
剥離紙を用いない熱活性型ライナーレスラベルの開発

Update on RICOH's Heat Activated Linerless Tecnology

久郷 智之* 稲葉 憲彦*
Tomoyuki KUGO Norihiko INABA

要 旨

一般の粘着ラベルは剥離紙を用いたものが常識となっている。しかし近年の環境経営の動きの中で、廃棄物の削減、炭酸ガス発生量の削減が望まれており、今回剥離紙を用いないリコーオリジナルの熱活性型ライナーレスラベルを開発するに至った。

その主な特徴は以下の通りである。

- 1) サーマルヘッド加熱手段を用いた熱活性プリンタへの搭載が可能
- 2) 0～40℃の広範囲な温度環境で粘着適応性を保持
- 3) 種々の被着体に対する粘着適応性を保持
- 4) 60℃の高温環境でも流通可能な耐ブロッキング適応性を保持

ABSTRACT

Generally the releasing paper is used for the pressure sensitive adhesive label. This releasing paper is the factor which increases the waste product discharged by the user of a pressure sensitive adhesive label.

On the other hand, the promotion of eco management is being required in recent years. Ricoh Co., Ltd. succeeded in developing the heat activated label which does not need a releasing paper(= liner-less label) in order to reduce waste products.

The main characteristics of liner-less label are as follows.

- 1) It is possible to install in the printer with the thermal head heating.
- 2) High adhesion is maintained under wide range temperture environment < 0 – 40℃>.
- 3) High adhesion is maintained to various kinds of adherends.
- 4) The temperature which does not stick paper each other is 60℃ or below.

* サーマルメディアカンパニー 開発センター
Research and Development Center, Thermal Media Compeny

1. 背景と目的

感熱記録方式は(1)オンデマンド印字記録が可能, (2)印字装置のコンパクト化・低コスト化が可能, (3)メンテナンスフリーのメリットを有しており, 食品POS, 工程管理, 物流配送等でのバーコードを利用したシステムへの適合性に優れた記録方式である. このシステムで利用されるメインメディアとしてサーマルラベルがあり, 記録方式のメリットと相まって, その需要は年間数億m²に達する.

一方, これらシステムでサーマルラベルを利用する際の課題として剥離紙のゴミ化の問題がクローズアップされてきている. つまり, サーマルラベルを貼り付け後にサーマルラベルと同量の剥離紙がゴミとして廃棄されている現状があり, 剥離紙の原料となる木材資源の枯渇, 焼却処理された場合の炭酸ガス発生による地球温暖化防止の視点から, 剥離紙の削減は環境対策の一つとして位置付けられる.

このような社会環境を受ける形で, サーマルラベルに不可欠な剥離紙を無くす取り組み(ライナーレスラベル化)が各種メーカーで積極的に展開され始めている.

今回, サーマルヘッドの加熱によってオンデマンドに粘着機能を付与させることで剥離紙の不要化が可能な熱活性型ライナーレスラベルを開発したので紹介する.

2. 製品概要

2-1 製品構成

Fig.1に熱活性型ライナーレスラベルと一般粘着ラベルとの相違を示した. 熱活性型ライナーレスラベルは裏面に熱で溶解して粘着剤に変化する感熱粘着層(以下活性層と言う)が塗布され, 熱源により加熱溶解して粘着ラベルとなるのに対し, 一般粘着ラベルはもともと粘着性を持つ粘着剤が塗布され剥離紙を剥がすことで粘着ラベルとなる点に構成上の相違がある.

