グループ
委 員	佐野作兵衛	ホリゾン・インターナショナル(株) 東テクノ代表取締役 社長
委 員	丸山 弘司	芳野マシナリー (株) 技術部 部長
委 員	加藤 悟	(株)ミヤコシ 技術開発統括本部 管理係 主任
委 員	藤井 美明	リョービ(株)グラフィックシステム本部技術部 印刷機設計課 開発専任主任
委 員	太田 晴也	リンテック(株) 印刷機械開発営業部 係長
事務局	白井 宏	(社)日本印刷産業機械工業会 専務理事
事務局	竹内 時男	(社)日本印刷産業機械工業会 理事・事務局長
事務局	橋本 憲一	(社)日本印刷産業機械工業会 業務部 次長

委員会の経過

当該事業における委員会の事業推進経過は、以下のとおりである。

1. 第1回 新素材対応調査研究委員会（平成16年6月25日）
 - (1) 事業の内容及び事業計画の検討
 - (2) 事業実施計画およびスケジュールの検討
2. 第2回 新素材対応調査研究委員会（平成16年7月29日）
 - (1) 印刷産業機械、取扱い製品の使用素材・材料・資材の調査結果の検討
 - 1) 調査データの総括評価
 - 2) 印刷産業機械等と使用素材・材料・資材の動向、適合性、問題点等の評価
 - 3) 調査結果の特徴的事項の抽出
3. 第3回 新素材対応調査研究委員会（平成16年8月26日）
 - (1) 委員会
 - 印刷産業機械等の使用素材・材料・資材の抽出および評価検討
 - (2) 技術講演会
 - 演題 オフセットインキの基礎知識と環境動向とその対応
 - 演題 グラビア、フレキソインキの基礎知識と環境動向とその対応
4. 第4回 新素材対応調査研究委員会（平成16年9月27日）
 - (1) 技術講演会
 - 演題 印刷・製本、製箱 糊の構成要素・技術動向及び環境対応等
 - (2) 委員会
 - 印刷産業機械等の使用素材・材料・資材の抽出および評価検討
5. 第5回 新素材対応調査研究委員会（平成16年10月28日）
 - (1) 技術講演会
 - 演題 アルミベース印刷版(P S版、C T P版)の技術動向
 - (2) 委員会
 - 印刷産業機械等の使用素材・材料・資材の抽出および評価検討
6. 第6回新素材対応調査研究委員会（平成16年11月25日）
 - (1) 技術講演会
 - 演題 ゴムローラの基礎知識と技術動向
 - 演題 ブランケットの変遷と技術動向
 - (2) 委員会
 - 本調査研究報告書骨子の検討

7. 第7回新素材対応調査研究委員会（平成16年12月20日）

(1) 委員会

- 印刷産業機械の新素材対応に関する調査研究報告書概要の検討

(2) 技術講演会

- 演題 紙に関する基礎知識・消費動向・古紙/リサイクル・環境および新たな技術動向

8. 第8回新素材対応調査研究委員会（平成17年3月7日）

(1) 本調査研究事業の「まとめ」審議

(2) 印刷産業機械の新素材対応に関する調査研究報告書原案・審議／決定

目 次

はじめに

委員会名簿

委員会の経過

第1章 事業の概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 事業の概要	1
第2章 印刷産業機械と関連素材等の評価	3
第3章 印刷産業機械の技術変遷と素材等との関連動向	10
3.1 情報加工・製版機械におけるCTPおよび製版出力機の光源	10
3.2 印刷機械	16
3.2.1 オフセット枚葉印刷機	16
3.2.2 デジタルオフセット枚葉印刷機	24
3.2.3 小型水なし枚葉オフセット印刷機	30
3.2.4 新聞輪転印刷機	34
3.2.5 フォーム印刷機	38
3.2.6 スクリーン印刷機	45
3.2.7 ラベル印刷機	49
3.3 製本機械	52
3.3.1 紙折機	52
3.3.2 丁合機	55
3.3.3 丁合機・無線綴機	59
3.4 段ボール機械	70
3.4.1 段ボール	70
3.4.2 段ボールシート製造機械(コルゲータ)	74
3.4.3 フレキソプリンタースロットタ	86
3.5 周辺機器	91
3.5.1 パウダースプレー(散布)装置	91
3.5.2 自動洗浄装置	92
3.5.3 湿し水装置(給水装置)	94
第4章 印刷産業機械の関連素材等の変遷と動向	97
4.1 アルミベースの印刷版	97
4.2 印刷用ゴムローラ・ゴムブランケット	110
4.2.1 ゴムローラ	110
4.2.2 ゴムブランケット	114

4.3	印刷インキ	121
4.4	印刷用補助剤	130
4.4.1	パウダー（ブロッキング防止剤）	130
4.4.2	洗浄剤	132
4.4.3	H液	135
4.4.4	帯電防止剤	137
4.5	粘着紙（ラベル用素材）	141
4.6	製本・紙工用で使用する接着剤	146
第5章	印刷産業機械および素材等との適合性・環境対応	156
5.1	印刷産業機械と関連素材等との適合性・環境対応	156
5.2	素材と機械・機器との適合性・環境対応	158
第6章	本調査研究事業のまとめと提言	162

<本報告書に引用した参考文献>

- 1) 2004年3臨時増刊号「印刷の基礎知識」 （社）東京グラフィックサービス工業会
- 2) 山崎雅彦訳 「平版印刷の基礎理論」 （財）印刷朝陽会
- 3) 星聡 富士写真フィルム 日本印刷学会 第41巻第2号（2004）平版印刷版材
- 4) 東レ水なし平版 Q&A、WPA会報
- 5) 「段ボール実務知識」 日本板紙段ボール新聞社
- 6) 「段ボール2002」 紙業タイムス社
- 7) 「段ボール産業の歩み」 日本段ボール工業会、全国段ボール工業組合連合会
- 8) 「グラビア&フレキソ印刷機」 加工技術研究所
- 9) 「印刷雑誌2004年11月号」 （社）日本印刷学会
- 10) 「高品質フレキソ印刷への挑戦」 ロールテック株式会社
- 11) 松島義昭「PS版の実際」 印刷学会出版部発行 1971年
- 12) 大門淑男「PS版の製版・印刷技術」 （社）日本印刷技術協会 発行1974年
- 13) 角田隆弘、西田駿之介、藤岡浄 編 「基本印刷技術」 産業図書(株)発行 1983年
- 14) 木下、和田、八方、三浦 編 「印刷および画像材料」 印刷出版研究所発行 1984年
- 15) 永島彰 「日本印刷学会誌」 Vol140, 323 (2003)
- 16) 占部良彦 「印刷雑誌」 Vol187 [2], 03 (2004)
- 17) 肥田木淳司 「印刷雑誌」 Vol187 [2], 21 (2004)
- 18) 富士グラフィックシステムズ(株) 各種製品カタログ、パンフレット
- 19) 「シール印刷のあゆみ77年」 全日本シール印刷協同組合連合会発行
- 20) 「SS総合カタログ」 リンテック株式会社発行
- 21) 「接着剤読本」 日本接着剤工業会
- 22) 「改訂版 にかわとゼラチン」 日本にかわ・ゼラチン工業組合
- 23) 「先端接着接合技術」 エヌジーティー
- 24) 「接着ハンドブック」 日刊工業新聞社

第1章 事業の概要

1.1 事業の目的

昨今の地球環境保全の観点から、印刷業界においても他の業界同様その対応が求められており、環境に配慮した印刷を指向して紙やインキ、糊などの素材と加工方法の両面からの取り組みがなされている。具体的には、油性インキから植物（大豆）インキへの移行、古紙混入率の高い用紙の使用促進、製版工程における薬液使用の低減などの取り組みが始まっている。

しかしながら従来の油性インキから植物（大豆）インキへの移行は、voc（Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物）の発生削減の効果があるものの、印刷工程における乾きの悪さ、製本工程における「こすれ、汚れ」など、新たな問題が発生している。その他にも、リサイクル用紙の使用による紙粉の増加や、薬液の使用低減による印刷品質への影響など、印刷産業機械業界において解決すべき課題が生じている。

そこで、本調査研究事業は、印刷産業機械の新素材や使用材料の変化から新たな問題として発生している機械と素材の適合性について調査研究を行い、その対応指針の策定と提言を行うことにより当該機械産業の発展に寄与することを目的とする。

1.2 事業の概要

上記の事業目的である印刷産業機械の新素材や使用材料の変化から新たな問題として発生している機械と素材の適合性および環境問題を含め調査研究を行い、今後の対応指針と提言を行った。

事業の進め方では、印刷産業機械と素材（材料・資材を含む。以下、素材等と言う）の関係と現状および適合性について評価検討を行った。また、調査は印刷産業機械のほぼ全機種・機器と素材等を対象にして調査を行った。

調査では、専門分野における講師を招いて技術講演会を実施し、委員会委員による独自の調査では、印刷産業機械・機器と素材の関係評価、技術の進展経過や機能・機構の変化、素材との関わり及び今後の動向について調査を行った。また、素材等の関係では、印刷産業機械に直接関係する印刷版、ゴムローラ、ブランケット、インキ、パウダ、洗浄剤、湿し水、帯電防止剤、粘着紙および製本・紙工用に使用される接着剤等、素材の進展経過、素材・材料の特性、さらにそれらと機械との適合性ならびに環境側面からの調査を行ってきた。

これらに基づく当該調査研究報告書の概要は、次のとおりである。

第1章は、本事業の目的および調査の概要を示した。第2章では機械・機器と関連素材・材料との適合性など総合的に調査・評価し一覧表にまとめた。第3章では、印刷産業機械・機器毎に個別機種の技術的な変遷・進展の経過、機能・機構および素材等の関与の実態ならびに今後の技術動向について示した。第4章は、個々の素材の変遷、概要、素材等の特性、技術的な変化やそ

の背景および今後の動向について示している。第5章では、本調査を通して、印刷産業機械と素材等における環境負荷低減に対する取り組みや問題点を抽出し整理した。第6章は、本調査研究事業のまとめと提言である。この事業のまとめと提言では、印刷産業機械および関連素材等の適合理化課題について、従来の各分野毎の問題（発生するトラブル）に対してそれぞれ分野毎に対応しているが、今後、業界が新たな発展を遂げていくための鍵は、①関連した分野を含めた総合評価の確立とそのインターフェイス技術の評価の確立。②統一された評価技術や評価試験法、表示方法等の確立が必要であることを提案している。

第2章 印刷産業機械と素材等の評価

本章では、情報加工機器、製版機械、印刷機械、製本機械、紙工機械、同周辺機器およびこれらの使用素材、材料、資材との関連について素材等の動向、機械・機器との適合性などについて総括的に調査し評価した結果を一覧表にまとめて次表に示す。

表 2.1 印刷産業機械・関連機器と使用素材・材料・資材など 関連総括表

※／素材の動向：A=変化なし、B=新素（一部変わるも含む）へ移行、C=全面的に変わる						
※／適合性：イ=良い、ロ=普通、ハ=悪い						
機械・機器	印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
	使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
情報加工・製版機械	CTP・製版出力機の光源	半導体レーザー	LEDアレイ	感光材	イ	
			LDアレイ	感光材	イ	
			LDアレイ (ハイパワー)	感光材	イ	
		ガスレーザー	アルゴンレーザー	感光材	ハ	
		感光材料	サーマルタイプ			光量と感度特性
			フォトリソタイプ			暗室作業を伴う
			銀塩タイプ			暗室作業を伴う
		ケミカル(CTP版)	現像液			
			リンス液			
			フィニッシング液			
		ケミカル(フィルム・ペーパー)	現像液			
			定着液			
			水洗水			
印刷機械	オフセット枚葉印刷機	紙	アート紙	A	イ	
			コート紙	A	イ	
			上質紙	A	ロ	
			中質紙	B	ハ	ヒッキー
			マットコート紙	B	ロ	両面機ジャケットの磨耗
			ラベル紙	A	ロ	ファンナウト
			ボール紙	A	ロ	ヒッキー
			合成紙	B	ハ	静電気発生、インキ転移性
			マイクロフルート	A	ハ	二枚止め検知不良、キズ発生
			中性紙	A	ハ	乳化
		インキ	オフセットインキ	A	イ	顔料弱い、濃度不良、トラッピング
			ドライインキ	B	ロ	版との適合性
			UVインキ (エコインキ)	A	ロ	乾燥性
			アロマフリーインキ	B	ロ	機上安定性欠如、ゴムローラ膨潤
			大豆インキ	B	ロ	機上安定性欠如、ゴムローラ膨潤
			Non VOCインキ	B	ロ	機上安定性欠如、ゴムローラ膨潤
		フィルム	タックフィルム	A	クロムメッキ	ロ 腐食
		版	PS版	A	イ	厚み、硬さのバラツキ
			CTP版	A	イ	
			銅版	A	イ	
			水ナシ版	A	ロ	耐刷性、発熱、冷却要

機械・機器		印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
		使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
印刷機械	DIオフセット枚葉印刷機	版	刷版	B	インキ	ロ	インキ受容性
		ローラ	版洗浄ローラ	B	版	ロ	洗浄性
			インキローラ	B	インキ	ロ	インキ転移性
		シリンダー	シリンダー	A	版	ロ	耐食性
		レーザー	レーザー	B	版	ロ	安定性
		UV水なしインキ	インキ	B	版		インキ受容性
					紙		インキ転移性
					フィルム		インキ密着性
					ローラ		インキ転移性
					洗浄液		洗浄性
	新聞輪転印刷機	ローラ	インキファンデンローラ	A	インキ	イ	
			インキシリンダー	A	インキ	イ	
			インキ渡りローラ	A	ゴム	ロ	ゴムの劣化
			インキ渡りローラ	A	ゴムを介してインキ	ロ	
			インキ着けローラ	A	ゴム	ロ	ゴムの劣化
			インキ着けローラ	A	ゴムを介してインキ	ロ	
			クロムローラ	A	水	イ	
			水着けローラ	A	水	ロ	ゴムの劣化
			水着けローラ	A	ゴムを介して水	ロ	
		胴	ブランケット胴	A	ブランケット	ロ	ブランケットのへたり
			ブランケット胴	A	ブランを介してインキ	ロ	
			ブランケット胴	A	ブランを介して水	ロ	
			版胴	A	版	イ	
			版胴	A	版を介してインキ	イ	
			版胴	A	版を介して水	イ	
		ローラ	ガイドローラ	A	紙	イ	
		鋸刃	鋸刃	A	紙	イ	
			鋸刃受けゴム	A	紙	イ	
			鋸刃受けゴム	A	鋸刃	ロ	鋸刃による傷跡
	フォーム印刷機	ローラ	ガイドローラ	B	上質紙等	ロ	剛性
			紙送りローラ	A	上質紙等	ロ	
		パンチ	マージナルピン・ダイス	A	上質紙等	ロ	磨耗
			ファイルピン・ダイス	A	上質紙等	ロ	磨耗
		ミシン	縦ミシン 上刃	A	上質紙等	ロ	磨耗
			受胴	B	上刃	ハ	傷入り
			横ミシン 上刃	A	上質紙等	ロ	磨耗
			受胴	B	上刃	ハ	傷入り
		カット	ダイロール	B	タック紙	ロ	加工性
			スコアカット 上刃	A	上質紙等	ハ	磨耗
			シェアカット 上刃	A	上質紙等	ロ	磨耗
			チョップカット 刃	A	上質紙等	ロ	刃当たり調整
		搬送材	コンベア平ベルト	B	上質紙等	ロ	耐久性・静電気
			紙押さえコロ	A	上質紙等	ロ	耐久性・汚れ
			ターンバー	B	上質紙等	ハ	摩擦抵抗・磨耗

機械・機器		印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
		使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
印刷機械	フォーム印刷機	ローラ(印刷用)	インキファンテンローラ	A	インキ	ロ	耐磨耗性
			インキ練ローラ	A	インキ	ロ	メンテ性・耐久性
			インキ着けローラ	A	インキ	ロ	メンテ性・耐久性
			水着けローラ	A	インキ・水	ロ	メンテ性・耐久性
			クロムローラ	A	水	ロ	耐磨耗性
			メータリングローラ	A	水	ロ	メンテ性・耐久性
		版	PS版	A	インキ・水	イ	
			凸版	A	インキ	イ	
			水無し	B	インキ	ロ	耐刷力
		ブランケット	BF用ブランケット	A	インキ・水	ロ	
		胴	圧胴	A	上質紙等	イ	
	スクリーン印刷機	被印刷物	紙	A	インキ	イ	インキの剥離(密着性)
			樹脂シート	C	インキ	ロ	インキの剥離(密着性)
			金属シート	A	インキ	イ	インキの剥離(密着性)
			その他	C	インキ	イ	インキの剥離(密着性)
		スクリーンインキ	蒸発乾燥型インキ	C	被印刷物	イ	乾燥温度と時間
			熱硬化型インキ	C	被印刷物	イ	乾燥温度と時間
			UV硬化型インキ	C	被印刷物	イ	紫外線量と波長
			水性インキ	C	被印刷物	ロ	専用機材が必要
			機能インキ	C	被印刷物	ロ	取扱い
			特殊色顔料	C	被印刷物	ロ	調合
		版	樹脂繊維	C	インキ・スキージ	イ	透過性・磨耗性・伸縮
			金属繊維	C	インキ・スキージ	イ	透過性・磨耗性・伸縮
			金属板(マスク)	C	インキ・スキージ	イ	透過性・磨耗性
		スキージ	ゴム	C	インキ・版	イ	磨耗性・劣化
		スクレーパー	金属	A	インキ・版	イ	磨耗性・劣化
			樹脂	C	インキ・版	ロ	磨耗性・劣化
		溶剤	希釈溶剤	C	インキ・版	イ	環境影響
			洗浄溶剤	C	版	イ	環境影響
		添加剤	消泡剤	C	インク	イ	環境影響
			遅乾剤	C	インク	イ	環境影響
			腰切り剤	C	インク	イ	環境影響
			レベリング剤	C	インク	イ	環境影響
			硬化促進剤	C	インク	イ	環境影響
製本機械	紙折機	折りローラ	金属	A	紙	イ	すべり・インク汚れ・耐久性・静電気
			ウレタンゴム	B	紙	ロ	すべり・インク汚れ・耐久性・静電気
		刃	金属	A	紙	イ	欠けの発生
	中綴じ機	針金	鉄	A	紙	イ	硬さによる、厚紙への対応・劣化・さび
紙工機械	プリンター・スロットタ	紙	段ボール紙	A	インキ	イ	印面のカスレ
		インキ	フレキソ用 水性インキ	A	紙	イ	乾燥の速度、印刷濃度(ベタ部)
					版	イ	磨耗性、インキの着肉性
			フレキソ用 UVインキ/ニス	B	版	ロ	膨潤性
		ローラ	アニックススロール	B	版	イ	磨耗性、インキ着肉の均一性
		版	フレキソ用版材	B			ゴムから樹脂へ

機械・機器		印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連			
		使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。	
周辺機器	湿し水循環装置	鉄	SPC	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
			SS	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
		ステンレス鋼	SUS304	A	エッチ液	イ		
		黄銅	BS	A	エッチ液	ロ	腐食	
		塩化ビニール		A	エッチ液	イ		
		ゴム	天然ゴム	A	エッチ液	ハ	腐食	
			パイント	A	エッチ液	イ		
	ローラ冷却装置	鉄	SPC	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
			SS	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
		ステンレス鋼	SUS304	A	水	イ		
		黄銅	BS	A	水	イ		
		塩化ビニール		A	水	イ		
	パウダースプレー装置	ゴム	天然ゴム	A	水	イ		
		鉄	SPC	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
			SS	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
		ステンレス鋼	SUS304	A	ガラス	イ		
		黄銅	BS	A	パウダー	イ		
		アルミ	鋳物	A	パウダー	イ		
		ガラス		A	パウダー	ロ	静電気	
		塩化ビニール		A	パウダー	ロ		
	加湿器	ゴム	天然ゴム	A	パウダー	イ		
		鉄	SPC	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
			SS	A	雰囲気	ロ	錆、腐食	
		ステンレス鋼	SUS304	A	水	イ		
		黄銅	BS	A	水	イ		
		塩化ビニール		A	水	イ		
		ゴム	天然ゴム	A	水	イ		
		集塵機	鉄	SPC	A	雰囲気	ロ	錆、腐食
				SS	A	雰囲気	ロ	錆、腐食
			黄銅	BS	A	パウダー	イ	
アルミ			鋳物	A	パウダー	イ		
塩化ビニール				A	パウダー	イ		
ゴム	天然ゴム		A	パウダー	イ			
資材	接着剤	ホットメルト	エチレン酢酸共重合樹脂	A	紙	イ	熱溶解で塗布	
		(PURホットメルト)	ウレタンポリマー	A	紙	イ	熱溶解で塗布・反応型	
		エマルジョン	エチレン酢酸共重合樹脂	B	紙	イ		
			酢酸ビニル樹脂	B	紙	イ		
			アクリル共重合樹脂	B	紙	イ		
		ニカワ	動物性蛋白質	A	紙	イ	熱溶解で塗布	
		加工膠	動物性蛋白質	A	紙	イ	熱溶解で塗布	
		澱粉糊	澱粉	A	紙	イ		

機械・機器		印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
		使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
資材（素材、材料を含む）	粘着紙	印刷用粘着紙	上質紙ベース	B	インキ	イ	印刷抜け、光沢
			コート紙ベース	A	インキ	イ	
			キャストコート紙ベース	A	インキ	イ	
			ホイル紙ベース	A	インキ	ロ	密着性
			再生紙ベース	A	インキ	ロ	印刷適性
			可変情報 印字用ベース	A	インクボン等	イ	印字適性
		印刷用粘着フィルム	PETベース	B	インキ	イ	密着性
			PPベース	B	インキ	イ	密着性
			PSベース	A	インキ	イ	密着性
			合成紙ベース	A	インキ	イ	密着性
			塩ビベース	B	インキ	イ	密着性・ベースの収縮
			可変情報 印字用ベース	A	インクボン等	イ	印字適性
		両面粘着テープ	版固定用 両面テープ	A	版胴	イ	接着力・糊残り・反発性
	パウダー	パウダー	薄紙用～ 厚紙用	A	インキ	イ	ブロッキング
			パッケージ用		紙	イ	
					ブランケット	イ	ブラン残り
			フィルム用	A	フィルム	ロ	滑り
	洗浄剤	洗浄剤	ブランケット 洗浄剤				
			石油系溶剤	A	ブランケット	イ	
					インキ	イ	
			水性エマルジョン	B	ブランケット	ロ	
					インキ	ロ	白抜け
					版	ロ	版飛び
			エステル系溶剤	A	ブランケット	ロ	膨潤
					インキ	イ	
					版	ロ	汚れ
			インキローラ 洗浄剤				
			石油系溶剤	B	ローラー	イ	
					インキ	イ	
			ガイドローラ 洗浄剤		ガイドローラ	イ	
			石油系溶剤	B			
		圧胴洗浄剤		圧胴		乾燥速度	
		石油系溶剤 ＋アルコール	B				
	帯電防止剤	帯電防止剤	ハシリコンタイプ°	A	インキ	イ	擦れ
					紙	イ	静電気
							滑り
			シリコンタイプ°	A	インキ	イ	追い刷り
					紙	イ	静電気
						滑り	
	H液	H液	枚葉用	B	インキ	ロ	乳化
					版	ロ	汚れ
		オフリン用	B	インキ	ロ	乳化	
				版	ロ	汚れ	
				ブランケット	ロ	パイリング	

機械・機器	印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
	使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
資材（素材、材料を含む）	ALベース印刷版	ALベース印刷版	A	紙	ロ(～ハ)	・再生紙での耐刷性、着肉性、汚れ性劣化？
				インキ	ロ(～ハ)	・SOYインキでの着肉性、汚れ性劣化 ・UVインキでの耐刷性劣化
				湿し水	ロ(～ハ)	・Non VOC湿し水での着肉性、汚れ性劣化
				ブランケット	ロ	
				洗浄剤	ロ(～ハ)	・UVインキ洗浄剤での画像破壊、耐刷性劣化
		ネガタイプ印刷版	A	紙	ロ(～ハ)	・再生紙での耐刷性、着肉性、汚れ性劣化？
				インキ	ロ(～ハ)	・SOYインキでの着肉性、汚れ性劣化
				湿し水	ロ(～ハ)	・Non VOC湿し水での着肉性、汚れ性劣化
				ブランケット	ロ	
				洗浄剤	ロ(～ハ)	・UVインキ洗浄剤での画像破壊、耐刷性劣化
		諧調再現方法	FMスクリーン	紙	ロ～ハ	・紙の選択許容度小(色再現性、汚れ性)
				インキ	ロ	
				湿し水	ロ～ハ	・湿し水の選択許容度小(汚れ性)
				ブランケット	ロ(～ハ)	・経時による画質劣化？
				洗浄剤	ロ	
	印刷インキ	オフセットインキ	B	全般	イ	印刷適性、印刷効果、価格
			B	紙(再生紙、合成紙、マット紙、上質紙、ザラ紙、コート紙他)	イ	セット・乾燥 接着 濃度・光沢 耐摩擦(こすれ) トラッピング
			B	湿し水	イ	乳化適性 汚れ耐性
			A	ブランケット	イ	転移性 網点再現性
			B	版	イ	転移性 網点再現性
			A	ローラ	イ	転移性
		グラビアインキ	B	印刷機	イ	印刷速度 温度 UV/EB 印刷方式
		フレキソインキ				
	ゴムローラー	インキローラ(油性インキ)	A	インキ・洗浄剤	イ	摩耗
		インキ呼出ローラ(ゴム)	A	インキ・洗浄剤	ロ	摩耗・外径収縮・硬度上昇
		インキ練りローラ(ゴム)	A	インキ・洗浄剤	ロ	摩耗・外径収縮・硬度上昇
		インキ練りローラ(銅メッキ・リルサ)	A	インキ・洗浄剤	イ	摩耗
		インキ着けローラ(ゴム)	A	インキ・洗浄剤	ロ	摩耗・外径収縮・硬度上昇
		水元ローラ(クロムメッキ)	A	湿し水・水棒用洗浄剤	ロ	インキガラム
		調量ローラ(ゴム)	A	湿し水・水棒用洗浄剤	ロ	肌荒れ・外径収縮・インキガラム・硬度上昇
		振りローラ(クロムメッキ)	A	湿し水・水棒用洗浄剤	ロ	インキガラム
		水着ローラ(ゴム)	A	湿し水・水棒用洗浄剤	ロ	肌荒れ・外径収縮・インキガラム・硬度上昇

機械・機器		印刷・印刷加工における		素材等の動向	関連素材等との関連		
		使用材料等	左記の種類	A、B、C	対象素材等	適合性 イ、ロ、ハ	適合性orアンマッチングの状況が、どのような内容で現れているか。また、その主な原因・要因、又は物性等。
資 材 （ 素 材 、 材 料 を 含 む ）	ゴ ム ロ ー ラ	ローラ(UVインキ)	インキ元ローラ (銅)	A	インキ・UV用 洗浄剤	イ	摩耗
			インキ呼出ローラ (ゴム)	A	インキ・UV用 洗浄剤	ロ	摩耗・外径変化・硬度変化
			インキ練りローラ (ゴム)	A	インキ・UV用 洗浄剤	ロ	摩耗・外径変化・硬度変化
			インキ練りローラ (銅メッキ・リルサ	A	インキ・UV用 洗浄剤	イ	摩耗
			インキ着けローラ (ゴム)	A	インキ・UV用 洗浄剤	ロ	摩耗・外径変化・硬度変化
			水元ローラ (クロムメッキ)	A	湿し水・水棒 用洗浄剤	ロ	インキガラム
			調量ローラ (ゴム)	A	湿し水・水棒 用洗浄剤	ロ	肌荒れ・外径変化・インキガラム・硬度変化
			振りローラ (クロムメッキ)	A	湿し水・水棒 用洗浄剤	ロ	インキガラム
			水着ローラ (ゴム)	A	湿し水・水棒 用洗浄剤	ロ	肌荒れ・外径変化・インキガラム・硬度変化
	ゴ ム ブ ラ ン ケ ッ ト	ゴムブランケット	枚葉機用 ブランケット	A	PS版	イ	
					CTP版	イ	
					油性インキ	イ	
					エコインキ	イ	
					UVインキ	ハ	膨潤、インキ転移性
					水なしインキ	イ	
					用紙	イ	
					再生紙	ロ	紙粉
					H液	イ	
					洗浄油	ロ	膨潤、抽出、粘性
			輪転機用 ブランケット	A	PS版	イ	
					CTP版	ロ	耐刷性
					ヒートセットインキ	イ	
					コールドセットインキ	イ	
					エコインキ	ロ	インキ転移性、膨潤
					用紙	イ	
					再生紙	ロ	紙粉、インキ転移性
					中性紙	ロ	パイリング
					H液	イ	
					洗浄油	ロ	膨潤、抽出、粘性
			UV用ブランケット	B	版	イ	
					UVインキ	ロ	インキ転移性
					ハイブリッドインキ	ロ	膨潤
					用紙	イ	
					H液	イ	
					洗浄油	ロ	膨潤
			ビジネスフォーム 用ブランケット	A	版	イ	
					油性インキ	イ	
					UVインキ	ロ	膨潤、インキ転移性
					用紙	イ	
					ノンカーボン紙	ロ	膨潤
					圧着紙	ロ	パイリング
					感熱紙	イ	
					H液	イ	
					洗浄油	ロ	膨潤、抽出、粘性

第3章 印刷産業機械の技術変遷と素材等との関連動向

本章では、印刷産業機械の技術的な進展経過、個々の機械・装置の概要および素材等との関わり、適合性、環境要因などについて考察するとともに、今後の動向について述べる。

3.1 情報加工・製版機械における CTP および製版出力機の光源

近年エレクトロニクス技術の進歩は目覚ましいものがあり、日々発展している。コンピュータ化とデジタル化の波が押し寄せ、コンピュータは小型化し処理能力は大幅に拡大し、オープンシステム・マルチメディア対応となり、また情報の伝達においても、全世界をネットワーク網で結び、瞬時に情報の伝達が可能となっている現在である。印刷業界においても、コンピュータ化とデジタル化の波が押し寄せ、製版・印刷作業が、専門分業化時代から、統合時代に移行し、特にプリプレス分野において大変革をもたらせた。プリプレス分野も「デジタル化」「オープンシステム」「マルチメディア」「ネットワーク」を取り入れ、今までの「アナログ作業（人手を介して行う）」から「デジタル作業（コンピュータ処理）」へと移行してきた。

アナログ作業時代は、製版工程が専門分業化で、作業が行われていた。これは、各工程の作業が技術・技能を求められ熟練を要する作業であり、人手を介す作業が多く作業時間も多く要していた。また、フィルム露光にはフィラメント光が使用され暗室作業となり、印刷版露光には紫外光が使用され決してよい環境とは言えなかった。

デジタル作業では製版工程のほとんどがコンピュータを使用したデジタル処理となり、デザイン・企画・編集などの作業を含んだ、統合・一元化された管理システムが構築できることになり、作業環境も非常に良くなった。

3.1.1 技術の進展経過

(1) 1970～1980 年代

製版・印刷作業が専門分業化していた時代であった。印刷物が出来上がるまでの工程は企画、デザインの作業から始まり、版下（台紙）／色分解／レタッチ・修正／マスキング／張り込み・修版／焼付／校正・印刷と数多くの作業を経て行われていた。一般には分かりにくく理解しにくい部分であった。良い印刷物を作るためには、製版・印刷のしくみを理解し各工程での確実な作業と次工程の引渡しを正確に行うことが重要なことであった。

1) 企画・デザイン・版下（台紙）工程

印刷情報となる「文字・図形・写真（画像）」をもとに、印刷物の企画、デザインを行い、デザインされたレイアウトは、1 ページまたは、数ページ分に面付けされた版下（台紙）にまとめられる。台紙には、文字・図形・画像など全原稿の位置情報があり、製版加工の基礎になるものである。まとめられた版下（台紙）は、製版カメラにより撮影され、版下台紙フィルムとなる。製版カメラを図 3.1 に、フィルム自動現像機を図 3.2 に示す。



図 3.1 製版カメラ



図 3.2 フィルム自動現像機

2) 色分解

カラー原稿は連続階調であるため、カラー原稿をそのまま使用することは出来ない。4色（Y、M、C、BK）に分解し、網点フィルムにしないといけない。そこで原稿の色分解を行う必要があり、2種類の色分解工程がある。一つは製版カメラを使用した写真方式によるもの、もう一つはスキャナによる電子的処理で行う方式とがある。

イ. カメラによる分解

製版カメラによる分解は色フィルタ R,G,B を使用し、写真方式で分解、網掛け（コンタクトスクリーン）して、分解版をつくる。カメラの光源としては、ヨーソランプ、キセノンランプが使用されていた。撮影に関して、適正露光時間、フィルムの濃度等を管理しながらの作業で、生産性の効率は悪く、良い品質のものが得られない。

ロ. スキャナによる分解

a. 連続階调用カラースキャナ

透過／反射原稿を色分解し、露光はフィルムへ連続階調のネガ、またはポジを出力する。出力された4色（Y,M,C,BK）フィルムを原稿とし、製版カメラで網掛け撮影し集版の原稿となる。原稿側の光源はハロゲンランプ光、露光側の光源はグロー放電管を使用していた。

b. ダイレクトスキャナ

1970 年代後半にカラースキャナにドットジェネレータを搭載したものが世の中に出始め、フィルムに直接網点を再現（露光）できることが可能となった。透過／反射原稿を色分解し、露光はフィルムへ直接網点のネガ、またはポジを出力した。連続階调用スキャナ出力フィルムでは、分解後工程で、製版カメラによる網掛け作業が必要であったが、ダイレクトスキャナではカメラによる網掛け工程がなく、作業性を一段と向上させた。

原稿側の光源はハロゲンランプ、キセノンランプ、露光側の光源は、ガスレーザ（アルゴンレーザ、ヘリウムネオンレーザ）を使用していた。

c. スキャナの原理

原稿を走査し、カラーフィルタで光信号（RGB）に分解し、フォトマルチプライヤー（光電子増倍管）で受光し、電気信号に変換する。変換された電気信号は、ベーシックマスク

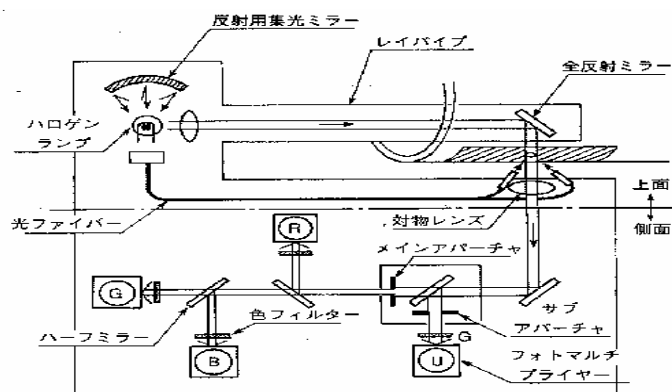


図 3.3 スキャナの原理

ング、グラデーションコントロール、カラーコレクション、デンシティーレンジ回路で補正され記録ユニット部の光源でフィルムに露光される。ドラム型の入力部を図 3.3 に示す。

3) レタッチ、マスキング

レタッチは分解フィルム等の網ポジフィルムの修正を行うことが主体で、網点を小さくしたり、消したり、またさまざまな効果もこのレタッチ作業で行う。熟練した技術者の作業となる。

マスキングは版下（台紙）で指定した通りに原版フィルムのマスク版を作成する。トンボ版、ケヌキ合せ、切り抜き、網ふせ等のマスクフィルム版を作る細かな作業となる。

4) 貼り込み・集版

印刷物原稿は、いくつもの流れの工程を通り、原版ポジフィルムとして張り込み工程に集まってくる。これらを、レイアウト通りにベースフィルムに原版ポジフィルムに貼り込んで行く作業で、最も手間で時間のかかる作業となる。

原版フィルムより焼枠、または、殖版機を使用し印刷版を作成する。焼枠、殖版機の光源は、昔はアーク灯に始まり水銀ランプ、UV ランプと変化している。UV ランプは 420nm の波長で PS 版の感光特性にマッチした光源波長を持っている。焼枠を図 3.4 に、UV ランプを図 3.5 に示す。

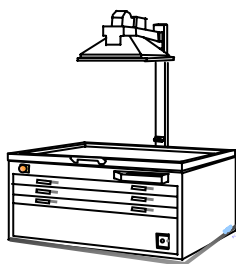


図 3.4 焼枠

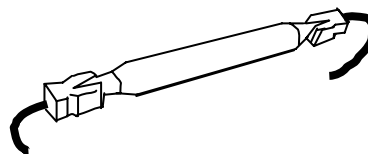


図 3.5 UV ランプ

5) 校正

製版完了後は、オフセット校正機で校正刷りを作る。校正は、文字、絵、写真などの誤り、あるいはレイアウト、色修正を行う。印刷紙とインキを使用して校正するので色の差が少ない。

図 3.6 に 1 色校正機を示す。



図 3.6 1色校正機

(2) 1980～1985 年代

1980 年に入り、カラーキャナとコンピュータの組み合わせ、専用画像処理システム（CEPS：Color Electronics Pre-press System）レイアウトキャナの出現により製版工程がデジタル処理の第一歩となった。しかしクローズドな専用システムであったため生き残らなく、DTP（Desktop Publishing）に融合していくことになる。トータルとしてのシステム価格も高価であり、大手企業での運用が主であった。出力機はダイレクトキャナを使用した。

(3) 1985 ～ 現在

1995 年アメリカで、DTP が誕生し現在に至っている。今や印刷業界やデザイン業界に変革をもたらせたシステムと言える。プリプレスにおける文字・図形・画像の統合は、80 年代から徐々にデジタル化に向け統合に向け歩み、いまや DTP システムが確立したと言える。従来の製版処理がデジタル化し、編集、レイアウト、画像処理等がパソコン上で誰でも簡単に出来るとなれば普及したこともあたりまえと考えられる。特徴として、「パソコンをベースにしている」「文字・図形・画像をデジタル編集し、同時出力ができる」「PDL (Page Description Language：ページ記述言語) を使用している」「アウトラインフォントを使用している」等いろいろある。

1) 基本構成

イ. 基本構成システム

図 3.7 に基本システムを示す。

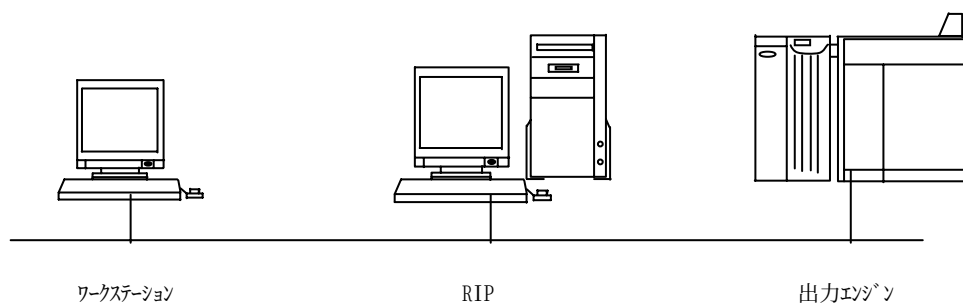


図 3.7 基本構成システム

a. ワークステーション

編集、レイアウト、文字・図形・画像処理、張り込み、出力指示等さまざまな処理を、ソフトウェアを用い、ワークステーションで処理する。

b. RIP (Raster Image Processor)

フロントから送られてくる PDL を解釈し、文字・図形・画像データをラスターイメージに展開して出力装置に送る。

c. 出力エンジン

ワークフローで文字・画像の編集されたデータを 4 色分解版にして、印画紙・フィルムに露光する出力装置を「イメージセッタ」、プレートに露光する出力装置を「プレートレコーダ」と呼んでいる。プレートレコーダはワークステーションの文字・画像を直接版に焼付けを行うので CTP (Computer to plate) と呼ばれる。

2) 出力エンジン

出力エンジンには外面ドラム型、内面ドラム型、平面型の 3 種類の方式がある。

さらに、光源に使用しているレーザデバイスの波長に違いがある。感光材料には銀塩、フォトポリマ、サーマルといった種類があり、それぞれ感度などが異なる。

ロ. 露光方式と変調

a. 露光方式

出力エンジン(レコーダ)にもいくつかの方式がある。回転するドラムの外周に感材を装着して、外側からレーザビームを照射する「外面ドラム型」、半円筒状のドラムの内側に感材を装着して、内側からレーザビームを照射する「内面ドラム」型、平面なテーブルに感材を装着し、レーザビームを左右に振って照射する「平面型」がある。

図 3.8 に、外面ドラム型、内面ドラム型、平面型の概略図を示す。

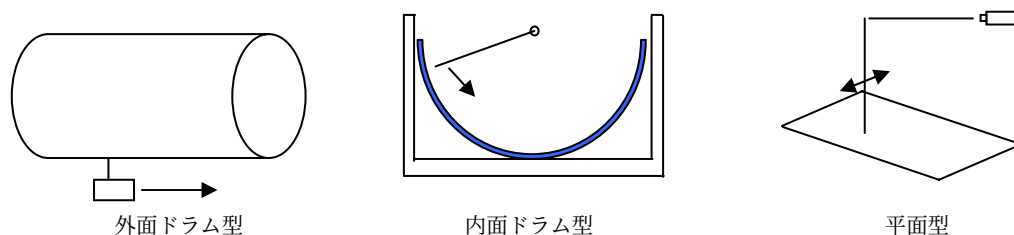


図 3.8 露光方式

b. 変調の方法

デジタル画像信号を変調器で変調させ、その信号を光変調素子でレーザービームを ON-OFF させ、レンズを通して感材を反応させる。

図 3.9 に、変調の方法を示す。

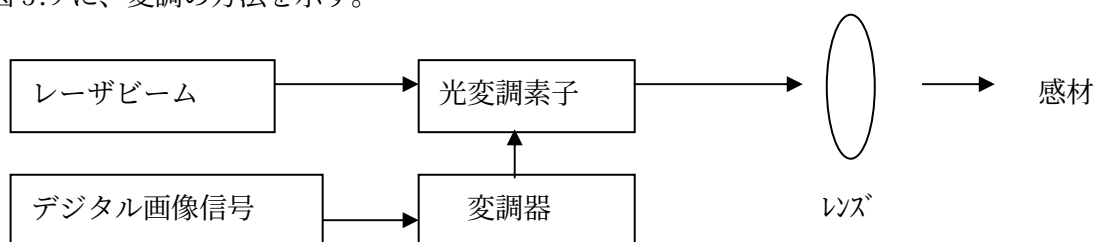


図 3.9 変調の方法

c. 光源

出力エンジンに使われているレーザは半導体レーザが使用されている。その波長は、「可視光」「赤外光」に分けることができる。当然のことながら、可視光は人間の目で見える波長域のレーザビームを照射して露光するというもので、ドラム型や平面型のイメージセッタは可視光の比較的低いレーザを使用し、プレートレコーダは、高出力のレーザが使用される。

d. 種類

①イメージセッタ

イメージセッタで使用されている、構造上、「ドラム型」と「平面型」の2種類がある。印画紙・フィルムに露光を行うイメージセッタの光源は、LD アレイまたは LED アレイを使用し、解像度は 1200dpi～4000dpi までが主流であり、出力物の使用目的に応じて解像度を選択することが可能となっている。高解像度では高品質の出力物が得られる。フィルム出力なので、後工程作業として刷版露光が必要になる。

図 3.10 に平面型イメージセッタ、図 3.11 にドラム型イメージセッタを示す。



図 3.10 平面型イメージセッタ



図 3.11 ドラム型イメージセッタ

②プレートレコーダ

CTP (Computer to Plate) サーマルプレート出力に対応したデジタルプレートレコーダの出現により、明室環境でオペレーションが行え、中間作業と中間材料が不要になり、また、作業環境が大幅に改善する。

プレートレコーダの光源は、ハイパワーLD を使用した光源で露光を行い、高精度な光学技術を凝縮された電子デバイス (GLV) と光学部品で構成されている。

図 3.12 にプレートレコーダ、図 3.13 に記録部を示す。



図 3.12 プレートレコーダ

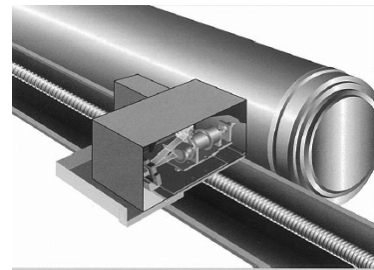
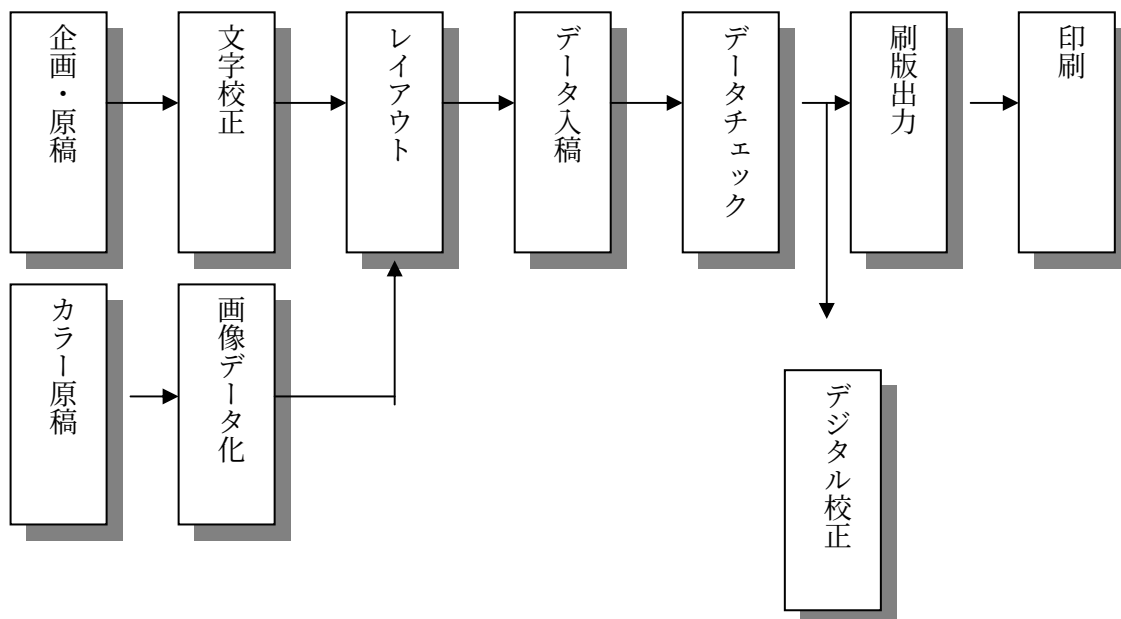


図 3.13 記録部

3.1.2 今後の技術動向

(1) デジタルプリプレス

デジタルプリプレスのメリットは、「納期が短縮できる」「コストが圧縮できる」「中間材料がない」等、多くのメリットがある。メリットを実現するためには、ワークフローを充分検討し構築する必要がある。ソフトウェアも充実したものが、メーカーより提供されている。今後、プリプレス業界のデジタル化への移行と CTP 化への移行は加速増大すると考えられる。



(2) 光源の動向

可視光レーザで注目されているのが、バイオレット・レーザで、青紫色の領域の波長レーザを使用するというもので、汎用レーザ品が使用できることから価格面で優位である。通常可視光領域の場合、版材は暗室で扱わなければならないが、青紫領域の感光特性だと、黄色光源下での作業ができる。

赤外光レーザは、熱感光性の感材をビームの熱で反応を起こさせると言うもので、高出力のレーザが使用されている。将来的には、さらなるハイパワーレーザや、ビームチャンネル増の技術が開発され、生産性の向上、品質の向上が期待でき、プロセスレス等環境に考慮されたエンジンが出現すると考えられる。

3.2 印刷機械

3.2.1 オフセット枚葉印刷機

(1) オフセット枚葉印刷機の概要

オフセット枚葉印刷機は紙を給紙する給紙部（フィーダ）、印刷をする印刷ユニット部および印刷された紙を積み揃える排紙部（デリバリ）とからなる（図 3.14）。オフセット印刷は水と油の関係を利用した化学的な印刷方式であり、同一版面の上にインキの乗る画線部（親油性）とインキを受け付けない非画線部（親水性）を形成させ、水（湿し水）とインキを供給し、その版に乗ったインキをゴム胴に巻いたブランケットに転移させ、これを圧胴との間に挟まれた紙に転移して印刷する方式である。

オフセット印刷での最大の問題は、この湿し水とインキ供給のバランスおよび均一性にあるが、最近では経験からの工夫とエレクトロニクス分野の進歩に伴い自動制御により、スキルレス化が可能となってきている。さらに、刷版自動交換装置、ブランケット・圧胴自動洗浄装置等を装備したものも開発されており、今後さらに自動化が進んでいくものと考えられる。

最近、表面の光沢や耐性などの機能を付与する方法として、印刷でインラインに加工する OP ニス加工や UV ニス加工の表面加工がドライイングユニットとの組み合わせで行われており、紙器の美粧化・高級化による高付加価値を目的とした機械が多くなってきている。表面印刷後、紙を反転し、裏面を印刷するワンパスで表裏印刷可能な反転機、インカー部を上下に配置し、表裏を印刷する両面機の需要も多くなり多様化してきている。従来機で表裏印刷する場合と比較して印刷時間がほぼ 1/2 になること、印刷用紙のストックスペースと乾燥時間を半減し、リードタイムが短縮するメリットがある反面、機械全長が長くなる、または高くなる。水なし平版は、水を使わないため見当精度が良い、色合わせが容易でヤレ紙が少ない、エッチ液を使わないので環境に優しい等の長所があるが、インキのコストが高いため、ある程度は定着しているもののまだ一般的ではない。

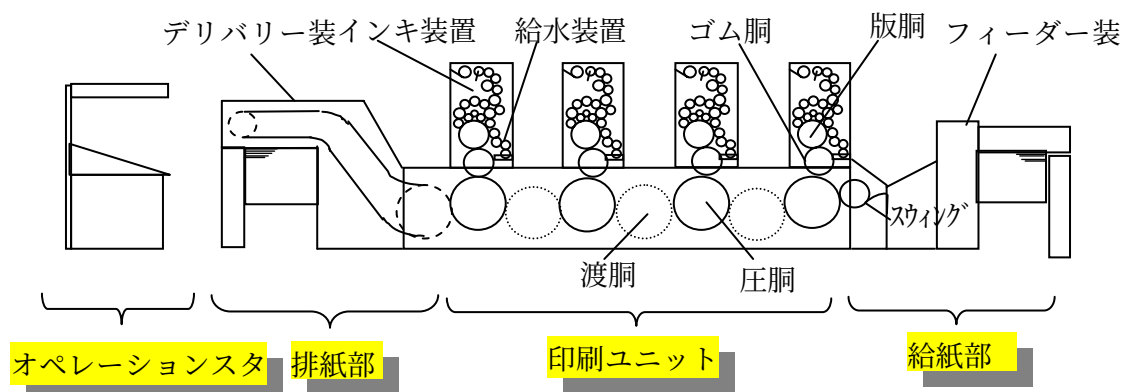


図3.14 枚葉印刷機械の構成

(2) 枚葉印刷機の進展経過

1) 給紙部

従前は、枚葉紙を人間が一枚一枚手で機械に差し込む手差しオフセット印刷機であった。その後積み重ねてある枚葉紙を一枚ずつ自動的に送り出すために、さまざまな工夫が行われてきた。紙がピッチ1だけずれた形で、重なった状態で流れる様に送られるストリームフィーダの機械が、戦後に輸入されて、急速に普及した。現在では、事務用印刷機などの小型機以外は、全てこのストリームフィーダが採用されている。この機械の最高速度は現在毎時16000枚程度で、この給紙能力が印刷速度を決める形となっている。ピッチ1は0.3m程度であり紙の流れ速度の最高は毎秒約1.3mということになる。この速度が速い程レジスタに当たった時の衝撃が大きく、停止位置誤差が増大したり、キズが発生し易くなるが、ピッチ1を小さくするとレジスタのための紙の停留時間が少なくなり簡単に小さくするわけにはいかない。ストリームフィーダが現れる以前には一枚差し式の1枚毎に少し間隔をとって送り出す給紙機が使われていたが、給紙テーブル上の速度が大きくなり衝突によるレジスタ狂いが避けられないため、大型機には使われなくなった。紙を吸着する吸い口はゴムが使用されている。図3.15に給紙部、図3.16に見当合わせの概要図を示す。

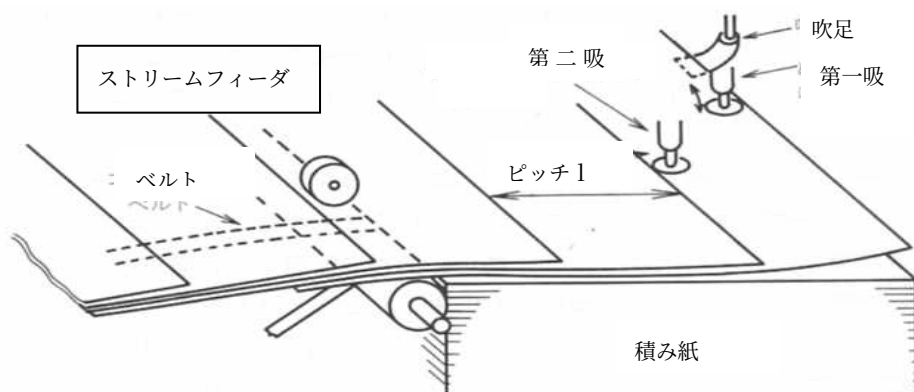


図3.15 給紙部

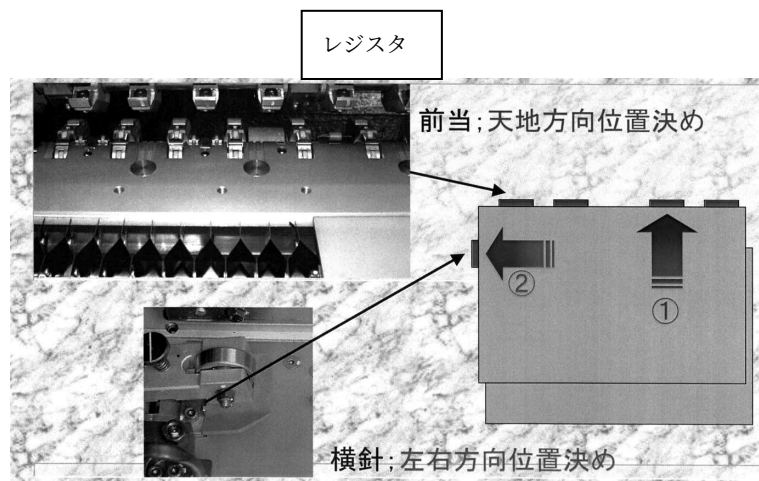


図 3.16 見当合わせ部

従来はベルトとゴムコロで紙を挟んでレジスタ位置まで搬送させ、紙の浮きを薄い鋼板で上部より抑える方式が一般的であったが、紙のキズ擦れの問題もあり、最近流体力学を応用したエア制御が行われるようになって来た。

給紙機積み紙の高さは、操作上からも 1 m 程度のものが普通であり、それ以上の枚数を印刷を中断しないで続けるためには、運転したまま新しい積み紙への引継ぎをしなければならず、そのために工夫されたノンストップ装置といわれるものが開発されている。紙積み台に数本のみぞが設けてあって、積み紙が少しになった時に、そのみぞに差し込んだ鉄棒で積み紙を支持させ、自動上昇を補助モータ駆動に切り換える。紙積み台を降ろして新しい紙を積み込み、上昇させ棒を挟んだ状態で上の紙を支持してしまう。続いて棒を引き抜く作業によって、切り換えが完了するが、扱いには熟練を要するのが現状である。



図 3.17 ノンストップによる積み紙の引継ぎ

2) 印刷部

イ. 給水装置

従来はレシプロタイプの移しローラを使うもの（コンベンショナルタイプ）であり、着けローラと移しローラは表面に木綿の厚織のモルトンといわれる布地か特殊な保水性のある不織布でカバーされていた。水元ローラは親水性を持たせるため、クロムメッキローラが使用される。この方式は適正水膜を保持する上で操作に熟練を要する、モルトンのけばが版につく、インキ汚れが起き

The diagram illustrates a microfluidic device for cell sorting. A large circle (1) represents a cell. It is surrounded by a ring of smaller circles (2, 3, 4, 5) representing other cells. Arrows indicate the direction of flow. A rectangular box (6) represents a collection chamber.

