

ISSN 1342-4068

# 高知県立紙産業技術センター報告

第26号

**THE REPORT ON WORKS  
OF  
KOCHI PREFECTURAL PAPER  
INDUSTRY TECHNOLOGY CENTER**

VOL. 26

2021

高知県立紙産業技術センター

**KOCHI PREFECTURAL PAPER INDUSTRY TECHNOLOGY CENTER**

287-4 Hakawa, Ino-cho, Agawa-gun, Kochi, 781-2128 JAPAN

# 目 次

はじめに	1
<b>I 紙産業技術センターの概要</b>	
1 沿革	2
2 組織及び業務	3
3 職員の構成	4
4 施設の概要	4
5 決算	4
6 試験手数料及び機械器具使用料	5
7 所有主要設備	7
<b>II 業務概要</b>	
1 試験研究・技術支援事業	1 6
2 技術相談及び技術指導	1 6
3 依頼試験及び設備使用	1 7
4 研修生の受入れ	1 8
5 紙産業技術初任者研修会	1 8
6 開放試験設備利用研修	1 8
7 講演会	1 9
8 研究会事業	1 9
9 分科会事業	2 0
10 一般開放行事	2 0
11 工業所有権	2 0
12 講師派遣・口頭発表	2 1
<b>III 研究調査報告</b>	
原料及び製造工程の違いが楮紙の特性に及ぼす影響について（第2報）	2 2
水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発（第1報）	2 8
水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発（第2報）	3 9
スロッシュボックス崩壊性試験について～ふるい分けについて～	4 5
製造現場におけるIoT実証試験について	5 0
<b>IV 研究事例紹介</b>	
スロッシュボックス崩壊性試験について～試験の操作方法の解説～	5 4
<b>V プラスチック代替素材利用促進分科会報告</b>	
リヨセル繊維を用いた乾式及び湿式シートの評価結果報告	6 3

## はじめに

高知県では、昨年度、新型コロナウイルス感染症の拡大という逆風の中で第4期高知県産業振興計画をスタートさせましたが、令和3年度になっても残念ながら感染の収束が見通せず、拡大傾向にあった本県経済は大きな打撃を受けています。

しかし、コロナ禍を契機とした社会・経済構造の変化への対応をより重視し一歩先を見据えた対策の強化が必要であることから、これまでの戦略である「付加価値や労働生産性の高い産業を育む」に加え、新たに「ウィズコロナ・アフターコロナ時代への対応」を戦略に追加し、第4期計画 ver. 2へと改定しました。

具体的には、コロナ禍を契機とした「新しい生活様式や社会・経済構造の変化への対応」や「地方への新しい人の流れを呼び込むための取り組みの強化」のほか、「関西圏との経済連携の強化」や「各産業分野におけるデジタル化の加速」「脱炭素化・SDGsを目標とした取り組みを促進」など、6つの重点ポイントを設定し、施策の展開を進めていくこととしております。

商工業分野の施策展開では、紙産業技術センターは、「地産の強化」「柱1：絶え間ないものづくりへの挑戦」の中で引き続き紙産業のさらなる振興を担っております。

令和2年度においても、当センターでは①試験研究、②依頼試験・設備利用・技術相談、③技術人材育成を3つの柱として業務を行って参りました。

①試験研究では、新素材であるセルロースナノファイバー（CNF）、不織布、衛生材料、土佐和紙に関わるものなど8テーマを実施しました。

②については、年間2,462件（14,723千円）の依頼分析試験、1,390件（1,245千円）の設備利用、2,750件の技術相談に対応し、抄紙機などのプラントを使った試験や品質管理に関わる機器分析等で企業の製品開発と販売促進等を支援しました。

③については、初任者研修、設備利用研修から、客員研究員招へい事業、紙産業振興アドバイザーによる専門知識を持った技術人材育成など、企業からの要望に応じた人材の育成に努めました。

この報告書は、当センターの令和2年度の業務全般と研究成果についてまとめたものです。ご高覧いただき、皆様の業務にお役に立てれば幸甚に存じます。今後も3つの柱を業務の中心にして「地域産業の支援機関」として、関係機関の皆様方のニーズを大切にしながら、成果の普及と技術支援に力を入れていく所存ですので、ご理解とご支援をお願いいたします。

令和4年1月

高知県立紙産業技術センター  
所長 刈谷 学

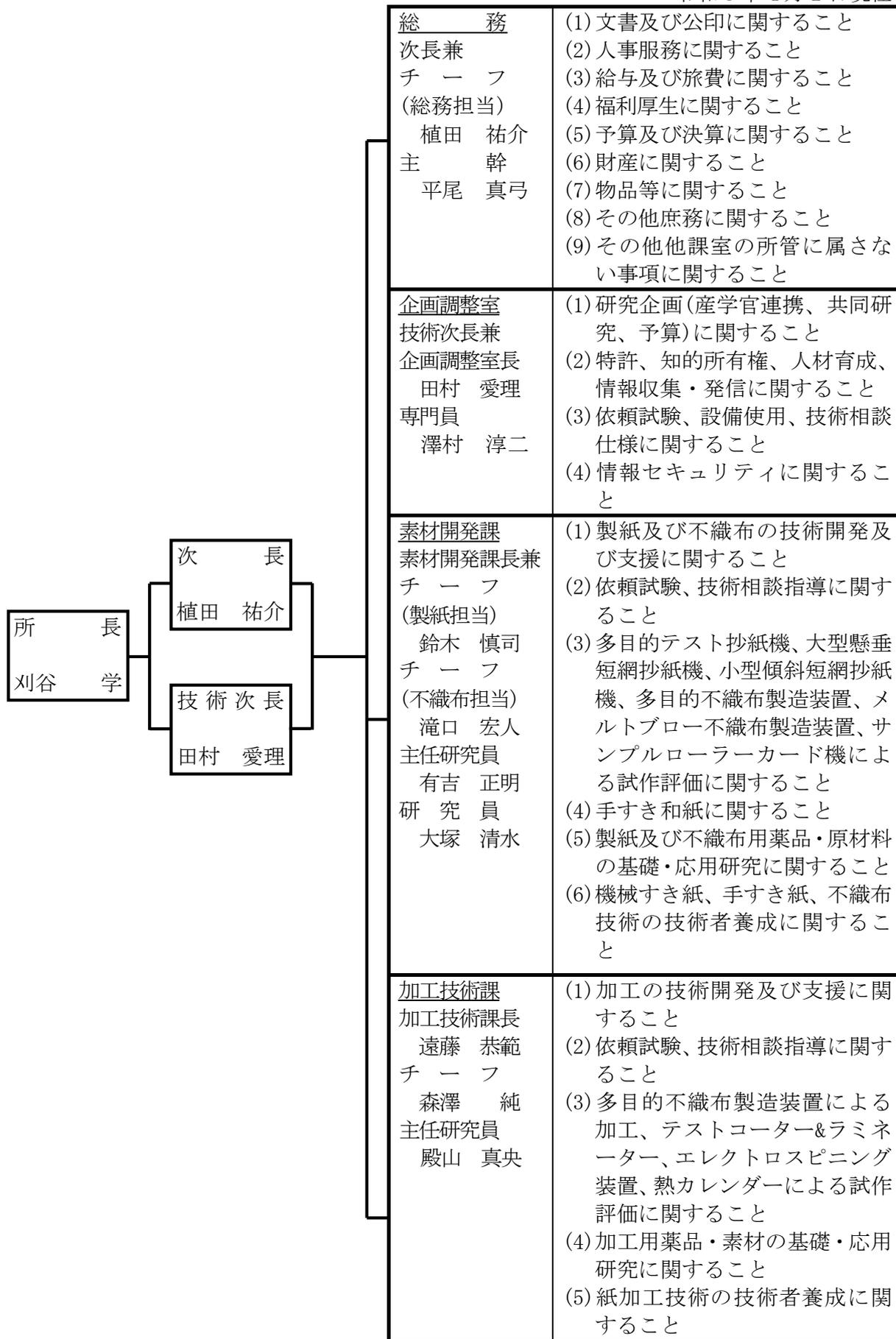
# I 紙産業技術センターの概要

## 1 沿革

- 昭和7年 明治41年に設立された土佐紙業組合製紙試験場が県に移管され、高知県商工課工業試験所となる。
- 昭和10年 高知県商工奨励館設立により、同館工業試験場となる。
- 昭和16年 製紙部門を独立し、高知県紙業試験場となる。
- 昭和17年 本館及び手すき実験室を改築する。
- 昭和34年 機械すき抄紙設備を改築する。
- 昭和40年 第一工場（機械すき、手すき試験室）が竣工する。
- 昭和42年 本館が竣工し、加工科を新設する。
- 昭和43年 第二工場（加工試験室、パルプ室、車庫）が竣工する。
- 昭和47年 工場排水処理施設の設置とともに、第一工場廃液処理室が竣工する。
- 昭和56年 第一工場手すき仕上げ室を試験室に整備拡充する。
- 昭和57年 機構改革に伴い、手すき紙科の新設とともに、第二工場加工試験室を整備拡充する。
- 昭和59年 指導施設費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成元年 技術開発補助事業（融合化研究）の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成2年 技術パイオニア養成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成5年 戦略的地域技術形成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成6年 建築工事（本館棟、第一研究棟、第二研究棟他）が竣工し、多目的テスト抄紙機、大型懸垂短網抄紙機、多目的不織布製造装置及びテストコーター&ラミネーターのプラント設備をはじめ、試験研究設備を整備拡充する。
- 平成7年 戦略的地域技術形成事業の実施とともに、小型傾斜型短網抄紙機等を設置する。吾川郡伊野町波川に高知県立紙産業技術センターと名称変更して、移転する。機構改革により、組織を総務班、技術第一部、技術第二部とする。戦略的地域技術形成事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成8～9年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成10～11年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業及びベンチャー企業育成型地域コンソーシアム研究開発事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成12～13年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業及び中小企業技術開発産学官連携促進事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成14年 地域産業集積中小企業等振興対策費補助事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成15年 組織改革により、組織を総務班、不織布・加工部、製紙技術部とする。
- 平成17～18年 地域新生コンソーシアム研究開発事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成19年 組織改革により、組織を総務、不織布・加工課、製紙技術課とする。
- 平成20～21年 地域イノベーション創出総合支援事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成22年 地域イノベーション創出総合支援事業、研究成果展開事業及び地域研究成果事業化支援事業の実施とともに、試験機を充実する。
- 平成23年 地域研究成果事業化支援事業の実施及び地域活性化交付金（住民生活に光を注ぐ交付金）により、試験機を充実する。
- 平成25年 地域新産業創出基盤強化事業により、試験機を充実する。
- 平成27年 組織改革により、組織を総務、企画調整室、素材開発課、加工技術課とする。戦略分野オープンイノベーション環境整備事業により、試験機を充実する。
- 平成29年 地域における中小企業の生産性向上のための共同基盤事業により、試験機を充実する。

