

水に解けないトイレトペーパーの原因追及と対策 (第1報)

製紙・CNF科 齊藤和明* 深沢博之* 木野浩成* 齊藤将人** 白井 圭** 山口智久*

Study on the toilet paper hard to decompose into water (1st Report)

Kazuaki SAITOH, Hiroyuki FUKASAWA, Hironari KINO, Masato SAITO, Kei SHIRAI
and Tomohisa YAMAGUCHI

Keywords : toilet tissue paper, alkyl ketene dimer sizing agent, rosin sizing agent, dry strengthening agent,
decompositivity into water

キーワード：トイレトペーパー、AKD系サイズ剤、ロジン系サイズ剤、乾燥紙力増強剤、ほぐれやすさ

1 はじめに

静岡県はトイレトペーパーの全生産量の50%にも及ぶ一大生産地であり、その生産量の9割程度は再生紙トイレトペーパーという特徴がある^{1, 2)}。再生紙トイレトペーパーは、従来は上質古紙を用いて生産されてきたが、近年は原料古紙の品質が低下し、様々なトラブルが発生している。その中で、原因不明な現象として水に解けないトイレトペーパーについて技術的な対策を要望されている。これらの原因を追及し、工場における対策を提案することを目的として研究を実施した。

本研究では、水に解けにくくする（ほぐれにくくする）製紙薬品、その影響を除去する古紙処理方法等を検討したので報告する。

2 方法

2.1 広葉樹さらしクラフトパルプ（以下、「LBKP」という。）への製紙薬品の添加実験

手すき紙の調製方法を簡単に図1に示す。調製条件などは表1のとおり。

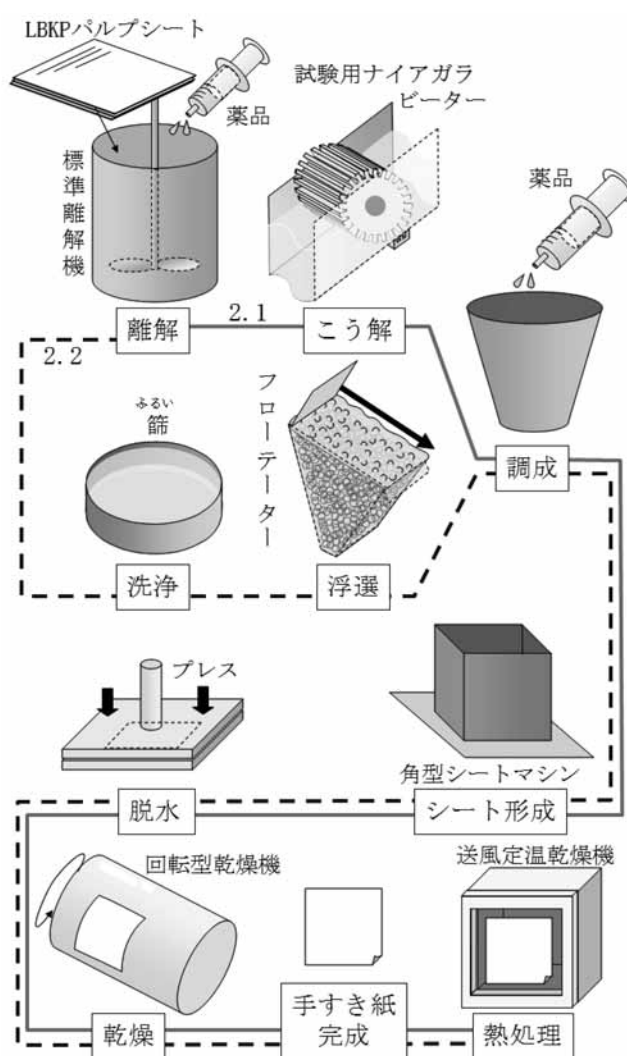


図1 手すき紙の調製方法

*) 現 製紙科 ***) 現 CNF科

表1 手すき紙の調製条件と方法

製紙原料 こう解			LBKP 試験用ナイヤガラピーター（熊谷理機工業(株)製）にて、400mLCSFまでこう解
調成	添加薬品と添加量	硫酸	手すき前の抄紙原料（以下、「原質」という。）が目標のpHになるまで添加
		硫酸アルミニウム	原質が目標のpHになるまで添加
		サイズ剤※ （AKD系／ロジン系）	メーカーの標準的な処方量
		乾燥紙力増強剤※	メーカーの標準的な処方量
抄紙	シート形成		JIS P 8222に準じ、角型シートマシン（熊谷理機工業(株)製）にて、目開き180μm（80mesh）の金網を使用 目標坪量は18、64g/m ²
		乾燥	回転型乾燥機（熊谷理機工業(株)製）にて、約90℃で4分間
熱処理			送風定温乾燥機FC-610（アドバンテック東洋(株)製）にて、105℃で60分

