

ドライイメージングシステム「REXER」の開発

伊藤 忠*, 栗栖 顕**, 山田耕三郎*

Development of Dry Imaging System "REXER"

Tadashi ITO*, Akira KURISU** and Kohzaburoh YAMADA*

Abstract

"REXER", Fuji Film's Dry Imaging System for graphic arts film preparation, was developed in 1999. This system consists of a newly developed film "DX" for laser imagesetter and a thermal processor "FDS-6100X". The film produces high quality images by the infectious development that is used in "INTEGRA". The thermal processor features a feather touch handling and an accurate control of development temperature. In addition to these features, "REXER" suppresses the dimensional changes of processed film, and thus liberates operators from the perspiration for stable operation maintenance. This report describes the clues to the excellent performance.

1. はじめに

1990年代に入り製版印刷工程の環境が大きく変わってきた。製版印刷工程のデジタル化は、デジタル情報をイメージセッターにより直接フィルムに出力して、従来のフィルムによる集版工程を省略することによって、製版作業時間の短縮化、スキルレス化などをもたらした。また、ロンドン条約により1996年より処理廃液の海洋投棄が禁止されるなど、処理廃液の低減化が環境問題上求められており、処理安定性だけでなく、処理液の低補量化システムの必要性が高まってきた。このような時代の要求に応えるため、富士フィルムは1995年に高画質化および低補量化を両立させる低pH域(～10.5)のヒドランジンによる伝染現像方式の「INTEGRAシステム」を開発^{1),2),3)}し、市場に好評に受け入れられている。

一方、このような製版印刷工程の環境の変革に伴い、

従来の処理工程である現像、定着、水洗が不要でまったく水を使用しない完全ドライ処理フィルム、すなわち無処理製版フィルムが注目されるようになってきた。これに呼応して、これまで各社から種々のドライシステムが発表されている。ドライシステムの記録方式はメーカーによって異なり、レーザーを利用したヒートモードとフォトンモードに大別される。ヒートモードはレーザー光を熱に変換して熱によって画像を形成するのに対し、フォトンモードは従来のウェットシステムと同様に、光により感光層で潜像を形成し熱現像して画像形成するシステム構成となっている。しかし、これまで発表されたドライシステムは生産性、処理後のフィルムの取り扱い性、PS版に焼き付ける上での特性、画質という製版用途の観点から、従来のウェットフィルムと同等以上の性能を有するシステムという点では今一步であり、性能向上が望まれていた。特に、新聞印刷分野においては、情報の

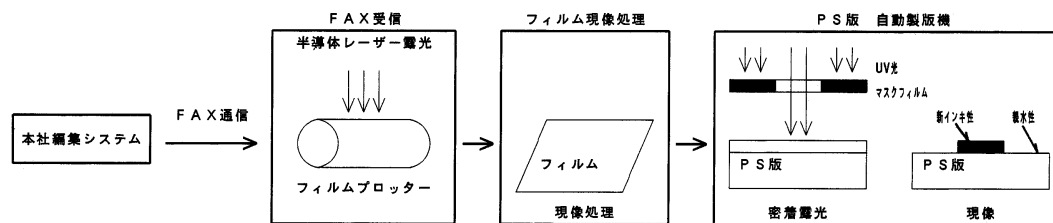


Fig. 1 PS plate processing for newspaper printing

本誌投稿論文(受理1999年12月15日)

* 富士写真フィルム(株)足柄研究所
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

* Ashigara Research Laboratories
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

** 富士写真フィルム(株)宮台技術開発センター
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

** Miyanodai Technology Development Center
Fuji Photo Film Co., Ltd.
Kaisei-machi, Ashigarakami-gun,
Kanagawa, 258-8538, Japan

多様化に伴う多ページ化，カラー化，即時性向上などのためにコンピュータの利用と分散工場の建設が進んでいる。その印刷工程中で，Fig. 1に示すような流れで，PS版に焼き付けるためにネガ画像フィルム(マスクフィルム)が使用されており，この工程の簡易化，迅速化および環境対応が望まれてきた。特に，分散工場建設の際に，配管不要なドライシステムが導入できることのメリットは大きい。

この要求に応えるべく，富士フィルムは1999年に完全ドライイメージングシステム「REXER」を開発した。このシステムは，新聞・FAX用途のフォトンモードシステムで，従来のウェット処理を凌駕する画質と簡易な処理性を有する超硬調のドライシステムである。