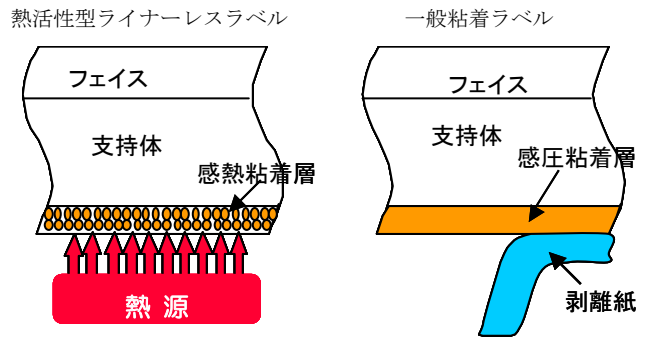


Fig.1 Cross section image

2-2 熱活性型ライナーレスラベルの品質仕様

Table 1に本新製品の品質仕様を示す.

Table 1 Specification of Ricoh's heat activated linerless label.

仕様項目		仕様内容	
粘着特性	熱感度特性	20~25mJ/mm	
	初期粘着特性	0°C	24.5±9.8N/40mm
		20°C	24.5±9.8N/40mm
		40°C	10.0±9.8 —4.9N/40mm
貼付け保管特性	30日間保管	14.7N/40mm以上	
ブロッキング特性	耐熱ブロッキング特性	60°C Dry*2週間保管	
ヘッドマッチング特性	ヘッドカス付着特性	30kmメンテナンスフリー	
	ヘッド磨耗特性	30kmメンテナンスフリー	

尚, 本新製品の詳細な品質概要については2-3, 2-4, 2-5で示す.

2-3 粘着特性

(1) 熱感度特性 (Fig.2)

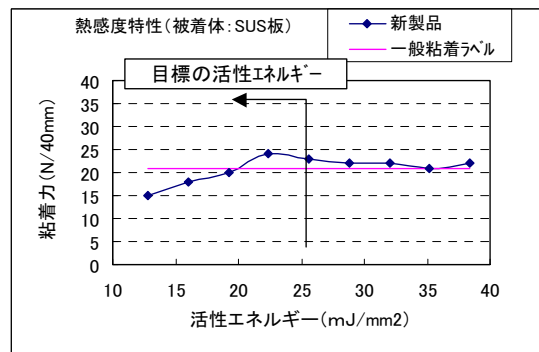


Fig.2 Adhesive power by applied heat energy.

一般に通常感熱紙は4inch/secの印字速度で発行され, その場合25mJ/mm²の印字エネルギーを必要とするのに対し,

本新製品は20mJ/mm²以上の熱活性エネルギー印加により一般粘着ラベルと同等以上の粘着力を有し市場要求に適合している。

(2) 初期粘着特性 (Fig.3)

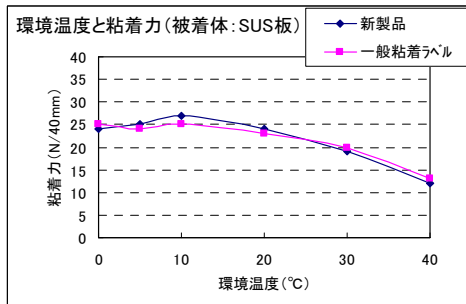


Fig.3 Adhesive power on temperature ranges.

食品POS市場では、生鮮品等の低温保管食品から惣菜等の保温保管食品の広範囲な温度被着体への粘着適正が求められるのに対し、本新製品は被着体温度が0°Cから40°Cの範囲で一般粘着ラベルと同等の粘着力を有し市場要求に適合している。

(3) 貼り付け後の経時粘着特性 (Fig.4)

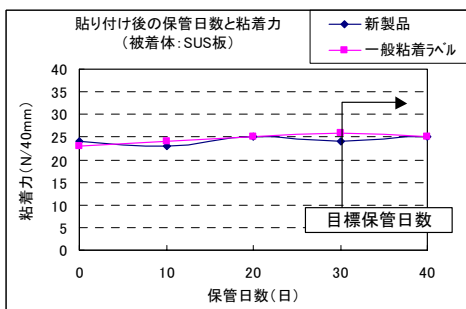


Fig.4 Adhesive power by storage days.

