

高野 正治
S.Takano

横森 聡
S.Yokomori

電子複写機 1550 は、A3 サイズがコピーでき、15 枚/分(A4 サイズ)のスピードをもつ。特に価格競争力が重視されるセグメントに入る 1550 の商品化では、全社で展開している製造原価半減運動である HALF 活動により、低コスト化に加え、三つの世界一(最小・最軽量、ファーストコピー時間、操作性)と CS(Customer Satisfaction) 向上とを旨とした開発コンセプトの実現を図った。1550 で展開した HALF 活動は、商品機能の原点に立ち返ったコンセプト作成から始まり、製品仕様を初期段階で絞り込んだ最適設計を基本方針とし、徹底した部品点数半減化およびデザインイン推進によるグローバル生産体制確立を中心とした。

ここでは、小型・軽量化に不可欠である新しい本体フレーム構造と、CS 向上を追求して改善された機能のうちウォームアップ時間の短縮およびオゾン量低減を達成した新画像制御技術を中心に述べる。

The model 1550 electrophotographic plain paper copier (PPC) can copy on paper sizes up to A3 and has a copying speed of 15 copies (A4) per minute. Since this machine comes under the copier market segment where price competitiveness is vital, its commercialization required the realization of a development concept aimed at improving customer satisfaction and reducing the overall production cost based on the "Half" campaign. We conducted detailed studies to determine the product specifications at an early stage so as to ensure the optimum design, and focused on the establishment of a global production system by a thoroughgoing reduction to half the quantity of parts.

This paper introduces the newly applied technology in this model and its key features, centering on our new body frame construction which is indispensable for compact design, and a new image control technique which allows a shorter warm-up time to be achieved as well as reduced ozone emissions.

1 まえがき

当社の複写機事業は、1995 年度をもって事業開始以来 28 年目を迎えたが、商品は厳しい社内品質基準をクリアした高い信頼性と、優れたプロセス技術による安定した高画質などにより、市場で高い評価を得ている。

しかしながら、今日のアナログ複写機市場は、リプレースを中心とした成熟期を迎えており、商品の競争力は、新機能による差別化ではなく価格差によって決定される方向にあり、特に 1550 の対象とする低速機クラスでは価格競争が一段と厳しくなっている。

このため 1550 では、開発の第一の目標に製造原価半減を揚げ、HALF 活動の推進によりその実現を図った。

原価半減にあたっては、3 部品以上を多機能化によって 1 部品化するなどの部品点数削減に加え、昨今の急激な円高環境下では、海外生産と現地部品調達を促進をねらったデザインを加速的に進めることである。

こうした低コスト化と CS の向上を旨とし、次の開発コンセプトを掲げて、最適設計による製品開発を行った。

- (1) 最小・最軽量の構造
- (2) ファーストコピータイムの短縮化
- (3) エルゴノミクスデザイン(人間工学に基づいた設計)による操作性向上
- (4) いつでもきれいな画像がとれる
- (5) 保守作業がやさしい
- (6) 地球に優しい

これらを実現するための、新技術および適用技術を紹介する。

2 製品概要

図 1 に外観を示し、表 1 に主な仕様を示す。

3 デザインイン

1550 は、全面的な海外生産を 2 か国に二分して行う予定である。生産をスムーズに立上げ、目標コストを生産の初期から達成するには、従来にない高い現地部品調達比率の達成



図1. 電子複写機1550の外観 従来機よりも機能を向上させながら、部品点数の削減および小型・軽量化を実現した。

External view of PPC model 1550 PPC

表1. 複写機 1550 の仕様

Specifications of model 1550 PPC

項目	仕様	
コピースピード	15枚/分	
給紙	500枚	
複写倍率	固定倍率	3R3E
	ズーム倍率	50~200%
最大サイズ	A3	
オプション	自動原稿送り装置 10ピンソータ 1段給紙装置	

が必須(す)である。このため、次の2項目を指針として推進した。

- (1) 従来から現地調達化が難しいとされているキーパーツを開発初期から製品評価に投入し、生産開始時点から調達比率を高める。
- (2) それぞれの国で調達すべきものを明確に分類して検討を進める。

1550では、例えば電源と感光ドラム、大型樹脂カバーと光学レンズなどと2か国で二分して調達している。

こうした現地調達推進により、おのおのの国において80%~85%という高い調達比率を初期から達成している。

4 部品削減と小型化技術

4.1 新フレーム構造の採用

1550は、光学ユニットとベースフレームでユニットを支持する新フレーム構造にしたことから、フレームを従来の10点から5点に削減することができた。

従来フレームを図2(a)、1550フレームを図2(b)に示す。新フレーム構造はベースフレームとリアフレームを左右のL字型のモールドでつなぎ合わせる構造とした。図3に定着、給紙搬送、転写剥離(はく)離チャージャ、プロセス、排気ファ

