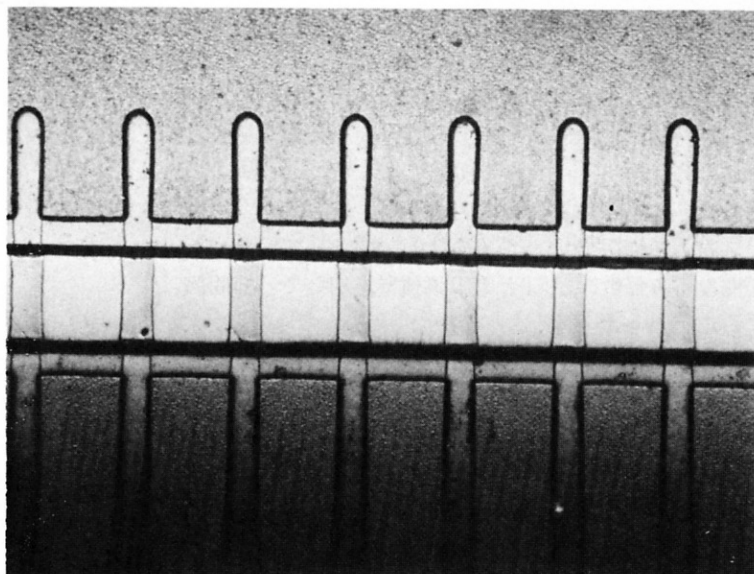


熱転写プリンタの高印字品質化

High Print Quality Thermal Transfer Printing

長谷川泰
沢田幸夫
近藤憲一
門内 淳
松崎正年
特機事業推進室



Abstract:

A thermal transfer printing process which obtains letter quality even on rough-surface bond paper is described.

After investigating the influence of potential factors, letter quality was achieved through the following:

1. A double partial-glazed, 240 DPI print head,
2. A wax-resin type ink ribbon,
3. A combination of hard platen rubber and high head pressure,
4. A separation distance of 6~9mm and a separation radius of $0.5 < R < 1.5$,
5. Precise head pulse control by means of hardware as well as software control, and,
6. Character determined heating element intermittency to compensate for print head heat characteristics, thus allowing accurate reproduction.

Hasegawa, Tai
Sawada, Yukio
Kondo, Kenichi
Monnai, Jun
Matsuzaki, Masatoshi
Terminal Machines Division

1

まえがき

熱転写記録技術は小型、軽量化が容易でメンテナンスフリーであるなどの利点を有し、最近ではパーソナル日本語ワープロの印字装置などに利用されている。比較的容易に高密度ヘッドが得られるという、ワイヤードット・プリンターに無い特長も有する。

しかし、従来、表面平滑度の低い紙（ボンド紙、レターペーパー）に対する印字品質が悪いという問題や、印字ヘッドの蓄熱のため印字品質が低下するという問題があり、海外においてインパクトプリンターの様に普及していないのが現状である。

今回、ヘッドとリボンの適合性、ヘッドの熱制御法などを総合的に検討しボンド紙に対してもletter quality（活

字と同等の高印字品質）を得る熱転写記録技術を開発したので報告する。

2

プリンターの概要

本検討に用いたプリンターの概観を図1に、システム・ブロックを図2に示す。

図1において、印字指令が来るとキャリッジ2に取付けられた印字ヘッド1はインクリボン（インクリボンカセット4に収納されている）及び記録紙を挟んでプラテン3に圧着する。続いてキャリッジモータ5の回転に連動してキャリッジ2は右方向に移動し、印字ヘッド1に印字パルスが印加され、印字後のリボンをリボン巻取軸6が回転して巻取り、リボンは記録紙から分離する。