- 19 -

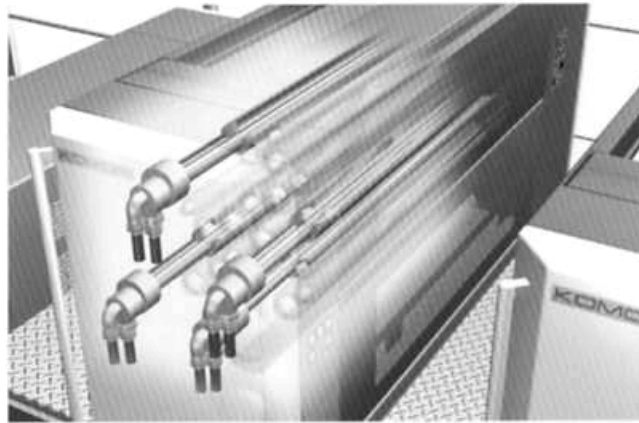


図 3.20 インキ振りローラ冷却

インキ量の増減はつぼローラの回転量（図 3.21）の増減によって全体的に行うと伴に、軸方向に多数配置されたインキ調整ネジ（図 3.22）によって部分的に行われ、インキ量の幅方向分布が設定される。インキつぼの底板は、従来一枚板（SK 材）が一般に用いられて来たが、調節ネジで押した時、板のたわみが隣のネジのところにも及ぶ傾向があることや、局所的な大きい押しで塑性たわみを生じることがあり、調整に熟練を要する。そこで最近調節ネジ一本一本に対応する分割ブレードと呼ばれる方法が用いられるようになって、各ブレードは独立して小型のモータにより自動で調節ねじを回転する装置が使われるようになって来た。従来の場合インキ調節ねじの設定は刷り始めてから、その刷り面を見ながら行っていたため、適正点に達するまでに損紙（やれ）が沢山出てしまう。最近の方式によれば版を印刷機にセットする前に、版面の各ゾーン（分割ブレードの幅：30mm 程度）ごとの絵柄面積率を計測して、磁気カードなどにそのデータを記録する装置が用いられ、インキ調節ねじ制御装置にセットすることにより、印刷開始の時からインキ分布を適正にするインキプリセットと言う方法が広く採用されるようになった。なお磁気カードは再版印刷の場合も役立つ。

最近のインキつぼの例として、分割ブレードをモータにより前後させ、つぼローラとのスキを調整することにより各ゾーン毎にインキ膜厚を制御できるようになっている。分割ブレードの幅方向の切れ目からのインキ流れ出しの対策として分割ブレードの上に一枚プレートがセットされている。

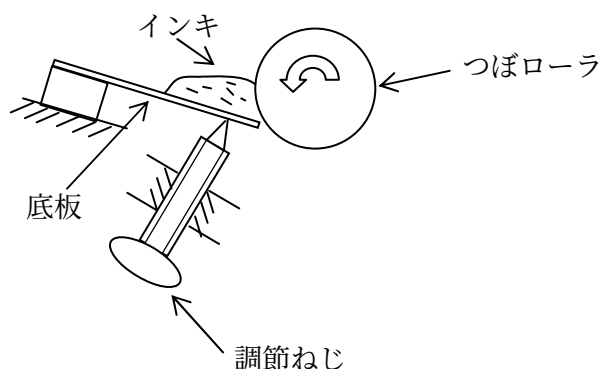


図 3.21 従来のインキつぼ

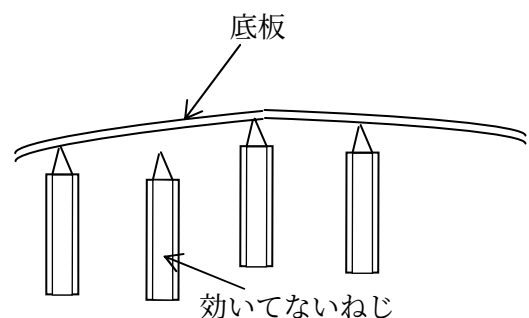


図 3.22 インキつぼの底板の調節ねじの押しによるたわみ

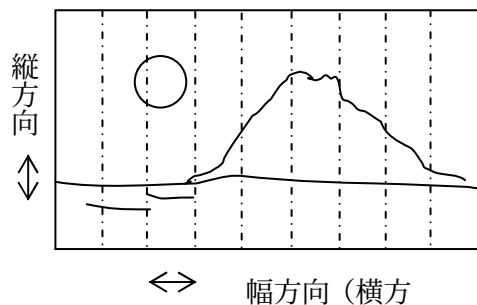


図 3.23 版面のゾーン分け

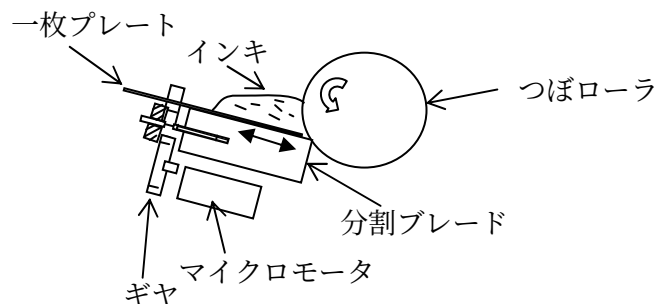


図 3.24 最近のインキつぼ (例)

インキゴムローラは通常の油性インキの場合 NBR（アクリロニトリル・ブタジエンラバー）が使用される。UV インキ、水なし平版インキ、エコインキ（大豆油インキ、アロマフリーインキ、nonVOC インキ等）ではマッチングしたゴム材質を使用しないと機上安定性に欠けトラブルを起こすことがある。

ハ. 胴装置

胴が回転したとき、版（圧胴）の表面とブランケットの表面の間に滑りがあってはならない。従来のコンベンショナルブランケット（ソリッドブランケット）の場合印圧部で圧縮を受けてひずむが、体積変化が殆どなくニップ幅の外側にバルジ（膨らみ）が発生し、印圧部のゴム表面は周方向に伸びた状態で版に接触しているためゴム胴の外形が太くなったような回り方をする。

従ってゴム胴径を版胴径より少し小さく仕立て滑りなしの純ころがり（トルーローリング）させるようにする。その後気泡層を持った体積ひずみのあるコンプレッシブルブランケット（エアブランケット）が開発され、印刷品質が良いこと、耐ショック性に優れショック目が緩和する、適性仕立て範囲が拡大する等の理由から一般的に使用されるようになった。バルジ（図 3.25）がより少なく、同径法に近い仕立てで印刷されるようになってきている。

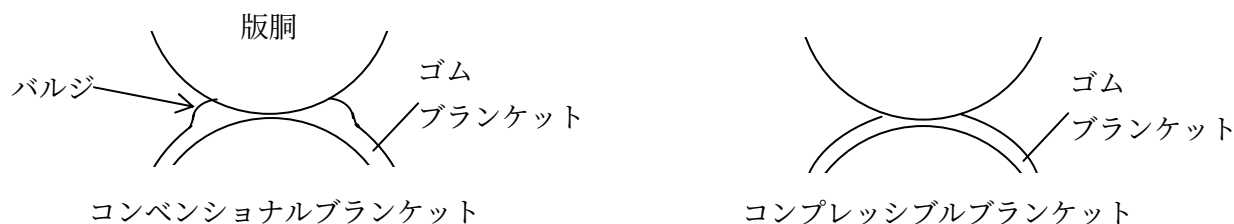


図 3.25 圧縮層とバルジの形成

ブランケットの表面は、印刷枚数が数千といった程度経過すると、汚れが蓄積してくる。その汚れを手で洗うためには、かなりの手間を要すると共に危険な作業でもある。そこでブランケット洗浄装置が開発され、専門メーカーがこれを商品化しているものもある。多くの洗浄剤が市販されてい

るが、ブランケットが膨潤することがあるのでブランケットとの相性を確認する必要がある。ブランケットは通常 NBR の耐油性ゴムが使われ、UV インキには EPDM が使われる。

二．排紙装置

チェーンで移送されてきた紙は、紙積み位置に来た時に、爪が開かれて落下する。紙の慣性と空気に浮くために、紙は滑空して紙積み枠の中に収まらない傾向にある。滑空の制動には紙の咥え尻を真空による吸着ローラで減速し、上からの下降気流によって早く落下させ、紙の揃えを良くすることが行われている。吸着ローラは耐摩耗性を要することから通常硬質クロムメッキが施工されている。紙の前後はガイドに沿って下降し揃えられる（図 3.26）。

横方向は突き揃え板（jogger）を往復運動させて揃える。積み紙の上面の高さ、すなわちチェーン移送の爪からの落差を一定にする必要があるので、紙の上面高さを、センサで検出し紙積み台の自動下降を制御させている。

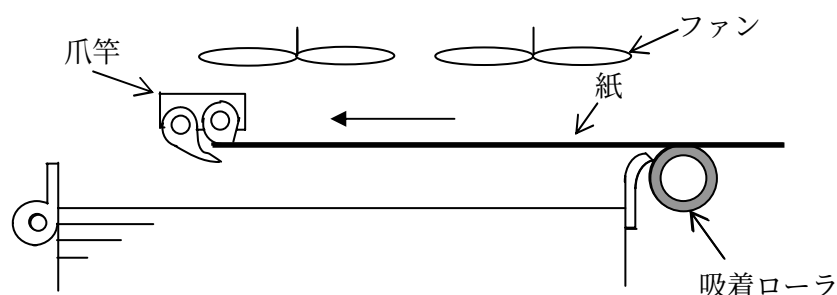


図 3.26 排紙の紙揃え

インキの乾燥は、おもに酸化重合によるので、数時間以上は必要である。従って、排紙の積み紙は、インキの裏移りやブロッキングを生じやすいので、紙面にパウダ（主に澱粉）をスプレすることが一般に行われているが、パウダの飛散による機械の汚れ、環境を劣化する問題があり、その効率化・集塵効果が求められている。特に表裏がワンパスで印刷される機械においてはパウダ量が多く、飛散しやすい傾向にあるから、より一層効率化・集塵効果が求められている。

パウダを使用しない方法として、紫外線で急乾燥する UV（紫外線）硬化インキを使って、チェーン移送の途中で UV 照射することも行われているが、UV インキのコスト高、外に漏れた紫外線が人体に及ぼす影響の問題、機械の劣化を早める等、の点でまだ一般化はされていない。

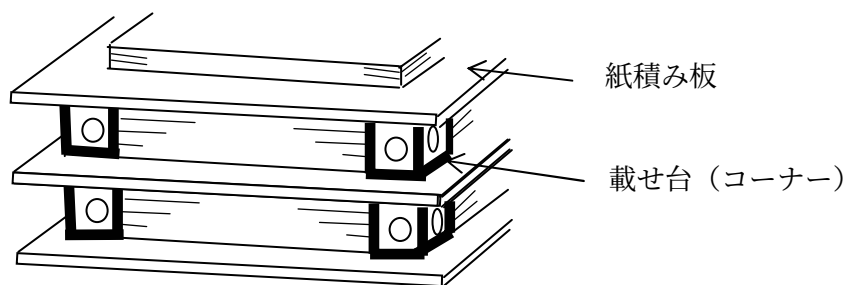


図 3.27 多層式紙積み

紙積み高さが少なければ、自重で押される力が小さいので、パウダを使用しようしなくとも、裏移りもブロッキングも防ぐことが出来ることから、高さ 20cm ほどの L 字形の載せ台（コーナ）を図のように四隅に挟んで紙積み板を順次多層に重ねていく方法（すのこ取り）がある。載せ台の挿入、紙積み台の挿入は、まだ自動化されてなく、また紙積み板、コーナ数が多くなりスペース的に不利であるということもあり、一般化されてはいない。

(3) オフセット枚葉印刷機の今後の動向

最近では、湿し水を版面に均一に直接供給し、必要最小限の水量で高品質の印刷が実現されている。印刷のノンアルコール化が進み、湿し水の有害物質である揮発性有機化合物 IPA の 0 % が実現されている。自動刷版交換装置、自動ブランケット洗浄装置が開発されており、版交換の自動化・省力化により生産効率が高まっている。一発見当・色合わせを実現するソフトシステムも開発され、印刷準備時間を短縮し、印刷用紙・資材の削減や省エネルギー化が図られるようになってきている。

さらに、環境保全をテーマに環境負荷低減を実現する環境配慮型の印刷機および周辺機器の開発が行われている。(社)日本印刷産業連合会により発表された印刷会社の環境対策に関するガイドライン「オフセット印刷サービスグリーン基準」グリーン基準

- ・湿し水の IPA を 5 % 以内に削減
- ・省エネ機器を導入している
- ・損紙等の古紙へのリサイクルが 80 % 以上
- ・インキ容器、ウエスのリサイクル率が 80 % 以上
- ・省力装置や自動化装置を導入していること

機械の動向としては、エコインキ、水なし刷版・CTP 版等、インキ・刷版の開発が先導する形で、それにマッチングした機械構成に変化して行くものと考えられる。また、さらに省力化自動化が進んでいくものと考えられる。

(4) 使用関連資材の種類および資材の動向

最近エコロジーの観点から、環境に配慮したインキが増加する傾向にある。主に官公庁からスタートし、環境型インキの使用を指名するような形で印刷会社に注文がくる。このため苦労している印刷会社を散見する。理由は従来型インキに比べ汚れやすい、濃度安定性が悪い、など印刷の幅が狭くなったと言われるケースが増えてきたためである。本機のローラ状態維持管理を、こまめに行っていないとトラブルが発生することになる。これらエコインキにマッチングしたゴムローラ、ブランケットのさらなる開発が望まれる。

インキは市場のニーズに合わせて柔軟に多様化が進んでいる中、水なしインキはほぼある程度定着しつつある。近年ハイブリッド方式やコールド UV なるものが徐々に始まってきており、これらへの資材改善が要求されるものと考えられる。今後ともインキの開発が先導する形でそれらにマッチングしたゴム材質、乾燥装置、機械構成に変化していくものと考えられる。

ローラに要求されることは第一に、径や硬度変化が少ないことであるが、特に洗浄油や使用インキなどに含まれる成分により膨潤度合いが違うところが泣き所である。これは昨今の資材の多様化に併せ国内外に大きな差が見受けられるので、目的達成に中々到達出来ないでいるのが実情である。印刷品質で見ると NBR 系、色替え適性でみると PVC 系のローラが適しているようだが、客先印刷事情に合わせていちいち配合比を替えられない状況である。また印刷の高速化に伴って、より熱膨張係数の小さいゴムローラの開発が望まれる。

パウダは植物性の澱粉から出来ているが、印刷の高速化に伴って飛散量が多くなり工場環境を悪化させる。特に表裏ワンパスで印刷が完了する機械においては使用量が多くなり、集塵の効率化が今後の焦点である。

3.2.2 デジタルオフセット印刷機

(1) デジタルオフセット印刷機の経緯

情報化社会の到来により、企業を取り巻く環境が変化し、印刷物の多品種・少量生産、超短納期、低価格などへの対応が要求されるようになってきた。

このようなニーズに応えるため 1991 年、既存の印刷機にレーザ記録装置を搭載し、機上で刷版をつくる印刷機が発表された。デジタルオフセット印刷機の歴史はここから始まった。

2000 年の DRUPA2000 では多くのメーカーからデジタルオフセット印刷機が発表され大きな注目を集めるようになった。

2000 年、リョービ(株)からダイレクトイメージング装置を内蔵したデジタルオフセット印刷機 RYOBI 3404-DI を発表された。

デジタル化が急速に進む印刷業界では、編集したコンピュータのデジタルデータをそのまま印刷機上で刷版に出力することで、オペレータのスキルレス化、中間工程の排除による短納期化が可能となる。

今後レーザの性能が上がることにより、より高精度な印刷再現性を実現できるようになり、益々多様化するショートラン印刷市場によりいっそう柔軟に対応できようと思われる。



図 3.28 RYOBI 3404X-DI

(2) デジタルオフセット印刷機の構造

ここではリョービ(株)の 3404X-DI (図 3.28) を例にとってデジタルオフセット印刷機の概要を説明する。

1) 概要

印刷物のデジタルデータを印刷機に送り、版胴にセットされている生版に直接レーザ照射し刷版を作る印刷機をデジタルオフセット印刷機と呼ぶ。

デジタルデータを印刷機上でダイレクトにイメージングする技術の採用により、フィルム出力や刷版の焼付等、アナログ的な中間工程が一切不要となるので、フィルム、現像液といった中間材料費を削減することができる。

生産性やランニングコストの面で優れているので、スピードを求められるショートランカラー印刷の市場には適した印刷機である。

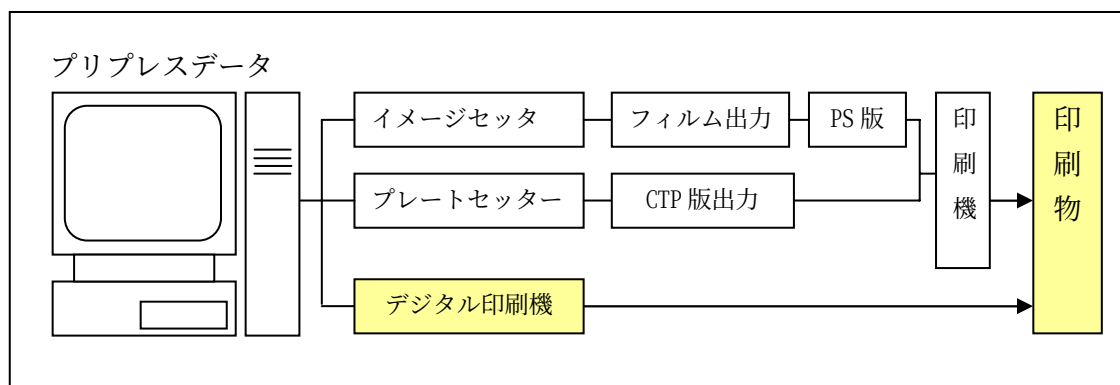


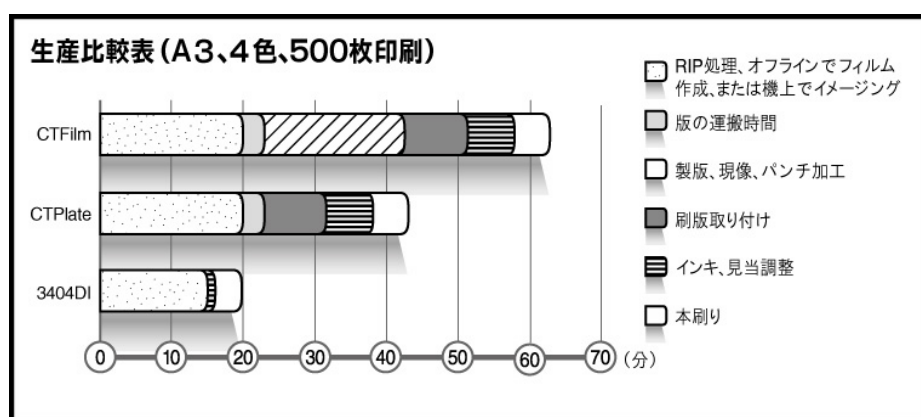
図 3.29 デジタルオフセット印刷機の構造

その他、版胴上の生版に直接イメージングする利点として、常に適切な位置に印刷画像がイメージングされるので高い見当精度を得ることができる。そのため損紙が削減できるという効果もある。

同印刷機は、解像度が 2,540dp で 16 μ m のレーザスポットサイズが形成でき、300 線相当の AM スクリーニングと FM スクリーニングへの対応も可能で、多様化するショートランカラー印刷市場に柔軟に対応できる。

イメージングには 18,000 rph という版胴の高速回転により約 4 分 30 秒で、4 版同時に高速イメージングが行える。また、版送りからイメージング、インキツボキーのプリセット、そして刷り出しまでの作業を自動化しており、版送りからテスト印刷開始まで約 9 分の印刷準備時間を達成し生産性を一段と高めている。

また、本機は給湿液が不要な水なし版を採用している。そのため水の調整が不要でありオペレータの負担を大幅に低減させている。



(3) デジタルオフセット印刷機の機構

1) 版送り・巻取り機構 (図 3.30)

同印刷機には、版胴内部に版ロールをセットした後、自動で 4 版同時に版送りを行なえるオートプレートアドバンス機構を搭載している。ボタン操作ひとつで新しい刷版が版胴に供給され、使用した刷版は、ロールに巻取られる。版ロール 1 本で、28 版分の印刷が行える。

国内では使用済みの刷版は印刷機メーカーに回収され、版材はサーマルリサイクル、芯金はリユースされ、環境にやさしい印刷機となっている。

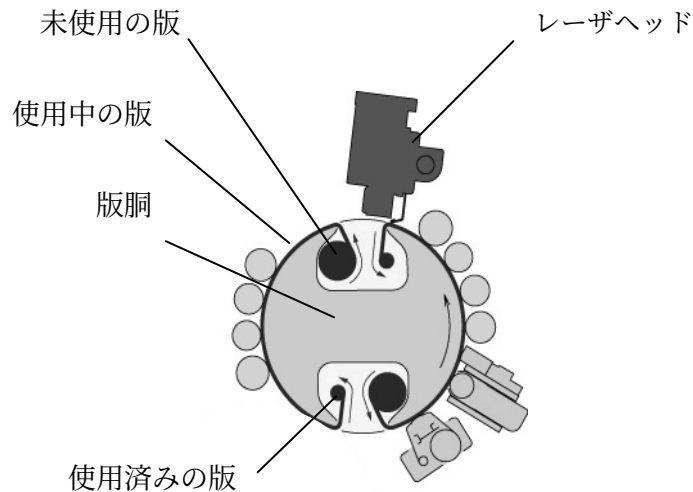


図 3.30 版送り・巻取り機構

2) イメージング機構

イメージング機構は、プレステック社が開発したプロファイヤーエクセルイメージングシステム（ProFire® Excel Imaging System）を採用し、レーザーを内蔵したイメージングヘッドを2ユニット搭載している。



図 3.31 レーザモジュール

各イメージングヘッドには、4本のレーザービームを発するレーザーモジュール（図 3.31）が6本搭載されており、全 24 個のレーザービームが、版胴上の2色分の版をイメージングする。2ユニットのイメージングヘッドを同時に稼働させることで、版胴上の刷版に4版同時に高精度なイメージング（図 3.32）が行なえる。レーザーのスポットサイズは 16 μm で、高精度な印刷再現性を実現できる。

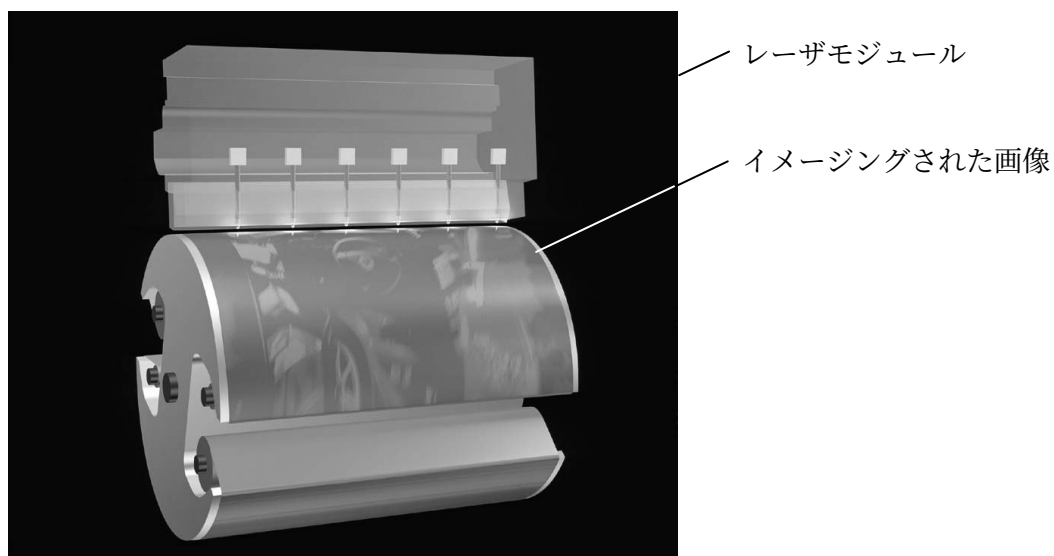


図 3.32 画像のイメージング

3) 版の洗浄機構 (図 3.33)

版上にシリコンかすが残ると印刷障害になるためにドライクリーニング装置、ウエットクリーニング装置、バキュームクリーニング装置の3つの洗浄装置が搭載されており、刷版を傷つけることなく版面に残った不要なシリコンを効果的に取り除く。

版送り、イメージング、版の洗浄の一連の工程は自動化されており、オペレータの手をわずらわすことはない。

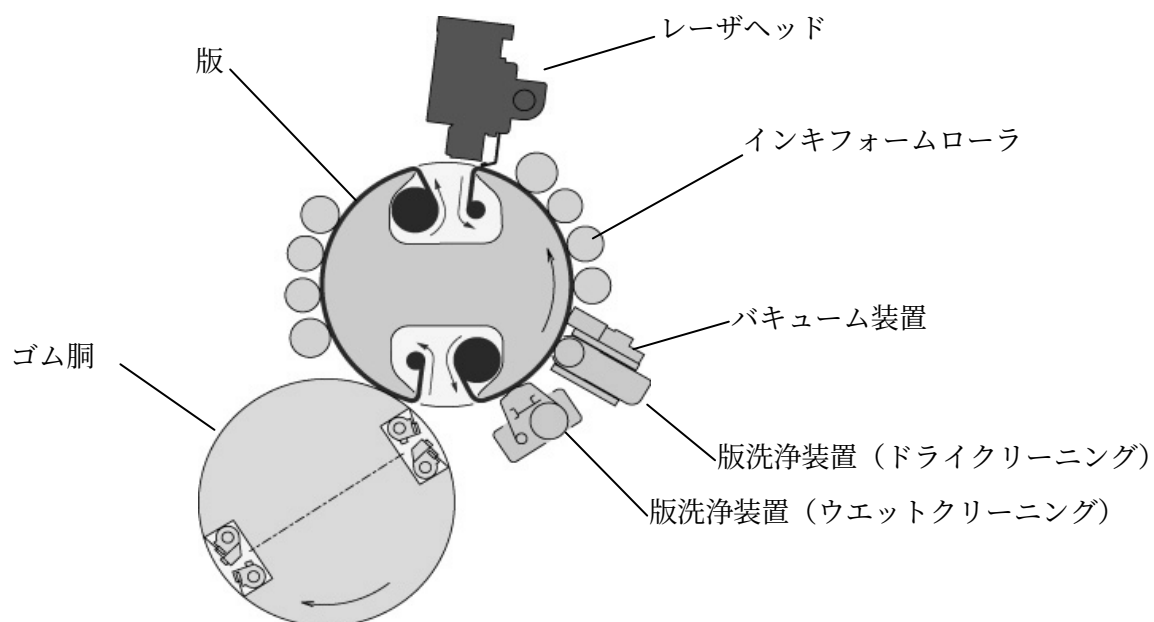


図 3.33 版洗浄機構

4) インキを冷却する機構

水なし印刷用刷版を採用しているため、インキの温度をコントロールする必要がある。そのため、水冷式のインキローラの設備を有している（図 3.34）。温度管理された水を横転ローラ、フォントローラ内に循環させることでよりローラの温度を適温に保つことができる。このことによってインキの温度変化を抑え、ロングラン印刷時でも安定した印刷品質を維持することができる。

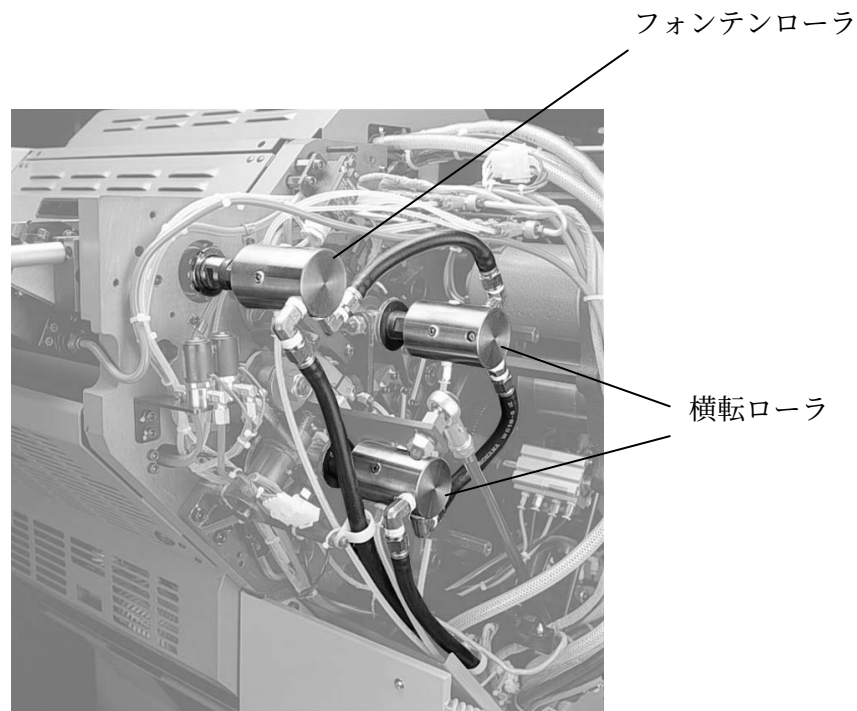


図 3.34 インキローラ温度調節装置

(3) デジタルオフセット印刷機の刷版

刷版は Presstek 社（米国）の ProFire[®] Digital Media を使用している。この版は水なしタイプの刷版である。

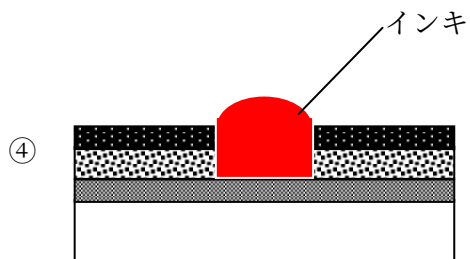
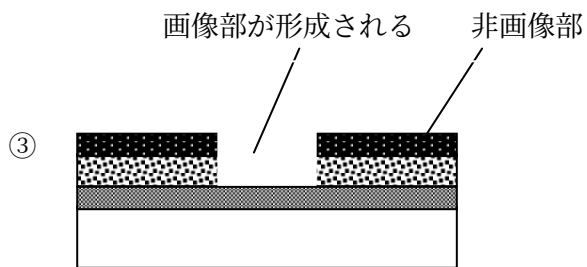
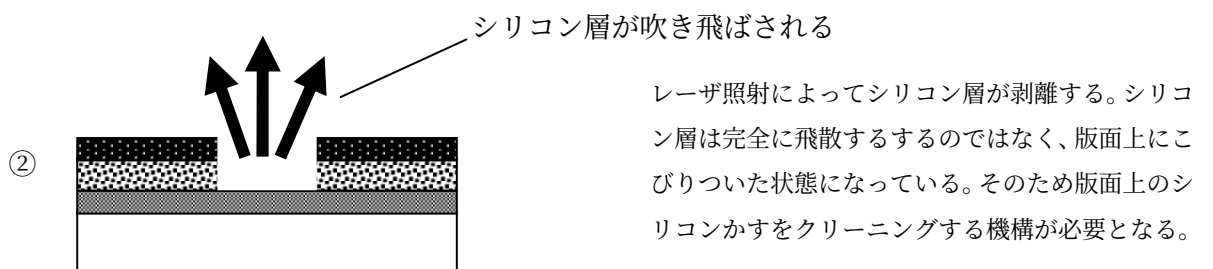
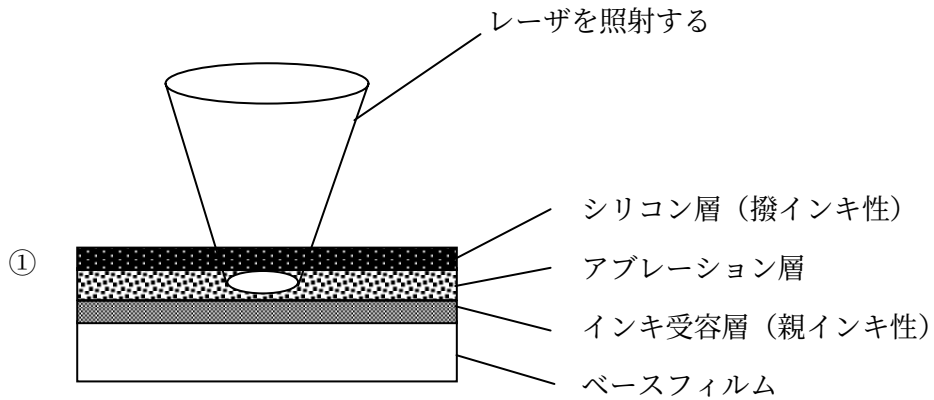
この版材のベースフィルム（基材）にはポリエステルを用い、その上にインキ受容層、アブレーション層、シリコン層を積層している。

レーザ光を照射することで光変換剤を含むアブレーション層が瞬時に高温に加熱され、燃焼、爆発、熔融などの物理変化をおこし、画像部のシリコン層を焼き飛ばす。こうすることで、画像部であるインキ受容層を版面に露出させる。このようにレーザ光を照射して画像部のシリコン層を焼き飛ばす方式を「アブレーション方式」と言う。

アブレーション方式の刷版は明室環境下で取り扱え、またレーザ照射後に現像が不要であるという特徴がある。

次に画像形成の原理について説明する。

画像形成の原理



版面を拡大してみると、平凹版構造になっている。そのため従来版に比べドットゲインが少ない。

3.2.3 小型水なし枚葉オフセット印刷機

最初に、水なし平版についての歴史、版構造、原理について簡単に触れておく。

(1) 水なし平版の歴史

水なし印刷の原理は、1960 年代後半に 3 M 社より水なし平版として特許が出願されている。その後も水なし平版の特許が続々出され、印刷界の注目を浴びたが当時は実用化に至らなかった。ちなみに、3 M 社のドライオグラフィーは、インキ反撥性物質として、固体ゴム状の有機ポリシロキサン（シリコン誘導体）を用いており、図 3.35 に示すような版構造になっていた。

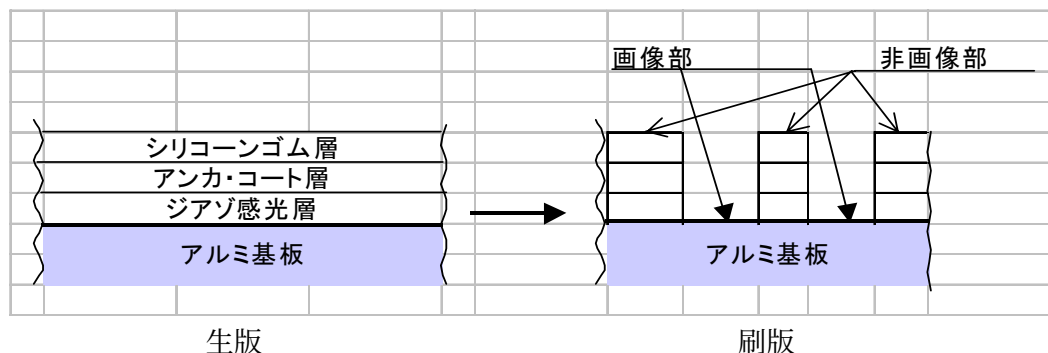


図 3.35 水なし印刷の構造

露光された部分は感光膜が現像されて、アルミ面が露出して画像部となる。シリコンゴム層はインキを反撥する非画像部となる。

水なし印刷の実用化は、1975 年頃に東レ株式会社により世界で初めて商業印刷ベースで使用可能な水なし平版が技術開発され今日にいたっている。

1) 水なし平版の版構造

水なし平版の版構造は、従来の水使用 PS 版の構造と全く異なる。その構造は、アルミ基板の上にプライマー層、感光層、シリコンゴム層の順にコーティングがほどこされ版の表面はカバーフィルムで覆われている。

版構造を模式図で表現すると図 3.36 のような構造になる。

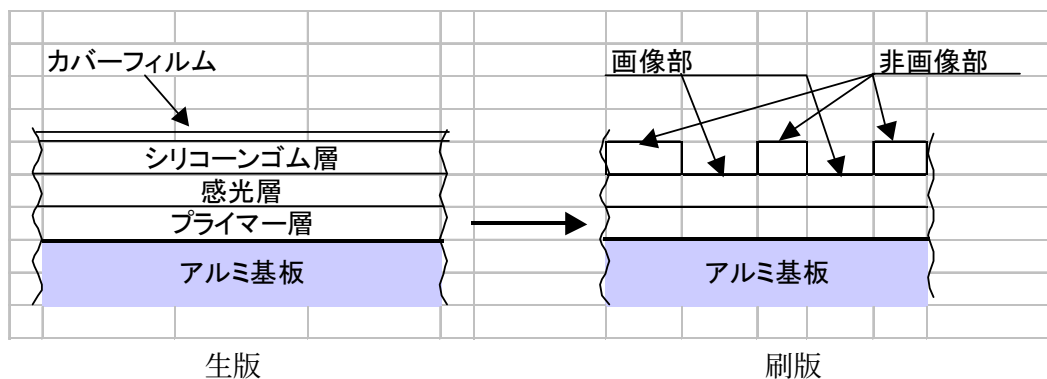


図 3.36 版構造の模式図

各層の役割は、次のようになる。

プライマー層は、感光層がアルミ基板から簡単にはがれてしまわないように、確実に接着する役目を果たす。

感光層は、ポジタイプの場合、光の当たった部分の感光層が反応し（光重合）、すぐ上のシリコンゴム層との接着力が強まります。一方、感光層とシリコンゴム層はもともと接着力が弱いいため、光の当たらなかった部分は、カバーフィルムを剥がし現像することにより、現像ブラシでシリコンゴム層がこすり取られ、感光層がむき出しになる。

感光層自身は、親油性ですので印刷すると、この部分にインキが付着し画像部を形成することになる。

シリコンゴム層は、液体をはじく性質を持っており、インキもはじく。したがって、従来印刷（水使用 PS 版）に於ける湿し水の役割を果たし、非画像部を形成することになる。版構造に、このシリコンゴム層を持っていることが従来の水を使用する PS 版との大きな違いになる。

シリコンゴムは、特性として柔らかく、粘着性がある。版材用面へのシリコンゴムコーティングの厚みが薄いため硬い異物による引っかき傷が表面につきやすいという欠点と、表面に粘着性があり、平滑であるためフィルムを重ねて焼くと部分的に空気溜りができ、その部分に焼きボケや網点ムラが発生することがある。

カバーフィルムは、以上のようなシリコンゴムの問題点を改善するために、表面にかかっている。

以上の構造から、水なし平版は平凹版と呼ばれ、水を使用する従来の PS 版は平凸版と呼ばれることもある。図 3.37 に平凹版と平凸版の違いを示す。

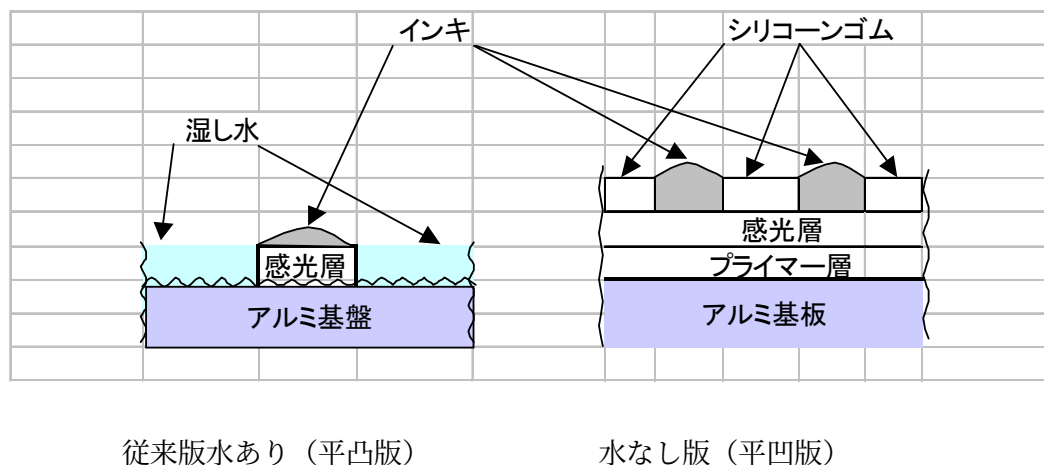


図 3.37 平凹版と平凸版の違い

3) 小型枚葉オフセット印刷機械と水なし版の変遷

イ. 小型枚葉オフセット印刷機

1904年に、米国のイラ・ルーベルによってオフセット印刷方式が発明されてから今年（2004年）で100年が経過した。日本では、1917年に濱田初次郎により国産の1号機が開発されている。（図3.38）

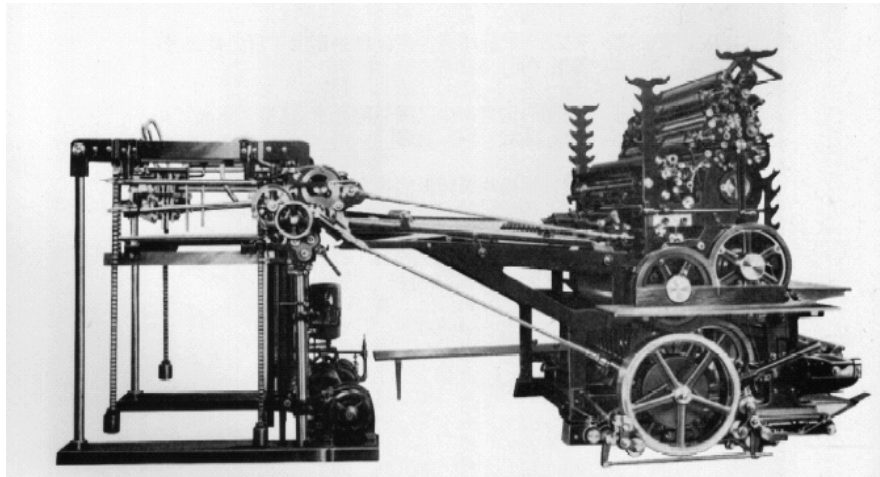


図 3.38 自動型オフセット印刷機（A型・1925年ころ）

小型枚葉オフセット印刷機の変遷を操作面で見ると、水着け、インキ着けなどの着脱を個別に操作する機械に始まり、それら個別の着脱を1本のレバー（シングルレバー）で操作できるように変わり、最近の機械は、各種アクチュエータを電気あるいは、エアーを使用して駆動することにより動作する機構になっている。

制御方法も、当初は駆動モータと運転スイッチ兼用のブレーカなどの機器を直接接続するだけの簡単な回路構成であったが、電気技術の進展とともに電磁リレー（制御リレー）やロジック IC による論理回路を組み合わせることにより印刷を行うための各動作が自動化されていった。1980年代に入ると、電子技術が急速に進展し、マイクロコンピュータが一般的に市場で使用されるようになり、また、マイクロコンピュータを使用した汎用シーケンサが出回り始め、それらを使用し、同時に光電センサなどと組み合わせることにより、小型の枚葉印刷機においても、不整紙の検出などトラブル防止機能や今までにない複雑な動きを実現できるようになり、現在に至っている。

ロ. 小型枚葉オフセット印刷機での水なし版の使用

水なし版を使用することによるメリット・デメリットについて、一般的に言われていることをまとめてみると下記のようなになる。

a. メリットについて

① 湿し水を使用しないため、

- ・印刷オペレータにとって、水の管理から開放され労力の軽減が図れ、印刷障害であるインキの乳化の心配が不要
- ・印刷後の紙の伸びがほとんどない

② 平凹版のためドットゲインが少ない

③ 専用機の場合、構造を簡単にできる（水機構が不要なため）

④ 環境負荷軽減

などが挙げられる。

b. デメリットについて

- ①印刷品質保持のためには版面温度と機上温度の管理が必要なため、インキ部のオシレーションローラに通水し、温度コントロールを行う設備が必要になる
- ②版材表面のシリコン層は、水あり版に比べ傷つき易いため取り扱いに注意が必要
- ③湿し水を使用しないため静電気が発生しやすい（排紙での紙揃え不良など）などがある。

水なし平版の実用化以後、水なし版に合った専用インキも各インキメーカから供給されるようになり、小型枚葉印刷機を使用しているユーザにおいても、早くから採用し水なし印刷のメリットを生かしている印刷会社もある。

小型枚葉印刷機の単色機、あるいは2色機で水なし版を使用して印刷する刷り物の多くは、湿し水を使用しない、印刷の立ち上がりが早いというメリットを最大限に生かしている。たとえば、紙の伸びが少ないため伝票などの薄紙印刷、1枚当たりのコストが高く不良紙を多く出せない用紙や封筒への印刷などが挙げられる。

また、機械は通常の機械仕様で、本来は品質安定のためにオシレーションローラへの通水による温度コントロールを行う必要があるが、改造費用／設備費用がかかるため実施していないのが実情である。そのため、季節や室温などの環境変化により通し枚数の多い威印刷では地汚れが発生する時もある。

しかし、小型枚葉印刷機でも4色機以上で水なし印刷専用で使用する場合は、プロセス印刷を前提とするため、通水による温度コントロールを行うように改造してある。

1990年代後半から、小型枚葉印刷機の分野で、水なし専用4色機、5色機（DI機含む）が発表されている。（図3.39）これらの機械に共通して言えるのは、4色/5色機でありながら水機構が不要なため、機械がコンパクトに設計されているということです。また、コンベンショナルなインキング機構を廃止しキーレスインキング機構を取り入れ、よりコンパクトで簡単なオペレーションで印刷が出来るようになっている機械もある。



図 3.39 H 社水なし専用 5 色機

4) 水なし印刷と環境問題

ここ数年、環境問題が日本でも注目され、その関係の各種の規制が施行されている。印刷分野も、(社)日本印刷産業連合会が2001年8月に「オフセット印刷サービス」のグリーン基準を制定している。この中で、使用インキの揮発性有機化合物(VOC)の発生抑制や湿し水のIPA含有量の基準などが書かれている。

水なし版材の現像工程では、露光面に水をかけながらブラシなどで表面をこすることにより物理的に現像を行う水現像のため、従来のPS版のように現像廃液からアルカリ成分を含んだ廃液は出ない。

印刷工程でも、湿し水を使用しないためIPAやエッチ液を含む廃液が無くなる。また、水なしインキの使用によりVOCの排出量を抑制できる。

以上のように水なし印刷は、環境にやさしい印刷方式と言える。一方で、水なし印刷のシェアは、全世界で5%と低迷しているが、今後、印刷資材のコストが従来と同じになり、環境問題がクローズアップされている現在、シェアは伸びていくと予想される。

水なし印刷の採用を啓蒙する団体として、1993年9月に米国で印刷会社40社、機材メーカー27社によりWPA(Waterless Printing Association)が設立された。水なし印刷のシンボルマークとして「バタフライマーク(図3.40)」が設定され、水なし版を使い、環境保全に積極的に取り組む印刷会社に使用が認可される。

このバタフライマークは、大豆油インキを使用した印刷物に表示するロゴマークと同様に水なし版を使用した印刷物に表示される。



図 3.40 バタフライマーク

日本もJGAS2001において、日本全国のWPA加盟印刷会社20社により、日本のWPA活動の第一歩を踏み出した。

2002年5月、日本WPAとして正式に発足し、現在、印刷会社97社、協賛メーカー13社(2004年9月現在)が加盟して、水なし印刷を通じた環境保全に取り組んでいる。

3.2.4 新聞輪転印刷機

(1) 新聞輪転印刷機の変遷

新聞は、30年程前までは凸版輪転機にて印刷されていたが、現在ではオフセット輪転機でほとんど印刷されている。オフセット輪転機に移行し、新聞のカラー化が進んだ。新聞にカラーを印刷するにはサテライト型のオフセット輪転印刷機を使用することが多かった。サテライト型(図3.41参照)の輪転印刷機は共通圧胴に紙を巻き付けて4色を印刷し、また各色ブランケット胴間の距離が短いので見当精度は良いが、一度に片面しか印刷できない。しかし、15年程前、サテライト型と同等に見当精度の良いタワー型の新聞用オフセット輪転機が出現し、サテライト型からタワー型に代わった。タワー型(図3.42参照)は両面4色同時に印刷でき、設置スペースも小さく、複雑な紙通しをしなくてもカラー面をどこにも入れられる(全機タワー型両面4色機の場合)、などの利点がある。新聞のモアカラー化にともないタワー型は急速に数を増している。

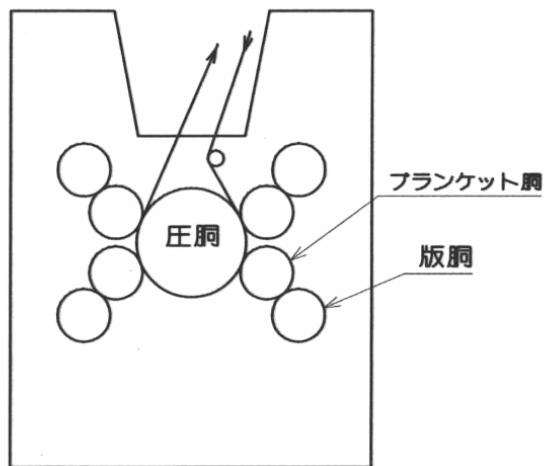


図 3.41 サテライト型

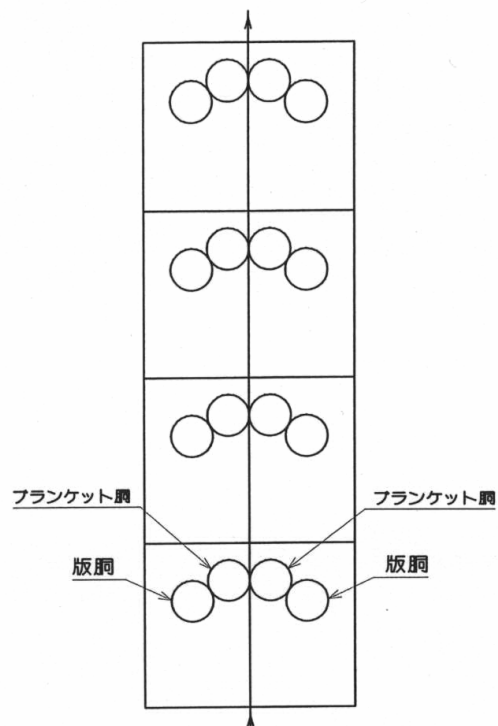


図 3.42 タワー型

また従来、各印刷ユニットおよび折ユニットは駆動連結軸で繋がられて同調していた。

10 年程前から輪転機の駆動連結軸をなくして各印刷ユニットおよび折ユニットにモータを各々取付て、各モータを同調させて印刷するシャフトレス輪転機が実用化されている。シャフトレス輪転機は各ユニットの据付がフレキシブルであり、各ユニットを単独に駆動でき操作性が良く、また機械部品を削減したことにより騒音と振動が減少し、電力消費量が低減できるなどの長所がある。シャフトレスは新聞用オフセット輪転機だけでなく商業用オフセット輪転機にも普及してきている。

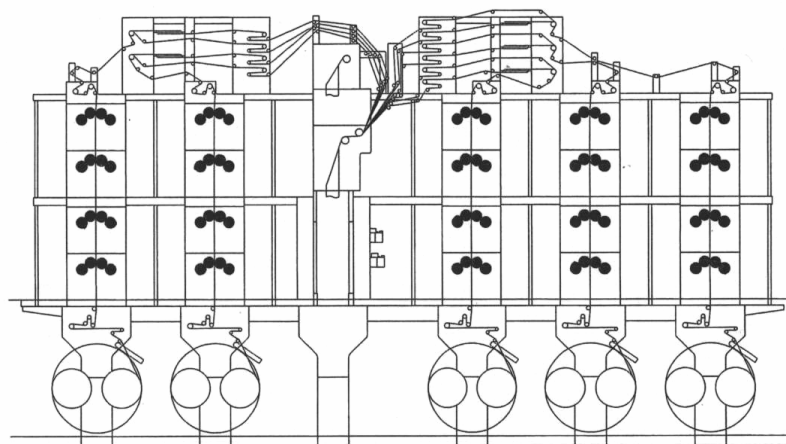


図 3.43 タワー型輪転機全体図

(2) タワー型新聞用オフセット輪転機

タワー型新聞用オフセット輪転機は1台の輪転印刷機を4段積み重ねた形式で、タワー型1台で新聞8ページの両面4色印刷ができる。欧米諸国では日本より早い時期からタワー型オフセット輪転機が使用されたが、タワー型はサテライト型に比べ各色ブランケット胴間の距離が長く、また紙はブランケット胴に挟まれて自由空間に送り出されるためファンアウトが発生していた。ファンアウトは、走行紙がニップするブランケット胴間を通過する際に、わずかに横方向に伸びて広がる現象である。各色のブランケット胴間を通過するごとに紙が横方向に伸びて広がり、印刷画像にずれが生じるため、欧米諸国では版胴への刷版の装着位置をわずかにずらして、この印刷ずれを極力小さくするよう対応していたが、巻取紙のメーカ、秤量などの違いでファンアウト量は微妙に変化するので安定した見当精度が得られなかった。ファンアウト問題を根本的に解決するためにアンチファンアウトローラが開発された。アンチファンアウトローラ（図 3.44 参照）は、互い違いに向かい合ったコロが取り付けられた2本のローラで、先刷りのブランケット胴から後刷りのブランケット胴に向かう走行紙を両側から押し込み、走行紙の横方向に緩やかな波形をつけて、横方向の長さを微妙に減少させる。このローラの押し込み量を調整することでファンアウトによる見当ずれを少なくする。アンチファンアウトローラは1から4段の印刷ユニット間に組み込まれ、運転中に押し込み量の調整を行える。

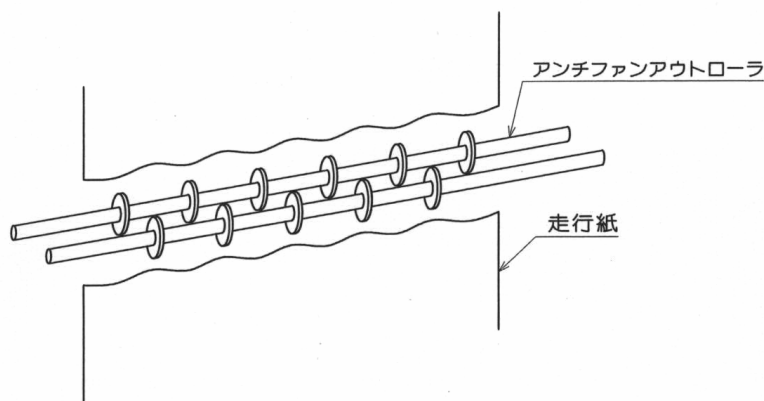


図 3.44 アンチファンアウトローラ

タワー型にはシェル版胴を使用している。シェル版胴（図 3.45 参照）は軸方向に新聞4ページ分の刷版を装着できる版胴を、左右2ページ分づつに分割し、それぞれ円周方向、左右方向に運転中、微調整ができる構造になっている。このシェル版胴を自動色見当調整装置でコントロールし、また走行紙テンションを一定に保つためにインフィードローラ、アウトフィードローラなどを組み込んで、さらに見当精度を高めている。

シャフトレス輪転機は印刷ユニットごとにモータを取り付けたユニットドライブ方式、版胴とブランケット胴の1組ごとにモータを取り付けたカップルドライブ方式などがあり、それらのモータと折機のモータをそれぞれ同調させている。またインフィードローラ、アウトフィードローラおよび各部のドラックローラには単独モータを配置して走行紙の引率の微細な調整ができるようにして、紙のテンションを安定させている。印刷速度は、カップルドライブ化によって15万部/時から17万部/時に高速化された。印刷速度が17万部/時における走行紙速度は12.9m/sにもなる。

シャフトレス輪転機の特徴として以下の事項があげられる。

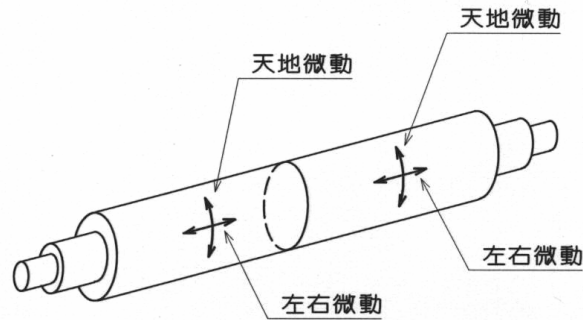


図 3.45 シェル版胴

- ①シャフト、ギア、クラッチ、ベアリングなどを削減し、また回生制動などから電力消費を低減できる。またカラー印刷しないで1色（例えば墨）のみ印刷する場合は印刷しないユニットを停止して運転できるなど、省エネルギー効果がある。
- ②駆動連結軸がないので各ユニットを自由に配置でき、カップルドライブは版の着脱やブランケットの交換など各版胴・ブランケット胴のカップルごとに複数の箇所でも同時作業ができ、印刷準備時間の短縮になる。
- ③紙通しをするときは、他の印刷ユニットを停止したままで、紙通しする印刷ユニットだけを単独に駆動して行え、損紙の低減になる。
- ④機械部品が削減されメンテナンスを軽減できる。
- ⑤過負荷対策としては今まで、各ユニットごとに過負荷が掛かると機械的に駆動を遮断する装置を設けていたが、シャフトレスでは各モータ自体に設定した過負荷トルク以上のトルクが掛かると早期に正確に検出してモータを直ちに停止させる。過負荷原因を取り除けば再スタートできる。
- ⑥停電時にはモータの回転数に比例した誘起電圧を利用し、そのエネルギーを他のモータに供給してコントロールしながら停止させる。

(3) 新聞輪転機の自動化・省力化機器

自動化・省力化機器としては全自動紙通し装置、自動ガイドローラ洗浄装置、紙面監視装置、自動色見当制御装置などがある。

全自動紙通し装置はあらかじめ設定された紙通しパターンからコースを選択して給紙部から折部までの紙通しを自動で行う装置である。給紙部で紙通しベルトの先端に付いているアタッチメントに巻取紙を張り付け、レールに沿ってベルトを走行させて紙通しをする。

ターンバ紙側はスリッタで切られた紙を自動貼付装置でターンバ紙用の紙通しベルトに張り付けて紙通しを自動で行う。紙通しパターンから必要なコースを簡単に選択でき、短時間に紙通し作業ができる。10 年程前の初期には紙通しコースの全長にほぼ等しい約 60mの長いベルトを使用していたが、現在では約 7mの短いベルトを採用し、駆動装置、分岐ポイント、レールの材質の変更、取付方法などを改良し、またアジャストローラ部にはスライドレールを採用して、安定化が図られている。

自動ガイドローラ洗浄装置はあらかじめ登録された紙通しパターンに基づいてガイドローラを清掃する。印刷終了後、輪転機を緩動させながら走行紙に洗浄液を塗布し、ガイドローラにブレー

キをかけ、間欠的に停止させて、走行紙との摩擦によりガイドローラ表面上のインキ汚れや紙粉を溶解させて、走行紙で自動的に拭き取る装置である。当初、ガイドローラは内輪回転が多かったためディスクブレーキ方式で行っていたが、外輪回転である軽量ガイドローラに対応するためにゴムチューブブレーキ方式も 10 年程前から使用されている。この装置は多くの労力をともなう汚れ作業であるガイドローラの清掃作業から作業者を解放した。

紙面監視装置は、高速印刷中に白抜け、地汚れ、ばた落ち、インキ濃度の過多過少などの印刷紙面上の異常を検出する。紙面イメージの取り込みにより、オペレータコンソール画面に異常箇所が紙面イメージの状態に表示されるため地汚れ、濃度変化などの異常を目で見て判断でき、損紙を低減できる。

自動色見当装置は高速印刷中、天地左右方向の見当を自動で合わせる装置で、各色のレジスタマークを静止画像として読み込み、読み込まれた各色のレジスタマークの中心間距離を計測し、あらかじめ設定した中心間距離との誤差値を無くすよう修正する。見当合わせを手動で行うと、損紙を大量に発生する。しかし見当合わせを自動で行うことによって紙面監視装置と同様に、損紙の低減に役立っている。

(4) 素材および環境対応

印刷速度の高速化にともない、10 年以上前からガイドローラの回転部に CFRP（炭素繊維強化プラスチック）を使い、そのローラ表面にハードクロムメッキをしたものが使用されだした。ガイドローラを軽量化し、回転の慣性力を軽減させ、増減速時のテンション変動量を少なくしている。ほぼ同時期に、ゴムローラの芯金部にも CFRP を使用し、軽量化したものが使用されだした。CFRP を使用したものは重量が従来のゴムローラの半分の約 25kg になり、ローラの取り付け、取り外しの作業が容易になった。また重量が軽くなったためスタート、ストップおよび増減速時にローラの回転追従性がよくなり、省エネルギー効果がある。

ゴムローラは、長期間使用する事によって洗浄剤やインキ中に含まれている油分によってゴム中の可塑剤が抽出されて外径が細り、硬度が上昇する。またインキ中の油分がゴム中に浸透して膨潤する。最近、環境対応型インキとして大豆油、アロマフリー溶剤を使ったインキを使用することが増えてきた。大豆油、アロマフリー溶剤はゴムローラの外径を細らせる傾向が従来のものより大きく、当初はゴムローラのニップがなくなることもあったが、ゴムローラおよびインキの改良で外径の細りが減少した。また環境対応型インキが普及するにともないブランケットの改良なども行われた。

新聞発送機器では、環境問題を配慮した環境対応型装置として、カウンタースタッカからでてくる所定部数の新聞束をポリエチレンフィルムで包装するのに替えて、クラフト紙で新聞束の上下を挟みこんで保護する装置が数年前から実用化されている。また同時期に、前記新聞束をポリプロピレンバンドの代わりに紙バンドで結束する装置も実用化されて使用され始めた。

使用資材を環境に優しい資材に変更するとともに、ゴムロール、ブランケットなどの耐久性の向上および損紙の低減などで、使用資材を削減して環境問題に配慮する方向でもある。

3.2.5 フォーム印刷機

(1) フォーム印刷機の技術動向

1) 機械の進展経過

フォーム印刷ではコンピュータ入出力等にかかわる印刷物全般を扱っている。製品例として連続

伝票を図 3.46 に示すが、この他、連続伝票を多重に合わせた複写伝票、連続伝票に宛名・住所データなど個別情報をプリント後封筒・ハガキ形態に仕上げたもの、シール・ラベル形態の伝票、コンピュータ入力用 OCR・OMR（マークシート）宅配伝票など単票、証券・チケット・宝くじ・磁気印刷付き乗車券・搭乗券など、フォーム印刷が対象とする印刷物は多岐にわたっている。

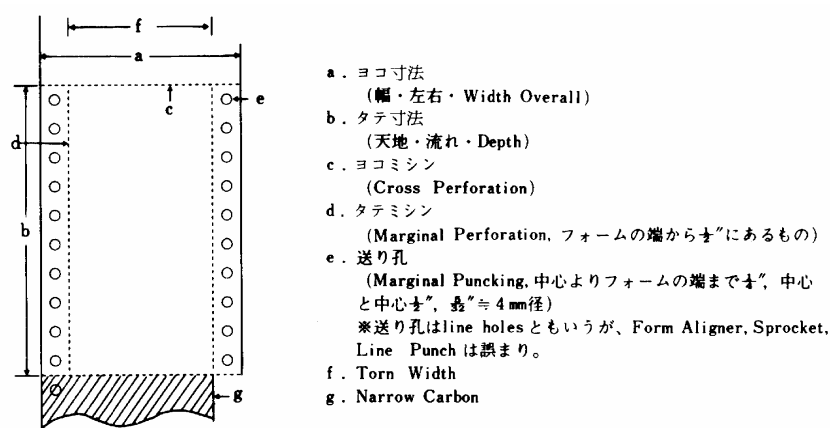


図 3.46 連続伝票

フォームの仕事は以前は正しい位置に送り孔が開いていて、印刷されていればよかったのであるが、仕事内容の変化とともに印刷の質を問題にするようになってきた。フォーム用紙は結構凹凸が烈しく、凸版で印刷すると、どうしても凹部まではインキが届かず、昭和 40 年代初めから版のインキを一旦軟らかいゴムで作られたブランケットに転移させ、それから紙に印刷するオフセット化が進んでいった。当初のオフセット印刷部は版の円周（天地サイズ）が固定されている機械が多かったが、伝票サイズがまちまちであるため、天地サイズを容易に変更できるオフセット印刷機が望まれていた。昭和 40 年後半になると、天地サイズごと版胴・ブラン胴・圧胴の 3 胴を一度に交換しても精度・剛性・作業性に問題を生じない 3 胴交換式が開発され、現在のフォーム印刷機に至っている。最近では、印刷品質向上を狙い、商業オフ輪なみのインキローラを備えたフォーム印刷機も出現し、ダイレクトメール関係・商業オフ輪・枚葉機など新しい分野で、小ロット対応・天地サイズ可変式オフセット輪転機として使われ始めている。

昭和 55 年頃からのオフィスオートメーション (OA) 化とともにオフィスコンピュータが毎年 20% 以上という成長を始めた。それとともに多品種少量のフォームが急増し、小回りのきくオフセットフォーム印刷機への要求が高まってきたため、印刷加工済みの連続伝票に繰返しオフセット印刷（追い刷り）ができるコンパクトな機械が開発され、1・2 色機でも多色機に匹敵する多彩な仕事がこなせるようになった。また多品種少量生産では、仕事の切替え回数が多く、準備時間や刷り始めの損紙などロスが増えるため、昭和 50 年代後半に、各社から準備時間短縮・損紙低減を打ち出した自動制御機が発表され、自動化性能は多品種少量時代における生産性判断の基準になった。また同じ頃、稼働時の生産性向上も研究され、ストックフォーム向けに高速機の開発が進行した。昭和 50 年代、コンピュータ出力用紙の使用トン数の約 3 割はこの紙であった。この用紙はなぜか以前から非常に安値であって、一般には横 2 面付で高速で印刷しなければ黒字にならない用紙あるため、各社で毎分 400m を目標とする高速広幅フォーム輪転機の開発が進められ、実用化された。これによってフォーム機の高速度化技術が確立されるとともに、折自動セット出しなど省力化装置も開

発された。

現在も小ロット化傾向は続いているが、最近では駆動制御技術の進歩により、胴交換せずに天地サイズを変更できるバリアブルフォーム印刷機が開発され、低コストに、さらに容易に多彩な仕事をこなせるようになった。

2) フォーム印刷機の概要

イ. システム

連続伝票用の印刷システム例は図 3.47 の通りで、次のユニットから構成されている。

- ・給紙部…巻取紙から用紙を引き出し、定テンションで印刷側へ供給する。
- ・印刷部…所定の色数・天地サイズで罫線・文字・絵柄を印刷。
- ・加工部…所定の送り穴・ミシン目・スリッタ（図 3.46 の e,c,d,a）等の加工を行う。
- ・折 部…用紙を横ミシン目でジグザグに折り畳んで排出する。

実際はフォームの種類だけ多種のシステムが存在し、たとえば複写伝票の生産では、図 3.47 のシステムに裏カーボン印刷部・巻取部を追加し、一旦巻取った複写付き連続伝票を複数枚、別ラインの丁合機にかけ糊付・丁合・加工・ジグザグ折りし多重伝票にする。ナンバー・バーコード付きの伝票、証券、チケット、宝くじ等はシステムに専用ユニットを追加して印字するか、印刷部のオフ交換胴をナンバー・バーコード印字カセットに交換して印字を行う。単票は、加工部に装着された横ミシンカセットをカッターカセットに交換し、用紙を所定の天地サイズにカットして折部コンベア経由で排出することができる。このようにフォーム印刷機では、専用ユニット・装置の追加やカセット交換により多種多様の製品に対応している。

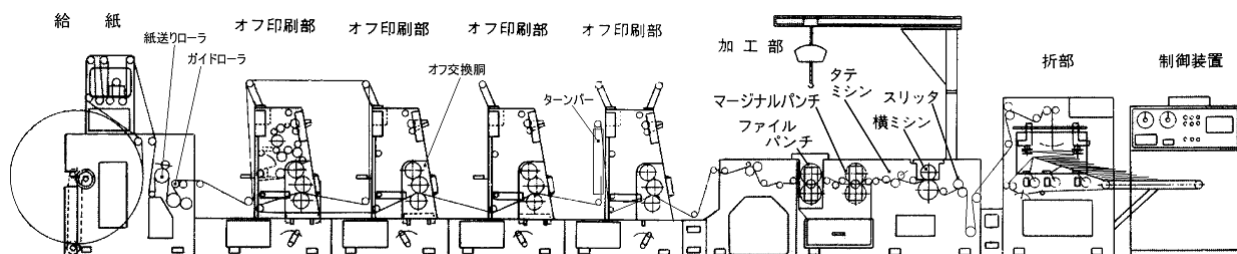


図 3.47 18 インチ幅フォーム印刷機

ロ. 業界の平均生産速度

- ・18 インチ幅フォーム輪転機 50m/分（ジグザグ折時）
- ・広幅フォーム輪転機 400m/分（ " ）

ハ. 自動化の状況

給紙部：用紙テンション制御 紙送り量制御

印刷部：印刷の天地・左右位置合わせ、版装着、インキローラ洗浄、インキ供給量

加工部：送り穴の天地・左右位置合わせ、縦ミシン刃・スリッタ刃の左右位置合わせ、横ミシン目と印刷の天地位置合わせ

折 部：スクリー・ハタキの天地・左右位置・位相合わせ、シューター振り角・タイミング合わせ、折自動セット出し

(2) フォーム印刷機と資材の関連・適合化の現状

1) 各部の使用材料の動向と対象素材の適合性等

イ. 給紙

給紙部は巻取紙から用紙を引出して定テンションで送り出す。用紙を案内する多数のガイドローラは、用紙に回転接触しテンション荷重を受けて連れ回るので軽量・高剛性の素材が必要。紙送りローラも用紙に回転接触するが、駆動するので無垢の金胴が良い。

