
胴内型フィニッシャの針無しスティプル技術の開発

Development of Staple-less Stapler in Body of Finisher of Multi-function Printer

鈴木 伸宜*
Nobuyoshi SUZUKI

高橋 航*
Wataru TAKAHASHI

林 宏尚**
Hirotaka HAYASHI

要 旨

エコ環境や安全性への配慮から、針を使わないタイプの綴じ具が市場に出回っているが、複写機システムとして印刷から針無しスティプル処理までを行うオンライン化されたものは未だ商品化されていなかった。開発に先立ち、複数ある針無しスティプル方式に対してオンライン化に適した方式選定及び課題の抽出を行った結果、方式についてはオフィスでの使い勝手を考慮し「圧着綴じ方式」を選定したが、用紙に対して単純に加圧しているのみであるため用紙への依存度が高く、マルチファンクションプリンタ (MFP) の使用環境下、特に低温低湿での綴じ性能低下を招くことが課題として挙げられた。そこで、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた圧着部の観察により、用紙に対して効率の良い加圧条件を見だし、MFPへ搭載できる胴内型フィニッシャの針無しスティプル技術を獲得した。

ABSTRACT

A finisher of a multi-function printer has some units, such as a sorter, folder and stapler, in the body of finisher. In the stationery market, a staple-less stapler is popular for ecological and safety reasons, though a staple-less stapler for the finisher of a multi-function printer as an in-line system has not been developed yet. A feasibility study was carried out to clarify the items for mounting as a unit in the finisher, which is connected to the multi-function printer. The result is that crimping was selected from other methods to bond sheets of paper in consideration of usability in the office. But crimping has the problem that the bonding force is strongly affected by the environment around the apparatus and is decreased in a low-temperature and low-humidity environment. This is because the bonding force is generated only from surface contacts by pressure. For stabilizing the crimping conditions, observation by scanning electron microprobe was carried out, and then the efficient crimping conditions were revealed. A staple-less stapler for the finisher that can be mounted as a unit was developed.

* リコーテクノロジーズ株式会社 第二設計本部
Design Division II, Ricoh Technologies Co., Ltd.

** リコーテクノロジーズ株式会社 技術開発センター
Technical Development Center, Ricoh Technologies Co., Ltd.

1. 背景と目的

近年、環境ニーズの高まりにより、文具メーカーから金属針を使わない綴じ具が市場に出回りヒット商品となっている。金属針を使わないため、異物混入や安全性の観点から食品や医療業界、幼児施設などでは市場ニーズがあると推定される。また、そのままシュレッダーにかけられることからセキュリティ面での有効性や、サプライレスによる経済面でのメリットも挙げられる。しかし、複写機システム（例えばMFP）として印刷からステイプル処理まで行うオンライン化されたものは未だ商品化されていない。

MFPにおけるステイプル処理としては、従来から金属針を用いた機構が多く使われており、綴じ枚数は50枚程度である。針無し綴じ文具の性能から見ても仕様を満足できないと思われたが、自社MFPの1ジョブあたりのページ数を調査した結果、10ページ以下がほぼ占有していることがわかった（Fig. 1参照）。つまり、両面モードを使用すれば5枚綴じとなり、オフィス機器分野でも「少枚数綴じ分野」として市場価値は十分あると考えられる。

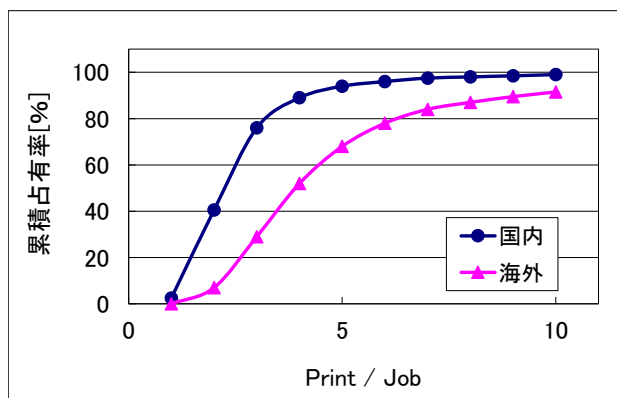


Fig. 1 Effect of print/job and accumulation share.

そこで、最大5枚綴じの針無し綴じ機構を搭載した胴内型フィニッシャの開発を進め、業界初の商品化を狙うこととした。

2. 圧着綴じ技術

2-1-1 針無し綴じの紹介

先述したように、金属針を使わない文具（いわゆる針無し綴じ文具）は各社文具メーカーからすでに市場に出ている。Table 1に一例を紹介する。

Table 1 Explanation of each staple-less stapler system.