2 組織及び業務

令和3年4月1日現在



### 3 職員の構成

	事務職員	技術職員	計
所長		1	1
次長	1		1
技術次長		1	1
総務	2 (1兼)		2 (1兼)
企画調整室		2 (1兼)	2 (1兼)
素材開発課		4	4
加工技術課		3	3
計	2	10	12

### 4 施設の概要

敷地面積		13,825.17 m <sup>2</sup>
建物面積		5,788.51 m <sup>2</sup>
本館棟	棟(鉄筋コンクリート造 一部3階建)	建築面積 1,205.68 m <sup>2</sup> 延面積 2,615.42 m <sup>2</sup>
	第一研究棟(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造2階建)	建築面積 920.79 m <sup>2</sup> 延面積 1,465.60 m <sup>2</sup>
	第二研究棟(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造2階建)	建築面積 1,035.98 m <sup>2</sup> 延面積 1,550.40 m <sup>2</sup>
	その他	
	車庫(鉄骨造)	31.33 m <sup>2</sup>
	駐輪場(鉄骨造)	17.62 m <sup>2</sup>
	受水槽施設(鉄筋コンクリート造)	40.00 m <sup>2</sup>
	排水処理施設(鉄筋コンクリート造)	59.78 m <sup>2</sup>
	焼却炉(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造)(現在は使用停止)	8.36 m <sup>2</sup>

### 5 決算(令和2年度)

(歳出)

科 目	金額(千円)	備考
紙産業技術センター管理運営費	28,345	
紙産業技術試験研究費	2,597	
紙産業技術振興促進費	21,975	
紙産業育成事業費	3,133	
計	56,050	

(歳入)

科 目	金額(千円)	備考
使用料	1,372	試験設備使用料等
手数料	14,723	依頼試験手数料
諸収入	98	依頼出張等
計	16,193	

6 試験手数料及び機械器具使用料

令和3年4月1日現在

(1) 試験手数料(高知県内) 高知県外については倍額。ただし※の試験については減額承認申請書を提出することにより高知県内と同額。

区分	種別	金額	件数	区分	種別	金額	件数		
定性分析	一般	蛍光・蛍光染料	1成分	¥ 1,650	加工試験	テストコーター&ラミネーターによる加工試験	1時間	¥ 14,410	
		色素	1成分	¥ 1,650		樹脂加工試験機による加工試験	1時間	¥ 6,290	
		酸アルカリ	1成分	¥ 1,650		店舗成型プレス試験	1時間	¥ 5,440	
		その他( )	1成分	¥ 1,650		エンボス試験	1時間	¥ 4,440	
		特殊	FT-IR分析	1成分		¥ 3,200	熱カレンダー加工試験	1時間	¥ 2,900
	特殊	その他( )	1成分	¥ 3,200		紙の手加工試験	1時間	¥ 2,610	
		特殊機器(赤外イメージングシステムによる簡易なもの)	1件	¥ 3,200		スリッターによる加工試験	1時間	¥ 7,560	
		特殊機器(赤外イメージングシステムによる複雑なもの)	1件	¥ 7,990		テーブルコーターによる加工試験	1時間	¥ 7,950	
		一般	SS	1成分		¥ 3,200	精密熱カレンダー装置による加工試験	1時間	¥ 24,310
		蒸発残留物・水溶性物質	1成分	¥ 3,200		スリッター(細幅)による加工試験	1時間まで	¥ 4,640	
		過マンガン酸カリウム消費量	1成分	¥ 3,200		1時間を超える場合	1時間につき	¥ 1,190	
		重金属	1成分	¥ 3,200		レーザー加工機による加工試験	1時間	¥ 7,550	
		カップー	1成分	¥ 3,200		撥糸装置による加工試験	1時間まで	¥ 2,620	
		音叉型振動式粘厚計試験	1成分	¥ 3,200		物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1時間につき	¥ 420
		その他( )	1成分	¥ 3,200		厚さ	1件につき	¥ 1,730	
特殊	ホルムアルデヒド	1成分	¥ 6,550	強度	1件	¥ 1,730			
	BOD	1成分	¥ 6,550	破裂強さ試験	1件	¥ 1,730			
	その他( )	1成分	¥ 6,550	引裂強さ試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器	画像処理(WinRoof)	1件	¥ 13,310	耐折強さ試験	1件	¥ 1,730		
	(簡易なもの)(指定成分1成分)	1件	¥ 13,310	吸水度試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(複雑なもの)(指定成分1成分)	1件	¥ 29,270	ベック平滑度試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(分析装置型電子顕微鏡によるもの)	1件	¥ 19,600	透気度試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(高速溶液抽出装置によるもの)	1件	¥ 5,970	はっ水度試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(極微弱発光検出分光システムによるもの)	1件	¥ 6,850	ほくろやすさ試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(フィルター性能試験機による簡易なもの)	1件	¥ 4,540	柔らかさ(ハンドルーローメーター)	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(フィルター性能試験機による複雑なもの)	1件	¥ 17,900	不織布風合い試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(ゼータ電位測定装置によるもの)	1件	¥ 6,660	耐摩耗強さ試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(比表面積測定装置による簡易なもの)	1件	¥ 14,960	透過度試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(比表面積測定装置による複雑なもの)	1件	¥ 21,780	摩擦感テストによる試験	1件	¥ 1,730			
	特殊機器(レオメーターによるもの)	1件	¥ 6,680	ドレープスターによる試験	1件	¥ 1,730			
原料処理試験	パッチ式紙料調整機による試験	1件につき	1時間まで	¥ 4,370	その他( )	1件	¥ 1,730		
	連続式紙料調整機による試験	1時間を超える場合	1時間につき	¥ 630	顕微鏡写真(手札型)	光学顕微鏡による紙木写真撮影	1件(3枚)	¥ 3,490	
	バルバーによるもの	1件	¥ 4,180	褪色度試験	1件につき	1時間まで	¥ 1,180		
	DDRによるもの1件につき	1時間まで	¥ 12,930	1時間を超える場合	1時間につき	¥ 200			
	DDRによるもの1時間を超える場合	1時間につき	¥ 9,500	加湿によるもの1件につき	1時間まで	¥ 1,030			
	DDRによるもの特殊組立式刃物への交換の場合	1件	¥ 10,360	加湿によるもの1時間を超える場合	1時間につき	¥ 250			
	大型開放釜による煮熟試験	1件	¥ 13,070	恒温恒湿槽試験料処理試験	1件につき	1時間まで	¥ 1,570		
	中型開放釜による煮熟試験	1件	¥ 10,680	1時間を超える場合	1時間につき	¥ 640			
	小型開放釜による煮熟試験	1件	¥ 4,740	指示薬を使用する紙質試験	溶液調整	1試料	¥ 640		
	オートクレーブによる煮熟試験(使用薬品を除く)	1件	¥ 7,090	その他( )	1試料	¥ 640			
	地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)	1件	¥ 21,940	繊維組成試験	光学顕微鏡によるもの	1試料	¥ 2,040		
	粉砕処理試験	1件	¥ 3,880	薬品溶解定量によるもの	1試料	¥ 4,150			
	超微粉砕機による粉砕処理試験	1件	¥ 2,380	万能試験機による引張又は圧縮若しくは剥離試験(乾燥時又は湿潤時)	1件	¥ 1,930			
	セルロースナノファイバー製造装置による処理試験	1件	¥ 16,800	白色度計による白色度又は明度若しくは不透明度試験	1試料	¥ 2,680			
	S・Dラボリファイナーによる即解試験	1件	¥ 10,640	往復磨耗試験	1件	¥ 3,790			
多目的テスト抄紙機による製造試験	1時間	¥ 29,370	分析装置型電子顕微鏡写真	1件	¥ 5,290				
多目的不織布製造装置による製造試験	1時間	¥ 20,820	燃焼速度試験	1件	¥ 2,450				
小型抄紙機による製造試験	1時間	¥ 9,970	サイズ度試験	1試料	¥ 1,650				
大型懸垂短網抄紙機による製造試験	1時間	¥ 16,780	電気伝導率測定試験	1試料	¥ 1,880				
手抜き抄紙による製造試験	1時間(10枚)	¥ 3,660	真空乾燥試験	1試料	¥ 3,000				
シートマシン装置による製造試験	1時間(10枚)	¥ 2,530	紙料水分試験	1試料	¥ 1,740				
サンブルローラーカードによる製造試験	1時間	¥ 6,690	ろ水度試験	1試料	¥ 1,950				
エレクトロスピンニング装置による製造試験	1時間	¥ 9,270	灰分試験	1試料	¥ 3,470				
メルトブロー不織布製造装置による製造試験	1時間	¥ 29,010	pH試験	1試料	¥ 1,880				
織り機による製造試験	1件につき	1時間まで	¥ 1,730	繊維長分布測定試験	1試料	¥ 2,950			
1時間を超える場合	1時間につき	¥ 410	細孔分布測定試験	1試料	¥ 2,720				
				水溶性評価試験	1試料	¥ 5,140			
				三次元計測機能付走査型顕微鏡写真	1件	¥ 4,760			
				加熱乾燥式水分率測定装置による試験	1件	¥ 1,740			
				臨界点乾燥試験	1件	¥ 12,320			
				ゼロ・スパン張力測定試験	1件	¥ 3,100			
				ディスク遠心式粒度分布測定試験	1件	¥ 5,900			
				高分解能熱画像カメラによる熱画像測定試験	1件	¥ 1,480			
				潰落接触角試験	1件	¥ 6,330			
				成績書の謄本又は証明書	1通	¥ 590			
				その他					