ただし、ガイドローラもそうであるが、給紙以降、ローラ表面にインキ付着防止処理、用紙スリップ防止処理の必要な箇所があり、素材とは別に検討しなければならない。

口. 印刷部

①印刷胴

フォーム印刷機では PS 版か樹脂凸版が使用され、PS 版対応機が主流。ともに長年使用されている安定した印刷版であり、インキ・水・着ローラとのマッチングは問題ない。PS 版対応機での凸版兼用も容易である。水なし版は版面のインキ温度制御が必要になるため兼用ににくい。ブランケットは、フォーム印刷で使用するインキ・用紙・版への適合性が考慮された専用ブランケットを使用する。罫線印刷のため溝幅（非印刷幅）を狭くできる貼りブランを使用するが、ブラン剥がれなど巻込式ブランケットと異なる注意が必要。圧胴は、版胴またはブランケット胴と対で用紙に印圧を与えながら用紙を送る金胴で、適合性は紙送りローラと同じ。

②インキ装置・給水装置

フォーム印刷機のインキローラ配列を模式的に図3に示す。ゴムローラは油性インキ、UVインキ、減感インキなどに対応しなければならない。各々のローラの対象素材に対する適合性は別添の統括表に示すとおりである。ゴムローラの劣化・磨耗が主な課題になるが、ローラ表面や端面に付着したインキや異物をこまめに除去できれば、劣化・磨耗はある程度防げるので、洗浄剤に侵されずローラ汚れを簡単に落とせるメンテナンス性も課題としたい。給水装置は、連続給水式が多く使用されるようになり、ローラ上に水とインキを混在させる水着けローラなど特殊なローラがあるので、見合った表面材を使用しなければならない。適合性はインキローラとほぼ同じ。

③ターンバー装置

フォーム印刷では、X字状にクロスした丸棒に用紙を巻付け通過させ、用紙を表裏反転させる「ターンバー」が用いられることがある。用紙巻き付け部はガイドローラのように回転できず用紙を強く摩擦するので、紙面汚れ・抵抗増加などを引き起こすため、別途すべりの良い表面材を貼付けたり、エアーで用紙を浮上させるなど対策を講じている。

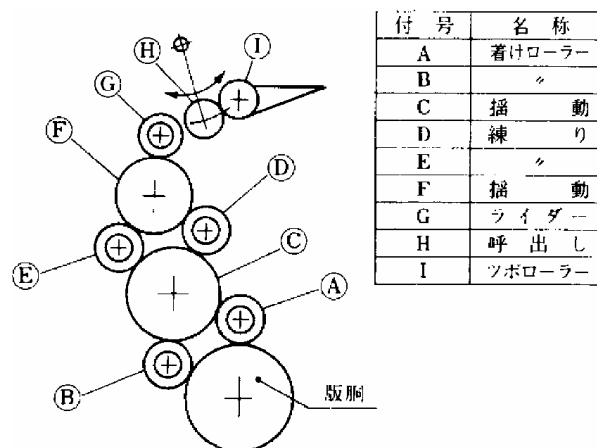


図 3.48 ローラ配列 (模式図)

ハ. 加工部

①パンチ装置

主に用紙に送り穴を加工するホイール状の装置で、図 3.49 のマージナルパンチと呼ばれる穴加工を行う。紙綴じ穴を加工するファイルパンチもある。ホイールのピンとダイスをかみ合わせ用紙に丸穴を加工するが、ピンはダイスより柔らかく消耗品である。刃物寿命を重視すると素材が高価になるが、ピン・ダイス交換に伴う時間ロスは減少するので、長期使用すればコストを回収できる。

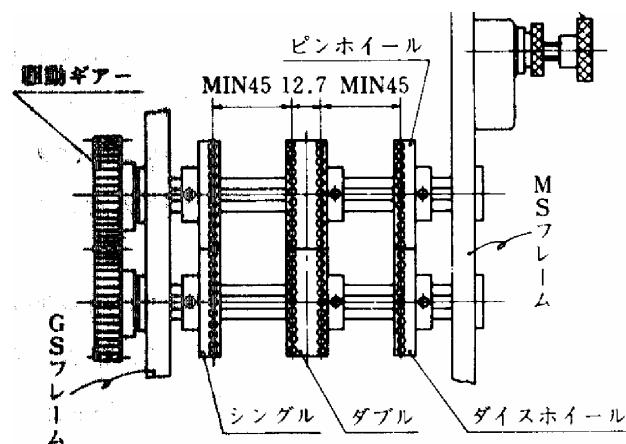


図 3.49 マージナルパンチ装置

②横ミシン装置

主に用紙をジグザグに折り畳むため図 3.50 に示すミシン目を加工する。横ミシン胴のミシン刃を受胴に押し当てミシン目を加工。刃先を受胴表面で直接受けるため、ミシン刃、受胴どちらもダメージを受ける。ミシン刃は、刃物性能とコスト面でバランスが取れた素材が使用され、受胴は傷入りのない素材が使用される。

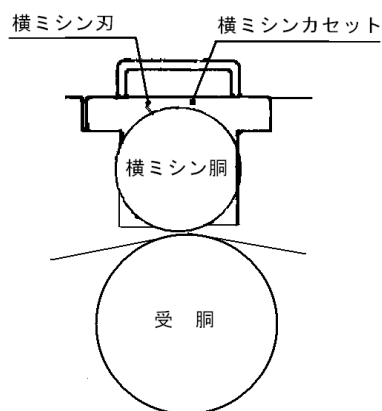


図 3.50 横ミシン装置

③カッター装置

横ミシン胴のミシン刃を全刃に交換すれば、カッターカセットとして、用紙を幅方向に横断するようにして所定の天地サイズにカットでき、折部コンベア経由で単票を排出できる。図示しないが、ミシン受胴側を固定式の下刃にして上刃を回転接触させるチョップカット方式もある。上刃と下刃の当たり調整は熟練を要し、磨耗に大きく影響するが、調整がよければ受胴式よりはるかに寿命が長く、カット時の振動・騒音も少なくでき、高速稼働が可能である。

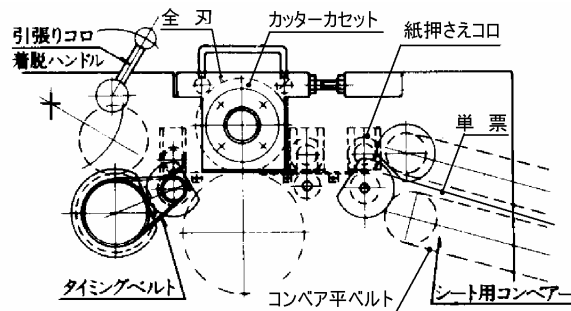


図 3.51 カッター装置（サイズ交換式）

④縦ミシン装置

流れ方向に図 3.52 のミシン目を入れる装置。タテミシン刃を受胴に押し当てミシン目を加工。ミシン刃を全刃にして用紙の流れ方向にカットするスコアカットとしての使用も可。上刃（回転刃）が受胴に押し当てられるので刃先がダメージを受けやすく再研磨で刃先を再生する。受胴は同一位置で連続的に刃物を受けるため、傷入りの少ない素材が使用される。

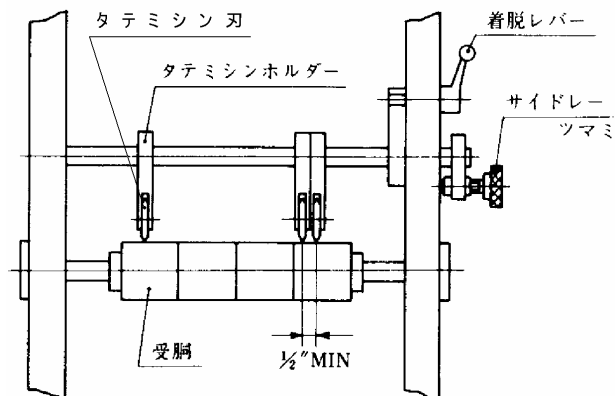


図 3.52 縦ミシン装置

⑤スリッター装置

用紙の幅寸法を整えるため、用紙の流れ方向にカットする装置。上刃と下刃を回転接触させ用紙の流れ方向にハサミ切りするシェアカット方式が多い。上下の丸刃が接触回転するため刃面が磨耗しやすいが、どちらの刃も簡単に取り外すことができ、再研磨で刃先を再生することができる。

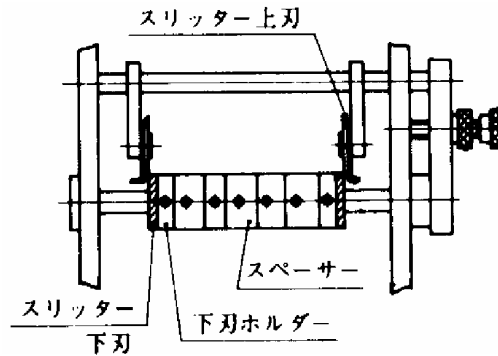


図 3.53 スリッター装置

⑥折 部

折部では用紙を横ミシン目でジグザグに折り畳んで排出する。用紙はまず、左右に高速スイングするシューターと呼ばれるガイド板で案内され、その先端から繰り出される。シューターは軽量・高剛性・低摩擦・平滑性を満たす板材で構成される。そしてシューター先端から繰り出され、スイング動作により S 字状に膨らんだ用紙は、スクリューと呼ばれるスパイラル羽根とハタキで横ミシン目にて Z 字状に折り畳まれ、スパイラル羽根で折目を保持され下方へ送られる。よってスクリューとハタキも用紙に高速で回転接触するため、用紙との摩擦による抵抗と静電気が生じにくい素材で構成される。

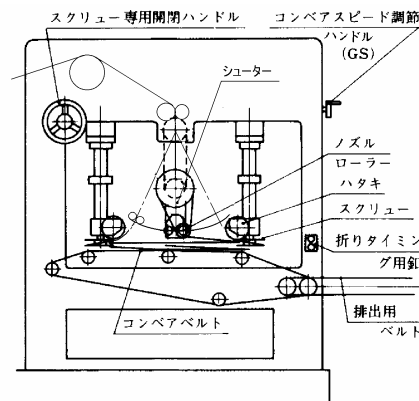


図 3.54 折 部

(3) 印刷産業機械と新素材・資材への対応化の課題

現在、周知の通りコンピュータ関係は日々進化を続けており、事務処理やフォーム印刷に大きな影響を与えている。現時点で考えると、ネットワークコンピュータの普及とともに、以前の大型コンピュータによる集中管理は端末パソコンによる分散処理に移行し、社内のペーパーレス化が進行。プリンタも騒音が少ない（複写伝票が使えない）ノンインパクトタイプが主流を占め、従来と異なるプリンタ用紙へ移行している。将来的にもデジタル化・IT 化の進行によってフォーム印刷は大きく変化していくと思われ、最先端技術を研究し、培われた印刷加工技術を生かし、いち早く実用化する姿勢が必要と思われる。

また、環境側面から、新素材に切り替えられる部品が増え、無公害・省資源・循環使用への要求がさらに高まっていくと考えられる。フォーム機の身近な環境課題としては、

- ・ 再生紙対策：紙粉が出やすく、諸問題が発生している。紙粉対策を施す。
- ・ 環境対応資材導入：大豆油インキ対応のゴムローラ インキ・洗浄液・湿し水関連
- ・ 循環使用：ゴムロール・刃物工具の再研磨使用
- ・ 無公害部品の使用

等々が上げられるが、効果を上げるには、機械供給側の環境対応意識が何にも増して重要であることは言うまでもない。

3.2.6 スクリーン印刷機

(1) スクリーン印刷の変遷

スクリーン印刷のルーツは、日本の友禅の型染めであると言われている。

紙に漆を塗った型紙を切り抜き、布地に模様を印刷するもので、伊勢型紙がスクリーン印刷技術の原点ではないかと言われ、伊勢の白子（三重県鈴鹿市白子町）がその発祥地とされている。



図 3.55 紙に漆を塗った型

スクリーン印刷の技法は、この友禅染・型染の型紙からヒントを得て、イギリス人が 1950 年、絹を使った印刷版を発明・特許取得したことが始まりと言われている。

当時、絹を使っていたことでスクリーン印刷は今までもシルク印刷と呼ばれることがある。

この技術がアメリカに伝わり、紗の孔をつぶすブロッキング法として改良され、量産化技術として普及した。

日本へは、大正初期にアメリカからこの技術が伝わり絹の織物とニスを塗った型紙を使った“シルク印刷”として日本のスクリーン印刷がスタートしたと言われている。

「スクリーン印刷は、空気と水以外の物すべてに印刷が可能」と言われており、日常生活に身近な製品に広く用いられている。

例えば、T シャツやのぼり旗、看板、自動販売機プレート、車のパネル、屋外・屋内サイン、ボールペン、各種カード類、ネームプレート、スクラッチ、点字、CD・DVD、プリント基板、プラズマディスプレイ、液晶ディスプレイなどなど……。

身近な物から、ハイテクノロジーまで支える幅広い技術であり、今後も更に進化を続けるであろう印刷であり、対象被印刷物についても幅広く対応が求められている。

(2) スクリーン印刷機の概要

スクリーン印刷機は、現在大きく分けて3タイプがある。

1) 平型

図 3.56 に示すように、最も一般的なスクリーン印刷機として平坦な印刷テーブルの上に被印刷物とスクリーンを合わせスキージにて印刷する。このタイプの特徴として、被印刷部の厚みや固さの制限が無い事が上げられる。(注意：機械仕様により厚みの制限はある。)

このため、いろいろな分野にてスクリーン印刷法を使用する場合最も多く使用されているスクリーン印刷機である。

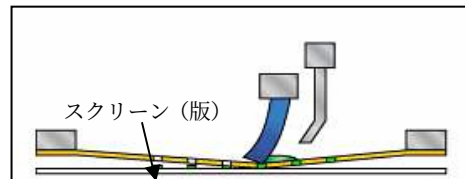


図 3.56 平型スクリーン印刷機

2) シリンダー型

図 3.57 に示すように、スクリーン（版）の水平移動とシリンダーの回転運動で材料をはさみながら印刷する。生産効率が優れている事が特徴である。

このタイプの印刷機の場合、シリンダーに巻き付く事が被印刷物の条件になる。但し、近年では厚くシリンダーに巻き付かない被印刷物への対応も可能となっている。

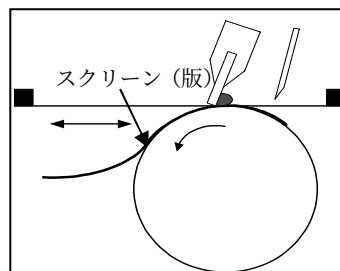


図 3.57 シリンダー型スクリーン印刷機

3) ロータリー型

図 3.58 に示すように、スクリーン（版）が円筒となり回転し印刷する。このタイプの印刷機では、スクリーンがエンドレスであるため連続印刷が可能である。

捺染等に多く使用されている。スクリーン（版）が特殊であるため専用機として使用されることが多い。

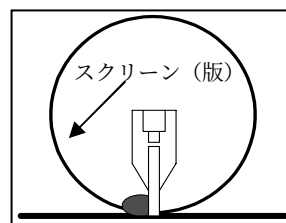


図 3.58 ロータリー型スクリーン印刷機

(3) 使用関連資材の動向

スクリーン印刷は、空気と水以外の物すべてに印刷が可能であるとされており、いろいろな分野の印刷に使用されており、対象印刷物の幅も広がっている。

現在では、平面だけでなく、曲面、立面、特殊形状、成形品にも印刷が可能である。

スクリーン印刷の歴史の中でもふれたが、大正初期からシルク印刷として看板や、服飾関係の一部に利用されていました。戦前戦後、アメリカより新たな製版技術が導入されることにより、シルクスクリーン印刷は、急速にその用途を広げ発展した。

戦後、スクリーン印刷は被印刷物に直接印刷する方法として利用され、看板・装飾・名前入れ等の追い刷りに利用されてきた。しかし、生産性が悪いため大量の印刷には対応できていなかった。

昭和 30 年代に入り、転写にスクリーン印刷が利用されることにより、スクリーン印刷の対象物が変化した。印刷する物に直接印刷するのではなく「転写紙」に印刷を行う事になり、従来よりも生産性が向上した。スクリーン印刷の対象物が「転写紙」のようなシート状になることにより、その用途がさらに広がった。

昭和 30 年代後半から 40 年代前半には、電機機器産業の発展に合わせ、電子基板の開発生産にスクリーン印刷が使用される事により、電子基板もスクリーン印刷の対象物となった。昭和 40 年代半ばからスクリーン印刷は、プリント基板、家電製品のパネルなどに使用されることによりプラスチック系の素材にも利用されるようになった。昭和 50 年代に入ると、家電・電子産業の発展により、プラスチック系素材増加と、基板においては、薄型・小型・高実装が徐々に進みスクリーン印刷技術もそれに合わせ向上していった。昭和 60 年代に入るとスクリーン印刷は、フラットパネルディスプレイ等のガラスへの印刷にも利用されるようになった。

現在では、食品・衣料品・自動車メータ・電子基板・各種カード類・ネームプレート・スクラッチ・点字・看板などに利用され対象素材についても空気と水以外の物すべてと言って過言では、ないほど広がっていると考えられる。

(4) スクリーン印刷機の動向

スクリーン印刷機は、昭和 30 年代後半に平形スクリーン印刷機が最初に登場した。その以前には、「手刷り」がスクリーン印刷の方法であった。スクリーン印刷機の登場で、スクリーン印刷の生産性が向上し、大量生産への始まりとなった。当時は、まだ全自動タイプではなく、半自動タイプでしたが従来の手刷りに比較しはるかに生産性が高く印刷精度も向上した。

しかし、大量生産時代の到来とともに更に生産性の向上が求められ自動機の開発が求められる事になる。昭和 40 年代に入ると、従来の平型印刷機よりも生産性の高い機械の開発が進み、アメリカでは、全自動シリンダー型スクリーン印刷機が登場し、日本においても、全自動シリンダー型スクリーン印刷機の登場により大幅に生産性の向上がはかれることになった。これは、スクリーン印刷の対象物が転写紙などのシート状になったことが大きなポイントであったと思われる。

しかし、電子基板への印刷はシリンダー型では対応できないため、平型スクリーン印刷機は、電子基板業界を中心に使用されることになった。

1) シリンダー型印刷機

紙・転写紙などの印刷から始まり、現在では、プラスチック系のシートが主流になりつつある。最近では、柔軟性のあるシートだけではなく板状の物への印刷も可能となり更に用途が広がりつつ

ある。また、生産性向上のため高速化が進み現在では一時間あたり 4000 枚の印刷も可能な機械も登場している。

・今後の動向

プラスチック系の材料が更に主流になるのではないかとと思われる。この対応として機械側には静電気・キズに対する対応が求められる。その他に、製造コスト削減の観点からみると、従来のシリンダー型では印刷できなかった材質に対しての対応も予想される。

また、高速化・高精度化にともない機械可動部の軽量化および高剛性化が求められる。

2) 平型印刷機

電子産業を中心に高精度化が求められており、位置決め装置として CCD カメラを使用した画像処理装置を利用した印刷機械が主流となりつつある。フラットパネル業界対応では、画面の大型化に伴いスクリーン印刷機においても大型化が進んでいる。大型化と高精度を実現したものも登場している。

・今後の動向

今後もフラットパネル、電子基板関係を中心に更に大型化高精度化が進むと考えられる。

電子基板においては、新素材・新技術により新たな対応が必要となるとともに、印刷時間の短縮に向けた対応も必要になると考えられる。

また、電子基板以外の分野では今後も広くさまざまな材料に対する印刷に使用されるため、素材・形状により対応が求められることになると思われる。

(5) 資材関係の動向

スクリーン印刷では、スクリーン（版）・インキは重要である。それぞれの組み合わせにより、被印刷物の特性が大きく変わることになる。

従って、被印刷物より、スクリーン（版）・インキに対する要求が発生する場合もある。

1) スクリーン（版）

歴史にて触れましたが、戦前では絹が使用されていた。戦後、合成繊維の開発発展とともにナイロン系の材料が使用されていた。その後、ナイロンより伸縮が少ないポリエステルが使用されるようになった。

スクリーン印刷に寸法精度が求められるようになると、更に伸縮が少ない素材の使用が求められ、ステンレススチール繊維が使用される事になった。現在では、電子機器関連に使用される場合、さらに寸法精度を求められるために、より伸縮の少ない素材が使用されるようになっている。

印刷物により、ナイロン・ポリエステル・ステンレス・新素材それぞれの特性を考慮し使用されている。今後の動向としては、印刷物の要求により変化することが考えられる。

2) インキ

インキは色材（顔料・染料）、展色材（樹脂・クリヤー）、助剤（印刷適性を良くするための添加剤）からなる混合物で、透明あるいは着色された比較的粘度の高いものである。スクリーン印刷の大きな特徴は、いろいろな形状の印刷素材に印刷が出来ることである。このため、紙、合成紙、プラスチックフィルム、プラスチック板、プラスチック成型品、金属、塗装金属、木工品、セラミック類、漆器、ガラス、布などの広範な素材に印刷が行われている。

印刷される素材が多いことと、素材の物性や用途適性への対応などによりスクリーンインキの種

類は極めて多品種になっている。従って材質・印刷形状・形態に合わせ、インキの性質を把握して適切な選択を行うことが必要になる。

近年では、インキに光学的機能や電氣的機能などの物理的機能、耐薬品性や生化学的機能などの化学的機能を持たせたインキも登場している。現在では、電子回路、発光機能、再剥離機能、立体機能、接着・粘着機能など、その他多くの機能性を有するインキが使用されている。

今後の動向としては、素材・目的に合わせインキが更に変化する事が考えられる。

3.2.7 ラベル印刷機

ラベル印刷機は、多様な製品分野のニーズに対応していることから、種々な版式と大量から少量に対応した機構を備えた機種からなっている。また、ラベル印刷機は、印刷、箔押し、ラミネート、抜き加工を行うなどの特徴を持っている。機種の分類では、版式と機構の組合せから①凸版平圧ラベル印刷機 ②凸版半輪転ラベル印刷機 ③凸版間歇輪転ラベル印刷機 ④凸版輪転ラベル印刷機 ⑤オフセット輪転ラベル印刷機 ⑥オフセット間欠輪転ラベル印刷機 ⑦スクリーンラベル印刷機 ⑧フレキシラベル印刷機 ⑨複合ラベル印刷機に分類されている。図 3.59 にラベル印刷機の機構（機能）的な特徴を示した。

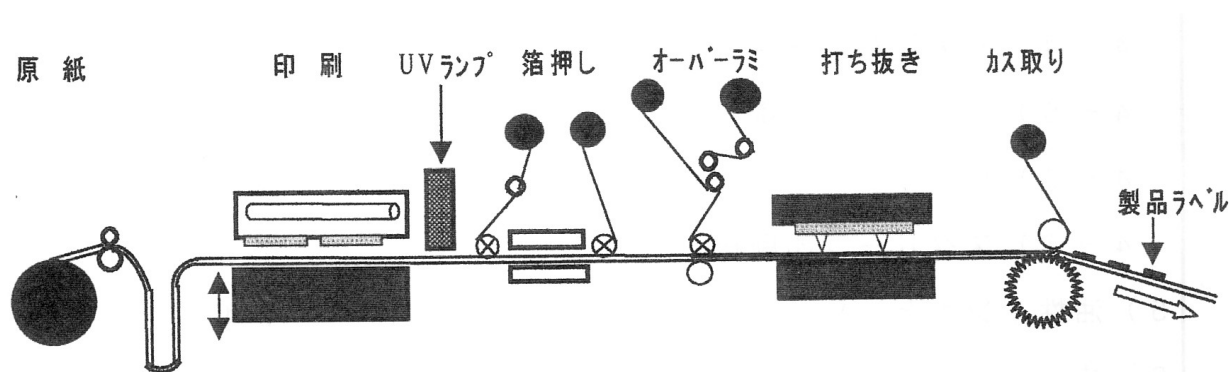


図 3.59 ラベル印刷機特徴

(1) ラベル印刷機の変遷

わが国のラベル印刷機の始まりは、大正六年に東京の芳賀鉄工所が作ったラベル印刷機が国の国産機第一号であった。その発端は、明治 45 年に当時の四谷・大番町にあった「尚山堂」が、ドイツのケーゼ社より、ラベル印刷機を輸入してシーリング・スタンプの製造をしたのが始まりとされており、この印刷機を参考にして作られたのが国産ラベル印刷機の創始である。

当時のラベル印刷機の特徴は

- ①印刷用原紙は原則的に巻取紙を用いる。
- ②鋼鉄板を用い、周囲に切れ刃を彫り、これを雌型とし、練り固めた石膏で雄型を作りゴムベルトを通して、雌雄型噛合わせ圧印操作調整を行う。
- ③弾力と付着性を有するゴムベルトを用い、エンドレスにつなぎ合せて取出し口へ運ぶ。

…ものと云われていた。

また、当時は、冬は用紙の乾燥用胴にガスを点火して、ゴムベルトで暖めて粘着性を持たせながら運転し、さらにゴムベルトの油垂れを防ぐ、潜り胴を取付けるなど、様々な工夫が凝らされていた。

大正 10 年代にラベル印刷機の国産化の成功、多くの専門メーカーが登場している。これと平行して昭和初期頃からラベル印刷機業界も活況を呈していった。

ラベル印刷機が導入されるまではもちろん、シーリング・スタンプなどという言葉はなく、広い意味でレッテルという言葉が使われていた。当時のレッテルといえば、呉服札、下げ札、封緘紙、貼符帳などがその主なものであったが、これらはすべて木版印刷や石版印刷によって一枚一枚印刷されており、抜きや糸付けなどの加工は内職に頼っていたので、現在では創造もできないほどの手間がかけられていたと云える。

このラベル印刷機の登場は当時としては、まさに画期的な出来事であり、白い紙を入れるだけで、浮き出し印刷をしてさらに抜きまでを同時に行い、完全な製品となって出てくる、オートメーションの機械に当時の人たちは目を見張ったという。

それまでの手加工の封緘紙に比べて一貫作業であるために、その出来栄は比較にならず、巧緻なレリーフ(薄肉彫り)の印圧によって印刷され、図柄は立体感に富み、ボリューム豊かに表現され、印刷と抜きとのズレも絶対にないため、高級イメージを大切にする当時の百貨店の封緘紙などには競って採用していた。

現在ではラベル印刷とかラベル印刷機と呼ばれているが、もともとはシーリング・スタンプとしてわが国に紹介された。その語源はドイツ語の Sigelmarke や Stempel Druckmaschine から来ているとされ、また、英国では Printing Embossing と呼ばれていたことから分かるとおり、シーリング・スタンプはもともと浮き出し印刷であったことが伺える。

その後、昭和 25 年の 2 色機の登場、従来ラベル印刷は、印刷と同時に打抜くというのがその特徴ひとつでもあったが、昭和 43 年にクリスタルラベル印刷(ラミネート加工ラベル)の需要に伴って、昭和 45 年には、印刷と抜きを別にしたラベル印刷機が登場した。

(2) 素材の変遷

ラベル印刷の素材は当初、平判用紙に水で溶かしたアラビア糊を刷毛で塗り、これを一枚一枚紐に通し、天井などから吊り下げて乾燥させ、乾燥させた紙はシワを伸ばしながら小幅に裁断し、紙の端を一枚一枚つなぎ合わせて初めて巻き取り紙ができるものであった。その後は、ガムテープメーカーが参入し、印刷業者が自から巻き取り紙を作ることは無くなって行った。

当然この当時のラベルは、現在の切手のように、裏についている糊を舐めてから貼るか、水を含ませたスポンジで濡らしてから貼っていた。昭和 32 年頃にドイツから粘着紙の見本が導入され昭和 34 年に国産化が開始され、その後、ラミネート紙に剥離処理をした粘着紙が次々と各メーカーによって開発され上市された。素材がガムテープから粘着紙に変わっても、基本的にはそのまま従来の印刷機が使えたことが、その後のシール・ラベル業界にとっては幸いした。

(3) UV インキと感光性樹脂版の登場

ラベル印刷も当然、印刷機、版、インキという、印刷の三大要素によって大きくその仕上りが左

右されるが、UV インキを使用した紫外線乾燥装置の開発は、シール・ラベル印刷業界にとっても画期的な出来事であった。特にポリエステルなどのフィルム基材が増えてきたことや、ラベリングマシンの登場によってロール物が増えてきたことから、紫外線を照射することによって瞬間的にインキを乾燥させることができる紫外線乾燥装置は、あっという間に業界に広まった。

それまでは①急ぎの仕事なのに印刷物の乾きが遅い②パウダを使わないと裏づきしてしまう③裏づき防止のためスノコ取り、立て取りをしなくてはならない④追刷りするのにインキが乾くまで待たなくてはならない⑤余分に乾燥剤を入れたらインキが機上で乾いてしまった、などという乾燥上の悩みがあったが、これらの問題を解決することが出来たことは、その後のシール・ラベル印刷の高速化や省力化に大きな貢献をしたと評価されている。

シール・ラベル印刷の版は創始以来、金属版が使われてきたが、印刷業界のコールドタイプ化の傾向に伴って感光性樹脂版が昭和 48 年頃から印刷業界で脚光を浴び始めてきた。

グーテンベルグ以来の発明といわれる感光性樹脂版は、①製版工程で公害が回避できる②印刷機への取付け時間が大幅に短縮できる③印刷仕上り、耐刷力が抜群④版の取扱いが容易⑤自家製版が比較的容易にできる等、それまでの金属版にはない数々の優れた特徴を有していたため、フォーム印刷業界に次いでシール・ラベル印刷業界でも急速に普及した。

このようにシール・ラベル印刷業界は、UV インキ、紫外線乾燥装置、感光性樹脂版の開発によって印刷技術、工程管理などの面でも急速な進歩を遂げた。

(4) ラベル印刷機の技術動向

1) 高付加価値化

ラベル印刷機へのニーズは、多品種・小ロットおよび高級・多色化傾向、ホットスタンプ、ラミネート、さらには大型化、高速化が求められてきた。

この中で印刷機の大型化は、シール・ラベルの大型化やフォームラベル、荷札などの印刷もできるような印刷有効幅の広い物が欲しい、というラベル印刷業者の声に応えたもので、また、ホットスタンプ装置やラミネート装置はシール・ラベルの付加価値を高めるための物で、シール・ラベルの高級化というニーズにうまくマッチし、ホットスタンプ、ラミネート装置のユニットを付けたラベル印刷機は急速に普及した。

その後バブル経済時代には需要増加や、自動ラベル貼り機などの急速な普及によって、ラベル印刷機は、高速・多色化の波が押し寄せ、高速輪転多色ラベル印刷機といわれるものが開発され、ロータリー化のうねりがシール・ラベル業界にも浸透してきた。

それまで凸版・平圧式のラベル印刷機が主流であったが、高速化をニーズに対応したロータリー式ラベル印刷機が各メーカーの間で相次いで開発された。

一方、ロータリーラベル印刷機と同時に、間欠式のロータリーラベル印刷機を各社が競って開発、発売し、ロータリーラベル印刷機よりも小ロット向きということで、現在では、ほとんどのメーカーが間欠式ロータリーラベル印刷機を製造している。

2) 印刷方式の多様化

凸版一辺倒だった印刷方式も、フレキソ印刷の版やインキの改良で普及が進み、一方で水なし平版を使ったドライオフのラベル印刷機、オフセットの間欠式ロータリーラベル印刷機、ロータリー

スクリーン印刷機等々が次々と登場し、さらに、これらをミックスした複合印刷機が登場し、印刷技術の面では難があるといわれたシール・ラベル印刷機は、急速な進歩を遂げるに至った。

また一方で、オンデマンド印刷の波もシール・ラベル印刷業界にも押し寄せ、版も版下も要らないデジタルプリンタなどの登場で、小ロットの物はデジタルプリンタで内製化してしまうというユーザーも少なくないのが現状で、数年前までは印刷の品質にムラがあったが、その技術的進歩は目覚しく、数年前とは比較にならないほど品質は向上しており、特に可変情報ラベルや二次元コードを利用したトレーサビリティ分野では、今後さらに需要が進むと見られており、シール・ラベル印刷機業界にとっては大きな脅威となっている。

しかし、ラベル印刷機は、一工程の中で印刷から打ち抜き、箔押し、ラミネートという一連の作業が出来るというのが、他の印刷機にはない最大の特徴であり、それ故に他の印刷機よりも付加価値が高いということになっており、今後、印刷方式やインキや版、材料に変化があろうと、この独特の進化を遂げたシール・ラベル印刷機が印刷業界から消えることはないだろうし、新たなニーズの変化にも対応した業界へ進展していくであろう。

3.3 製本機械

3.3.1 紙折機

(1) 紙折機の仕事

出版物の場合、丁合のページを作るために平判刷り本の本分紙は「折」を折らなければならない。

「折」は全版を直角折りし16頁折りするの(図3.60参照)が、一般的である。直角折とは、印刷用紙の右端を左端に合わせ二つ折り(この時の折目は右側)にして、これを90°右側に回してまた二つ折りにする。これを順次繰り返した折りかたである。現在は、折作業は自動紙折機(図3.62参照)で行われるが、これに基づいた構造となっている。商業印刷物の折作業は、カタログ、パンフレットなど二つ折りから三つ折り、ジャバラ折り、巻き折りが主な仕事であり、羽根(バックル)を使った機械(図3.65参照)で行うのが一般的である。

1) 本分の折り方

右トジでも左トジでも折り方に変わりはないが、天袋になるか、地袋になるかの違いとなる。天袋、地袋の違いは、出来上がる本が縦書きか横書きの違いで、右開きの本か、左開きの本なのかで変わってくる。

右トジ(たて組)は地袋、左トジ(よこ組)は天袋となる。これら以外にも変形判、2面付製本などは別の折り方になる。

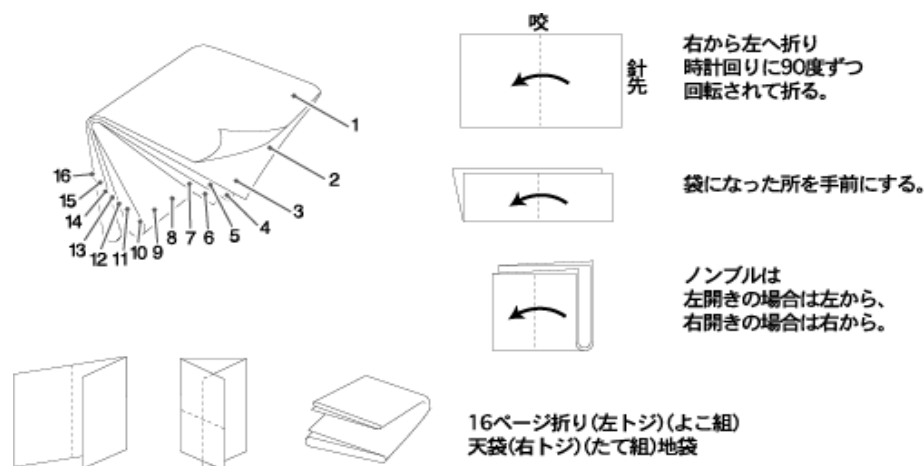


図 3.60 紙の折り方

(2) 紙折機の給紙方法

紙折機にも、大きく分けて二種類の給紙方法がある。ひとつはゴムローラの回転で紙を給紙するもの。(図 3.61 参照) もうひとつは、コンプレッサーならびにバキュームを使い、紙を浮かせサッカードピストンで吸着してエアーロータで給紙する方法である。(図 3.62 参照) 上質紙・中質孔版紙ならばゴムローラ給紙で良いが、アート紙・コート紙も折るならばエアー給紙(図 3.63 参照)が必要となる。折る回数によって、羽根(バックル)の枚数とナイフの数が増える構造になっている。ナイフ折りをする頁物の仕事の時は、アジロ刃(折り目に沿って切れ目が入る)を使い、折りの膨らみをつくらない方法が用いられる。

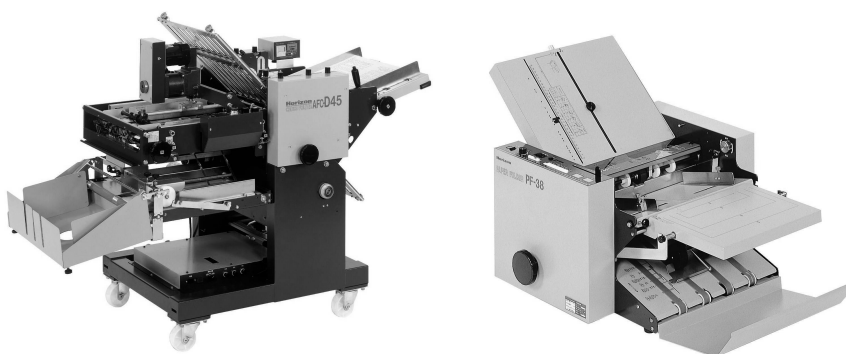


図 3.61 ゴムローラ給紙の紙折機

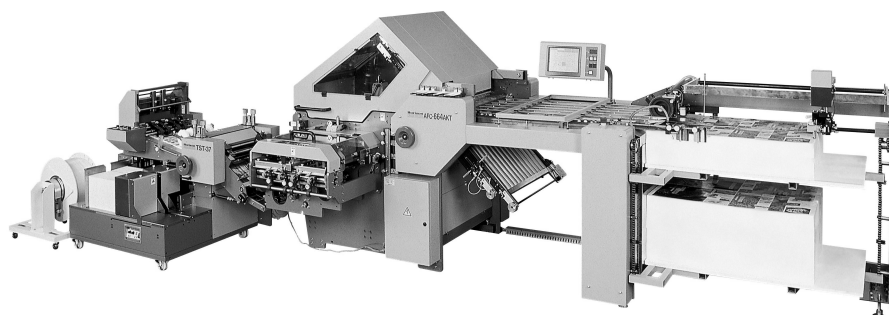


図 3.62 エアー給紙菊全判 16 頁物用紙折機

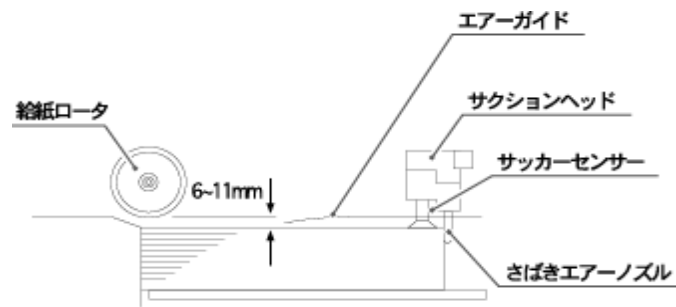


図 3.63 エア給紙方法と名称

(3) 紙折機の構造 (図 3.64 参照)

紙折機は、印刷機を通ってきた「クセのある紙」を折るという条件から、高性能を要求される機械である。精度よく折る為には、

- ①給紙台の曲がり調整 (フリクションゴムローラ給紙の場合)
- ②搬送部定規の曲がり調整 (エアサクション給紙の場合)
- ③折りローラの隙間調整
- ④羽根ストップの曲がり調整

が必要で、どれかひとつでも狂っていると高精度の折りは期待できない。また、インキ、紙粉、スプレ粉等の付着がある限度に達すると紙がすべり出し、曲がりの原因となる。

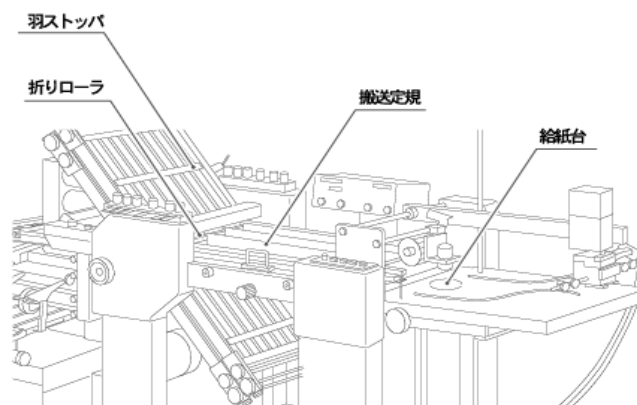


図 3.64 折機の名称

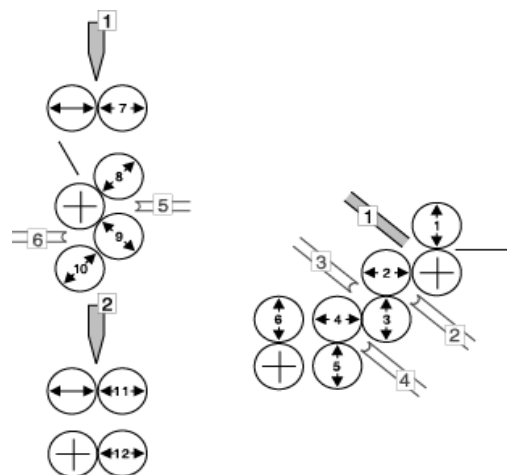


図 3.65 折りローラの配置

(4) 素材の変化

紙折機は、簡単な折りの仕事の場合フリクションゴムローラ給紙でまかなえるが、使用紙質に制限がある為、エアークッション給紙タイプが主流になってきている。折りの仕事は、印刷後すぐに処理をしないと納期に間に合わない為、印刷のインキ汚れ、こすれ等品質を圧迫する問題が多い。特にカタログなどは、アート紙系の乾きにくい紙質にカラー印刷される仕事が多い為、問題となり易い。最近では、環境にやさしいということで、大豆インキが使用されるようになり、よりいっそう乾燥しづらくなっている。乾かない印刷物は、フリクションゴムローラ給紙では、給紙ゴムで汚れが出る為使用できない。エアークッション給紙だと給紙で汚れることはないが、折りローラにインキが付着し、仕事途中や終了後に機械の掃除に時間を要することになる。また、搬送部での機械とのこすれ、すりキズなどの問題にもなりかねない。さらに、印刷の裏書き防止を防ぐ為、スプレ粉を多く使われるが、この粉が折りローラに付着しスリップの原因になりやすく、折り精度の問題に発展する。

以上のことから、環境にやさしいインキは製本の後処理には向かない。それに対処する為には、無接触で紙を搬送する方法の開発や、紙を折る機構の折りローラも、圧をかけないで紙を加工することができる折りローラの開発、紙に負担をかけないゴム質の素材の開発、ゴムの耐久性の向上など今後の課題も多い。

(5) 環境の影響

紙折機は、印刷された後すぐに加工される為、紙の影響を受けやすい機械である。設置環境が乾燥した部屋であれば、静電気が発生し正確に折れない。冬場は暖房が使われると紙はカールし、扱いにくくなる。梅雨時は印刷物を置いておくだけで波打ちし、加工する時にトラブルの原因となる。また、オフセット印刷は水を使う為、紙に水分を含んでいる状況が変われば、折の加工状況も変わってしまうことになる。紙は、印刷前と後では、紙の伸び縮みが発生し、折り上がりの寸法が変わったりする。

以上のように、紙折機は設置される環境により影響を受けやすい機械である。その為、湿度管理が重要であり、加湿器などを備えた工場で使われることが望ましい。

3.3.2 丁合機

3.3.2.1 縦型丁合機

(1) 丁合機の歴史

縦型丁合機の歴史は軽印刷の発達に大きく影響を受け、印刷の仕事量の増加と共に処理スピードと多段機に拍車がかかり、現在のものに移行してきた。東京軽印刷工業会が昭和 37 年に発足した当初は、謄写印刷が主体であり、仕事は印刷のみの刷って完成品の製品が多くあり、後加工処理をするほどの頁物が無かったようである。丁合は手丁合の人海戦術で行われ、それで十分こなせる仕事量しか無かった。手作業で納期も十分間に合ったようである。印刷量が増え出したのは、昭和 54 年頃に A3 両面機が開発され、順調に市場へ普及し出してからである。小ロット、頁物が短納期で要求される印刷物を軽印刷と呼び、印刷後すぐに手丁合され、針金綴じ機で二ヶ所綴じ、表紙はハケでのりを塗って手くるみをしていた。軽印刷業者自体、丁合機を使っている印刷業者はまれで、外国製の横型丁合機と水車型丁合機が使われていた。この頃の丁合機は、給紙機構がゴムを紙の上に載せて、斜めにすり上げ一枚ずつ送る構造と、丸い給紙ゴムで紙を引っかける機構であった。給紙機構がシンプルであった為、正確な丁合が難しく、高価な割には信頼性が低く、操作の難しい機械であった。機械で丁合した後、ページを手作業で確認する必要があり、完璧な丁合作業はできな

かったようである。また、ゴム表面のインク汚れとゴムの劣化により、さらに給紙が不安定になっていた。

昭和 55 年頃、10 段ゴムローラ給紙で、落丁、重送検知の機能が付いた縦型丁合機が発売になり、軽印刷業界で導入が始まった。軽印刷物は、出版業というより情報伝達業の為の手段であり、特急印刷が使命である。その為、仕事を受けてから納品するまで時間が非常に短く、手丁合から機械化へと時代とともに移っていく。機械も仕事量の増加と共に、厚い頁物も多くなり、多段化の要求から、16 段、24 段、32 段、36 段、48 段、60 段と段数が増えていった。丁合機の処理速度も時間当たり 15,000 枚から、現在発売されている機械は、時間当たり 300,000 枚処理が可能なものに進化している。丁合の落丁、重送検知もマニュアル操作から自動記憶機能に変わり、正確・確実なものとなった。また、紙の給紙部の構造も、紙を水平にゴムローラで給紙する構造に変化している。

軽印刷の仕事は、謄写版印刷からオフセット印刷に変わり、使われる紙は孔版紙から上質紙、中質紙となり、本として使われる本文は上質紙が 95%を占めている。その結果、丁合機に使われる紙質は上質紙がほとんどで、丁合機もフリクションタイプの機械で十分機能を果たしていた。フリクションタイプ丁合機の特徴は、多ページの仕事に使える段数の多い機械を省スペースで設備できること、また給紙の調整が簡単で、丁合の仕事をパート化できるメリットがある。その為、狭い場所で仕事をしていることの多い東京から急速に広まった。しかし、すべてのユーザが満足していたわけではなく、仕事の内容がアート紙系紙質を主体とされている会社だったり、カレンダー系、写真アルバムなどの仕事があったりすると、スリップ、紙の表面にキズが発生したり、インクの転写など、満足に使えない機械であった。この頃の丁合機は、あらゆる紙質に対応していたわけではなく、仕事にマッチした良い機械が無かった為、ゴムローラ給紙で無理やりに仕事をしていたのが現状である。手作業で丁合作業を行うより、無理をしてでも機械のほうが早かったからである。その為、オペレータはゴムローラに指サックを巻いて工夫をしたり、給紙ゴムローラを頻繁に掃除したりしていた。メーカーはゴムの材質を食いつきの良いスポンジゴムに変えたり、ゴムの材質を変えたり、紙の横からエアーを吹き付けて紙を給紙させたりしていた。このような過程から紙質を選ばないあらゆる紙質に対応した給紙方式が必要となり、開発されたのがエアー給紙タイプの丁合機である。それが、印刷機で採用されていたサッカー給紙方式である。また、時代と共に多枚数を処理する必要性から、スピードアップする必要に迫られ、さらに新しい給紙方式のサッカーゴムを使わないロータ方式が開発された。

ここ 10 年の間、仕事の高付加価値化により、4 色機以上の機械で印刷されるようになり、使われる紙質がコート紙、アート紙に移ってきている。その為、従来のフリクションタイプでは、キズ、給紙ローラ汚れ、スリップが起こり、丁合作業には向かなくなり、エアー給紙タイプの丁合機が開発された。最初の頁物エアー給紙丁合機が開発されたのは昭和 63 年頃であるが、エアー給紙タイプが普及し出したのは、平成 6 年頃からである。また、伝票用丁合機は 8 段用の丁合機で、ゴム質の吸盤で吸いつけて給紙するサッカー給紙タイプか、横型の粘着テープで紙を貼り付けて給紙するタイプが使われていた。

また、大型プリンタの出現とともに、軽印刷の仕事がプリンタで処理されるようになってきた。プリンタで印刷を行えば、デジタルデータで処理ができる。また、版をおこさないですみ、手を汚さないで簡単に使うことができる。さらに、電子ソートされるので、印刷後の丁合作業が要らない。というメリットがある。平成 8 年頃、プリンタにインラインで無線綴機が接続されたものが導入されるようになり、小ロット、短納期ものはデジタル印刷され始めた。電子ソート付き大型プリンタの導入が進むにつれ、頁物フリクション丁合機の販売台数は毎年減少を続け、現在の販売台数は最

盛期の 50 分の 1 以下に減っている。この丁合機に代わり、カラー化の時代の到来から、光沢のある紙質の使用が増え出し、エアー給紙丁合機が急速に普及し始めた。

(2) 縦型丁合機の種類

縦型丁合機には、大きく分けて二種類の給紙方法がある。ひとつはゴムローラの回転で紙を給紙するもの。(図 3.66 参照) もうひとつは、コンプレッサならびにバキュームを使い、紙を浮かせるエアで吸着して搬送する方法である。(図 3.67 参照) 丁合機は、印刷された後処理として、印刷物をページ順に揃え、1 冊の本にまとめる作業をする。場所をとらない為に縦型になっており、厚い冊子を作るときには多段の棚を要した機械が必要となる。

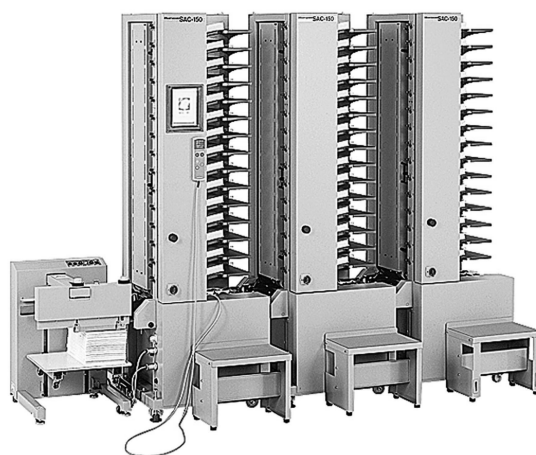


図 3.66 フリクション丁合機



図 3.67 エアー給紙丁合機

(3) 丁合機の構造

フリクションタイプ（ゴムローラで給紙）は、ゴムの回転で搬送するもの（図 3.68 参照）で、給紙できる紙質が限定される。上質紙、中質紙、中質孔版紙、ザラ紙に向いており、アート紙、コート紙等の塗工紙には向いていない。アート紙、コート紙を主体とした様々な紙質を丁合する為には、エアー給紙タイプ（エアーの吸着で搬送する）が望ましい。エアー給紙には、サッカーゴムで紙を吸着するもの（図 3.69 参照）と、紙を浮かせて吸引するもの（図 3.70 参照）がある。

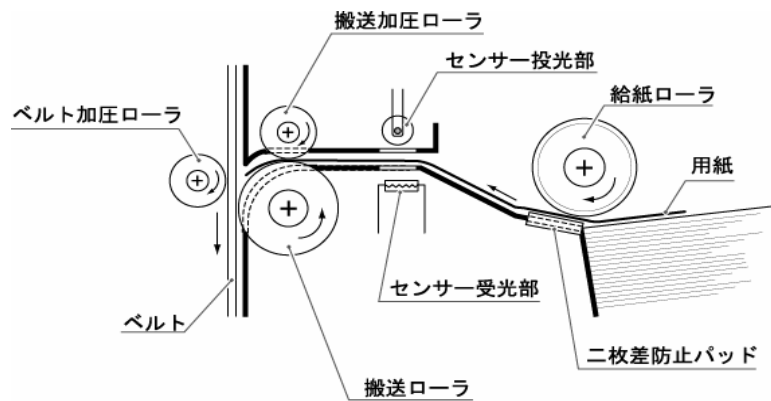


図 3.68 フリクション給紙方法

給紙ローラの回転によって用紙が矢印方向に送られる。用紙の重送を防止するゴム製のパッドによって二枚目の用紙は止められ、一枚の用紙のみ搬送ローラに送り込まれる。用紙が搬送ローラに送り込まれる途中に、ランプとフォトダイオードで構成するセンサー部で、通過する用紙の透過光量を読み正しく給紙されたかどうかを判別する。(図 3.68 参照)

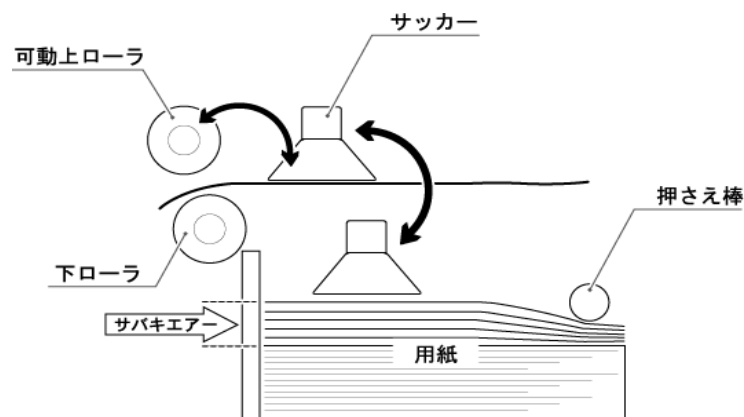


図 3.69 エアサッカゴムによる給紙方式

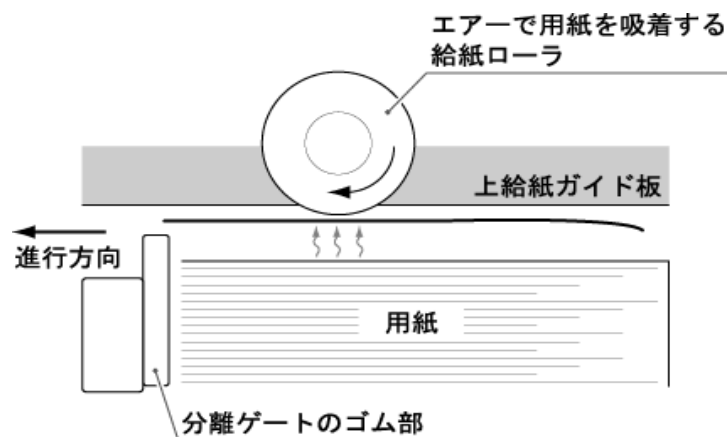


図 3.70 エアロータ給紙方法

給紙台に積まれた紙は、前からの強力なサバキエアにより分離され、一番上の紙の高さは、給紙高さセンサーにより、給紙ロータの適正な高さに位置するように合わせられる。給紙ロータは吸

引しながら回転し、進行方向に送られる。(図 3.70 参照) 紙はゲート板により 2 枚給紙されない構造になっている。

(4) 素材の変化

丁合機は、印刷された後処理を行う機械である為、紙による影響を一番受けやすい機械である。フリクションタイプは、給紙ゴムの磨耗と劣化、インクの付着による給紙ミスと汚れが出やすい。印刷が乾いていないと、紙同士が密着して 2 枚給紙を繰り返す。印刷インキはできれば速乾インキの使用を勧めたい。印刷機のインキ掃除を省く為、一日経っても乾燥しないインキがあり、軽オフセットに多く使われている。今後、紙送りについてはエアー給紙タイプが益々普及すると思われる。また、価格が安い多段の丁合機が普及する為には、新たな材質で劣化しないゴムと汚れが出にくい材質の給紙方式を開発する必要がある。

3.3.3 丁合機・無線綴機

(1) 丁合機・無線綴機の変遷

印刷機に比較し、製本機の歴史は浅いが、それでも昭和の初期には、「万力式丁合針金綴機」が存在した。現在の丁合機の原型と成る物であり、外観はさほど変化していない。針金綴機と V 型集積装置を有し、単体機として稼動していた。

当時無線綴機は存在せず、姫糊を使用した簡易型の表紙クルミ機で製本していた。無線綴機が産声を上げるには、まだ 30 年以上先の事であり、道具と手作業に依る長い時代が続いた。各機種の経緯を見ると以下の様である。

- ・昭和 31 年 (1956 年) 万力式小型丁合針金綴機
- ・昭和 33 年 (1958 年) 三方断裁機 (手差)
- ・昭和 39 年 (1964 年) ロータリー丁合機
- ・昭和 39 年 (1964 年) 無線綴機表紙クルミ機 (ボンド使用)

昭和 30 年代に入り、道具と手作業に依る時代から、機械化が進み仮製本 (並製本) の基本的な機械である、丁合、無線、三方が開発され、製本のスピードアップが計られたが、当時の機械はおよそ 60RPM 程度であり、各々単体機の為、各機械の受け渡しは、手作業に依るものであった。

- ・昭和 42 年 (1967 年) 高速万力式丁合機
- ・昭和 44 年 (1969 年) 高速無線綴表紙クルミ機 (ホットメルト使用)
- ・昭和 45 年 (1970 年) 全自動三方断裁機

昭和 40 年代に成り、速乾性のホットメルトが開発された事に依り、無線綴機もホットメルト対応型と成り、高速化が進んだ。

まさに新素材と言えるホットメルトを、製本に取り入れた事に依る影響は強くこれが現在に至る迄、30 年以上もの間ホットメルト全盛時代を築きあげた。

また、高速化と同時に人員削減化も重要な時代となり、丁合機と無線綴機を、機械式クラッチ連結で連動し、受け渡し作業の人員削減がなされた。

さらに、スタック装置 (スタッカ) が開発され、三方断裁機前での断裁冊数をカウントし、一定の冊数を、乾燥コンベアに送り出し、自動挿入装置の付設された、全自動三方断裁機に手作業無しで搬送出来る事となった。昭和 40 年代は、仮製本完全自動化の幕開けと成った時代である。しかしながら高速化とはいえ、実稼動 70~80RPM が限界であった。

- ・昭和 51 年 (1976 年) シンクロ連結

従来の丁合、無線クラッチ連結は、無線モータ1台で丁合機も回転させる為、大型クラッチと太いシャフトに依る連結装置で、連結ショックが発生し、本文との表紙のズレが避けられなかったが、各々別モータ駆動でのシンクロ連結が開発され、出来本の均一化が進んだ。

- ・カッター 丸歯 (80RPM) →ロイスーパーカッタ (200RPM)
- ・フィーダ パイル式 (80RPM) →ロータリー 1回転1枚取 (120RPM)
→1回転2枚取 (200RPM)
- ・表紙同調 爪当式 (100RPM) →表紙前後挟み式 (200RPM)
- ・成型プレス 締カム方式 (100RPM) クランク方式 (200RPM)

この他昭和 50 年代は、高速化の為の装置軽量化、各装置の改善、改良がなされた時代でもある。

- ・昭和 61 年 (1986 年) 丁合機電氣的増落丁検知装置
- ・平成 2 年 (1990 年) 丁合機コピーコントロール装置
- ・平成 3 年 (1991 年) 無線綴機コンピュータ調整装置
- ・平成 4 年 (1992 年) 丁合機、CCD カメラ乱丁防止装置
- ・平成 7 年 (1995 年) 無線綴機サーボ多軸コンピュータ調整装置
- ・平成 15 年 (2003 年) CCD カメラ乱丁防止装置

昭和 60 年代から平成にかけては、インバータ、シーケンサ、サーボモータ等相次いで発売となり、それを反映して製本機械にも次々と取り込まれ、メカ的改善、改良も進行しつつ、上記の通り、電氣的発展、飛躍が目覚しい時代と成った。

増落丁検知は、従来、1 駒毎に紙を咥え、目で確認しながら調整ボルトで操作していたが、何駒でも同時に1回で記憶出来、検知誤差も $\pm 0.03\text{m/m}$ という驚異的数値で検査出来る様になった。

この検知装置が出来た副産物として、コピーコントロール装置も開発された。

これは、丁合開始時第1駒から、順次一駒ずつ電磁バルブを ON して、折帳を取って行き、同時に厚みも記憶し、丁合出口では一冊の頁数に揃っている。また順次 OFF にすると、無駄なく無線綴機に送られ、従来の折帳仕分作業が不要となった。

また、無線コンピュータ調整装置は、従来スパナやハンドル操作で行っていた調整作業を、記憶した数値に自動調整する装置であり、段取替え作業の時間短縮に寄与している。現在これを取り入れた機械として、スタッカおよび三方断裁機が有るが、今後さらに発展して行くと考えられる。

CCD カメラ乱丁防止装置は、従来の LED に依る色の濃淡の識別方法に対し印刷物を CCD カメラで1枚毎に撮影し、記憶している物と比較する為、精度が良く、とくに平成 15 年に開発された物は性能において抜群である。

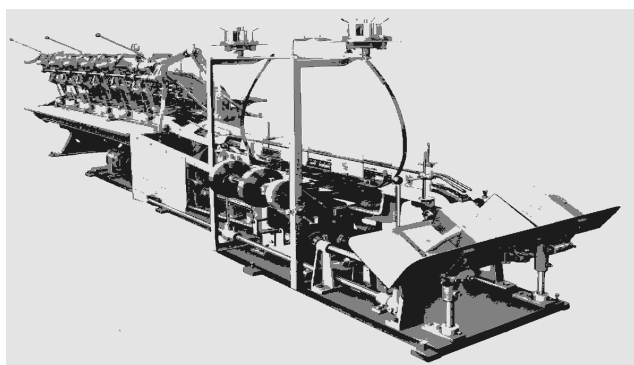


図 3.71 昭和 31 年 万力式丁合針金綴機

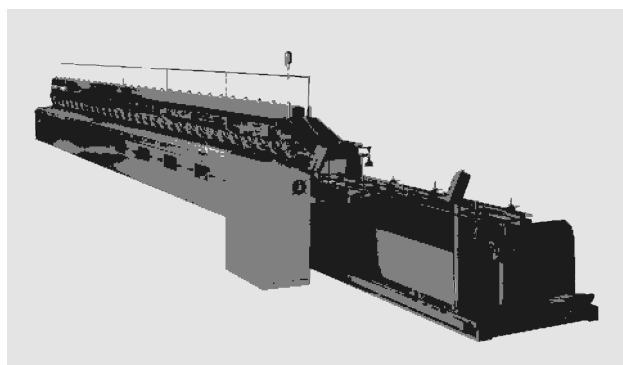


図 3.72 平成 16 年 万力丁合機

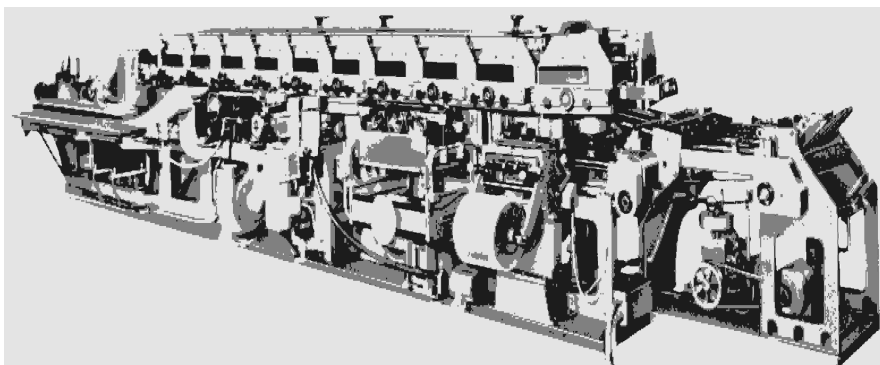


図 3.73 昭和 44 年
無線綴機



図 3.74 平成 16 年 無線綴機

(2) 丁合機の概要と各種装置

1) 種類

1. 万力式丁合機
2. ロータリー式丁合機
3. その他の方法に依る丁合機

(注) 万力式およびロータリー式が主流である。

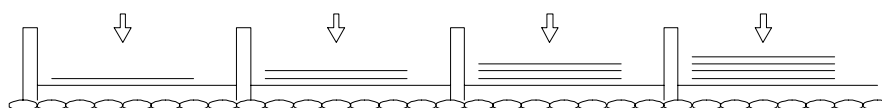
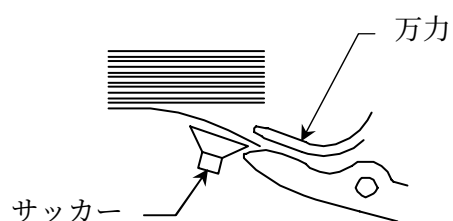
2) 比較