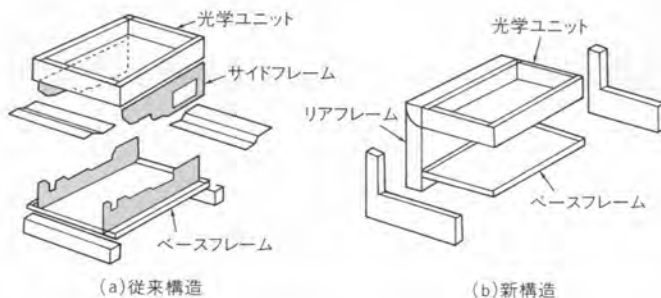


図2. フレーム構造 10点のフレームがあった従来機に比べ、新しい構造にすることで5点のフレームに削減した。

Frame structure

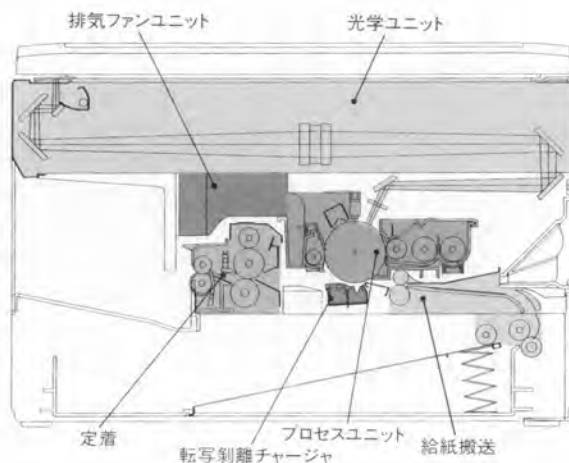


図3. 1550の断面 それぞれのユニットを光学ユニットとベースに直接取り付けることで、小型化と部品点数削減を行った。

Cross-sectional view of model 1550 PPC

ンの各ユニットの断面を示す。これらのユニットは、従来は図2(a)のサイドフレーム(網かけ部)に取り付けられていた。1550は高さを低く、さらに部品を削減するために、これら各ユニットをコンパクトに設計し、さらにプロセスユニットと排気ファンユニットを光学ユニットに直接取り付け、定着と給紙搬送部分はベースに直接取り付ける構造にした。このような構造にできたのは、上下に分割されないリアフレームのスペースメリットを活用できたため、今までの部品配置スペースを定着および給紙搬送とベースフレームとの間に確保する必要がなくなったことが挙げられる。

この構造は、フロント側全面が開き各ユニットの取外しがフロントアクセスできるようになったことから、サービス性が向上した。また、用紙詰まりが発生した場合にも前面開口が広く左右が見渡せるとともに、開口がフロント全面に広いために処理しやすく、使いよさも向上した。

4.2 リアフレームの深絞り加工

新フレーム構造を実現させるために、上部ユニットとベースを支えるリアフレームの剛性確保が課題となり、部品削減

効果も期待できるフレーム周囲の深絞り加工を採用した。

これには開発設計と金型設計グループとの協力が欠かせなかった。図4(a)に示す形状のように、周辺の40~50mm深絞りの金型加工に問題がないかコンピュータシミュレーションを行い、現在の形状に至った。シミュレーションソフトウェアについては汎(はん)用のソフトウェアをベースにしたものである。図4(b)が応力のシミュレーション(三次元成形加工解析)結果である。

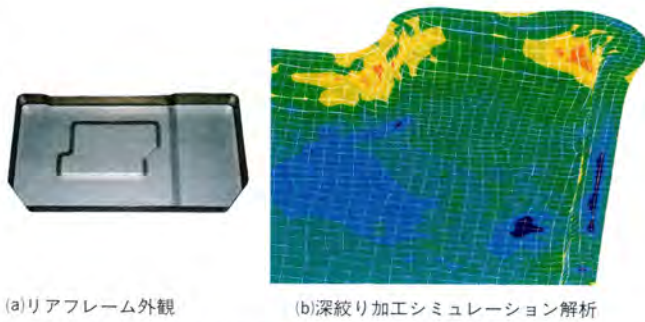


図4. リアフレームの深絞り加工のシミュレーション リアフレーム周囲の深絞り加工のシミュレーションを行い、金型完成までの期間を大幅に短縮した。

Simulation of rear frame

この解析はまだ開発途中で、このような形状で利用するのは初めてである。形状で問題となったところは四隅のコナ部よりも、図4(a)の最上部から1段下げる段差をつくる絞り部分で、段差の大きさ(上下方向)と両端コーナからの位置(左右方向)を検討した。開発構想初期はもっと大きな段差をつける設計だったが、シミュレーションにより再検討したことで、深絞り加工の条件に合った形状に見直した。