(2) 機械器具使用料(高知県内) 高知県外については倍額。ただし※の試験については減額承認申請書を提出することにより高知県内と同額。

区分	種別	金額	件数	
原料処理機器	1kgホーレンダー型ピーター	1時間 ¥ 620		
	8kgホーレンダー型ピーター	1時間 ¥ 680		
	38kgホイト型ピーター	1時間 ¥ 1,480		
	1kgナギナタ型ピーター	1時間 ¥ 620		
	スクリーン	1時間 ¥ 710		
	蒸解用オートクレーブ	1時間 ¥ 1,070		
	地球釜	1時間 ¥ 3,220		
	粉砕機	1時間 ¥ 1,400		
	SDRラボリファイナー	1時間 ¥ 4,770		
	バルバー	1時間 ¥ 2,200		
	DDR	1時間 ¥ 4,770		
	その他の原料処理機器 □打解機 □カナディアンフリーネステスター □小野打カッター □超微粒磨砕機 □CNF製造装置 □他( )	1時間 ¥ 620		
	試験機器	熱風循環式高温炉	1時間 ¥ 1,280	
		耐候性試験機(フェードメーター)	30時間 ¥ 5,920	
フラジール通気度試験機		1時間 ¥ 520		
バームポロメーター		1時間 ¥ 780		
白色度計		1時間 ¥ 680		
ハンディー圧縮試験機		1時間 ¥ 740		
シヨッパー型耐水度試験機		1時間 ¥ 820		
風合い測定試験機(KES曲げ、せん断、引張、圧縮、表面)		1時間 ¥ 1,150		
保温性試験機		1時間 ¥ 850		
燃焼速度試験機		1時間 ¥ 730		
デジタルマイクロスコープ		1時間 ¥ 810		
テンシロン万能試験機		1時間 ¥ 1,290		
繊維分析計		1時間 ¥ 820		
※ フィルター性能試験機		1時間 ¥ 2,260		
※ 加熱乾燥式水分率測定装置		1時間 ¥ 820		
※ 摩擦感テスター		1時間 ¥ 640		
※ ドレープテスター		1時間 ¥ 640		
※ 臨界点乾燥機		1時間 ¥ 1,820		
ゼロ・スパン張力測定装置		1時間 ¥ 1,340		
ディスク遠心式粒度分布測定装置		1時間 ¥ 1,500		
その他の試験機器 □恒温恒湿装置 □クラーク柔軟度試験機 □通気性試験機 □透気度試験機 □バルブ標準離解機 □破裂度試験機 □耐折度試験機 □ハンドルオメーター □ベック平滑度試験機 □高速溶媒抽出装置 □精密恒温器 □多目的光学顕微鏡 □高分解能熱画像カメラ □真空乾燥機 □滑落接触角計 □他( )		1時間 ¥ 640		
抄紙加工機		樹脂成型プレス機	1時間 ¥ 860	
		エンボスマシン	1時間 ¥ 1,500	
	熱カレンダー	1時間 ¥ 1,110		
	樹脂加工機	1時間 ¥ 2,220		
	小型抄紙機	1時間 ¥ 7,020		
	手すき抄紙室の備付け器具	1時間 ¥ 560		
	サンプルローラーカード機	1時間 ¥ 750		
	スリッター	1時間 ¥ 1,270		
	スリッター(細幅)	1時間 ¥ 1,650		
	レーザー加工機	1時間 ¥ 850		
	織り機	1時間 ¥ 460		
	※ 燃系装置	1時間 ¥ 460		
	※ 全自動平型接着プレス機	1時間 ¥ 600		
	※ その他の抄紙加工機 □シートマシン装置 □足踏みシーラー □乾燥機 □全自動平プレス機 □回転乾燥機 □断裁機 □他( )	1時間 ¥ 600		
	分析機器	熱分析装置(DSC)	1時間 ¥ 1,040	
		分光光度計	1時間 ¥ 1,160	
分析走査型電子顕微鏡		1時間 ¥ 2,930		
※ 極微弱発光検出分光システム		1時間 ¥ 1,050		
※ 三次元計測機能付走査型顕微鏡		1時間 ¥ 1,080		
※ ゼータ電位測定装置		1時間 ¥ 2,210		
※ 比表面積測定装置		1日 ¥ 6,830		
赤外イメージングシステム		1時間 ¥ 1,350		
レオメーター		1時間 ¥ 1,400		
※ その他の分析機器 □pHメーター □インキュベーター □スターラー □電気炉 □フーリエ変換赤外分光光度計 □他( )		1時間 ¥ 620		
施設		研修室[1]	半日 ¥ 6,380	
	会議室	半日 ¥ 4,230		
	研修室[1]	1日 ¥ 12,760		
	会議室	1日 ¥ 8,470		
	研修室[1]および[2]	半日 ¥ 12,760		
	研修室[1]および[2]	1日 ¥ 25,520		
その他				

## 7 所有主要設備

### (1) 抄紙・原料処理設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
多目的テスト抄紙機	川之江造機(株)		傾斜短網・順流式円網組合せ式 抄紙幅：550mm 抄紙速度：10～200m/min 抄紙坪量：12～100g/m <sup>2</sup>	H. 6
	(株)大昌鉄工所		ウォータージェット処理装置 最大水圧：10Mpa、最大水量：66L/min 水門数：2門	H. 12
大型懸垂短網抄紙機	(株)梅原製作所		短網・短網組合せ式 抄紙幅：最大1000mm 抄紙速度：5～20m/min 抄紙坪量：8～160g/m <sup>2</sup> 抄紙部カセット化 ナギナタ配合装置	H. 6 H. 8 H. 14 H. 15 H. 16
小型傾斜短網抄紙機	(株)大昌鉄工所		順流円網・傾斜短網組合せ式 抄速：1～15m/min 抄紙幅：300mm ウォータージェット装置 ：最高圧力9.8MPa	H. 6
多目的不織布製造装置	川之江造機(株)		抄速：1～20m/min オープナー2台：働巾250mm ホッパーフィーダー2台：働巾500mm カード機2台：働巾500mm ウォータージェット装置（両面） ：最高圧力15MPa サーマルドライヤー ：最高温度200℃ サーマルカレンダー ：最高温度250℃ 速度制御システム	H. 6 H. 7 H. 11 H. 17 H. 27
マルチブロー 不織布製造装置	日本ノズル(株)		原料ポリマー： PP, PET, PBT 抄速：1～100m/min 目付：5～300g/m <sup>2</sup> ウェブ幅：600mm ノズル： φ0.25mmD×3.0mmL×1, 207holes (0.5mmP) φ0.15mmD×2.4mmL×2, 401holes (0.25mmP) 生産能力：7.8kg/hr (PP)	H. 23 H. 27
セルロースナノファイバー 製造装置	(株)スギノマシン		方式：湿式微粒化装置 原料液：パルプの水分散液 (pH4～10) 処理圧力：100～245MPa 処理速度：52L/h (ノズル径0.17mm) 原料タンク内量：2.5L 多パスシステムタンク容量：50L チャンパー： ボール衝突チャンパー (ノズル径φ0.17mm) 斜向衝突チャンパー (ノズル径φ0.12mm) シングルチャンパー (ノズル径φ0.17mm、他)	H. 27

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
エレクトロスピンニング装置	カトーテック(株)		ノズル方式(エア・アシスト方式) 直流高圧電源：0～50kV 基材幅：約300～600mm 基材直径：最大300mm 溶液タンク容量：0.5L、2L ノズル本数：8本 溶液吐出量：0.02～1.5ml/min 基材送り速度：0.2～6m/min ターゲット・シリンジ間距離：約1,500mm	H. 23
サンプルローラーカード	大和機工(株)	SC-300DR	ウェブシート寸法：900×300mm	H. 2
サンプルローラーカード機	(有)竹内製作所	SRC-400	ウェブシート寸法： 950×400mm、1,400×400mm	H. 27
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		パルパー：2m <sup>3</sup> DDR：75kW×6P サイクリングタンク 配合ポーチャー、マシンチェスト	H. 6
大型懸垂短網抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		ナギナタピーター：2.5m <sup>3</sup> バケットチェスト：1.7m <sup>3</sup> バケットチェスト：3.1m <sup>3</sup>	H. 6
多目的抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(80メッシュ) 下網(14メッシュ) 外寸：φ1220mm、幅：650mm	H. 11
小型抄紙機 円網シリンダー	(株)梅原製作所		上網(80メッシュ) 下網(14メッシュ) 外寸：φ655mm、幅：400mm	H. 11
回転蒸解缶(地球釜)	羽田鉄工所		内容積：1.2m <sup>3</sup> 、最高圧力：14kg/cm <sup>2</sup> 原料処理量：約300kg	S. 46
フラットスクリーン	(株)梅原製作所		振動式スクリーンプレート ：7/1000in	H. 5
遠心脱水機	国産遠心機(株)	H-130B	処理容量：4L	H. 26
叩解度試験機	東洋テスター(株)	シヨッパ型	JISP8121に対応	S. 62
ろ水度試験機	東洋テスター(株)	カタナイオン型	JISP8121に対応	S. 62
パルプ保水度測定用 遠心分離器	熊谷理機工業(株)	RF-051N	最高回転数：4700rpm 最大遠心力：3020×g	H. 6
手すき道具一式			箕桁、漉槽、压榨機	
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
原料煮熟釜			中釜：約10kg 小釜：約3kg	
回転蒸解缶	東洋テスター(株)		電気式(ヒーター)回転型 原料処理量：約400g	S. 54
ナギナタピーター	(株)梅原製作所		容量：1kg、2kg	S. 42
ホルンダーピーター	(株)梅原製作所		容量：1kg、4kg、8kg、10kg	S. 42 H. 6 H. 11

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ナイアガラビーター	熊谷理機工業(株)	TAPPI 標準型	ベッドプレート:厚さ3.2mm、幅43mm ロール:直径194mm、面長:152mm 回転数:500rpm、標準処理量:約360g	S. 54
パルプ標準離解機	(株)東洋精機		TAPPI標準、JIS対応	S. 55
円型シートマシン	(株)東洋精機製作所		作製シートの大きさ:160mm	S. 49
角型シートマシン	熊谷理機工業(株)		作製シートの大きさ:25cm角	S. 55
自動クーチング装置 付き角型シートマシン	熊谷理機工業(株)		作製シートの大きさ:25cm角 クーチング回数:5回 クーチング速度:20cm/sec	H. 7
大型円型シートマシン	熊谷理機工業(株)	No. 2550	抄紙寸法:直径230mm、面積414cm <sup>2</sup> 金網:150メッシュ、80メッシュ	H. 27
高性能ミキサー	(株)エーテックジ ャパン	Distromix B DB60-H	ロータースターター式攪拌装置 バッチ処理量:1.0~20L 最大回転数:3,000rpm	H. 17
超微粒磨砕機	増幸産業(株)	セレン・ミ MKCA6-2	グラインダー:MKE6-46(標準溝) 砥石直径:φ150mm(6インチ)	H. 19
プレ脱水装置	(株)大阪ジャッキ 製作所	KPB-10 E-10S-25 TWA0.7	ジャッキプレス E型パワージャッキ 手動ポンプ	H. 21
高速スタンプミル	日陶科学(株)	ANS-143PL	うす寸法:φ143mm うす材質:ステンレス ハンマー材質:ステンレス ストローク:60mm 120rpm	H. 21
SDRラボリファイナー	相川鉄工(株)	SDR-14型	解繊方式:シングルディスク リファイナー方式 ディスクサイズ:14インチ タンク容量:100L	R. 元