この印字プロセスを繰返しながら印字停止指令が来る

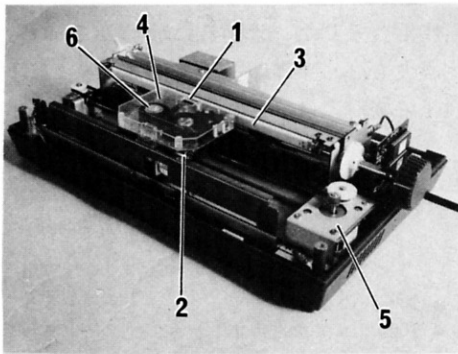


図1 プリンター外観
Fig.1 Printer mechanism

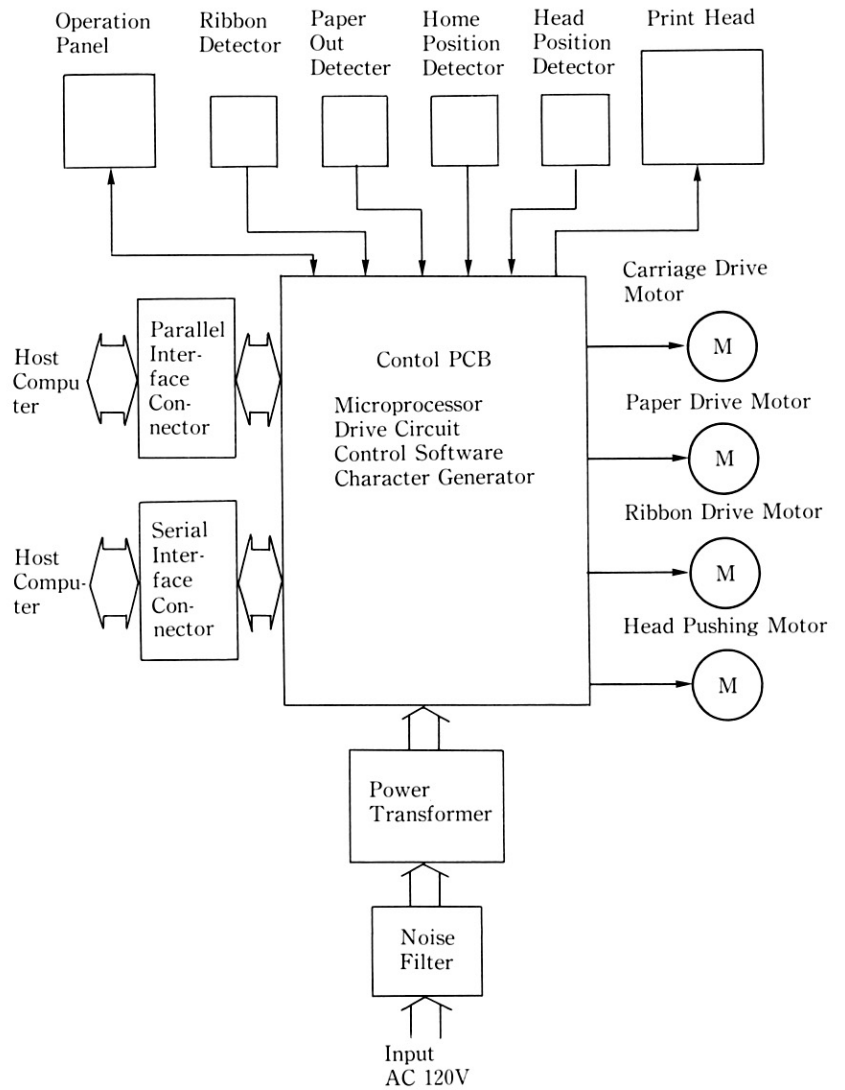


図2 熱転写プリンタのシステム・ブロック図
Fig.2 Block diagram of the thermal transfer printer

表1 印字品質向上へのアプローチ

Table 1 Factors to improve print quality

印字品質	—	ヘッド
	—	リボン
	—	プラテン硬度
	—	圧着力
	—	剥離距離
	—	剥離方法
	—	印加パルス制御
	—	フォント

と、キャリッジが停止し巻取軸の回転も停止する。次に印字ヘッドがプラテンから離れ、たるんだリボンを巻取軸が回転して巻取った後、記録紙を送り、キャリッジは左方向に移動してホームポジションに戻る。

3 印字品質向上へのアプローチ

高印字品質化、即ち、
 一ポンド紙に印字してもボイド（インクがのらずに印字ブロックの一部が抜けること）の無いこと
 一letter qualityを得ること
 を図るため、表1に示す様に要素分類し各要素について印字品質への影響を調べ、最適条件を検討した。

表1に示した要素のうち、プラテンについては影響の大きい硬度について本報告では述べる。フォントについては、印字ヘッドの発熱素子の形状や蓄熱特性を考慮して修正を施し印字品質の改善を見たが、個々の修正方法については報告を省略する。

* Bekk平滑度 5"~30"程度。

4 印字ヘッド

本検討に用いた印字ヘッドは図3に示す様にグレース層が二段構造をしており、発熱素子のピッチは240ドット/インチである。(図3では最上層の耐摩耗層を省略している。)