本報告では，ドライイメージングシステム「REXER」で開発した感材技術，性能および熱現像処理技術について紹介する。

2. ドライイメージングシステム「REXER」の特徴と概要

ドライイメージングシステム「REXER」は，従来のウェットシステムのような処理薬品，ウェット処理がいらず，廃棄物の一切ない完全モノシートのドライフィルムシステムである。このドライフィルムをレーザー露光後に加熱処理する(Fig. 2)だけで，従来のウェットシステムを凌駕する超硬調画質を実現することが可能である。当然，従来のウェットシステムと比べ，配管設備や薬品調液，廃液回収，自動現像機のラック洗浄などの付帯作業も一切不要となる点で，大きなメリットがある。

詳細な構成と仕様は次の通りである。

「REXER」は，新開発した，赤外光に感光するドライファクシミリフィルムDX(Photo 1)と加熱処理のための専用処理機(熱現像機)FDS-6100X(Photo 2)から成る。

- 1)感光材料(フィルム):ドライファクシミリフィルムDX
 - ・製品サイズ : 製品幅590mm/610mm 製品長59m
 - ・包装仕様 : 明室装填ロール
(Whitelight Loading仕様)
 - ・製品重量 : 約7.5kg
 - ・安全光 : 明室装填仕様(フィルム装填時，明室での取り扱い可能)
 - ・支持体 : PET 120 μ m厚
 - ・適用光源 : 標準出力 赤外レーザーダイオード
 - ・最高濃度 : 3.5以上(可視光)，3.0以上(UV光)
 - ・最低濃度 : 0.15以下(可視光)，0.25以下(UV光)
- 2)熱現像機: DRY SYSTEM PROCESSOR FDS-6100X
 - ・処理方式 : 平面搬送型加熱処理方式(完全ドライ)
 - ・接続 : 専用コンベアにてプロッターとオンライン接続
 - ・処理サイズ : 幅590mm/610mm
長さ最長880mm 最短440mm
 - ・処理時間 : 85秒(A2出力時のコンベア入口からフィルム排出完了まで)
103秒(A1出力時のコンベア入口からフィルム排出完了まで)
 - ・処理能力 : 約56枚/時(A2出力)，
約52枚/時(A1出力)
 - ・電源容量 : 200V 3相3線，50/60Hz，6kVA

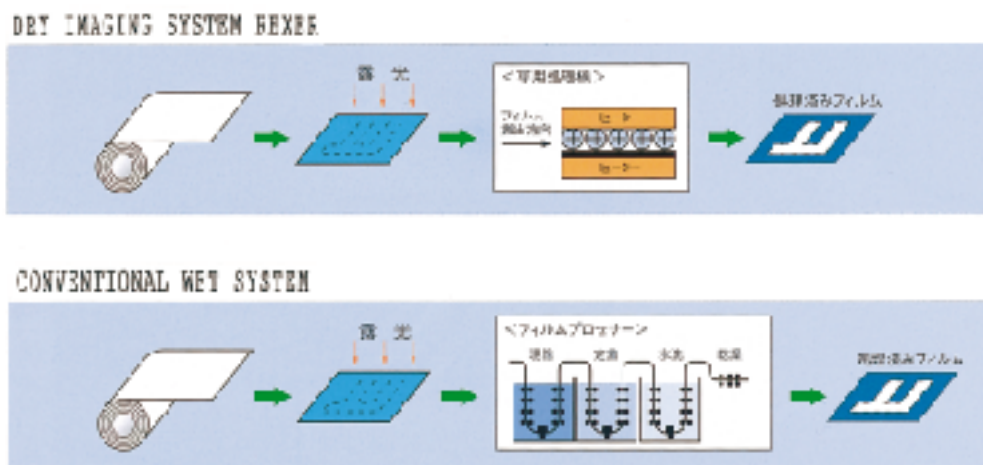
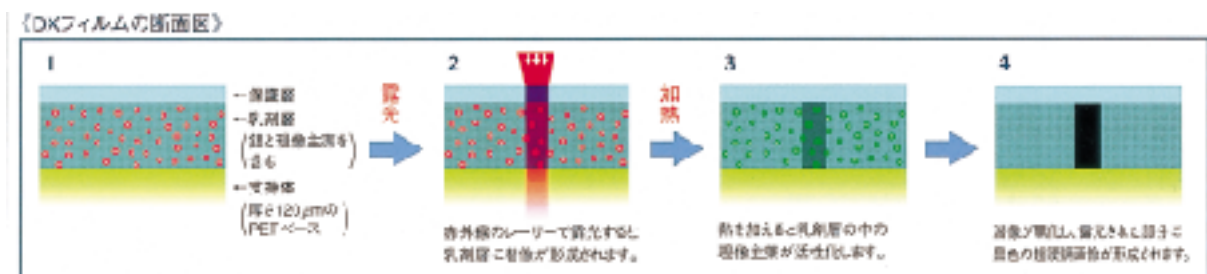


Fig. 2 Image formation in DX film and comparison of REXER with a conventional system

