

塗工とパルプ組成が表面ラフニングに及ぼす影響

(東大院農生命) ○佐々木 潔、江前 敏晴、尾鍋 史彦

Influences of coating and pulp composition on paper surface roughening

Kiyoshi Sasaki, Toshiharu Enomae and Fumihiko Onabe
Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

Abstract

Surface roughening of paper is a phenomenon which happens when paper becomes wet in contact with water or aqueous liquid, and a practically significant problem in practical uses. Some factors are considered as causes of surface roughening of paper. In this experiment, influences of coating and pulp composition on surface roughening were investigated.

Aqueous coating is a kind of water absorption process, so coated paper inevitably has a wetting history. Commercial fine paper was coated and calendered, then soaked and redried freely. Resultant roughening was measured and compared with its base paper. Roughness increase, in terms of Bekk smoothness and gloss, for the coated paper was lower than that for the uncoated. Coating were considered to suppress swelling and deformation of fibers in the base paper.

In industry, a single sort of pulp is not always used for commercial paper. Mechanical pulp (MP) fibers tend to be collapsed during calendering, and recover partially its tubular shape by wetting. This is one of the reasons of roughening. In this work, effects of mixing pulp on surface roughening of paper was examined. Two sorts of pulp, hardwood bleached kraft pulp (HBKP) and thermomechanical pulp (TMP) were mixed at ratios of 100:0, 90:10, 75:25 and 0:100. Handsheets from the mixed pulps were calendered, then soaked and redried freely. Consequently, the higher the mixing ratio of TMP, the higher the roughness, but, the roughness increase was not proportional to the TMP ratio. TMP fibers are more apt to rise due to wetting than HBKP fibers. Even at a low TMP ratio, a rugged surface are expected to appear if the fibers are well dispersed across the surface. The conventional wisdom that mixture of chemical and mechanical fibers causes more surface roughening than a single pulp is not exactly true. But, a small amount of formulated mechanical pulp should make people feel that it causes severe roughening.

Keywords : coating, gloss, pulp composition, smoothness, surface roughening

1. 緒言

紙の表面ラフニング (surface roughening) は、紙の表面が水または水を含む液体などで濡れた際に、表面の粗さが増加し、光沢が失われる現象を指す。親水性材料である紙には避けられない現象であり、実際の用途から見ても、印刷適性を損なうなど重要性が大きい問題である。表面ラフニングを抑制する方法として、さまざまな方法が検討されているが、本研究では、塗工とパルプ組成が表面ラフニングに及ぼす影響について検討した。

塗工は一種の吸水工程である。水系塗料によりいったん吸水、乾燥工程を経ている塗工紙は塗工工程ですでにラフニングを起こしていることが知られているが、塗工紙が再度吸水、吸湿した際にさらにラフニングを起こすのかどうか、塗工層が吸水をどのように抑えるか、吸水した分すべてが塗工層に受容できるのか、という問題については未知の点が多い。塗工は紙のラフニングにどのような影響を及ぼすのか、塗工によってラフニングを抑制することができるのかどうかを検討した。

また、実際には異種の混合パルプから作られた紙が新聞紙などで使われている。Forseth¹⁾らは、メカニカルパルプ (MP) は乾燥までの工程では繊維が扁平につぶれることはなく、カレンダーリング処理によって初めてつぶされることを明らかにした。一方、化学パルプ (CP) はウ

ェットプレス及び乾燥工程で繊維がかなりつぶされ、さらにカレンダーリング工程で完全に扁平化する。また、吸湿、吸水を経ることによって MP は扁平な形状からある程度管状の形態へと回復するが、CP ではほとんど回復は観察されない。彼らの報告では、MP の挙動は CP と混合した紙の中での挙動であるが、パルプの混合による表面ラフニング特性への影響そのものは研究されていない。CP は吸水している間は膨潤量が MP に比べてはるかに大きいので MP の吸水や形状回復に必要な空隙を与える可能性があるので、パルプの混合はラフニングを助長することと考えられる。そこで、パルプの混合の割合によって表面ラフニングへの影響がどのように変化するかを調べた。