図4に、発熱素子幅が150 μ と160 μ の二種類のヘッドに対して1ドット当り同一の電力を印加した時の印字品質を示した。ボイド発生率、線幅とも両者に差異は無く、このことは160 μ 幅のヘッドの方が発熱素子単位面積当り少ない電力で同等の印字品質が得られることを示している。

一般に、発熱素子の温度が高い状態で使うほどヘッド寿命が短くなることが知られている。従って発熱素子単位面積当りの電力が少ないほど発熱素子の温度が低くな

ってヘッド寿命にとっても好ましい。

寿命試験を行なうと160 μ 幅のヘッドの方が約2倍寿命が長いという結果が得られ、印字品質とヘッド寿命の観点から160 μ の発熱素子幅が選択される。

5 リボン

ワックス系リボンとワックス樹脂混合系リボン両者について印字特性を比較した。

図5に示す様に、ワックス系リボンは平滑度の高い紙に対してはワックス樹脂混合系よりボイド発生が少ないが、平滑度の低い紙に対してはボイド発生率が高い。ワックス系リボンのボイド発生率を下げようとして圧着力を更に上げると地汚れ(リボンが通った部分の紙表面がfog状に汚れること)を生じ、印字品質が低下する。圧着力増加に対する地汚れの発生は、ワックス系リボンの方が甚しい。

ワックス樹脂混合系リボンは図6に示す様に、ワックス系より印字濃度も高く、高印字品質化の目的に好ましい。従って以下の検討にはワックス樹脂混合系リボンを使った。

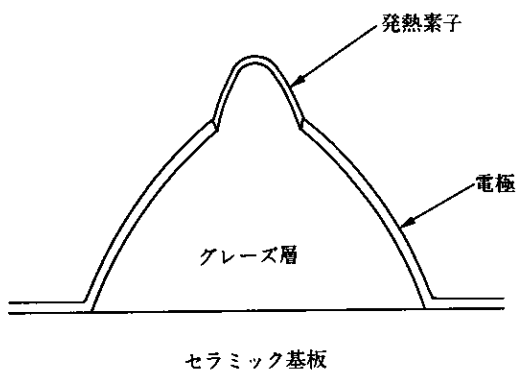


図3 印字ヘッド断面
 Fig.3 Print head (double partial glaze type)