(2)加工設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
熱カレンダー装置	川之江造機(株)		有効幅:300~1000mm 運転速度:~60m/min (常用5~20m/min) 線圧:予熱部 ~50kN/m カレンダー部 ~250kN/m 繰出し:最大径 φ1000mm (最大重量 150kg) クリアランス: コッター方式(0~5mm、2μm精度) 軸クロス:±20mm(ボトムロール)	H. 27
テストコーター & ラミネーター	岡崎機械工業(株)	TC/DL-700S	加工速度:3~60m/min 加工巾:500mm(最大650mm) グラビアコーター、S字トップコー ター、ダイコーター、ディップ式コー ター、ウェットラミネーター、ド ライラミネーター、計測制御システ ム	H. 6 H. 8 H. 11 H. 12 H. 23

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
樹 脂 加 工 機	(株)勝賀瀬鉄工所		加工巾：600mm、最大加工速度：10m/s	H. 5
樹 脂 成 形 プ レ ス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210kg/cm <sup>2</sup> 成形型寸法：355×305mm 常用使用温度：200℃	H. 5
断 裁 機	余田機械工業(株)	富士デジタルスタンダード型	裁断幅：1015mm	H. 6
粉 碎 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉碎室内径：φ250mm 回転数：4000～10000rpm	H. 8
熱 カ レ ン ダ ー	熊谷理機工業(株)		加工巾：400mm、最高使用温度：180℃ 加工速度：6.0m/s	S. 57
テ ス ト 用 エンボスマシン	(有)吉永鉄工	EM-600	加工巾：600mm、 最高使用温度：150℃	H. 3
全 自 動 平 プ レ ス	(株)羽島	HP-54A	最大加圧力：500g/cm <sup>2</sup> 最高温度：220℃ 最大加圧時間：30sec プレス寸法：500×400mm	H. 6
熱 風 循 環 式 高 温 炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	H. 3
ス リ ッ タ ー	(株)西村製作所	TB-2A型	材料巾：550mm～250mm 材料最大径φ600mm	H. 13
ス リ ッ タ ー	萩原工業(株)	HDF-905-1 300	裁断幅：950mm×1、550mm×1及び2、 500mm×1及び2、450mm×1及び2、 250mm×1のいずれか 巻出ロール最大径：φ800mm 巻取形式：上下2段 巻取ロール最大径：φ500mm	H. 27
撚 糸 装 置	金生鉄工所		10錘	H. 13
全 自 動 平 型 接 着 プ レ ス	(株)羽島	HP-125FA	最大加圧力：380g/cm <sup>2</sup> 最高温度：200℃ 最大加圧時間：15min バキューム機構付 プレス寸法：1200×500mm	H. 25
レ ー ザ ー 加 工 機	(株)ユニバーサル レーザーシステムズ	ILS9.75	レーザー発振機：炭酸ガスレーザー 方式：X軸Y軸テーブル型 加工範囲：609.9mm×914.4mm又は∞ レーザー出力：40W カッティングスピード：3500mm/sec 駆動解像度：最大2000dpi	H. 27
テ ー ブ ル コ ー タ ー	R K プ リ ン ト コ ートインストル メント社	K303	塗工方式：バーコート 最大塗工面積：350mm×475mm ウェット膜厚：4～120μm 塗工方式：グラビアコート 塗工面積：275×285mm グラビア彫刻版：30～175メッシュ 塗工速度：0～40m/min	H. 18 H. 25 繰入

## (3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
生 物 顕 微 鏡	㈱ニコン	80iF-21-1	倍率：×4、×10、×20 ダブルポート装置付属	H. 17
生 物 顕 微 鏡 蛍 光 装 置	㈱ニコン	U-Epi		H. 21
万 能 投 影 機	㈱ニコン	V-12B	倍率：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 26
顕 微 鏡 デ ジ タ ル カ メ ラ	㈱ニコン	DS-5M-L1	スタンドアロンタイプコントロール ユニット	H. 17
デ ジ タ ル マ イ ク ロ ハ イ ス コ ー プ	㈱ハイロックス	KH-7700	レンズ倍率：等倍～7,000倍 撮像素子：211万画素	H. 21 H. 25 繰入
分 析 走 査 型 電 子 顕 微 鏡	日本電子㈱	JSM-6510A /JED-2300	走査電子顕微鏡 倍率：×5～×300,000 二次電子分解能： 3.0nm以上(加速電圧30kV) 8.0nm以上(加速電圧3kV) X線分析装置 検出可能元素：Be～U	H. 21
大 型 滑 走 式 ミ ク ロ ト ー ム	大和光機工業㈱	REM-710 - NU	上下動距離：40mm 薄切目盛範囲：0～120μm	H. 21
分 光 蛍 光 光 度 計	㈱日立製作所	F-4500	光源：150Xeランプ 分解：1.0nm 分光器：無収差凹面回折格子900L/m 測定波長範囲：EX, EM200～730nm	H. 10
フ ー リ エ 変 換 赤 外 分 光 光 度 計 ( F T - I R )	㈱島津製作所	IRAffinit y-1	波数領域：400～40cm <sup>-1</sup> 光学系：シングルビーム方式 検出器：高感度検出器(DLATGS) 干渉計：30°入射マイケルソン干渉計 S/N：26,000:1以上	H. 24
紫 外 ・ 可 視 ・ 近 赤 外 分 光 光 度 計	㈱島津製作所	UV-3600	測定波長範囲：185～3300nm 分解：0.1nm	H. 20
熱 分 析 装 置	㈱島津製作所	DSC-60	温度範囲：常温～600℃	H. 15
ポ ー タ ブ ル 水 質 分 析 計	ハック社	DR890	吸光度範囲：0～2ABS 濃度単位：μg/L、mg/L、g/L、ABS、%T	H. 22
繊 維 分 析 計	ローレンツェンアントベット レー㈱	ファイバーテス ター	測定範囲 繊維長：0.01～7.5mm 繊維幅：0.01～0.1mm	H. 23
自 動 滴 定 装 置	東亜ディーケーケー㈱	AUT-701		H. 20
極 微 弱 発 光 検 出 分 光 シ ス テ ム	東北電子産業㈱	ケルミネサンス アライザー CLA-FS3	検出方式：シングルフォトンカウンティング法 (単一光子係数法) 検出波長域：300～850nm (最高感度波長420nm)	H. 23
ベ ッ ク 平 滑 度 試 験 機	熊谷理機工業㈱	HP型	測定空気量：10ccまたは1cc	H. 25
表 面 体 積 抵 抗 率 測 定 機	㈱アトバンテスト	R12704 /R8340A	主電極：φ50mm ガード電極：φ80mm φ70mm 対抗電極：110×110mm 試料最大寸法：150×140×厚さ5mm 最小寸法：φ85mm以上	H. 5
動 的 浸 透 性 試 験 機	㈱東洋精機製作所	No. 115	試験片寸法：幅25mm、長さ1000mm円 板の速度：15m/min以下 スリット寸法：1mm及び0.5mm×15mm	H. 元

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フラジール通気度試験機	(株)大栄科学精器 製作所	AP-360	測定範囲：0.3～390cc/cm <sup>2</sup> /sec	H. 6
通 気 性 試 験 機	カトーテック(株)	KES-F8-AP1	圧力センサー半導体差圧ゲージ型 感度：フルスケール10V Lレンジ：2000Pa M、Hレンジ：200Pa	H. 元
ハンディー圧縮試験器	カトーテック(株)	KES-G5	検出器：リング状力計 差動トランス方式 感度：フルスケール10V、1kgfまで 圧縮速度：0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667mm/sec 試料寸法：2×2cm以上	H. 5
			ニードル貫通力測定仕様	H. 21
クランク柔軟度試験機	(株)東洋精機製作所	108	回転速度：90°/15sec JIS P8143、L1709、L1003に対応	S. 59
紙 伸 縮 計	(株)安田精機製作所	309	チャック間隔：0～100mm可変 変位測定：差動トランス 測定範囲：-10～10mm	H. 6
テンシロン万能試験機	(株)エー・アンド・ デイ	RTF-1310	最大荷重容量：1t ロードセル：50N、250N、1kN、1t クロスヘッド速度範囲：0.0005～ 1,000mm/min クロスヘッドストローク：1,100mm 測定項目：引張、圧縮、曲げ、剥離、 破裂、引裂	H. 21
引 き は が し 抵 抗 測 定 装 置	ミネベア(株)	LTS-500N- S100	ロードセル：定格容量500N 90°剥離試験治具	H. 19
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	ポッド型	目盛範囲：0～33g	H. 6
破 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機製作所	ミュン破裂 試験器 M2-LD一式	測定範囲：0～2000kPa 最小表示単位：0.1kPa JIS P 8112-2008、ISO2785 JIS L 1096 準拠	H. 22
M I T 耐 折 度 試 験 機	熊谷理機工業(株)	2015-MR	折り曲げ荷重：0.5～1.5kg つかみ回転速度：175±10rpm	H. 6
ハ イ ト ゲ ー ジ	(株)ミットヨ	HDS-H60C	測定範囲：0～600mm 最小表示量：0.01mm 繰返し精度：0.01mm	H. 22
紙 厚 計	熊谷理機工業(株)	TM600-F	測定範囲：0～1.5mm 測定精度：0.001mm 測定圧力：100±10kPa及び50±5kPa 紙送り装置、内蔵プリンタ	H. 27
ガーレデンソメーター	(株)東洋精機製作所	158	空気透過量：最大350ml 透過面穴径：286±0.1mm	H. 6
色 彩 色 差 計	(株)ミノルタ	CR-200		H. 3
ハンドルーオメーター	熊谷理機工業(株)		測定範囲：25g、50g すき間間隔：5～20mm	S. 53
高 圧 破 裂 度 試 験 機	熊谷理機工業(株)	ミュン型	最高圧力：45kg/cm <sup>2</sup> 、自動クランプ	S. 56