2. 実験

2.1 塗工が表面ラフニングに及ぼす影響

2.1.1 塗料の配合

顔料：炭酸カルシウム(白石工業(株)製 Brilliant-15)50 部、クレー(Engel Hard 社製 Ultra White 90)50 部

分散剤：ポリアクリル酸ナトリウム 0.4 部

バインダー：SB ラテックス 15 部

固形分：53%

2.1.2 塗工

市販上質紙(王子製紙(株)製サンフラワー、坪量 63.3 g/m^2)に片面塗工した。

2.1.3 塗工条件

塗工機：ヨシミツ精機(株)製 YOA-B 型

塗工量： 23 g/m^2

乾燥条件： 120°C 、1 min

塗工速度：約 1 m/min

2.1.4 測定

上記のサンプルについて、塗工紙と原紙についてそれぞれ水に 1 日浸漬、再乾燥し、浸漬前後での変化を調べた。王研式平滑度、光沢(85°)、透気抵抗度、厚さを測定した。塗工紙については、塗工面について測定した。王研式平滑度計(旭精工(株)製水柱式)、光沢度計(ミノルタ(株)製 GM-268)、透気度計(旭精工(株)製水柱式)、厚さ測定器(高橋製作所)を用いた。

2.2 パルプ組成が表面ラフニングに及ぼす影響

異なる種類のパルプを混合して、手すき紙(坪量： $65 \sim 69 \text{ g/m}^2$)を調製した。

2.2.1 試料

広葉樹さらしクラフトパルプ(LBKP)、PFI ミルで 5000 回叩解

サーモメカニカルパルプ(TMP)、ろ水度：C.S.F. = 100 ml

以上 2 種類のパルプを用いて、両者の比率が LBKP : TMP = 100:0、90:10、75:25 及び 0:100 の 4 種類の手すき紙を調製した。

2.2.2 処理

上記のサンプルが互いにベック平滑度が等しくなるようにカレンダーリング処理(由利ロール機械(株)製 TSC-301、30、245 kN/m、約 7 m/min、1 回通紙)した。吸水処理として、水に約 10 秒間浸漬し、自然乾燥した。

2.2.3 測定

上記のサンプルについて、密度、王研式平滑度、光沢(85°)、透気抵抗度を測定した。

3. 結果および考察

3.1 塗工

表 1 に、塗工紙及び原紙の王研式平滑度、光沢、透気抵抗度、厚さの浸漬処理による変化を示す。塗工は浸漬処理によって生じる原紙の平滑度、光沢、厚さの変化を減少させた。とくに

平滑度の低下は半分に、光沢の低下は 1/4 に抑えられている。また、透気抵抗度は塗工紙では上昇し、原紙では低下した。

結果の上では塗工は表面ラフニングの程度を低下させたと言える。Salminen²⁾は、塗工層表面の平滑性を決めるのは原紙の膨張であるとしている。十分長い時間をかけた浸漬処理であっても塗工層があるために原紙内部の空気が完全に追い出されず原紙の繊維の膨潤が十分に起きなかったため、ラフニングの程度が減少した可能性もある。しかし、原紙表面に浸透した微小なラテックス粒子が原紙に浸透した状態で塗工層が形成され、塗工層に近い原紙の繊維は塗工層と強く接着され、原紙に膨潤の応力が発現したにもかかわらず原紙の膨張が抑えられたのではないかと考えられる。

3.2 パルプ組成

表 2 に、混合パルプの手すき紙の密度、王研式平滑度、光沢、透気抵抗度の浸漬処理による変化を示す。TMP の含有率が高いほど透気抵抗度は低く、密度と光沢は高くなった。図 1 に、TMP の混合率に対する浸漬処理による各物性値の減少率を示す。各物性値とも TMP 混合率に対して直線関係にならず、パルプを混合した紙についてはそれぞれのパルプを単独で使用した値から直線関係を仮定して予測される値よりやや大きな値を示した。TMP を混合することによってラフニング量は増加すると考えられる。

LBKP は浸漬処理によって膨潤するが、乾燥すると元の断面形状に戻りやすい。また、TMP は膨潤時の繊維の毛羽立ちが大きい。したがって、毛羽立ちの小さいパルプと大きいパルプが混在しているので紙面全体での凹凸の差が大きくなり、TMP の含有率の割には、大きなラフニングが起きたと考えられる。

4. 結論

塗工は表面ラフニングの程度を低下させたと言える。原紙表面に浸透した微小なラテックス粒子が原紙に浸透した状態で塗工層が形成され、塗工層に近い原紙の繊維は塗工層と接着され、原紙の膨張が抑えられたのではないかと考えられる。