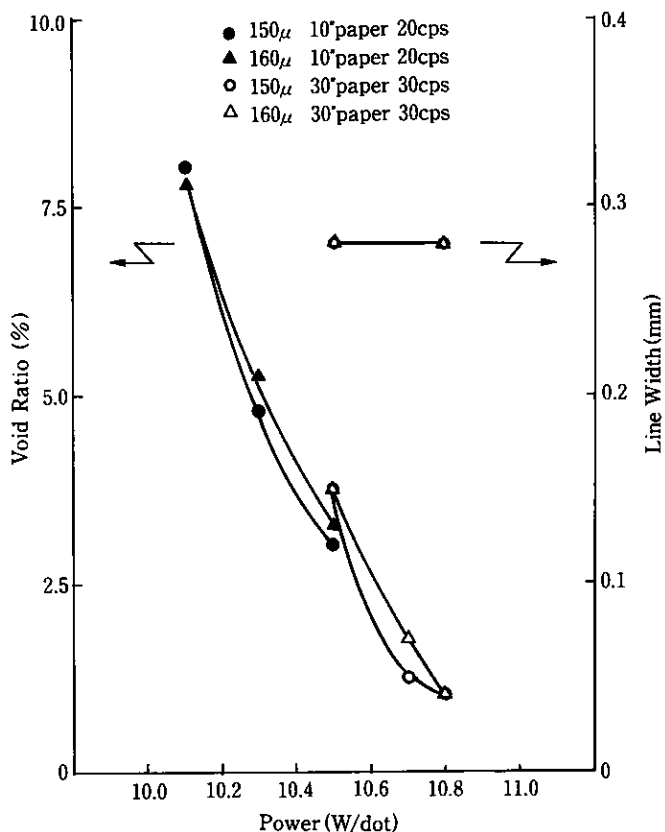


図4 ヘッド発熱体幅と印字品質
 Fig.4 Print quality width vs heater

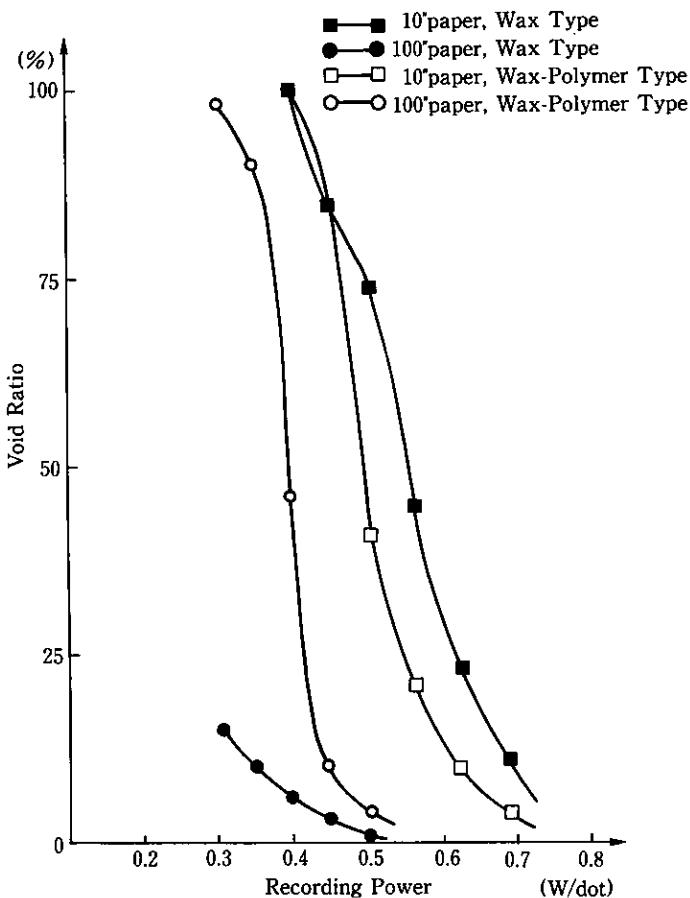


図5 リボンとボイド発生率
Fig.5 Void ratio vs ribbons

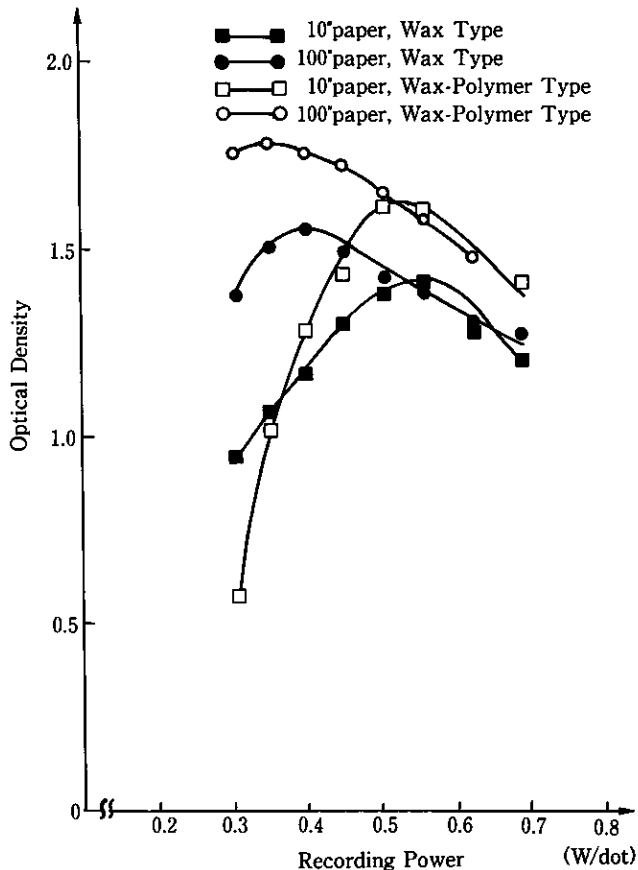


図6 リボンと印字濃度
Fig.6 Optical density vs ribbons

6

ヘッド圧着力

図7にヘッド圧着力とボイド発生率の関係を示す。従来報告されている様に、今回のヘッドーリボンー印字装置系に於いても圧着力を上げるほどボイド発生率は低くなる。特に、平滑度の低い紙に対しては圧着力の低下と共にボイド発生率が急増する。