機種	万力式	ロータリー式
スピード	シングル丁合 9000RPH ダブル丁合 12000RPH	15000RPH
特徴	アームの往復運動の為、スムーズではないが、特殊折帳、フロッピーディスクの丁合など万能型	ドラムが回転運動の為、スムーズな回転をするが、多種の折帳には不向。 1回転2枚取り

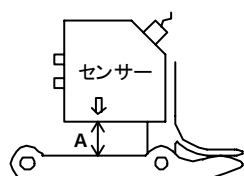
3) 機能

- ①丁合部 輪転、枚葉折帳（2頁～64頁）、葉書、中綴本、ブロック本、フロッピーディスク、CDなどを1枚ずつ順次引き出し頁を揃える。

引き出した折帳を送本コンベアに落とし、搬送チェーンに取り付けられた棒で送られる。

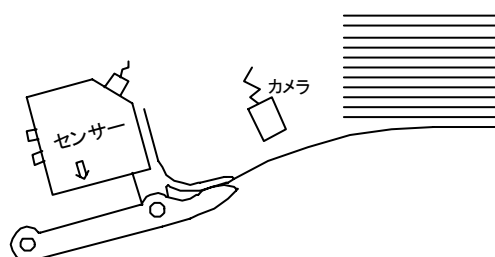


②増、落丁検知装置



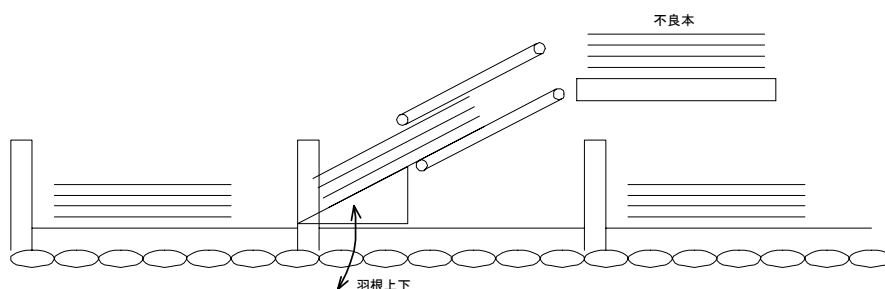
正常な折帳を咥えた時のA寸法を記憶し、増、落丁時のA寸法の違いで検知し、機械停止、あるいは不良本排出装置で排出する。

③CCD カメラ乱丁検査装置



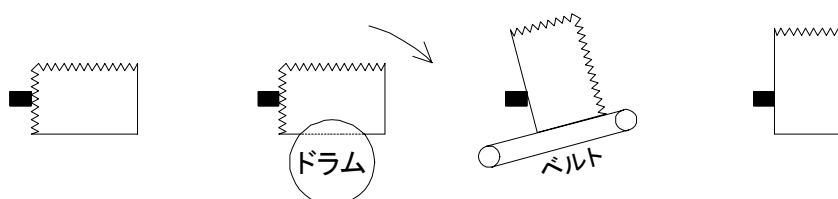
折帳を咥え、引き出しながらカメラで撮影し、あらかじめ記憶している正常画面との比較をして、正、誤判定する。誤の場合、機械停止、あるいは排出する。

④不良本排出装置



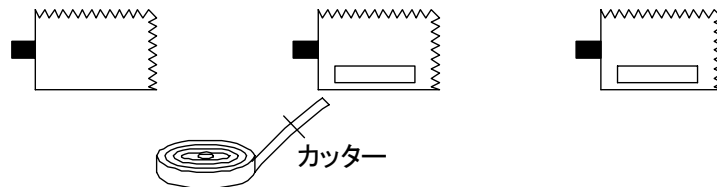
増丁、落丁、乱丁した不良本のみベルトに咥え、排出する。

⑤本起し装置（横長本製本に使用）



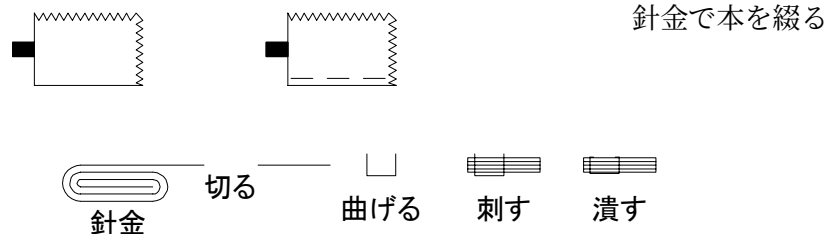
ドラムで本を咥え、90°反転させ、ベルトと送本棒で送り、縦方向に本を起す。
120RPM

⑥力貼装置（教科書に使用）



力紙テープを切り、蒸気で糊を湿らせ、本の両サイドに貼り付ける、
針金綴の補強テープ。（力紙テープ）

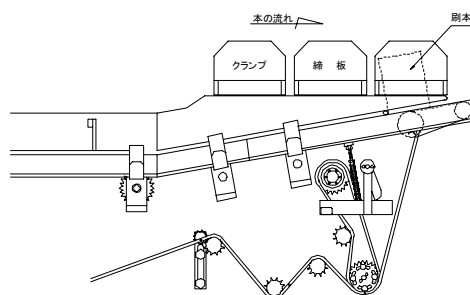
⑦針金綴機



(3) 無線綴機の概要と各装置

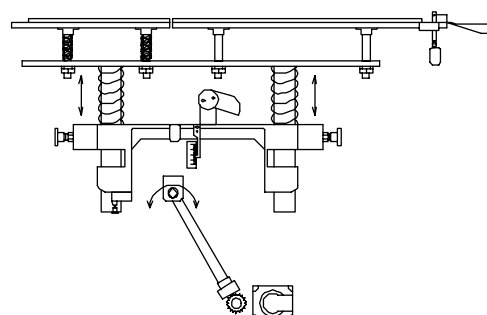
無線綴機の装置平面配置図 別紙参照

①入紙立上り部



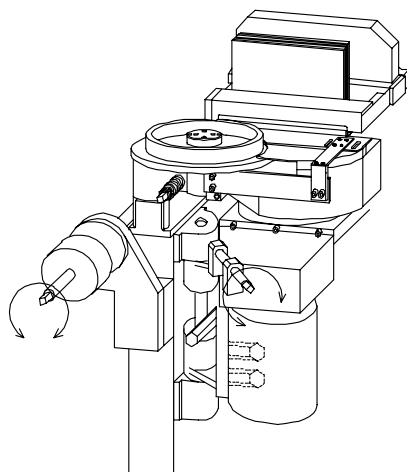
搬送チェーンで送られた
刷本を締板に挿入します。

②水平盤



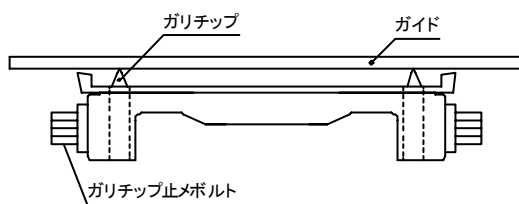
締板が開いている状態で
刷紙を水平にし、締板を
閉じます。

③背切カッター



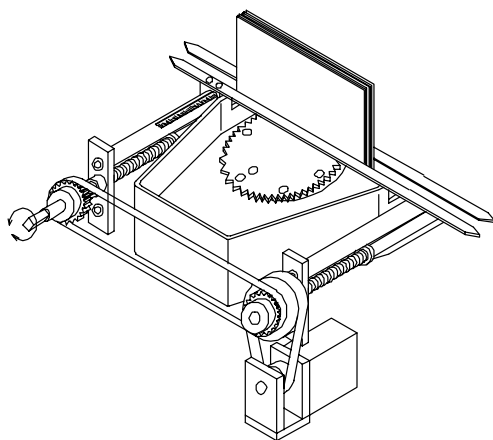
折帳の袋部分をカットし、ペラの状態にします。
アジロ本の場合は、カッターを下げて、背はカットしません。

④ガリ



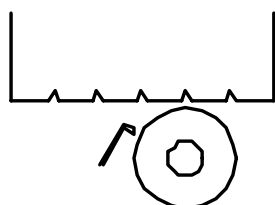
糊付を強固にする為、背に溝を入れます。
三角ガリチップまたはメタルソー

⑤サンダー



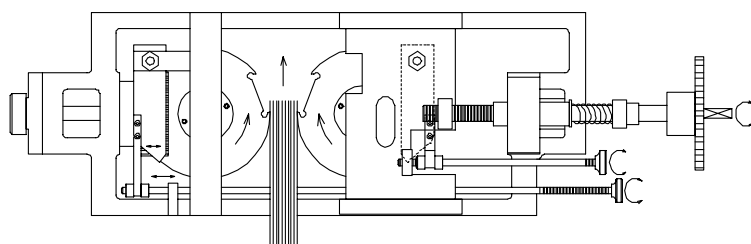
ガリで荒れた背を滑らかにします。
また、ブラシで背の掃除をします。

⑥ワンローラ、背糊



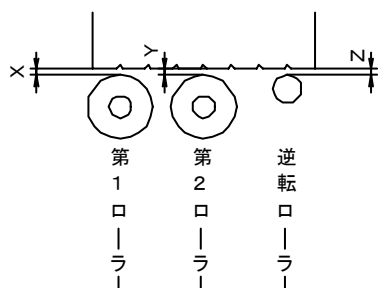
ガリおよびアジロの溝部に完全に糊を入れます。 ホットメルト

⑦横糊



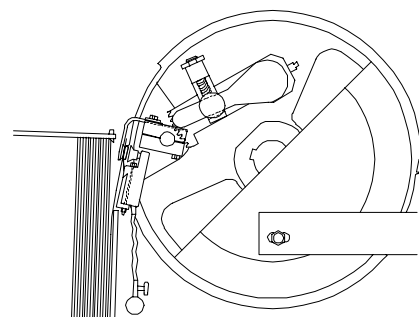
刷本の両サイドに糊付します。
ホットメルト

⑧ツーローラ背糊



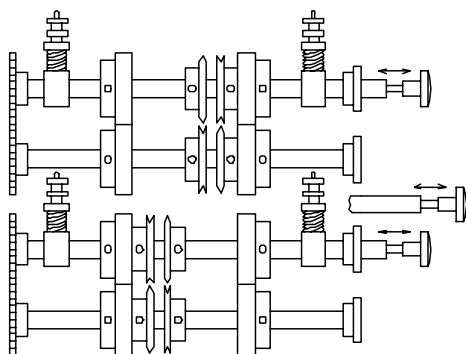
本の背を強固にする為、糊を
厚くつけます。
ホットメルト

⑨表紙フィーダ部



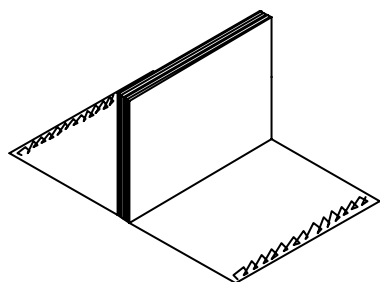
あらかじめセットされた表紙を
1枚ずつ引き出し、表紙送りチ
ェーンに受け渡します。
増、落丁検知装置付

⑩筋入れ部



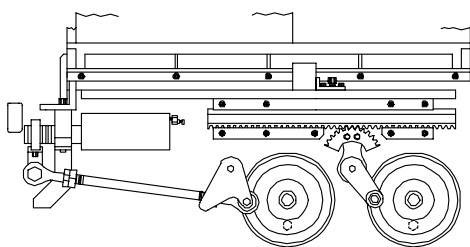
厚表紙など、プレスでの成型
がしづらい時、見開きを良く
したい時に、表紙に筋を入れ
ます。

⑪小口糊



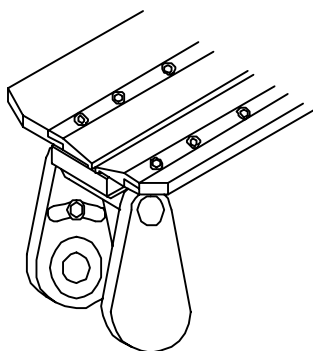
本文と表紙の接着強度を増す
為、表紙の小口に糊を付け
見返しと表紙を貼り付けます。
ボンド使用

⑫同調装置



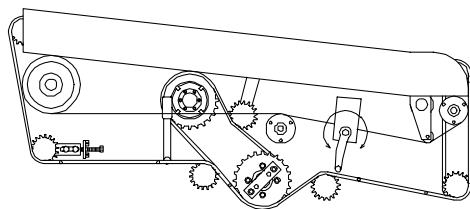
本文の罫下と表紙を合わせる
為、表紙の前後を挟み、本文に
同調させます。

⑬プレス装置



同調で仮付された本文と表
紙を背面、側面、同時に強
く締め付けて、背固め成型
をします。

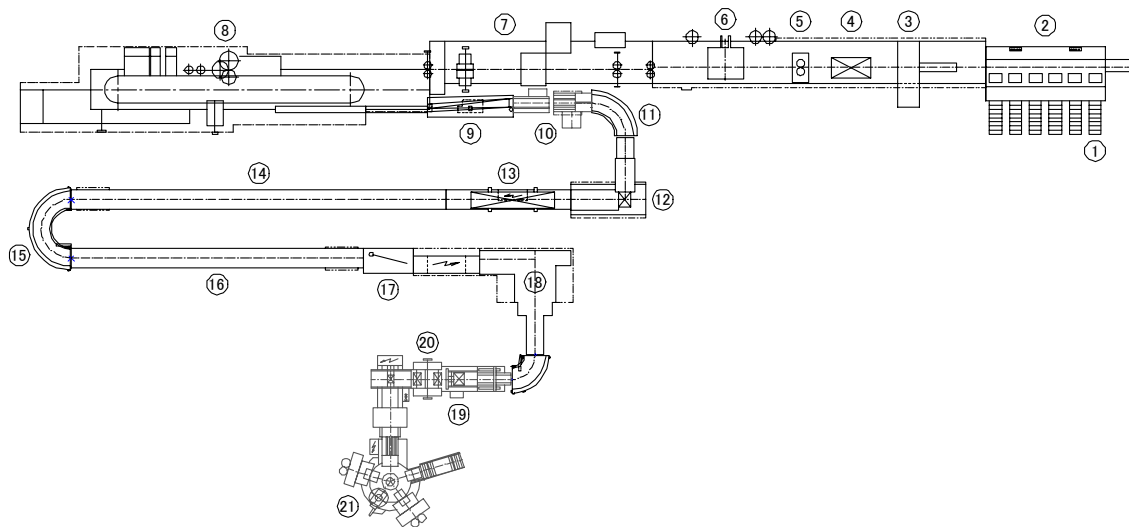
⑭出口デリバリー



締板を開放し、背固めされた
本を、ベルト上に落下させ、
次の工程へ排出されます。

(4) 周辺機器の概要と自動化の現況

1) 基本レイアウト



- | | |
|------------|--|
| ①オートローダ | 多量の折帳を積み、順次、丁合機に供給する |
| ②丁合機 | |
| ③不良本排出装置 | |
| ④本起し装置 | |
| ⑤力貼機 | |
| ⑥針金綴機 | |
| ⑦見返貼機 | 装丁を綺麗に見せる見返紙を、本文に貼る機械 |
| ⑧無線綴機 | |
| ⑨レイダウンコンベア | 立っている本を横に寝かせる、ひねりコンベア |
| ⑩重量検知 | 本の重量を測定し、不良本は排出する |
| ⑪カーブコンベア | |
| ⑫カウンタスタッカ | 本を所定の冊数に積み重ねる機械 |
| ⑬プレスコンベア | 小口糊を圧着し、本内のエアを抜く |
| ⑭乾燥コンベア | ホットメルトを乾燥する為の長い平コンベア |
| ⑮カーブコンベア | |
| ⑯乾燥コンベア | |
| ⑰方向変換コンベア | 本の流れ方向を 90° 変換する |
| ⑱三方断裁機 | 本の三方（天、地、小口）を化粧断ちする断裁機 |
| ⑲一本積み機 | 三方で切った本（高さ 100mm/m 位）を、300～400mm/m の高さに積み重ねる機械、背と小口を交互に重ねる事も可能 |
| ⑳当て紙給紙器 | 結束すると表紙に傷が付くので、一本積みの上下に当て紙をする |
| ㉑結束機 | ビニール紐で一本積みした本を、結束する |
| その他 | |
| パレタイザ | 結束機の後、パレットに積む機械 |
| 包装機 | パレタイザ後、荷崩れ防止と製品保護のフィルムをラップする機械 |
| クラフト包装機 | 一本積み後、クラフト紙で包装する機械 |

2) 自動化の現況

丁合機から三方断裁機までは、完全自動化がなされているが、三方断裁機以後の自動化は、製本工場によりバラ付きが有る。工場スペースの問題、設備費の問題などが有ると思われる。しかしながら、この部分には、設備をすれば発送までの自動化は、ほぼ完全に出来るのが現状である。ただし、箱詰は手作業で行っているのが現状のようだ。機械化、省力化の遅れている部分は、丁合機の紙乗せ作業である、オートローダも存在し、実用化して実績を上げている会社も多数有るが、ほとんどの製本工場では、人力による手積み作業である。

なぜならば、オートローダは高価であり、工場スペースも必要に成り、機械自身万能ではない様である。腰の無い紙、再生紙などは苦手で、紙質によって不具合になる。

また、設備をしても不具合な紙での製本は、オートローダを除去しないと、紙積みが出来ない。除去、取付作業も多く、多くの労力を必要とするなど、問題は多いが、今後の開発が期待されている部分でもある。

3) 製本の実績

製本機械発展の妨げと成っている事項の一つとして、本の種類の多様化が上げられる。

- ・厚さ 1 ～ 2mm から 60 ～ 80mm という薄い本から厚い本。
- ・大きさ A6 版 ～ B4 版 という小さい本から大きい本。
- ・真四角に近い本、横長本、などの変形本。
- ・フロッピーディスクや CD を挿入した本。
- ・2丁製本あるいはブックインブックと呼ばれる本。

これらの本を 1 台の機械で全て製本するのが実情で、その都度、段取替えをしなければならない。

機械の省力化、段取替えの時間短縮を目的に、コンピュータ制御で自動化し、好評ではあるものの、今回と次回、同一製本を行っても同じ製品が出来るとは限らない。湿度の変化で紙の厚みが変わるからである。

現在、湿度管理されている工場はほとんど無く、冬になると静電気の問題が必ず発生する。等々。

これらの問題に対応する為には、学習機能を備えた、機械自身が考えるコンピュータシステムが不可欠となって来るのではないか。

(5) 関連資材との適合性

製本において現在最も問題と成っている物は、インキである。

写真集など、のどの部分まで全面印刷の物は、時間経過でインキ溶剤がホットメルトと反応し、ベトベトに溶け出し、本がバラバラになってしまう事故が多数発生した。

また一方、この大豆インキの出現で、乾燥されないまま製本工程に回され、印刷面に傷、汚れ、こすれが発生する。

昨今、空中に浮かせない限り防ぐ事が出来ない物が有り、勿論、空中に浮かせる製本機など存在しないので、この軟らかい未乾燥のインキ面の傷を、防ぐ手段が無い。

送本面に紙や粘着テープあるいはフェルトを貼り、防いでいるのが現状で、丁合機の送本面にはソロバンを設置して防いでいる。

これらの問題は、作業効率を極端に下げている為、製本作業の最重要課題である。

環境に優しい大豆インキではあるが、印刷、製本業界の今後を考察するに、さらにより良いインキの開発される事を期待する次第である。

(6) 製本機械の将来構想について

1) 現状および前提条件

- ①プリプレス、プレスの急激な変貌にポストプレスが受ける影響は甚大であること
- ②印刷会社は現状のままでは、もう利益が出ない状況になっている
- ③1億総印刷屋の時代になっていること：デジタル化、カラープリンター等
- ④印刷～製本という紙を扱う業界は、他のメディアと同様に配信の一つの方向という位置付けであり、配信の道を広げるための出力インフラの整備が必要言葉を変えると、21世紀の印刷は、紙にインキで情報を載せるという意味での狭義の印刷ではなく、電子メディアも含めたメディアコンテンツという広義の概念の一部と捉える必要がある。

→こういう中で売上、利益をいかに出していくことが可能か

2) これまでの問題点

※これまでは、プリプレス、プレス、ポストプレスがそれぞれ独立した状態で稼動し、それぞれが収益をあげることが可能だった。しかしコスト激減の中で、別個の3つの分野ごとではなく、全体を統括した仕組みを整備し（出力インフラの整備）、その中で収益を上げる構造にすることが必要

つまり機械の効率のよい稼動状況をいかに作り出すかがポイント

（これまでは3つのプレスがそれぞれ点にすぎなかった）

3) 今後の方向

イ. 全体的問題

プリプレス/プレス/ポストプレスの各工程を統合管理するための MIS(Management Information System)を置き、MISはJDF（ジョブチケット）を使って、各工程の装置に指示するようになる

→このためには

- ①各工程に的確なパラメータを渡さなければならない
- ②各工程の機械が独自に知能を持ち、曖昧な「指示、あるいは現場と「指示、との乖離に対して的確な動きが出来なければならない

→これがAMPACの方向

CIP4との違いは、CIP4は指示された情報を正確に実行するだけ

現状の問題点として、例えば、プリプレスのデジタル化技術の分野で見ると、製版技術への活用は目を見張る成果を上げている。しかし、その機能は単に手製版作業でのペンとカッターをマウスに置き換えたに過ぎない。依然、作業自体は属人性が高い。従って、難易度やオペレータの熟練度によって作業時間が大きく変動する状況。

ロ. 個別的なポイント

- ①多ページ印刷の増加：32ページ、48ページ、64ページ、96ページ立ての増加と製本機械への影響
- ②多色化：品質問題の製本機械への影響
- ③紙の軽量化：30Kg代の紙斤量が中心となり、その製本機械への影響

ハ. 製本機

- ①無線綴機ライン、特に丁合機の省人化

→イ. 1ライン3,000万円の売上が1,500万円台に減少している問題への対処

ロ. 1ライン12～13人による稼動から4～5人で済むようなライン構成

- ②無線綴機の、予定製本に対する学習と自己調整機能

→オペレーション作業の属人性からの開放

③無線綴機の軽量化と小型化

→イ. 新素材に基づく機械（例えば廃材利用のセラミック等）の開発

ロ. カッター部の新規構想

ハ. 糊部の新規構想：ローラ転写式の糊添付からノズル式添付による機械の小型化、非属人性の追究

④無線綴の多機能化

→ギアレス化と各装置のシンクロ化、カセット化に基づく

3.4 段ボール機械

段ボールとは、波形に成形した中しん原紙の片面あるいは両面にライナーを貼ったものの総称である。段ボールの製造工程は、段ボールシートを製造する工程と段ボールシートを段ボール箱に加工する製箱工程に大別できる。その用途は、主に物流の外包装材料（箱）として用いられている。

本項では、段ボールの種類、それらのシートを製造するコルゲータおよび段ボール箱を製造するフレキソプリンタースロットタについて、技術の変遷や概要について述べる。

3.4.1 段ボール

(1) 段ボールの種類

段ボールには構造により次のような種類がある。図 3.75 はその略図である。

①片面段ボール …… 表ライナーを使用しない段ボール

②両面段ボール …… A 段、B 段など

③複両面段ボール …… AB 段

④複々両面段ボール

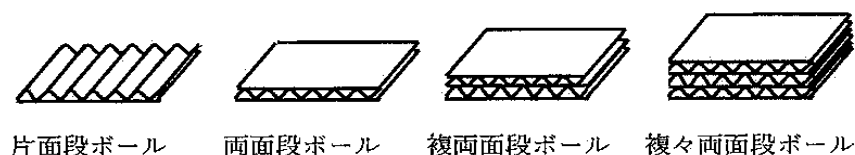


図 3.75 段ボールの種類

段ボール箱の材料として最も多く使われている段ボールは、②の両面段ボールで、次が③複両面段ボールである。④の複々両面段ボールは“トライウォール”とも呼ばれ、使用量はあまり多くないが、大型の重量物の包装に使用されている。

①の片面段ボールは各 1 枚のライナと中しんで構成されている。これにライナを貼ったものが「両面段ボール」で、もう 1 枚片面段ボールを貼ると「複両面段ボール」となり、さらに片面段ボールを貼ると「複々両面段ボール」ができる。

「ライナ」とは両面段ボールでは平らな状態に貼られている上下 2 枚の紙で、「中しん」は波形（フルート・段）

を形成している紙である。これらには「板紙」と呼ばれている紙が使われている。板紙とは「坪量（1 m²の紙の質量）」が 100 g/m²以上、または厚さ 0.3mm 以上の厚紙の総称で、段ボール原紙（材料の紙）のほとんどがこれに含まれる。段ボールは、強靱な板紙（ライナ）に波形に成形した紙（中

しん)を張り合わせた構造になっている。ライナには、バージンパルプの比率が高くて丈夫なクラフトライナと古紙を再生したジュートライナがあり、その混合比率により B 級、C 級、D 級とがある。

中しんは、主として古紙を使用した特中しんと、特に腰を強くしたセミ中しんがあり。セミ中しんは、セミ・ケミカル・パルプ中しん (SCP) の略です。段ボールの構造を図 3.76 に示す。

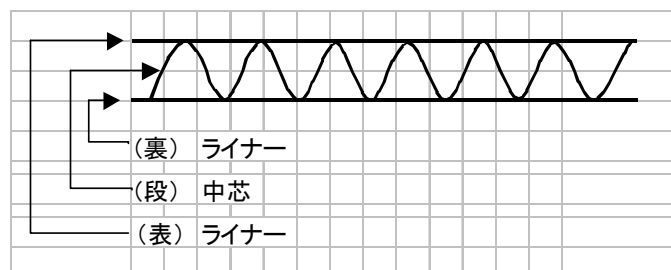


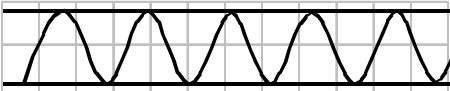
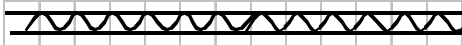
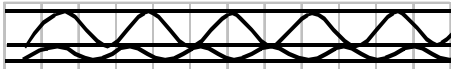
図 3.76 段ボールの構造

(2) 段ボールのフルートの種類

段ボールの種類は前述の構造の違いによるものの他、フルート（段または F とも略記）によるものがある。

実用されている量はともかくフルートの種類は多い。一般的に A 段 (A フルード)、B 段 (B フルード)、AB 段 (W または AB フルード) の 3 種類があり 30cm 当たりの段の数によって規定されている。この他に、C 段、E 段、F 段、G 段などがある。通常よく使われているフルードは、4 種類で段の高さの違いを片面段ボールの断面にして表 3.1 に示した。

表 3.1 代表的な段ボールの段数および段の高さによる分類

段の種類	30cm 当たりの段数	段の高さ (単位 mm)
A フルード 	34 ± 2	4.5~4.8
B フルード 	50 ± 2	2.5~2.8
E フルード 	93 ± 5	1.2~1.6
AB (W) フルード 	A フルードと B フルードの貼り合わせたもの	

(3) 段ボールを製造する機械コルゲータ

段ボールを英語で corrugated fiberboard と言い、段ボールを製造する機械を corrugating machine と言うことからこの機械をコルゲータと呼ぶ。

コルゲータで両面段ボールを製造する順序を図 3.77 の概念図に示す。



図 3.77 両面段ボールを製造する順序の概念図

段ボールのほとんどが、連続的に貼合（てんごう）するコルゲータで生産されている。図 3.78 は両面段ボールを製造する機械の見取り図で、全長が数 10m に及ぶ細長い装置である。

コルゲータの能力は加工する最大の紙幅(mm)と公称最高運転速度(m/分)で表し、通常「2200mm×200m/分」のように表現する。

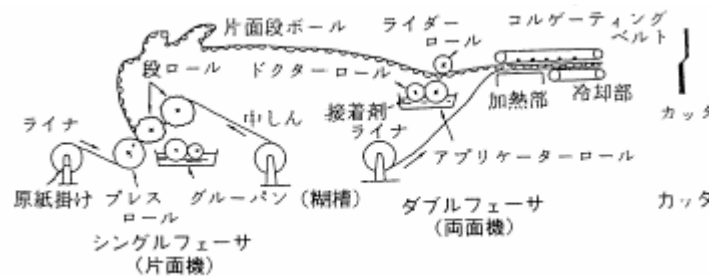


図 3.78 コルゲータの見取り図

コルゲータの中で一番重要である、中しんを波形に形成する機械が「シングルフェーサ」である。「シングルフェーサ」は“片面機”または“段繰り機”とも呼ばれ、略して“SF”と表記する。

この機械は単独では「片面段ボール」を製造する機械として使用され、コルゲータでは複数台使用し、他の機器と連結して、両面段ボールや複両面段ボール複々両面段ボールを製造する。図 3.79 はシングルフェーサ見取り図である。

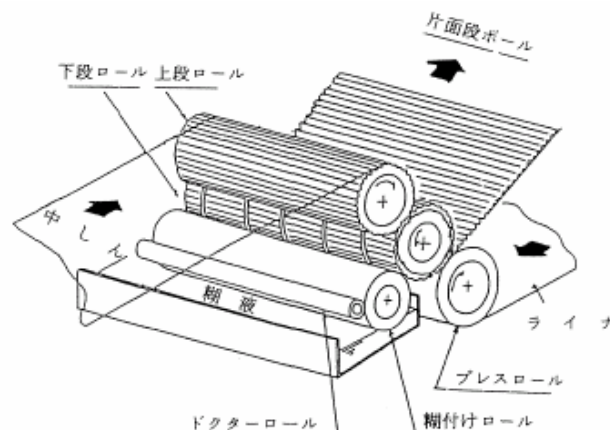


図 3.79 シングルフェーサ見取り図

(4) 段ボール原紙

段ボール原紙は表に貼るライナと波形の段をつける紙となる中しんに大別される。さらにライナは強度と抄紙原料の違いから、クラフトライナ、ジュートライナ、内装ライナに分けられる。

1) クラフトライナ(Kライナ)

クラフトライナとはクラフトパルプを主原料としたライナで、外装用として使用される。1973年(昭和48年)のオイルショック以降、省資源運動の高まり、製品のコストダウン、輸送技術の進歩などにより、破裂強度重視の傾向が薄れ始め、原紙の多様化が目立ち、Kライナにおいても古紙の配合率を高めたK'ライナ、K''ライナが増え、さらにジュートライナ抄紙機で抄いた擬似Kライナ(ジューTKライナ)も登場し、今日ではK'ライナ及びジューTKライナが大半を占めるに至った。なお、Kライナには耐水・撥水性など機能性を持たせた原紙もある。

2) ジュートライナ

ジュートライナとは表層に古紙またはクラフトパルプを、中層と表層に古紙を原料として抄造したもので、BライナとCライナおよび原紙の多様化により登場したC'ライナがあり、Kライナ同様外装箱用に使用される。1960年(昭和35年)時点ではジュートライナが外装用ライナの75%を占めていたが、Kライナの多様化に伴いBライナの範囲がKライナにシフトされ、1974年(昭和49年)には比率が46%と50%を割り込み、2001年(平成13年)には外装用ライナ全体の29%までに落ち込む程になっている。

3) 内装用ライナ

強度が特に要求されない軽量物の内装用箱、個装箱、仕切り、緩衝用などが主な用途となっている。用途が限られるため、生産量も限られ、ほぼ横ばいで推移している。

4) 中しん

段ボールシートの中の段(フルート)に使用される中しん原紙は種類として、セミケミカルパルプ(SCP)を主原料とする“パルプしん”と古紙を原料とする“特しん”に分けられる。“パルプしん”は1965年(昭和40年)以降増産され続け、1980年(昭和55年)には中しん全体に占める割合が75%となった。しかしその後は量的には横ばいで推移している。

逆に“特しん”は1965年(昭和40年)から1980年(昭和55年)までは横ばいで推移したが、それ以降は“特しん”の品質向上と段ボールメーカーのコストダウンもあり生産量が急増しており、2001年(平成13年)には中しん全体に占める割合は66%となり、“パルプしん”を逆転している。

また、コストダウンの一環として、複両面段ボールから両面段ボールへの移行(ダブルのシングル化)に伴い、厚物(180g/m²、200g/m²など)の“強化しん”が登場し、今日になっても増加の傾向にある。

中しん原紙には、ライナに加わるテンションとは全く異なる過酷な振動に対応できる走行適正が必要である。日本における段ロールの種類は段高さの高いAフルートがほとんどで、また厚物中しんも多いので、中しんの段繰り適性条件はCフルートが主流の欧米より厳しく、条件によっては段切れ、段割れも発生する。これに対応する中しんの特性として、縦の引張強さ、均一な地合、水分ムラが少なく、平滑特性も必要である。

接着特性として、適当な吸水度は必要特性値である。段ボール原紙は温度と相対湿度と環境条件の変動でいずれの物性値が変化する。温度の変化は段ボール原紙の物性値への影響がそれほど大きくはないものの、含水分による影響は大きい。このため、安定した状態での含水分の原紙にするためには、一般的には24時間またはそれ以上の時間を同じ環境下に置かなければならない。

また最近、400m/分級の高速コルゲータ、時間貼合長13,000mの高速コルゲータが出現し、段

ボールの段形成問題がクローズアップされている。すなわち、近年すでに解決していたと思われていた中しんの段割れ、段しわが多くなり、中しんをライナ代わりに使用することからピッチトラブルも増大している。

このように段ボール原紙の進展とコルゲータの進展が段ボール製造の仕事の内容を変化させることにもなっている。

3.4.2 段ボールシート製造機械（コルゲータ）の技術の変遷

(1) 国内における段ボール誕生から戦前までの段ボール産業の状況

1909年（明治42年）、手貼りではあるが始めて国産片面段ボールが作られた。この後、ドイツ、アメリカから機械が輸入されて、段ボールの生産販売が行われ、大正末期で7社ほどの段ボールメーカーが誕生していた。しかし、1935年（昭和10年）から終戦までに段ボール産業は破綻状態となっていた。

(2) 戦後復興期のコルゲータ工程

戦後復興期のコルゲータは、戦前と同様シングルフェーサ（片面機）による手貼方式が主体であり、1947年（昭和22年）に全国で48台であったシングルフェーサが昭和33年には270台と大幅に増加した。

シングルフェーサの性能は機械巾が900～1400mm（平均1250mm）、貼合速度は公称速度で19～35m／分（平均27m／分）となっていた。

コルゲータ工程は片面段ボールと表ライナを手動式断裁機で切断し、手動式糊付け機による糊付けとプレス機による圧着の工程を経て、段ボールシートが生産された。

コルゲータの接着剤にはケイ酸ソーダ（水ガラス）かデンプン接着剤が使用され、乾燥熱源として電気、ガスが使用された。

生産量の増大にともなって、両面段ボール機（コルゲータ：図3.80参照）も増加し、1947年には3台にすぎなかったものが、1959年（昭和34年）には、130台と急増した。両面段ボール機の性能は紙巾130から180cm（平均144cm）、貼合速度は公称速度30から180m／分（平均67m／分）と広幅で、高速の機械が設備されるようになった。しかし、接着剤がケイ酸ソーダからデンプン接着剤への転換、クラフトライナ、セミケミカルパルプ（SCP）中しんの使用、電気から蒸気への転換など対応する課題が多く公称能力を出すことは難しかった。

ケイ酸ソーダによる接着剤では、段ボール表面のアルカリストインによる内容商品の損傷、段ボールの強度低下などの問題が発生した。この問題を解決するため、デンプン糊による米国特許のステインホール方式コルゲータ接着剤製造方法を日本段ボール工業会が導入した。このデンプン糊の使用より、段ボールの品質が良くなり、コルゲータの生産性は飛躍的に向上した。

(3) 段ボールの接着剤

段ボールを貼合する接着剤は、特殊な場合を除いてほとんどデンプン糊である。一般的にはデンプンを苛性ソーダとともに加熱水で膨潤破壊させたキャリヤ部を、デンプンを水に分散させたメイン部デンプン液に混合させた比較的低粘度で、高濃度のデンプン液が使用される。高速で安定した接着がえられる。この製糊方式をステインホール方式という。

シングルフェーサとダブルフェーサでは接着の機構が異なるため、シングル用、ダブル用に分けて、異なる配合で製糊する場合と両方同じ糊液を使う場合がある。表3.2、図3.80、を参照。

最近ではプレミックス糊といわれるあらかじめ配合された糊を温水に分散させるだけで使用できる糊も使用されており、製糊作業の軽減化が図られている。

表 3.2 シングルフェーサ、ダブルフェーサでの接着の差異

項 目	シングルフェーサ	ダブルフェーサ
接着様式	界面接着が主	浸透接着
接着方法	加圧・ショルダ(キリング有)	密着・全面
オープンタイム	短. 1/250秒	長. 1/2～1/3秒
クローズドタイム	短. 1/500秒以下	長. 3秒以下
糊化温度	58～65℃	55～66℃
塗布量	3.5～4.5g/m ²	4.5～5.5g/m ²
最終接着強さ	18～23kgf/40cm ²	22～30kgf/40cm ²

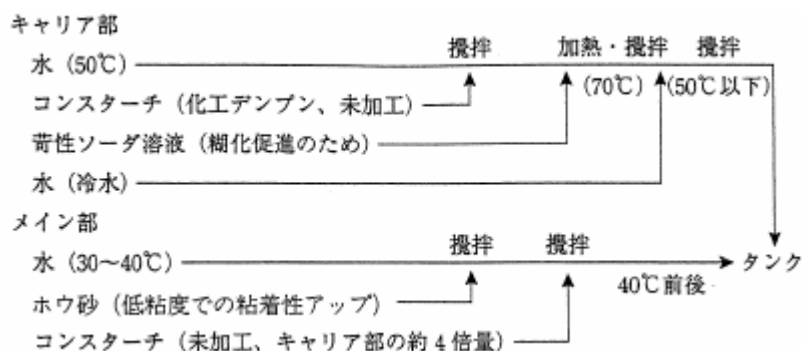


図 3.80 製糊方法

(4) 大量生産のコルゲータ

1955年(昭和30年)頃からの高度経済成長の時代背景の中で、段ボール生産量も年率10～20%と高い伸びを示した。

段ボール及び段ボール箱の製造工程も、これまで製箱工程で行っていた断裁、罫線工程をコルゲータ工程で行うなど短縮され、大量生産に向かって積極的に設備投資された。従って製造設備も生産性の高い機械設備が必要となった。

段ボール産業の先進国の米国機械メーカは、すでに紙巾2450mm、公称貼合速度200m/分の大型・高速コルゲータ機械を製作していたことから国内への技術導入が検討された。

1961年(昭和36年、)国内機械メーカが世界のトップレベルにある米国の機械メーカと技術提携を締結し、海外技術の国内導入を行った。その後、大手商社、機械メーカ数社は、欧米の各設備及び技術の積極的な輸入を行った。この結果、国産大型機が製作され、大型コルゲータ製作の幕開けとなった。一方大手商社によるコルゲータの輸入もなされ、広幅化、高速化が大手段ボールメーカで急速に進んだ。ただ欧米ほど広幅化は普及しなかった。

複両面段ボールの普及に伴って、複両面コルゲータが大多数となり、一部では複々両面コルゲータも製作された。広幅化、高速化に対応するコルゲータには各部分に新しい設備が採用された。

1970年(昭和45年)には両面コルゲータと複両面コルゲータの合計で約426台が設置された。

コルゲータの性能は紙巾 1400 から 2450mm (平均 1510mm)、貼合速度は公称速度 30 から 200m/分 (平均 80m/分) となった。コルゲータにスリッタースコアラを設置し、工程の短縮化を図ったものの、オーダーチェンジごとにマシンを停止する為、生産ロットの大きなものでなければ使用されなかった。

高速化が進むにつれて、原紙のコルゲータへの供給量が多くなり、従来のシャフト式の原紙掛け（ミルロールスタンド）では、原紙の供給が間に合わなくなり、貼合速度をあげることができなかった。この時期も欧米ほど広幅化は普及しなかった。

そこで図 3.81 に示す、スタンドの中心軸が 360 度回転するターンオーバー式のシャフトレスのミルロールスタンド（原紙掛け）が採用された。

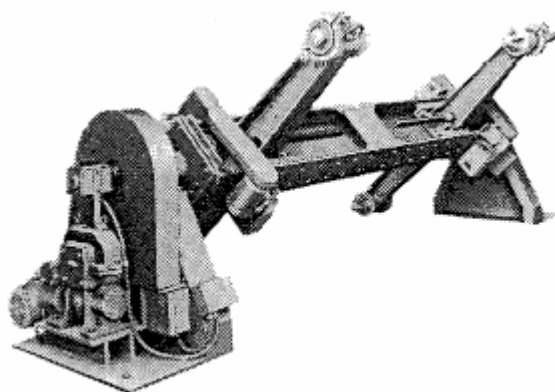


図 3.81 ターンオーバー式ミルロールスタンド（原紙掛け）

しかし、このターンオーバー式のミルロールスタンドは原紙を装着した後で回転し紙継ぎ位置まで移動するため、床にピットを掘るかマシンのブリッジの高さを高くする必要があり、高速機では不適當であったことから、中心軸を回転させず、原紙を装着した 2 組のアームを各々床面から数 10 度上下させて使用するスイング式ミルロールスタンドが採用され始めた。図 3.82 は原紙を装着したスイング式ミルロールスタンドを示す。

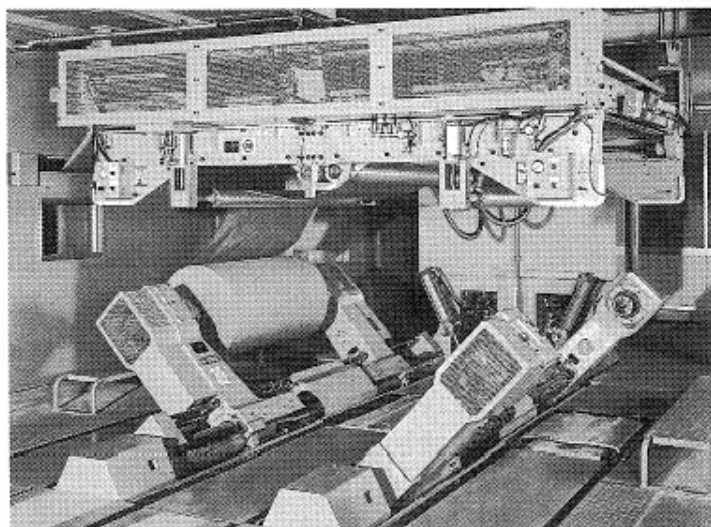


図 3.82 スイング式ミルロールスタンド（下）とスプライサ（上）

ダブルフェーサ（図 3.83）用のキャンバスベルトは、これまで広幅のものを製造するメーカーがなかったため、二枚ベルトを使用していたが、左右ベルトの伸びの違い、ベルトの継ぎ目のズレなどにより、製品に傷がつき不良品が多く発生した。この頃ようやく広幅ベルトを製造するメーカーが増え、一枚ベルトが採用され始めた。

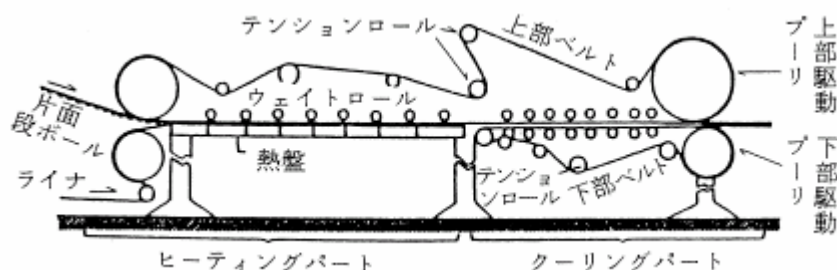


図 3.83 ダブルフェーサ見取り図

しかし、広幅マシンでは欧米のごとく、ダブルカッタを使用し同一材質での取り合わせ貼合による巾効率の向上が検討されたが、紙巾、材質の種類の多いわが国では取り合わせ貼合が難しく、十分性能を生かされなかった。

大型化高速化に対応するために、各種周辺機器が開発されたが、コルゲータスタッカはまだ開発されず、人手による人海戦術で処理していた。

この頃から、簡単な装置をコルゲータに設置して、耐水段ボール、撥水段ボール、連続模様、カッターテープなどの生産を始めた。

(5) コルゲータの省人化、自動化

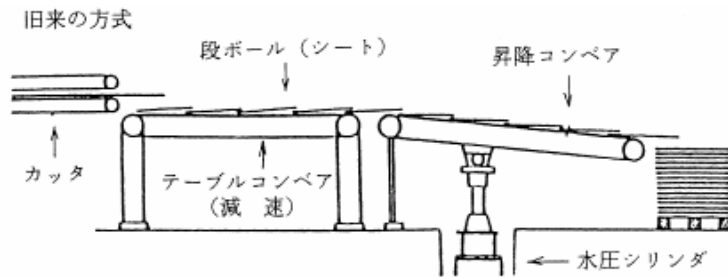
1971 年（昭和 46 年）のドルショックと変動相場制への移行により日本経済は大打撃を受けた。さらに 1973 年（昭和 48 年）のオイルショックは日本経済を大混乱に陥れ、一転して低成長もしくはマイナス成長時代へと突入した。段ボール産業も有史以来初めてマイナス成長の時代を迎えた。

生産設備の新規導入は低調になり、すでに設置した設備の性能を十分に発揮させ、しかも省人、省力をいかに進めるかが大きな課題となった時代である。

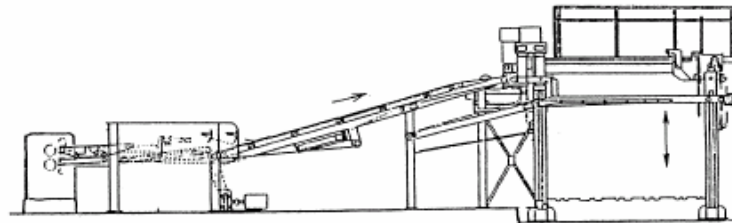
大量生産時代に導入された大型高速設備を高効率で稼動し、しかも省人、省力をするためには、コルゲータの各部分の自動化が必要となった。

原紙の紙継ぎ作業は、運転速度を極端に低速にし、作業者が使用中の原紙に次の原紙を手で貼る紙継ぎ方法であった。この作業は不安全で失敗とロスが多く、紙継ぎを自動で行うオートスプライサの開発が要求された。コルゲータ用オートスプライサは、設置場所がブリッジとミルロールスタンドの空間に設置する必要上、機械の大きさに制限があり、しかも、紙巾、材質、厚さの違う種類の原紙を接続する必要があった。これらの条件を満たした図 3.82 に示すオートスプライサが開発され、国内機械メーカー数社から発表された。

段ボールシートの積み上げ方法は、多数の作業者による人海戦術が取られていたが、高速運転に追従できないためオートスタッカの開発が必要となり、国内機械メーカー数社から図 3.84 に示すダウンスタッカなどが発表された。



ダウンスタッカ



積み上げ部が2ヶ所あるもの
(ダブルカットオフを採用した例)

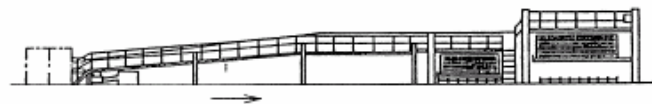


図 3.84 各種オートスタッカ

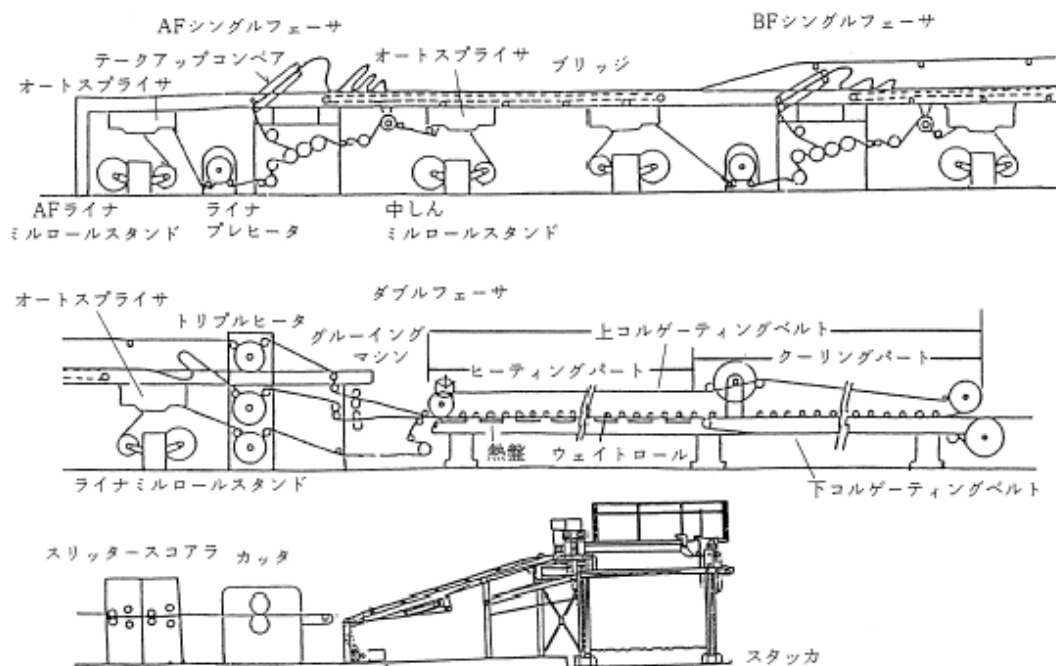


図 3.85 省人化、自動化時代の複両面コルゲータの見取り図

広幅化し、高速化したコルゲータを省人、省力の時代に有効に稼動するためには、おのずと自動化が必要となってきた。コルゲータは40m～100mと長く、生産枚数のコントロールは、ウェットエンド（シングル側）とドライエンド（カッタ側）との作業者がお互いの合図によって行われていたこともあり生産枚数に誤差が多く、歩留まりも悪かった。

この点を改善するために開発されたのが枚数管理装置であり、コルゲータの自動化を進めた装置である。

1973年（昭和48年）に油圧パルスモータを使用したロータリ油圧パルスカッタが発表されたことから始まり、翌年、直流モータを使用したデジタルカッタが発表された。1975年（昭和50年）、1976年（昭和51年）と各機械メーカーが次々NC（数値制御）カッタを発表しコルゲータのカッタは一挙にNCカッタに変わった。

NCカッタは切断後差を従来のcmの単位からmm単位に縮小したと同時に、瞬時にオーダーチェンジが可能となった。図3.86はNCカッタのメカニズムを示す。

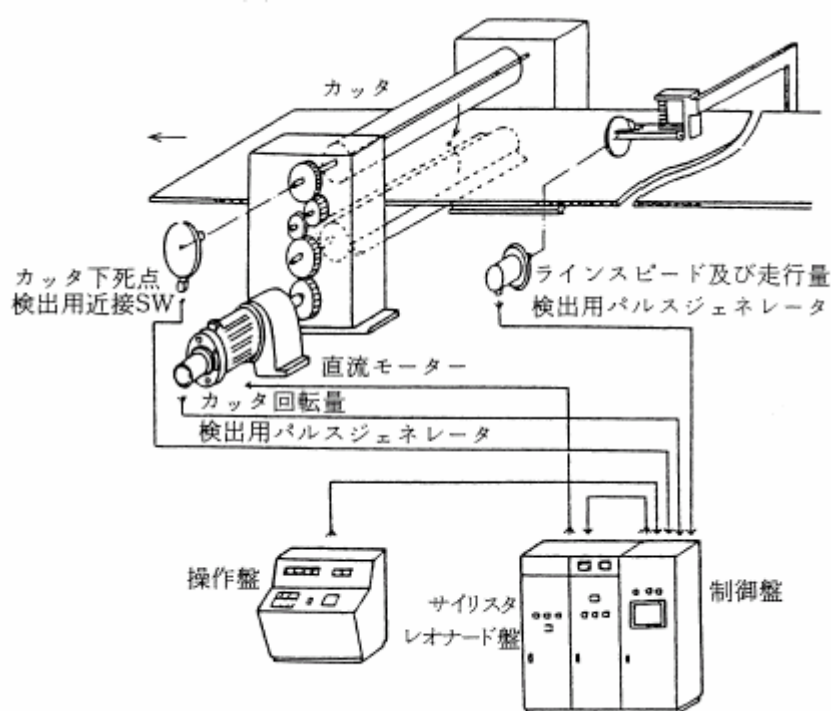


図 3.86 NCカッタのメカニズム

次に機械を停止することなく、連続してオーダーチェンジを可能とするオートスリッタースコアラが発表された。オートスリッタースコアラの開発は、従来ピットの中で潜ってセットしていた不安全作業の解消と省人にもつながった。従来のスリッタースコアラでは、セット時間は作業者の熟練にもよるが、5～10分掛かっていた。

そのため、小ロットではセット時間が間に合わず、貼合速度を落とすか、大ロットのみスリッタースコアラを使用していた。図3.87と図3.88に示すオートスリッタースコアラでは25～30秒セットが可能となり、小ロット（300m～500m）でも、連続してオーダーチェンジができ、貼合生産性を飛躍的に向上させた。

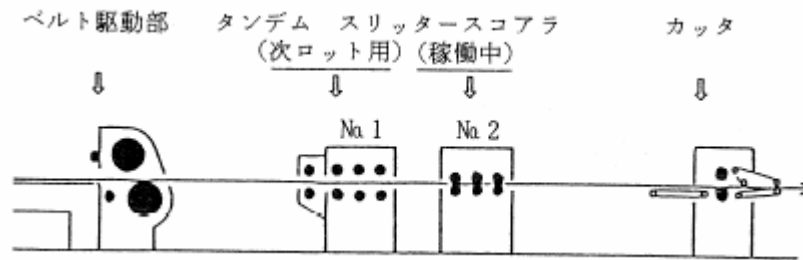


図 3.87 オートスリッタースコアラの配置図

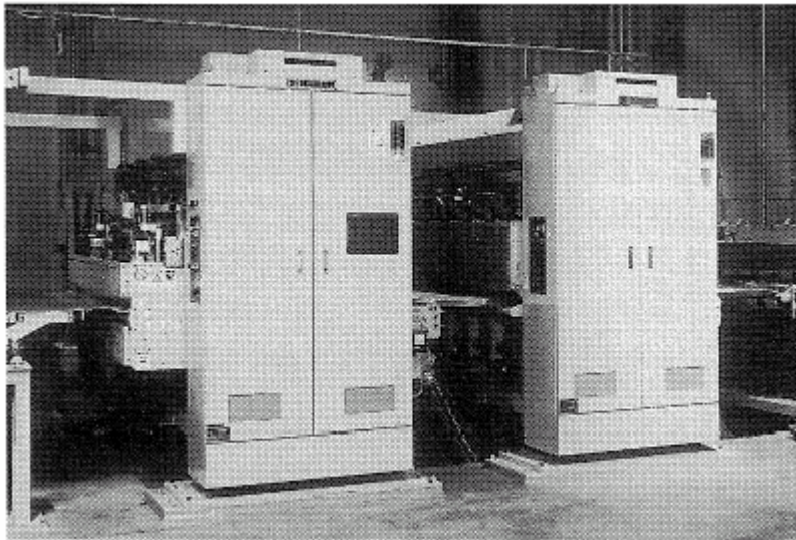


図 3.88 スリッタースコアラ

このように省人化、自動化を目的として開発された、スプライサ、ミルロールスタンド、スリッタースコアラ、NCカッタ、オートスタッカを組み込んだ複両面コルゲータの見取り図を図 3.85 に示す。この図は一般的なものを 3 列に分割して図示したものである。

(6) 高品質と高能率生産のコルゲータ

1975 年（昭和 50 年）に国内機械メーカーから自動化を駆使した世界でも初めての連続オーダーチェンジシステムが発表された。引き続き各機械メーカーから次々発表され、コルゲータの自動化は前進した。

しかし、ウェットエンドでは、従来のシングルフェーサが使用され、段ボールの多様化に伴って、増加した原紙の種類に対応するシングルフェーサがなかった。

段ロール間で形成された中しんを下段ロールとアプリケーションロールの間を移送させ、段頂に糊液が転移されライナと接触するまでの間、遠心力で飛び出す中しんをガイド板にて正常な段形を維持させなければならない。

フィンガータイプは、一旦中しんを下段ロールから飛び出させ、中しんを成形された元の形状にして、再び下段ロールに収納する「フィンガープレート」というガイド板を中しんの厚さに応じて調整する必要があった。

図 3.89 はフィンガープレートとその支持金具で、図 3.90 はフィンガータイプの糊付け機構の見取り図である。

コルゲータ本体のシングルフェーサはフィンガ調整が難しく、中しんが多様化する中でハイロー段による品質不良が発生する為、貼合速度を落として運転していた。このフィンガ調整は取り付け時間に 4～8 時間も要していた。熟練を要し高度な技術が必要であり、フィンガ調整ができて初めて一人前のコルゲータ技術者といわれた。

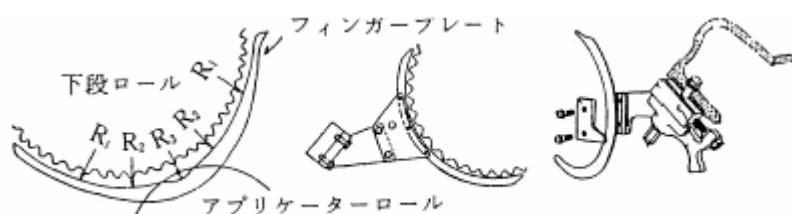


図 3.89 フィンガープレートとその支持具

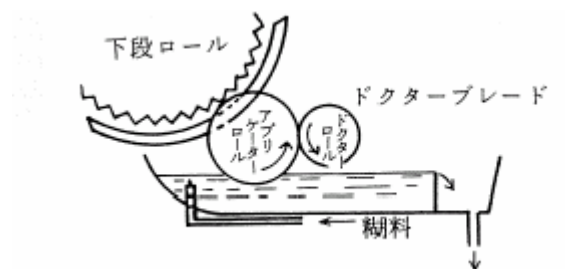


図 3.90 フィンガータイプの糊付け機構

1977 年（昭和 52 年）、フィンガを使用しないフィンガレスシングルフェーサを国内の機械メーカーが世界で初めて高速実用機として開発した。さらに別の国内機械メーカーがノーフィンガシングルフェーサの実用化に成功し、シングルフェーサは一挙にフィンガレスの時代に突入した。

図 3.90 に各方式の略図を示すが、分類上は同一であっても、その構造の細部は各機械メーカーにより相違点がある。

フィンガレス、ノーフィンガ方式はともにフィンガ調整が必要なく、中芯の種類を問わず、ハイローのない高品質の片段が高速で貼合化可能となり、コルゲータの貼合速度を飛躍的に上昇させた。

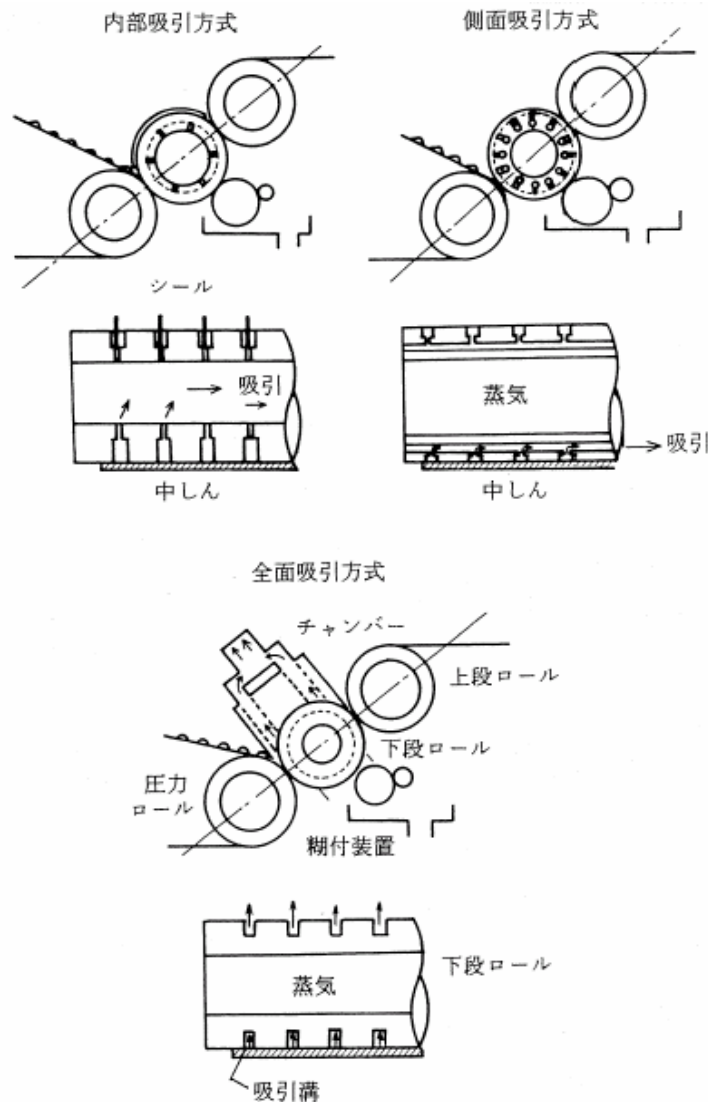


図 3.91 フィンガレスシングルフェーサの機構

ウェットエンドの貼合速度は 200～250m/分と上昇し、同時に段ボール箱の圧縮強度の向上にも貢献した。

1978 年（昭和 53 年）の統計では、オイルショックのマイナス成長時代から低成長時代を迎えた情勢の中でコルゲータは約 480 台に増えていた。

高速で連続運転し生産枚数を管理するために、コルゲータの各部分に導入されている自動化機器を効果的に集中管理する生産管理システムが開発された。これまで生産数量を管理するための枚数管理装置が導入されていたが、片段滞留量のアンバランス、不良除去の不正確さなどにより誤差が発生し、枚数管理も不十分であった。従って、生産枚数不足を恐れて、多い目に生産することが普通であった。しかし、受注ロットが小口化し、しかもコスト的には厳しい環境の中で、生産数量オーバーはコストアップとなり、認められなくなった。