- ・外形寸法：1,040mm(幅)×1,382mm(奥行)×1,148mm(熱現像機)
- ・総重量：約340kg(熱現像機)+約60kg(コンベア)



Photo 1 FUJIFILM Dry Facsimile Film DX



【日本電気製FT-581Rとの接続例】

Photo 2 Processor FDS-6100X of FUJIFILM Dry System

次に、ドライイメージングシステム「REXER」のドライフィルムDXにおいて開発したドライフィルム技術について述べる。

3. ドライフィルム技術

3.1 ドライフィルムの構成

本ドライフィルムDXは、従来の写真フィルムと同様に精密重層塗布技術を用いて塗布し、高画質で安定な性能を実現している。

ドライフィルムDXはFig. 3に示したように、乳剤層側の表面は保護層、乳剤層から成り、反対側の面(パツ

ク面)は保護層、アンチハレーション層から成る。乳剤層には、光センサーとなるハロゲン化銀乳剤のほか、非感光性有機銀塩、現像剤、造核剤などの画像形成物質および形成された画像を安定化するための物質などが含まれている(Fig. 4)。

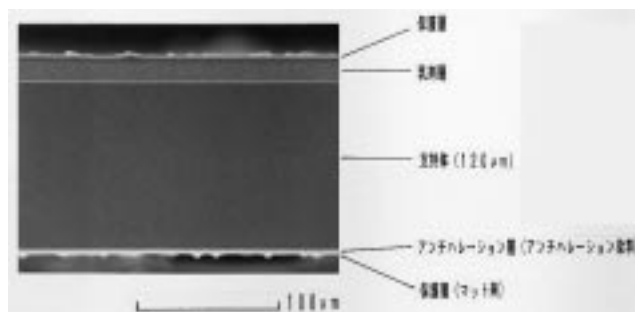


Fig. 3 Cross-sectional electron micrograph of DX film

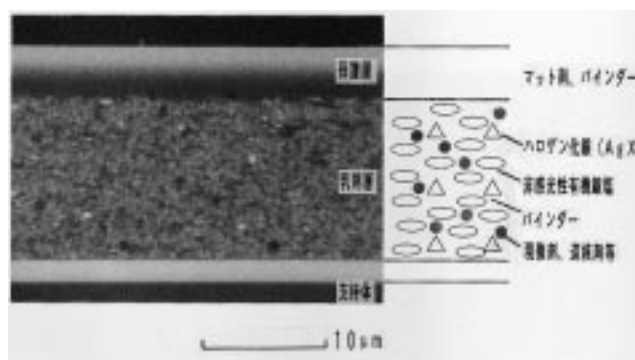


Fig. 4 Cross-sectional electron micrograph of the image forming side of DX film

3.2 ドライ超硬調化技術 (Dry High Contrast Technology)

「INTEGRA システム」で開発した造核技術、造核促進技術をさらに進化させ、熱現像系でも超硬調性が発現できる造核剤、造核促進剤を新たに開発し、Fig. 5に示す写真性を実現させた。Fig.5から、いかにドライフィルムDXが造核剤によって硬調化しているかがわかる。

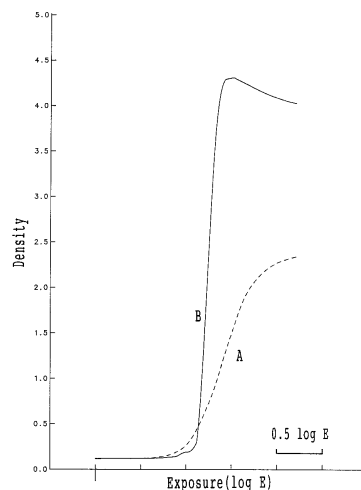


Fig. 5 Sensitometric curves A: DX film without nucleator B: DX film

ドライフィルム DX の画像形成原理を Fig. 6 に模式的に示す。780nm のレーザー光で露光されたハロゲン化銀粒子が潜像 (Ag⁰) を形成する。この部分は従来のウェットフィルムと同様である。その後の熱現像処理では露光された部分の潜像が触媒となり、共存する非感光性の有機銀塩の銀イオンによって銀画像が形成される。この時、造核剤があるとその周りでさらに微細な銀像が形成され (伝染現像と呼ぶ)、高濃度を有する銀画像となり、超硬調性を実現させている。従来のウェットフィルムでは、ハロゲン化銀から銀イオンが供給されて銀画像ができるのに対して、DX フィルムでは非感光性の有機銀塩から銀イオンが供給されることで銀画像が形成される点で大きく異なっている。