7

プラテン硬度

ヘッド圧着力を受けるプラテンも印字品質を決める重要な要素であることが予想される。図8にプラテン硬度と印字濃度の関係を示した。

高印字品質を得るにはJISA硬度30程度では不十分であること、そして硬度の高いプラテンとヘッド圧着力を強くすることの相乗効果で高印字品質が得られることを示している。図8はCRゴムをプラテン材とした時の結果であるがエチレンプロピレンゴムを使用しても同様の傾向が得られる。

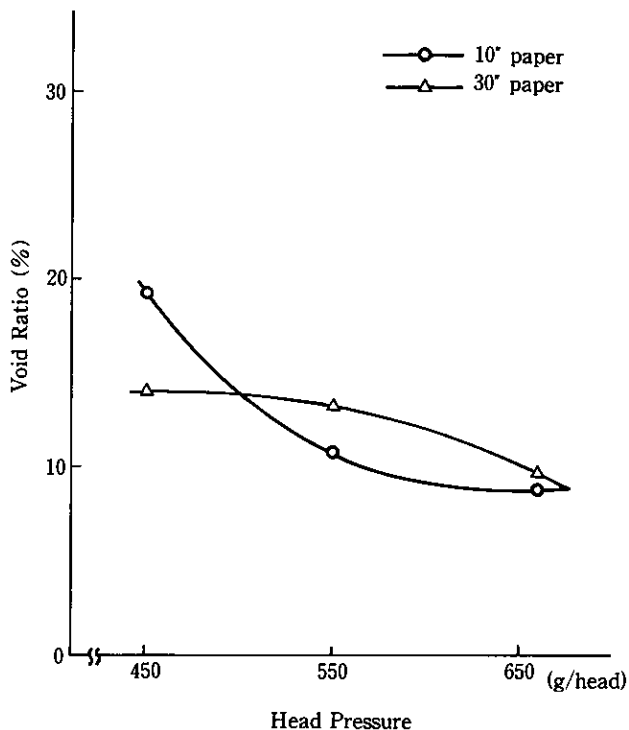


図7 ヘッド圧着力とボイド発生率
Fig.7 Void ratio vs head pressure

剥離タイミング（剥離距離）の印字品質への影響を図9に示す。剥離距離とは、ヘッド発熱素子でリボンを加熱した後リボンを紙から引離すまでの距離のことで、剥離距離が短いほどリボンは加熱後すぐ剥され、剥離距離が長ければ剥されるまでの時間が長い。

一定範囲（図9では6～9ミリ）の剥離距離を経た後剥離することにより、ボイド発生率が低く印字濃度が高い結果を得た。これより剥離距離が短いと、ボイド発生率は増し、印字濃度は低下し、線の輪郭がボケて印字品質は低下する。これは、使用したワックス樹脂系リボンは剥離までの時間が短いとインク層が未だ柔らかく、インク層の不特定部分でインクがちぎれる現象を生じているためと思われる。

図9は剥離距離が長過ぎるとボイド発生率が増すことも示している。これは、一度加熱されたインク層が冷えて再び固化したため加熱された部分と加熱されぬ部分の膜の強度の差が小さくなり、転写されるべきインク層の一部が転写されぬためと考えられる。