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
フェードメーター	コン・フォ・メ・グラ社 (ジャスコインタナショナル(株))	ソーラーボックス1500e	光源：空冷式キセノンランプ1500W 試験室面積：280×200mm 照射照度範囲：250～1000W/m <sup>2</sup> (300～800nm計測)	H. 18
耐候性試験機 加湿システム	コン・フォ・メ・グラ社 (ジャスコインタナショナル(株))		最高温室度：40℃ 80%	H. 20
恒温恒湿装置	エスペック(株)	PL-3J	温度範囲：-40～100℃ 湿度範囲：20～98%RH 内容量：60×85×80cm	R. 3
インキュベーター	サンヨー(株)	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
オートクレーブ	サンヨー(株)		滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
クリーンベンチ	サンヨー(株)	MCV-13BSF		H. 6
冷却遠心器	(株)日立製作所	CF-7DS		H. 7
オゾン水実験装置	荏原実業(株)		水冷式オゾン発生器 酸素ガス発生装置(P S A) UV式溶存オゾンモニタ 気液混合ポンプ 製造オゾン水濃度： 5 mg/L以上 (ワンパス流路) 10mg/L以上 (循環流路)	H. 21
不織布風合い 計測システム	カトーテック(株)	KES-FB1 KES-FB2 KES-FB3 KES-FB4	引張り・せん断試験機 純曲げ試験機 圧縮試験機 表面試験機	H. 10
テーバー型織物 摩耗試験機	(株)大栄科学精器 製作所	DTB-50	試験片寸法：φ13cm 試験ホルダー回転速度：約70rpm JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
カスタム式織物 摩耗試験機	(株)大栄科学精器 製作所	CAT-125	往復摩擦台距離：25cm 往復摩擦台速度：125±5回/分 ゴム膜、空気圧：0.5kg/cm <sup>2</sup> JIS L-1906, L-1096対応	H. 8
マーチンデール 摩耗試験器	(株)大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	H. 10
ショッパ型 耐水度試験機	(株)大栄科学精器 製作所	WR-1600DM	JIS L-1092耐水度試験対応	H. 10
往復摩耗試験システム	新東科学(株)	TYPE:30S	移動距離：10～50mm 移動速度：30～12,000mm/分 試料台寸法：180mm×120mm ASTM平面圧子、30mm平面圧子 ロールホルダー、ブレードホルダー	H. 22
保温性試験機	(株)大栄科学精器 製作所	ASTM型 (恒温法)	衣料素材、ふとん、敷物、カーテン、 建築資材類の保温性能を評価する	H. 10
燃焼速度試験器	(株)大栄科学精器 製作所	HFT-30	JIS L-1091C法対応	H. 10
スプレーテスター はっ水度試験器	(株)大栄科学精器 製作所	SR-1	JIS L-1092はっ水度試験対応	H. 10

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ラウンダーメータ	(株)大栄科学精器製作所	L-8	不織布、繊維製品の水及び洗濯に対する堅牢度の測定	H. 11
電 気 炉	ヤマト科学(株)	F0-710	使用温度範囲：100～1150℃	H. 16
少量棚式チャンバー凍結乾燥システム	東京理化器械(株)	FDU-1100 DRC-1N	トラップ温度：-45℃ 試料棚サイズ：W200mm×D230mm 2段	H. 17
フィルター性能評価試験機	東京ダイレック(株)	DFT-4	中高性能フィルター濾材の捕集効率及び圧力損失を測定する ろ過面積：100cm <sup>2</sup> 流速：0.5～16cm/sec 圧力損失：～2hPa 使用粉体：JIS8種・11種、タルク、PAO他 測定粒子径：0.3～10μm	H. 25
動的粘弾性測定装置	メトラー・トロード社	DMA/SDTA8 61°	温度範囲：-150～500℃ 荷重範囲：0.005～40N 測定周波数範囲：0.001～1000Hz	H. 18 H. 25 繰入
三次元計測機能付走査型電子顕微鏡	(株)キーエンス	VE-9800	倍率：×15～×100,000 二次電子分解能：8.0nm 試料ステージ： 5軸(X/Y/Z/回転/傾斜)	H. 18 H. 25 繰入
PPS表面粗さテスター	ローレンツェンアンドベットレー(株)	L&WPPS Tester-Co ad165	測定範囲：0.60～6.00μm 固定圧力：0.5、1.0、2.0MPa 測定気圧：19.6kPa	H. 22
水解性評価試験装置	(株)日進機械		試験槽个数：3個 試験槽寸法： 430Lmm×330Wmm×300Hmm 試験槽揺動角度：前後11° 揺動速度：26rpm	H. 27
白 色 度 計	日本電色工業(株)	PF7000	照明受光条件：拡散照明：0° 受光 測定方法：ダブルビーム方式、全波長同時補償方式 測定波長：400nm～700nm 測定径（照明径）：測定径φ28mm（φ34mm） 測定用光源：パルスキセノンランプ 観察光源・視野：A, C, D65, F6, F8, F10 2°、10° 視野	H. 29
ドレープテスター	(株)大栄科学精器製作所	YD-100	試験台直径：12.7cm 試験片直径：25.4cm 試験片調整（クセ取り）：上下振動＋回転運動 面積測定方法：積分法による自動測定 最小読取：ドレープ係数=0.0001、 ドレープ面積=1m <sup>2</sup> （0.01cm <sup>2</sup> ）	H. 19
ゼータ電位測定装置	大塚電子(株)	ELSZ-2000 ZS	ゼータ電位測定範囲：-200～+200mV 測定可能粒子径範囲：0.6nm～10μm 測定可能pH範囲：pH1～13 平板試料表面のゼータ電位測定可能	H. 30

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
臨 界 点 乾 燥 機 付 き 比 表 面 積 測 定 装 置	マイクロトラック・ベル(株)  ライカマイクロシステムズ(株)	BELSORP-max II  Leica EM CDP3000	測定可能最小比表面積：0.01 m <sup>2</sup> /g 以上 (N <sub>2</sub> ガス使用時) 細孔分布測定範囲：0.35~100nm 吸着ガス種：N <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、Kr、H <sub>2</sub> O、NH <sub>3</sub> 、 その他腐食性ガス 前処理装置：真空加熱処理装置 (400℃以下)、臨界点乾燥処理装置	H. 30
摩 擦 感 テ ス タ ー	カトーテック(株)	KES-SE-STP	摩擦力検出器：リング状力計 差動トランス方式 摩擦力感度：フルスケール 200gf 精度：フルスケールの±0.5% 試料移動速度：1mm/sec	H. 19
ゼロ・スパン張力測定 装置	PULMAC 社	Z-Span 1200	引張試験機能 零距离読み機能 クランプ圧：最大 75psi 以上	H. 29
ディスク遠心式粒度分 布測定装置	米国 CPS Instruments 社	Model DC24000UHR	測定原理：ディスク遠心沈降光透過法 測定範囲：0.01~40μm 分解能：粒径差 5% 精度±0.5% 感度：0.01μg	H. 29
多目的光学顕微鏡	ライカマイクロシステムズ(株)	DM4B  DFC450	生物正立顕微鏡 倍率：×5、×10、×20、×40、×100 落射/透過照明仕様 CCD カメラ 最大画素数：500 万画素	H. 29
滑落接触角計	協和界面科学(株)	DMo-501	測定方式：CCD カメラによる画像 処理方式 測定範囲 接触角：0° ~180° 表面張力：0~100mN/m 滑落角：0° ~90°	H. 30
赤外イメージングシス テム	(株)パーキンエル マー・ジャパン	Spotlight 400	ポイント測定モード：透過/反射/ATR イメージング測定モード： 透過/反射/ATR ポイント測定周波数範囲 7800-600cm <sup>-1</sup> (MCT) 10000-4000cm <sup>-1</sup> (InGaAS) イメージング測定周波数範囲 7800-650cm <sup>-1</sup> (透過、反射) 4500-680cm <sup>-1</sup> (ATR) 7800-580cm <sup>-1</sup> (広帯域 MCT) 7800-4000cm <sup>-1</sup> (InGaAS)	H. 30
レオメーター	(株)アントンパー ール・ジャパン	MCR302	測定方式 回転式による粘度測定又は振動 式による動的粘弾性測定 制御方式 応力制御又はひずみ制御 最大トルク：200mNm 最小トルク(回転)：1nNm 最小トルク(振動)：0.5nNm	R. 元

## Ⅱ 業 務 概 要

## 1 試験研究・技術支援事業

研究課題	予算項目	担当課
セルロースナノファイバー複合による高機能シートの開発	試験研究費	素材開発課 加工技術課
次世代家庭用衛生材料の開発	試験研究費	加工技術課
水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発	試験研究費	素材開発課
高知セルロースナノファイバー事業化プロジェクト	試験研究費	素材開発課 加工技術課
鳥獣による食害防止技術の開発	試験研究費	加工技術課
こうぞの繊維層分離技術の開発	技術支援事業費	素材開発課
土佐和紙の原料や製造法が紙質に及ぼす影響の解明—土佐和紙のPRと販売促進—	技術支援事業費	素材開発課
高性能フィルター素材の開発	成長分野育成研究費	加工技術課

## 2 技術相談及び技術指導

### (1) 技術相談

項目	件数	内容
原質調整	821	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	823	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	834	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	172	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	43	蒸気管理、節電
公害防止技術	57	排水処理
計	2,750	

<注> 関係各所に配布しました本センター報告において、上記「(1) 技術相談」の件数に誤りがありましたので、本ホームページでは訂正したものを記載しています。

### (2) 技術指導

担当課	主な内容
素材開発課	<ul style="list-style-type: none"> <li>・抄紙機及び抄紙機による試作について</li> <li>・スパンレース不織布及びその試作について</li> <li>・原料蒸解処理について</li> <li>・食品廃棄物のパルプ化について</li> <li>・製紙スラッジについて</li> <li>・天然物のナノファイバー化処理について</li> </ul>

担 当 課	主 な 内 容
素材開発課	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セルロースナノファイバーの製造法、評価法について</li> <li>・セルロースナノファイバーの活用について</li> <li>・こうぞの栽培・収穫・原料パルプ化について</li> <li>・こうぞの病気と防疫方法について</li> <li>・生分解性プラスチック及びその分解性評価技術について</li> <li>・レーヨン繊維の海洋生分解性について</li> <li>・プラスチック素材種類別での耐熱性や劣化の違いについて</li> <li>・高分子の電気絶縁破壊について</li> <li>・紙及びその加工品の染色について</li> <li>・極微弱発光分光分析システムでの測定について</li> <li>・フェイスマスクの密着性評価について</li> <li>・簡易な抗菌評価方法について</li> <li>・残留有効塩素の測定方法及び確認方法について</li> </ul>