	方式			
	スティブラ	半抜き	圧着	テープ
綴じ加工	針綴り	切断+巻く	加圧	巻く
サプライ	金属針	無し	無し	紙テープ
綴じ部				
既存商品				
対応枚数	50枚	8枚	4枚	8枚

表中には従来の金属針を用いた綴じ方式も載せているが、針無し綴じの方式は大きく分けて3つに分類できる。

1つ目は「半抜き」方式である。この方式は、舌状片と言われる用紙の一边を残した紙片を近傍に設けた切込部へ差し込み、用紙束を綴じている（Fig. 2参照）。

2つ目は「圧着」方式である。一対の凹凸形状の歯で用紙を挟み加圧して用紙束を綴じる方式である。

3つ目は「テープ」方式である。用紙束に切込部を設け、そこに粘着テープを巻き付けて用紙束を綴じる方式である。

各方式とも綴じ枚数は4枚～8枚と少枚数であり、狙いの分野においてはいずれも対応可能である。

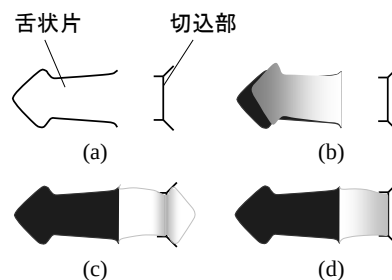


Fig. 2 Explanation of "HANNUKI".

2-2 方式選定と目標値設定

MFPに搭載する胴内型フィニッシャとして少枚数綴じ分野を狙いとしているが、従来のフィニッシャの使い勝手はそのまま継続したいと考えていた。次節からはオンライン化／オフィス環境に適した方式選定、及び目標値設定について述べる。

2-2-1 方式選定

方式選定として、次に述べる検証項目について、Table 1にある既存の文具を用い、従来からの金属針との比較実験を行った。検証項目は、①積載性、②DF通紙性、③めくり易さ、④一括まとめ易さ、⑤綴じ解き性、の5項目である。その結果、Table 2に示すように、金属針を基準としてマイナス評価のないものは圧着方式のみであった。MFPでは多数部印刷が想定されるため、積載性（①）は重要項目と考えられる。また、オフィス環境では、配布した資料を閲覧する機会があることから、めくり易さ（③）も必要となってくる。

Table 2 Benchmark results of needle-less stapler stationery.

方式	スティプラ	半抜き	圧着	テープ
① 積載性	3	3	5	4
② DF通紙性	3	1	3	3
③ めくり易さ	3	1.5	3	1.5
④ 一括まとめ性	3	3.5	4.5	5
⑤ 解き易さ性	3	4	4	1
総合評価点数	15	13	19.5	14.5

これらの項目については、金属針に対して同等以上であり、他方式に対しても優位な結果となった。特にTable 3に示すように、積載性については針の厚さが異なる「綴じ部の高さの増加率」として見た場合、最も良い結果となった。

Table 3 The loading situation and value of each staple-less stapler system.

	方式			
	スティプラ	半抜き	圧着	テープ
積載状態				
綴じ部高さ増加率(%)	518	509	273	327

また、「半抜き方式」や「テープ方式」では用紙に切込や穴を開けることから、綴じ資料の品質の低下を招くことが考えられる。

以上、既存の文具を用いた金属針との比較実験より、針無し綴じ方式としては「圧着方式」を採用することとした。

2-2-2 目標値設定

針無し綴じ技術のオンライン化されたものは商品化されておらず、綴じの強さ（綴じ力）が明確ではなかった。

金属針の場合は、サプライを使って用紙を綴じているため、綴じ力については仕様上定義されていないが、針無し綴じの場合、サプライを使わずに綴じているものが基本のため、綴じ力が弱くなることは明らかである。

そこで、文具による実力値の確認、及び調査・ヒアリングを実施し、目標値を設定することとした。

まず、文具による実力値の確認について、各方式で綴じたサンプルの用紙を引張り、破断（分解）に要する引張り力を綴じ力として測定した。その結果、Fig. 3に示すように、各文具ともに約2N以下で破断していることが判明した。

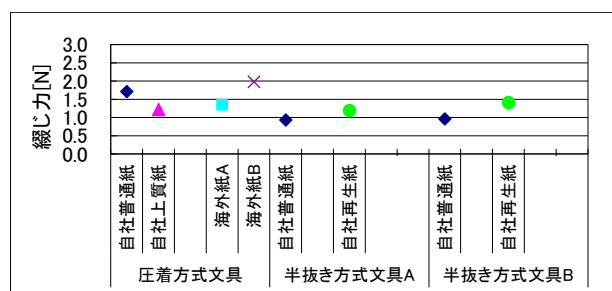


Fig. 3 Comparison of the binding power of each staple-less stapler system.