このように開発の初期段階で十分に検討をしたことから、金型リトライと修正作業をなくし、また後段階の大幅な設計の見直しをなくす結果につながり、開発設計から金型完成までの期間を短縮することができた。

4.3 部品点数と小型化

前述の本体のフレーム構造に加えて、小型化を達成するためには、感光ドラムの感度に合わせ十分な光量を確保しながら、小口径で焦点距離 f の短いレンズを開発する必要があった。ところが、 f を短くすると画像周辺部分の解像力が低下してしまう。そこで、レンズのMTF(Modulation Transfer Function)特性を改良し、そのMTF特性に合わせるために、複写倍率50~200%のレンズとミラーの位置決め駆動制御を最適化したことで、解像力を低下させることなく、小型化を達成した。

表2に1550の小型・軽量化の目標と削減状況を示す。

4.4 ファーストコピータイム短縮

プリントキーを押してからコピーされた用紙が出てくるま

表2. 小型・軽量化の目標と削減状況

Target and results of specifications and development

項目	比較対象 従来機種	1550 目標	削減率	達成状況 (達成比率)	
仕様	質量	57 kg	35 kg	▲39%	100%
	大きさ(体積)	100%	65%	▲35%	100%
	幅	618 mm	548 mm	▲12%	100%
開発	部品数	1,019	524	▲49%	75%
	ねじ数	717	370	▲49%	136%
	その他締結品	93	0	▲100%	97%

での時間をファーストコピータイムと言う。これを短縮するためには、①用紙の給紙から定着する用紙搬送路を短くする、②搬送スピードを速くする方法がある。今回はコストと小型化のために搬送路を短くする方法を採った。ところが、定着ユニットの熱源が感光ドラムに近づくため、従来以上の冷却設計が必要となった。感光ドラムとトナーは高温下では画質を維持できなくなってしまうので、定着ユニットに近づけることは図5(a)のようにできるだけ避けていた。冷却方法として、感光ドラム周辺の強い風の流はトナーを飛散させるので、直接冷却ができない。風の流れをダクトで制限しながら断熱する新方法を採用したのが、図5(b)に示す風の流である。このようにしてファーストコピー時間の短縮を達成し、同時に小型化と部品点数を削減した。

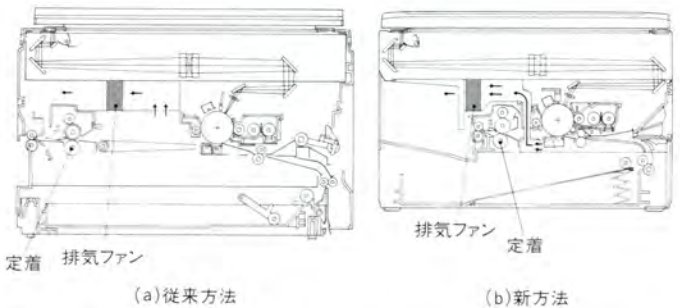


図5. 定着ユニットの位置と断熱 コストと小型化を配慮して熱源が感光ドラムに接近する方法をとり、断熱の新方法を採用することで、ファーストコピータイムの短縮を実現した。

Location of fuser unit and heat insulation

5 画像制御技術

5.1 ウォームアップタイムの短縮

電子複写機はトナーを定着するためにヒートローラを用いている。ヒートローラはパイプの中心のランプヒータによって加熱され、対向するゴムローラとの間をコピー用紙を通過させて定着している。電源を入れてからヒートローラがトナーを定着できる温度になるまでがウォームアップである。

図6(a)に示すヒートローラの厚みとウォームアップ時間の

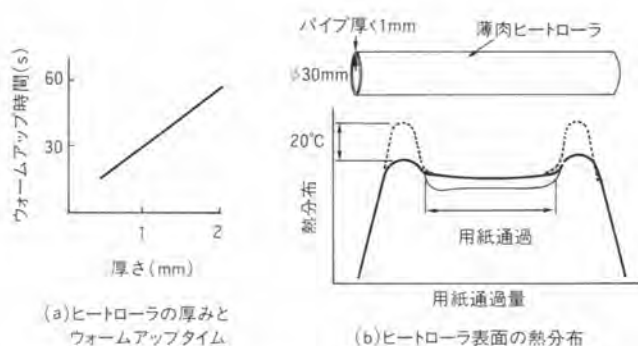


図6. ウォームアップタイムとヒートローラの熱分布 ヒートローラの薄肉化とそれに対応した新しい制御により、熱分布を安定させ、ウォームアップ時間を従来の1/2以下にした。