担 当 課	主 な 内 容
加工技術課	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マスクの微生物試験について</li> <li>・残留硫黄の分析について</li> <li>・障子紙の紫外線カット率測定について</li> <li>・SEKマーク取得について</li> <li>・コーヒーフィルターの性能試験について</li> <li>・滑りやすさ試験について</li> <li>・光沢の測定について</li> <li>・廃棄生姜の有効利用について</li> <li>・ワイパーの吸水量測定方法について</li> <li>・生産工程の改善に関すること</li> <li>・フィルター性能評価に関すること</li> <li>・スラリーの流体特性に関すること</li> <li>・熱カレンダーの加工プロセスの可視化に関すること</li> <li>・トイレに流せる製品群の検討について</li> <li>・異物分析方法について</li> <li>・昆虫性異物について</li> <li>・メルトブロー不織布製造装置について</li> <li>・乾式不織布製造装置について</li> <li>・メルトブロー不織布について</li> </ul>

### 3 依頼試験及び設備使用

#### (1) 依頼試験

年 度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2
件 数	2,917	2,858	2,488	2,685	2,297	2,643	2,548	2,462
手数料(千円)	12,708	13,858	15,776	17,833	15,362	15,048	16,150	14,723

(2)設備使用

年 度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31/R1	R2
件 数	570	949	1,203	1,111	1,530	1,230	1,339	1,390
使用料(千円)	364	1,000	1,194	937	1,105	985	1,104	1,245

4 研修生の受入れ

研修期間	内 容	備 考	人数
令和 2年 9月14日～18日	文化財修理に用いられる紙の繊維検査方法に関する研修(前期)	国宝修理装演師連盟	3

5 紙産業技術初任者研修会

開催日	内 容	人数
令和 3年 1月21日	①原料のろ水度測定及びシートマシン抄紙 ②紙の物性試験 ③小型テスト抄紙機デモンストレーション	8
令和 3年 1月28日	①乾式不織布製造試作 ②乾式不織布の物性試験	10

6 開放試験設備利用研修

開催日	設 備 名	人 数
令和 2年 4月 8日	ゼータ電位測定装置	1
令和 2年 5月15日	KES風合い計測システム(FB-2)	1
令和 2年 5月18日	テンシロン万能試験機(RTF-1310)	2
令和 2年 5月29日	繊維分析計	4
令和 2年 6月11日	断裁機	1
令和 2年 6月19日	レーザー加工機	2
令和 2年 7月22日	デジタルマイクロスコープ	8
令和 2年 8月20日	フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)	9
令和 2年 8月31日	レーザー加工機	1
令和 2年 9月 7日	分光光度計	1
令和 2年 9月10日	臨界点乾燥機	2
令和 2年 9月17日	断裁機	1
令和 2年 9月24日	分析走査型電子顕微鏡(JSM-6510A)	7
令和 2年10月 5日	ハンディー圧縮試験機	1

開催日	設 備 名	人 数
令和 2年10月 8日	赤外イメージングシステム	1
令和 2年10月27日	レーザー加工機	1
令和 2年11月 4日	レーザー加工機	1
令和 2年11月19日	レオメーター	1
令和 2年12月 4日	フラジール形通気度試験機	1
令和 2年12月 4日	K E S 通気性試験機	1
令和 2年12月15日	断裁機	1
令和 3年 1月26日 ～27日	比表面積測定装置	1
令和 3年 2月17日	マーチンデール摩耗試験機	3

## 7 講演会

開催日	内 容	人数
令和2年 7月22日	異物分析担当者実践コース研修（第1回） 「異物の観察手法（光学顕微鏡及びデジタルハイスコープの取扱い方）」	9
令和2年 8月20日	異物分析担当者実践コース研修（第2回） 「異物の機器分析①（F T - I R を使った有機物分析）」	9
令和2年 9月24日	異物分析担当者実践コース研修（第3回） 「異物の機器分析②（X 線分析を使った無機物分析）」	9
令和2年 10月15日	異物分析担当者実践コース研修（第4回） 「その他の異物分析手法及び異物対応の手順・考え方」	9
令和2年 11月5日	レオメーター利用操作セミナー	1 2
令和3年 1月26日	オンラインセミナー「企業における SDG s への取組みの必要性」	4 4

## 8 研究会事業

研究会名	内 容	件数	参加 企業	人数
複合加工研究会	熱カレンダー装置、コーター&ラミネーター等を活用した新製品・新技術開発	2	2社	3
C N F 研究会	C N F 製造装置、マスコロイダー等を活用した新製品・新技術開発	5 0	5 1社	1 7 1
素材製造技術研究会	抄紙機や不織布製造装置等を活用した新製品・新技術開発	2 6	2 2社	1 0 8
紙質研究会	レーザー加工機等を活用した手すき和紙等の新製品・新技術開発	2 8	4 1社	1 0 0
プラスチック代替素材 利用促進研究会	プラスチック代替素材としてセルロース系材料や生分解性繊維の新製品・新技術開発	1 2	8社	4 6

## 9 分科会事業

分科会名	内 容	件数	参加企業	人数
プラスチック代替素材利用促進分科会	プラスチック代替素材としてセルロース系材料や生分解性繊維に関する活動	5	62社	127

## 10 一般開放行事

開催日	内 容	人数
—	なし（新型コロナウイルス感染拡大防止のため）	—

## 11 工業所有権

### (1) 登 録

年月日	番 号	名 称	発明者名	共同出願者等
平成19年 10月19日	特許 第4025861号	家畜解体用の吸液マット および吸液枕材の保持シート	林 幸男、澤村淳二 田村愛理、森澤 純	(株)環境機器
平成21年 1月 9日	特許 第4240277号	多量の血液等を吸収できる 吸収性物品	林 幸男、澤村淳二 田村愛理、森澤 純 近森麻矢	(株)環境機器
平成22年 1月 8日	特許 第4431992号	保湿不織布	鈴木慎司、池 典泰 松本 博、澤村淳二 田村愛理、森澤 純	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成22年 1月 8日	特許 第4431995号	エンボス加工クレープ 紙とその製造方法	鈴木慎司、林 幸男 池 典泰、松本 博 田村愛理、遠藤恭範 森澤 純、近森麻矢	河野製紙(株)
平成24年 2月 3日	特許 第4915926号	保湿不織布	鈴木慎司、池 典泰 澤村淳二、田村愛理 森澤 純、滝口宏人 有吉正明	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成24年 3月 2日	特許 第4936284号	保湿不織布包装体	鈴木慎司、池 典泰 澤村淳二、田村愛理 森澤 純、滝口宏人 有吉正明	河野製紙(株) 三昭紙業(株)
平成24年 5月11日	特許 第4984027号	石英ガラス不織布の製 造方法	森澤 純、池 典泰 松本 博、澤村淳二 田村愛理、鈴木慎司 近森麻矢、林 幸男	信越石英(株)

年月日	番 号	名 称	発明者名	共同出願者等
平成24年 5月11日	特許 第4984037号	石英ガラス繊維含有乾式短繊維ウェブおよび不織布	森澤 純、池 典泰 山崎裕三、澤村淳二 田村愛理、滝口宏人 鈴木慎司、松本 博	信越石英(株)
平成26年 2月14日	特許 第5472586号	エンボス加工クレープ紙	鈴木慎司、林 幸男 池 典泰、松本 博 田村愛理、遠藤恭範 森澤 純、近森麻矢	河野製紙(株)
令和元年 7月19日	特許 第6555777号	FRP 製造用シート状半製品の製造方法	森澤 純	シンワ(株) 愛媛県
令和2年 4月16日	特許 第6692474号	漆喰材	田村愛理、鈴木慎司 篠原速都、河野敏夫 矢野雄也、堀川晃玄 (工業技術センター)	田中石灰工業 (株)

## 12 講師派遣・口頭発表（ポスター発表を含む）

年月日	会 名	場所等	テ ー マ	発表者
令和2年 7月14日	出前授業	高知県立伊野商業高等学校	高知県の紙について	近森啓一
令和2年 7月17日	文化財保存修復学会	(資料配付)	土佐楮と那須楮の違い及びパルプ化した楮の洗浄工程が楮紙の物性に及ぼす影響に関する研究	有吉正明
令和2年 9月5日	企画展「手紙の世界」講演会	坂本龍馬記念館	江戸時代の紙とその原料及び土佐七色紙	有吉正明
令和2年 9月17日	日本繊維機械学会 テキスタイルカレッジ 「不織布」	Web(Zoom)開催	長繊維不織布ーメルトブロー	鈴木慎司
令和2年 11月25日	出前授業	高知県立追手前高等学校吾北分校	高知県の紙産業	近森啓一
令和2年 12月1日 ～令和3年 1月29日	機能紙研究会	オンデマンド配信	新たな機能紙の提案に向けて	森澤 純
令和2年 12月8日	出前授業	土佐市立高岡中学校	高知県の紙産業	近森啓一
令和3年 1月14日	第13回ケミルミネッセンス研究会	Web(Zoom)開催	化学発光による水産物の酸化評価検討	遠藤恭範

### Ⅲ 研究調查報告

## 原料及び製造工程の違いが楮紙の特性に及ぼす影響について

### (第2報)

～楮パルプの打解による影響～

有吉 正明

*Study on effect of difference of raw materials and manufacturing process  
on properties of Kozo paper (Part II)*

～ Effects of beating process of Kozo pulp ～

Masaaki ARIYOSHI

製造工程の違いのうち楮パルプの打解工程が紙物性へ及ぼす影響について土佐楮白皮を用いて調べた。打解時間の異なる楮パルプを用いて作製した楮紙について、密度、引張強さ、ゼロスパン引張強さ、表面強度等の物性試験を行った結果、打解工程の有無や打解時間により紙物性は変化し、特に引張に対する粘り強さや表面強度が向上する効果が見られた。また、打解が楮パルプに及ぼす影響について調べたところ、打解により保水度や繊維の屈曲性が増加した一方、単繊維強度指数は低下する傾向が見られ、打解処理やその方法が繊維の特性に影響を及ぼし紙物性に影響を与えていることが分かった。

#### 1. 目的

楮紙の製造工程の一つである打解工程について、条件を変えて打解が紙質に及ぼす影響について調べた。打解は、楮原料のアルカリ煮熟を行った後の洗浄工程後、または、洗浄工程の後さらに塵取りを行った後に行う工程である。通常は打解機という装置を用いて、ウェットの楮パルプに対して打解機の主に木製もしくはテフロン等の樹脂で作製された平らな先端部で繰り返し叩くことにより、その後のビーターを用いた離解工程で繊維を水中でほぐれやすくするための工程である。打解に際しては、打解時間やウェット楮を打解機で叩く際に与えるエネルギー、ウェット楮の水分率等のファクターがあるものの、目的はあくまで単繊維にほぐれやすくすることであるため、各製造業者は繊維が水中でほぐれることを基準に打解時間を設定し、経験的に行っている場合が多い。一方、打解時間を長くすることで紙質そのものに影響を及ぼすことが知られている<sup>1)</sup>。そのため、従来経験的に行われてきた打解条件について検討することにより、用途に適した物性を楮紙に持たせることができる可能性が考えられる。特に版画等の美術用紙や印刷用紙への用途展開の際に問題となることの多い楮紙の表面強度についても向上することが期待される。