インクを加熱後すぐ剥す、いわゆるエッチタイプの印字ヘッドを使って良い結果を得たとの報告がある。ワッ

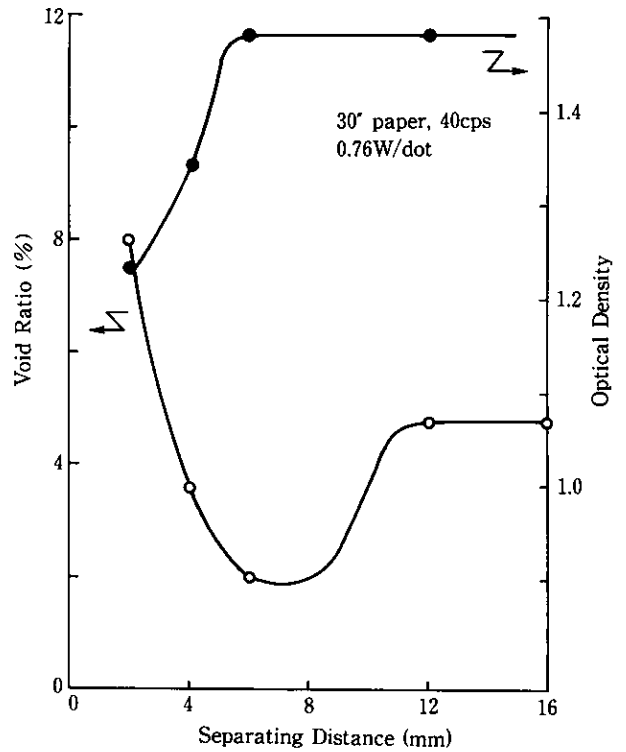


図9 剥離距離と印字品質
Fig.9 Print quality vs separating distance

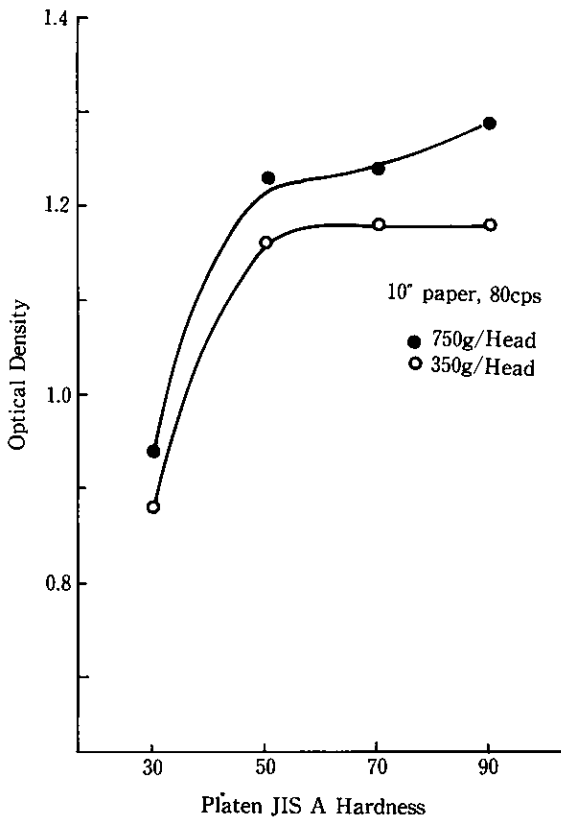


図8 プラテン硬度と印字濃度
Fig.8 Optical density vs platen hardness

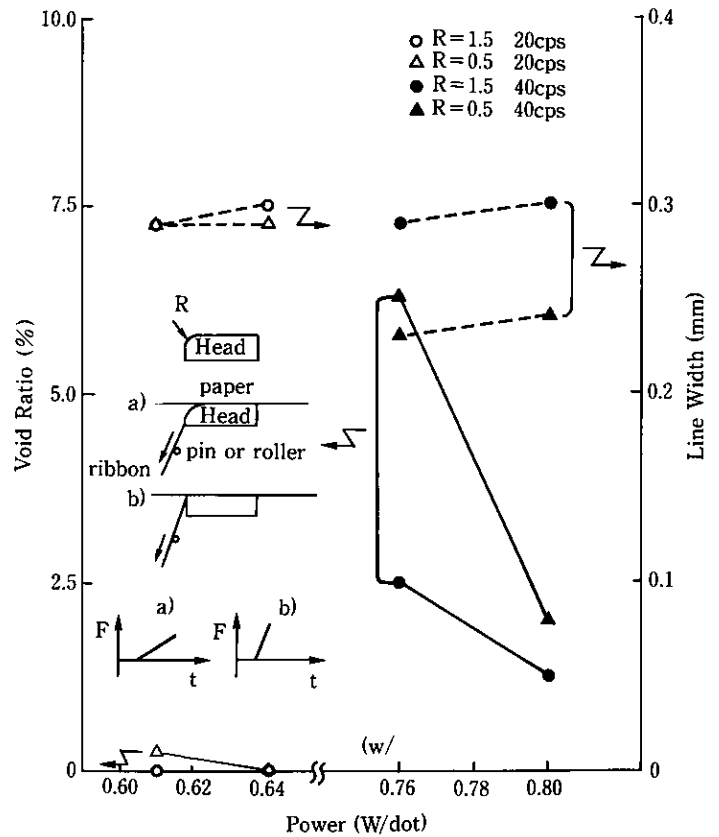


図10 剥離部Rと印字品質
Fig.10 Print quality vs R

クス・樹脂の成分、添加剤の検討によりインクが固化するまでのスピードを変えれば最適な剥離タイミングを変える事が出来る。プリンターにとっては、複数の印字スピードを持ちたいので、最適剥離タイミングの領域が広いボンが好ましい。