Warm-up time and temperature distribution

関係により、従来のA3サイズ15枚/分クラスの2mm厚φ30mmのアルミニウム製ヒートローラでは、ウォームアップ30s以下を実現するには熱容量が大きすぎる。そこで、ヒートローラの肉厚を薄くし熱容量を小さくしたが、新しい制御技術が必要となった。熱容量が小さくなったうえに用紙が通過すると熱が奪われて、両端部分の温度上昇が発生したからである。

図6(b)に用紙が通過したときのヒートローラ表面の熱分布を示す。用紙が通過している幅とそれ以外の熱分布を維持するため、用紙の厚み、用紙の通過量と熱分布をいろいろな使いかたのパラメータを集めて分析し、それらに合わせて制御した。その結果、省エネルギーの効果もある薄肉鉄製のヒートローラを採用し、ウォームアップ28s以下を実現することができた。

5.2 オゾン量低減

オゾン量低減は地球に優しい環境維持のために必要である。電子複写機には感光ドラムを帯電させ、トナーを用紙に転写し、用紙を感光ドラムから剥離するために放電チャージャを用いている。これらのコロナ放電によりオゾンが発生する。機体外部にはオゾンフィルタを通して排気しているので、オゾンフィルタを強化することで排気オゾンを低減できるが、コストとスペースの面で不利である。発生源の3種類の放電チャージャの制御を見直し、そのうち連続コピー動作中はつねに放電している剥離と転写チャージャに着目し、用紙が通過している場合だけ動作させ、発生オゾンを低減した。このようにそれぞれの放電チャージャを最適に制御したことでオゾン量を従来比で約50%低減することができた。

5.3 画像制御

画質の安定化とトナー消費低減については、図7のように、感光ドラムの表面電位と画像濃度の関係とトナー消費量の関係を、画像濃度はライン濃度とソリッド濃度に分けて回帰分析を行った。その結果、表面電位の変動に対しソリッド濃度変化が少なく、一定以上のライン濃度を得られる現像条件を見出した(現像条件：現像剤と感光ドラムの当たりかた

や、現像剤の搬送スピード)。この分析で、表面電位をできるだけ低くできる条件を得たことで、トナーの消費量を従来比約15%低減することができた。

また、変動要因の周囲温度変化と通算コピー枚数による画像変化を予測し、原稿露光と帯電チャージャをつねに適正値に制御する予測制御を取り入れた。その結果、環境変化に強い安定した画質にすることができた。

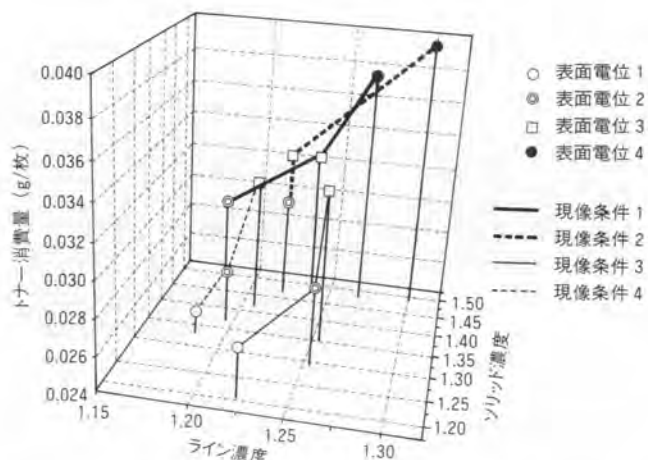


図7. 画像濃度と現像条件、表面電位とトナー消費量 十分な画像濃度を維持しながら、できるだけ低い感光ドラムの表面電位にできる条件を見出した。

Analysis of surface voltage and toner consumption

6 あとがき

本体とオプション装置とも新規設計という機会を得て、最適設計を進めることができた。開発当初から基本仕様を絞り込むことも最適設計のためには必要であった。製品開発サイクル短縮のなかで新技術の採用は難しいものの、過去から続けてきた要素技術を生かした、ウォームアップ短縮や深絞り加工などの新技術を採用した製品開発を紹介した。今後も市場環境の変化に対応して、CSに沿った製品開発を進めていく。



高野 正治 Shoji Takano

1979年入社。電子複写機の開発設計に従事。現在、柳町工場事務機器設計第一部主査。
Yanagicho Works



横森 聡 Satoshi Yokomori

1982年入社。電子複写機の開発設計に従事。現在、柳町工場事務機器設計第一部主務。
Yanagicho Works