そこで、コンピュータを活用した生産管理システム開発され、生産管理装置が改善された。

表 3.3 にコルゲータの生産管理装置の一般的な機能を示し、図 3.92 は生産管理装置の表示端末の一例を示す。

表 3.3 コルゲータの生産管理装置の一般的な機能

	ウェットエンドの制御機能	ドライエンドの制御機能
1	ライナ、中しんの自動紙継ぎ制御	DFのフルート・チェンジ自動制御
2	SF速度のDF速度への追従制御	スリスコの寸法決めとオーダー変更制御
3	片面段ボールのブリッジ上の長さの把握	カッタの寸法とオーダー変更制御
4	ブリッジ上の片面段ボールの長さ制御	スタッカのオーダー、パッジ変更制御
5	オーダーチェンジ時のDFの減速自動制御	パレットマガジンによるパレット等の供給機能
6	紙替え時のDF速度の減速自動制御	オーダー登録とその変更機能
7	紙継ぎ部不良品の自動排出指令	生産枚数の補正機能
8	不良品検知と排出機能	生産に関する諸実績の集計機能
9	原紙のテンション自動制御	
10	原紙の紙替えまでの残長の表示	
11	SF、DFでの現在生産長の表示	
12	SF、DFの現在速度の表示	



図 3.92 生産管理装置の表示端末の一例

省人化設備の導入もコスト削減のため、積極的に行われた。自動化機器を導入する目的は省人化にあり、逆に省人化可能な部門には、省人化設備の開発が積極的に進められた。

これまでコルゲータ人員は各部門に人員を配置し、一直人員は 15～16 名（糊ボイラー含む）であったが、省人化設備の導入により 8～9 名で操業可能となった。

段ボール原紙の薄物化は客先の包装合理化の要求に従って推進された。特に自動ケーサで使用するラップアラウンド用段ボールは 90 から 120 g/m²のライナが使用され始めた。フィンガレスシングルフェーサの導入によりハイロの問題は解決したが、薄物ライナ構成による段ボールシートのそり対策は今日も解決していない。

段ボール産業の経営環境はますます厳しくなり、受注内容は多品種、少量、短納期の時代に突入した。段ボール箱の受注ロットはますます小口化し、しかもトヨタカンバン方式に見られるごとく、必要なものを、必要な数量、納入することが要求され始めた。これまで受注ロットは少量でも生産ロットはまとめて生産し分納する方法が取られていたが、在庫リスクが大きく問題となってきた。

受注ロットで生産し納入するストックレス生産が必要となった。そのために受注から納品までをコンピュータで管理し、生産する新しい生産管理システムが開発され、導入された。

生産性を向上させた新しいシングルフェーサとして、2種類のフルートの段ロールがセットされ

ており、フルートを交換できるようになっている、デュアルフェーサ（図 3.93）、ツインフェーサ（図 3.94）や、裏ライナのプレスマーク解消し、貼合速度を上げるためプレスロールをプレスベルトに替えたシングルフェーサ（図 3.95）、毎分 500 メートルという世界最高の貼合速度を達成したベルトレスシングルフェーサ（図 3.96）などが開発され使用されている。

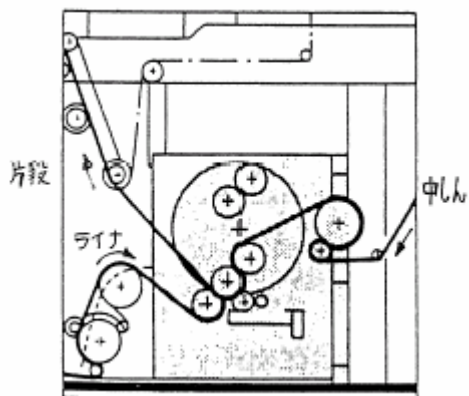


図 3.93 デュアルフェーサ

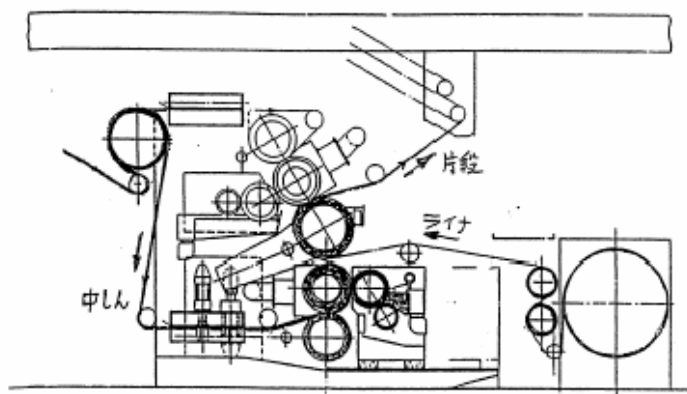


図 3.94 ツインフェーサ

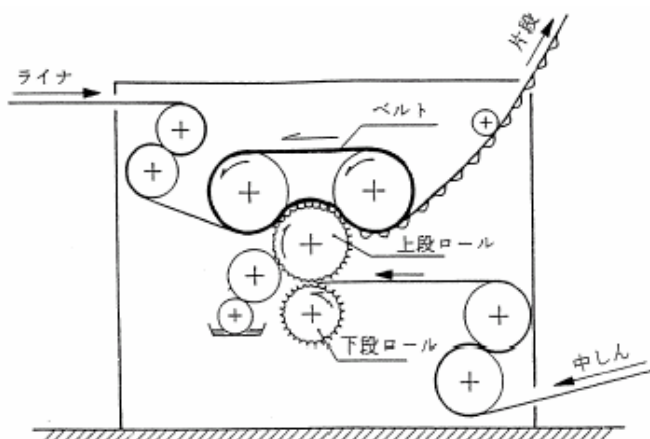


図 3.95 ベルトプレスシングルフェーサ

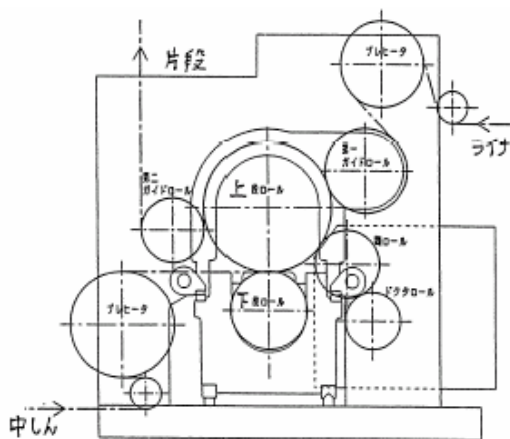


図 3.96 ベルトレスシングルフェーサ

さらに、これらのシングルフェーサには多品種小ロット生産に対しても安定した高速運転が可能のように、コンピュータ制御による連続運転装置が設置されている。

小ロット化が進み、オーダーチェンジの回数が急増し、作業者がその指示を入力していたのでは間に合わず、間違いを起こす可能性もある。そこで一日の貼合計画をテープかフロppyに入力し、コルゲータを自動運転するシステムが開発され、省人化が進んだ。

高速で紙継ぎ可能なオートスプライサ、フィンガレスシングルフェーサでの紙切れ防止及び紙継ぎしろの少ないゼロテールスプライサ、スプライサのテープ自動調整装置、紙継ぎ部分の不良シートの自動除去装置、オートスタッカパレット自動供給装置などの周辺機器も開発され導入された。

これまでは作業者の経験と勘によって紙継ぎ、材質の違い、反りの状況などにより速度を変えていた。しかし、このシステムでは、速度コントロールの情報を生産管理装置に入力しておけば、全自動で運転し、品質の良いシートが高速で連続生産できるようになった。

コルゲータ工程の自動化と平行して、生産計画もオフィスコンピュータで生まれ、フロppyで出されるようになり、製造工程で使われているホストコンピュータとの連動技術が開発され、各部門にコンピュータが使われる時代となった。

これまでは同一フロア上に一列に設置したコルゲータの全長を短くした“ダブルデッキ”、“ツインライン”などと呼ばれる2階建てのコルゲータが1990年代始めに開発され、原紙搬送装置と組み合わせ、4～5名のオペレータで運転できるようになり、省人化がいっそう進んだ。最近では400m/分の高速タイプの2階建てのコルゲータも登場した。

1986年（昭和61年）頃からは、電気機械等多くの製造業が自企業の生産拠点を海外へ移転し、この傾向は現在も進んでいる、段ボール企業はこれらの工場への協力のため海外進出した。その生産量は国内の一割を超していると推定されている。日本ではこれにバブル経済崩壊の後遺症が重なり、経済社会の苦悩は深刻である。

日本の段ボール企業は、以前からの「不採算性体質」から脱却しなければならないという難問が続いていて、生き残りのため体質強化を含め、企業体質の再構築に取り組みつづける。

1997年（平成9年）に550台以上あったコルゲータは2003年（平成15年）には段ボール企業は254社、414事業所、コルゲータ453台に減っていて、段ボール企業の構造改革が逐次すすんでいる。

(7) 100%良品が要求されるコルゲータ

コストダウン要請に対し段ボール原紙の薄物化が進み、環境対応要請から段ボールの軽量化も進んでいる。段ボール原紙をさらに軽量化する上で重要な技術はライナ120g/m²以下、中しん115g/m²以下のものが、コルゲータで反りがなく貼合でき、製函機で印刷と製箱ができることにある。

段ボールの軽量化については複両面段ボールから両面段ボールへの移行（ダブルのシングル化）が行われ、環境負荷の軽減の動きとともにEフルートより段高の低いFおよびGフルートのマイクロフルートが注目され、開発されている。

この状況の中、ますます生産性向上が求められ、100%良品が要求され、不良品の発生を防止できるコルゲータの「自動化」が必要とされている。運転速度は300m/分以上の高速となり、一層の省人が図られ、ロス低減が可能なコルゲータが導入されている。オフィスコンピュータとの連動は、生産の完了と同時に、生産情報がリアルタイムに確保できるようになり、工場管理の将来のロボット化への方向付けは出来つつある。

3.4.3 フレキソプリンターズロッタ

(1) フレキソプリンターズロッタの概要

フレキソ印刷は一般に、「液状で速乾性のインキとゴム状凸版を使用する印刷方法」といわれており、まさにフレキソプリンターズロッタで印刷される段ボール印刷そのものと言える。

段ボール箱の製造は、断裁、印刷、罫線入れ、溝切り、接合および打ち抜きの6工程を主工程としている。プリンターズロッタは、枚葉の段ボールシートに前記工程の印刷、罫線入れ、溝切り加工を行う機械である。機械は、給紙部、印刷部、スロッタ部および、付属装置としてスタッカ部より構成される。

版交換を行う時に各ユニットを開いて行う開閉式と開く必要のない固定式2種類がある。

図 3.97 に全体図を示す。

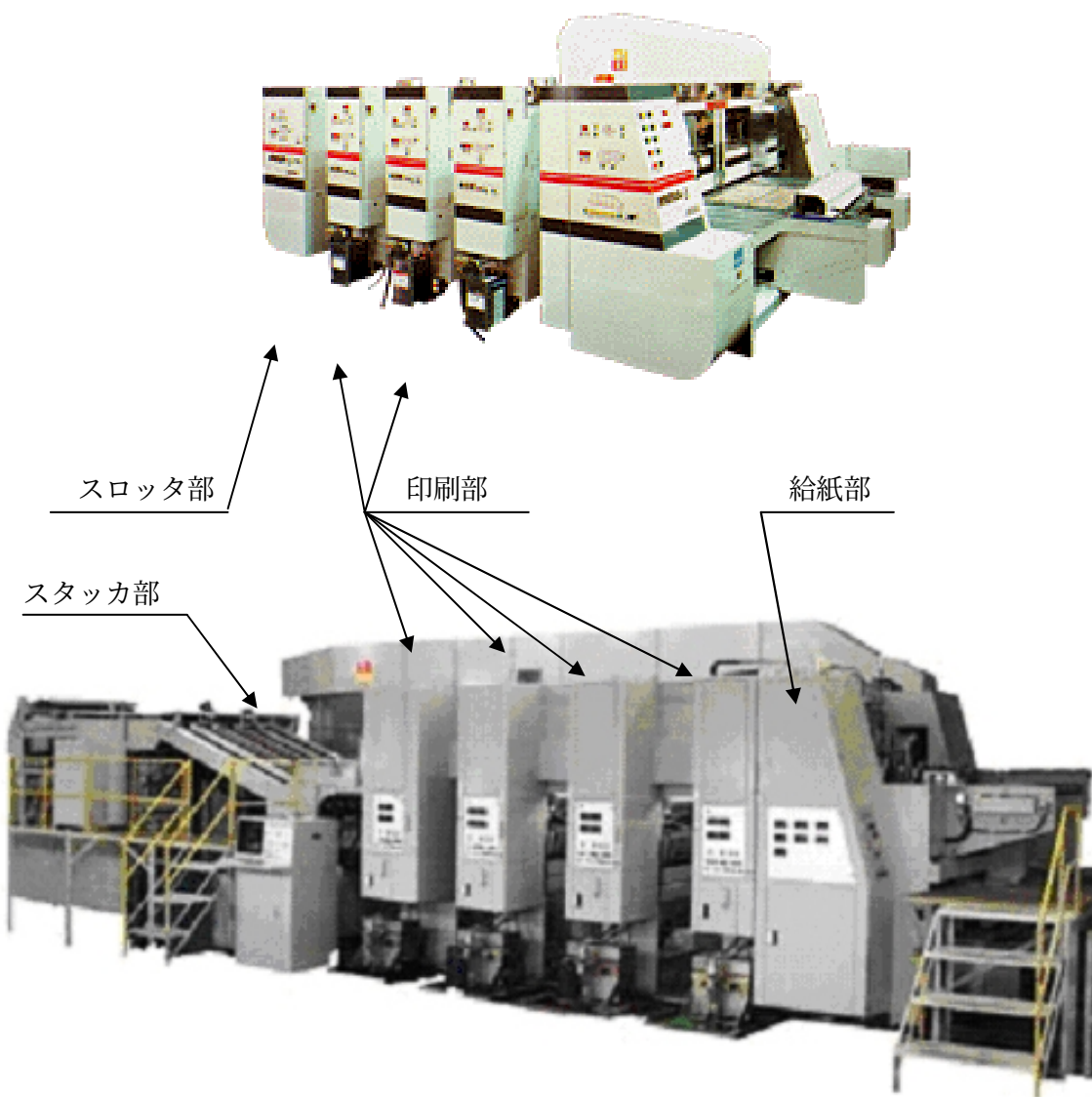


図 3.97 上：プリンターズロッタ（開閉式） 下：4色プリンタ（固定式）

1) 給紙部

段ボール紙のフィード方式は、大別してキッカーフィードとリードエッジフィードの2種類がある。

キッカーフィードは、段ボール紙の後端をキッカーバーと呼ばれる段差のついた板で引っ掛けてフィードロールへ送る機構になっている。

リードエッジフィードは、キッカーの代わりに段ボール紙をベルトやコロを回転させ、摩擦力を利用してフィードロールへ送る機構になっている。

図 3.98 にキッカーフィードを、図 3.99 にリードエッジフィードを示す。

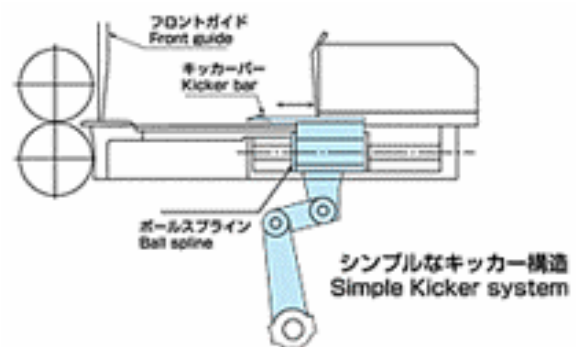


図 3.98 キッカーフィードの給紙機構

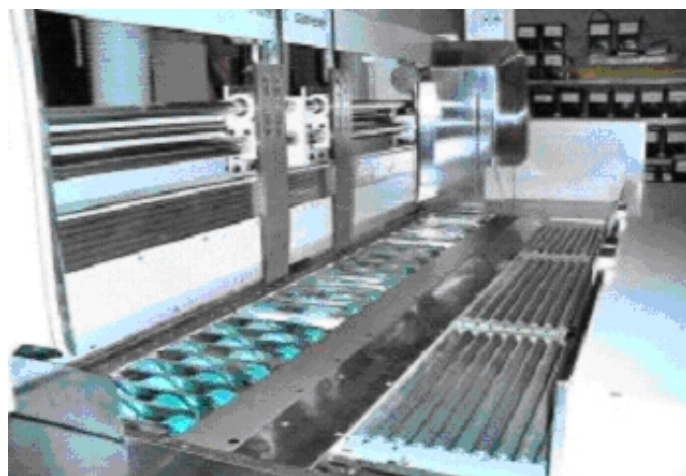


図 3.99 リードエッジフィード方式

2) 印刷部

印刷部は、供給された段ボール紙に印刷を行うユニットで、圧胴、版胴、アニロックスローラ（インキ着けローラ）から構成されている。

版面へのインキ供給は、2ロール方式とチャンバ方式があり、印刷の再現性を重視する場合は、後者が採用される。

図 3.100 代表的な 2 ロール方式、図 3.101 チャンバ方式の概略構成を示す。

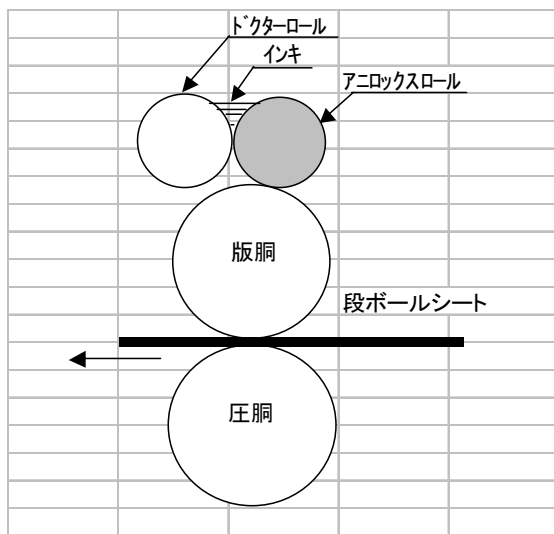


図 3.100 ロール方式

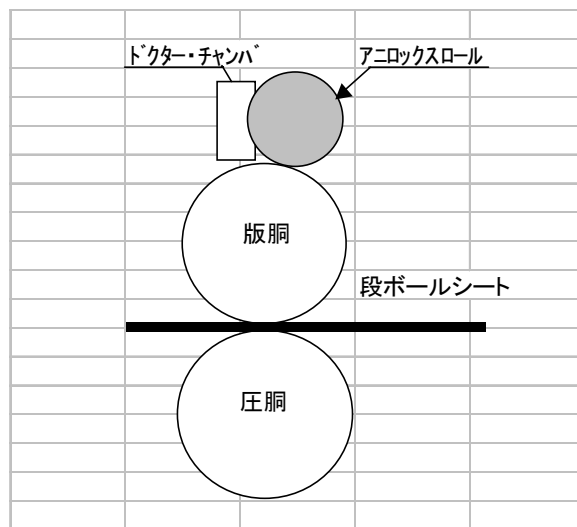


図 3.101 チャンバ方式

3) スロッタ部

スロッタ部は、段ボールシートを箱にするためのフラップの溝切り、罫線入れを行うユニットである。

図 3.102 にスロッタ部を、図 3.103 に一般的な加工後の段ボール紙を示す。

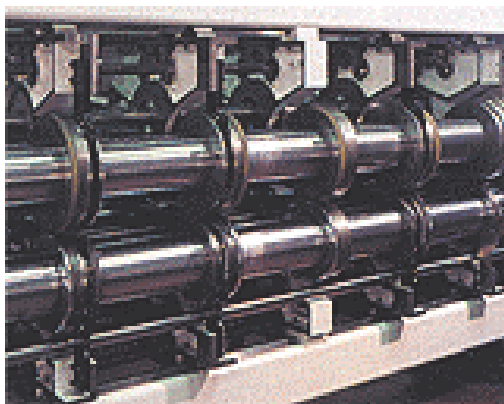


図 3.102 スロッタ部

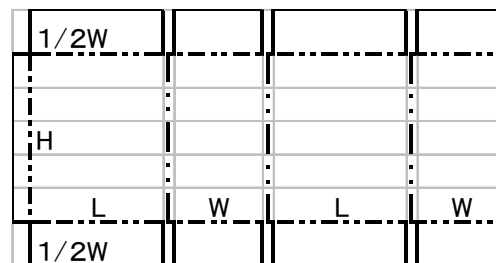


図 3.103 段ボール

(2) フレキソ印刷と関連素材について

1) 段ボール紙（前項 3.4.1 (1) (2) 参照）

2) 版 材

版材に求められる条件として、日本は四季がはっきりしているため年間を通じて硬度変化が少なく、反撥弾性が高いこと、また、インキの粒子をしっかりと版面で支えられることが必要である。

段ボール印刷用の版は一般的に印版と呼ばれ、ゴム版に手彫りして作るゴム印版と、写真製版により作る樹脂印版とがある。

樹脂印版は、感光性樹脂の原液に光をあて凹凸をつけるため細かい製版ができ、最近、段ボール

印刷の分野でも重ね刷り、バーコード印刷など精度が要求される印刷が多くなっているため、大半がこの印版に変わっている。

3) インキ

フレキソインキの歴史は、1890 年代の水溶性インキが始まりとされ、1960 年代からアルコール系、溶剤系インキが加わって 3 つのタイプが使用され現在に至っている。最近、これに UV インキが加わっている。

段ボール印刷は、古くから水性インキが使用され主成分はほとんど変わっていない。特徴として乾燥時間が短いため、機械の速度やタイプにより成分比率を変える必要がある。近年の機械速度の高速化（300 枚～350 枚／時）にともないインキの乾燥時間を早くして次のユニットに入る前に乾燥させる必要があり、また、ユニット間に乾燥装置が装備されているか、いないかによっても変える必要がある。しかし、市場には、速度の遅いプリンタ、プリンタースロットも数多く存在しており、これらの機械に乾燥時間の短いインキを使用すると印版から段ボールシートに印刷される前に版上で乾燥してしまうので機械仕様により加減が必要になる。

機械仕様の違いだけでなく、版材の違いにより転移性を考慮した、粘度、濃度調整も必要となる。また、アニロックスロールの彫刻線数、セル容積も考慮してインキを選択する必要がある。一般に、アニロックスロールの彫刻線数が高密度になるとインキ膜厚が薄くなり印刷濃度が下がるため、顔料比率を上げインキ膜厚が薄くても高濃度の印刷ができるインキが使用されている。

4) アニロックスロール

アニロックスロールの役割は、印版に一定量のインキを確実に供給・転移させるという極めて重要な役割を持っている。その表面には、幾何学的なセルが彫刻されている。

当初のアニロックスロールは、150 線～200 線／インチの幾何学的セルを機械彫刻し、表面は耐摩耗性・耐腐食性をアップするためにハードクロームメッキを施していた。

しかし、アニロックスロール表面にドクターブレードを当て使用する方式の場合、従来のハードクロームメッキのロールでは、耐摩耗性が必ずしも充分ではなく、磨耗によってセル容積が減少し、インキの転移がスムーズに行われず濃度変化・品質不安定の問題が発生していた。

1980 年代に入ってフレキソ印刷が発達していた欧米で、セラミックのアニロックスロールへの加工方法が各種提案され実用化される中で、この問題は解決していった。

1990 年代以降、セラミックロールの国産化が可能になり、プリンタースロットのアニロックスロールにも、ハードクロームメッキのロールより耐摩耗性のあるセラミックロールが採用され始めた。

これにより、耐久性が高く、長時間の使用でもセル容積は一定に保たれ、インキの転移量が変化しないため、長期間に渡って高品質かつ安定した印刷が行えるようになった。

セラミックロールの製造は、鉄ロールにセラミック層をコーティング（溶射）し、研磨後にレーザ彫刻機でセラミック層に直接セル彫刻を行いる。最終仕上げとして、ドクターブレード、ドクターロールへの磨耗・損傷を最小限に押さえるためにポリッシング（研磨）加工を行って仕上げる。

当初は不安定な要素もあったが、近年はコンピュータ制御により彫刻線数・深度・セル容積が自由に設定出来、セル容積の均一性・再現性に優れている。スクリーン線数も 65 線～800 線位まで可能になっている。

図 3.104 にセラミック加工と標準的な各種セルパターンを示す。



図 3.104 セラミック加工と標準的な各種セルパターン

(3) 最近の動向について

プリンタースロットも、他分野と同様に 1980 年代からのコンピュータの登場・汎用化にともなうて、現在は大部分が自動化されている。

従来はサイズ・フルートが変更になると、給紙部の各ガイド類、キッカー位置、ユニット間の送りロール、版胴－圧胴スキマ、スロットの刃物位置・クリーザ位置など非常に多くの部分を手動操作にて合わせていました。このため、ロット変更のたびに準備時間が多くかかっていたが、自動化されることにより、近年の小ロット化への対応も充分こなせるようになっている。

近年、他品種小ロットを効率よく生産できる機械が望まれ固定式印刷機（1.1 参照）が開発されてきました。固定式印刷機は、開閉式印刷機に比べて運転中の版交換が可能なためセットアップタイムが短くなり稼働率が上がる。

機械の駆動も、各ユニット間をギアによって連結し、1 モーターで駆動していたが、1980 年代の中ごろから各ユニットを単独で制御する機械（単独駆動方式）も開発され、機械騒音の減少と長期間使用しても各ユニット間の印刷見当精度が維持できるようになった。

パーソナルコンピュータと機器の制御をしている PLC（プログラマブルコントローラ）を接続することにより、あらかじめパソコンに登録しておいた生産情報（印刷枚数、フルート、サイズなど）に基づいて各変更個所のプリセット、およびユニット間の位相合わせ（見当）を紙通し前に行うことにより 1 枚～数枚で良品を出すことも可能になっている。一度生産した各種調整データは、登録することにより次回から再利用ができ、また、初回生産ロットの場合は、あらかじめ登録された基準値で各部がセットされる。

最近では、工場内の各機器・機械をイーサネットで接続することにより、コルゲータによる段ボールシートの生産から製品の出荷までを制御出来るようになってきている。

今後は、更なる省人化機器（インキ交換、印版交換など）と印刷汚れなどの不良紙検出システムが開発されると思われる。

環境問題がについて述べると、段ボールシートの原料は再生紙が多く使用され、また段ボールシート自体も再生紙として再利用されるためリサイクル性に優れている。また、使用されるインキは、水生インキで「特定化学物質の環境への排出量の把握など、および管理の改善の促進に関する法律」（PRTR 法）や VOC 規制にも適している。

3.5 周辺機器

3.5.1 パウダースプレー（散布）装置

パウダーは単独では使用できず、散布装置とのセットで、はじめてブロッキングを防ぐ少量で均一な散布が可能になる。

(1) 電子式スプレー装置

昭和 40 年にニッカ㈱が開発し発売した。コロナ放電を利用した散布装置であるローラの表面に付着させたパウダーをローラの回転により送り出し、コロナ放電によりローラからパウダーを分離、分散させ散布する。パウダーの飛散を抑えるための改良工夫がなされている。

現在この方式は、その特長を生かし、食品用軟包装材等のフィルムやラミネートの製造化工において、フィルム同士が密着するのを防止したり、フィルムの滑りを向上させる目的で多く使用されている。

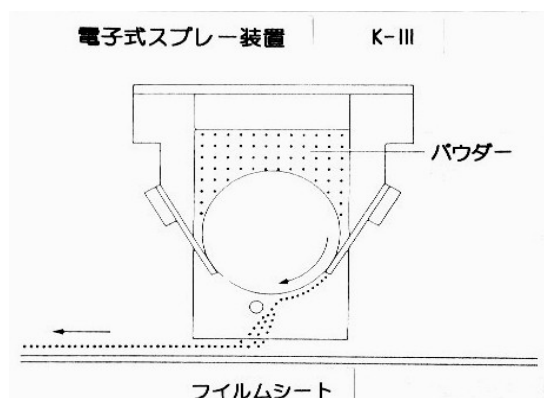
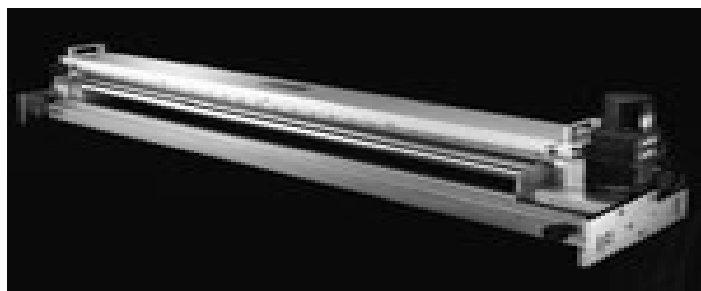


図 3.105 K-III スプレー装置



パウダーの飛散を防止した 環境対策品

図 3.106 K-V スプレー装置

(2) エアスプレー装置

昭和 52 年 Weko 社の空圧を利用するエアスプレー装置が日本に登場する。空圧を利用する方式でノズルからパウダーを散布する。紙巾に応じてノズルの数をコントロールできノズルからの散布量が微調整できるなど必要再少量の均一散布ができる。また、紙に応じたパウダーの交換が瞬時に出来るなど、さまざまな機能を持ち、現在、印刷用としての主力装置になっている。

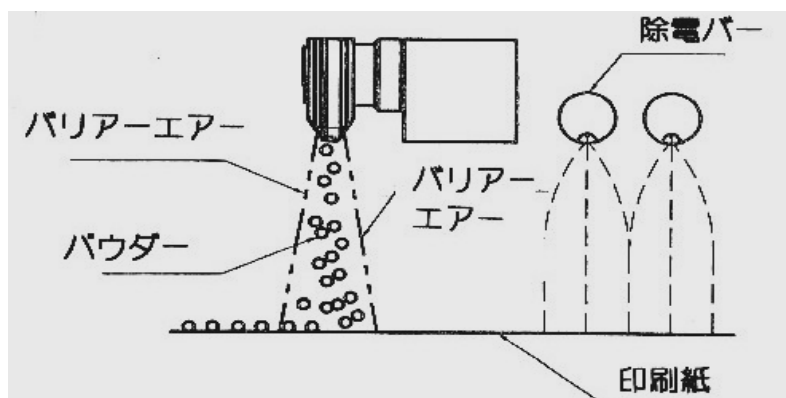


図 3.107 エアスプレ装置 WEKO イオノマート

3.5.2 自動洗浄装置

洗浄作業は、現在ほとんど自動洗浄装置で行われている。洗浄装置は、機械的エネルギーを用い洗浄の効果を増進し短時間で作業を終了させる。なかでも摩擦力すなわちブラシ、布などで擦ることによって汚れの解離が促進される。強い粘性を持った強固な汚れ除去に有効である。

作業効率だけでなく、危険な作業からの作業者の開放も大きく普及した原因の一つである。

洗浄装置は目的により各種装置がある。ここではブランケット洗浄装置を取り上げる。

3.5.2.1 ブラシ式洗浄装置

(1) ロールブラシ式

回転揺動するロールブラシをブランケットに押し当て洗浄剤、水を吹きかけて洗浄する。高速で回転するブランケットの洗浄を行い、有機溶剤やエマルジョンタイプ洗浄剤に対応することができる。

オフセット輪転機に用いられている。ブラシロールオシレーション機構によりムラなく洗浄できる。100m/分までの洗浄速度に対応する。

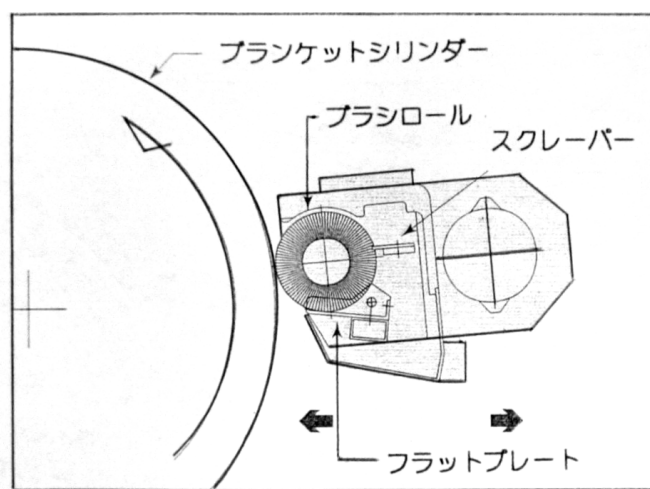


図 3.108 ロールブラシ式

(2) ブラシベルト式

ブランケットの回転方向ではなく、真横方向にベルト状のエンドレスブラシが接触し洗浄剤、水を吹きかけ洗浄する方式。洗浄力が強く、枚葉印刷機で使われる。紙粉が多い印刷や凹版、凸版にも適している。

30 年以上の販売実績を誇るロングセラー洗浄装置。紙粉の多い印刷、または凹版、凸版の洗浄にも適している。

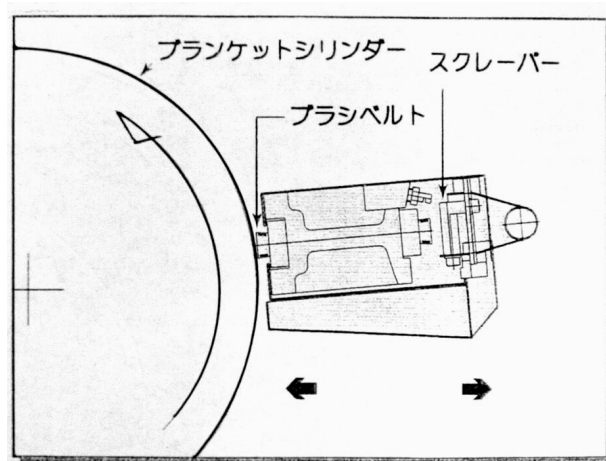


図 3.109 ブラシベルト式

3.5.2.2 不織布式洗浄装置

(1) ドライ不織布タイプ

保液性に優れた不織布を使用する方式である。

不織布に溶剤が供給され、ブランケットに接触し洗浄する。不織布は順次巻き取られブランケット表面をふき取る。水の噴霧機能も持ち紙粉除去も可能である。

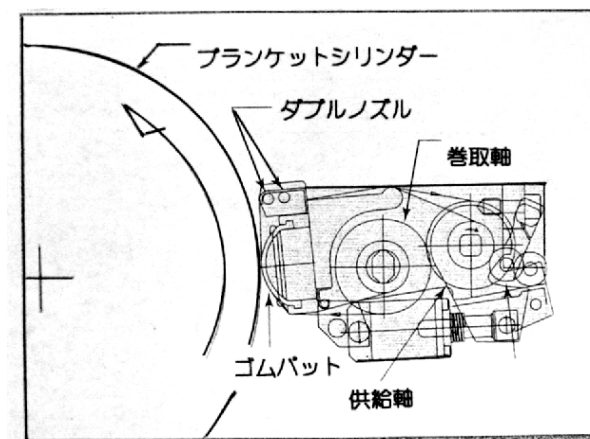


図 3.110 ドライ不織布式

各胴ごとに溶剤ポンプを使用するため、溶剤噴霧量を各胴ごとに調整可能。水の噴霧機能を備えており紙粉除去にも対応可能。

(2) 含浸不織布タイプ

溶剤をあらかじめ含浸させた不織布を使用するためメンテナンスが軽減される。

溶剤を供給する配管、ポンプなどが不要なため、設置スペースが少なく、インシャルコストが軽減される。含浸不織布を使用のためメンテナンスが軽減される。付帯機器が少なく、設置スペースがコンパクトになる。

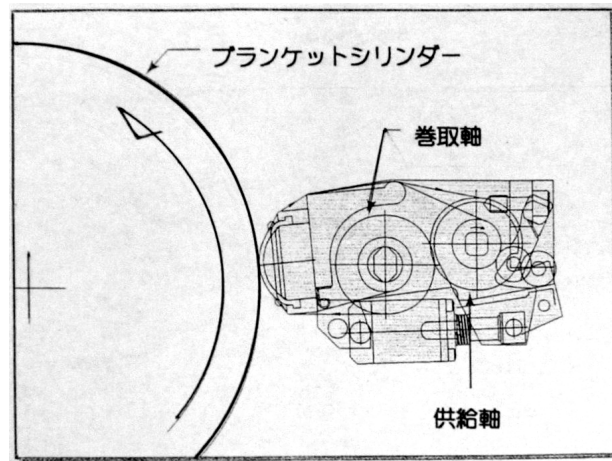


図 3.111 含浸不織布タイプ

3.5.3 湿し水装置（給水装置）

給水装置は、最小限の湿し水を均一な水膜にして PS 版の非画像部に供給する装置である。様々な種類があるが次の 4 つに分類出来る。

(1) モルトン給水方式

主流であった給水方式で、モルトン（布）でカバーされた水付けローラに湿し水を含ませ、水移しローラの往復運動により、湿し水を運ぶ方式である。IPA を使用せずに印刷出来るが、湿し水供給量増減の応答性が遅く、高速印刷に対応できない。現在は減少傾向にある。

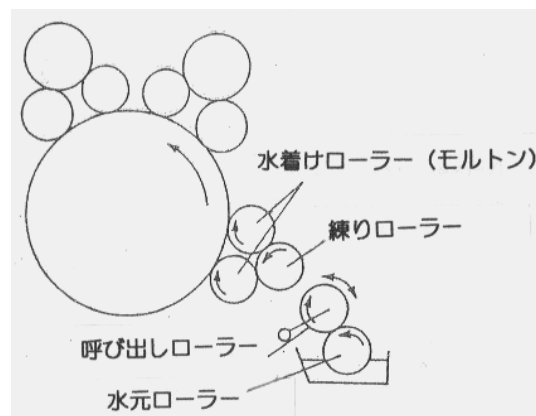


図 3.112 モルトン式

(2) ブラシ給水方式

現在では、かなり使用が少なくなりつつある。

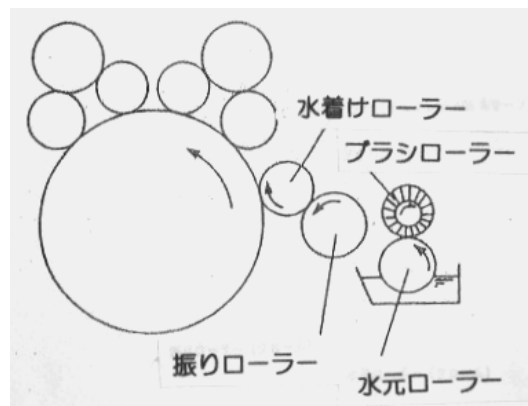


図 3.113 ブラシ式

(3) スプレ給水方式

新聞印刷で多用されている。紙巾の調整が出来る。絵柄に応じて湿し水の量が調整できる。湿し水が汚れないなどの特徴がある。

スプレ式の1種で回転するローターで水を微粒子化して均一に版面に供給する方式。

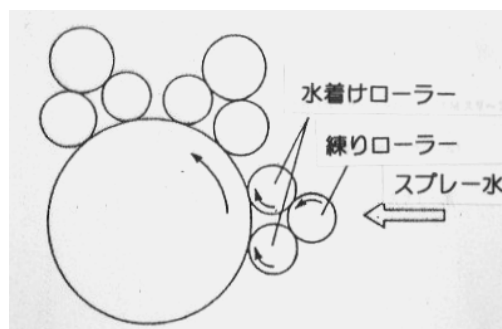


図 3.114 スプレ式

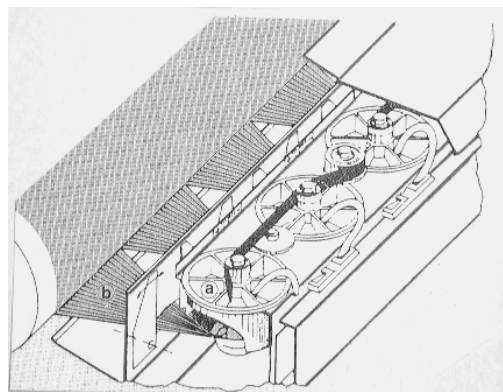


図 3.115 ローター式 RD

(4) 連続給水方式

現在、主流の方式である。親水性の金属ローラ、ゴムローラが水元から版面まで連続して接しておりローラの表面上を湿し水が薄い膜となって版面に供給される。版面への水供給量が均一になり、

給水量の微調整ができるため最小限の水量で印刷できる。また、給水量増減の応答が速く、高速印刷に適する。

この方式では、湿し水が均一な薄膜を構成し、かつローラ間を転移し版面に供給されることが前提条件にあり、そのため極めて高い湿潤性が求められ湿し水だけでは十分な給水状態が得られないことから、IPA を湿し水に添加する必要がある、以前は 20%以上の IPA が湿し水に添加され使用されていた。

機械メーカー各社で様々な工夫をした装置が販売されている。給水ロールの配置から、2 種類に分類することができる。

□ 給水装置とインキローラが独立分離しているタイプ

版面給水方式（セパレートタイプ）

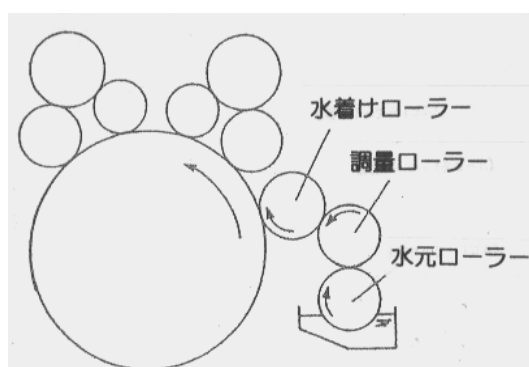


図 3.116 版面給水式

□ 給水装置とインキローラがブリッジローラを介して連結しているタイプ

インキローラ給水方式（ブリッジタイプ）

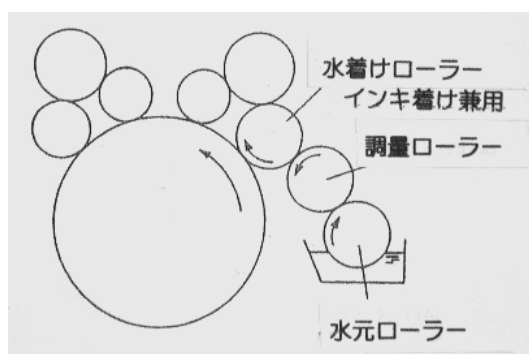


図 3.117 インキローラ給水式

版面給水方式はノンアルコール化がしやすい特徴がある。欠点は着けローラ、調量ローラが汚れやすい、色調が変化しやすいなどがある。

インキローラ給水方式は版面給水方式に比べて IPA の削減が困難である。

また適度なインキの乳化作用によりランニング上の印刷品質の安定性が良い。

一方でインキ使用量の少ない印刷では過剰乳化となりやすい。

インキローラにも給水するためインキの乳化が影響するためである。

第4章 印刷産業機械の関連素材等の変遷と動向

この章では、前章の印刷産業機械に関連した素材の変遷、概要、個々の素材等の特性、技術的な変化やその背景および今後の動向を記述する。

4.1 アルミベース印刷版

4.1.1 平版オフセット印刷とアルミベース印刷版（PS版、CTP版）の変遷

現代の我々の生活は多種多様の印刷物に取囲まれているが、そのワールドワイドの市場規模は出荷金額ベースで50～60兆円といわれている。これらの印刷物を生産する方式は大きく4つ（凸版、凹版、平版、孔版）に分類され、印刷媒体や用途に合わせて適切な方式が用いられる。このうち紙媒体への印刷を主とする平版オフセット方式による印刷物は、印刷物市場の約4割の出荷額を占め、印刷物製作の主要方式となっている。

平版印刷は、水とインク（油）の反発現象を利用して、印刷原版上に画像部／非画像部に対するインクのオン／オフを形成するものであるが、その起源は1798年ドイツ人セネフェルダーによる石版印刷法の発明に遡る。1891年に金属平版技術が導入されると石版に代わり亜鉛、アルミニウムが使用されるようになり、卵白平版、メッキ式平凹版、平凸版、多層平版、ワイプオン版、等を経て、現在のアルミ版上に感光性樹脂を塗布したPS*版／CTP*版に至っている。（*PS：Pre Sensitizedの略、CTP：Computer To Plateの略）

オフセット印刷は1904年アメリカ人ルーベルの発明に始まる。この印刷は版からゴムシート上に一旦インキを転写した後に紙に転写する方式であり、版から紙へ直接インキを転写する直刷り印刷に対して非常に鮮明な印刷ができる特長を持つ。凸版、凹版でもオフセット印刷方式は存在するが、主に平版印刷で用いられていることから、“オフセット印刷”という言葉は通常“平版オフセット印刷”を意味する。

現在、平版印刷用版材といえばPS版／CTP版を意味するが、1930年代にKalle社のシュミット／ザーンにより、ジアゾ化合物が水溶性コロイド中に存在すると、紫外線によりコロイドが硬化し不溶性になることが発見され、さらにジアゾ樹脂が印刷適正に優れることが見出されたことが、今日のPS版／CTP版の端緒となった。

PS版が実用品として発売されたのは第二次世界大戦後となるが、当初はアセテートベース、ペーパーベースの軽印刷用途であった。1951年3M社、Polychrome社等から初めてアルミベースの本格的PS版が発売された。アルミベースPS版の実用化には、感光剤の研究開発に加えて、シリケート処理法（3M社）、弗化ジルコン酸塩処理法（Polychrome社）、陽極酸化アルミ版（AlgraPHy社）のアルミ表面処理技術の開発が大きく寄与している。これらの開発により、感光剤／アルミベースの密着性と非画像部の保水性／耐磨耗性が大きく改善され、アルミベースPS版の骨格が形成された。その後、性能向上のための技術開発が継続的に進められ、アルミベースPS版は1960～1970年代に急速に普及した。

図4.1は国内における印刷方式別出荷額の推移を示したものである。平版印刷による印刷物のお荷額比率は、1970年には40%程度であったが、印刷物の需要増加と呼応して増加し1990年には70%を超えるまでとなった。1960年代半ばに初の国産化PS版が市場導入され、1970年代には本格的に普及するが、平版印刷方式の増加とPS版の普及はリンクしており、平版印刷の主要印刷方式への進展に対してPS版が大きな役割を果たしたことが窺える。

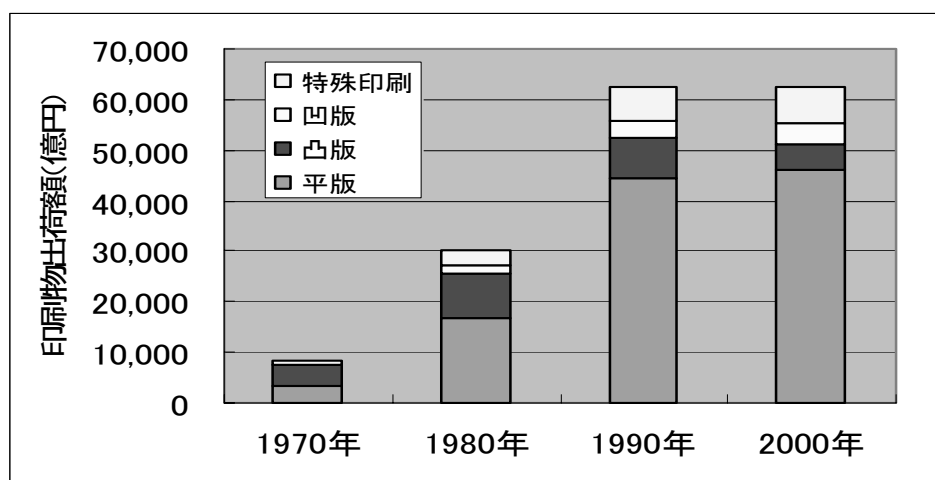


図 4.1 国内 方式別の印刷物出荷額の推移

[出典：マーケティングデータブック（日本印刷産業連合会編）]

原稿フィルムを使用しないで画像データをレーザ光で直接版材に露光する CTP 方式は、古くから期待されていた技術である。1970 年代に入り種々方式の CTP が発表されたが、当時開発された CTP 版の性能が PS 版に及ばなかったことと、プリプレスのエレクトロニクス化やレーザデバイス／走査技術等の周辺システムの整備が十分でなかったため、実用化には至らなかった。

1990 年の DRUPA '90 で実用的な CTP 版として Hoechst 社の N90、Horsell 社の Elctra（いずれもフォトポリマー型）、Dupont／Howson 社の Silverlith（銀塩 DTR 型）が発表され、各社の CTP 版開発が盛んになった。1995 年の DRUPA '95 では、フォトポリマー型、銀塩 DTR 型、サーマル型あわせて 10 種以上の CTP 版、また CTP 版用のレーザ出力機（CTP セッター）も 10 社以上から発表され、本格的な実用化のステージに入った。以降、版材／CTP セッターの品質性能向上と周辺システムの性能向上・整備に伴い、CTP 化は着実に進み現在に至っている。

4.1.2 アルミベース印刷版（PS 版、CTP 版）の成長要因

アルミベース印刷版のワールドワイド総需（PS 版＋CTP 版）は概ね 5 億 m²と推定されており、今後も年率 3～4%の成長が見込まれている。地域別では西ヨーロッパ、北米、日本、中国の 4 地域で総需の 7～8 割を占めるが、今後 4～5 年で中国の比率が高まり日本を抜き、北米と同等になると予測されている。CTP 版は 1995 年の DRUPA '95 で実用化段階に入り、2000 年以降 PS 版から CTP 版への移行が加速した。ワールドワイドでの CTP 化率（全アルミベース印刷版に占める CTP 版の比率）は 2000 年に約 10%であったが 2004 年には約 40%まで上昇し、2010 年までには 60%を超えると予測されている。特に西ヨーロッパ、北米での CTP 化が著しく、2000 年前後の約 20%から 2004 年には約 70%となっていると推定される。日本は西ヨーロッパ、北米に比べ CTP 化が遅れ、現在約 30～40%であるが、2010 年までには 60%を超えると見込まれている。

印刷物の作製には一般の工業製品と同様、“一定品質・高品質のものを安く、速く、楽に”、ということが要求されてきた。PS 版を印刷版材とする平版オフセット方式が大きく成長した理由は、それまでの版材、方式に対して印刷物作成への要求に大きく応えるものであったからといえる。すなわち、

- ①刷版作成の工程数が少なくかつ各工程の作業が容易であることから、刷版作業負荷の削減と

作業時間の短縮ができ、且つ版材価格が安価であること。

- ②色調、諧調再現性、解像力が良好で、ベタ部から小さな文字まで同じ印圧で鮮明に刷れること。また製版フィルム通りの繊細な色調が得られ、カラー化への対応を容易にしたこと。
- ③版材が軽量で高い印刷スピードが得られることと両面の同時印刷が可能となり、高い生産性が得られるようになったこと。
- ④ゴムブランケットを介してインキを転写することで、多くのタイプの紙に対してインキ着肉が良好となり、精巧な画質が得られるようになったこと。
- ⑤①の理由から、“直し”に対して迅速・容易に対応できるようになったこと。
- ⑥刷版を正像で扱えるため、検版等の作業性が良くなったこと。

である。これらの特長を向上させるために継続的におこなわれた版材の改良・改善と共に、印刷機および諸材料、特にインキの性能改良も平版オフセット印刷方式の成長に大きく寄与している。

CTP化の特長は、上記のPS版の特長に加え以下の4点がある。

- ①フィルム製版工程が省略されることにより、印刷物作成時間の短縮とフィルムコストの削減、省力化、省資源が図れること。
- ②フィルムを使用しないことで、ゴミ付きや焼きボケが軽減しまたフィルムエッジ跡が残らないため、消去作業や焼直し作業が省略または軽減されること。
- ③網点品質の向上により、高精細印刷対応が容易になること。
- ④見当精度が向上するため、印刷スタートアップ時間が短縮され印刷機稼働率の向上と印刷損紙の減少が図れること。

PS版からCTP版に移行する理由は、CTPのメリットが“一定品質・高品質のものを安く、速く、楽に”という印刷物作製の要求に、PS版以上に応えるものであるということに他ならない。

4.1.3 アルミベース印刷版の分類、基本構成、基本性能

(1) PS版、CTP版の分類

現在、平版オフセット印刷用版材として市販・使用されているアルミベース印刷版には大きく分けて、PS版、CTP版、水なし平版の3種類がある。本稿では平版オフセット用版材として大半を占める、PS版とCTP版について述べる。

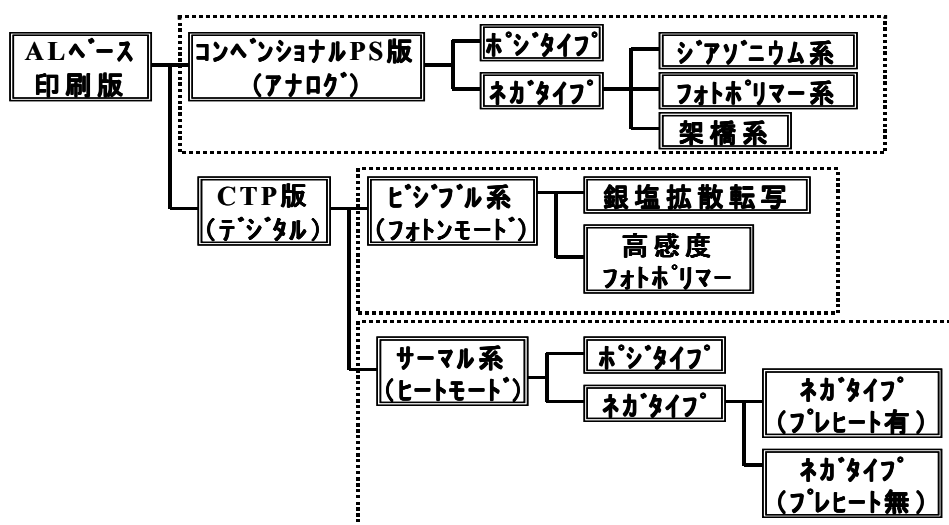


図 4.2 コンベンショナル PS 版と CTP 版の分類

PS 版と CTP 版の分類を図 4.2 に示す。PS 版は、光照射部分が現像液に可溶化し、未照射部分が画像部として残るポジタイプと、光照射部分が現像液に不溶化し画像部として残るネガタイプに分けられる。ネガタイプは、光照射部が現像液に不溶化する機構、使用される素材から、さらにジアゾニウム系、フォトポリマー系、架橋系の 3 つに分類される。

ネガタイプは、露光により画線が太る傾向にあること、フィルム製版工程で“返し作業”が短縮されること、比較的耐刷力があることから、新聞分野、文字中心の書籍分野に適する。ポジタイプは露光により線画が細る傾向にあり、印刷時のインキ量調整で比較的容易に調子（諧調）調整が可能であることから、高画質を要求する商業印刷のフルカラー印刷に適する。しかし、これらの使い分けは絶対的なものではなく、北米や北欧では“返し工程”がないという特長と PS 版以前にネガタイプである卵白平版を用いていたことから、フルカラー印刷でもネガタイプの PS 版が使用されている。

CTP 版はレーザ光の照射により画像形成をおこなうが、画像形成に利用されるエネルギーにより、光エネルギーを利用するビジブル系（フォトンモード）と熱エネルギーを利用するサーマル系（ヒートモード）に分けられる。

ビジブル系の CTP 版には銀塩拡散転写タイプ（ポジタイプ）と高感度フォトポリマータイプ（ネガタイプ）がある。銀塩拡散転写タイプは高感度であることと、分光増感が比較的容易であることから、各種低出力・各種波長のレーザへの適性を有する特長を持つ。高感度フォトポリマータイプは露光部を硬化させる方式であることから、印刷時の耐刷性、耐薬品性に優れる特長を持つ。また、システムとしての高い生産性、および生産性／セッター価格のバランスが優れているため、欧州の新聞市場で広く普及している。

サーマル系の CTP 版は、PS 版と同様にポジタイプとネガタイプに分類される。いずれもビジブル系の CTP 版に対して明室での取り扱いができるという特長を有する。ネガタイプは露光後現像前に百数十℃／数十秒の加熱処理を必要とするため、大きい処理システムとなるが、現像処理後のバーニング処理により 100 万以上の高耐刷が可能となることから、北米を中心に急速に進展した。現在は、露光後現像前の加熱処理を必要としないネガタイプが発表され、新聞社を中心に導入が進んでいる。ポジタイプは明室の取り扱いに加え、加熱処理が不要、高解像度、PS 版ポジタイプ同様に処理工程がシンプルという特長により、商業印刷分野を中心に急速に普及しており、この分野では 7 割以上をポジタイプのサーマル版が占める。

(2) PS 版、CTP 版の基本構成と基本機能（図 4.3 参照）

PS 版、CTP 版の基本構成は、表面処理（砂目立て／陽極酸化）したアルミ支持体と感光層からなる。感光層で使用する材料はそれぞれの品種、製品で異なるが、基本的な組成はバインダー（樹脂）、感光物、着色剤、その他添加物である。個々の版材はその使われ方や画像形成機構に応じて、必要とされる層が追加される。PS 版では、フィルムと PS 版の露光時の真空密着性を高めるため感光層上にマット層が設けられる。また高感度フォトポリマー CTP 版では感光層上に水溶性のオーバーコート層が設けられ、重合の阻害要因となる酸素を遮断している。

印刷用版材である PS 版、CTP 版に要求される主要機能は、製版適性と印刷適性である。各適性の基本性能としては、製版適性では感度と現像性、印刷適性では着肉性、耐刷性、および汚れ難さがあり、感度、現像性、着肉性、耐刷性は感光層に、耐刷性、汚れ難さは砂目／陽極酸化層に帰属する。基本性能を決定する主な因子は図 4.3 に示す通りである。PS 版、

CTP 版における実用上の感度は、ネガタイプの場合は耐刷性、ポジタイプの場合は汚れ性や現像処理安定性により決められるため、感光物の光吸収率/量子収率と同様に感光物/バインダー比が重要因子となる。現像性は現像スピードだけでなく、現像ラチチュード、処理能力、自動現像機適性を含めた性能を意味する。現在ではほとんどの場合、露光後の版は浸漬方式の現像部を有する自動現像機で処理される。非画像部の感光層は現像液に溶け込むが、現像液に溶込んだ感光層が析出すると、処理中の版に付着し印刷汚れとなったり、自動現像機のメンテナンス負荷が増える等の問題を引き起こす。このため、バインダー、感光物の溶解性と同様に、溶解物の安定性が現像性の因子として重視される。耐刷性の問題として刷込み時の画像の薄れや欠けが第一に挙げられるが、非画像部での汚れ発生も重要となる。汚れ発生の原因は砂目/陽極酸化層の磨耗による保水性の低下であり、砂目/陽極酸化層の耐磨耗性は、感光層と同様に耐刷性の重要因子となる。

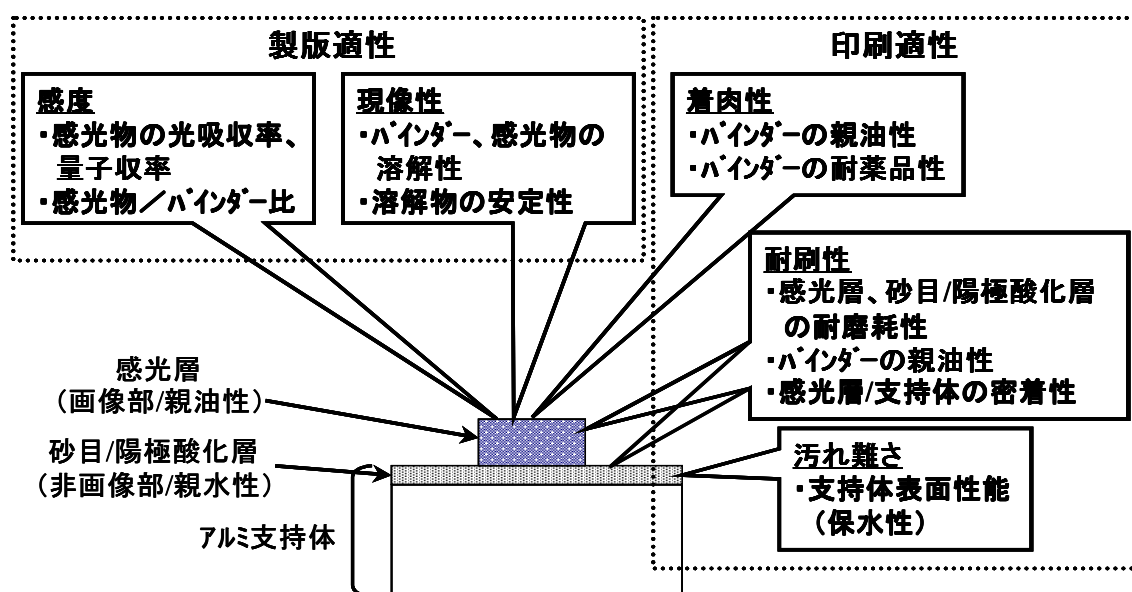


図 4.3 PS 版、CTP 版の基本構成と基本機能

4.1.4 PS 版、CTP 版の製版プロセスと画像形成機構

(1) PS 版、CTP 版の製版プロセス

製版の基本プロセスは、**露光** → **現像** → **水洗** → **ガム引き** であるが、版材によってはこの基本プロセスに幾つかのプロセスが加わる。ネガタイプのサーマル CTP 版では露光後現像前に（オープン）加熱が行われる。

露光 → **（オープン）加熱** → **現像** → **水洗** → **ガム引き**

また、高感度フォトポリマーCTP 版では露光後現像前に（簡易）加熱とオーバーコート層除去のための水洗処理がおこなわれる。

露光 → **（簡易）加熱** → **水洗** → **現像** → **水洗** → **ガム引き**

露光工程では画像部/非画像部の潜像形成が行われる。ポジタイプの場合は露光部が現像液（アルカリ）に対して可溶化となり、ネガタイプの場合は露光部が不溶化となる。現像工程では非画像部の感光層が除去される。自動現像機では、版材種により感光層の除去を促進するため回転ブ

ラシによる版面の擦りが行われる。水洗工程では、版面に残留する溶解した感光層を含有する現像液を除去し、現像反応を停止させる。ガム引き工程ではガム液を塗布し、製版後のハンドリング時の指紋付着や空気中の新油性物質の付着による汚れ防止と機械的な傷付きの防止を行う。

(2) PS 版、CTP 版の画像形成機構

PS 版、CTP 版（銀塩拡散転写タイプを除く）では、露光部をアルカリ現像液に対し不溶化または可溶化させることで画像部／非画像部の形成が行われる。したがって、光照射による感光層のアルカリ現像液に対する可溶化、不溶化の機構が、画像形成のポイントとなる。以下に PS 版、CTP 版のそれぞれについて可溶化、不溶化の機構を説明する。

