解説 ■ 鈴木健次**

印刷機械の歯車*

Gears in Printing Press / Kenji SUZUKI

Key words gear, printing press, printing quality, doubling, mis register, noise, lubrication

1. は し め に

印刷機械はノエントエンノノ、工作機械に次ぐ精密機械として位置づけされている。特に印刷機械の中のローラ類は回転の同期と周速の一致をはかるべく多数の歯車で連結され(図1)、そのうちの主要な歯車はJIS 0級またはそれ以上の精度や、特殊な機能をもったものか用いられている。

その一端を以下に説明するか、その前に印刷機械の構成と構造を説明し、後半の印刷機械と歯車とのかかわり合いの理解への伏線としたい。

2. 印刷と印刷機械

印刷機械は印刷プロセスと用紙のハンドリング、加工プロセスを機械的に一体化した装置であり、そこに供給される用紙の形態によって、輪転(印刷)機と枚葉(印刷)機とに大別される。

輪転機は巻取紙(リール)から連続した帯状の紙を繰り出し、紙の張力制御をしながら印刷し、最後に断裁・折りたたんで、製本などの次工程への出力とする。

枚葉機は所定の寸法に切られた用紙を1枚ずつ巧みに搬送して印刷し、最後にきれいに積み上げる機能を備えている。

輪転機、枚葉機の構成と諸元を図2,3に示す。

次に、印刷プロセスの説明として、枚葉機の印刷ユニットの構成を紹介する。図4に示すように印刷ユニットは版胴、ゴム胴、圧胴、インキノグ装置、湿し装置などから成る。多色の枚葉印刷機ではこの印刷ユニットが中間胴を介して連結される。印刷用紙は圧胴

と中間胴によって交互に受け渡されながら搬送される。その様子を図5に示す。

刷版は版胴表面に装着されている。湿し装置によって版の非画像部に水膜が形成され、画像部だけにインキが選択的に供給される。画像部のインキは一度ゴム胴の表面に転移し、それが圧胴上の紙に転写される。これかオフセット印刷なる呼び方の由縁である。このコム胴表面のインキは全量紙表面に転写されず、毎回転ごとに部分的に更新されながら一定の量が残されている。

さて、印刷された紙は中間胴に受け渡され、次の印刷ユニットに搬送され、2色目の画像が刷り重ねられる。ここでも画像はコム胴を介して転写される。ここで、2色目のコム胴表面には2色目の画像のインキが残っていることは1色目と同じであるか、その上に1色目の画像が転写されている(図5)。このように、後続の印刷ユニットのコム胴表面に先刷りの画像が転写される現象は、オフセット印刷では避けることかできない。これか次に述べるオフセット印刷固有の印刷障害の遠因になっている。

3. ダブリと歯車精度

タフリとは印刷された画像かその位置をわずかに変えて2重、3重に印刷されている現象のこと、印刷障害の代表的な

図1 印刷機械と歯車

* 原稿受付 平成4年7月8日

** 三菱重工業(株)広島研究所(三原市糸崎町 5007)

最高印刷速度：15 000 枚/時，適用紙範囲：最大 1 020×720 mm，
最小 540×360 mm，主モータ 37 kW

図2 枚葉印刷機の構成と諸元

運転速度：375 m/min（版胴 600 rpm），巻取紙幅：1 030～625 mm，主機：
110 kW

図3 輪転印刷機の構成と諸元

ものの一つである。その様子を拡大して示したものが図6である。この例では、本来の印刷画像のほかにその影のごとくやや薄く同じ画像が印刷されている。このダブリが起きると本来の印刷画像による色濃度以上の色彩効果を示し、印刷における色再現が管理不能になる。

このダブリの原因は種々あるが、歯車に起因するものもある。その一例を以下に説明する。枚葉印刷機では圧胴と中間胴の直径を版胴、ゴム胴の2倍にする方式を採用する設計が多くなっている。このために圧胴、中間胴には用紙を搬送するグリッパが2個（A、B）180°対称に装備されている。一方圧胴、中間胴、ゴム胴、版胴の軸端には歯車に取り付けられていて、互いにかみ合いながら回転動力の伝達と、画像転写のために位相の確保が図られている。

いま、仮に中間胴のグリッパ A とそれに対応する歯車の歯面の相対位置が、他のグリッパ B のそれと若干ずれていたとする。その分だけグリッパ A が受け取る印刷用紙 A の位置はグリッパ B の受け取る紙 B とは