※ 協力製紙薬品会社から一般的な銘柄を提供

水に解けにくくする製紙薬品を調べるため、手すき紙及び原質に対して、表2の試験項目につき各試験方法に準じて測定した。

表2 手すき紙の調製条件と方法

試験対象	試験項目	試験方法
原質	ろ水度	JIS P 8121-2
手すき紙	坪量※	JIS P 8124
坪量64g/m ²	比引張強さ	JIS P 8113
坪量64g/m ²	サイズ度	JIS P 8122
坪量18g/m ²	ほぐれやすさ	JIS P 4501

※ 試料数は10未満として試験に供した

2.2 手すき模擬古紙に対する古紙処理等実験

手すき模擬古紙の調整条件などは表3のとおり。

表3 手すき模擬古紙の調製条件と方法

製紙原料 こう解			LBKP 試験用ナイヤガラピーター（熊谷理機工業株製）にて、400mLCSFまでこう解
調成	添加薬品と添加量	硫酸アルミニウム	対パルプ1.0% (w/w)
		サイズ剤（AKD系／ロジン系）	メーカーの標準的な処方量
		乾燥紙力増強剤	メーカーの標準的な処方量
抄紙	シートの形成	JIS P 8222に準じ、角型シートマシン（熊谷理機工業株製）にて、目開き180μm（80mesh）の金網を使用 目標坪量は107g/m ²	
	乾燥	回転型乾燥機（熊谷理機工業株製）にて、約90℃で4分間	
熱処理			送風定温乾燥機FC-610（アドバンテック東洋株製）にて、105℃で60分

水に解けにくくする製紙薬品を添加した手すき模擬古紙に対して、表4の古紙処理等条件により再生手すき紙を得た。

表4 手すき模擬古紙に対する古紙処理等条件

古紙 処 理	洗浄 1 回	離解した試料を、目開き106 μ m (150 mesh) の篩で、約9.2% (w/w) まで手絞りする
	洗浄 2 回	1 回洗浄した試料を、再離解してから、もう 1 回洗浄する
	洗浄 1 回 +NaOH	離解時に、水酸化ナトリウムを約0.44% (w/w) 添加し、離解したものを 1 回洗浄する
	浮選	離解時に、水酸化ナトリウムを約0.44% (w/w) ・脱墨剤（花王(株)製DI-7020）を約0.17% (w/w) 添加し、離解したものを 1 回洗浄した後、再離解して実験用フローテーター（熊谷理機工業(株)製）にてフローテーションを行う
調 成	古紙処理した原質をそのまま抄紙する（中性抄紙）	
	古紙処理した原質に、硫酸をpH5.0～5.6になるように添加してから抄紙する（酸性抄紙）	
抄 紙	シート の形成	JIS P 8222に準じ、角型シートマシン（熊谷理機工業(株)製）にて、目開き180 μ m (80mesh) の金網を使用 目標坪量は107g/m ²
	乾燥	回転型乾燥機（熊谷理機工業(株)製）にて、約90℃で4分間
熱処理	送風定温乾燥機FC-610（アドバンテック東洋(株)製）にて、105℃で60分間	

製紙薬品の影響がどの程度除去できたか評価するため、再生手すき紙に対して、表5の試験項目につき各試験方法に準じて測定した。

表5 試験項目と試験方法

試験対象	試験項目	試験方法
再生手すき紙	坪量※	JIS P 8124
坪量64g/m ²	比引張強さ	JIS P 8113
坪量64g/m ²	サイズ度	JIS P 8122
坪量18g/m ²	ほぐれやすさ	JIS P 4501

※ 試料数は10未満として試験に供した。

3 結果

3.1 LBKPへの製紙薬品の添加実験結果

原質と手すき紙のろ水度及び坪量を表6に示す。

表6 原質のろ水度と手すき紙の坪量

添加薬品	ろ水度※ (mLCSF)	坪量 (g/m ²)
無し (LBKPのみ)	363	17.8、63.4
硫酸	399	17.7、68.7
硫酸アルミニウム (以下、「バンド」という。)	399	18.2、70.2
AKD系サイズ剤 (以下、「AKD」という。)	363	17.7、64.4
ロジン系サイズ剤 (以下、「ロジン」という。)	363	18.2、63.5
乾燥紙力増強剤 (以下、「紙力剤」という。)	363	18.0、64.2