1) PS 版

①ネガタイプ PS 版

ネガタイプ PS 版にはジアゾニウム系、光重合系、光架橋系があるが、いずれも光硬化反応を利用し、露光部をアルカリ現像液に対して不溶化する。ネガタイプ PS 版用の感光物として最も一般的であるジアゾ樹脂の場合、ジアゾニウム塩が光（紫外線）によって分解しアリアルカチオンが生成する。このカチオンが近傍のジアゾ樹脂やバインダーのフェニル基、水酸基、ニトリル基と架橋反応する。また、ジアゾ系のネガタイプ PS 版では、支持体の陽極酸化皮膜は珪酸塩のような親水性化合物で処理されているが、光反応によりジアゾ樹脂が支持体と強固に接着する。この架橋と光接着により印刷に耐える画像が形成される。

超高耐刷性のネガタイプ PS 版では光重合系が用いられるが、例えばアリルメタクリレート共重合体を多官能アクリルモノマーで光重合させるものがある。光架橋系としては桂皮酸系と DMI(Dimethyl-maleimide)が知られているが、有機溶剤主体の現像液を必要とする理由から、桂皮酸系は現在ほとんど用いられていない。

②ポジタイプ PS 版

ポジタイプ PS 版の感光層は、一般的に NQD（ナフトキノンジアジド化合物）とクレゾールホルマリン樹脂等のノボラック樹脂から構成されるが、現在ポジタイプ PS 版用の感光物として実用化されているのは NQD のみである。感光層の未露光部（画像部）では、NQD のキノンジアジド基とノボラック樹脂の水酸基の水素結合により、アルカリ現像液に対する溶解が抑制されている。一方露光部（非画像部）は、水素結合の破壊と、NQD の光分解と感光層中水分との反応によるインデンカルボン酸の生成によりアルカリ現像液に可溶化となる。

ポジタイプ PS 版の現像には、珪酸塩を主体とする強アルカリ性（PH：約 13）の現像液が用いられる。現像処理では、非画像部（未露光部）感光層の除去と共に、感光層の除去されたアルミ支持体表面の陽極酸化皮膜に珪酸塩が付着し、高い親水性を持つシリケート層を形成する。このシリケート層により極めて良好な汚れ難さを有する非画像部が得られる。

2) CTP 版

①銀塩拡散転写タイプ CTP 版

銀塩拡散転写タイプは露光部が非画像部となるポジタイプの CTP 版である。版材はアルミ支持体上に受像核層とハロゲン化銀を含む銀塩乳剤層が設けられた 3 層からなる。

レーザ露光後の現像により、露光部では金属銀が生成され乳剤層に残る。未露光部のハロゲン化銀は錯体となり受像核層に拡散する。ここで物理現像されて金属銀となり支持体に定着する。その後水洗工程で乳剤層と受像核層が除去され、ガム引きがおこなわれる。PS 版や他の CTP 版と異なり、ガム引きでは画像部の感脂化がおこなわれる。

②高感度フォトポリマータイプ CTP 版

現在市販されている高感度フォトポリマータイプ CTP 版では、光ラジカル重合系が用いられている。版材はアルミ支持体上に感光層と水溶性のオーバーコート層を設けた3層からなり、感光層は光重合性モノマー、バインダー、光重合開始剤、増感剤、顔料、その他添加剤から構成される。

感光層にレーザ光が照射されると光重合開始剤が光エネルギーを吸収し、活性ラジカルを生成する。このラジカルがモノマーの重合（連鎖）反応を起こして硬化膜が形成され、アルカリ現像液に不溶な画像部が形成される。増感剤は感光波長を拡大し活性ラジカルの生成を促進する。硬化膜の形成は光照射だけでは十分でないため、露光終了後に若干の加熱をおこない硬化を完結させる。感光層中の酸素は活性ラジカルを消失させ重合を阻害するため、高感度フォトポリマータイプ CTP 版では感光層の上にオーバーコート層を設け、感光層中への酸素（空気）の進入を遮断する。

高感度フォトポリマーCTP 版の主要要素である、光重合開始剤、光重合性モノマー、バインダーポリマーとしては、光重合開始剤ではトリクロロメチルトリアジン化合物、ヘキサアールイミダゾール、チタノセン化合物、光重合性モノマーとしては多価アルコールのアクリル酸エステル、多官能ウレタンアクリレート、多官能アクリレート、多官能メタクリレート、バインダーポリマーとしては MMA/MMA 共重合体、MMA/BuMA/St/MAA 共重合体、がある。

③ネガタイプサーマル CTP 版

ネガタイプサーマル CTP 版には架橋系と重合系がある。ここでは架橋系の画像形成機構を述べる。

版材はアルミニウム支持体上に感光層を設けた2層構造である。感光層はバインダー、架橋剤、光熱変換剤、酸発生剤から構成される。使用される材料は、最初の実用化サーマル版材である KPG 社の“DITP”を例にとると、それぞれノボラック樹脂、レゾール樹脂、赤外吸収色素、オニウム塩が材料として用いられている。感光層にレーザ光（波長：830nm）が照射されると赤外吸収色素（光熱変換剤）で光が熱に変換され、発生した熱でオニウム塩（酸発生剤）が分解し酸が発生する。発生した酸がトリガーとなりノボラック樹脂（バインダー）とレゾール樹脂（架橋剤）が架橋し、画像部が形成される。この画像形成プロセスでは、レーザ露光で酸発生までが進行し、架橋の進行には加熱処理を必要とする。この加熱処理はラジカル重合反応タイプのフォトポリマーに比べ高温／長時間を必要とするため大型の加熱装置が使われる。

加熱処理の簡易化、または加熱処理不要を狙った重合系のネガタイプサーマル CTP 版は各社で開発・製品化がすすめられており、新聞分野で導入が進められている。

④ポジタイプサーマル CTP 版

ポジタイプサーマル CTP 版は露光後の加熱処理を必要とせず、PS 版と同様なシンプルな処理工程であることから、商業印刷市場を中心に最も市場で使用されている CTP 版である。

版材はアルミニウム支持体と感光層の2層構造であり、感光層の必須成分はノボラック樹脂と光熱変換剤としての赤外吸収色素である。ポジタイプサーマル CTP 版では、レーザ光（波長：830nm）照射部がアルカリ現像液に可溶化し非画像部となるが、その機構は次のように考えられている。レーザ光が照射されると赤外吸収色素の光熱変換作用により熱が発生し、この熱によりノボラック樹脂間の水素結合が解除され可溶化する。

このような機構では画像部／非画像部の溶解性に大きな差がつき難いため、現像ラチチュードが狭く現像工程での注意深い管理が必要とされる。現像ラチチュードを広げるため、画像部／非

画像部の溶解性差を拡大する工夫が各社で進められている。例えば、富士写真フィルムの“LH-PD”や“HP-S”では、異なる2種類の樹脂を用い画像形成と印刷適性の機能をそれぞれの樹脂に分担させた、重層型の感光層としている。加えて高機能現像促進層を支持体と感光層間に設けることで、安定した画像形成と現像処理を可能としている。

表4.1に各版種の製版プロセス、画像形成機構をまとめる。

表 4.1 PS 版、CTP 版の製版プロセスと画像形成機構

版 種	製版プロセス	画像形成機構 (露光部の可溶化/不溶化機構)
PS 版	ネガタイプ UV (アナログ) 露光 原稿フィルム 感光層 アルミ支持体 露光部(画像部)が不溶化 未露光部(非画像部)除去	感光物の光分解 →カチオンの生成 →バインダーの架橋 →露光部不溶化
	ポジタイプ UV (アナログ) 露光 原稿フィルム 感光層 アルミ支持体 露光部(非画像部)が可溶化 露光部(非画像部)除去	感光物の光分解+感光層中の水分 →酸発生およびバインダー/ 感光物間の結合破壊 →露光部可溶化
CTP 版	銀塩拡散転写方式 レーザー露光 (404, 532, 633nm) 乳剤層 受像核層 アルミ支持体 露光部(非画像部)で潜像形成 未露光部(画像部)の溶解剤が受像核層に拡散転写→物理現象により画像形成 非画像部除去 画像部感度化	未露光ハロゲン化銀+現像 →溶解銀 →受像核層に拡散 →物理現象 →金属銀、支持体に定着 露光ハロゲン化銀+現像 →金属銀となり乳剤層に残る
	高感度フォトポリマー レーザー露光(532, 406nm) オーバーコート層 感光層 アルミ支持体 露光部(画像部)が重合(不溶化) 露光部(画像部)重合完結→露光部(画像部)不溶化 オーバーコート層除去→未露光部(非画像部)除去	光重合開始剤の光誘起反応 →活性ラジカルの発生 →モノマーの連鎖重合反応 →硬化膜形成 →露光部不溶化
	サーマルネガタイプ レーザー露光(830nm) 感光層 アルミ支持体 露光部(画像部)で潜像形成(非不溶化) 露光部(画像部)架橋→露光部(画像部)不溶化 未露光部(非画像部)除去	赤外吸収色素による光熱変換 →感光物の熱分解 →酸発生+加熱 →バインダーの架橋 →露光部不溶化
	サーマルポジタイプ レーザー露光(830nm) 感光層 アルミ支持体 露光部(非画像部)が可溶化 露光部(非画像部)除去	赤外吸収色素による光熱変換 →バインダー間の結合破壊 →露光部可溶化

4.1.5 アルミ支持体の表面処理

4.1.1 項でも述べたように、PS 版の実用化には感光剤の開発に加えて、アルミ表面の処理技術の開発が大きく寄与している。表面処理後のアルミ支持体表面は PS 版、CTP 版の印刷性能に大きく関わっている。本項目では砂目と陽極酸化皮膜について述べる。

(1) 砂目立て（グレイニング）

アルミニウムは親水性の高い金属であるが、表面を粗面化することで保水性がより向上し、また感光層との密着性が向上する。

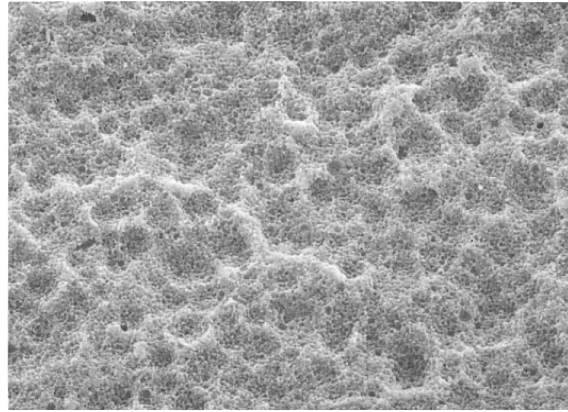
砂目立ての方法としては機械的な方法と電気化学的な方法がある。前者で現在広く用いられているのは、研磨砂と水を与え回転ブラシで粗面化するウェットブラシグレイニング法である。表面構造をコントロールするためアルカリエッチング処理と組合わせて用いられることが多い。後者は電解液中でアルミニウム表面に電流を流して砂目を作る方法で、電解液として塩酸を主体とする系と硝酸を主体とする系がある。それぞれの系で砂目の構造が異なる。電解グレイニングの特徴は、電解液組成、濃度、温度、電解電源波形、周波数等をコントロールすることで砂目の形状を変化させられることである。

砂目の波形（波長）は個々の印刷性能と相関を持つことが確認されている。例えばブラシグレイニングによる大波砂目（10～30 μm ）は保水性を支配し、電解グレイニングの中波砂目（1～10 μm ）は汚れ難さと耐刷性を支配する。この異なる波長の波形を複合することで個々の波形が有する機能を統合し、より優れた印刷性能を発揮する砂目が開発されている。複合砂目の代表的なものに富士写真フイルムの各種 PS 版、CTP 版で用いられている“MULTIGRAIN（マルチグレイニング）”がある。富士写真フイルムのポジタイプサーマル CTP 版“HP-S”では“MULTIGRAIN”をさらに改良した“MGV”砂目が用いられている。“MGV”砂目の拡大写真を図 4.5 に、“HP-S”印刷性能を図 4.6 に示す。重要な印刷性能である耐刷性と刷り易さは、一般的にトレードオフの関係にある。“MGV”砂目を用いた HP-S では、従来の砂目を用いた製品に対してこのバランスが大きく向上しており、複合砂目のポテンシャルの高さが示されている。

(2) 陽極酸化皮膜

PS 版、CTP 版の製造では、通常アルミ支持体表面の砂目立て処理の後、電気化学的な陽極酸化処理をおこない陽極酸化皮膜を形成させる。この皮膜は耐磨耗性と耐食性に優れているため、版材の取扱い時のキズによる汚れ（スクラッチ汚れ）や非画像部表面の腐食によって生じる酸化汚れ（チリ状汚れ）を起し難くする。

陽極酸化皮膜は構造的に微細な小孔（ポア）を有するため、支持体と感光層の密着性が大きく向上する。一方、小孔中に入り込んだ感光層成分が現像で除去され難くなるため、陽極酸化処理後に封孔処理や下塗りをおこなう場合がある。



MGV 砂目 (HP-S*)

図 4.5 複合砂目の拡大写真

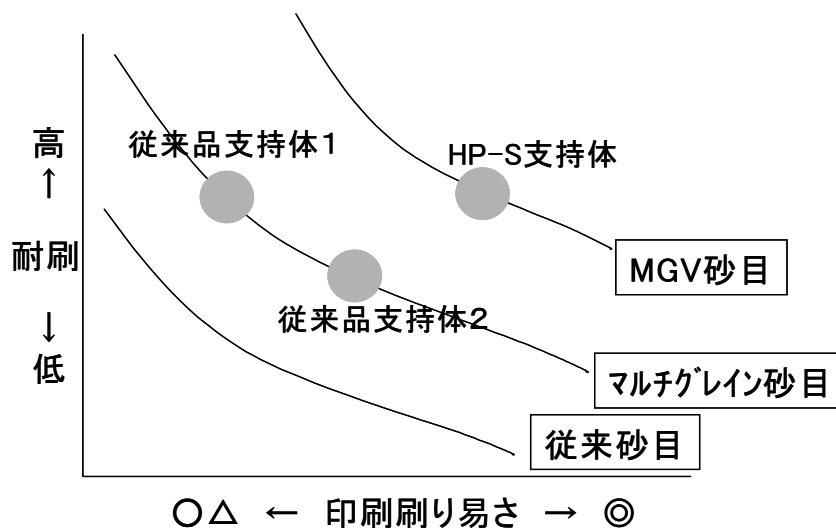


図 4.6 砂目による印刷性能差

4.1.6 PS 版、CTP 版の自動処理システム（自動現像機）

PS 版実用化初期の現像処理は手作業が主体であり、露光後の版面に現像液を垂らしスポンジで擦る手現像や、現像液を貯めたタンクに漬け現像するものであった。自動処理システムの実用化は 1970 年代に始まり、その後各種方式の自動処理システムが開発された。現在では、国内および欧米では PS 版と CTP 版の自動処理システムの普及率はほぼ 100% となっている。PS 版の普及には、PS 版自身の性能向上と共に自動処理システム（自動現像機）の実用化により露光後の現像、水洗、ガム引きの各処理が自動化されたことが大きく寄与している。

自動処理システムに求められる性能は、高処理能力、低補充量／廃液量、易保守性の 3 点であり、これらの性能は自動現像機、版材、処理剤が密接に関係し達成される。重要性能である高処理能力と低補充量／廃液量を達成する自動現像機の代表的な技術について述べる。

①ディップ現像方式

現在、ほとんどの自動現像機でディップ現像方式が採用されている。この方式は、高 PH のア

ルカリ水溶液である現像液を現像浴槽に貯め、浴槽中の湾曲した搬送ラインに沿って版材を搬送させる現像方式である。必要に応じて現像促進のための（回転）擦りブラシが搬送ラインの途中に設けられる。ディップ現像方式は、それ以前の版材を水平に搬送しながら版面に現像液のシャワーリングをおこなう方式に対し、空気（炭酸ガス）との接触による現像液の疲労を減少させ、補充液の使用量および廃液量を減少させる。

②密閉構造

現像液の疲労（現像活性成分の減少）要因には、版材の現像処理によるものと空気（炭酸ガス）との接触による二つがある。後者の要因は極力小さくすることが可能であり、補充液／廃液量を少なくすることができる。空気（炭酸ガス）と現像液の接触を遮断する方法として、現像浴槽の液面に浮き蓋を設けることが一般的であるが、最新の自動現像機では浮き蓋の構造と共に自動現像機の構造を改良することで、乾燥部等からの空気の回り込みを抑制し、現像液の空気（炭酸ガス）疲労をほぼなくすることで補充量の大幅な減少を達成した自動現像機が上市されている。

③補充

安定した処理を長期間継続するためには、現像処理と炭酸ガスによる現像液の疲労を補償する補充が必須である。自動現像機の実用化以降、種々の補充方式が提案されてきた。初期の方式は見込み補充方式と言われているものであり、幾つかのバリエーションがある。いずれも処理版の面積に対応した処理補充分と空気接触疲労に対する補充分を実験的に算出し、一版毎または一定時間毎に補充をおこなう。この方式では、画像面積率や版種（感光層種）、および自動現像機の機種や設置場所の炭酸ガス濃度の変動に対応できないため長期の安定処理には限界があるが、後述する液特性モニタ補充方式に比べセンサー等の装置コストがかからないことから、現在でも海外製の自現機を中心に広く採用されている。

現在、長期の安定処理を達成する自動現像機では、液特性のモニタ値に応じた補充をおこなう方式が採用されており、モニタ値としては電導度が用いられている。この方式では現像処理と炭酸ガスによる現像液の疲労に応じた過不足のない補充が可能となる。本方式の実用化には電導度モニタのための特別な検出センサ等が必要とされることと、モニタ値に応じた適切な補充量設定のために、種々の要因によるモニタ値の変化について広範な知見が必要とされる。

長期安定処理を実現している自動現像機の例としては、富士写真フィルムのポジタイプサーマル CTP 用版の LP-940H II、LP-1310H II がある。本自現機では密閉構造と改良されたモニタ補充方式の採用等により、3 ヶ月または 8000 m² (LP-940H II)、15000 m² (LP-1310H II) の安定的な長期処理の実現、また従来機に対して廃液量の 40% 減が実現されている。

4.1.7 PS 版、CTP 版の環境対応

PS 版は、感光剤として環境および人体に影響する重クロム酸塩類を使用する平凹版の置換わりとして普及が進んだ。また、ネガタイプ PS 版は実用化初期から有機溶剤による現像がおこなわれてきたが、1970 年代後半に富士写真フィルムから水系現像液で現像できるネガタイプ PS 版が実用化されるなど、PS 版はその実用化の初期から環境問題への対応と共に進んできた側面を持つ。

PS 版、CTP 版およびその処理剤が環境問題に深く関わる部分として廃棄物があり、主要な廃棄物としては基板材料であるアルミニウムと、露光後の処理工程で生じる現像液を主とする廃液がある。前者は、使用済みの印刷版として回収されアルミ精錬業者により再生／再利用される。現在その回収率はほぼ 100%であり、効率の高いリサイクルが実現している。後者の廃液については、廃液量低減が継続的に要求されてきたが、1992 年の廃棄物処理法改正による現像廃液の特別管理産業廃棄物扱い、1996 年 1 月からの海洋投棄禁止などを契機に、さらには近年の ISO14001 およびゼロ・エミッションの観点から、廃液量低減要求は強まっている。廃液量低減については自動現像機の実用化初期から対応が進められてきている。4.1.6 項で述べたように、最近の自動現像機構造の改良や新規補充技術の開発、また版材と処理剤の改良等により、現在の廃液量は 20 年以上前の 10%程度まで低減されている。

近年、製品の環境負荷を定量的に評価する方法として LCA（Life Cycle Assessment）が広く採用されている。評価の一例として、4.4.6 項で挙げた LP-1310HII の環境負荷（CO₂排出量）を図 4.7 に示す。従来機に比した廃液量の減少（約 1/2）に伴い環境負荷が 45%削減しており、廃液量の低減が環境負荷に対して効果の大きいことがわかる。

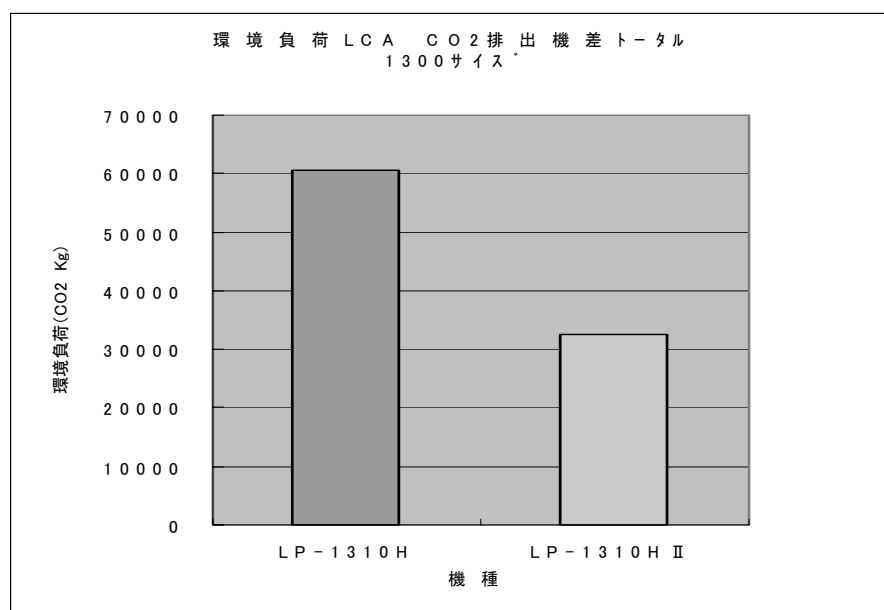


図 4.7 自動現像機の環境負荷削減例

4.1.8 今後の動向

PS 版、CTP 版の大きな成長は、“一定品質・高品質のものを安く、速く、楽に”製作するという印刷物製作の要求に応えてきたことによる。今後もこの要求に応えていくという形で版材、処理剤、自動処理システムが進展するという方向は変わらないと考えられる。また、印刷物製作に対する多品種・小ロット化対応化、短納期化、コストダウン、高品質への強い市場要求を背景として CTP 化への移行が加速することは疑う余地がない。

現在、CTP はサーマル方式、銀塩拡散転写方式、高感度フォトポリマー方式がそれぞれの特徴を活かし棲み分けられている。一般的に、画質と作業環境（明室取扱い）の点でサーマル、導入コスト（セッター価格）と生産性の点で銀塩、フォトポリマーといわれている。しかし、廉価タイプや高速タイプサーマルセッターのラインアップ、フォトポリマー用セッター／版の画質改良により各方式間の差は少なくなる傾向にあり、今後どの方式が主要となるかは予測できない。方式選択に際してはプレートセッターを含めたトータルシステムに対する、また各顧客の用途に対するコストパフォーマンスがポイントとなる。

今後、環境負荷の軽減要求の強まりによる、インキや湿し水等の non-VOC 化の促進や、高精細な印刷再現を可能とする FM スクリーン等の新スクリーニング技術の伸張に対して、版材としては印刷適正がより重要視され、良好な印刷適正への対応が強く求められると思われる。

ケミカルフリー（水現像、ガム現像）版材、無処理版材については各社が精力的な開発を進めており、一部実用化も始まっている。無処理版材は、平版オフセット用印刷版材として究極の合理化、環境負荷軽減につながるものであり、将来的には現在の PS 版、CTP 版は無処理版材への移行が進むであろう。しかし、現在実用化されている無処理版材を現状の PS 版・CTP 版と比較すると、総合的な製版・印刷性能の差は依然として大きく、PS 版・CTP 版と同等性能を有する無処理版の実用化には、まだ相当の時間が必要と思われる。

今後 5～10 年程度は、PS 版、CTP 版が平版オフセット印刷用の主要版材であることは変わらず、市場と顧客の要求に則して、印刷産業の発展への貢献を続けるであろう。

4.2 印刷用ゴムローラ・ゴムブランケット

4.2.1 ゴムローラ

(1) 印刷用ゴムローラの変遷

明治初期のわが国の印刷業界は活版、木版、石版が並立し、中でも銅版印刷が盛んであったが、新聞の発行部数が増加するとともに活版印刷と石版印刷が主流となった。当時、活版印刷（凸版印刷）用ローラとしては、膠ローラを使用されていた。これは、膠とグリセリンを調合した軟質ローラで熱溶融による金型への流し込みにより製造された。これに対して石版印刷（平版印刷）用ローラとして革ローラを使用していた。革ローラの製造方法として鉄芯に羅紗を巻きその上に縫い合わせた円筒状の皮革をはめ込んで製造していた。革ローラはインキ転移性および保持性が良いことが特長であった。

大正 14 年にわが国初の印刷用ゴムローラが製造販売された。これは、弾性ゴムに皮革粉末を配合したゴムローラであった。ゴムローラは革ローラと比べて①縫い目がない②インキの色を変えるとき作業性が良い との評判であった。

昭和 20 年代後半になるとそれまでのゴムローラは天然ゴムが主体であったが、アクリロニトリルブタジエンゴムを主原料としたゴムローラが開発され、耐久性が飛躍的に向上した。それ以降、印刷用ゴムローラはアクリロニトリルブタジエンゴムを主原料に開発されている。主原料に変化はないが印刷機械および周辺材料などの環境変化に伴い、ゴムローラは配合技術や加工技術で改良されている。例えば、印刷機械のスピードが高速になるにつれて耐発熱性、耐歪性を改良し、インキが鋳物インキからアロマフリーインキ、さらに大豆油インキに変わる事によるゴムローラの外径収縮対策がなされた。一方、UV 専用印刷ローラとしては、エチレンプロピレンゴム、ブチルゴムが主原料としたゴムローラが使用されていた。また、UV 印刷と油性印刷の兼用ゴムローラとしてアクリロニトリルブタジエンゴムを主原料としたゴムローラが使用されていた。しかし、平成に入るとポリウレタンを主原料にした UV 用印刷用ローラが開発され、現在は UV 印刷用ゴムローラの主流となっている。

(2) ゴムローラの基礎

1) 材 質

ゴムローラに使用されている代表的な原料は、スチレンブタジエンゴム（SBR）、クロロプレンゴム（CR）、シリコーンゴム（Q）、フッ素ゴム（FKM）、エチレンプロピレンゴム（EPM・EPDM）、ブチルゴム（IIR）、ウレタンゴム（U）、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）などがあり、最近では水添加 NBR が開発された。

一般に油性インキ用ゴムローラは、耐摩耗性・耐油性の優れたアクリロニトリルブタジエンゴムを主原料に種々の薬品をブレンドして作られる。一方、UV インキ専用ゴムローラは、耐 UV インキ性・耐 UV 洗浄剤性に優れたエチレンプロピレンゴムやブチルゴムを主原料に種々の薬品をブレンドして作られる。また、油性インキと UV インキの兼用材質は、アクリロニトリルブタジエンゴム（極高～高 NBR）を主原料に設計されていたが、最近はウレタンゴム（U）を主原料として設計されているゴムローラが主流となっている（図 4.8）。

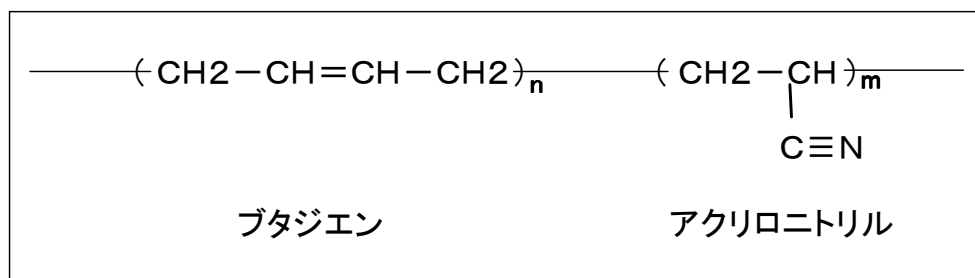


図 4.8 アクリロニトリルブタジエンポリマー

2) ゴムローラの定義と製造工程

ゴムローラとは「金属或いは他の材料を用いたローラ芯にゴム或いはその他の弾性物質を被覆したもの」を言い、主な特長は①変形しても急速に原形に戻る。②金属と比べて摩擦係数が高い③化学薬品に対し抵抗性があり、ローラ芯、シャフト芯を保護する。④引っ掻きや衝撃による傷を防ぐ。などである。図 4.9 にゴムローラの製造工程を示す。

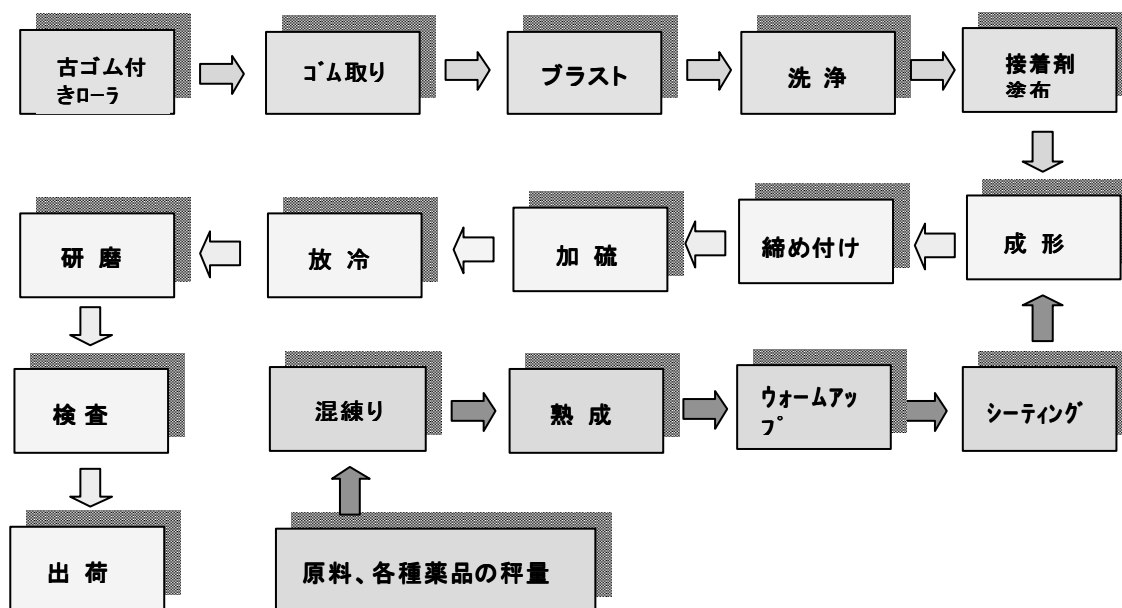


図 4.9 ゴムローラの製造工程

3) ゴムの劣化

一般にゴムローラの劣化の要因としては①熱および光による劣化②疲労による劣化③化学薬品による劣化④オゾンによる劣化⑤インキおよび溶剤による劣化⑥摩耗による劣化がある。印刷用ゴムローラの劣化の大半は⑤インキおよび溶剤による劣化⑥摩耗による劣化が占める。

印刷用ゴムローラは、ゴム硬度を 20～40 (JIS-A) と非常に柔らかくする為に多量の可塑剤（主にフタル酸エステル類）を配合する。この可塑剤はインキおよび洗浄剤で移行および抽出されやすい性質を持つために、ゴムローラを長期間使用されると外径が収縮して硬度が上昇する現象が発生する（図 4.10,11）。

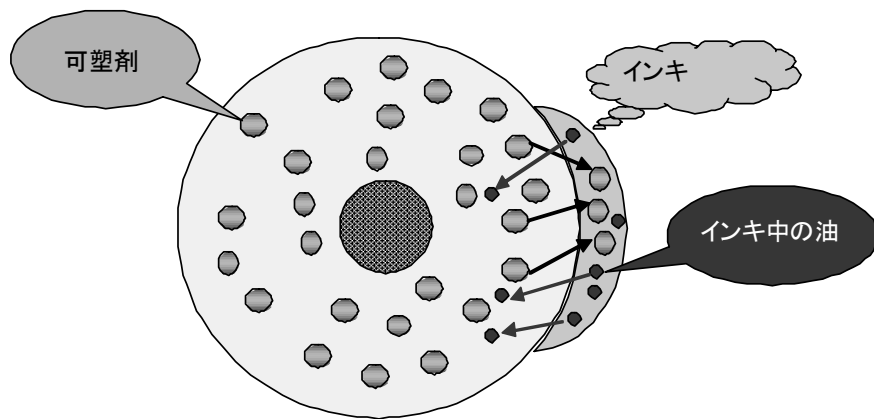


図 4.10 ゴム中の可塑剤の移行

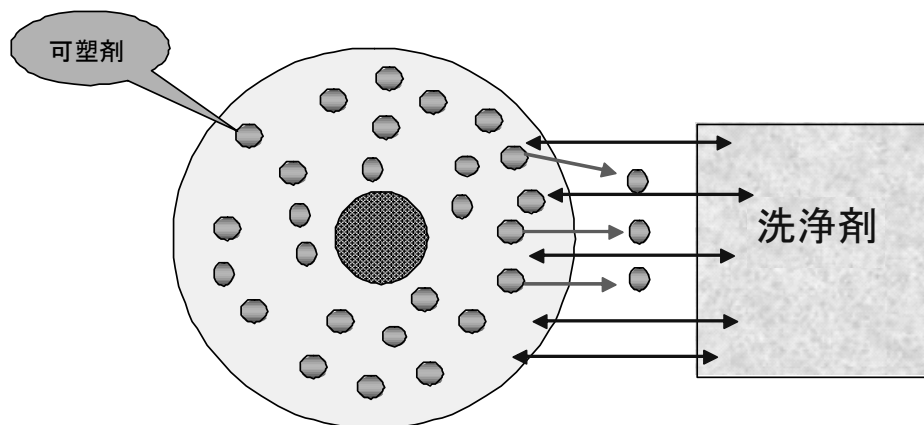
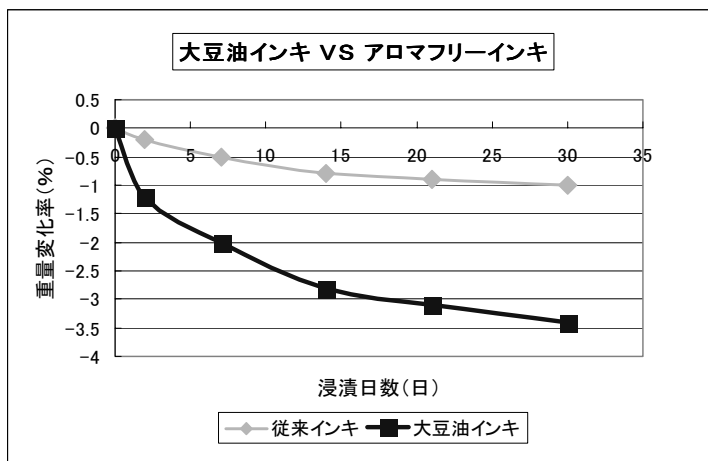


図 4.11 ゴム中の可塑剤の抽出

(3) 最近の技術動向

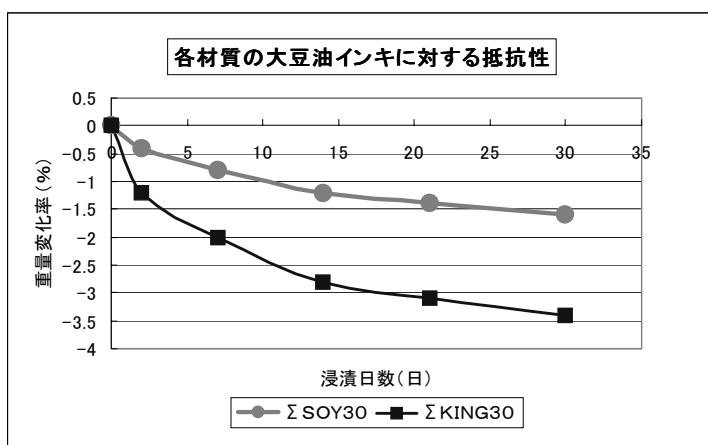
1) 大豆油インキ対応材質

近年、揮発性有機化合物(VOC)が大気汚染の主原因であるという事で国際的な問題となり、その一環としてインキ中の揮発性物質を減少もしくはゼロにする試みがインキメーカー各社で実施



され実用化された。特に新聞印刷ではいち早く採用され、一般のオフ輪や枚葉印刷でも急速に普及している。左図に示すように、その代表的なインキが大豆油インキであり、溶剤成分に占める大豆油の割合が20%~100%のインキが市販されている。従来、インキの溶剤成分は鉱物油が使用されており、VOCの割合は30%程度あったが、最近市販された大豆油100%インキのVOCは0%近くまで改良されている。

大豆油インキは、環境対応という観点では非常に優れているものの、ゴムにとっては有り難くない側面を持っている。上図で示しているようにアロマフリーインキよりも大豆油インキはゴム中の可塑剤を抽出させるのでゴムの体積を減量させ、ゴムローラの外径を収縮させる。左図



に示すように、ゴムローラの外径が収縮するとニップ幅が細くなり、洗浄性など作業性や印刷品質に影響を与える。そのためにオペレータは、ゴムローラのニップ調整を頻繁に行なう必要があった。

大豆油インキを使用してもニップ幅が変化しないゴムローラが要望され、主原料はNBRで変わらないが、配合技術により大豆油インキに対応

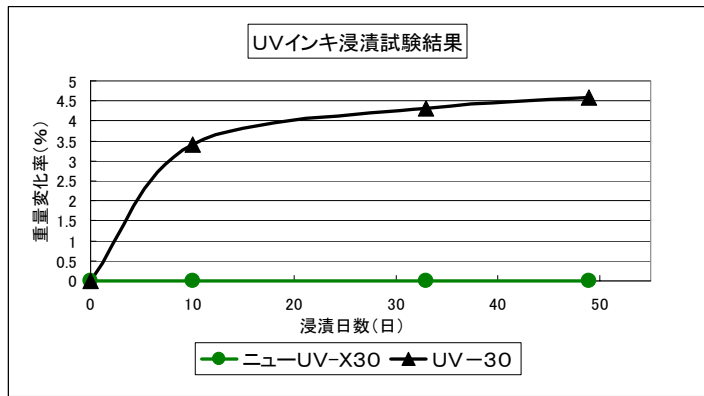
した材質が開発された。大豆インキ用ゴム材質は、可塑剤の抽出量を非常に少なくすることでゴムローラの外径収縮や硬度上昇を押さえることに成功した。これによりゴムローラを従来のインキを使用しているのと同じような取り扱いで使えるようになった。

2) UV インキ対応材質

紫外線硬化型インキ(以下UVインキと呼ぶ)は、紫外線の照射によってインキビヒクルが重合反応を起こして瞬間的に硬化乾燥するインキである。UVインキの特長として①速乾性のために生産性が向上する。②インキの乾燥皮膜が強固であり、耐摩擦性が優れる。③インキに溶剤を含有しないために大気汚染がない。などが上げられる。一方短所としては、①洗浄剤、刷版、ゴムローラ、ブランケットなどUVインキ対応タイプが必要である。②印刷されたインキ皮膜に柔軟性が少ないことなどが上げられる。

UVインキ対応ゴムローラは、UVインキ専用ゴムローラ(以下UV専用ゴムローラと呼ぶ)とUVインキと油性インキ兼用ゴムローラ(以下UV兼用ゴムローラと呼ぶ)に大別できる。

UV 専用ゴムローラは UV インキに使用が限られ、油性インキは使用できない。材質は EPDM または IIR が使用される。一方、UV 兼用ゴムローラの材質としては、主に NBR が使用されていた



が、左図に示すように、UV 用洗浄剤に対して膨潤が大きく、長期間使用するとゴムローラが太鼓状に変形するので均一なニップ幅が取れなくなる。洗浄剤に対して膨潤しないゴムローラが要望され、特殊ポリウレタンを主原料にした材質が開発された。表 4.2 のように特殊ポリウレタンを主原料に設計されたゴムローラは、UV イン

キおよび UV 用洗浄剤にほとんど膨潤しない事から NBR では使用できなかった洗浄力の強い溶剤を使用できるようになり、洗浄時間が短縮された。

表 4.2 UV 用洗浄剤に対する抵抗性

表 4.2 UV 用洗浄剤に対する抵抗性

		浸漬時間		
		2 時間	5 時間	24 時間
洗浄剤 A	UV 3 O (N B R)	4 %	6 %	11%
	ニュー UV-X30 (特殊ウレタン)	0 %	0 %	0 %
洗浄剤 B	UV 3 O (N B R)	9 %	13%	24%
	ニュー UV-X30 (特殊ウレタン)	0 %	1 %	2 %

また、NBR を主原料に設計された UV 兼用ゴムローラは、UV インキと油性インキを切り替える時のならし運転が必要であるが、特殊ポリウレタンを主原料に設計されたゴムローラはならし運転が不要であることも大きな特長であり、生産性の向上に寄与している。

(4) ゴムローラを取り巻く環境

古くなったゴムローラは、鉄芯から古いゴムを剥がして新しいゴムを巻き、ゴムローラとして再生させる。鉄芯は何回も再利用できるが、ゴムは産業廃棄物として処分している。

今後、ゴムを廃棄する環境は益々厳しくなると予想され、産業廃棄物として破棄する量を減量させる必要がある。さらに耐インキ性、耐洗浄剤性、耐発熱性、耐歪み性などが優れた熱可塑性樹脂が開発されれば、産業廃棄物として破棄していた古ゴムは再利用できるようになるかもしれない。

4.2.2 ゴムブランケット

(1) オフセット印刷法とブランケット

平版印刷はもともと版上のインキを紙等の被印刷物に直接転移させる直刷り法であったが、偶然の発見から版上のインキをゴムに一度転移してから被印刷物に転移するオフセット印刷法が刷り上り品質の点で優れていることが分り急速に発展してきた。現在では平版印刷はオフセット印

刷と同義と言えるほどオフセット印刷法になっており、一部の分野では凸版を使ったオフセット印刷法（ドライオフセット）も行われている。オフセット印刷はゴムの持っているインキとの親和性とゴム弾性により、紙や版表面の凹凸へ追従できる変形能力またインキ転移に必要な圧力を均一化できる能力が印刷品質を高める大きな要素であり、担っているのがブランケットである。

(2) オフセット印刷の発展

印刷品質に優れているオフセット印刷は新聞、書籍、雑誌等の情報出版を始めチラシ等の広告印刷、板紙や金属等のパッケージ印刷、ビジネスフォーム印刷、シール印刷やその他特殊印刷等のさまざまな分野で使われ、国内では全印刷物の7割がオフセット方式で印刷されていると言われている。

オフセット印刷が発明されてから100年になるが印刷品質を高める動きは常にあり、最近では高精細印刷やFMスクリーン等の技術が導入されている。印刷機械も高品質化だけでなく高速化、高効率化等を求めて進化している。さらに関連する諸資材について見ると版材は主流のPS版からCTP化に伴う変化や水なし平版の出現、インキは環境対応から鉱物油のアロマフリー化に大豆油等の植物油の使用といった変化やUVインキの出現、用紙では再生紙割合の増加や中性紙化の動き等が見られる。こうしたオフセット印刷をとりまく環境の変化はブランケットに求められる特性にも影響を及ぼし、ブランケットも対応すべく新化しており今も模索が続いている。

(3) ブランケットの機能と構成要素

ブランケットはその生い立ちからも分るように版からインキを受理して紙に転移させる表面層が最も重要な構成要素であるが、通常は円筒状のシリンダに張力をかけて装着して使われるため固定するのに十分な強度と剛性を持たせるため綿布等の補強層(基布層)とからなる複合材である。また圧縮性を持たせることでブランケットの性能が飛躍的に向上することが分り、現在では圧縮層も必須の要素と考えられるほど重要性が増している。構造上は表面ゴム層と補強層からなる普通タイプ(Conventional Blanket)と圧縮層を持った圧縮性タイプ(Compressible Blanket)に分けられるが現在では後者が圧倒的に多く使われている(図4.12)。

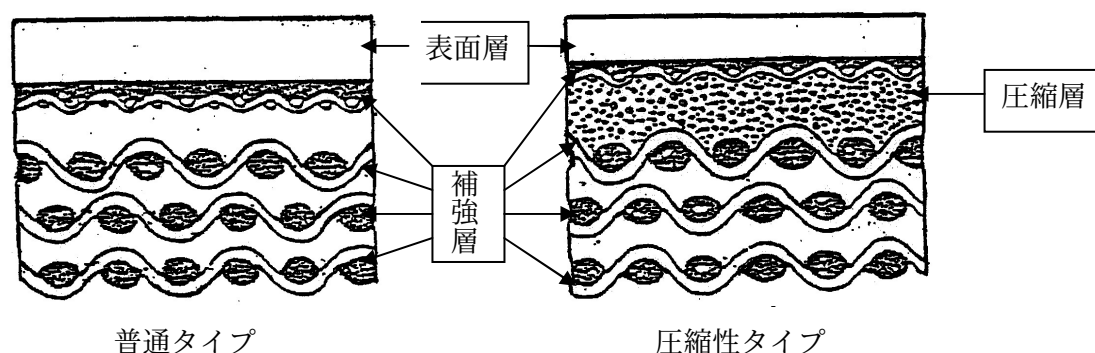


図 4.12 ブランケットの断面

1) ブランケットの基本特性

ブランケットはISO規格が制定されていて、整合性を持たせたJISも制定されている。ブランケットに求められる基本特性について規格の内容を一部以下に記す。

①寸法精度

ブランケットは一般的には長尺で作られ機械のサイズに応じて裁断され、必要に応じて取付け金具を付ける加工が施される。厚さ精度は均一な印圧を得る上で最も重要な要素で、裁断後の面積 1.5 m²未満の厚さ公差は±0.02mm 以下、面積 1.5 m²以上では±0.03mm 以下であることが求められている。幅と長さは比較的余裕があるが直角はシリンダー装着上重要な要素であり対角線、平行する 2 辺の差が 0.5%以下と規定されている。

②伸びと引張り強度

シリンダー上にしっかり固定するために伸びと強度は重要で、シリンダーの円周方向については 10 N/mm の荷重をかけた時の伸びが 1.5%以下、引張り強度は 40 N/mm 以上と規定されている。

③耐インキ性

表面層はゴムが一般的であるがインキの他洗浄液や湿し水等と接触する為、これらの溶剤や薬液に対する耐性が求められる。ゴムはインキ中の溶剤成分による膨潤やゴム中の可塑剤が抽出される収縮が起こる為、インキに対しては 20 時間の接触で膨潤 4%未満、収縮 2%未満と規定されている。

④圧縮性と表面性

ブランケットの特性を表す上で圧縮性と表面性は重要な要素であるが、圧縮性は本来の意味での特性を表すのは簡単ではなく推奨する測定法を提案するに止め規格は定めていない。また表面層の材質、形状および硬さはその違いによって印刷適性が変わってくることからメーカーの裁量に任せている。

(4) ブランケットの変遷

1) 表面層

表面層はインキを版から受理して紙に転移させる最も重要な機能を担っており、インキに対する親和性と共にインキ、洗浄液や湿し水に対する耐性を併せ持つ必要がある。また印圧を均一化し紙や版の凹凸に追従できる柔軟性と、繰返し受ける圧縮変形を復元させる弾性を備えていなければならず材質の設計が重要である。さらに表面の形状はアミ点の再現性、インキの盛り、紙離れ性や洗浄性等色々な面で印刷適性に多大な影響を与える為、用途や目的によって様々な形状のブランケットが製品化されている。

①表面層の材質

インキとの親和性に加え柔軟性や弾性の面でゴムが非常に優れているが、天然ゴムはインキ中の溶剤成分に対する耐性に問題があり種々の合成ゴムが発明されると、この点に優れたアクリロニトリル・ブタジエン・ゴム（NBR）が主に使われている。NBR はアクリロニトリルの含有量で性質が変わるので種々のグレードがある。また原料ゴムに配合される薬品類によって表面ゴムの印刷適性は大きく異なる為、配合技術によってインキや紙といった諸資材とのマッチングを高める努力が常に行われている。たとえばインキではアロマフリー化や植物油の使用によりゴムとの親和性が変わり、インキの受理転移性が影響を受けたが配合技術で対応してきた。今後 non VOC 等の新しいインキが出てくるとマッチングを高めるための検討が必要になってくると思われる。

②UV インキと表面層の材質

UV インキは硬化速度や溶剤を含まない等のメリットがありパッケージ印刷等で拡大してい

るが、含有する極性成分のため NBR を使った表面層は膨潤する問題がある。これはインキと接する画線部が膨潤するもので、通しが長くなると膨潤量が大きく厚みが不均一となり次の仕事の際に影響が出る現象で、結果的にブランケットの耐久性を悪くしている。膨潤は原料ゴムにエチレン・プロピレン・ゴム（EPM、EPDM）を使うことでなくすことができ UV インキ専用のブランケットに使われている。しかしこのゴムは油性インキでは膨潤量が非常に大きく、油性インキと UV インキを兼用する場合は使用できない。また UV インキとの親和性が不足しているためか受理転移性の点でやや劣っている。このため膨潤のリスクを負いながらも油性インキ用のブランケットを UV インキに使用しているケースも多く見られる。NBR の耐 UV インキ性を配合技術で高め油性インキと UV インキを兼用できる製品作りも試みられている。

③その他の材質

合成ゴムとしては上述の 2 種類の他に多硫化ゴムがブレンドされたり、ウレタンゴムが使われたりしている。また曲面印刷ではブチルゴムも使われている。今後新たな合成ゴムが開発されると表面層の可能性が高まる。さらに弾性に富んだゴムと樹脂の中間的な性質のエラストマーが各種開発されていて、ブランケットの表面層に使われているものもある。

④表面形状

表面の形状は印刷適性上重要な影響を与えるが、一般的には次のように考えられている。アミ点や画線のシャープさ、インキ皮膜の滑らかさや洗浄の作業性等は平滑な表面形状が優れているが、紙離れ性やインキの盛り量等はある程度粗面の方が優れている。このように要求特性によって適した形状が異なる為に、用途や目的に応じて異なる形状のものが製品化されている。表面の成形法には次の 3 種類あるが現在は機械的な研磨による方法が最も一般的である。

⑤キャスト法

これは無研磨法とも言われるもので表面ゴムに紙を押し当てて加硫する方法で、紙の面がそのまま成形される。従って使われる紙の面によって異なる面形状を成形することができる。初期のブランケットに多く採用された方法で、平滑な面を有したブランケットは画像のシャープさ等に優れたものがあったが、厚さ精度の点で研磨法に劣ることと紙との剥離性を高めるため粉を打つので粉を落とさないとインキとの親和性が劣る弱点があり現在では少なくなっている。

⑥機械研磨法

機械的に表面を研磨或いはバフがけするもので研磨方法や条件によって異なる形状或いは粗さを作ることができる。また研磨することにより厚さの絶対値とバラツキの精度を上げることができ、表面に打ち粉の付着もないことから現在では最も多く採用されている。

⑦化学研磨法

加硫の際にゴム表面に可溶性の粉を均一に蒔いて押し当て、加硫後にこの粉を溶出すると粉の在った所が窪みとなり微細な凹凸を有する表面が成形できる。この方法で製品化したブランケットがあるが厚さ精度の問題は残り多くはない。

2) 圧縮層

圧縮層の導入は折れ紙や 2 枚差し或いは異物のような衝撃への耐性を高める目的であったと言われているが、耐衝撃性やショック吸収性だけでなくブランケットの性能が飛躍的に高まり現在では圧縮性タイプのブランケットが主流となっている。性能向上に寄与した圧縮性の意味とはブランケットが変形を受ける際に生じるバルジと言われる盛り上がりが少ないために、周長の変化

が少なく版胴との周長差に起因するトラブルが少なくなった点が上げられる。ゴムは変形する際に体積の変化がないが、気孔を有する圧縮層は体積の減少を伴った変形をするため、版胴或いは圧胴との間でブランケットが変形する時に普通タイプのブランケットではバルジが生じるが圧縮性タイプでは非常に小さくなる。バルジが生じるとブランケット胴の周長が増えるため版胴の周長と合わせるための仕立てが難しくなり、合わないで周速差からダブリやスラーと言った印刷障害が生じることもある。またオフ輪では紙の送りに影響し見当性が悪くなる。圧縮層は気孔を有することからブランケット全体をソフトにすることができ、適性印圧の幅を広くすることにも寄与している。ブランケットに使われている圧縮層には次のようなものがある。

①紙繊維のマトリックス

最初の圧縮層はセルロース繊維にバインダーを含浸させたマトリックスで、米国で製品化された。しかし柔軟性に欠け皺になりやすく、洗浄液の影響を受けやすいことから現在では一部の製品にのみ使われているだけである。

②スポンジゴム（溶出法）

次に圧縮層として使われたのはスポンジゴムの中で溶出法と言われる手法で作られたものである。これはゴムの中に塩類を練り込み、加硫後に溶出することで塩類の存在していたところが気孔となるスポンジで、構造上気孔同士が互いに連結した連続気泡タイプである。このタイプは非常に優れた圧縮性を有し圧縮性ブランケットの優位性を証明し、市場でも広く受け入れられ長らく牽引役となった。

③スポンジゴム（発泡法）

連続気泡のスポンジは圧縮変形の際に空気が連結した気孔内を移動できるため、優れた圧縮性を示す一方で力が抜けて復元する際には空気が戻る必要がありレスポンスは遅い。これに対して気孔が一つ一つ独立したゴムボールの様に存在した独立気泡のスポンジは、圧縮変形の際に気孔内の気体が圧縮されるため復元の際には押し戻す力となりレスポンスが速い。この独立気泡のスポンジを作るためにまず用いられたのが発泡剤である。これは加硫の時にかけられる熱で分解してガスを発生する薬品をゴムに練り込んでおくもので、盛んに製品化されたが発泡状態をコントロールするのが難しいのが問題である。

④スポンジゴム（マイクロバルーン法）

樹脂等を微細なボール状に成形するマイクロバルーンの技術が確立し、これをゴム中に練り込むことで均一な独立気泡のスポンジが作れるようになった。図 4.13 のように現在ではこの技術を応用して作られたスポンジゴムを圧縮層として使うブランケットが主流となっている。

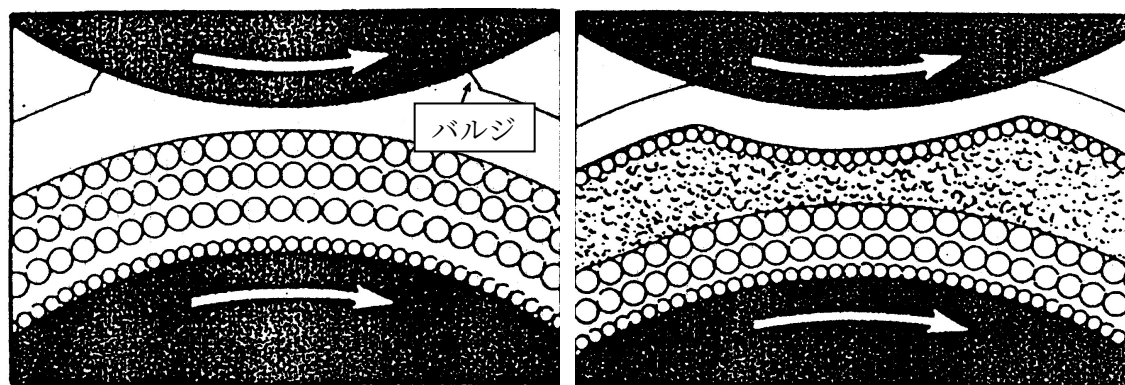


図 4.13 バルジの発生状況

3) 補強層

補強層はブランケットをシリンダー上に固定するために必要な強度と剛性を付与するためにあり、天然繊維である綿織物を複数枚組み合わせる方法が最も一般的である。繊維の長い綿糸から織られた綿布は十分な強度があり伸び止め加工がし易くゴムとの接着も良好なことがその理由である。化学繊維による代替は色々と試みられているが伸び止めや接着の点で劣り限定的な使われ方である。また強度や安定性を強調する意味でガラス繊維やタイヤコードさらにはフィルムを使用した製品も見られる。最近は補強の意味だけではないが金属板にブランケットを貼りつけたものも現れている。これはブランケットを締め込む為のシリンダーの切り欠き(ギャップ)を狭くする目的であるが、機上におけるブランケットの伸び等の問題がなくなり補強層とも言える。

4) 装着方法の変遷

ブランケットはシリンダーに張り付けて使われるため、装着の方法も色々考えられている。かつてはブランケットの両端に万力と言われる金属棒をネジ等で固定し、機械の締め付け装置に取り付けていたが現在ではアルミ製のバーと呼ばれるコの字形の金具をプレスした状態で供給されるのが一般的になっている。

5) オフ輪におけるナローギャップ化

ブランケットシリンダーにはブランケットを締め付けるための切り欠き(ギャップ)があるが、巻取り紙を使う輪転機の場合はこのギャップは印刷できない部分であり、用紙の無駄をなくす意味では狭いほど良いと言える。またギャップの存在は印圧の変動を来し機械のショックの発生原因になっているため高速化の阻害要因でもあり、ギャップを出来るだけ狭くしようとの動きがある。ギャップの幅はブランケットの厚みとバーの厚みを加えた量が必要であり、バーを薄くする手法がまず取られた。アルミでは剛性不足から限界がありスチール製のバーが出現し、さらにコの字形ではなく鋼板を裏面に接着させたタイプのバーも出現してギャップの幅を狭く出来るようになった。金属板にブランケットを貼り付けたメタルバックでは金属板の部分だけを締め付けに使うためさらにギャップを狭く出来る。究極の方法として金属等のチューブ上にブランケットを成形しこのチューブラーブランケットをシリンダーにはめ込む方式が出現した。この場合はシリンダーにブランケット締め付け装置が不要となるためギャップレスと言われている。

6) 粘着ブランケット

特殊なケースとしてブランケット自体の裏面に粘着剤が塗布してあり、シリンダーに直接貼り付けるタイプのブランケットがある。この場合もブランケット締め付け装置が不要となりシリンダーの構造が単純になるが、粘着剤での固定には限界もありフォーム印刷や2ピース缶の印刷等一部に使われているのが現状である。

7) ブランケットの現状と今後の動向

オフセット印刷が発明されてから100年が経ちブランケットはかなり成熟した製品となっている。メタルバックブランケットやチューブラーブランケットといった特殊な形態のブランケットも出現しているが、主流を占めるブランケットの形態は圧縮性ブランケットの発明以来あまり変化がない状況である。一見形態の変化は少ないが機械や関連資材の変化に対応すべく、或いは新しい技術や材質の出現によりマッチングを高めるよう進化しているブランケットの今後の動向を見てみる。

オフセット印刷機については高効率化や高品質化の動向が見られ、ブランケットは高速運転でも優れたインキ転移性と共にショックの吸収性等の性能アップが求められる。諸資材の変化はブランケットの性能に与える影響が大きく、変化に応じてマッチングを高める必要がある。インキ

は環境面への対応としてアロマフリー化や脱石油を目指して植物油への転換の動きがあり、ブランケットの表面ゴムも親和性を合わせるよう調整をしてきている。今後も non VOC への取り組みによって変化が予想され表面ゴムもまた調整が必要になると思われる。用紙は再生比率の上昇や中性紙化の動きがあり紙紛や炭酸カルシウム等のゴム表面への付着からインキ転移性が損なわれる問題があり、ブランケットとしても本来の性能を維持するような対応が求められていくものと思われる。版も PS 版から CTP 化が進行しておりブランケットから見るとインキの受理性や版の耐刷力への影響等に変化が起こる可能性もある。洗浄液も作業環境や地球環境の面から規制が厳しくなる流れの中で環境対応型への変化が見られ、今後も VOC 規制等が厳しくなるとブランケットへの影響が顕在化してくる可能性がある。高精細印刷や FM スクリーニング等の新しい方式も色々な面でブランケットに影響が出ている場合があり、ブランケット単独での対応が難しいケースでは関連諸資材と連携しての対応が必要である。

ブランケット自体の環境面での問題を考えた場合、一つには使用している原材料の問題がある。ゴムは原料ポリマーに種々の薬品類が配合されているが、中には環境面で好ましくないものもありこうした成分を使用しなくても性能が維持できる配合技術が求められていく。またブランケットはゴムの劣化等により性能が低下すると交換する消耗部品であり、使用済み品は産業廃棄物として処理される。このため廃棄物削減の意味では耐久性の向上が求められ、補強層の材質も処理のし易さを考慮していく必要がある。

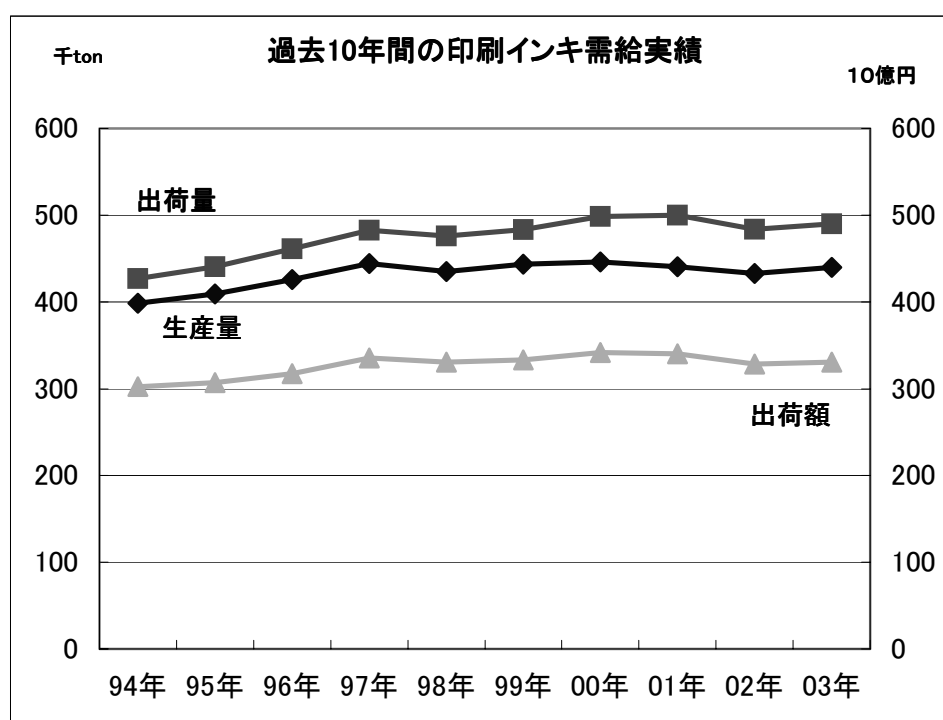
今後新しい合成ゴムやエラストマーが出現すると環境にやさしくしかも性能の優れた製品作りが出来る可能性もある。

4.3 印刷インキ

昨今の印刷業界を取り巻く環境は、依然厳しく、短納期、通し枚数の減少、という流れから、インキに対してコストの削減、品質の安定・向上という従来からのニーズに加え、環境対応という新たなニーズが巻き起こっている。