図4 印刷ユニットの構成

異なる。このようにして印刷紙（とその上にある画像）が搬送の受渡しの過程でずれが生じ、後続の印刷ユニットに送りこまれる。そこのゴム胴には先行の印刷紙 B が残っていた画像が残っているため、それが印刷紙 A 上の画像に対してずれた位置に再転写され、これがダブリ像となる。しかもその次に来るグリッパ B の印刷紙 B は、先行の A が残っていたずれた位置の残像を転写されるので、これもダブリとなる。以下、同様に

図5 枚葉機の色多色印刷プロセス

(a) 正常印刷 (b) ダブリ
図6 ダブリの拡大図（ドットのピッチ≒0.14 mm）

図7 歯車張り装置

して後続の印刷ユニットでは倍胴のグリッパと歯車の180°の割出しの差の代数的な加算に相当するダブリが避けられない。

これを防ぐためにはグリッパ A, B に対応する歯車の歯面の位相を同じにする必要がある。このために考案されたのが歯車張り装置である(図7)。この原理は歯車の歯元円近くにくさび装置を設け、くさびの力で歯車のピッチ円を部分的に修正し、グリッパに対する歯面の位相を微量、精密に調整できるようにしたものである。このダブリ量(画像ずれ)の許容値は0.02 mm である。

4. 見当ずれと歯車精度

輪郭のある画像では各々の色の刷り重ねの位置が一致しなければならない。この重なり位置の精度を印刷現場では“見当”と呼んでいる。このためには、まず、刷版の画像寸法が同じであることが必要である。この面では製版がすべて光学的に行われているので問題は無い。これが印刷機の版胴に取り付けられたとき、その位置が狂う。そのずれを機械的に修正するために、版胴はその回転中でも、回転方向、及び軸方向に微調整可能になっている。すなわち、版胴の軸方向の調整のためには、版胴だけを軸方向に移動する。この時、歯車も一緒に移動すると歯車のねじれ角分だけ版(胴)の位相も変化してしまう。これを防ぐために、版胴の歯車は版胴軸上、スプラインまたはすべりキーで係合し、歯車は軸方向にスライド可能に取り付けられている。一方、回転方向の微調整はこの歯車を軸方向に移動し、歯車のねじれ角相当の回転量を版胴に与えている。このように版胴は歯車と一体で回転はしているが、各々は軸方向に独立して支持されている。

さて、これで各色の画像は紙の上で正確に重なりあって印刷されることになる。通常、印刷の見当ずれの許容値は0.05 mm といわれている。

ここまでの説明は、各版のずれが印刷方向、またはそれと直角方向の場合であった。斜めに版が取り付け

A: 左右方向, B: 印刷方向, C: 斜め調整

図8 版胴の見当合わせ

られた時は版胴を斜めにずらすことが出来る構造が採用されている(図8)。このため、その軸上についている歯車も相手歯車との並行度が狂うことになる。この時の歯当たりを確保するために歯筋方向にクラウニング加工が施されている。

さて、これで静的に各色の版の見当が合ったことになるが、これで実際の印刷を開始し、スピードを上げていくと見当が印刷方向にずれていく。これはスピードの上昇に伴って歯車にかかる負荷もふえて、歯車のかみ合い関係がわずかながら変化し、その分、各版の位相が印刷方向にずれるためである。このように速度の違いによる見当のずれを許容限度以内(0.05 mm)におさえるために、歯車の取付剛性の確保には細心の配慮が払われている。すなわち版胴軸受の剛性とすきま管理、支持軸の剛性、軸と歯車の取付け面の当たりやすきまの管理などなど。

5. む す び

以上で現在の印刷機械における歯車利用の技術と問題点を紹介したが、現実の設計、生産の現場ではここに述べた以外の沢山の課題に直面している。すなわち、歯車に起因する騒音の低減、潤滑油量の適正化による負荷の軽減と温度上昇のバランス、などなど。情報社会のなかで、本格的なペーパーメディアとしての印刷はこれからも高い成長が予測されている。その中で歯車は最も重要な部品の一つであり続けることも間違いない。

■ 著者紹介

1964年新潟大学工学部精密工学科卒。同年三菱重工業(株)入社。三原製作所及び広島研究所にて産業機械の設計・開発・研究に従事。現在同社、紙・印刷研究センター主査(印刷機械研究担当)