次に、綴じ力を可変させたサンプルを用いて、ユーザのハンドリングモニター調査を実施した。これは、綴じた資料を通常の動作（めくったり、持ったりする）をしてもらい、どこまで許容できるか調べたものである。その結果、Fig. 4に示すように被験者5人に対して実施したところ、2N以上であれば満足を得られる結果となった。

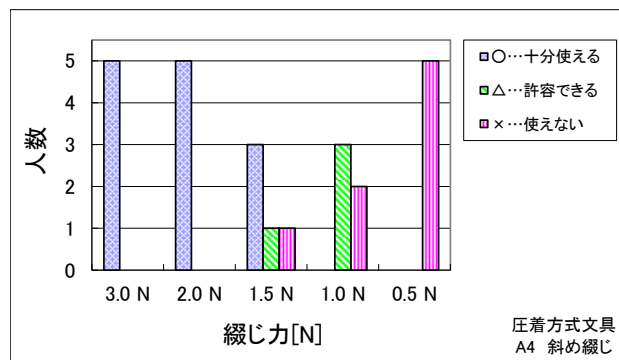


Fig. 4 The result of handling monitor investigation.

以上より、本技術の目標値として「綴じ力2N以上」として開発を進めることとした。

2-3 圧着方式について

圧着方式の動作・原理についてFig. 5に説明する。

- 一对の凹凸形状の歯の間に用紙を配置する。
- その状態で、歯を動かし力をかけ始める。
- 所定の加圧力まで負荷する。
- 除荷をする。

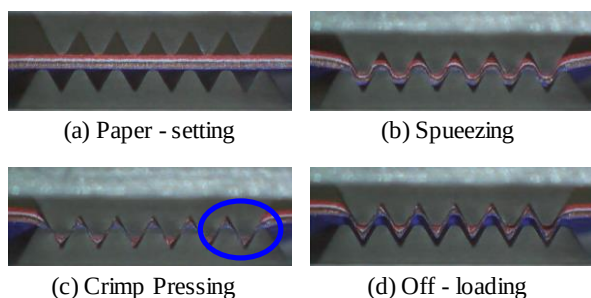


Fig. 5 Process of binding.

この一連の動作により、用紙にはFig. 6のような凹凸形状が転写され綴じが完了する。



Fig. 6 The expansion audit observation of a press-fit part.

Fig. 7に、最大加圧時（Fig. 5-c）の拡大図を示す。これより、凹凸形状によって図中の矢印方向に用紙が押しつぶされながらズレていることがわかる。

つまり、凹凸形状の歯が加圧する過程において、用紙がズレながら押し潰され紙同士が互いの隙間に入り込み、巻き付きながら潰されることで綴じられると考えられる。



Fig. 7 Enlarged picture of Fig. 5.

また、Fig. 6を見てもわかる通り、除荷後も用紙に対して歯型形状が転写されている状態となる。この凹凸形状があることで用紙に負荷がかかった時に、用紙自体が変形しにくくなり、綴じ力が高くなっていると考えられる。

2-4 オンライン化の課題

MFPに搭載する針無し綴じ方式として「圧着方式」を選定したが、オンライン化における課題について検討を進めた。

圧着方式については前述した通り、「一對の凹凸形状の歯で用紙を挟み加圧して用紙束を綴じる」方式であるため、用紙の状態への依存度は高いと考えられる。オンライン化と文具を比較すると、異なる点としては印刷直後にスティプル処理（綴じ）をすることが第一に挙げられる。

そこで、既存の文具を用いて印刷直後の用紙と未処理の用紙の綴じ力を比較した結果、印刷直後の方が綴じ力は低下していることが判明した。

また、MFPでは低温低湿（L.L.：10℃/15%）での使用環境を想定するが、常温常湿（M.M.：23℃/50%）に比べて綴じ力が低い結果となった。

つまり、印刷時には用紙にトナーを熱定着するが、それにより用紙の水分は奪われてしまう。その状態で圧着方式のような凹凸形状の歯で加圧すると、用紙は伸ばされずにダメージを受けるため、綴じ力が低下したと考えられる。