物流・配送市場では、物流用カートンケースなどを倉庫に長期保管するために、最大30日間の粘着持続性が求められるのに対し、本新製品は40日間保管後で一般粘着ラベルと同等の粘着力を有し市場要求に適合している。

(4) 各種被着体適応特性 (Fig.5)

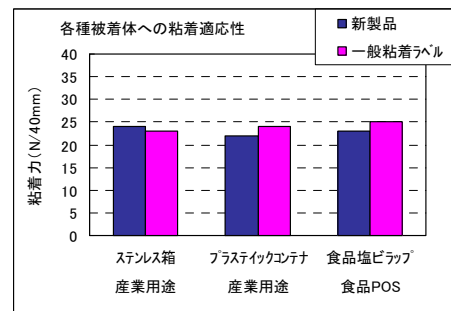


Fig.5 Adhesive power on adherends.

食品POS、工程管理、物流・配送の各市場毎に被着体の材質に違いがあり、それぞれの被着体への適合性を求められるのに対し、本新製品は各種被着体に対し一般粘着ラベルと同等の粘着力を有し市場要求に適合している。

2-4 プリントマッチング特性

(5) 連続発行における粘着特性 (Fig.6)

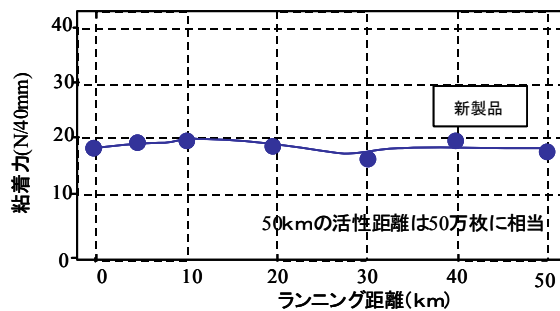


Fig.6 Adhesive power by continuous activation.

一般のサーマルプリンターに搭載されるサーマルヘッドはラベルの長さで30km以上のメンテナンスフリーを求められているのに対し、本新製品は連続50km活性 (50万枚のラベルの連続活性に相当) しても粘着低下は無く市場要求に適合している。

2-5 耐ブロッキング特性

(6) 耐ブロッキング特性 (Fig.7, 8)

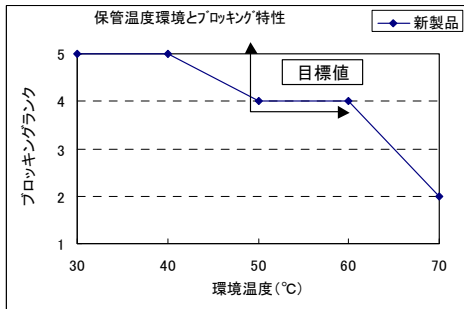


Fig.7 Heat blocking.

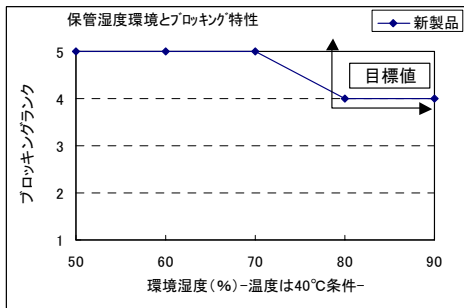


Fig.8 Humidity blocking.

ランク1: 全面破れを伴うブロッキング
 ランク2: 全体的な点状転写が見られる
 ランク3: 部分的に点状の転写見られる
 ランク4: 剥がす時音は伴うが転写なし
 ランク5: ほとんど抵抗もなく剥れる 目標値

通常サーマルラベルはロール形態で運用される事から、夏場のトラック輸送や大型輸送コンテナ内を想定して耐熱ブロッキング性を求められるのに対し、本新製品は60°Cの高温環境保管や40°C80%Rhの高湿環境保管でもブロッキングを発生しない特性(ランク4以上)を有しており市場要求に適合している。

3. 技術の特徴

3-1 熱活性型ライナーレスラベルの技術課題に対する取り組みについて

熱によって粘着性を発現させるシステムを利用した商品としてリターナル瓶などのラベルに利用されるディレードタックラベルがある。しかし既存のディレードタックラベル

に用いられている熱活性粘着化技術でサーマルヘッドを用いた熱活性型ライナーレスラベルを実現するにはTable 2に示すような技術課題がある。

Table 2 Problem of current.