Fig. 7 に造核剤を用いた時とそうでない時の最高濃度部 (D_{max}) での銀画像の電子顕微鏡写真を示す。DX の超硬調画像が微細な銀粒子で構成されており、このことが濃度向上に寄与していることがわかる。

なお、熱現像処理により銀画像が形成された後、常温まで冷却されることによって現像反応が停止する。露光部分では銀画像とハロゲン化銀が共存し、未露光部分には有機銀塩とハロゲン化銀が残存することになる。従来のウェットシステムのように定着処理がないことから、記録材料から除去される物質がなく、このため廃液や廃材が出ないシステムとなっている点が特徴である。

3.3 鮮鋭度向上技術

ドライフィルム DX には、乳剤層の反対側にハレーション防止層が設けてあり、乳剤層、支持体を通じた後の反射光による不要な感光を抑え、鮮鋭度を向上させている。このハレーション防止層にはレーザーの光を吸収するための染料が含有されている。

この染料は、露光の際にのみ必要で、その後は不要であるばかりでなく、PS 版へのマスクフィルムとして

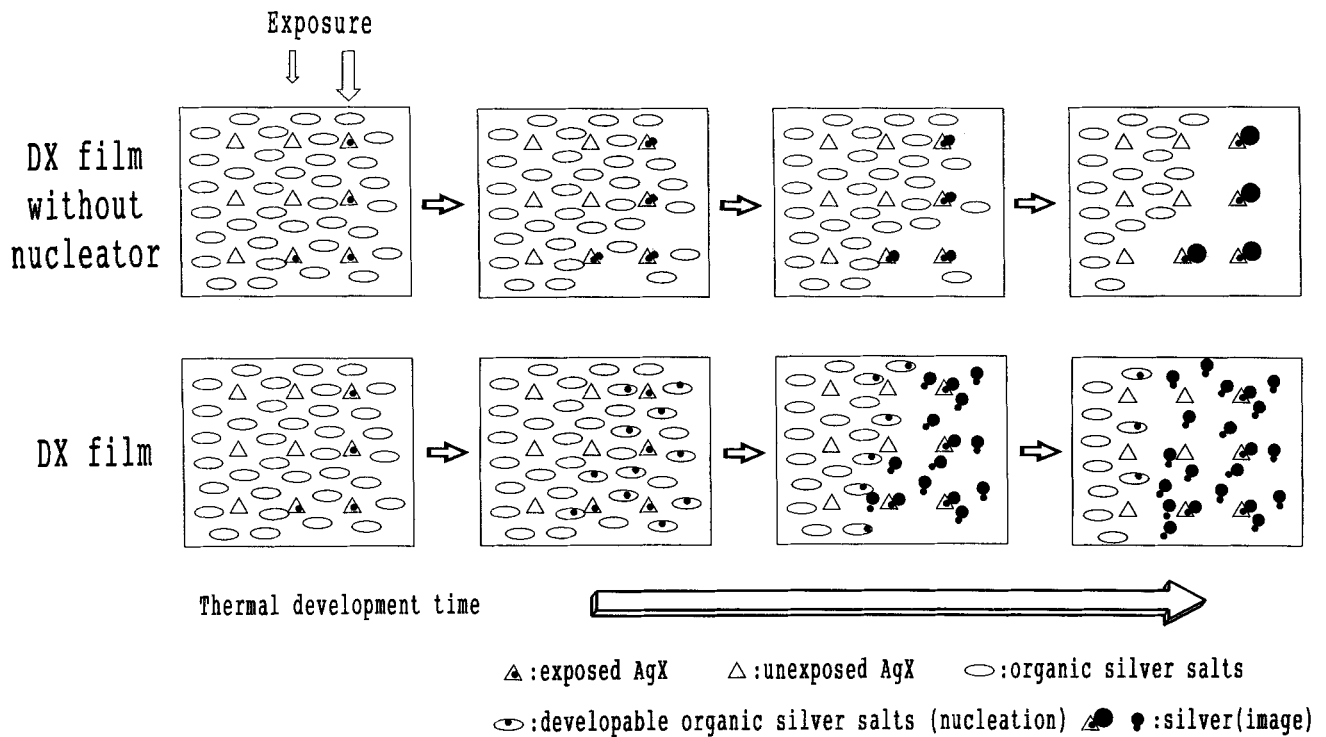


Fig. 6 Schematic representations of nucleation process

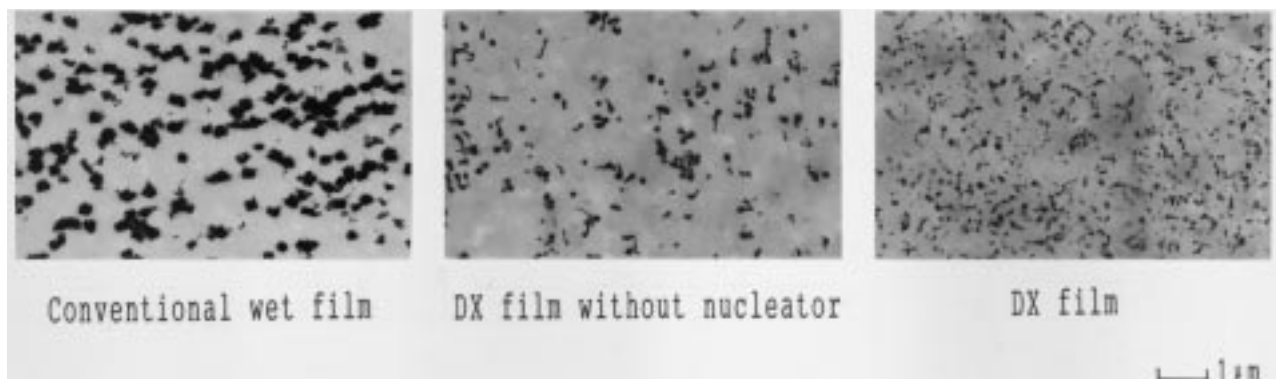


Fig. 7 Silver grains formed by development

使用される際に邪魔にならないこと、すなわちPS版露光波長の紫外(UV)域に吸収を有していないことが重要である。このため、熱現像処理後にUV吸収を持たない染料の開発が必要となった。ドライフィルムDXでは熱現像処理後に残存しても問題ない、Fig. 8に示すシャープな吸収を有する染料を新たに開発した。この染料は吸収スペクトルからわかるように、可視域(400nm~700nm)の吸収が少ないことが特徴である。この技術によって、上記ドライ超硬調化技術とあわせきれのよい画像を形成することが可能となった。