以上より、オンライン化の課題としては、「定着の影響」「使用環境（L.L.環境）」での綴じ力低下防止が必須事項であると言える。

さらに、MFPの場合、通紙する用紙は多種多様である。ここで、Fig. 3では、様々な紙種に対しての綴じ力を測定しているが、綴じ力は一定ではないことがわかる。このことから、紙種への対応力も考えなければいけないと言える。

3. MFP搭載に向けた針無しスティプル技術の開発

3-1 綴じの現象確認

Fig. 8に加圧力と綴じ力の関係を示す。これより、圧着方式の綴じ方では、加圧力（歯を押し付ける力）によって綴じ力が変化することがわかる。

これは、加圧力が弱い時は、用紙のズレによる繊維の絡まりの発生が少なく、また、凹凸形状の形成が不足しているため綴じ力が低くなったと考えられる。一方、一定の加圧力以降では、綴じ力が変化していないことがわかる。これは、用紙の押し潰れに限界がきているため、それ以上繊維の絡まりがなく、また、凹凸形状の形成も完成している、つまり、歯型が転写されきった状態のためと考えられる。

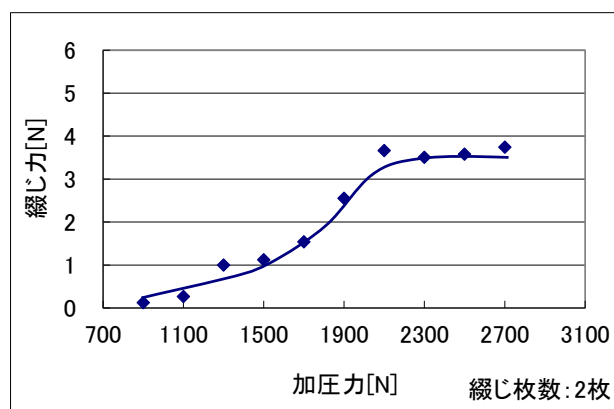


Fig. 8 Effect of welding force and binding power.

各加圧力の用紙表面状態のSEMによる観察結果をFig. 9に示す。無負荷状態の用紙の場合、繊維が3次元に絡まっている様子がわかる。この状態から加圧力を高くすると、先述した圧着方式の原理より、用紙は押し潰されるため、用紙表面は平面状に近づいていくのがわかる。

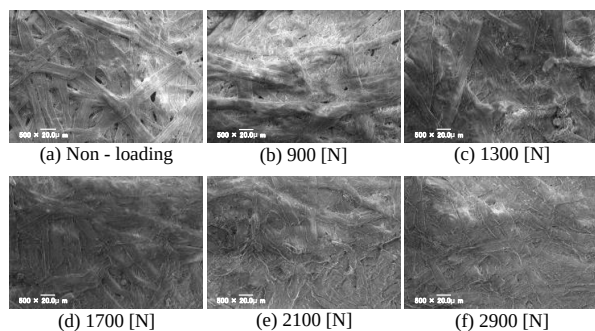


Fig. 9 The audit observation of SEM.

ここで、環境の違いによる用紙表面状態としてM.M.環境とL.L.環境の結果をFig. 10に示す。加圧力900NのときにはM.M.環境では表面状態に変化はあるものの繊維の凹凸は見られるが、L.L.環境では繊維形状がはっきりしている。2,100N以降では両環境ともに平面状態が形成されていることがわかる。これは、L.L.環境下では用紙の水分が抜けて弾力性が失われ、用紙の変形が起きにくいためと考えられる。

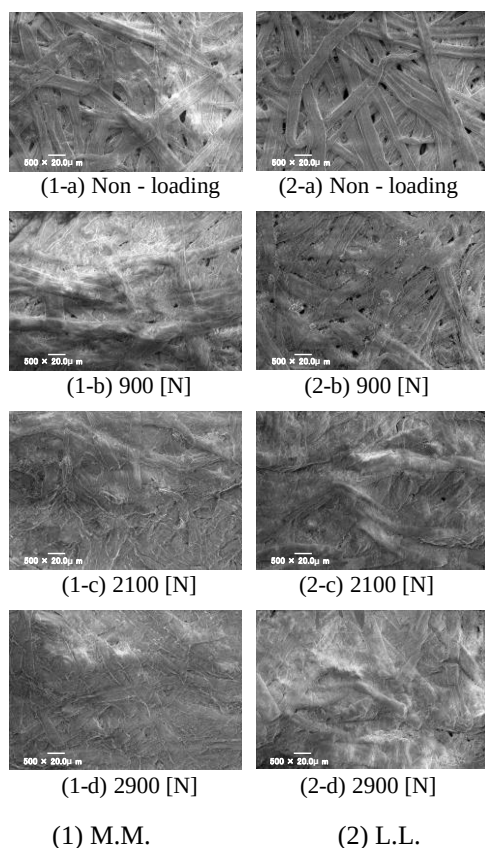


Fig. 10 The audit observation of SEM in M.M. and L.L.

