

POS用プリンタの紙搬送シミュレーション

Simulation of Paper Feed for Point of Sale Terminal Receipt Printers

佐藤 克俊 水谷 企久夫

■ SATO Katsutoshi

■ MIZUTANI Kikuo

POS (Point of Sales : 販売時点情報管理) 端末に搭載されているレシート印刷用プリンタに対しては、市場から高速化と高精細化が要求されており、これらを実現するためには、高速印刷においても高精度で安定した紙搬送を実現させる必要がある。

東芝テック(株)は、まず現行製品の紙搬送機構の改良案を考案し、次にシミュレーションにより、その改良案を構成する設計値の最適化を行った。

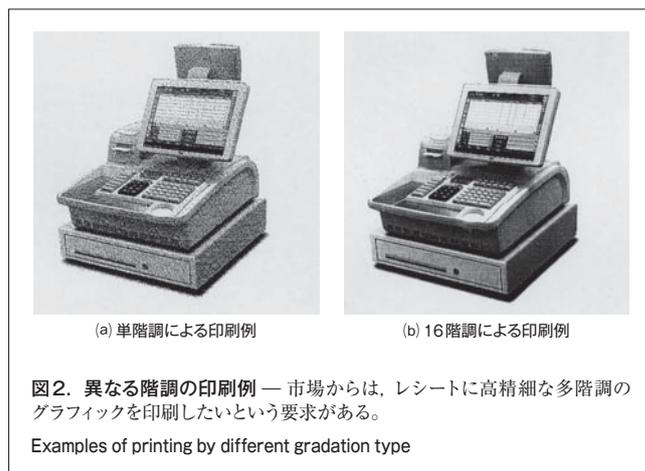
The receipt printers of point of sale (POS) terminals are required to provide high-speed printing and fine printing quality. In order to meet these requirements, it is necessary to realize accurate and stable paper feed for paper being conveyed at high speed.

Toshiba TEC Corporation has improved on the conventional development process by utilizing simulation technologies. We have developed a new mechanism for the paper feed of receipt printers and optimized the design parameters by means of this simulation.

1 まえがき

POS 端末には、レシートを印刷するためのプリンタが搭載されている。レシートの印刷に対しては、顧客を待たせる時間を最小にするため高速化が要求されている。また、市場からは、これまでの文字印刷のほか、QRコード^{®(注1)}や多階調のグラフィックの印刷をしたいという要求がある。QRコードの例を図1に、単階調と多階調(16階調)による印刷例を図2に示す。

高速な印刷条件において、多階調印刷の画質を向上させるためには、これまでより安定したレシート紙の搬送を実現する必要がある。そこで、シミュレーションを活用して搬送機構の改良を検討した。



(a) 単階調による印刷例

(b) 16階調による印刷例

図2. 異なる階調の印刷例 — 市場からは、レシートに高精細な多階調のグラフィックを印刷したいという要求がある。

Examples of printing by different gradation type



図1. QRコードの例 — 市場からは、レシートにQRコードを印刷したいという要求がある。

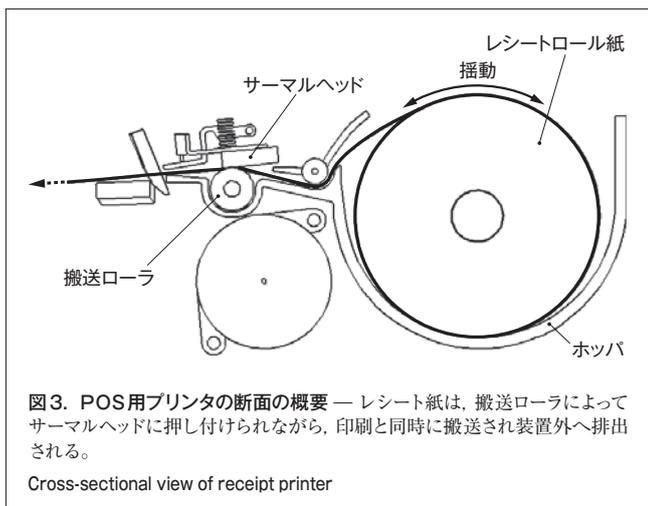
Example of QR code

(注1) QRコードは、白と黒の格子状のパターンで情報を表すマトリックス型2次元コードの一種で、(株)デンソーウェーブの登録商標。

2 現行製品の課題と原因の推定

2.1 現行製品の課題

現行のPOS 端末に搭載されているプリンタの断面の概要を図3に示す。感熱層を備えるレシート紙がロール状に巻かれ、レシートロール紙の最大径よりやや大きい径を持つU型のホップと呼ばれる部分に格納される。レシートロール紙には回転軸はなく、ホップに直接置かれている。搬送ローラは、レシート紙をサーマルヘッド(感熱式ヘッド)に押し付けながら回転して搬送し、レシート紙は、同時にサーマルヘッドによる熱で感熱層が発色し印刷される。印刷と同時に搬送が行われると、レシートロール紙はほどかれ、ホップ中で揺動しながら回転する。現行製品では特定の条件下において、文字印刷では問題にならないが、グラフィック印刷に影響を及ぼす搬送負荷