	従来品の技術課題
粘着特性	ロール形態で40°C環境保管するとブロッキングが発生する。 10°C以下の低温環境において粘着力が著しく低下する。
サーマルヘッドマッティング特性	サーマルヘッド上に糊カスが融着し連続活性した場合に粘着力が低下する

そこでFig.9に示すような開発構想を設定し、新規技術①～③を開発し、上記技術課題の解決を図り、サーマルヘッドを用いた新しい熱活性型ライナーレスラベルを可能にした。

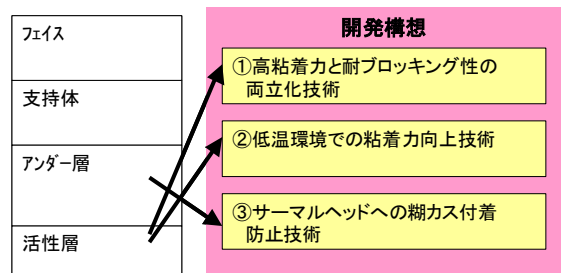


Fig.9 New development design.

①高粘着力と耐ブロッキング性の両立化技術

高粘着化機能とブロッキング防止機能を有する高機能固体可塑剤の探索

②低温環境での粘着力向上技術

活性層の柔軟性を向上させる新規な柔軟化剤の利用

③サーマルヘッドの糊カス付着防止技術

活性エネルギーの活用効率を上げ高感度活性化による活性層の熔融粘度を低減化する技術

3-2 高粘着力と耐ブロッキング特性の両立化技術

熱活性ライナーレスラベルの活性層はFig.10の熱活性モデルに示すように、主要材料として粘着性樹脂、粘着付与剤、固体可塑剤より構成され、加熱により固体可塑剤が溶融して樹脂や粘着付与剤と相溶することで粘着力が発現する。

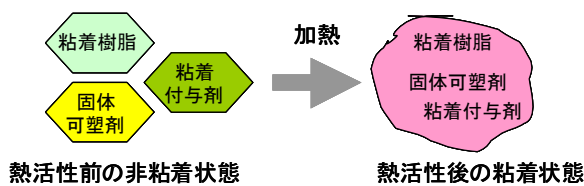


Fig.10 Heat activation model.

この中で熱活性化前の非粘着状態と熱活性化後の粘着状態における求められる固体可塑剤の必要機能をTable 3に示す。

Table 3 Main function of solid plasticizer.

	求められる品質	固体可塑剤の必要機能	固体可塑剤の必要物性
熱活性化前の非粘着状態	耐ブロッキング特性	固体可塑剤が溶融しないこと	高融点
熱活性化後の粘着状態	粘着特性	固体可塑剤が樹脂と混じり易いこと	相溶性
		固体可塑剤が結晶化し難いこと	過冷却性

熱活性化前の非粘着状態としての耐ブロッキング特性及び、熱活性化後の粘着状態としての粘着特性の両品質特性向上として高融点で過冷却性を持ち、且つ樹脂と相溶性が良好な固体可塑剤の選択が本両立化技術のキーポイントとなる。

代表的な固体可塑剤A, B, Cの物性値とそれを用いた熱活性ライナーレスラベルの品質をTable 4に記載する。

Table 4 Solid plasticizer characteristics.