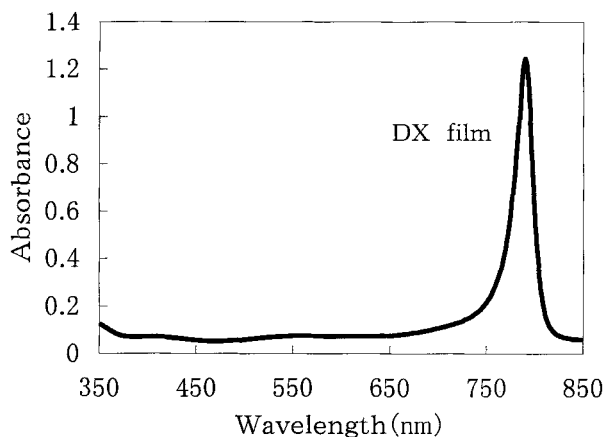


Fig. 8 Absorption spectrum of the antihalation dye

3.4 ドライ寸法安定化技術

製版工程においては、処理済みフィルムとオリジナルとの寸法のズレ、また、別に処理したフィルムとのズレが、結果としてカラー各版のズレ(色ズレ)などとなって現れる。従来のウェットフィルムでは処理後の環境湿度変化によって寸法が変化し、特に冬場の低湿度時にトラブルが起こることが多かった。この現象はウェットフィルムではゼラチン膜を使用しているために、そのゼラチン膜とベースの湿度に対する収縮度が異なっているために問題が発生していた⁴⁾。

一方、ドライフィルムではこれに加え、熱現像処理により120 程度の高温にフィルムがさらされるためにフィルムが伸縮し、感材の寸法安定性が悪化するという問題があった。

そこで、ドライフィルムDXでは、湿度での伸縮変化の大きいゼラチンを使用しないこと、および新規に開発した耐熱ベースを使用することによって、Fig. 9, 10に示す寸法安定性を実現させた。従来のウェットシステムよりも良好な寸法安定性を実現できていることがわかる。

4. ドライフィルム性能

前述の技術を用いたドライフィルムDXの性能について述べる。

4.1 高画質性

Fig. 11にドライフィルムDXの画像の拡大写真を従来のウェットフィルムとの比較で示す。従来のフィルム

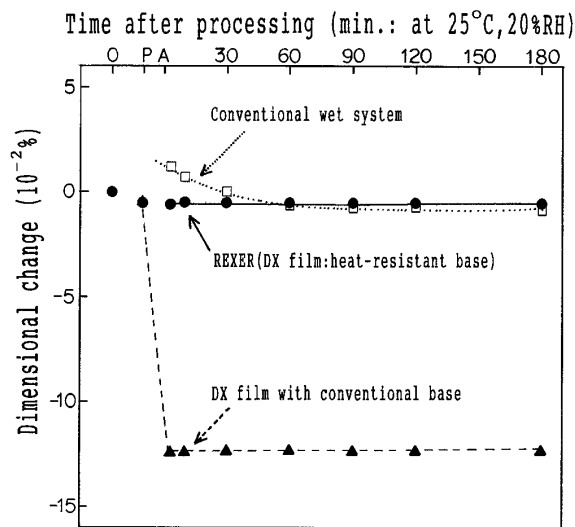


Fig. 9 Dimensional change after processing at 25°C, 20%RH

O : Unprocessed film (25°C, 40%RH, 16hr.)
P : Printer exposure (25°C, 20%RH, 5min.)
A : After processing (25°C, 20%RH)