9

剥離方法

図9の結果に従い6ミリの剥離距離をとった時の、剥離部の半径Rと印字品質の関係を図10に示す。

印字スピードが遅い時はR=1.5とR=0.5の間にほとんど差異は認められないが、印字スピードを上げるとR=0.5はR=1.5よりボイド発生率が高く、線が細くなってしまふ(字細り)ことがわかる。

これは、Rが大きいと剥離角が徐々に大きくなるから剥離力F(紙に対し垂直に作用する力)が徐々にリボンに作用するのに対し、Rが小さい場合には剥離力が急激に加わって転写欠けを生じ易いためと理解できる。

ところが、Rが大き過ぎると初期の剥離角が小さいから初期の剥離力が小さく、剥離力不足に依る印字品質低下(線の輪郭のボケ)やリボンを巻取れないというトラブルを生じることがある。

従って印字品質と剥離力不足の二つの観点から、Rの最適範囲が決定される。

10

印加パルス幅の熱履歴制御

ヘッドが発熱しリボンを加熱して印字していく熱転写記録方式はヘッドの蓄熱により印字品質が低下するという問題を抱えており、特に、キャリッジ送り方向のドット密度が高く印字スピードが速い場合は印加パルス周期が短くなるからこの問題は重大である。発熱体の熱履歴制御(以前のドットがONであったかOFFであったかをチェックして次に印字するドットのパルス幅を制御すること)を詳細に行なう必要を生じる。

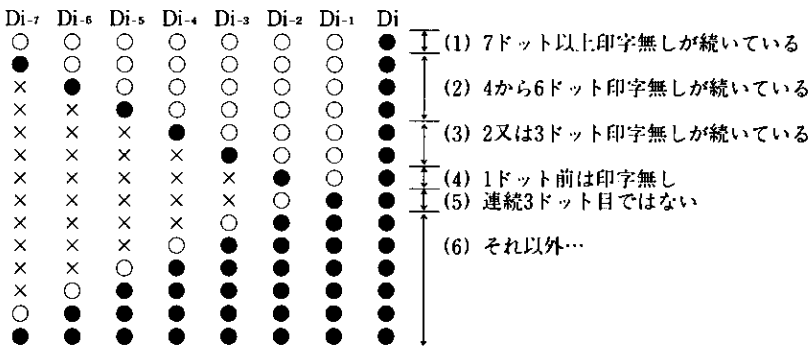


図11 熱履歴制御
Fig.11 Head pulse control according to its heat cycle

ところが、印加パルス周期が短くなるとパルス幅の計算に割当てられるCPUタイムが短くなるので、ソフトウェア処理だけで熱履歴制御を行なうには限界がある。そこで、前の周期のON—OFF状態の判定をハードウェアで行なう様にして詳細な制御を試みた。

図11にその一例を示す。判定回路で前7周期分のON—OFF状態を判定し、 $2^7=128$ 通りのON—OFF状態の組合せを例えば図11の様に6種類に分類した。分類1のパルス幅を最も長くし、2、3、…、6の順に短くなる様各分類の最適パルス幅を決定した。(●はON、○はOFF、×はON又はOFFを示す。)