	融点	過冷却性 ※1	相溶性 ※2	常温での粘着力	耐ブロッキング性 60℃環境保管
固体可塑剤A	140℃	有り	有り	23.0N/40mm	ブロッキング無し
固体可塑剤B	80℃	有り	有り	23.5N/40mm	ブロッキング発生
固体可塑剤C	145℃	無し	無し	2.8N/40mm	ブロッキング無し

尚、固体可塑剤物性として過冷却性および樹脂との相溶性は次のように定義した。

※1 過冷却性：DSCを用い固体可塑剤の昇温溶融後の冷却過程において結晶化ピークの有無にて判定した。

※2 相溶性：樹脂と固体可塑剤の混合物を溶融固化させた状態を目視観察にて判定した。

本結果から、固体可塑剤Aのような140℃の高融点と過冷却性及び樹脂との相溶性を併せ持つ材料を活性層に用いる技術により、高い粘着特性と耐ブロッキング特性向上の両立が

可能になった。

3-3 低温環境に適應する粘着特性の向上技術

熱活性ライナーレスラベルが低温環境でも粘着適應できる必要機能をTable 5に示す。

Table 5 Main function for soft activated layer.

	求められる品質	必要機能
低温環境における粘着状態	粘着力の維持	活性層が固く → 柔軟化剤の併用 ならない

加熱により柔らかくなった活性層が低温環境において再び固くならない為には、Fig.11のイメージモデルに示すように、溶融した固体可塑剤が低温環境で結合して固体化する状態を妨げる柔軟化剤を新たに併用することで、低温環境においても常温環境の粘着力を維持させる。

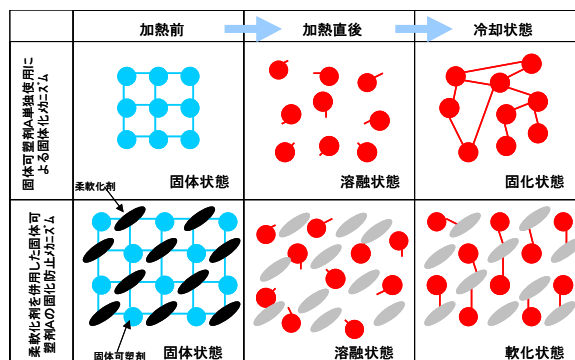


Fig.11 Image model of solidification prevention.

固体可塑剤Aと柔軟化剤を併用させた活性層の物性値と、その活性層を用いた熱活性ライナーレスラベルの0℃環境における活性層の固さと粘着特性をTable 6に記載する。

Table 6 Soften compound characteristics.

	0℃環境での特性	
	活性層の硬さ (針入度)	粘着力
固体可塑剤Aのみを用いた活性層	10mm	0N/40mm
固体可塑剤Aと柔軟化剤を併用した活性層	40mm	22.4N/40mm

針入度
活性層面に針を100gfの加重で加圧接触させ、5秒で針が活性層に浸入する長さ(mm)を示した。

本結果から、固体可塑剤Aと柔軟化剤を併用させる技術により、0℃の低温環境においても柔軟な活性層を維持させ、高い粘着力を発現できることを可能にした。

3-4 サーマルヘッドへの糊カス付着防止技術

糊カス付着現象とは、サーマルヘッド上に活性層の有機物成分が溶融して付着堆積し、それが原因でサーマルヘッドから活性層への熱の伝播が阻害され活性層の溶融が不十分となり粘着力が低下する現象を示す。

糊カス付着現象のメカニズムをFig.12に示した。溶融した活性層にラベル搬送のせん断力が加わることでサーマルヘッドに溶融した有機物が付着し、それが繰り返されサーマルヘッドの高温に晒されることで次第に融着し堆積していくと考えられる。この時サーマルヘッドからの活性エネルギーが大きいほど活性層表面の溶融粘度は低くなり有機物の付着が発生し易くなる。

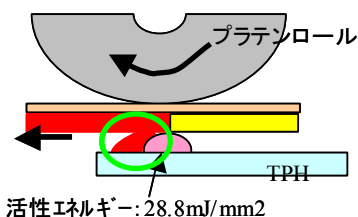


Fig.12 Paste residue mechanism.