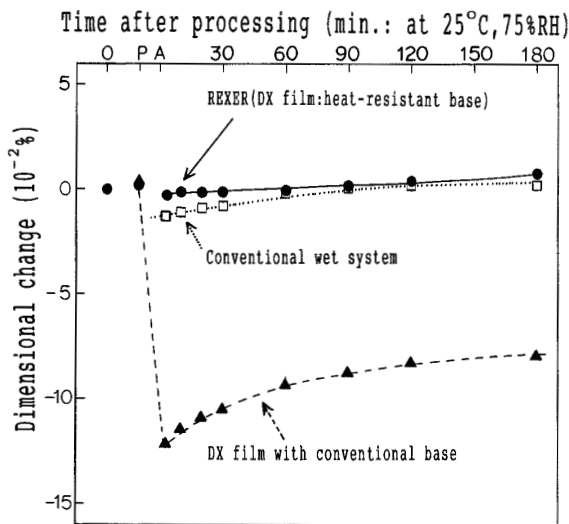


Fig. 10 Dimensional change after processing at 25°C, 75%RH

O : Unprocessed film (25°C, 40%RH, 16hr.)
P : Printer exposure (25°C, 75%RH, 5min.)
A : After processing (25°C, 75%RH)

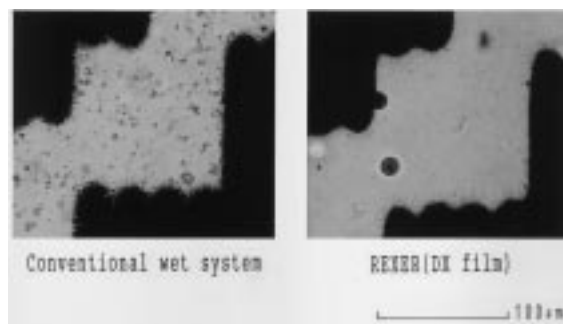


Fig. 11 Dot image quality

に比べてフリッジが少なく、キレの良いシャープな画像になっていることがわかる。

4.2 熱現像処理安定性

Fig. 12に熱現像温度を変化させた時の写真特性の変化を示す。Fig. 12より、熱現像温度が変化しても感度変動が少ないことがわかる。なお、ドライイメージングシステム「REXER」では、後述する熱現像処理技術によって熱現像温度変動を極小に抑えるようにして、安定な画質が得られるようにしている。これらの技術によって、処理液を用いないというだけでなく、従来のウェットシステムに比べ、安定性の良いシステムになっている。

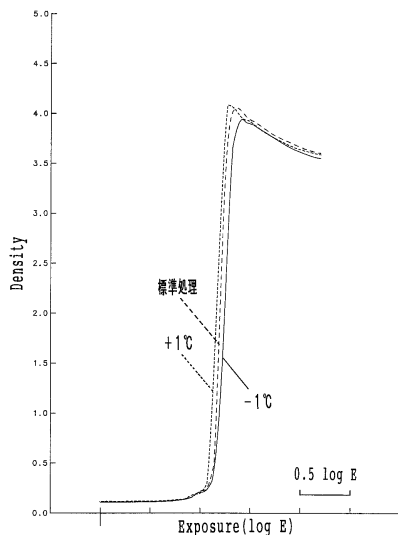


Fig. 12 Thermal development temperature dependence of DX film

これらの性能結果から、高画質で安定なドライイメージングシステムが実現できていることがわかる。次に、ドライイメージングシステム「REXER」で開発した熱現像処理技術について説明する。

5. 熱現像処理技術

5.1 熱現像機の仕様と技術課題

本システムで使用するフィルムでは、110～130の温度で、10～30秒の時間にて熱現像処理することが必要である。また、フィルムの最大サイズは幅：610mm×長さ：約900mmもあり、現像性からは、この条件にて1枚のフィルム面内における濃度均一性ムラを含むと、約1分間隔で連続処理した場合の複数のフィルム通しの濃度均一性を実現させることが熱現像機として要求される。ここで、フィルムの支持体であるPETの軟化点温度は約80～90であり、これを越えた温度にフィルムを熱すると当然フィルムは大きく膨張し、フィルムの保持方法によってはフィルム面が波状に変形してしまう。