の変動が発生することが確認されている。今後の高速化のためには、この負荷変動を小さくすることにより、多階調印刷をより良好に行うことができると考えられる。

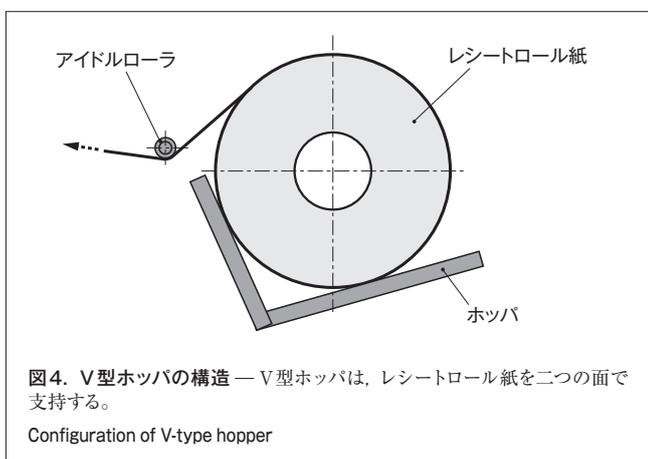
2.2 搬送負荷変動の発生原因の推定

搬送ローラに掛かる搬送負荷変動の発生原因を把握するために、現行製品の観察及び実験を行った。その結果に基づき、以下のような原因を推定した。

- (1) 印刷時に、図3に示した両矢印のようにレシートロール紙がホッパ内で揺動することにより発生し、その揺動の方向が変わるときに負荷変動がピークとなる。
- (2) 搬送停止後にレシートロール紙が慣性で回転することにより発生する、レシート紙のたるみが影響している。印刷を再開すると、直前の印刷で発生したレシート紙のたるみが回収され、その瞬間に大きな負荷が発生する。

3 ホッパの改良案

レシートロール紙の揺動を防ぐ方法として、“V型ホッパ”を提案した。その構造を図4に示す。

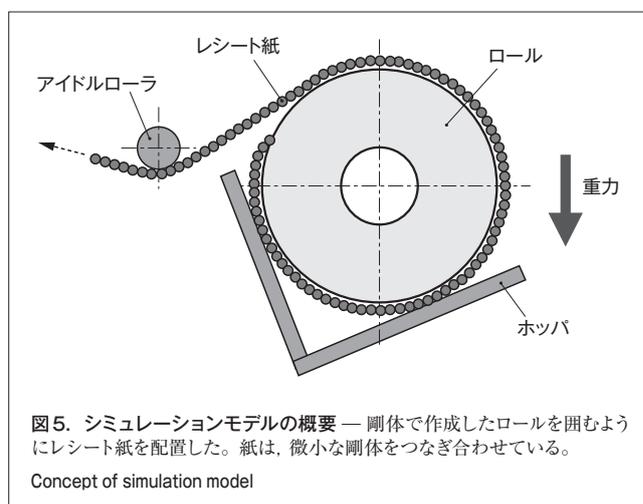


現行のU型の形状に代えて、二つの平面部分から成るV型のホッパでレシートロール紙を支えるもので、これにより、ホッパ内におけるレシートロール紙の揺動を防ぐことができる。また、レシートロール紙とホッパが2か所で接触するため、搬送停止後に慣性による回転で発生するたるみを、摩擦力によって軽減することも期待できる。

4 シミュレーションによる改良案の効果の検証

4.1 シミュレーションモデルの概要

V型ホッパによる改善効果の検証、及び各設計値の最適化のために、汎用機構解析ソフトウェアAdams^{TM(注2)}によりシミュレーションを行った。シミュレーションモデルの概要を図5に示す。



ロール部分は一つの剛体で作成し、これに巻き付けるようにレシート紙をモデリングした。レシート紙のモデルは、多数の微小な剛体を回転ばねとダンパによって接続して形成し、レシート紙の端部の一方は、ロールに接続した。レシート紙とロールには比重を与え、また、レシート紙とホッパの間の摩擦は、計測により得られた静止摩擦係数と動摩擦係数をシミュレーションモデルに設定した。実機と同じ加速カーブでレシート紙の先端を引っ張り、そのときに検出される搬送負荷を算出した。

実機の観察から、レシート紙のたるみが搬送負荷の変動に影響することを推定した。そこで、シミュレーションにおいては、まず目標仕様の定常速度で一度動作させた後、実機と同じ減速カーブに従って停止させ、ロールが慣性で回転することによる紙のたるみを形成した。このたるみがある状態を初期状態として、再び加速カーブを与えて搬送を行い、そのときに