Fig. 8はL.L.環境下における加圧力と綴じ力の関係を示しているが、加圧力900N時の綴じ力は低く、1,700Nでは綴じ力が上昇し、2,100N以降では綴じ力の上昇は無い。表面状態 (Fig. 10) を見ると900Nでは無負荷状態とほぼ変化はないが、2,100N以降では用紙表面が平面状に近づいているのがわかる。

以上のことから、綴じ力是用紙表面状態と密接な関係があると考えられる。

3-2 設定条件の確立

前節までで環境や印刷によって、綴じ力が低下することについて述べてきた。加圧力を高くすることで綴じ力を向上することは可能であるが、一定の加圧力以上の場合、綴じ力に変化がないことも明らかである。そこで、綴じている部分を増やすことで全体の綴じ力の向上を試みた。

Fig. 11に、凹凸形状の個数と綴じ力の関係を示す。これより、凹凸形状の個数が増えることで綴じ力も比例して高くなっていることがわかる。つまり、MFP搭載の綴じ具としての許容加圧力や生産性を考慮し、凹凸形状の個数を設定することで、目標の綴じ力を達成できるのである。

ちなみに、今回は諸条件のバランスを考慮して、6歯を2回に分けて綴じる方式を製品搭載している。

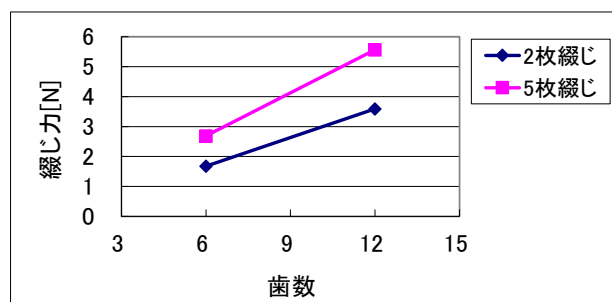
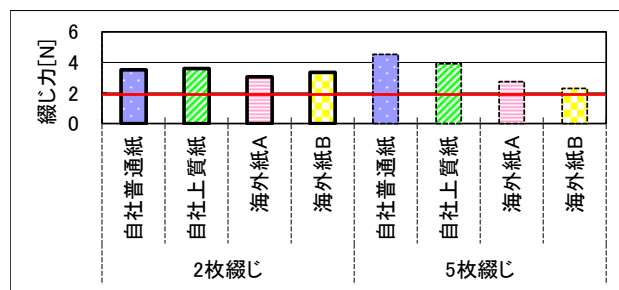
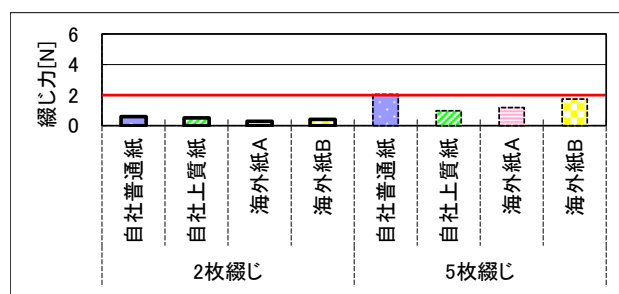


Fig. 11 Effect of Number of teeth and binding power.

Fig. 12に、主要な紙種の綴じ力として、文具と自社の綴じ具の比較を示す。これより、後者の方が綴じ力は高く、目標値である2Nを満足していることが確認できる。



(a) In-house product



(b) Stationery

Fig. 12 Comparison of binding power.

4. 結論

針無し綴じ方式として「圧着方式」に着目し、オンライン化における課題を抽出し、MFP搭載に向けた技術開発を進めた。その結果、用紙表面状態と綴じ力との関係性を把握することができ、効率の良い加圧条件を見いだせた。また、綴じ力が低下する低温低湿環境下でも凹凸形状の個数により、目標の綴じ力を満たすことができた。

その結果、最大5枚綴じの針無しスティابل処理を行える胴内型フィニッシャSR3180を完成させ、業界初の商品化を実現することができた。