以上のような制御により尾引き、字太り等の蓄熱による不具合を改善できた。

11

左右の濃度差制御

一行中の印字率(一行印字する間のONするドットの比率)が高いとヘッドの蓄熱を生じ、一行中で印字直後よ

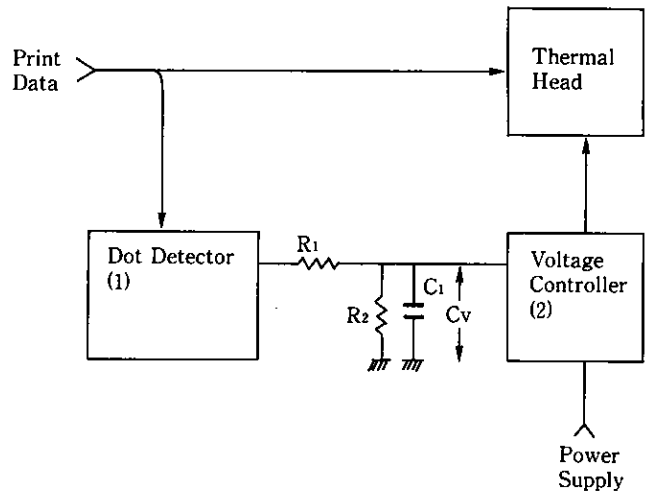


図12 積分回路を使った駆動電圧制御部ブロック図
Fig.12 Block diagram of CR Circuit

り後半の方が字が太ったり濃度差を生じるという問題が発生する。この問題の解決を図るためCとRから成る簡単な積分回路を設けた。

図12に積分回路のブロック図を示す。印字パルス検出回路(1)は印字ヘッドに送られる印字データを監視し、ドットONのデータを検出すると一定幅のパルスを R_1 に出力する。 R_1 、 C_1 は積分回路を形成していて R_1 にパルスが加えられるたびに C_1 は充電されていく。充電された電荷は R_2 を通り放電される。 R_1 、 R_2 、 C_1 の時定数を十分長く(1秒程度)選んでおけば、 R_2 両端に発生する電圧 C_v によりヘッドの蓄熱状態をシュミレートできる。この電圧を駆動電圧制御回路(2)に入力して発熱素子の駆動電圧に対し適量のフィードバックをかけてやり濃度差制御を行なう。

R_1 、 C_1 の値を選択することで左右の濃度差が改善された結果を図13に示す。

熱履歴制御と濃度差補正制御の双方を施すことにより、ヘッドの蓄熱による印字品質の低下を更に効果的に抑えることが出来る。

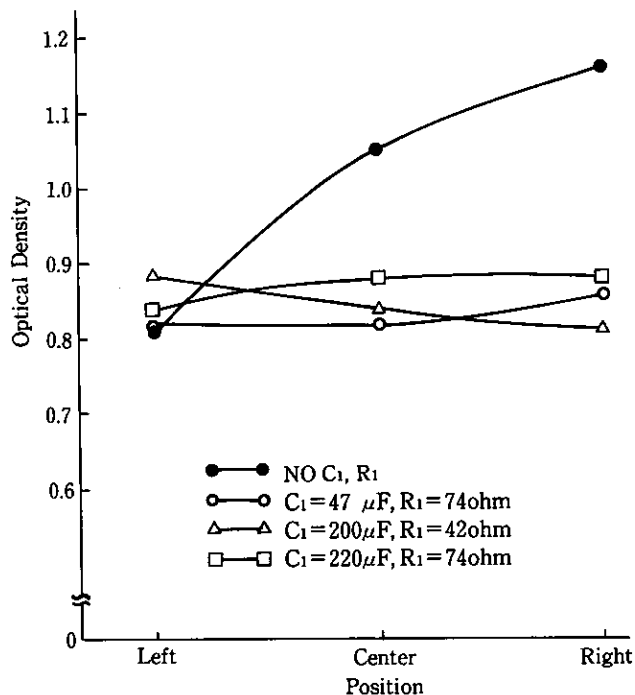


図13 濃度バラツキ制御の効果
Fig. 13 Effect of CR circuit to avoid variations in optical density

熱転写印字方式の印字品質に関わる要素として、印字ヘッド、リボン、プラテン(硬度)、圧着力、剥離距離、剥離方法、印加パルス制御、フォントについて検討を加え、

- ・二段グレース層構造、発熱素子幅約 160μ の印字ヘッドと、ワックス-樹脂混合系リボンを選択し、
- ・プラテンJISA硬度60~90、ヘッド圧着力約 $650\text{g}/\text{Head}$ 、剥離距離6~9ミリ、 $0.5 < \text{剥離部の} R < 1.5$ の条件を選び、
- ・ヘッドに対し熱履歴制御と濃度差補正制御を施し、
- ・フォントをヘッドの特性に合わせて微調整することにより、平滑度の低いボンド紙に対しても高印字品質を得た。

参考文献

- (1) 徳永 “熱転写記録方式の研究”、NTEC技術報告、NS-20903 (1985)
- (2) 前橋、田中、阿部 “熱転写記録プロセスの研究”、第4回ノンインパクトプリンティング技術シンポジウム論文集、25 (1987)
- (3) 中島、守口、佐藤、片山、大森 “ラフ紙対応コレクタブル熱転写記録技術”、第4回ノンインパクトプリンティング技術シンポジウム論文集、33 (1987)