※ ろ水度は薬品添加前に測定した。

手すき紙の比引張強さを図2、サイズ度を図3、ほぐれやすさを図4にそれぞれ示す。

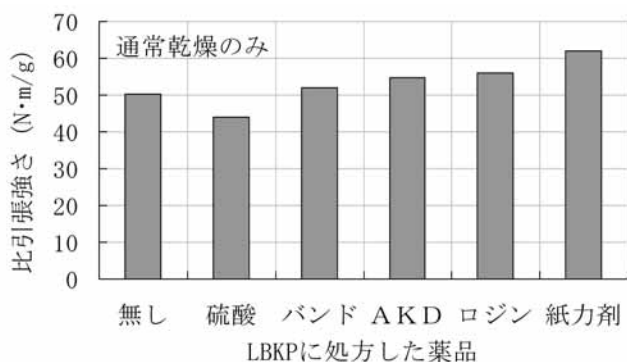


図2 手すき紙の比引張強さ

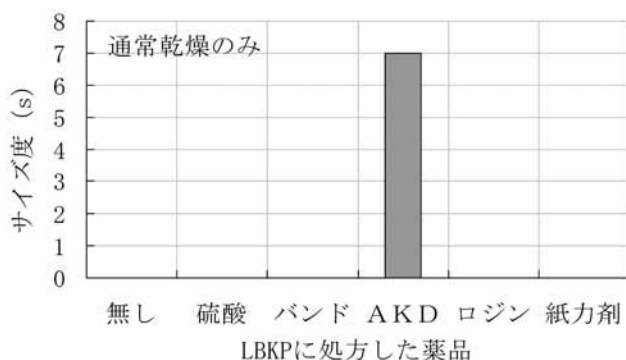


図3 手すき紙のサイズ度

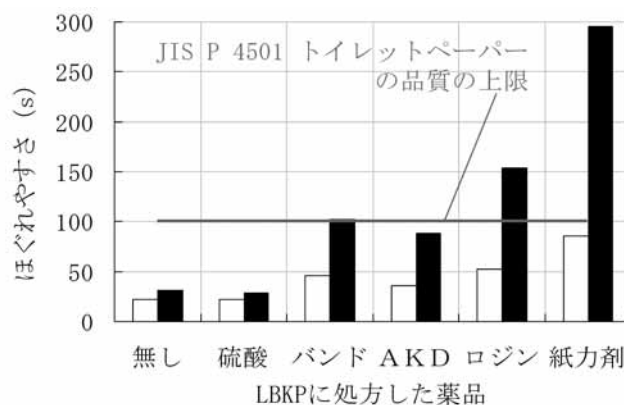


図4 手すき紙のほぐれやすさ

□：通常乾燥、■：熱処理。

紙力剤やサイズ剤がほぐれにくくするものの、比引張強さとサイズ度はほぐれやすさと直接関係しないことが分かった。

3.2 手すき模擬古紙に対する古紙処理等実験結果

手すき模擬古紙を古紙処理して得た再生手すき紙の坪量、比引張強さ、ほぐれやすさを表7に示す。サイズ度は全て0sだった。

AKDは簡単な洗浄で熱処理してもほぐれやすいが、ロジンや紙力剤は熱処理すると古紙処理しても顕著にほぐれにくくなった。

表7 手すき模擬古紙に対する古紙処理方法・抄紙条件等を変えたときの坪量、比引張強さ、ほぐれやすさ

手すき模擬古紙 (添加薬品)	古紙処理方法	坪量 (g/m ²)				比引張強さ (N・m/g)				ほぐれやすさ (s)			
		通常乾燥		熱処理		通常乾燥		熱処理		通常乾燥		熱処理	
		中性抄紙	酸性抄紙	中性抄紙	酸性抄紙	中性抄紙	酸性抄紙	中性抄紙	酸性抄紙	中性抄紙	酸性抄紙	中性抄紙	酸性抄紙
無し	洗浄1回	18.1, 64.3	17.8, 63.8	18.1, 64.3	17.8, 63.8	37.8	41.2	39.5	39.0	12.0	12.4	15.8	16.8
	洗浄2回	18.1, 64.5	17.8, 64.2	18.1, 64.5	17.8, 64.2	39.4	38.0	38.9	40.3	12.0	13.2	16.6	16.4
	洗浄1回+NaOH	18.1, 64.7	17.8, 63.7	18.1, 64.7	17.8, 63.7	38.0	39.1	40.0	38.5	11.0	9.4	14.0	13.6
	浮選	17.8, 64.3	17.5, 64.2	17.8, 64.3	17.5, 64.2	35.5	37.7	37.9	36.4	10.0	10.4	11.6	12.6
バンド	洗浄1回	18.1, 65.0	18.0, 65.1	18.1, 65.0	18.0, 65.1	37.4	36.6	36.8	39.3	18.6	17.4	39.6	35.0
	洗浄2回	18.3, 64.9	18.2, 64.7	18.3, 64.9	18.2, 64.7	39.0	38.9	38.5	38.0	19.0	18.0	36.2	34.8
	洗浄1回+NaOH	18.0, 64.3	18.0, 64.4	18.0, 64.3	18.0, 64.4	40.0	40.2	39.2	39.4	15.2	16.4	28.2	31.0
	浮選	17.5, 65.1	17.5, 64.8	17.5, 65.1	17.5, 64.8	35.8	36.4	36.6	36.3	13.0	16.2	22.8	30.6
AKD	洗浄1回	18.1, 63.6	18.0, 63.8	18.1, 63.6	18.0, 63.8	33.6	32.0	34.7	33.4	13.0	13.4	24.3	25.6