(注2) Adamsは、MSC Software Corporationの登録商標。

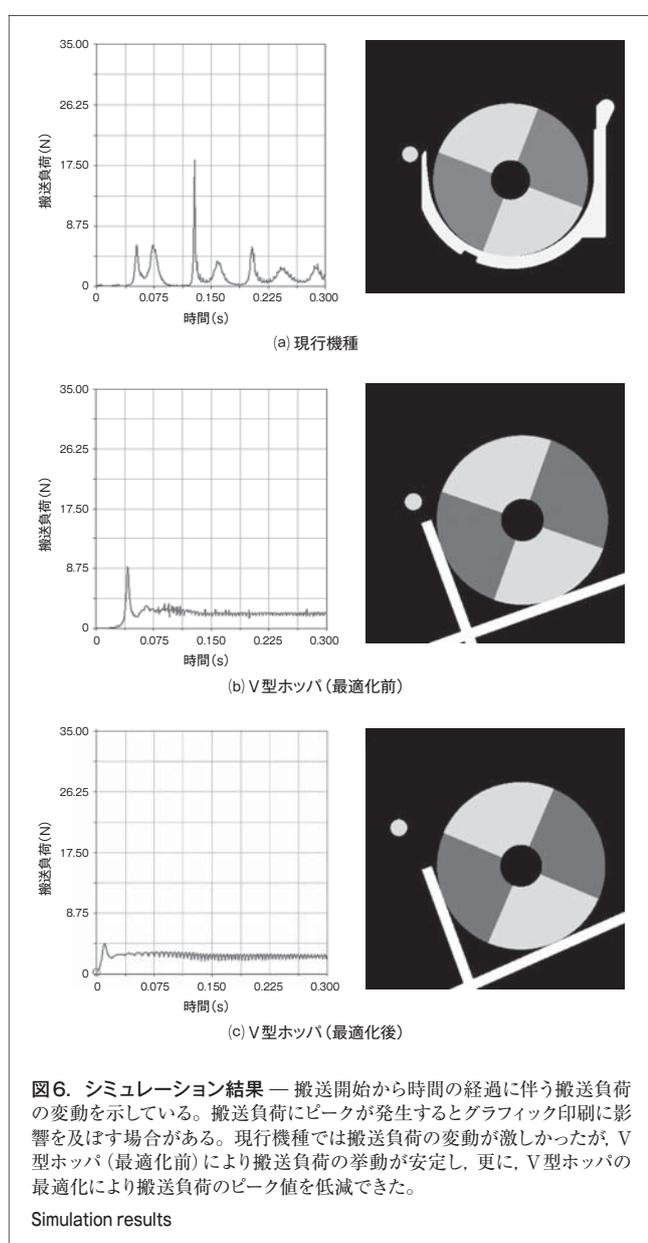
発生する搬送負荷の値を評価した。

シミュレーション結果の信頼性は、V型モデルを作成する前に現行製品のU型モデルを作成し、現行製品の実機の挙動と比較することで確認した。

4.2 改良案の効果の検証と最適化

前記のシミュレーションにより、V型ホッパの改善効果を検証した。現行のU型ホッパを用いて搬送負荷の計算を行うと、レシートロール紙が揺動し搬送負荷は激しく変動した(図6(a))。

一方、改良案であるV型ホッパを用いると、V型によってレシートロール紙の揺動はなくなり、また、搬送負荷は動きはじめにピークが出るものの、それ以降は安定して低い値が得られた(図6(b))。



(注3) MINITABは、Minitab Inc.の登録商標。

更に良い設計とするために、動き始めに発生するピーク値を最小化することを目標として設計値の最適化を行った。最適化には、統計解析ソフトウェアMINITAB[®](注3)を用いた。最適化した設計値は、ホッパの角度やアイドルローラの位置を決定する寸法値、及びホッパの摩擦係数などである。実験計画法により搬送負荷のピーク値に及ぼす各設計値の感度を把握した。MINITAB[®]を用い、感度が高い設計値をパラメータとした近似式を得て、その係数を元に、感度の高い設計値を同時に変動させながら、搬送負荷のピーク値を低減することができる解を探索した。次に、得られた解を新たな初期値として同様な工程を行った。これを数回繰り返して、搬送負荷のピーク値が最小になりそれ以上変動しなくなったところで最適化を完了とした(図6(c))。

得られた設計値の最適解により、環境変動を想定して摩擦係数を変えた場合及びレシートロール紙径が小さくなった場合につき、シミュレーションを実施した。その結果、これらの条件の変動に対しても、搬送負荷は安定した結果が得られることを確認した。

5 あとがき

この研究によって、高速でかつ高精細な印刷ができるPOS用プリンタを実現するための構造と最適な設計値を、製品開発部門へ提案することができた。

この研究ではシミュレーションを利用したことにより、短時間で多数条件の実験を仮想的に行うことができ、このため、設計値の最適化も効率的に実施できた。シミュレーションによると、設計値を自由に変更できることに加え、外乱によるばらつきがない安定した結果を得ることができる。

今後も、製品開発上の課題解決のためにシミュレーションを積極的に活用し、また、設計値の最適化などを合わせて実施することにより、高品質な製品の開発に貢献していく。



佐藤 克俊 SATO Katsutoshi

東芝テック(株) 技術本部 コア技術開発センター専門主査。
CAE解析業務に従事。日本機械学会会員。
Toshiba TEC Corp.



水谷 企久夫 MIZUTANI Kikuo

東芝テック(株) 画像情報通信カンパニー MFP周辺機器開発推進室。
MFP周辺機器の機構設計開発に従事。
Toshiba TEC Corp.