従って、サーマルヘッドからの活性エネルギーを低下させることが糊カス付着防止に有効な手段となる。しかし活性エネルギーを低下させると活性層を溶融できる厚みが薄くなり粘着力低下を起こすことになる。その様子をFig.13とTable 7に示した。

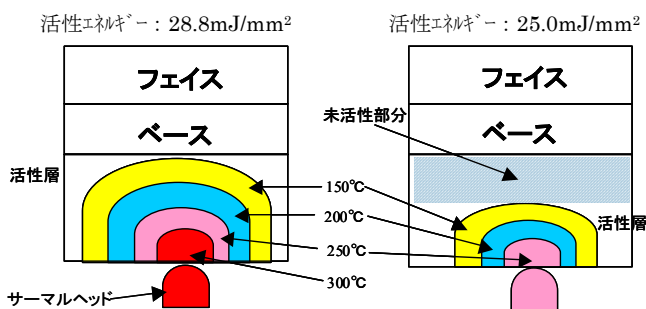


Fig.13 Heat conduction model.

Table 7 Adhesive power & paste residue.

活性エネルギー	粘着力	糊カス付着
28.8mJ/mm ²	22.0N/40mm	有り
25.0mJ/mm ²	10.2N/40mm	無し

Fig.13はサーマルヘッドの活性エネルギーを28.8mJ/mm²と25.0mJ/mm²の2水準に設定した場合の活性層内の温度分布を有限要素法で計算した結果であり、活性エネルギーが低い方が活性層の溶融可能温度150℃以上の厚みが薄くなっている事を示している。言い換えれば活性エネルギーを低下させることは熱により粘着力を有する層を薄くすることであり、Table 7に示すように粘着力を著しく低下させてしまう為に粘着力低下を補完する新たな要素が必要となる。

そこで活性エネルギーの活性効率を向上させる事と粘着時の被着体への密着性を向上させる事を目的に中空粒子を主成分とする断熱アンダー層を活性層とベースの間に設置して粘着力の低下を補完することを試みた。Fig.14に示すように断熱アンダー層により25.0mJ/mm²の活性エネルギーでも活性層の溶融可能温度150℃以上が全体に分布している様子が判る。

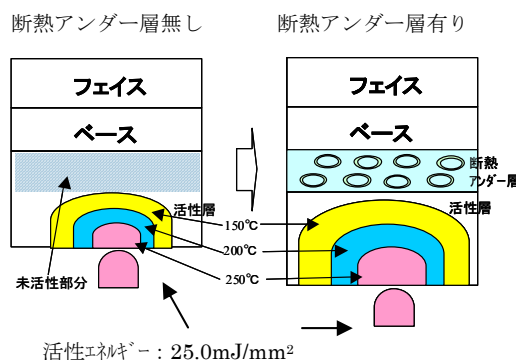


Fig.14 Heat conduction model.

Table 8で断熱アンダー層を設置した場合の粘着力と糊カス付着の性能を示した。断熱アンダー層の設置により、活性エネルギーを低下させた場合も粘着力の低下を発生させずに糊カス付着の防止が可能となった。

Table 8 Adhesive power & paste residue.

活性エネルギー	断熱アンダー層	粘着力	糊カス付着
25.0mJ/mm ²	無し	10.2N/40mm	無し
25.0mJ/mm ²	有り	24.4N/40mm	無し

4. 今後の展開

一般粘着ラベルと同等の粘着特性を有するライナーレスラベルを熱活性型で可能にすることができた。今後は熱活性感度を更に向上させて、より少ないエネルギーでの活性化を目指し、ハンディタイププリンターへの搭載を可能にしてい