また、上記波状の物理的な変形がない場合でもフィルムに波状の濃度ムラが出てしまうことがある。この変形、ならびに濃度ムラは処理するフィルムの幅と相

関を持っており、幅が約400mmを越えると上記変形、ならびに濃度ムラの発生が顕著になってくる。

さらに、前述したように印刷用途ではカラー印刷する時の4版の寸法変化がたびたび問題となるため、熱現像時に寸法精度が劣化しない(偏った膨張/収縮を起こさせない)ことが熱現像機側にも要求される。よって、上記熱現像条件にて上記サイズのフィルムを連続処理し、その時に物理的変形・波状のムラが出ないように、なおかつ寸法精度を劣化させずに濃度均一性を保つことが熱現像機開発の重要技術課題である。

5.2 熱現像機の構成

熱現像方式として一般的な構成はドラム/ベルト方式であり、ドラム内に配置したヒータにより金属ドラムを均一に加熱し、フィルムをベルトによってドラムに密着させる方式である。これによって、フィルム面内の温度分布を一定にすることが比較的簡単に達成できる。ただし、今回の新聞・FAX用フィルム幅では、前記波状の変形、ならびに濃度ムラが発生しやすく、またドラムとフィルムとの間にゴミなどの異物が挟まった場合に白抜けとなりやすいため、本システムではまったく別の新規熱現像方式＝「予熱+ブラシ/ローラ現像+徐冷」方式を考案し、採用している。熱現像機全体の構成をFig. 13に示す。

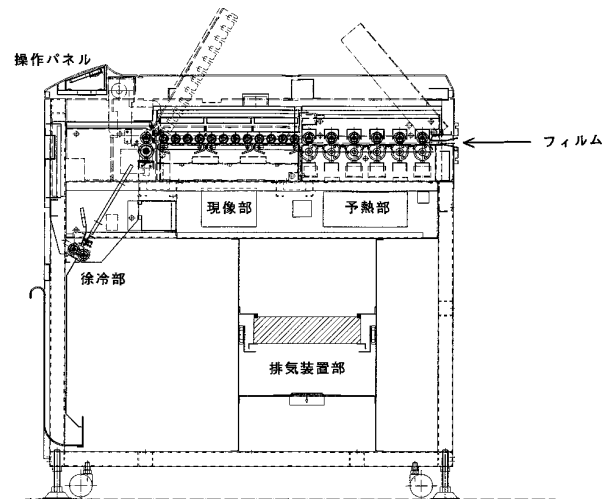


Fig. 13 Structure of Dry System Processor FDS-6100X

1) 予熱部

熱現像部のみのフィルム加熱方式だとフィルムへの熱エネルギーの伝播は主に空気を介した熱伝導となる。このため、常温のフィルムを挿入すると熱現像部内の空気の温度がフィルムの通過に伴って徐々に低下し、1枚のフィルムの先端と後端とでも温度差を生じてしまう。そこで、熱現像部の手前に予熱部を設け、フィルムの温度上昇はこの予熱部にて行うようにしている。ただし、ここでも急激にフィルムの温度を上昇させると波状の変形、ならびにムラが生じてしまうために、下側がヒートローラで上側がシリコンゴムローラのヒートローラ対を6組設けて、徐々にフィルムの温度が上がるよ

うにそれぞれのヒートローラの温度を最適制御している。

2) 熱現像部 (Photo 3)

幅方向の温度精度を保つため、下側には厚めのアルミの熱板を配置し、この下に面状ヒータを貼り付けて加熱し、さらに、このアルミの熱板の上に特製の織布(ブラシと呼ぶ)を配置している。このブラシの素材として、フィルムの搬送性と熱伝導性の観点からフッ素繊維を新たに開発し、採用した。

また、このブラシの上方にフィルム駆動用のゴムローラを複数配置してあり、フィルムは上側のゴムローラから駆動され、下側にあるブラシの上を摩擦搬送される構造としている。これは、フィルムを強く挟み込むと温度上昇による膨張のため前記波状の変形、ならびにムラが発生するので、これを最小に抑えるためである。さらに、フィルム上部を駆動するゴムローラを所定の温度に暖めるためにこのゴムローラの上にもヒータユニットを設け、熱現像部として下側と上側の両方から暖める方式としている。

3) 徐冷部

熱現像するために高温にフィルムを熱しているが、このフィルムを急激に常温まで冷却すると前記と同様にフィルムに波状の変形を生じさせてしまう。これを防ぐために徐冷部を設け、フィルムが徐々に冷却されるようにしている。このために徐冷部のローラ対も下側をヒートローラとして、変形が生じない温度に制御している。