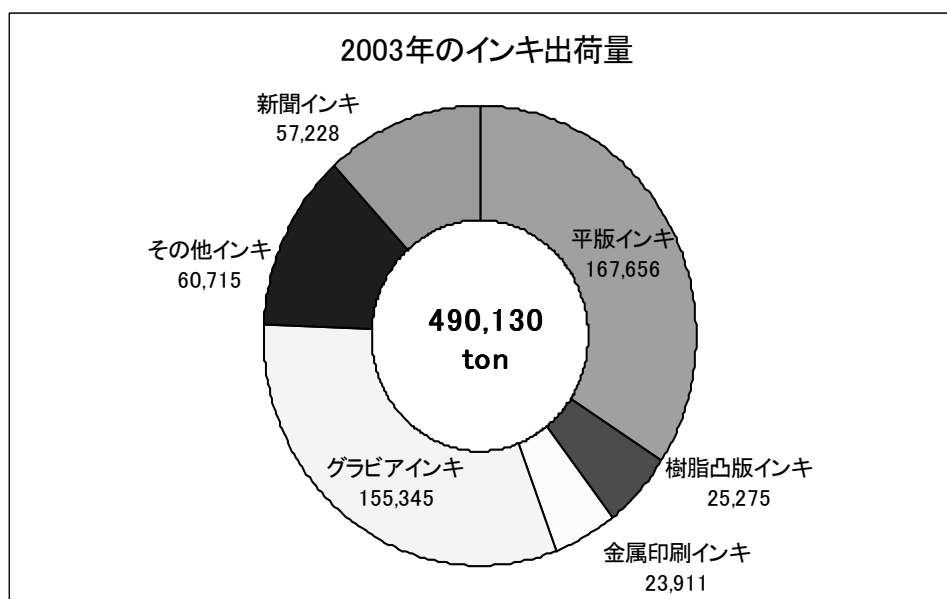
環境問題是对应を間違えると企業活動を危うくするという恐さもある反面、他社あるいは他の分野より先んじると、販売に関し非常に大きな追い風となるという、両刃の剣になる問題である。この為、インキ業界においても環境調和型の製品を揃え、さらに新たな視点から研究を続けている。こうした環境調和型製品の性能は従来からある市場の要求・ニーズに対し不利に働く事が多く、これをインキメーカー各社が如何に克服する事かと言う事が環境調和型製品の普及にかかっている。

参考までに、下図および表に1994年から昨年までの過去10年間の印刷インキの推移統計データを提示する。



	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
生産量 (t)	398,502	409,503	426,056	444,453	435,153	443,705	446,351	440,757	433,098	439,800
出荷量 (t)	427,037	440,851	461,421	482,626	476,005	483,336	498,736	499,936	483,709	490,130
出荷額 (百万円)	302,213	307,315	317,636	335,740	330,867	333,194	341,884	340,344	328,651	330,821

出典：印刷インキ工業連合会



出典：印刷インキ工業連合会

□ 環境対応への経緯

オフセットに関連する環境対応の経緯を拾って見ると(本項末尾の表 4.5 参照)1973 年に、業界で NL 規制(「食品包装材料用印刷インキに関する自主規制」というものを設け、発ガン性が指摘されているもの、毒性が強いもの、蓄積性の高いものなどの有害性の高い化学物質をリストにし(「NL リスト」と呼ぶ)インキメーカー各社はこれらを使用しない様になっている。当初 58 物質でスタートしたが、見直しを行い現在では 131 物質を指定している。インキメーカー各社はこのガイドラインに沿い製品設計を行っている。1988 年労働安全衛生法の改正があり、「有機溶剤中毒予防規則」の内容が強化された。この中で印刷関連では、湿し水に添加している IPA(イソプロピルアルコール)も規制対象となり、取り扱いが厳しくなった。これを機に IPA を削減しようという動きが起きた。現在ではアルコールレスの湿し水による印刷が実用化され、オフ輪印刷においては相当数がアルコールレスで印刷を行っている。一方、枚葉はオフ輪に比べ難しい面があるが、徐々に広まってきている。1989 年(社)日本環境協会はエコマークを制定し、1997 年 7 月「オフセット印刷インキ」のエコマーク認定基準(No102)が制定された。この為インキメーカー各社により、エコマーク認定基準を満たすインキが開発され、環境調和型インキと言われるほとんどの製品はエコマークを取得している。従来基準では、芳香族成分を含まない溶剤を使用のことであり、アロマフリーソルベントの普及に大きく寄与した。現在ではほとんどのオフセット製品でアロマフリーソルベントを使用している。

2002 年 12 月 18 日よりバージョン 2 がスタートし、さらに認定基準を厳しくし環境調和性を促している。バージョン 2 ではアロマフリーソルベントの使用のほかに、インキ中のソルベントの総量を制限し、枚葉インキ、新聞インキ等については VOC(揮発性有機化合物)の規制にまで踏み込んだ形となっている。

VOC についてはアメリカにおいて早くから規制がされており、印刷業界においても、アルコールレスの湿し水添加剤、低 VOC のインキ、等々が使用されている。また、枯渇資源である石油系溶剤に代わって、生産資源である大豆油を使用する動きが 10 年以上前から行われており、アメリカ大豆協会(ASA)がインキ中に使用する大豆油の最低必要量の基準を設け、それ以上含有するイン

キに対し、ソイシール表示を認定している。また、このインキを使用して印刷を行った印刷物に対してもソイシールの表示を許可している。

環境に早くから対応してきている欧米に比べ、日本は後追いという感は否めなかったが、近年、地球規模での環境保護が盛んに言われる時代になり、1997 年 12 月の地球温暖化防止京都会議以降はさらに人々の関心を集める事柄になった。

2000 年制定の PRTR 法やグリーン購入法を始めとした法規制に続き、2001 年 8 月の日本印刷産業連合会（日印産連）による「オフセット印刷サービス」グリーン基準、11 月のエコマーク事務局による「紙製印刷物のエコマーク」認定基準、12 月のグリーン購入ネットワーク（GPN）による「オフセット印刷サービス」発注ガイドラインなどの基準作りが進んだ。同様の動きが各自治体にも起きており、東京都が「印刷物発注ガイドライン」、埼玉県が「生活環境保全条例」を公表するなど、国・地方ともに行政の動きにも注意を払っておく必要がある。

本項末尾に表 4.6 として、各グリーン基準の対照表を付けたので、合わせて参照下さい。

この様な世間の動きに呼応して、日本のインキ業界でも盛んに環境をポイントに各社とも研究をし、色々な環境調和型の製品を提供している。開発中のものを含め、そのキーワードをいくつかあげると、アロマフリー、SOY（大豆油インキ）、non VOC「無溶剤」（枚葉）ハイブリッド、低温乾燥型（オフ輪）、脱石油系溶剤（オフ輪）易脱墨性 等々があげられる。以下に、これらうちいくつかを簡単に紹介する。

4.3.1 アロマフリーインキ

エコマークの基準にも取り上げられた事もあり各社で積極的に採用された芳香族成分 1 % 以下の溶剤を使用したインキの事。従来の溶剤は 15 % 程度の芳香族類を含んでいるが芳香族成分は皮膚刺激性、臭気が強い反面、溶解性が高く樹脂との相溶性がよい。この為、設計時に樹脂の選択肢が広い。アロマフリーインキ開発にあたり、溶剤の溶解性の不利を補う方策としては①補助剤として高溶解性溶剤の併用、②顔料分散剤の活用、③アルキッド樹脂の多量併用、④樹脂の中で特にロジン変性フェノール樹脂の高溶解性化、などの方法がある。印刷適性面を損なわない④高溶解性の樹脂が各社で開発され普及が進んだ。

4.3.2 ソイインキ（大豆油インキ）

印刷インキは以前から乾性油として植物油（亜麻仁油、桐油等）を含んでいたが、「大豆」という食物から由来する油という安心感と顧客へのアピールから普及した。前述のアロマフリー溶剤を用いて且つ大豆油を一定量以上含有しているインキは、エコマークの取得ができ、且つアメリカ大豆協会(ASA)によるソイシール表示できる。現在この 2 種のマークを添付したインキが環境調和製品の主流となっている。ソイシール表示に必要な大豆油の含有量はインキの種類により違いがあり、枚葉インキ 20%、オフ輪インキ 7%、新聞墨インキ 40%、新聞カラーインキ 30% 以上含む事となっている。枚葉インキは酸化重合型の乾燥方式の為、ヨウ素価の低い(つまり $-C=C-$ の 2 重結合が少ない)大豆油が多くなると乾燥遅延を起こし易いので大豆油インキの普及はまだそれほどではないが、オフ輪インキの場合は、ほとんど乾燥性にも影響を与えない含有量であるために、かなり普及が進んでいる。

SOYマークロゴ（インキ用）



SOYマークロゴ（印刷物用）



印刷物へ貼り込みが可能な
「大豆油インキソイシール」

ASA認定基準

〔インキ中の大豆油含有量〕

- オフ輪ヒートセットインキ 7%以上
- 枚葉インキ 20%以上
- フォームインキ 20%以上
- 新聞インキ 墨 40%以上
カラー 30%以上

図 4.14 アメリカ大豆協会(ASA)によるソイシールおよび大豆油含有量

4.3.3 non VOC インキ

揮発性の有機化合物を総称し VOC (Volatile Organic Compounds) と呼んでいるが、どう定義するかにより対応が変わってくる。例えば世界保健機関(WHO: World Health Organization)は沸点範囲により、VVOC、VOC、SVOC、POM と分類される。(表 4.3 参照)

表 4.3 WHO による VOC の分類

名 称	略記	沸点範囲 (°C)	代表的化合物
超 揮 発 性 有 機 化 合 物 (VeryVolatileOrganicCompounds)	VVOC	0 以上～50－ 100	ホルムアルデヒド
揮 発 性 有 機 化 合 物 (VolatileOrganicCompounds)	VOC	50－100～240 －260	トルエン、キシレン、ベンゼン、スチレン
半 揮 発 性 有 機 化 合 物 (SemivolatileOrganicCompounds)	SVOC	240－260～380 －400	リン酸トリブチル (TBP)、 フタル酸ジ オクチル (DOP)
粒 子 状 物 質 (ParticulateOrganicMatter)	POM	380 以上	リン酸トリクレシル (TCP)、クロルトリホス、 芥子油

オフセット用のインキ溶剤としては一般に VOC から SVOC にまたがる沸点範囲(240～0～320°C)のものが主体で、SVOC の範疇にある高沸点溶剤を使用すれば、SVOC ではあるが non VOC と言え

なくも無い。また、アメリカの環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)の指定する“Method 24”を用いると強制排気オープン中で $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ で1時間加熱したインキの重量減量分を全てVOCとしており(サンプル希釈に用いる溶剤、水分は除く)、上記のSVOCもVOCと換算される可能性がある。この為、一般に non VOC インキと言うと石油系溶剤を使用しないタイプのインキを指す事が多い。ここで単純に溶剤成分を大豆油等の植物由来の乾性油に置換すると、粘度の高い乾性油類は紙への浸透が遅くセット遅延をもたらす。結果として裏移り等の重大な事故を引き起こす。この問題をクリアする事に各社とも研究を行っている。以前はセット・乾燥で一般溶剤型インキに比べ劣っていたが、少しずつ性能が向上して来ている。また、無溶剤というアピール度は大きい為、セット・乾燥の問題が解消されれば大きく普及する可能性は非常に大きい。

4.3.4 ハイブリッドインキ

油性インキの長所に UV インキの長所を複合させたインキである。UV インキは紫外線硬化する為、もともと揮発性の溶剤は必要としていなかったが、世界的に VOC(揮発性有機化合物)削減の動きが高まる中で UV インキの出荷量が近年大きく伸びている。これには瞬時に乾燥するという簡便さと乾燥皮膜が強いと言う従来からの利点に、環境側面が新たに見直されているからに他ならない。一方弱点として、UV インキは原料に高価なアクリレートモノマー、プレポリマー、光重合開始剤が使用されておりインキの単価が高い、油性インキとの比較で印刷適性の悪さ、瞬時に乾燥するというプロセスから来る光沢の低さ、紙をリサイクルする上で脱墨が容易ではない事、などの問題がある。また油性インキ上にインライン UV ニス加工を行う事によりノンスプレーパウダーでの完全棒積みが可能になるが、下刷りとなっている油性インキの乾燥後に光沢が低下するという問題がある。これらの弱点を克服すべく生まれたインキである。従来油性のインキと UV インキは原料が全く異なっており安定的に混ぜ合わせる事が出来なかったが、両方の系に溶解性を有するハイブリッド素材を組み合わせる事により相異なる2つのインキを複合させることができた。具体的には、アクリレートモノマー、光開始剤などの UV インキの原料とロジン変性フェノール樹脂、植物油などの油性インキ原料、さらにハイブリッド素材(UV/油性を融合させる特殊な樹脂)から成っている。当然であるが、non VOC インキである。

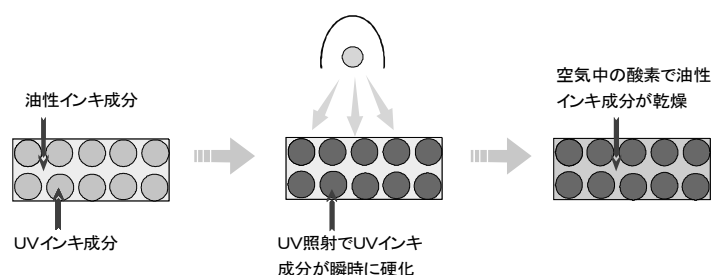


図 4.15 ハイブリッドインキの乾燥模式図

乾燥プロセスとしては印刷直後に UV 照射で UV 素材が瞬間硬化し棒積み可能な皮膜を形成し、その後、時間とともに酸化重合により油性素材が皮膜形成するというものである（図 4.15）。

ノンスプレーパウダーで棒積み可、UV インキよりも高光沢、脱墨が油性インキ並に容易、インライン UV ニスでの光沢低下(グロスバック)なし、といった利点が認識されつつあり市場拡大が期待される。また UV インキにおいても大豆油インキとしての認定基準（大豆油配合量 7 %以上）が示された事から、現在ではハイブリッド大豆油インキが開発されており、より環境に配慮がなされたものとなっている。図 4.16 に環境面から見たハイブリッドインキの特徴（共通項目：スプレーパウダーが不要）を示す。

ハイブリッドインキ	一般的なUVインキ
①皮膜が柔軟で脱墨が容易。	①皮膜が強固で脱墨が困難。
②NonVOCs	②NonVOCs
③植物油・ロジン等の循環型生産資源を活用。	③枯渇資源である石油原料主体。
④芳香族成分の少ない若しくは不揮発型のインキ洗剤が使用可。	④芳香族成分の多い専用洗剤が必要。
⑤酸化重合を利用するので硬化に要するエネルギーが低減。	⑤相当のエネルギーが必要。

図 4.16 ハイブリッドインキの特徴

4.3.5 低温乾燥オフ輪インキ

オフ輪インキの低温乾燥化については過去から強い要望があり真新しいニーズではない。しかしその理由は変化してきている。従来は火じわの低減、折り割れの防止、プリスターの防止、製本後の伸び低減などの紙面品質を向上させるためのものであった。現在は印刷の高速化が進みオープン通過時間が短くなってきている事と、熱風源であるガス使用量の削減、二酸化炭素排出量の削減、と言った環境面での理由が中心になってきている。低温乾燥オフ輪インキの設計においては低沸点の石油系溶剤の含有量を増やす事になるが、その結果溶剤離脱が起こりやすくなり印刷機上でのインキ安定性（流動性、転移性）が悪くなるし、VOC 抑制の観点からも問題がある。

これを解消するために各社とも研究を続けている。ひとつのアプローチとしては高溶解性の樹脂を使用することであるが、単なる高溶解では昨今の高速印刷においてはミスティング等の問題を起こすため、高溶解でありながらも適切な粘弾性を保持している事が肝要である。顔料を増やしたり、分散性を良くしたりし、着色力を上げる事もインキ膜厚の減少に繋がり、低温乾燥に効果がある。

(1) オフ輪インキの脱石油系溶剤化への試み

オフ輪インキは、インキ中の溶剤をオープンの熱風で飛ばして乾燥させる蒸発乾燥という乾燥機構ゆえ（オフ輪インキがヒートセットインキと言われる理由）石油系溶剤はインキ設計に欠かさない素材であるが、近年これを植物油系溶剤に置換する研究が進められている。具体的には植物油の変性体が使われる事が多いが、価格も含め、印刷性能上まだまだ克服しなければならない問題があり、実用化にはもう少し時間が掛かりそうである。しかし、テスト印刷の方は進んでい

る。次にグラビア・フレキソ関係について、以下に簡単に記す。

4.3.6 グラビアインキ

グラビアインキは溶剤型インキが主流で、有機溶剤を 40～70% 含み、印刷時にインキ 100 部に対して 30～70 部の有機溶剤を適宜添加して使用されている。有機溶剤は沸点が 70～120℃程度の低沸点であり、トルエン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、イソプロピルアルコールが主体となっている。グラビア印刷の中でトルエン主体のインキを用いる出版グラビア印刷では溶剤回収装置が既に設置されており、回収されたトルエンを再利用する循環型システムが確立している。一方、軟包装分野で幅広く用いられている特殊グラビアインキは、各種プラスチックフィルムへ接着性、濡れ性などの点から各種の樹脂が使用されており、樹脂の溶解性や印刷効果確保の点から 4～7 種類の有機溶剤を用いた混合系となっている。混合溶剤であるため、溶剤回収装置を設置しても、回収溶剤を再利用する為の蒸留・精製に多大な費用がかかる為、システムとして確立されてこなかった。このため、この分野の VOC 対策については、各種の方法について長年にわたって検討されてきたが、手段として、①水性化②溶剤回収に適した単一溶剤系インキ③VOC の排出量を低減する高固形分インキ④無溶剤型である RC 型 (UV、EB) インキ等がある。このうち現在一部実用化されているのが①の水性化である。しかしながら軟包装用水性グラビアの生産比率は低く、現在も精力的に検討されている。従来型 (溶剤型) と比べ課題となるのは、①水の蒸発・乾燥が遅い事による印刷速度の低下②水の表面張力が高い事から来るプラスチックフィルムへの濡れ性の低下③水の潤滑性が劣ることによるドクター磨耗、版磨耗による耐刷性の低下④インキ皮膜の耐水性、耐溶剤性が劣ることによる各種物性の低下、逆に利点としては乾燥が遅い事により、調子再現性、特にハイライト部の着肉が安定しており、高精細で滑らかな印刷が可能となる。

4.3.7 フレキソインキ

フレキソインキの中で、紙器・段ボール用のインキは水性であり、VOC をほとんど排出しない。一方、サニタリーや紙綿袋など、処理ポリエチレンに印刷するフレキソインキは、酢酸エチルとイソプロピルアルコールを主体とした溶剤型インキであり、VOC 規制に関しては軟包装用溶剤型グラビアインキと同様の状況にある。ただし、フレキソ印刷はグラビア印刷と比べ、塗工量が少なく、高粘度での印刷が可能な事から印刷時の VOC 排出量は $1/2 \sim 1/3$ 程度であり、環境対応策として有利な印刷方式と言える。しかし、プラスチックフィルム用フレキソインキの水性化は水の基本性能にかかわる課題とフレキソ印刷独特の課題があり、まだ開発の途上にある。特にフィルムへの濡れ性と接着性の確保、ウェットトラッピング性の確保、版上乾燥の防止と印刷速度の確保など、インキ開発のみならず、周辺機器 (インラインコロナ処理、乾燥機など) との組み合わせによる開発が必要となる。また、フレキソ印刷は比較的高粘度のインキが可能と言う点から RC 型 (UV、EB) インキも適用可能である。無溶剤型である UV・EB インキは、転移したインキがそのままインキ皮膜となる為、薄盛り印刷でも蒸発乾燥型のリキッドインキに比較すると高濃度を確保しやすい。さらに版上での乾燥がない為、版絡み等の現象が生じにくくフレキソ印刷には好都合である。プラスチックフィルムへの水性および RC 型フレキソインキの適用は、まだ十分実用可能なレベルに達しておらず、今後水性化と RC 型のコンビネーションも含めて精力的に検討されていくと考えられる。

4.3.8 シルクスクリーンインキ

シルクスクリーンインキは、溶剤型の場合有機溶剤を 50～60% 含み、印刷時にインキ 100 部に対し 10～30 部の有機溶剤を添加し使用されている。有機溶剤は、埼玉県生活保全条例では適用外となった沸点 160～200℃程度のもを使用している。水性タイプは、一時製品化されたが、排水処理などの問題もあり、ほとんど実用化されなかった。溶剤燃焼・回収装置の導入は、設備費や設置スペースなどの問題から、実質的には非常に難しい。現在紫外線（UV）硬化型シルクスクリーンが伸張してきており、約 4 割程度を占める状況になっている。VOC 対策に関しては、今後、無溶剤型である RC 化（UV、EB 化）へ進むと考えられる。

表 4.5 環境関連年表

年代	社会の動き	環境・規制関連事柄	インキ関連事柄
	高度成長期 大量生産	消防法(48) 毒劇法(60) 大気汚染防止法(68)	樹脂型インキ(60)
1970 年代	公害国会 オイルショック 枯渇資源保護	水質汚濁防止法(70) 廃棄物処理法(70) 悪臭防止法(71) 労安法(72)【有機則(60)特化則(75)】 NL 規制(73)	UV インキ(72) 水なしインキ(79)
1980 年代	省エネ バブル	OSH A 規制(米 85) SOY シール(米 87) 労安法改正(88) VOC 規制(米 89)	
1990 年代	環境サミット(92) 地球温暖化 循環型社会 京都議定書(97) 環境ホルモン ダイオキシン	再生資源利用促進法(91) 環境基本法(93) レスポンシブルケア(94) RC 登録(95) 環境憲章(96) 容器リサイクル法(96) PL 法(96) 悪臭防止法改正(96) 廃棄物処理法改正(96) ISO14000(96) PCA3%規制(EU96) オフセット印刷インキのエコマーク(97)	IPAレス印刷可能インキ(91) IPAレス湿し水(91) 大豆油インキ(92) アロマフリーインキ(95) non VOC 洗浄剤(95) AF大豆油インキ(98) AF再生植物油インキ(98)
2000 年代	グリーン購入	ダイオキシン対策特別措置法(00) PRT R法(00) グリーン購入法(01) GPNガイドライン(01) 日印産連グリーン基準(01) 紙製印刷物のエコマーク(01) 印刷インキのエコマークバージョン 2(02)	non VOC 枚葉インキ(00) non VOC 水性ニス(00) ハイブリッドインキ(01)

表 4.6 オフセットに関する各種グリーン基準

グリーン原則	日印産連	エコマーク事務局	エコマーク事務局	グリーン購入ネットワーク
	「オフセット印刷サービス」 グリーン基準	「紙製印刷物のエコマーク」 認定基準	印刷インキ Ver 2	「オフセット印刷サービス」 発注ガイドライン
①人体に危害を及ぼす物質を使用していない	印刷インキ工業連合会のNL規制に適合すること	・インキ製造、使用、廃棄時にNL規制物質の排出や含有のないこと	印刷インキ工業連合会のNL規制に適合すること	・NL規制に適合している ＜レベル1＞ ・芳香族成分を含まない（1%） 以下の石油系溶剤のみを使用している。（アロマフリーインキ）
②塩素系樹脂を使用していない	塩素系樹脂を使用していないこと	印刷物に使用される材料はハロゲン系元素で構成される樹脂の使用のないこと（着色剤、フッ素系添加剤は不問）	ハロゲン系元素を含む樹脂の不使用（フッ素系添加剤、着色剤、フィルム用インキは不問）	
③PRTTR指定化学物質を考慮している	＜水準－1＞ ・PRTTR指定物質を使用していないこと ＜水準－2＞ ・PRTTR指定物質を特定していること（MSDSを備えている）	・PRTTR指定化学物質の使用がなされている場合は、当該物質名を申込書に明記すること	PRTTR法に基づくMSDSの完備	PRTTR制度に沿った管理を行っている
④VOC 発生を抑制している	＜水準－1＞ ・石油系溶剤の比率が15%以下。但し輪転インキは除く ＜水準－2＞ ・アロマフリーインキ、大豆油インキを使用していること	使用溶剤中の芳香族成分が1%以下の溶剤（油分のみ）を用いている	使用溶剤中の芳香族成分が1vol%以下。植物油または再生材料（食用廃油など）を使用しており且つ下記のいずれかを満たす事 (a)オフ輪インキ中の石油系溶剤が45wt%以下 (b)枚葉・新聞インキ中の石油系溶剤が30wt%以下、かつVOC成分が3wt%未満	＜レベル2＞ ・植物油含有量20%以上、または石油系溶剤15%以下（オフ輪インキを除く）
⑤古紙再生阻害要因の改善に配慮している	・金、銀、パールインキ等を使用しないこと	古紙リサイクルの阻害要因となる材料の使用のないこと ・印刷物をリサイクルし再生紙を製造する際に、脱墨時の環境負荷が従来のインキより増加しないこと	古紙リサイクルの阻害要因となる材料の使用のないこと。 ・印刷物をリサイクルし再生紙を製造する際に、脱墨時の環境負荷が従来のインキより増加しないこと	

4.4 印刷用補助剤

4.4.1 パウダー（ブロッキング防止剤）

枚葉印刷機のインキ乾燥は酸化重合型で、乾燥までにある程度の時間を必要とする。

印刷速度がゆっくりしていた時代は、スノコ取りをしたり棒積みの高さを加減したり熟練した職人の技でカバーしていたが、印刷機の高速化、大型化の時代になるとこれらの方法では紙と紙がくっつくいわゆるブロッキング（裏移り）を防ぎきれない。

紙と紙の間に隙間を作り、空気が通るようにし、酸化重合を促進させることでブロッキングを防止する方法がとられるようになった。この隙間を作るのに使われるものが、ブロッキング防止用のパウダーである。

(1) ブロッキング防止用パウダーの経緯

パウダーは昭和 35 年にニッカ(株)が開発した。同社は「日本化工」として昭和 33 年に化工澱粉の製造販売を目的に設立された。

化工澱粉とは各種澱粉に化学的処理を施し目的とする性能を付与したもので郵便切手の裏糊などに見られる。日本化工は鋳物用粘結剤を澱粉を原料として製造販売していた。精密鋳型には当時剥離効果抜群の石松子（せきしょうし）が使われていた。石松子とは「ひげのかずら」（学名リコポデウム）の胞子で離型剤として珍重されていたが天然の物で高価であった。当時は石松子の代替品の開発が行われ昭和 34 年食用澱粉を原料とし人工石松子が開発された。

昭和 35 年岩戸景気の初期にあたり印刷業界は印刷機の高速化と多色化が進んでいた。それとともにブロッキングが生じやすくなった。これらを背景に澱粉による、ブロッキング防止に有効であることから普及していった。

パウダーは開発されたが、これを散布する方法が無かったが、昭和 40 年に電子スプレーが開発された。

当時ヨーロッパでは、炭酸カルシウムなど無機材料を同様、目的で使うようになっていた。ほぼ同じ時期にアメリカで澱粉パウダーが開発されたが澱粉を使ったパウダーは日本独自のものである。現在ではヨーロッパでも澱粉パウダーに移行している。

(2) パウダーの材料

①無機材料 炭酸カルシウム タルク（滑石）

- ・特徴 粒径がそろえやすい
 入手しやすい
 飛散しにくい
- ・問題点 硬く傷つけやすい
 機械が磨耗しやすい
 粉塵吸入による健康障害

現在では印刷用としては、ほとんど使用されず粘着防止パウダーとしてゴム用防着剤などに使用されている。

②合成有機材料

低分子量ポリエチレンワックスなどの微細粉末加硫接着可能なゴム粘着防止剤などに使われている。

③天然有機材料

各種植物から取れる澱粉は 固有の形状、粒径をしており、目的に応じて使い分けられる。主な澱粉には、馬鈴薯・小麦粉・タピオカ・トウモロコシなどがある。

(3) ブロッキングの原因

ブロッキングは、様々の原因でおこる。

- ①静電気：静電気により紙が密着しインキの乾燥が阻害されることによりブロッキングを起こす。
- ②乳化：印刷インキと湿し水が 乳化しすぎると インキの乾燥がしにくくなり、ブロッキングを起こす。
- ③印刷用紙：紙の吸油性、吸水性が悪いと インキの乾燥が遅れる。
- ④パウダー散布量：量が少なすぎると紙の間の隙間がなくなり、空気が入りにくくなる。
- ⑤パウダーの粒径と紙の表面粗さ：表面粗さと粒径は密接な関係が有り適切な粒径を選ぶ必要がある。

(4) ブロッキング防止パウダー

印刷物表面に均一に分散付着し、インキの乾燥を促進する効果が求められるが、そのために、澱粉素材そのままではなく種々加工がなされる。

加工の種類、程度などによりコートタイプ（カプセル型）、ノンコートタイプ（ノンカプセル型）などに分類される。

1) 粒径

粒径はブロッキング防止効果に重要な影響があり、その平均粒径、粒度分布はパウダー選択の主要な項目のひとつである。粒径は、印刷用紙の表面粗さと関係する。コート紙のような平滑な紙は粒径の細かなものでよく、パッケージ印刷用紙などは粗い粒子のパウダーが有効である。

- ・粒度分布も大切で、なるべく粒径のそろっているパウダーが好ましい（図 4.16 参照）。
- ・10 μ 以下の澱粉は機械を汚すだけの不要物である。
- ・現在国内メーカーが分級技術を確立し粒径別製品の上市をおこなっている。

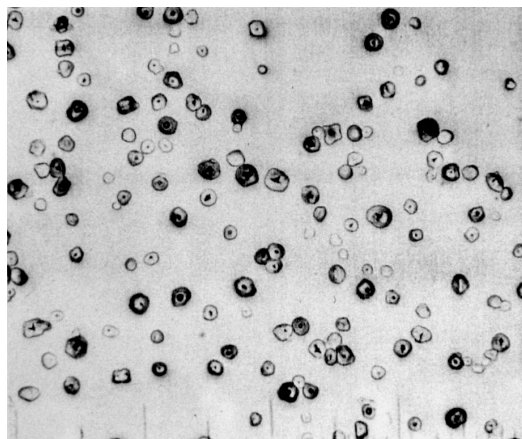


図 4.16 パウダーの拡大写真

2) 流動性

均一に散布するために重要な項目である。化学的表面处理により流動性をコントロールしている。流動性は安息角で表記されるが、角度の小さいほうが流動性が良い（図 4.17 参照）。

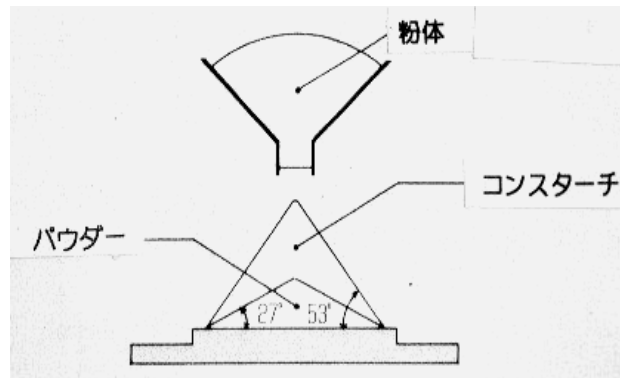


図 4.17 流動性

3) 含水率

澱粉は、環境変化に対応し空気中の水分を吸収したり、吐き出したりする性質がある。

水分の変化により 安息角が変化し流動性に影響する。

含水率を安定化させるための加工が必要である。

4) 安全性

印刷用途では、まだ少ないが一部食品や化粧品パッケージなどで安全性を問われるようになり食添法などを考慮した製品が求められるようになってきている。

これらへの対応も今後 重要な課題になると考えられる。

(5) 材料の現状と今後

印刷用ブロッキング防止パウダーは開発より 45 年が経過し、安定して使用されている。

途中、無機材料パウダーも一部併用されたが、印刷物に傷が付きやすい、塵肺など健康上の問題などから世界的に澱粉パウダーに統一されてきた。

澱粉自体は、食用に使われる材料であり安全健康の上からも材料そのものは今後も基本的に変わらないと予測される。しかし、飛散防止の改善ブランケット上への残留物の減少など使い勝手の向上のため変性澱粉、加工澱粉など多面的に装置も含めてメーカーの改良研究は、今後も続けられる。

湿し水に溶解するパウダーなど一部実用化されているがいずれインキ乾燥後は消えてしまうパウダーなども実現するかも知れない。

4.4.2 洗浄剤

印刷産業において、洗浄作業は必要欠くべからざる作業であり洗浄する部分也多岐に渡る。すなわちブランケット胴、版胴、圧胴、インキロール、ガイドロール、インキ壺、水棒、インキヘラなどである。

洗浄作業は長い間手作業でおこなわれ、使う材料もガソリン、灯油、トリクレンなど洗浄力が強く、安価では有るが危険有害なものが多用されてきた。

しかし、オフセット輪転機のように高速で大型の印刷機が普及し始めると手作業では時間ロスが大きく機械稼働率が低下するなどから自動洗浄機が登場する。

今日ではブランケット、インキロール、ガイドロール、圧胴、水棒などが自動洗浄され、装置や洗浄法も種々改良されてきている。

さらに労働安全衛生法や PRTR 法の強化、施行などにより洗浄剤もより安全度の高い物へと改良が進められている。

(1) 材料の基礎

1) 被洗浄物

インキ、紙粉がブランケット、ガイドロール、インキローラ、圧胴などに付着する。これらは分子間吸引力による付着であり、溶解力、界面活性力、物理力で落ちる。

2) 溶剤

①水：洗浄における水の効用はきわめて大きい。その優れた溶解力により汚れを溶解、分散する。

水は極性の強い物質で最も溶解力の強い溶剤の一つである。

油脂性の汚れに対しほとんど溶解力が無いが、電解質の有機、無機塩類に対しては最高の溶解力を示し、炭水化物、たんぱく質、低級脂肪酸、アルコール類を溶解分散する。

②有機溶剤：有機溶剤の種類は極めて多いが経済性、取り扱い性、溶解性、安全性などを考慮すると選択の範囲は狭くなる。

(2) 有機溶剤の概要、分類

①パラフィン系：脂肪族飽和炭化水素 メタン系炭化水素

洗浄性は劣るが臭いが無く、皮膚への刺激が少ない

②オレフィン系：脂肪族不飽和炭化水素 エタン系炭化水素

有機合成材料用 洗浄剤としては使わない

③アロマ系 ：芳香族炭化水素 ベンゼン核の構造を持つ

洗浄性は最も良い 臭いがきつい 皮膚への刺激が強い

④ナフテン系 ：環式構造を持つ飽和炭化水素

パラフィンとアロマ系の中間の性質

⑤ハロゲン系 ：乾燥早く 洗浄力強い 不燃性

オゾン層破壊物質として 使用しない

石油系溶剤：脂肪族、芳香族の混合物 ノンアロマタイプが注目

アロマフリー溶剤 芳香族成分が1%以下の石油系溶剤

(3) 洗浄剤に使われる主な有機溶剤

①炭化水素系溶剤：石油の分留物またはその誘導体が多い。

n-ヘキサンのような鎖状炭化水素、

ナフテンのようなナフテン系炭化水素に分けられる。

②アルコール系溶剤；親水基である水酸基をもつ溶剤。

③エーテル系溶剤；エーテル結合（ $-C-O-C-$ ）をもつ溶剤系で親水、親油両域にわたり広い溶解範囲を持つものが多い。

④多価アルコール系溶剤；水酸基が分子内に多数存在するか、またはこの基がエーテル状に多数結合しているもので、強い親水性を示す。

⑤エステル系溶剤；エステル構造をもつ溶剤系で高沸点、高引火点、低毒性のものが多い。

(4) 溶解性、取り扱い性の判断基準

1) 構造的に近似した化合物は相互に解けやすい

アルコール、グリコールなどOH基をもった化合物は水と互いに溶けやすい炭化水素鎖を主要構成成分とする軽油等の溶剤は 炭化水素の長い構造鎖構造をもつパラフィンや動植物油を溶かす力が強い。

2) 取り扱い上の注意項目

引火性、発火性、爆発性、生理的毒性

3) 有機溶剤の判断基準

沸点	乾燥速度	150～200℃が使いやすい
低沸点	100℃以下	ガソリン etc
中沸点	100～150℃	トルエン、etc
高沸点	150℃以上	ミネラルスピリット etc
引火点	火災 40℃以上が好ましい	
アニリン点	洗浄力 小さいほうが洗浄力がある	45～55 が好ましい
アロマ成分	環境対応指標 多いと洗浄力がある	健康に問題あり
	1%以下になるとエコマーク表示可	

4) 有機溶剤に関する法律

消防法	火災	量規制	保管規制
労安法	健康	種類により規制	
PRTR	環境	種類により報告義務	

5) 印刷用洗浄剤に要求される事項

①拭用：ウエスに対するしみこみやすさ

ブランケット上での広がり安さ
乾燥速度が 速すぎない
臭いが無い
洗浄力がある
健康、環境対応品

②自動洗浄装置用

洗浄力がある
引火しにくい
健康、環境対応品

(5) 洗浄剤の現状と今後

現在使用されている洗浄剤は

石油系溶剤タイプ
エステル系溶剤タイプ
水性エマルジョンタイプ

に大別される。

1) 石油系溶剤タイプ

前述のとおり、脂肪族系（パラフィン）と芳香族系（アロマチック）の混合物であるが、アロマフリー溶剤にシフトしている。

臭気、皮膚刺激性などの作業環境性および 大気汚染や生分解性など地球環境、エコロジ対策などを考慮してのシフトである。

用途に応じアルコール類をブレンドすることがある。

2) エステル系溶剤タイプ

ここ数年、急速に普及してきた。引火点が高く、低毒性であることが評価されたものと考えられる。労働安全衛生法、PRTR 対応品

3) 水性エマルジョンタイプ

新聞社を中心に普及してきており、商業用としても徐々に検討、採用されてきている。不燃性であることが最大の特徴である。消防法、労働安全衛生法、PRTR さらには、VOC 対策などをクリヤすることが可能である。

今後最も有望な洗浄剤の候補として考えられる。

現在実用されている水性エマルジョンタイプ洗浄剤はニッカ株式会社の《Em-H》がある。

4.4.3 H液

オフセット印刷の基本原理は、水と油の反発性の利用であることから、オフセット印刷において湿し水は、必要不可欠な材料であり、湿し水の管理調整は印刷品質に大きく影響する。印刷機の高速度化、自動化が進み印刷インキが環境調和型へとシフトしさらに、印刷版も平凹版 PS 版 CTP 版へと変化してきた流れの中で湿し水もそれにあわせ大きく変化してきている。

しかし、湿し水の基本はインキとの乳化適性であり、版面の不感脂化であることに変わりはない。

(1) H液の概要

- ①オフセット印刷とは、版からインキ画像を一度ブランケットに転写し、その後紙などの被印刷体に印刷する方法である。現代の平版印刷はほとんどオフセット印刷になっている。オフセット印刷機には、版胴、ブラン胴、圧胴のほかに湿し水装置がある。
- ②平版印刷とは、字のごとく平らな版を用いる印刷方式である。凸版とかグラビアのように物理的にインキの付着する画像部と付着しない非画像部が分けられていないため、水と油の反発する性質を利用して親水性の PS 版非画像部に湿し水を与えることにより、印刷インキを親油性の PS 版画像部に選択的に付着させる。
- ③湿し水は PS 版非画像部へのインキ付着を防止する役割を果たしている。
- ④オフセット印刷機は、この原理に基づき開発改良されている。
- ⑤オフセット印刷インキは、用途別に枚葉インキ、オフリンインキ、新聞インキ、UV インキなどがあり、親油性である。
- ⑥PS 版とは、平版印刷用の感光性樹脂を塗布したアルミ版が主流である。画像部は親油性の樹脂であり、非画像部は親水化処理されたアルミであり、親水性が高く湿し水を保持しやすい構造になっている。

(2) 湿し水に求められる機能

1) インキとの適性

- ①インキ流動性・・・インキの転移性に影響する・流動性を損なわないこと。
- ②ブリード性・・・浮き汚れ、水棒からみなどを引き起こす。
- ③過乳化・・・ローラはげ、ローラ溜まり、ゴースト、乾燥不良などのトラブルを起こす。

2) 印刷版との適性

- ①版面への広がりが高く、版面非画像を汚さない。
- ②版面画像部を劣化させない。版とび、着肉不良を起こさない。
- ③水巾が広い

3) 湿し水装置との適性

- ①水上がりが良いこと
 - ②ローラーストリップを起こさないこと
- これらの性能に加えて
- ③腐りにくいこと
 - ④泡が立ちにくいこと
 - ⑤環境、健康対策品であること
- などが湿し水の機能として求められる。

これらの機能をかなりの部分満たす材料として IPA(イソプロピルアルコール)が 長い間使用されてきた。しかし、労働安全衛生法による規制から脱 IPA へ湿し水は大きく方向を変えてきており、IPA を使わないで印刷する会社も増えてはきている。しかしまだ完全に IPA を超える湿し水は出来ていないのが実情である。さらなる改良研究が必要である。

(3) H液の種類と特徴

①モルトン方式用湿し水

- ・有機溶剤を使用せず酸性 (PH 4～6) である。
- ・水性樹脂、無機塩、無機酸、有機酸、界面活性剤などで構成されている。
- ・水性樹脂としてはアラビアガム、CMC などが使われる。・・・非画像部保護、親水化
- ・無機酸塩としては磷酸塩、硝酸塩など 有機酸塩はクエン酸塩など。・・・PH の調整、親水化
- ・界面活性剤はノニオン系、アニオン系が使われる。・・・版面の濡れ促進

②連続給水用湿し水

従来のモルトン用湿し水に IPA の機能を持たせたタイプである。

IPA の機能 (表面張力低下能、増粘、インキ乳化制御) を持たせるため様々な工夫がされている。表面張力を低下させるために水溶性アルコール類、グリコール類、グリコールエーテル類で、有機則非該当品が多く用いられている。表面張力低下能を強化するため特殊な高分子界面活性剤も用いられる。増粘剤は水、有機溶剤の両方に溶解する HEC、MC、ポリビニルピロリドンなどの樹脂が用いられる。

③新聞用湿し水

新聞輪転印刷機にはアルカリ性の湿し水が主として使われている。

珪酸ソーダ、磷酸ソーダ、炭酸ソーダなどに界面活性剤、などが添加される。アルカリ性物質のもつ洗浄作用が親水化の働きをする。

(5) 今後の動向

近い将来、様々な規制強化も予想され、より安全で、高性能な製品への要求が強くなることが時代の流れである。IPA が 1988 年に労働安全衛生法有機溶剤中毒予防規則の規制対象物質に指定されていらい IPA 代替湿し水の開発が進み急速に普及したが、使いやすさ、安全性などまだ完全に IPA に匹敵するまでにいたっていないのが実情である。

環境保全、作業環境、作業効率などの面からメーカ各社は様々な改良が加えられている。連続給水用H液の動向を考えてみる。

環境保全対策・・・揮発性有機溶剤を含まない non VOC 型H液

排水規制対象のリンを含まない 無リンH液

完全に生分解される物質を主体にした 生分解性H液

などがあり時代の要請に即したH液であるが性能的に問題が多い。

IPA 削減対策・・・IPA 削減型のH液でも、組成中の IPA 代替成分は多くても 50%であり、数%の添加で使用するため、IPA 代替となる有効な成分は少ない。その対策として、IPA に替わる安全な溶剤を使用した添加剤の開発が各社で行われている。

IPA 削減型H液と IPA 代替添加剤の組み合わせが IPA 削減の有効な手段と考えられる。

4.4.4 帯電防止剤

オフセット輪転印刷は、印刷から後加工まで一貫しておこなうことが出来る高能率の印刷方式であり印刷の主流の方式である。これは、印刷後インキが強制乾燥させられ、すぐに加工ができることが大きな要素のひとつになっている。インキを加熱乾燥させることにより印刷用紙の湿度が下がり静電気が発生することにより、紙の流れが悪くなり作業性が非常に悪くなる。そのためオフ輪印刷では、帯電防止剤を必要とする。

(1) 帯電防止剤の概要

印刷インキの乾燥方式には多くの方法があるが、商業オフ輪はヒートセット型オフリンインキを使うのが一般的である（図 4.19）。

ヒートセット型の乾燥は、蒸発乾燥方式で印刷後ビヒクル中の溶剤や水が蒸発することにより樹脂分と顔料が残って乾燥が行われる。

オフリン印刷機には印刷ユニットの後に、ドライヤがあり加熱を行いその後に、チルローラがあり冷却を行う。

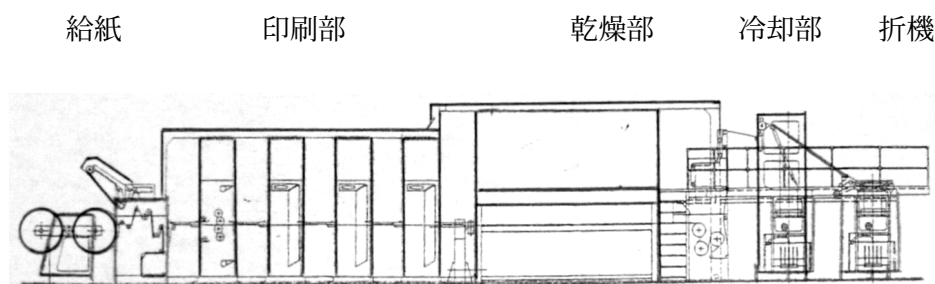


図 4.19 オフセット輪転機の構成図

ドライヤはガスを燃焼させるが、排ガスの臭気を消すためにさらに再燃焼させ、大気汚染を防止する仕組みになっている。再燃焼を効率よくするために、白金触媒が使われる。直接燃焼では 700～800℃を要するが、白金触媒を使うと 250～350℃に温度を下げるができる。

インキを乾燥させるため紙がドライヤを通るときに、紙の水分も蒸発し紙の水分は、1～2%になる。乾燥した紙は高速で走行しローラなどに接触すると静電気を帯び、折機で断裁され折りたた

まれた紙は、不揃いになるため作業性が悪くなり印刷速度を上げることができなくなる。

この静電気を発生させないための加湿剤や除去するための除電装置や帯電防止剤が使われる。

帯電防止剤はローラで紙の両面全体に塗布される（図 4.20 参照）。

これらの薬剤はオフ輪の作業効率を上げるため、必要とされほとんどのオフ輪で使用されている。

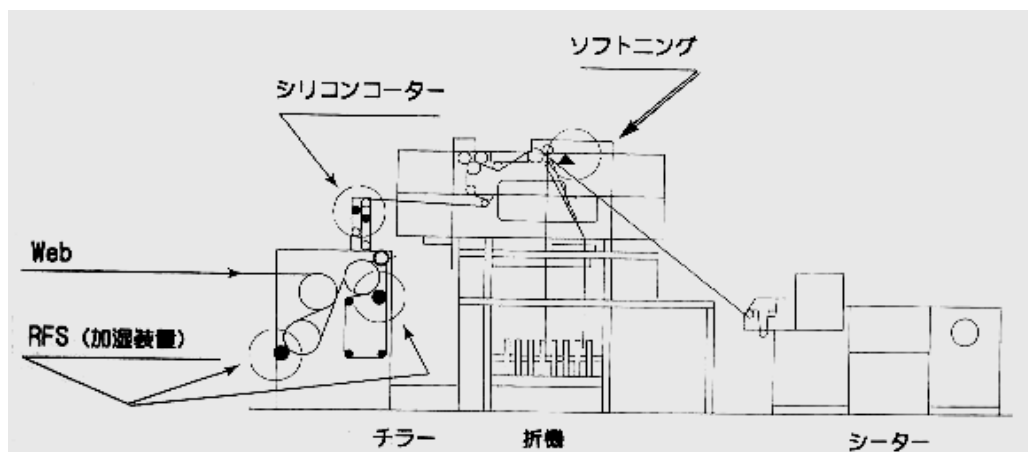


図 4.20 各種装置取り付け図

(2) 静電気対策

1) 電荷の発生

イ. 接触帯電

固体同士が接触するときに静電気が発生する現象。接触帯電は異なった物質同士であれば必ず発生する。導体でも絶縁体でも、お互いに接触すると接触界面で電荷が移動する。

電荷は接触界面を挟んでそれぞれの表面にあって、電荷の2重層を形成する。電荷2重層は接触しあっている物体が離れると電荷間の束縛が解けて自由になる。導体の場合、電荷は接地されていれば大地に流れる。絶縁体の場合、電荷は静電気になる。

ロ. 摩擦帯電

一般に接触帯電の電荷量は少ないが、摩擦すると発生する電荷量は格段に多くなる。接触帯電は同じ物質同士では電荷は発生しないが、摩擦帯電では同じ物質同士でも帯電する。

ハ. 材料と接触摩擦帯電

接触摩擦帯電は材料に依存する事が多い。材料の帯電特性として古くから知られている帯電列がある。帯電列は各種材料をお互いに接触摩擦により帯電させた場合、図 4.21 はその帯電極性により整理したデータである。

体積抵抗			
クロム	紙	ゴム	
1.7×10^{-8}	3×10^8	3×10^{14}	Ωm
+	—		
	+	—	

図 4.21 帯電列

ナイロンは正極性に、フッ素樹脂は負極性に帯電しやすい。一般の材料は接触摩擦の相手材料により正または負の極性を示すことがある。

印刷時高速で走る紙は ガイドローラーなどと接触摩擦し負に帯電するのが普通である。紙は一般に $\boxed{-}$ 帯電 であるが 接触する相手の物質により $+$ $-$ が変わる (図 4.22)。

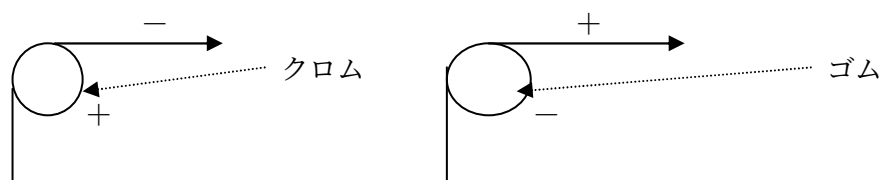


図 4.22 紙の帯電

二. 静電気障害

静電気障害は主として2つに分類できる。

- ①クーロン力による障害：ごみの付着や くっついて離れないなどの障害
- ②静電気放電による障害：帯電電荷による放電現象である。

印刷で問題とされる障害はクーロン力による紙同士がくっついて離れない障害がほとんどである。

(3) 帯電防止剤の種類

1) 界面活性剤系帯電防止剤

イ. 界面活性剤の帯電防止機能と種類

界面活性剤は分子内に親油基と親水基を併せ持ち、極性の異なる2成分界面で作用し、乳化、湿潤、濡れなどの機能を持つ。

その分子構造は、親油基をアルキル基とし、親水基はヒドロキシル基、アミノ基などのノニオン型アンモニウムイオンなどのカチオン型スルホンサンNaなどのアニオン型などがある。

界面活性剤が帯電防止剤として機能するメカニズムは界面活性剤が吸着する空気中の水分により導電性を生じさせることにある。帯電防止剤の帯電防止能は雰囲気湿度に影響される。湿度が下がると表面抵抗値が大きくなり静電気が逃げにくくなる。冬場に静電気トラブルが発生しやすくなるのはこのためである (図 4.23 参照)。

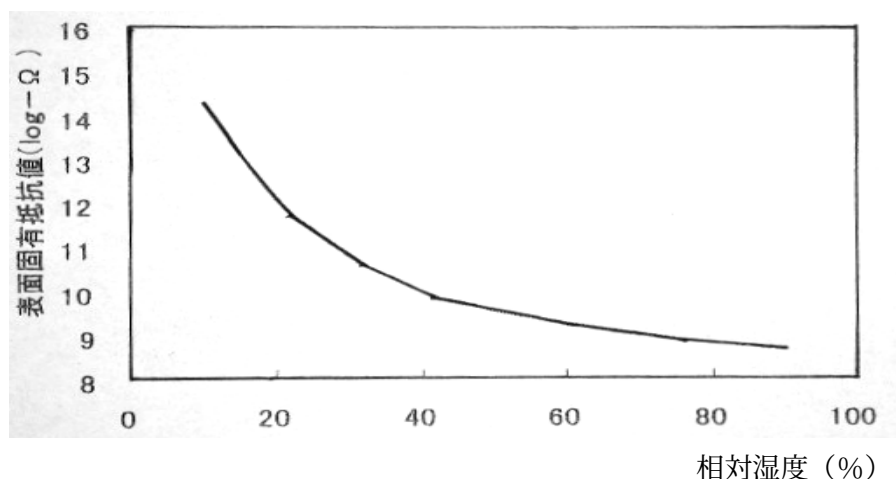


図 4.23 表面抵抗と湿度

2) シリコン系帯電防止剤

シリコン系帯電防止剤は珪素元素を含んでおり、帯電防止機能以外に珪素による効果を期待している。

一般に珪素化合物はポリシロキサンすなわちシリコーンで用いられることが多い。シリコーンの性質は低表面エネルギー、撥水性、耐熱性、光沢性、無毒性などがある。低い表面エネルギーのため離型剤として使われることが多い。

帯電防止を有する官能基を持つシリコン化合物が用いられるが、帯電防止能が不十分の場合、改良を加え目的に合う性能を持たせている。

印刷では滑らかさ潤滑性に優れることから擦れ防止機能が特に重視され使用される。

(4) 帯電防止剤発展の経過

オフ輪の普及とともに、静電気の除去、擦れ対策などに装置と薬品の両面から様々な方法がとられてきた。

薬品では、当初シリコンエマルジョンが使用されたために現在でも帯電防止剤をシリコン液塗布装置をシリコンコートと習慣的に呼ばれている。

シリコンエマルジョンは擦れに非常に効果があるが、ドライヤの白金触媒を不活性にするとされ、現在ではノンシリコンタイプが主流になっている。

さらに、家庭用洗濯に使用する柔軟剤が使用されるようになり現在でも一部使用されている。ヘドロが発生しやすいことと高濃度で使用するなど作業性が悪い。

各メーカーが開発している製品は、除電剤としてカチオン界面活性剤を使用しこれに加湿性滑り性を付与したものが中心である。

走行中の印刷紙は、マイナスに帯電する。カチオン界面活性剤の親水基（プラスイオン）が静電気を中和し水分を保つ働きをし、親油基（マイナスイオン）が潤滑油の働きをする（図 4.24 参照）。

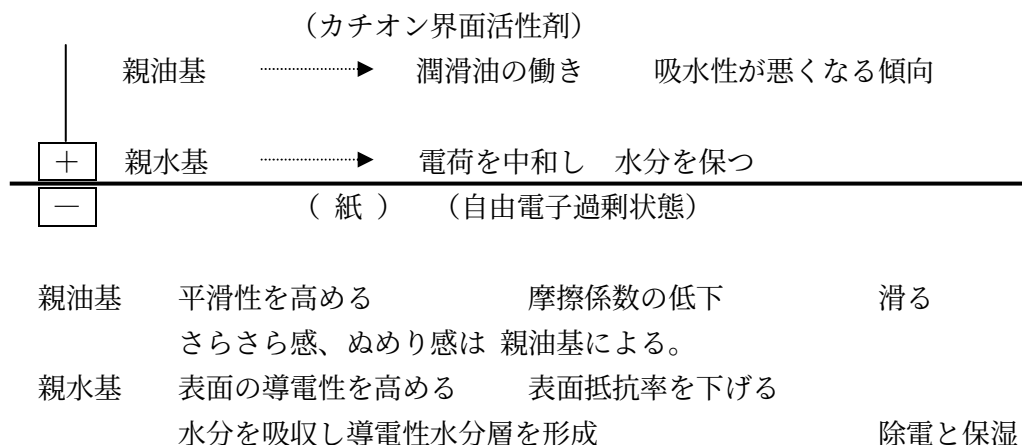


図 4.24 カチオン界面活性剤の働き

(5) 今後の動向

環境、作業性につきさらなる 改善が要求されることが予測される。

1) 環境面

現在でも、あまり問題となる物質は使用されていないが保湿性や分散安定のために使用されるグリコール、グリコールエーテルなどが労働安全衛生法の通知物質になる。

2) 作業面

- ・静電気の発生量は印刷機のスピード、ドライヤの温度、紙質により大きく左右される。
- ・印刷機のスピードが上がると静電気は増える
- ・ドライヤの温度が下がると静電気は減る
- ・紙質が落ちると静電気は増える傾向にある
- ・これらの動向を踏まえ帯電防止剤もますます性能の向上が求められる。

4.5 粘着紙（ラベル素材）

(1) 日本のラベル印刷の進展の経緯

明治 45 年(大正元年)、日本におけるシール・ラベル印刷がスタートしたが、当時日本にはシール・ラベル印刷機は存在せず、ドイツのケーゼ社から機械を輸入し、使用していた。

その後、大正 6 年にドイツ製印刷機を模倣した国産第 1 号機が完成したことが契機となり、日本のラベル印刷に拍車がかかっていった。特に大正 15 年に、医薬品に 1 割の税金を掛け、印紙を封かん紙として売薬に貼るという売薬印紙税が廃止されたことにより、売薬の封かん用途にシール・ラベルが採用され、シール・ラベルの需要は驚異的な成長を遂げていった。

その当時、シール・ラベルは平判用紙にアラビア糊を付け、乾燥後につなぎ合わせてロール紙にしていたため、作業効率が悪かった。その後、昭和初期ごろから段ボールの国産化に伴い、デキストリンとニカワを主原料とした混合糊を使用したガムテープが急激に市場拡大し、シール・ラベル素材としても主流になっていった。

戦後の厳しい状況乗り越え、昭和 34 年、現在のシール・ラベル素材の原型となる

粘着ラベルが、国産化されるようになった。これまで主流であったガムテープは、水を付けて貼る必要があり、金属製品、陶磁器、プラスチック製品には接着しないという欠点があった。そのため昭和 32 年ごろ、ドイツ製の粘着原紙が輸入され、それを見本に国産初の粘着紙が開発された。

国産初の粘着紙は、剥離紙に塩ビを使用し、同時に粘着剤には、塩ビに付かず、その他の材質には付くというものを使用した。こうして開発された粘着紙は、フィルム缶の封かん用に使用された。

その後各メーカーが海外企業と技術提携して、粘着紙の製造・販売を続々と開始したが、商品にラベルを貼る際に、糊も水も使用せず、剥離紙をはがすだけで、だれにでも、どこにでも簡単にラベルを貼ることができるという簡便性が受けて、急速に普及の一途をたどることになった。

昭和 36 年には、これまでアルミやステンレス製で、釘打ちによって各家庭に取り付けられていた NHK の受信章に、ポリエステルベースの粘着素材が採用になった。このラベルは国産初のフィルム基材のラベルの第 1 号であり、デザインなどは変わったが、今現在も製造されている。

1) ラベル素材概要

ラベル素材はタック紙、感圧接着紙、セルフラベル原紙などと称され、食品、電気製品、事務・家庭用品、医薬、自動車などのシール、ラベル、ステッカー、銘板として使用されている。

ラベル素材は基本的に、表面基材、粘着剤、剥離紙・剥離フィルムの 3 要素から構成されている。これらの 3 要素には、使用目的や用途によってさまざまな種類があり、組み合わせにより、要求性能をクリアしたラベル素材が生み出される。そのため、用途に合った素材選びをするには、最低限下記 9 点をチェックポイントとして覚えておく必要があると考える。

- ①何に貼るか？材質は何か？
- ②貼る相手（被着体）の表面や形はどのような状態か？
- ③貼る期間はどの程度か？
- ④永久接着か？再剥離か？
- ⑤どのような環境下で使用されるか？
- ⑥ラベルを貼る際、ラベリングマシンを使用するか？
- ⑦ラベル寸法・形状は？
- ⑧法規制などの制限はあるか？
- ⑨その他要求性能はあるか？

続いて、ラベル素材を構成する 3 要素について述べておきたい。

2) 表面基材

商品価値を高めたり、製品管理を確実にを行うためにも、表面基材の的確な選定は重要なことからの一つである。色、質感、意匠性はもとより、耐熱性、耐候性、耐水性を備え、多くの特殊用途にも適合する表面基材がある。また昨今多様化する印刷・印字方式などに対応する、表面処理を施した各種表面基材もある。以下に代表的な表面基材（紙基材・フィルム基材）の種類、特徴について述べたいと思う。

イ．代表的な紙基材

①上質紙

印刷、加工適性に優れた非塗工印刷用紙。

②コート紙・アート紙

上質紙の表面に顔料をコートしており、高級印刷用途に最適。

③キャストコート紙

コート紙・アート紙に比べ、さらに平滑性と光沢度を高めたもので、より一層高級感がある。

④ホイル紙

平滑性の高い紙に薄いアルミ箔をラミネートしたもので、金・銀(ツヤ・ケシ)がある。

⑤再生紙

印刷適性を損なうことなく、古紙を配合した再生紙。

⑥含浸紙

紙に樹脂を含浸することで、紙の強度や耐水性を高めたタイプ。

⑦無塵紙

もみ・こすりなどによる発塵を抑えた紙で、クリーンルーム内での使用が可能。

⑧特殊紙

耐水紙、蛍光紙、カラー・ファンシーペーパーなど、用途に合わせた色、紙質、機能を備えた各種特殊紙がある。

⑨可変情報用紙

インクジェット方式、電子写真方式、ダイレクトサーマル方式、溶融型熱転写方式といったさまざまなプリンタ方式に合わせ、基材表面に印字・印刷適性をアップするための処方を施している。

ロ．代表的なフィルム基材

①ポリエステルフィルム

一般的に PET(ペット)と表記することが多い。耐熱性、透明性に優れ、白、透明、マット、発泡、蒸着、ヘアライン加工タイプなどがある。フィルム厚は 12~250 μm のものが使用されている。

②ポリプロピレンフィルム

一般的に PP と表記することが多く、白、透明、マット、蒸着タイプがあり、透明性、耐水性、スクイーズ性、曲面貼付性に優れている。また印刷面保護、耐水性アップのための表面保護(ラミネート)素材としても使用される。

③合成紙

プラスチックを主原料にし、紙の特性である白さ、不透明性、印刷適性とプラスチックの特性を併せ持っている。

④塩化ビニルフィルム

一般的に PVC と表記することが多く、柔軟性、耐水性などに優れ、主にステッカー用途などに適している。一般塩ビのほか看板や自動車のマーキング用途に使用される耐候塩ビ、セキュリティ用途に使用されるぜい質塩ビなどがある。

⑤ポリイミドフィルム

耐油性、低温・高温安定性に優れ、主に耐熱バーコードラベル用途に使用される。

⑥可変情報用フィルム

インクジェット方式、電子写真方式、ダイレクトサーマル方式、溶融型熱転写方式といったさまざまなプリンタ方式に合わせ、基材表面に印字・印刷適性をアップするための処方を施している。

3) 粘着剤

粘着剤は、ラベルが商品や製品に恒久的に貼付されるのか、後ではがす必要があるのか、またはがした後でもう一度貼る必要があるのかによって、大きく永久接着(強粘着)タイプと再剥離(弱粘着)タイプ、再貼付タイプの三つの種類に分けることができる。さらに表面基材や被着体の種類、あるいは冷食用、耐水用、耐熱用などの使用目的によっても、多くのグレードから選択することが可能である。

4) 剥離紙・剥離フィルム

剥離紙・剥離フィルムには、種々の状況に応じて剥離性能、表面平滑性、耐カール適性、寸法安定性、打ち抜き加工適性など多くの特性が要求される。また環境問題の観点から、一般の古紙回収ルートで雑誌古紙として、再生処理できるようにポリエチレンラミネート加工をしていないタイプや100%再生紙のタイプなどもある。