	洗浄2回	18.3, 64.5	18.2, 64.3	18.3, 64.5	18.2, 64.3	33.6	32.5	33.3	32.3	14.6	15.0	24.4	21.4
	洗浄1回+NaOH	18.5, 64.6	18.2, 64.2	18.5, 64.6	18.2, 64.2	34.5	34.9	34.2	34.4	11.6	11.8	16.4	18.4
	浮選	18.3, 64.3	18.3, 64.5	18.3, 64.3	18.3, 64.5	27.2	27.0	27.1	26.5	10.2	9.8	14.4	15.0
ロジン	洗浄1回	18.3, 65.4	18.1, 64.9	18.3, 65.4	18.1, 64.9	37.5	35.7	36.1	35.9	16.4	17.2	34.2	33.4
	洗浄2回	18.0, 64.4	17.6, 64.3	18.0, 64.4	17.6, 64.3	35.1	35.1	37.3	35.1	17.2	18.6	40.2	43.6
	洗浄1回+NaOH	18.1, 65.3	17.6, 64.5	18.1, 65.3	17.6, 64.5	36.9	39.2	36.6	37.7	14.8	17.0	25.6	34.2
	浮選	18.6, 64.3	18.4, 64.2	18.6, 64.3	18.4, 64.2	33.6	35.0	34.4	34.1	13.4	16.4	21.6	34.6
紙力剤	洗浄1回	17.9, 64.7	18.0, 64.3	17.9, 64.7	18.0, 64.3	36.8	39.8	39.6	39.7	26.0	24.6	61.8	65.6
	洗浄2回	18.6, 64.9	18.2, 64.3	18.6, 64.9	18.2, 64.3	40.4	40.4	40.1	41.1	23.2	24.6	75.6	91.4
	洗浄1回+NaOH	18.4, 64.8	18.3, 64.6	18.4, 64.8	18.3, 64.6	39.0	39.9	39.2	41.8	17.6	19.2	50.8	57.6
	浮選	18.0, 64.9	17.8, 65.1	18.0, 64.9	17.8, 65.1	36.7	37.6	35.7	37.5	19.4	19.2	49.8	53.2

4 まとめ

トイレットペーパーがほぐれにくくなる原因の一つとして、ロジンと紙力剤があることが分かった。これまで、トイレットペーパーの原料古紙はAKDが添加された上質古紙が使われていたが、ロジン・紙力剤が添加された低級古紙も使われるようになった。原料古紙に対する低級古紙の量、抄紙pH、乾燥状態など悪条件が重なった時に、水に解けないトイレットペーパーができてしまうと考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり御意見をお聞かせいただいた静岡県紙パ技術研究フォーラムの会員の皆様に感謝いたします。また、添加薬品を御提供いただいた製紙薬品会社の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) ㈱日刊紙業通信社：平成27年版静岡の紙・パルプ。(2015.11.13発行)
- 2) 富士市：富士市の工業。(2016.6公表)