Photo 3 Thermal development parts of FDS-6100X

5.3 熱現像処理技術

1) 搬送性・ムラ対応

前述のように、搬送系とフィルムの変形/ムラは大いに関係しており、搬送性を確保すること =

変形/ムラをなくすこととほぼ等価である。また、当然であるが、軟化点を越えたフィルムを搬送不良を起こすことなしに確実に搬送することも要求される。これらを満足する系として今回採用した「予熱+ブラシ/ローラ現像+徐冷」方式を考案している。

2) 温度精度

要求される濃度均一性を保つため、また変形/ムラを生じさせないこと、ならびに寸法精度を保つためには、フィルム面内の温度分布を精度良く保たなければいけない。本熱現像機ではフィルム面上の温度分布は、フィルムの進行方向と幅方向の面内温度ばらつきに関し、機器の使用環境変動による影響や立上げ後の時間経時に対する変動影響などの各種外乱要因に対して±1以内の精度を達成するべく各部の構造を工夫・最適化している。

予熱部

幅方向の温度分布を高精度に保つため、アルミのローラの中にヒートパイプを埋め込み、また連続してフィルムを処理しても温度低下が少ないようにローラ全体の熱容量を大きくしている。さらに、フィルム駆動用ゴムローラの幅方向温度精度を上げるために、アルミ芯材の形状を3本リブ型にして中空の間をエアが流れるように両端部を開放系としている。

熱現像部

幅方向の温度精度を保つため、前記アルミ熱板の厚みを厚くしているほか、これだけでは不十分なため、下側に貼り付けているヒータは幅方向に3分割してあり、周辺からの熱拡散に対して両側のヒータの設定温度を上げることでフィルム幅内では温度が一定となるように制御している。また、駆動用のゴムローラも前記3本リブ型のアルミ芯材を用いた中空ローラとしている。さらに、搬送方向の温度精度を保つため、搬送方向にも下側のヒータユニットを3分割し、それぞれのヒータの設定温度を最適条件に合せ込んでいる(下側ヒータは3×3=9分割)。

徐冷部

ここのヒートローラ対も幅方向の温度精度を考慮して基本的には予熱部のヒートローラ対とほぼ同等の温度精度のものを採用している。

3) 温度制御

温度精度を保つための制御は上記の通りであるが、このほかに装置の電源ONから実際に使用できる状態(= Ready 状態)になるまでの装置立上げ時間の短縮や、万が一、フィルムが搬送途中で停止し、その処理のために装置カバーを開閉した場合の復帰制御の場合でも、ヒータのONの仕方をいろいろと工夫して制御している。予熱部のヒートローラ、熱現像部の上下ヒータ、徐冷部のヒートローラなど数多くのヒータを使用しているが、装置として

安定して処理できるためには、これらのヒータが一定の温度になるのは当然として、それ以外の直接ヒータにて暖めていない部分も温度が安定になることが必要とされる(たとえば、ヒータユニットの支持体部品などであり、特にフィルムに接触する部分は重要である)。そこで、これら直接暖めていない部品の温度上昇、ならびに温度安定を早めるために、直接暖められるヒータを最適に制御している。また、温度制御自身はPID制御を利用してヒータをコントロールしている。

以上の熱現像処理技術によって、前述したキレの良い超硬調画質性能を安定に実現させることが可能となった。

6. おわりに

ドライイメージングシステム「REXER」は、廃液が出ないだけでなく、オペレーターの負担が軽減でき、自然環境にも現場環境にも優しさをもたらすシステムである。本システムは、富士フィルムの有するファインケミカル技術、メカトロニクス技術およびエレクトロニクス技術の融合によって開発できたものである。

現在、このコンセプトおよび製品が市場に好評裡に受け入れられ、発売以来急速に普及している。ここで紹介したドライ超硬調化技術や寸法安定性技術、熱現像処理技術は、印刷製版分野において新時代を切り開く技術であると考えている。本システムが、製版ユーザーの品質および生産性を向上させる一助となることを信じ、さらに本システムの充実および発展に寄与していきたい。

参考文献

- 1)加藤和信，吉田哲夫，岡村 寿，FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.41, 43-47 (1996)
- 2)伊藤 忠，後藤孝浩，久保利昭，FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.42, 20-27 (1997)
- 3)山田耕三郎，江副利秀，河戸孝二，FUJIFILM RESEARCH & DEVELOPMENT, No.43, 9-16 (1998)
- 4)嶋崎雅通，直井 隆，椋木康雄，石垣邦雄，日本印刷学会誌，28 (3)，225-230 (1991)

(本報告中にある“REXER”，“Fuji Film”，“INTEGRA”は富士写真フィルム(株)の商標です。)