そこで、本研究では打解方法の違いが紙質に及ぼす影響について調べるため、各種条件にて打解した楮パルプを用いて楮シートを作製し、各種物性試験を実施して比較を行った。なお、試験用シートの作製は、手漉き和紙を製造する方法で実施すると職人の漉き方等個人差が影響することや、紙漉き工程で楮繊維を水中に分散し漉き続けた場合、系内の繊維や微細組織の濃度、繊維の分散状態が刻々と変化し、常に同じ条件で漉くことができず製造した紙の比較が難しくなる為、前報<sup>2)</sup>に引き続き、シートマシンを用いて再現性が高いと考えられる方法にて試験用シートの作製を行った。

#### 2. 試験用シートの作製方法

##### 2.1 原料処理方法

原料は土佐楮白皮(いの町産)を断裁機で4mmに切断して用いた。切断した楮をナイロン製ネット(150メッシュ)に入れ26時間水に浸漬したのち20L寸胴鍋に入れ、さらに所定量の水を加え(原料濃度6.7%(温度23℃、相対湿度50%環境下での原料の質量に対して))加熱を開始した。水温が90℃になったところで、ソーダ灰(株トクヤマ製)を加え(薬品量15.3%(温度23℃、相対湿度50%環境下での原料の質量に対して))、沸騰してから2時間

アルカリ煮熟を行った。煮熟開始後 30 分毎に沸騰により減少した水量を測定し、熱湯を加えて補った。煮熟後放冷し 17 時間静置したのち、ネットごと原料を取り出し流水で十分に洗浄した。洗浄した原料はビーターで離解した後、目開き約 300  $\mu\text{m}$  の網で濾して水を抜いた。さらにビーターに戻して離解したのち、フラットスクリーン (スリット幅 7/1000 カット) を通した。ドレイナーに落として水を抜き、さらに遠心脱水機にて脱水し、固形分 29% のウェット楮パルプを得た。

## 2. 2 打解方法

打解は、小型打解機 (打解面積: 135  $\text{cm}^2$ 、打解荷重: 12.5 kg、単位面積当たりの衝撃エネルギー 1.36  $\text{kJ}/\text{m}^2$ 、打解速度 62 回/分) を用い、一度に 172g の原料 (乾燥重量換算、固形分 29%) を打解した。また、打解時間は、①未打解 (ブランク)、②1 時間、③2 時間とし、打解 1 時間については、固形分 23% に調整した楮パルプについても行った。

## 2. 3 シート作製方法

前報に記載の方法に従い、上記の条件にて準備した楮パルプについて、手すきシートを作製した。JIS P8222 に準じてシートマシン (金網は目開き 110  $\mu\text{m}$ 、線径 60  $\mu\text{m}$  を使用) により湿潤シートを作製し、その際吸水紙はアドバンテック東洋 (株) 製 26-WA を使用し、コーチングは 3 往復を 12 秒間で行った。湿潤シートはプレスを行わず、シナベニヤ製干板にゴム製ローラー (面長 239mm、質量 1150g) を用い余分な力を加えずにロール掛けして貼り付け、温度 23 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 50% の環境下で自然乾燥した。

## 3. 楮パルプ及び作製したシートの試験方法

### 3. 1 作製したシートの物性試験

作製したシートについて各種物性試験 (坪量、密度、引張強さ、ゼロスパン引張強さ、表面強度) を行った。

坪量は JIS P8124 に準じ、25  $\text{cm} \times 25 \text{cm}$  のシート 1 枚の重さを測定し 1  $\text{m}^2$  当たり換算した数値を坪量とした。密度は JIS P8118 に基づいて測定した。引張強さ試験は JIS P8113 に準じ、チャック間距離 80mm にて実施した。引張強さ試験の結果より、比引張強さ、破断点伸度、比引張エネルギー吸収量、弾性率を算出した。ゼロスパン引張強さは JIS P8227 に準じ、作製した坪量 26.6~27.1  $\text{g}/\text{m}^2$  のシー

トについて測定を行った。また、比引張強さ、ゼロスパン引張強さの試験結果より繊維間結合強度指数及び単繊維強度指数を算出した<sup>3)</sup>。表面強度試験は JAPAN TAPPI No. 1 「ワックスピック法」に準じて紙の表面 (乾燥板に接した面)、及び裏面についてそれぞれ実施した。

### 3. 2 楮パルプのろ水度及び保水度の測定

各種条件にて打解処理したパルプのろ水度を JIS P8121-2 に基づき、カナダ標準ろ水度試験器にて測定した。また、保水度は JAPAN TAPPI No. 26 「パルプー保水度試験方法」に準じて実施した。

### 3. 3 シートに含まれる微細組織量の測定

前報記載の方法に従い、固形分 29% の楮パルプから作製したシートについてシートに含まれる微細繊維量を測定した。また、微細組織はガラスろ紙 (アドバンテック東洋 (株) 製 G-25) にてろ取し、光学顕微鏡による観察に供した。

### 3. 4 楮繊維及び微細組織の形態的特徴の分析

作製した楮パルプからサンプリングした繊維、及び 3. 3 項にてろ取した各シートに含まれる微細組織について、C 染色液またはヨウ素溶液にてそれぞれ染色した後、光学顕微鏡による観察を行った。

繊維については繊維分析計 (ABB 社製ファイバータスター) にて長さ荷重平均繊維長、長さ荷重平均繊維幅、長さ荷重ファイン (計測された 0.2mm 未満の繊維の長さの総和/計測された 0.2mm 以上の繊維長さの総和  $\times 100$ )、シェープファクター (繊維が屈曲した状態での端から端までの長さ/繊維本来の長さ  $\times 100$ ) を測定した。

## 4. 結果及び考察

### 4. 1 シートの物性試験結果について

作製したシートの物性試験の結果を表 1 に示す。その結果、密度は打解時間の増加に伴い高くなっており、打解によってシートはより密な構造になっていた。引張試験の結果、単位面積当たりの引張強さを坪量で除した比引張強さについては、ブランクに比べ 1 時間打解した場合強度は低下し、2 時間打解した場合は 1 時間に比べると強度は増したが、ブランクに比べると低かった。一方、破断点伸度については打解 1 時間後大幅に増加し、2 時間後は僅かに増加した。同様に、弾性率についても打解 1 時間後

表1 作製した楮シートの各種物性値、及び繊維間結合強度指数と単繊維強度指数

サンプル名	坪量 g/m <sup>2</sup>	密度 g/cm <sup>3</sup>	比引張 強さ N・m/g	破断点 伸度 %	弾性率 MPa	比引張 エネルギー 吸収量 mJ/g	ゼロスパン 引張強さ kg/15mm	繊維間結合 強度指数 N・m/g	単繊維 強度指数 N・m/g
ブランク	27.1	0.24	38.6	1.9	1570	505	10.5	45.5	255
打解1 h	26.9	0.25	33.8	3.4	1170	794	9.3	39.8	226
打解2 h	26.9	0.26	36.6	3.6	1150	918	8.8	44.2	213
打解1 h	26.6	0.25	33.2	3.0	1070	706	9.3	38.9	230

表2 各楮パルプから採取した繊維の繊維分析計による測定結果

サンプル名	長さ荷重 平均繊維長 mm	長さ荷重 平均繊維幅 μm	シェープ ファクター %	ファイン %
ブランク	2.65	25.2	88.9	1.3
打解1 h	2.60	25.6	81.5	1.6
打解2 h	2.59	25.1	80.6	2.1
打解1 h	2.63	25.9	81.3	1.4

表3 各楮シートに含まれる  
微細組織の乾燥質量百分率

サンプル名	微細繊維 乾燥質量 %
ブランク	7.6
打解1 h	6.1
打解2 h	6.0

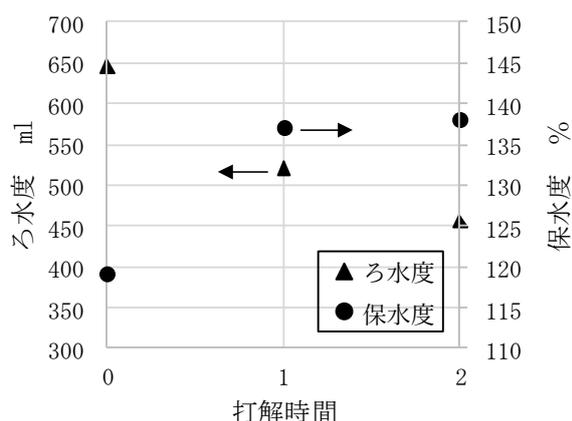


図1 打解時間の違いに伴う、ろ水度 (CSF) と保水度の変化

に大幅に低下し2時間後は僅かに低下した。さらに、試験片が破断するまでに要した単位面積当たりのエネルギーを坪量で除した、比引張エネルギー吸収量については、打解時間が長くなるに伴い増加した。

以上より、比引張強さについては、打解時間の増加に伴い一度低下した後増加する傾向が見られたが、破断までに要する比引張エネルギー吸収量は増加しており、打解処理により引張に対して粘り強い紙になっていることが分かった。

この原因について、最初に引張破断伸度の増加について繊維の形態的な変化から考察を行った。表2は各楮パルプから採取した繊維を繊維分析計で測

定した結果である。そのうちシェープファクターは繊維の屈曲性を表す指標で数値が小さいほど繊維が折れ曲がって存在していることを示している。その結果、シェープファクターは打解1時間で低下し、2時間後は僅かに低下しており、打解によって繊維の屈曲性が増していることが分かった。さらに、これらの繊維を顕微鏡で観察し確認を行った。写真1、2、3は打解時間の異なる楮パルプから採取した繊維の顕微鏡写真 (C染色液による染色) であるが、打解時間の増加に伴い繊維がより折れ曲がっている様子が見られる。このような、繊維の屈曲性の増加は、紙の引張破断伸度の増加に影響していると推察される。

次に、比引張強さが打解1時間後に低下したことについて考察を行った。図1は打解時間の違いに伴うろ水度 (CSF) と保水度の変化をまとめたものである。打解時間が長くなるとろ水度は低下し、一方、保水度はブランクから1時間後は増加したが2時間後は変化がなかった。ろ水度 (CSF) は微細繊維の生成に強く影響されるといわれる<sup>4)</sup>。繊維分析計による測定では表2に示したように、楮繊維の長さ荷重平均繊維長は僅かに低下し、ファインは増加傾向が見られることから、繊維が打解によって少しずつ切断される傾向にあることを示していると考えられる。一方、保水度は主に繊維の膨潤性を示す尺度