TMP を混合することによってラフニング量は増加すると考えられる。TMP は LBKP に比べて膨潤時の繊維の毛羽立ちが大きいので、両者の毛羽立ちの差によって紙面全体での凹凸の差が大きくなり、TMP の含有率の割には、大きなラフニングが起きたと考えられる。

謝辞

サーモメカニカルパルプ (TMP) を提供していただきました日本製紙株の内藤勉氏、実験試料のカレンダーリング処理をしていただいた特種製紙株の松田裕司氏に対し、感謝の意を申し上げます。

引用文献

- 1) T. Forseth, K. Wiik and T. Helle : *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, **12**(1), 67-71 (1997)
- 2) P. Salminen and S. Fors : *1992 TAPPI Coating conference proceedings*, 7-22 (1992)

Table 1 Changes in physical properties of coated paper by soaking and redrying.

	Coated			Uncoated		
	Before soaking	After soaking	Change (%)	Before soaking	After soaking	Change (%)
Oken smoothness (s)	197	134	-32	62.7	25.2	-60
Gloss (%)	36.3	32.5	-10	6.8	4.0	-41
Air resistance (s)	1058	1144	8	21.7	19.5	-10
Thickness (μm)	92.6	95.0	3	75.6	81.3	8

Table 2 Changes in physical properties of paper with different pulp compositions by soaking and redrying.

	TMP ratio (%)	Before calendering	After calendering	After soaking
Density (g/cm ³)	0	0.578	0.946	0.692
	10	0.581	0.925	0.647
	25	0.565	0.911	0.598
	100	0.491	0.825	0.452
Oken smoothness (s)	0	16.7	291	29.3
	10	20.9	306	22.2
	25	27.4	325	16.4
	100	51.7	247	7.9
Gloss	0	9.8	23.2	7.3
	10	9.0	21.6	6.0
	25	8.5	19.5	4.4
	100	7.6	12.7	2.1
Air resistance (s)	0	2.5	19.4	3.8
	10	4.6	33.3	6.0
	25	11.0	75.3	12.3
	100	96.1	636	73.5

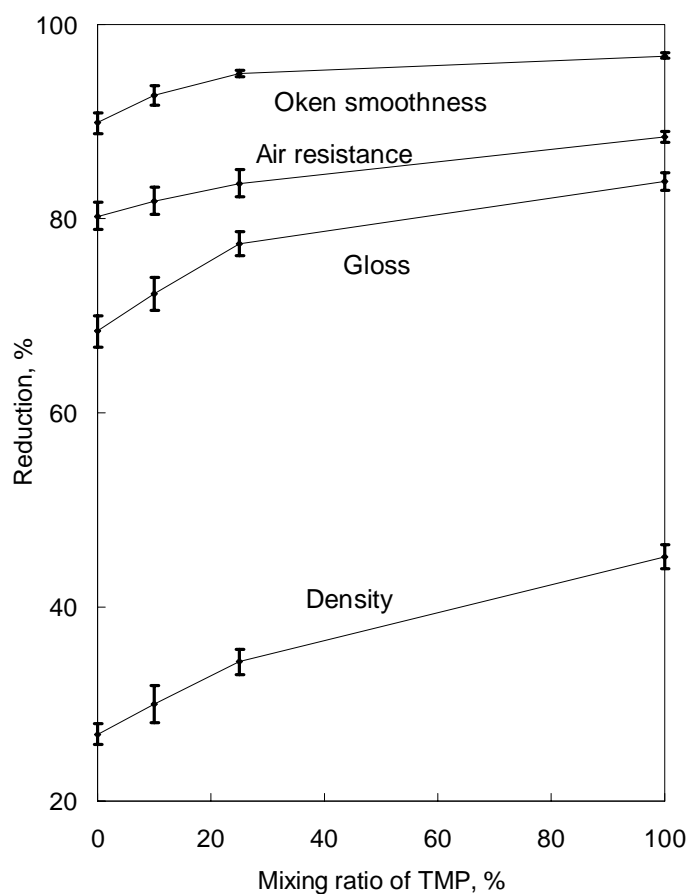


Fig. 1 Reduction by soaking and redrying as a function of TMP ratio.