(2) 用途から見たラベル素材

ラベル素材は私たちを取り巻く生活環境のあらゆるシーンで使用されている。ここでは、用途、目的から見たラベル素材を紹介する。

1) 日用関連製品用途

①化粧品

化粧品の商品イメージに合った透明感や光沢感がある素材、あるいは容器リサイクルの観点から、再剥離や容器に貼ったままでリサイクル可能な素材などが使用されている。特に容器と同素材のラベル素材を使用することにより、リサイクル性をアップしている。

②文具・OA サプライ用途

同用途については、印刷適性はもちろんのこと、印字・筆記適性などが要求される。特に各種プリンタに対応する可変情報印字用サプライの要求が多い。また環境に配慮して、再生紙を使用した粘着紙や表面基材・粘着剤・剥離紙のすべてが古紙として再生できる「全離解可能粘着紙」などがある。

③ハウスホールド用途

シャンプー、台所洗剤、ウェットティッシュといったハウスホールド用途には、耐水性、透明性、あるいは柔軟な素材の容器に対応するスクイーズ性などの各種要求性能を備えた素材が使用されている。

2) 食品関連用途

低温接着性や耐水性、あるいはPP・PEラップへの貼付適性に優れた素材が冷凍・冷蔵食品などの表示ラベルなどに使用されている。また容器洗浄工程で容易にはがれる特殊ラベルなどもあり、容器の再利用化に貢献している。

3) ステッカー・シール用途

車両広告やPOPなどに使用されるステッカーは、耐久性、耐候性、耐水性、再剥離性、再貼付性など、使用環境・用途に応じた素材が使用されている。また、ファンシー・キャラクターシールには、表面基材の風合い・意匠性を生かした素材が使用される。

4) 物流用途

物流用途では、バーコード・二次元シンボルなどの印字を行う場合が多く、印字・筆記適性、捺印適性に優れた可変情報印字用サプライが使用される。また過酷な使用環境にも対応する素材もある。

5) 医療・医薬

医薬品表示に欠かせない高精細な印刷・印字適性・耐擦過性に加え、用途によっては長期保存性、耐薬品性、耐溶剤性などを兼ね備えた素材が使用される。また不正な開封などを防止するための素材も使用される。

6) 工業関連用途

①自動車

厳しいスペックが要求されるエンジンルーム内、トランクルーム内でインフォメーションラベルやコーションラベルに使用される素材は、高温や各種溶剤に対して優れた耐性を備えている。

②電気・OA機器

耐久性、耐熱性、耐水性、寸法安定性に優れた素材が使用される。また UL/CUL 規格認定品の要求もある。

7) セキュリティー用途

ラベルをはがすと表面基材・被着体に文字が現れるタイプやラベルをはがそうとすると表面基材が破壊されるタイプがある。製品のバージン性を明確にでき、ラベルの再使用や転用などを防止することができる。

(3) ラベル素材と環境問題

環境保護の観点から、さまざまな環境関連製品への要求が高まりつつある。前述内容と一部重複するが、環境関連製品について紹介したいと思う。

1) 非塩ビ製品

塩ビフィルムの代替素材として、柔軟性、透明性、耐水性など同等の性能を備えつつ、焼却処理に際して有害物質が発生しない素材として、表面基材にオレフィンフィルムを使用している。

2) リサイクル性

回収した使用済み資源をその構成素材別に分類し、再生処理する際の作業効率向上に寄与するラベル素材がある。プラスチック成形品と同質同素材のフィルムを表面基材に使用しており、ポリスチレン系、ポリプロピレン系、ポリエチレン系フィルムがある。

3) リユース性

各種容器など回収した使用済み資源の再利用化を促進するため、素材には易剥離性が要求される。飲料瓶の回収後、弱アルカリ溶液で簡単にはがれる素材、水に分散・溶解する特殊な紙を表面基材に用いた素材などがある。

4) 特殊基材

昨今プラスチック類に関して、資源保護、廃棄物、温暖化問題の解決策として、植物由来の原料を使用したプラスチック、また生分解性を有するプラスチックが注目されている。このような状況下、ラベル素材でも同様の動きがある。ポリ乳酸を主原料とした生分解性プラスチックを表面基材に使用し、また同時に天然ゴム系の植物由来の粘着剤を使用している。

(4) 今後の動向

これまで述べてきたように、ラベル素材は私たちの生活のあらゆるシーンで使用されている。商品の顔としてだけでなく、付加価値や特殊な機能を持たせた一つのツールとしても、重要な役割を果たしている。業界調べでは昨年度(2003年4月～2004年3月)は約10億 m^2 (米国は34億 m^2)の出荷実績で、前年比約10%の伸長を遂げているものの、消費動向と密接な関係があるため、楽観視はできない。また市場ニーズについては、環境問題を考慮した製品の要求、デジタル印刷対応素材の要求などが増えていくであろう。

4.6 製本・紙工用で使用する接着剤

4.6.1 接着剤の概要

接着剤とは“液体から固体に変化するもの”といわれている。

接着とは、接着剤を使用して、素材と素材を結合することが目的であり、二つあるいは複数の物をつなぎ合わせることを言う。

接着すると言えば被着材に接着剤を塗布することから始まり、塗布する時には液状でなければならない。接着剤を液状化させることで流動性が出てくる。また、液状が固化することにより接着する。

接着の原理に付いては今のところ一致した定説は無いとされているが、接着の形態としては、線の接着、面の接着、点の接着の三つの方法が代表とされている（図 4.25 参照）。

一般的に言及されている理論に於いては力学的接着、化学結合、分子間力の三機構に大別されている。また、接合されているか如何かを確認するには、破壊の法則が有り、破壊状態を界面破壊・凝集破壊・材質破壊の三つに分類して、どの部分で破壊しているかによって接合度合いを確認することができる。

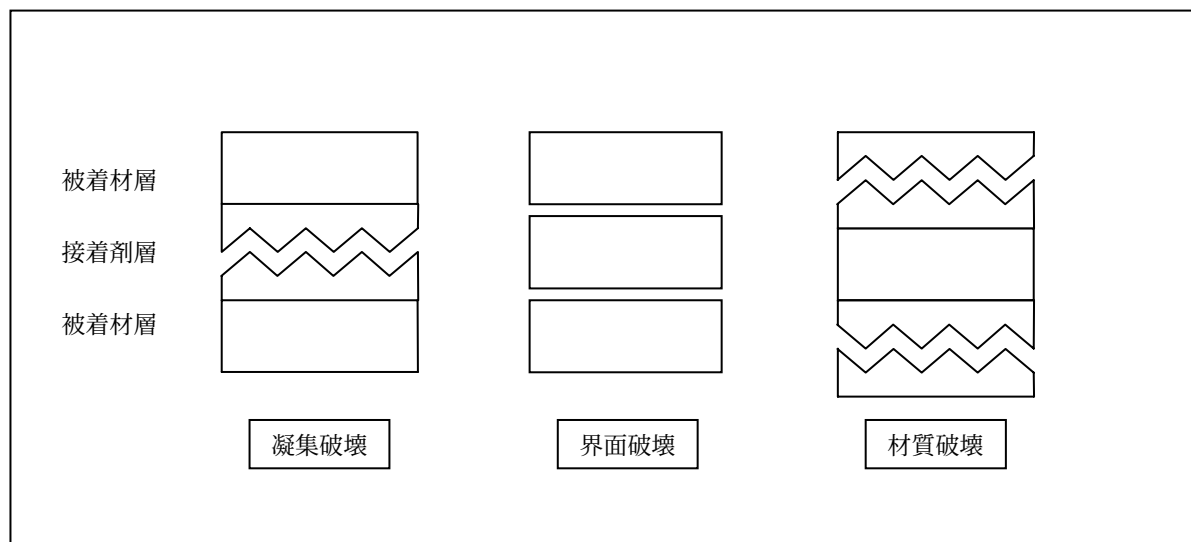


図 4.25 破壊の状態

身の回りに於いても、多くの物が接着剤によって結合されて成り立っている。

接着剤の歴史は古く、エジプトの時代には、すでに人類の生活の中に生かされていて、日本に於いても縄文時代からマツヤニなどを接着剤として利用していた形跡がある。

また、合成接着剤は 1900 年代に入り本格的に利用されるようになった。

一口に接着剤と言っても、驚くほどの種類が有り、それぞれが違った性能を持ち、非常に多くの用途に使用されている。

現在、製本・紙工関係で日常使用されている接着剤としては、主として天然系と合成系とに分けることができる。

天然系には澱粉糊・ニカワ。合成系にはエマルジョン型・ホットメルト型が有る。これらは、その多種類の接着剤の極一部にしか過ぎない。

環境の時代と言われる 21 世紀、今、接着剤業界が取り組まなければならない最も重要な課題として、次世代に向け、地球環境に配慮すると言う。

環境対応の一環として「人と地球に優しい」をキーワードに、人類が環境問題への取り組みを真剣に考え始めた現象と言えるのではないだろうか。

しかし、すでに環境問題は地球規模で年々深刻になっていることは事実で有り、化学物質過敏症問題（シックハウス・シックスクール症候群、各種アレルギー症状等）、やその他の環境問題を考えると、安全で人と環境に優しく、リサイクルに適した接着剤が求められている。今後、産業分野は、より高度な環境配慮が要求されることになるであろう。

環境への配慮を考えると、商品の開発から廃棄までの全過程について環境への影響を評価して総合的な判断を下すが必要になる。

揮発性有機化合物 VOC (Volatile Organic Compounds) 等の化学物質への法規制が強化される中で、環境問題対応型の商品開発、各種原料においても化学物質管理促進法 PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) で定められた環境汚染物質、354 種類 (特定第 1 種指定化学物質 12 物質)。第二種指定化学物質、81 種類で指定されている物質を含有しない、環境負荷の少ない安全性の高いものを選択するようになっている。

また、ユーザーに対しては、製品安全データシート MSDS (Material Safety Data Sheet) の提出が義務づけられており、使用している製品がどのような物質で成り立っているかなど、MSDS により把握することができる。

環境にも配慮しながら、少ロット多品種生産で機械的性能、高速作業性、安定性を検討し、最終製品の機能特性に合わせた性能向上を迫及して行く上での難しさが出てくる。

また、『リサイクル』と言うことが環境保護・資源保全としての課題になっている。

製紙古紙リサイクル対策として接着剤関係に於いても、難細裂化ホットメルト（リサイクルホットメルト）、ポリウレタン反応型ホットメルトが開発され、『エコマークの「紙製の印刷物」』、『グリーン購入ネットワーク (GPN) の「オフセット印刷サービス」発注ガイドライン』、『日本印刷産業連合会の「オフセット印刷サービス」グリーン基準』における適用を受けることができる。

現在、静岡県富士工業技術センターでの検査評価が日本接着剤工業会に報告され、検査基準に該当した製品が日本接着剤工業会より難細裂化ホットメルト（リサイクルメルト）として認定を受け、認定書が発行されている。

昨今、リサイクル紙が多く使用されて来ているが、現在の紙はサイズ剤や紙力増強剤などで構成される『化学製品』と呼ぶべき物になって来ている。

用紙及び他の材料の選択に於いては、企画の段階で印刷・製本・紙器加工製品に適しているかどうかの検討が必要になります。即ち、最終製品に要求される条件、印刷するだけで製品として出荷されるのか、加工工程上でどのような細工をして製品を作るのか、印刷との相性、接着剤との相性、実用条件等、全ての段階に於いて適している用紙を選ぶことが良い最終製品を作るポイントになる。

接着剤の分類は、色々な見方からの分類があるが代表的な「組成・性状による分類」をすると、次の図 4.26 に示す。

接着剤分類図(概略)

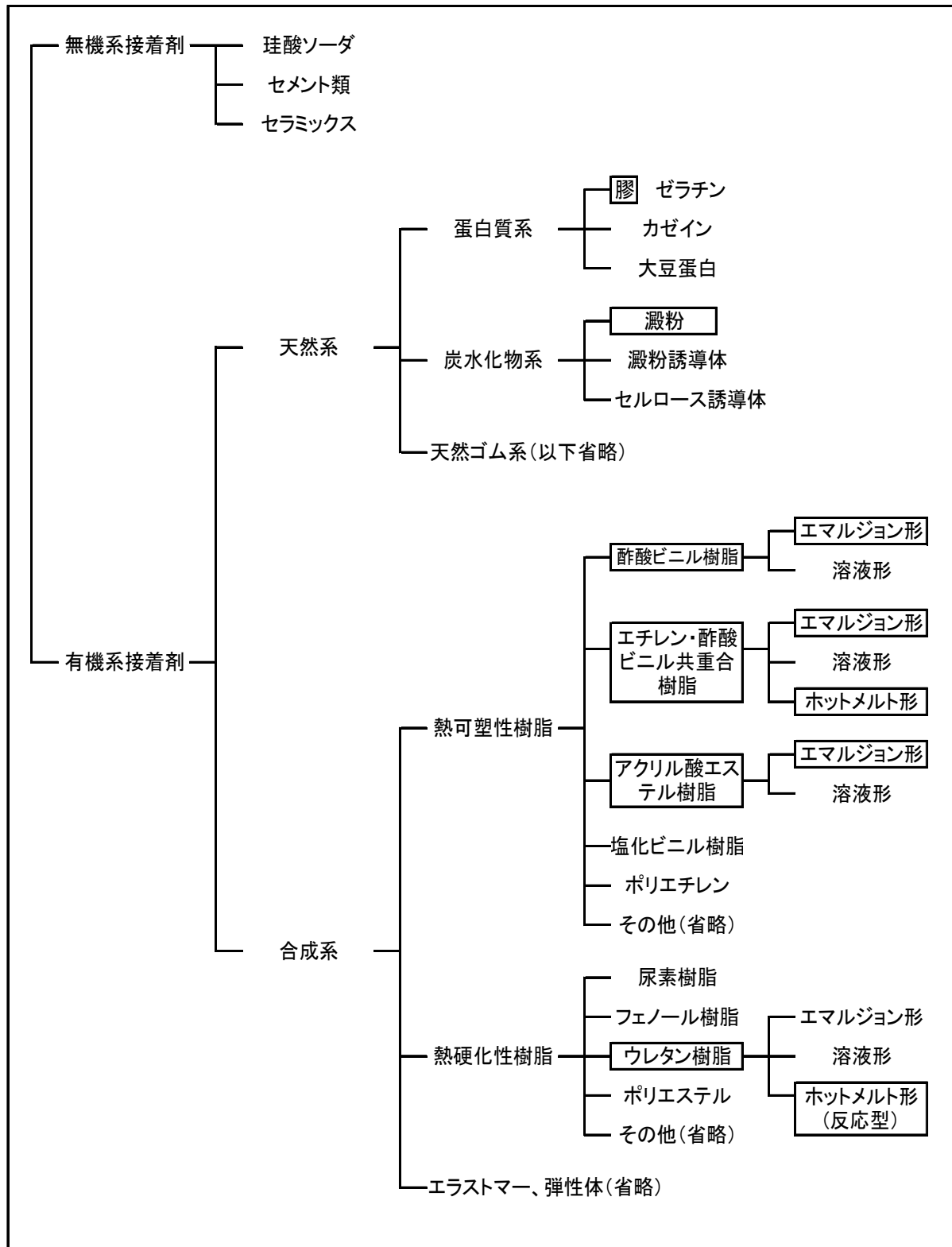


図 4.26 接着剤分類図

(1) 澱粉系接着剤(植物系)

天然系の原料を使用、地球に優しく、安全性が高い、生分解性のある、製紙古紙のリサイクルに適した可溶性の接着剤である。澱粉糊は、一般的には安価で使い易く各家庭でもかなり以前から容易に作り使用されていた。

澱粉糊は、昭和の時代に酢酸ビニル樹脂が普及するまでは膠と共に接着剤の代表格でした。今でも澱粉の特性を利用し、多くの用途に使用されている。

澱粉糊はいわゆる水溶液と言うよりは、ゲル状物に近いペースト状の糊になる。澱粉糊は澱粉を水中で糊化した物であり、低濃度で高い粘度の糊が得られ、糸曳きが無く塗工性が非常に良い性質を持っている。

被着材料によっては接着性が不足するので、エマルジョン型接着剤と混合して使用される場合も有る。糊化には幾つもの方法があるが、一般的に用いられているのは図 4.27 のように分類される。

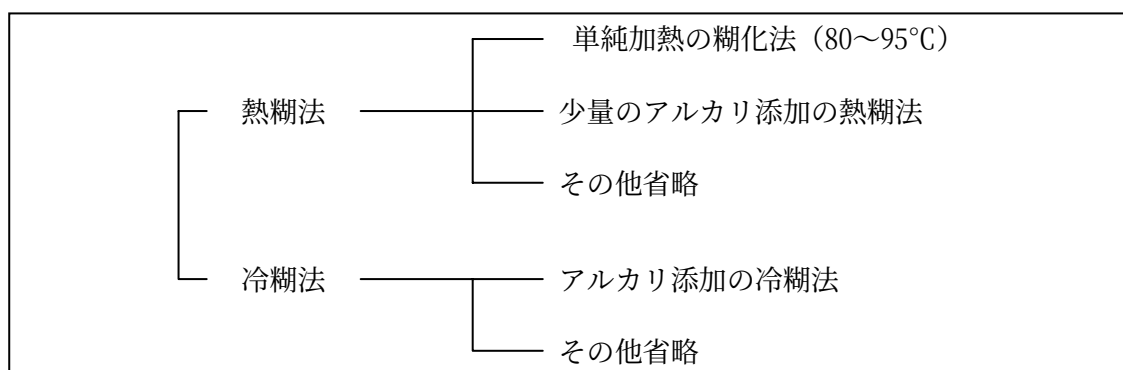


図 4.27 糊化の種類

- ①主成分 ＝地上系澱粉（小麦粉・トウモロコシ・米等）、
 地下系澱粉（タピオカ・馬鈴薯・薩摩芋・サンゴヤシ等、茎に蓄えられた貯蔵澱粉。）
- ②形態 ＝ゲル状物に近いペースト状
- ③古紙リサイクル性＝水溶性・生分解性であり、現在の所課題は出ていない。
- ④環境対応 ＝防腐剤の変更（脱ホルマリン対応）。
- ⑤特徴 ＝澱粉糊は作業性（塗工適性・機械適性）が良い。

(2) ニカワ・ゼラチン系接着剤(動物系)

天然系の原料を使用、地球に優しく、安全性が高い、生分解性のある、リサイクル可能な水溶性ホットメルト接着剤である。

起源は古代エジプトで接着剤として利用されていました。欧米での工業化は 17 世紀末に遡ります。日本では 19 世紀後半に工業化されました。

工業的にニカワを製造するための原料としては、主として牛・豚などの骨や皮が使用されている（図 4.28 参照）。動物の皮や骨に含まれる蛋白質コラーゲンの加水分解物であり、ニカワとゼラチンの違いは、ニカワは不純分が多く、不純分を精製したものがゼラチンであり、本質的に変わることはない。

ニカワは冷水中では溶けないで数倍量の水を含んで膨潤している。膨潤したニカワを暖めてゆく

と、約 40℃以上で熔融状態（ゾル）になり、液状に変化する時の温度を融点と言います。この溶液状態のニカワを冷却していくと約 40℃以下で水を含んだままで固化(ゲル)をする。この時の固まる温度を凝固点と言う。

このゾル＝ゲル変換が何回も繰り返せるのが特徴であり、水溶性ホットメルトと言われるところである。このことが接着剤として使用する場合の大切な性質であり、また、この温度によって乾きが早いとか、遅いとかに現れてきます。粉末ニカワに無機物や有機物を添加して調節し、ゼリー状に加工した製品が加工膠と呼ばれ、使い易く、且つ、性能を向上させるために種々の改良を加えたものが紙器加工品・上製本で多く使用されている。

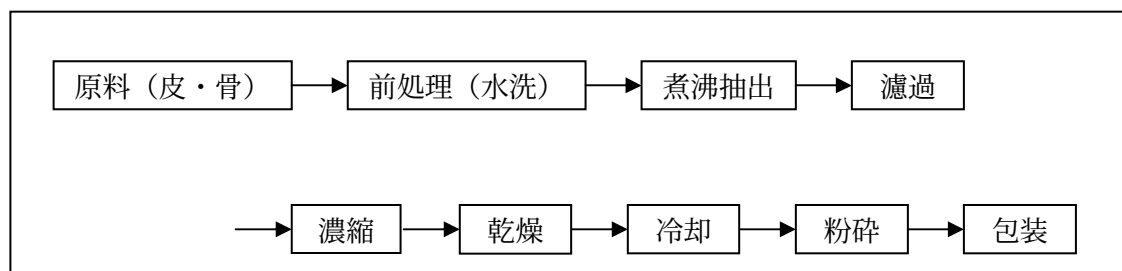


図 4.28 膠の製造工程

- ①主成分 ＝動物の皮や骨
- ②使用方法 ＝直火での使用では焦げてしまうため湯煎での使用になる。
- ③リサイクル性＝水溶性・生分解性であり課題は出ていない。
- ④環境対応 ＝天然系原料のため、現在の所環境対応等の課題は出ていない。
- ⑤特性 ＝水分を含んだ状態で固まる。ゾルーゲル変換が出来ることを利用した使用法ができる。加工ニカワには、要求に応えるため様々な薬剤を使用するので耐熱性が悪くなる傾向に有ります。また、要求に応えるための様々な改質ができ、高速接着性・強度・耐久性・耐カール性に優れている。

(3) エマルジョン系接着剤

エマルジョン系接着剤は、極めて細かい微粒子で形成され、乳化剤により安定した状態で水中に分散している乳濁液である。エマルジョンのため、貯蔵安定性が良く、取扱いも容易で、使用対象が広く、多くの特徴を持ち、また接着性、作業性にも優れた接着剤であります。1920 年頃日本に初めてエマルジョン系接着剤が輸入され、1950 年代に入り国産のエマルジョン系接着剤の開発・改良が進み急速な進歩を遂げ、現在に至っている。図 4.29 に製造工程を示す。

終戦直後（以前にもあったが）から発展して来た分野でまだまだ歴史としては浅いが、各用途での研究・開発の成果が多岐に亘り、広く実用化され、実績を得ている。

また、近年化学物質の規制・PRTR 法の施行により、環境汚染物質を含有しないエマルジョン系接着剤の需要が急速に広まり、エマルジョン系接着剤の安全性を高めるため、日々技術研究開発を行っている。

- ①主成分 ＝酢酸ビニル樹脂、EVA 樹脂、アクリル系樹脂、その他
- ②古紙リサイクル性＝加水分解するので問題は無い。
- ③環境対応 ＝PRTR法で定められた環境汚染物質を含まない製品への取り組みを行

っている。

④特性 ＝主成分である樹脂の種類がたくさん有り、接着対象が広い。

⑤課題点 ＝有害物質、VOC（揮発性有機化合物）削減対策の推進。

シックハウス（シックスクール）対策として改正建築基準法が平成 15 年 7 月 1 日より施行される。クロルピリホスを添加した建築材料の使用が禁止になり、ホルムアルデヒドを発生する建築材料の使用が等の環境問題が発生している。

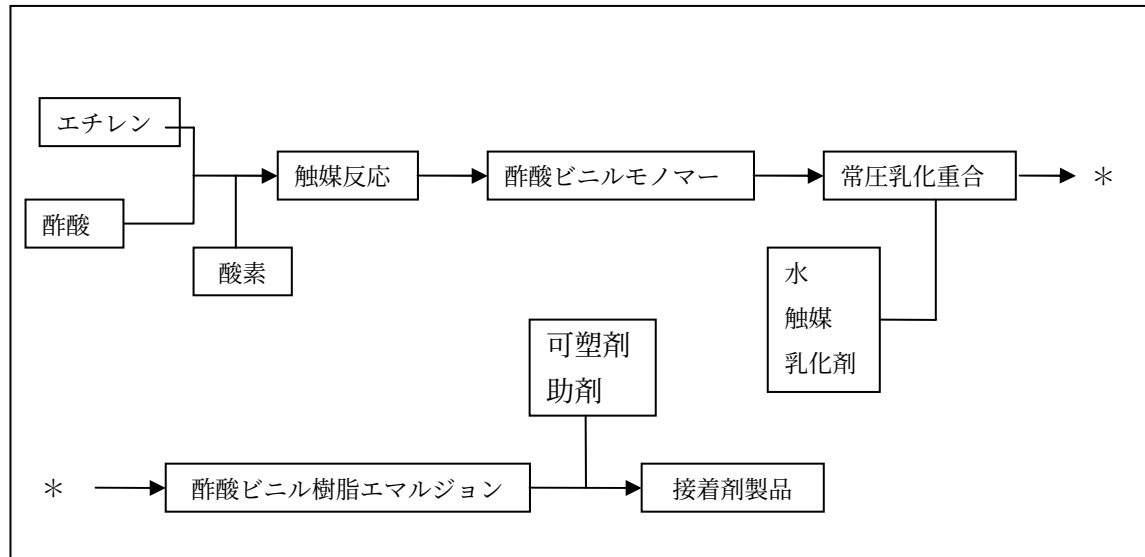


図 4.29 製造工程(酢酸ビニル樹脂)

(4) ホットメルト系接着剤

ホットメルト接着剤は溶剤や水分を含まない 100%固形分の熱可塑性樹脂からなる接着剤であり、常温では固形の物を加熱溶融させて塗布、圧着後は冷却するだけで固化しながら接着力を発揮する接着剤である。製造工程を図 4.30 に示した。

1960 年頃から研究・開発されたエチレン・酢酸ビニル共重合樹脂(EVA)が主原料とした接着剤である。

- ・用途として主に製本・紙器・包装・製袋でホットメルト接着剤が使用されている。
- ・各種塗布装置の開発により、スピード化され、使用量も格段に増加して来ている。
- ・ラインの省力化、高速化にも対応し、効率的で、且つ、安全性が高く、時代の流れに即した環境に優しい接着剤である。

また、製紙古紙リサイクルに対応して難細裂化ホットメルトの開発が進んでおり、様々なバリエーションで製品化されている。

①主成分 ＝EVA 樹脂・粘着樹脂・ワックスから成る固形分 100%の接着剤。

②使用方法 ＝溶解ポットにより加熱溶融し、塗布する。その後冷却して固化する。高温で使用するためホットメルト接着剤の原料であるワックスや粘着樹脂中に含まれている低分子量物が、加熱により揮散するので、局所排気装置の設置が必要となる。

- ③環境対応 =EVA 系ホットメルト接着剤は PRTR 法で定められた環境汚染物質何れも含有していない環境に優しい接着剤である。
- ④古紙リサイクル=難細裂化ホットメルト接着剤（製紙古紙リサイクルに於いて、新しい抄紙機では何ら問題は無いが、古い抄紙機では細裂化したホットメルトがスクリーンをすり抜けて毛布に付着し、紙に黒斑点が起きるために、極力細裂しにくくした製品で、製本時の裁落や、回収された本が製紙古紙の原料として使用出来る様に考慮されたホットメルト接着剤。）の開発。日本接着剤工業会に於いてリサイクルメルトであると証明する認定証を発行している。
- ⑤特性 =a. 接着時間が非常に短いためライン化、省力化、生産性向上がはかれる。
 b. 作業時に溶剤蒸気の発生がないので溶剤にたいする労働安全衛生、火災の危険性にたいする配慮を低水準に抑えられる。
 c. 熱可塑性樹脂のため、熱に弱い性質を持っている。

注：印刷インクの残留溶剤が原因でホットメルトが侵され、本が壊れるという現象が、昨今、たびたび発生している。

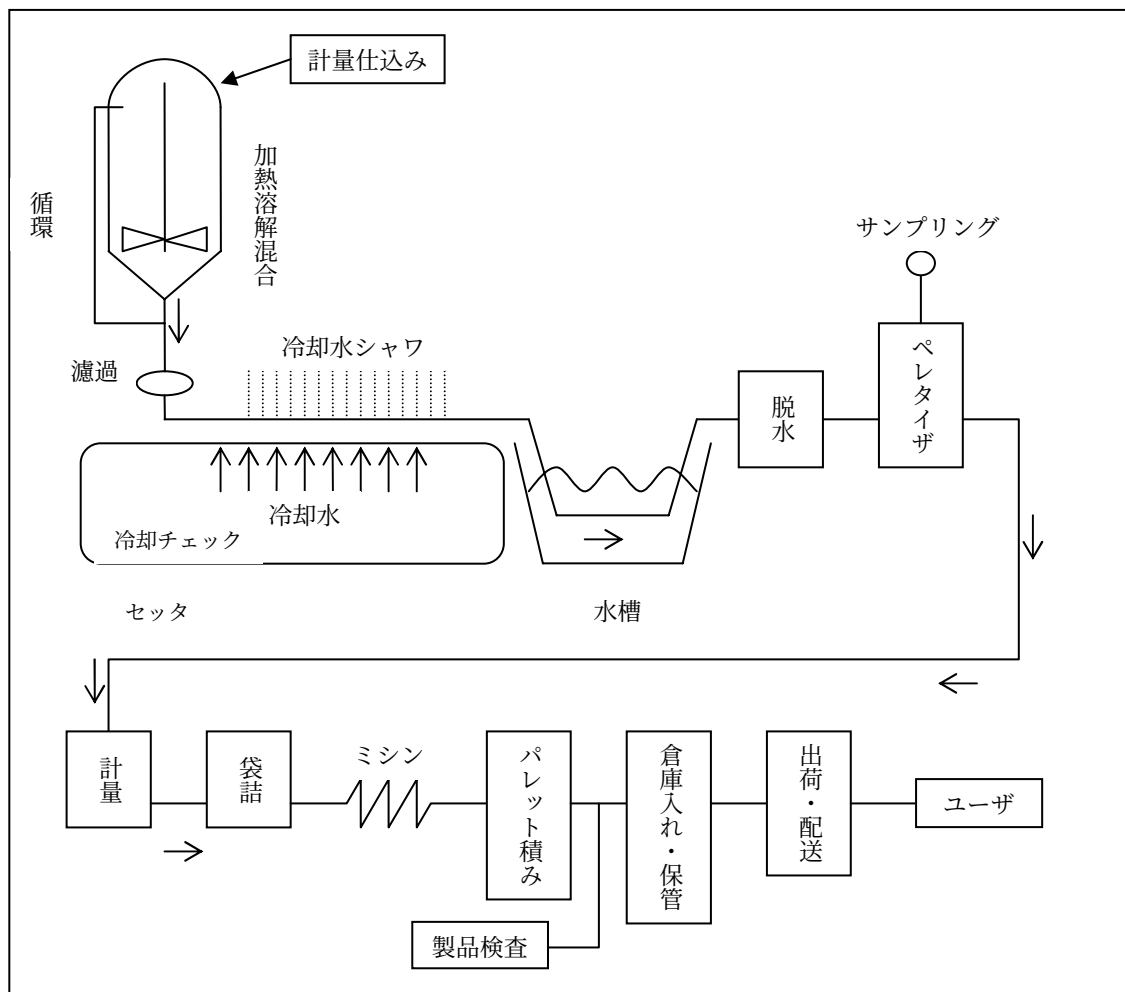


図 4.30 ホットメルトの製造工程

(5) 反応型ホットメルト接着剤 (Reactive Hot Melt adhesive) ／PUR ホットメルト (Poly Urethane Reactive) —ウレタン樹脂をベースに開発された反応型接着剤。(湿気硬化型)—

製本用接着剤で最も新しいタイプのホットメルトである。

PUR と EVA 系ホットメルトは加熱することにより溶解し、熱が冷えることにより硬化するというサイクルを無限に繰り返すことができる (図 4.31 参照)。しかし、このことは EVA 系の耐熱性が弱いという短所でもあった。そこで、EVA ホットメルトの短所を補うために開発されたのが PUR ホットメルトである。ポリウレタン系の未硬化樹脂 (プレポリマー) を主成分とし加熱溶解の後、空気中の水分 (湿気) と反応し硬化する。一旦、反応が終了すると強靱な皮膜を形成し、強力な接着力を発揮する。

反応が終わった PUR ホットメルトは再び熱で溶解されることは無く、耐熱性・耐寒性にも優れた性能を発揮している。また、製紙古紙リサイクルの適性にも優れた性能を持った接着剤である。

強靱な皮膜と強力な接着性を持ち合わせているので、従来の EVA 系ホットメルトに比べ塗布量を少なくすることも可能になる。

また、細裂化がしづらく、製紙古紙のリサイクルにも貢献できる接着剤である。『エコマークの「紙製の印刷物」』、『グリーン購入ネットワーク (GPN) の「オフセット印刷サービス」発注ガイドライン』、『日本印刷産業連合会の「オフセット印刷サービス」グリーン基準』における【ポリウレタン系ホットメルト接着剤】の適用を受けることができる。

①主成分 ＝ウレタンプレポリマー

②使用法 ＝空気を完全に遮断する専用のアプリケーションで過熱溶融して使用する。反応が終了するまでの養生時間が必要になる。
養生中に於いては空気中の水分・湿気と反応しながら炭酸ガスを排出しながら反応を促進させてゆく。

③古紙リサイクル＝古紙リサイクルでは強靱な皮膜を形成し、細裂しづらく、抄紙機で完全に除去出来るので課題はクリアしている。

④特性 ＝EVA 系ホットメルトに比較して、耐寒性・耐熱性・耐溶剤性に優れている。

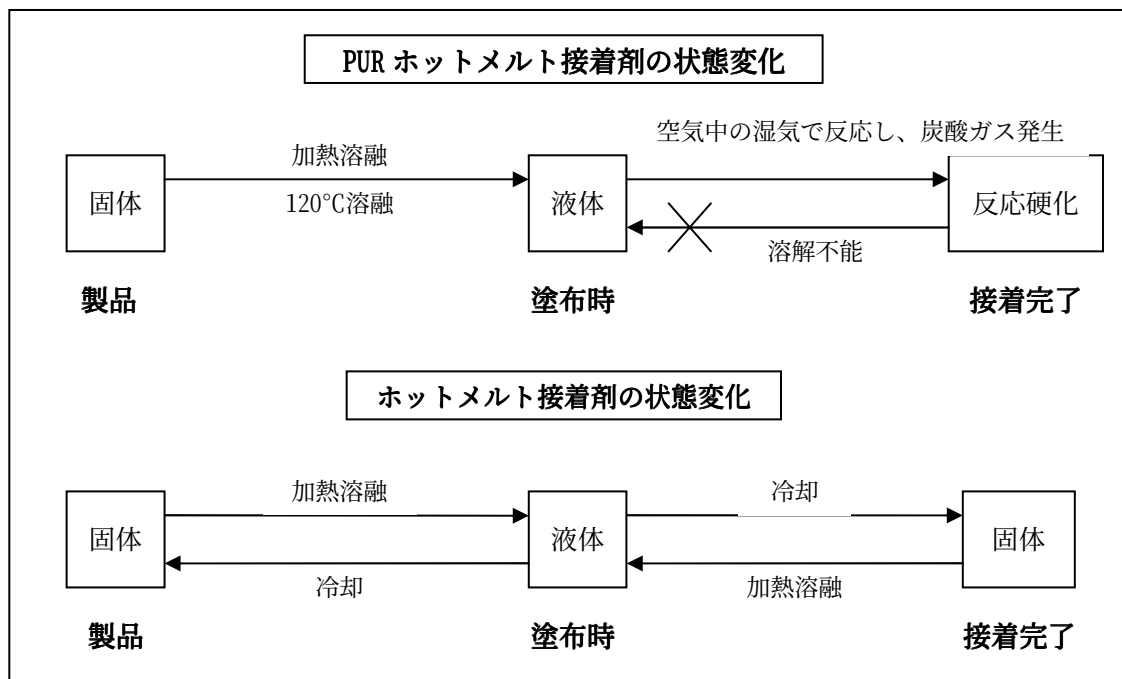


図 4.31 PUR ホットメルト接着剤と従来型ホットメルト接着剤の状態変化

紙関係で使用されている接着剤は、その他多くの種類があるが、製本・紙器用で使用する主な接着剤は、以上のとおりである。

4.6.2 接着剤の環境対応の取組

(1) PRTR 法対応

PRTR 制度は、汚染物質排出移動登録制度で有り、業所から排出される汚染物質(化学物質)の種類と量を明らかにして行政まで報告させるとともに、それらの情報を一般にも公開してゆく制度である。日本では、この PRTR 制度として『特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律』が 1999 年 7 月 13 日に公布された。

PRTR 法や化学物質管理促進法とも呼ばれている。対象となる化学物質は 435 種類（第一種 354 種、第二種 81 種）あり、使用制限はないが年間使用量によって排出量等の管理と届出の義務が生じます。こと業者はこの義務が生じることを避けるため、これらの対象物質を含有しない商品を求めるようになってきている。

(2) 外因性内分泌攪乱物質（Endocrine Disrupting Chemicals :EDCs）

生体内でホルモンの働きを乱す作用を持つと疑われている物質を言う。これが生物に深刻な影響を及ぼすという説が有り、この説は確定している訳ではないが、事実であれば深刻な問題であることから世界的に研究が進められている。

接着剤に関係するものとして、界面活性剤の原料であるアルキルフェノール類、エポキシ樹脂やポリカーボネイトの原料であるビスフェノールA、可塑剤として使用されるフタル酸エステル類などがある。

接着剤メーカーでは、ユーザに安心して使用してもらうためにこれらの物質の削減を進めている。

(3) 未反応物の低減

合成樹脂系の接着剤はその性格上、反応し切れていない物質(未反応物)微量に存在する。未反応物には揮発性の高い物質や反応性の高い物質等があるため、人体に対して有害な作用を示す物質がある(例：PUR の MDI、樹脂の残存モノマ等)。
接着剤メーカーではこれらの未反応物を出来るだけ少なくする努力を続けている。

(4) 揮発性有機化合物 (VOC) 対策

文字通り揮発性の有機化合物で、主に人工合成されたものを言う。産業施設における使用によって、地下に浸透して土壌や地下水を汚染する物質、室内の空気を汚染し人の体調不良やシックハウス症候群を引き起こす物質、大気を汚染して光化学オキシダント生成に関係する物質、オゾン層破壊物質など様々な問題が浮かびあがって来ている。接着剤については低溶剤化、無溶剤化への取り組みを急いでいるとこれである。

(5) シックハウス(シックスクール)対策

シックハウス対策として改正建築基準法が平成 15 年 7 月 1 日より施行され、クロルピリホスを添加した建築材料の使用が禁止になり、ホルムアルデヒドを発散する建築材料の使用が制限されることになりました。各建築材料について、ホルムアルデヒドの放散速度による等級区分 (F☆☆・F☆☆☆・F☆☆☆☆) で使用できる面積が決められている。接着剤については、ユリア樹脂系、メラミン樹脂系、フェノール樹脂系等の接着剤が該当し、等級区分ごとに使用制限があります。今後、さらにトルエン、キシレンが建築基準法の規制対象になろうとしている。

第5章 印刷産業機械および素材等との適合性・環境対応

本章は、印刷産業機械および素材等の相互間の適合性、作業環境、環境側面等の現状と課題について機械、素材毎に抽出し整理した。

5.1 印刷産業機械と関連素材等との適合性・環境対応

(1) 印刷機械

印刷機における主な素材等の関連は、紙、インキ、フィルム、版、ローラ、ブランケット、シリンダ、パウダ、湿し水、洗浄剤、各種の刃物などが関与し、印刷品質に影響を与える。

最近エコロジーの観点から、環境に配慮したインキが増加する傾向にある。従来型の油性インキに比べ汚れやすい、濃度安定性が悪い等、印刷の幅が狭くなったと言われるケースもある。また、本機のローラ状態維持管理をこまめに行っていないとトラブルが発生することになる。これらエコインキにマッチングしたゴムローラ、ブランケットのさらなる開発が望まれる。

- ・インキは市場のニーズに合わせて柔軟に多様化が進む中、近年ハイブリッド方式やコールド UV インキなどが徐々に始まってきており、これらへの資材改善が要求されるものと考えられる。今後ともインキの開発が先導する形でそれらにマッチングしたゴム材質、乾燥装置、機械構成に変化していくものと考えられる。
 - ・ローラに要求されることは第一に、径や硬度変化が少ないことであるが、特に洗浄油や使用インキなどに含まれる成分により膨潤度合いが異なっていることである。印刷品質で見ると NBR 系、色替え適性でみると PVC 系のローラが適しているようだが、客先の印刷事情に合わせた対応の配合比を替えられない状況である。また印刷の高速化に伴って、より熱膨張係数の小さいゴムローラの開発が望まれる。
 - ・パウダは植物性の澱粉から出来ているが、印刷の高速化に伴って飛散量が多くなり工場環境を悪化させている。特に表裏ワンパスで印刷が完了する機械においては使用量が多くなり、集塵の効率化が今後の焦点である。
- 印刷速度の高速化にともない、ガイドローラを軽量化、ゴムローラの芯金部の軽量化進みつつあり、ローラの取り付け・取り外しの作業が容易になった。また重量が軽くなったためスタート、ストップ及び増減速時にローラの回転追従性がよくなり、省エネルギー効果もある。
- ・ゴムローラは、長期間使用する事によって洗浄剤やインキ中に含まれている油分によってゴム中の可塑剤が抽出されて外径が細り、硬度が上昇する。またインキ中の油分がゴム中に浸透して膨潤する。最近、環境対応型インキとして大豆油、アロマフリー溶剤を使ったインキを使用することが増えてきた。大豆油、アロマフリー溶剤はゴムローラの外径を細らせる傾向が従来のものより大きく、当初はゴムローラのニップがなくなることもあったが、ゴムローラ及びインキの改良で外径の細りが減少した。また、環境対応型インキが普及するにともないブランケットの改良なども行われている。
 - ・新聞発送機器では、新聞束をポリエチレンフィルムで包装するのに替えて、クラフト紙で新聞束の上下を挟みこんで保護する装置が数年前から実用化されている。また同時期に、前記新聞束をポリプロピレンバンドの代わりに紙バンドで結束する装置も実用化されて使用され始めた。使用資材を環境に優しい資材に変更するとともに、ゴムロール、ブランケットなどの耐久性の向上及び損紙の低減などで、使用資材を削減して環境問題に配慮する方向でもある。
 - ・環境側面から、新素材に切り替えられる環境課題では、再生紙対策：紙粉が出やすく、諸問題

が発生している。紙粉対策を施す。環境対応資材導入：大豆油インキ対応のゴムローラ インキ・洗浄液・湿し水関連・循環使用：ゴムロール・刃物工具の再研磨使用。無公害部品の使用等がある。

(2) 製本機械

- 紙折機は、印刷された後すぐに加工されるため、紙の影響を受けやすい機械である。設置環境が乾燥した部屋であれば、静電気が発生し正確に折れない。冬場は暖房を使われると紙はカークルし、扱いにくくなる。梅雨時は印刷物を置いておくだけで波打ちし、加工する時にトラブルの原因となる。また、オフセット印刷は水を使うため、紙に水分を含んでいる状況が変われば、折の加工状況も変わってしまうことになる。紙は、印刷前と後では、紙の伸び縮みが発生し、折り上がりの寸法が変わったりする。

以上のように、紙折機は設置される環境により影響を受けやすい機械である。そのため、湿度管湿度管理が重要であり、加湿器などを備えた工場で使われることが望ましい。

- 丁合機は、印刷された後処理を行う機械であるため、紙による影響を一番受けやすい機械である。フリクションタイプは、給紙ゴムの磨耗と劣化、インクの付着による給紙ミスと汚れが出やすい。印刷が乾いていないと、紙同士が密着して2枚給紙を繰り返す。印刷インキはできれば速乾インキの使用を勧めたい。印刷機のインキ掃除を省くため、一日経っても乾燥しないインキがあり、軽オフセットに多く使われている。今後、紙送りについてはエアー給紙タイプが益々普及すると思われる。また、価格が安い多段の丁合機が普及するためには、新たな材質で劣化しないゴムと汚れが出にくい材質の給紙方式を開発する必要がある。

- 製本において現在最も問題と成っている物は、インキである。

写真集など、喉の部分まで全面印刷の物は、時間経過でインキ溶剤がホットメルトと反応しベトベトに溶け出し、本がバラバラになってしまう事故が多数発生した。

また一方、この大豆インキの出現で、乾燥されないまま製本工程に回され、印刷面に傷、汚れ、こすれが発生する。昨今、空中に浮かせない限り防ぐ事が出来ない物が有り、勿論、空中に浮かせる製本機など存在しないので、この軟らかい未乾燥のインキ面の傷を、防ぐ手段が無い。送本面に紙や粘着テープあるいはフェルトを貼り、防いでいるのが現状で、丁合機の送本面にはソロバンを設置して防いでいる。

これらの問題は、作業効率を極端に下げているため、製本作業の最重要課題である。環境に優しい大豆インキではあるが、印刷、製本業界の今後を考察するに、さらにより良いインキの開発される事を期待している。

(3) 紙工機械

- ・最近では、工場内の各機器・機械をイーサネットで接続することにより、コルゲータによる段ボールシートの生産から製品の出荷までを制御出来るようになってきている。今後は、更なる省人化機器（インキ交換、印版交換など）と印刷汚れなどの不良紙検出システムが開発されると思われる。環境対応では、段ボールシートの原料は再生紙が多く使用され、また段ボールシート自体も再生紙として再利用されるためリサイクル性に優れている。また、使用されるインキは、水性インキでPRTR法やVOC規制にも適している。
- ・プリスロ用のインキは、水性インキで以前から成分は変わっていない。印刷速度の違いにより乾燥度合いを変える必要がある。近年の機械速度の高速化に伴い乾燥速度を速くして次のユニ

ットに入る前に乾燥させる必要がある。また、色間に乾燥装置が装備されているか、いないかによっても変える必要がある。あまり、乾燥速度を速くすると速度の遅い機械では刷版上で乾燥してしまうので機械仕様により加減が必要である。

- ・フレキソ用 UV インキは、従来問題なかったが最近の UV インキでロングラン印刷を行なうと樹脂版が膨潤して使用できなくなる。印刷品質を上げるための成分比率の変更をした。変更前に樹脂版メーカーに事前に通知することはない。印刷会社にて、品質が良ければ品質を優先させ、そのインキを使用するために、それに合った版材を版材メーカーに要求する。その逆のケースもあり、版材にインキを合わせるように要求されることもある。どちらが先に製品を出すかである。フレキソ用 UV インキ自体がまだ完成されたものでない。
- ・また、アニロックスロールがセラミックになり、ロールの線数も 700 線、1000 線と高密度になってきて、インキ供給方式がチャンバーになったことによりインキ皮膜が従来に比べ薄く盛れることが可能になりました。これに対し、従来のインキでは、印刷濃度が出ないためにインキの顔料コンテンツが上がってきている。

5.2 素材等と機械・機器との適合性、環境対応

(1) アルミベースの印刷版

環境負荷の軽減要求の強まりによる、インキや湿し水等の non-VOC 化の促進や、高精細な印刷再現を可能とする FM スクリーン等の新スクリーニング技術の伸張に対して、版材としては印刷適正がより重要視され、良好な印刷適正への対応が強く求められると思われる。

ケミカルフリー（水現像、ガム現像）版材、無処理版材については各社が精力的な開発を進められており、一部実用化も始まっている。無処理版材は、平版オフセット用印刷版材として究極の合理化、環境負荷軽減につながるものであり、将来的には現在の PS 版、CTP 版は無処理版材への移行が進むであろう。しかし、現在実用化されている無処理版材を現状の PS 版・CTP 版と比較すると、総合的な製版・印刷性能の差は依然として大きく、PS 版・CTP 版と同等性能を有する無処理版材の実用化には、まだ相当の時間が必要と思われる。

今後 5～10 年程度は、PS 版、CTP 版が平版オフセット印刷用の主要版材であることは変わらず、市場と顧客の要求に則して、印刷産業の発展への貢献を続けるであろう。

(2) 印刷用ローラ・ブランケット

□ ゴムローラ

古くなったゴムローラは、鉄芯から古いゴムを剥がして新しいゴムを巻き、ゴムローラとして再生させる。鉄芯は何回も再利用できるが、ゴムは産業廃棄物として処分している。

今後、ゴムを廃棄する環境は益々厳しくなると予想され、産業廃棄物として破棄する量を減量させる必要がある。さらに耐インキ性、耐洗浄剤性、耐発熱性、耐歪み性などが優れた熱可塑性樹脂が開発されれば、産業廃棄物として破棄していた古ゴムは再利用できるような可能性に期待したい。

□ ゴムブランケット

ブランケットは、高速運転でも優れたインキ転移性と共にショックの吸収性等の性能アップが求められる。諸資材の変化はブランケットの性能に与える影響が大きく、変化に応じてマッチングを高める必要がある。インキは環境面への対応としてアロマフリー化や脱石油を目指して植物油への転換の動きがあり、ブランケットの表面ゴムも親和性を合わせるよう調整をしてき

ている。今後も non VOC への取り組みによって変化が予想され表面ゴムもまた調整が必要になると思われる。用紙は再生比率の上昇や中性紙化の動きがあり紙紛や炭酸カルシウム等のゴム表面への付着からインキ転移性が損なわれる問題があり、ブランケットとしても本来の性能を維持するような対応が求められていくものと思われる。版も PS 版から CTP 化が進行しておりブランケットから見るとインキの受理性や版の耐刷力への影響等に変化が起こる可能性もある。洗浄液も作業環境や地球環境の面から規制が厳しくなる流れの中で環境対応型への変化が見られ、今後も VOC 規制等が厳しくなるとブランケットへの影響が顕在化してくる可能性がある。高精細印刷や FM スクリーニング等の新しい方式も色々な面でブランケットに影響が出ている場合があり、ブランケット単独での対応が難しいケースでは関連諸資材と連携しての対応が必要である。

ブランケット自体の環境面での問題を考えた場合、一つには使用している原材料の問題がある。ゴムは原料ポリマーに種々の薬品類が配合されているが、中には環境面で好ましくないものもありこうした成分を使用しなくても性能が維持できる配合技術が求められていく。またブランケットはゴムの劣化等により性能が低下すると交換する消耗部品であり、使用済み品は産業廃棄物として処理される。このため廃棄物削減の意味では耐久性の向上が求められ、補強層の材質も処理のし易さを考慮していく必要がある。

今後新しい合成ゴムやエラストマーが出現すると環境にやさしくしかも性能の優れた製品作りが出来る可能性もある。

(3) 印刷インキ

- ・オフセットインキにおける環境対応は、1973 年の NL 規制（食品包装材料用印刷インキに関する自主規制）を設け発ガン性が指摘されているもの、毒性が強いもの、蓄積性の高いものなどの有害性の高い化学物質をリストにしインキメーカー各社はこれらを使用しない様になっている。当初 58 物質でスタートし、現在では 131 物質を指定している。
- ・1988 年労安法の改正により「有機溶剤中毒予防規則」の内容が改正され、印刷関連では、湿し水に添加している IPA(イソプロピルアルコール)も規制対象となり、取り扱いが厳しくなった。これを機に IPA 削減の方向に向かっている。現在ではアルコールレスの湿し水による印刷が実用化され、オフ輪印刷においては相当数がアルコールレスで印刷を行っている。一方、枚葉はオフ輪に比べ難しい面があるが、徐々に広まってきている。
- ・1989 年日本環境協会はエコマークを制定し、1997 年 7 月「オフセット印刷インキ」のエコマーク認定基準(No102)が制定された。このためインキメーカー各社により、エコマーク認定基準を満たすインキが開発され、環境調和型インキと言われるほとんどの製品はエコマークを取得している。従来基準では、芳香族成分を含まない溶剤を使用のことで、アロマフリーソルベントの普及に大きく寄与した。現在ではほとんどのオフセット製品でアロマフリーソルベントを使用している。

2002 年 12 月 18 日よりバージョン 2 がスタートし、更に認定基準を厳しくし環境調和性を促している。バージョン 2 ではアロマフリーソルベントの使用のほかに、インキ中のソルベントの総量を制限し、枚葉インキ、新聞インキ等については VOC（揮発性有機化合物）の規制にまで踏み込んだ形となっている。環境に早くから対応してきている欧米に比べ、日本は後追いという感否めなかったが、近年の地球規模での環境保護が盛んに言われる時代になり、1997 年 12 月の地球温暖化防止京都会議以降は更に人々の関心を集める事柄になった。

- ・2000 年制定の PRTR 法やグリーン購入法を始めとした法規制に続き、2001 年 8 月の日本印刷産業連合会による「オフセット印刷サービス」グリーン基準、11 月のエコマーク事務局による「紙製印刷物のエコマーク」認定基準、12 月のグリーン購入ネットワーク（GPN）による「オフセット印刷サービス」発注ガイドラインなどの基準作りが進んだ。同様の動きが各自治体にも起きており、東京都が「印刷物発注ガイドライン」、埼玉県が「生活環境保全条例」、環境省が大気汚染防止法の一部改正（VOC 抑制）など、国・地方ともに行政における環境に係わる規制が加速されてきている。
- ・インキにおける環境課題のキーワードは、アロマフリー、SOY（大豆油インキ）、non VOC「無溶剤」（枚葉）ハイブリッド、低温乾燥型（オフ輪）、脱石油系溶剤（オフ輪）易脱墨性等々があげられる。

(4) 印刷用補助剤

□ パウダ

印刷用ブロッキング防止パウダは開発より 45 年が経過し安定して使用されている。途中、無機材料パウダも一部併用されたが、印刷物に傷が付きやすい、塵肺など健康上の問題などから世界的に澱粉パウダに統一されてきている。

澱粉自体は、食用に使われる材料であり安全健康の上からも材料そのものは今後も基本的に変わらないと予測される。しかし、飛散防止の改善、ブランケット上への残留物の減少など、使い勝手の向上のため変性澱粉、加工澱粉など多面的に装置も含めたメーカの改良研究は今後も続けられる。

湿し水に溶解するパウダなど、一部実用化されているが、いずれインキ乾燥後は消えてしまうパウダなどの実現が期待される。

(5) 粘着紙（ラベル素材）

□ 環境関連製品対応

- ・非塩ビ製品：塩ビフィルムの代替素材として、柔軟性、透明性、耐水性など同等の性能を備えつつ、焼却処理に際して有害物質が発生しない素材として、表面基材にオレフィンフィルムを使用している。
- ・リサイクル性：回収した使用済み資源をその構成素材別に分類し、再生処理する際の作業効率向上に寄与するラベル素材がある。プラスチック成形品と同質同素材のフィルムを表面基材に使用しており、ポリスチレン系、ポリプロピレン系、ポリエチレン系フィルムがある。
- ・リユース性：各種容器など回収した使用済み資源の再利用化を促進するため、素材には易剥離性が要求される。飲料瓶の回収後、弱アルカリ溶液で簡単にはがれる素材、水に分散・溶解する特殊な紙を表面基材に用いた素材などがある。
- ・特殊基材：昨今プラスチック類に関して、資源保護、廃棄物、温暖化問題の解決策として、植物由来の原料を使用したプラスチック、また生分解性を有するプラスチックが注目されている。このような状況下、ラベル素材でも同様の動きがある。ポリ乳酸を主原料とした生分解性プラスチックを表面基材に使用し、また同時に天然ゴム系の植物由来の粘着剤を使用している。

(6) 接着剤

- ・PRTR 法対応：接着剤製造関連業者は、対象化学物質 435 種類（第一種 354 種、第二種 81 種）届けて義務を避けるため、これらの対象物質を含有しない商品化をすすめている。
- ・外因性内分泌攪乱物質（Endocrine Disrupting Chemicals :EDCs）：接着剤に関係するものとして界面活性剤の原料であるアルキルフェノール類、エポキシ樹脂やポリカーボネートの原料であるビスフェノールA、可塑剤として使用されるフタル酸エステル類などがある。接着剤メーカーでは、ユーザーに安心して使用してもらうためにこれらの物質の削減をすすめている。
- ・未反応物の低減：合成樹脂系の接着剤は、その性格上、反応し切れていない物質(未反応物)微量に存在する。未反応物には揮発性の高い物質や反応性の高い物質等があるため、人体に対して有害な作用を示す物質がある（例：PUR の MDI、樹脂の残存モノマ等）。接着剤メーカーでは、これらの未反応物の発生を少なくする開発努力を続けている。
- ・揮発性有機化合物（VOC）対策：文字通り揮発性の有機化合物で、主に人工合成されたものを言う。産業施設における使用によって、地下に浸透して土壌や地下水を汚染する物質、室内の空気を汚染し人の体調不良やシックハウス症候群を引き起こす物質、大気を汚染して光化学オキシダント生成に関係する物質、オゾン層破壊物質など様々な問題が浮かびあがって来ている。接着剤については、低溶剤化、無溶剤化への取り組みを急いでいる。

第6章 本調査研究事業のまとめと提言

本調査研究事業では、印刷産業機械で使用されている種々の素材が、新素材に置き換わることで新たに問題として発生してきた「機械と素材の適合性」について調査研究を行い、その対応指針の策定・提供をすることを課題として事業を進めてきた。この事業に関しての概要は、第1章で述べてきたが、ここでは、当該事業の趣旨に沿って実施してきた事業の内容を、本事業報告書の紹介とともに、この事業を通して明らかとなった印刷関連産業の現状における問題点や今後の課題について提言したい。

当事業の委員会には、印刷産業機械・機器ならびに素材や材料のほぼ全機種・全分野の方々に参加して頂いた。このため、個別分野の現状を深く掘り下げて検討し、把握することができた。また、専門的な事項については、技術講演会を実施して相互の技術に対する理解を深めた。

第2章では、印刷産業機械とこれらに使用する素材・材料を特定し、その素材・材料の動向・変化の有無、関連素材との適合性あるいは非適合性の現状、その内容と主な原因、材料の特性などについて調査検討してきた。適合性、非適合性の現状評価表では、良い・普通が9割を占めているが、個々の内容を見ていくと改善や改良に対する課題が残されていることが分かる。

第3章では、印刷産業機械における個々の機械・装置の技術変遷、機構や機能および素材・材料との関わり、適合性、環境要因などについて考察するとともに、今後の動向について捉えてきた。

第4章は、前章と同様な観点から各印刷産業機械に使用されている関連素材等の変遷や技術的な変化、素材等の特性と動向を調査した。この中では、機械と素材、素材と素材の相互における関係、素材と材料・資材が相互に与える長短両側面における影響などを明らかにした。

第5章では、本調査を通して、印刷産業機械と素材等における環境負荷低減に対する取り組みや問題点を抽出し整理した。

本調査研究事業で明らかにされた機械と素材、あるいは素材と素材の相互関係、素材と材料・資材が相互に与える影響関係、および各分野における技術の変化・革新はこれからも際限なく続けられると思われる。新素材・材料・資材等は、高品質性、利便性、生産性、作業性、コスト面および環境に優しい品質の探求から常に技術開発・革新が進められている。現在、それぞれの業界・企業で環境負荷低減の取り組みがなされているが、その殆どが、機械は機械を主にして考え、素材（紙、版、インキ、ローラ、ブランケット、湿し水・洗浄液、パウダ等）は素材等を主にして考えているように、分野ごとの課題解決を主体とした技術開発であり、各分野を俯瞰した印刷産業機械全体の技術開発や各分野どうしをつなぐインターフェイス技術が十分に解決されていない。

印刷産業機械技術は、種々の分野の技術が集まって成り立つ総合技術である。このため、各分野の一方が変われば必然的に相手も変わる。従来どおり、分野ごとにばらばらに研究開発をしていたら $1+1=2$ 又は1前後の答えしか出てこない。お互いの知識、技術を共有することによって $1+1$ は、2とは限らず、5にも10にもなる。つまり、新たなシナジー(相乗)効果が生まれて、環境や新素材に対応した新たな技術が生み出されるはずである。

具体的には、各分野間での技術の伝達（情報開示）やお互いの知識の交流が必要である。つまり、相手の技術を知らないと、その対応を図ることができない。今までは、各分野がそれぞれの分野内の問題（発生するトラブルや新素材対応など）だけに対処してきた。しかし、お互いの情

報を開示し、交流を図らないと、印刷産業技術のさらなる発展を望むことはできない。分野を超えて技術がスムーズに流通するためには、素材間の適正な技術情報の開示が必要であろうし、基準の統一が重要なポイントである。

例えば、インキとローラ、ローラと洗浄液、洗浄液とブランケットなど、その適合性を明らかにして、新素材や新技術に対応するためには、それぞれのつなぎ(インターフェイス)技術において規格化された「ものさし＝評価基準」が必要である。性能評価、耐久試験など評価技術・評価試験法(同じものさし)が必要であろう。また、お互いの技術を合わせた時、評価基準がないとその効果の有無を評価することはできない上、品質の不安定やトラブルの発生につながる。また、評価技術や基準が無いと、新素材が開発されたとき、充分な対応を図ることができない。

さらに、各分野で評価された結果は、他分野でも分かる様に共通のフォーマットで表示(例えば、食品表示の形式)する必要がある。

評価技術や評価試験法、表示方法を、印刷産業・機械という業界内で規格化し、その結果を共有できるようにすることがこの業界の緊急の課題である。また、ここに業界団体の果たすべき役割および産業のグローバル化に対応する術があると考ええる。

また、この業界は一つの産業体で在りながら、分野間を連携させるコーディネータ(業界リーダー)が不在に見える。各分野における技術の伝達や交流がスムーズに行われていない一因はここにもある。これは、この業界が今後発展していく上での大きな課題である。

現在、出版社が印刷物作成に対して子供向け絵本や雑誌は、全て植物インキ 100%で印刷するよう要求している。これは印刷・加工物への環境傾斜傾向を意味している。

新素材、材料、資材の一方が変われば、他方も変わらざるをえない。このため、印刷産業機械業界としては、以下の点を早急に検討する必要がある。

- ①各新技術について、個別評価を行うとともに、関連した他分野を含めた総合評価の確立とそのインターフェイス技術の評価の確立。
- ②各分野の技術が他分野に与える影響を明らかにするために、統一された評価技術や評価試験法、表示方法、つまり「ものさし」の確立。

21 世紀における産業界共通の課題として地球温暖化に対応した省エネ、LCA、環境に配慮した製品の提供、社会の持続的発展を指向した環境負荷低減の課題が、個々の産業界を超えた業種間の連携の必要性和個別業界と企業の取組みの重要性、必要性が示唆されている。

本事業は、言い換えれば印刷産業機械と関連素材等の 20 世紀の技術的な到達点を整備したとも云える。21 世紀への架け橋は、この土台の上に立って新たな仕組みと業界間、企業間の連携を促進し、本事業成果を適合化技術の確立のために分野間の同じ「ものさし」、評価基準、インターフェイスの試験方法等の基準形成の入口にして頂きたいと考えるものである。

平成 17 年 3 月

社団法人 日本印刷産業機械工業会

新素材対応調査研究委員会

委員長 西 脇 信 彦

主 査 堀 三 計

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

— 非 売 品 —
禁無断転載

印刷産業機械の新素材対応に関する 調 査 研 究 報 告 書

発 行 平成17年3月

発行者 社団法人 日本印刷産業機械工業会
〒105-0011 東京都港区芝公園三丁目5番8号
電話 03-3434-4661
ホームページ <http://www.jpma-net.or.jp>