写真1 ブランクの繊維の顕微鏡写真  
(C染色液による染色、100倍)



写真4 ブランクの微細組織の顕微鏡写真  
(ヨウ素溶液による染色、100倍)



写真2 打解1時間の繊維の顕微鏡写真  
(C染色液による染色、100倍)



写真5 打解1時間の微細組織の顕微鏡写真  
(ヨウ素溶液による染色、100倍)



写真3 打解2時間の繊維の顕微鏡写真  
(C染色液による染色、100倍)



写真6 打解2時間の微細組織の顕微鏡写真  
(ヨウ素溶液による染色、100倍)

とされ<sup>5)</sup>、数値が高いほど繊維の柔軟性が増し繊維間の結合を強くする。繊維分析計による測定では表2に示したように繊維幅の変化は見られなかったが、打解1時間後の保水度が増加していることから、繊維内部の構造が変化していると考えられる。以上の結果より、少なくともブランクに比べて打解を

1時間行うことにより繊維間結合は増加する傾向にあると考えられる。しかし、実際には比引張強さは低下しており、また表1に示した繊維間結合強度指数もブランクに比べて打解1時間後は低下しているため、繊維の構造的な変化以上の何らかの影響により繊維間結合が低下していると考えられた。

そこで、楮シートに含まれる微細組織の乾燥質量について測定した。前報にて楮シートに含まれる微細組織が減少すると繊維間結合強度が低下することを示した。そこで各条件にて処理した楮パルプから作製されたシートに含まれる微細組織の質量の違いについて調べた。測定結果を表3に示す。その結果、ブランクに対して1時間打解したシートは微細組織の質量百分率が1.5%低下しており、2時間後はほぼ同じであった。前報では土佐楮（白皮）を用いて作製したシートのうち、微細組織を除く処理を行った洗浄シートと未洗浄シートに含まれる微細組織の質量百分率と各シートの比引張強さについて測定を行ったが、その結果を基に、二つの項目の関係が比例関係にあるとすれば、微細組織の質量百分率が1.5%低下すると比引張強さは $3.8\text{N}\cdot\text{m/g}$ 低下すると推測される。今回、ブランクに対して打解処理1時間後は比引張強さの低下は $4.8\text{N}\cdot\text{m/g}$ であり、シートに含まれる微細組織量の低下が打解処理1時間後の比引張強さの低下に影響している可能性が考えられた。

さらに、シートに含まれる微細組織についてヨウ素溶液にて染色して顕微鏡で観察した顕微鏡写真を写真4、5、6に示した。その結果、ブランクに比べて1時間後と2時間後は細く割かれたような状態に変化しているように見られた。また、ブランクの微細組織のうち柔細胞と思われる細胞の内部はヨウ素溶液により紫色に染色されるのが観察されたが、1時間後と2時間後では紫色に染色される物質は観察されなかった。この紫色に染色される物質がシートの比引張強さにどのような影響を及ぼしているかは分からないが、微細組織の質についても変化している可能性が考えられる。

最後に、作製した楮シートの物性試験結果より算出した単繊維強度指数を表2に示した。その結果、単繊維強度指数は打解時間が長くなるにつれ低下した。この結果が比引張強さにどの程度影響しているかは不明であるが、打解処理による単繊維強度の低下が比引張強さの低下に影響している可能性も考えられる。

以上より、打解処理によって楮繊維は屈曲性が増し、引張破断伸度や比引張エネルギー吸収量の増加に影響していると考えられる。また、繊維の柔軟性の増加によって繊維間結合は増加する傾向と考えられるが、一方、シートに含まれる微細組織の質量は打解によって減少しており、また質も変化してい

る可能性があることや、さらに単繊維強度指数も低下していることから、打解1時間の比引張強さの低下の原因になっている可能性が考えられる。

#### 4. 2 シートの表面強度について

各条件で作製したシートの表面強度の試験結果を表4に示した。数値が高いほど表面強度が強いことを示す。和紙は表面強度が弱いことが用途によっては弱点となるが、打解処理を行うことで表面強度が増加することが分かった。また、その効果は固形分23%に比べて29%の方が高かった。なお、平滑面の数値が低いのは干板に貼り付けて乾燥後干板から剥がす際に、繊維が板に取られる影響と思われる。（シートマシンの網面の反対面を干板に貼り付けて乾燥）。ブランクに比べて打解1時間後は特に粗面について表面強度が大幅に増加したが、打解2時間後は変化しなかった。

表4 各シートの表面強度

サンプル名	測定面	表面強度
ブランク	平滑面	2以下
	粗面	3
打解1 h	平滑面	3
	粗面	7
打解2 h	平滑面	4
	粗面	7
打解1 h	平滑面	2以下
	粗面	6

#### 5. まとめ

製造工程の違いのうち楮パルプの打解工程が紙物性へ及ぼす影響について土佐楮白皮を用いて調べた。打解時間の異なる楮パルプを用いて作製した楮紙について、密度、引張強さ、ゼロスパン引張強さ、表面強度等の物性試験を行った。その結果、打解工程の有無や打解時間により紙物性は変化し、特に楮紙は打解によって引張に対して粘り強い紙となり、さらに表面強度が向上する効果が見られた。一方、単繊維の強度の指標である単繊維強度指数については、打解時間が長くなるにつれ低下する傾向が見られた。今回は打解処理の単位面積当たりの衝撃エネルギーの違いによる影響については検討していないため、あくまで今回行った打解条件について

での結果になるが、特に保存性を重視する用途に使用する場合は、強い衝撃エネルギーで長時間打解を行うと、単繊維強度の低下を引き起こす恐れがあるため注意が必要である。

#### 参考文献

- 1) 大川昭典、増田勝彦：製紙に関する古代技術の研究(Ⅲ)－苧麻布・楮の臼杵による叩解－和紙の研究－歴史・製法・用具・文化財修復－ p. 193-199, 高知県立紙産業技術センター (2003)
- 2) 有吉正明：原料及び製造工程の違いが楮紙の特性に及ぼす影響について(第1報) 高知県立紙産業技術センター報告書 vol. 25 p. 34-39 (2020)
- 3) D. H. page : Tappi 52 (4) , 674 (1969)
- 4) 臼田誠人、伊藤俊武、中野準三、右田信彦：製紙パルプの叩解度測定に対する一考察 紙パ技協誌, 22, p297-304 (1968)
- 5) 大江礼三郎ほか：パルプおよび紙, 文永堂出版, p. 120 (1991)

## 水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発（第1報）

～処理条件と物性の関係～

遠藤 恭範

### *Application development of TOSAWASHI processed by Spunlace method(Part1)* ～Processing conditions and Physical properties～

Yasunori ENDO

和紙に対して不織布製造技術である水流交絡法（WJ）処理を行い、得られる意匠性や機能性を検証した。意匠性はWJ処理を行った一般的な不織布と同じパターンが確認され表面の凹凸が明確となった。機能性はWJ処理を行うことで坪量及び密度が低下し厚みが増加した。また、強度は湿潤状態の横方向で向上する結果が得られた。吸水量については増加傾向が見られ、剛軟度については低坪量に関して縦方向、横方向ともに柔軟性が増す傾向にあり、ほとんどの評価項目についてWJ処理の水圧及び処理段数の違いが機能性向上に影響を与えることが分かった。

#### 1. はじめに

不織布の製造方法では、数十ミリメートルの長さにかットされた化学合成繊維を、カード機と呼ばれる解繊交絡装置を使って、非常に脆弱で柔らかいウェブを形成させる乾式法が普及しており、このウェブの繊維結合方法として、液体の接着剤をスプレーしたり含浸させるケミカルボンド法や、加熱することで熔融しやすい合成繊維を使ってウェブを形成した後、熱処理することで繊維を結合させるサーマルボンド法（エアースルー法・熱カレンダー法）等が用いられているが、これらの手法はウェブの強度を向上させるメリットだけでなく堅くなりやすいというデメリットも持ち合わせている。

別に強度と柔軟性を併せ持つ繊維結合方法として水流交絡法（スパンレース法）が存在する。これは微細なノズルから高圧で噴射された水の物理的なエネルギーでウェブの繊維を立体的に交絡させる手法であり、ウォータージェット処理とも呼ばれる。また、水流交絡法で製造された不織布には、ウォータージェット処理の痕跡が連続して残っており、特徴的な模様となっている。

一方、和紙は「わが国で発展してきた特有の紙の総称」として日本産業規格に定義されており、また、紙も同じく「植物繊維その他の繊維をこう（膠）着させて製造したもの」と定義され、とも

に不織布の乾式法とは異なる、水を使ってシートを形成する湿式法に該当する。実際に湿式法で製造したシート（ウェブ）を水流交絡法により繊維結合させる技術は一般的になっているが、使用される繊維は化学合成繊維に限定されており、和紙に用いられるコウゾ等の長繊維である靱皮繊維や木材パルプのような繊維長の短い天然繊維を主に用いた水流交絡法による不織布は市場で確認することができない。

和紙の市場において重要視されるポイントは、まず意匠性であり次いで機能性となる。水流交絡法により作られる特徴的な模様を活かして、かつ従来の和紙にない機能性を得ることができれば、和紙の需要拡大につなげることができる。そこで今回は、和紙に対して水流交絡法による処理を施すことでどのような意匠性と機能性を得ることができるのか、いくつかの処理条件を検討したので、これを報告する。

#### 2. 試験

##### 2.1 繊維原料の調整

繊維原料は木材パルプとコウゾを選択しサンプル作製に用いた。木材パルプの銘柄はHARMAC M10を用い、JIS P 8221-1（ビーター法）に準拠して行い、叩解処理は行わず解繊処理だけとした。解繊処理の水度はJIS P 8121-2に従い測

定すると CSF707ml であった。

コウゾは外国産のタイコウゾ（グレードA）を用い、表1の工程を経て原料調整を行った。

表1 コウゾの原料調整

①煮熟工程	苛性ソーダ対原料比 20% 液比 1 : 18 沸騰後 2 時間煮熟
②自然放冷後水洗によるアルカリ除去	
③漂白工程	次亜塩素酸ソーダ対原料比 20% 常温で 5 時間処理
④水洗による塩素除去後、軽く脱水	
⑤打解工程	高速スタンプミルANS143 (愛知電機株製) アルミナ製の容器で 10 分処理

2. 2 手すきシート作製及び水流交絡法処理  
調整した繊維原料を用いて、JIS P 8222 に準じた方法により 25cm 角の手すきシートを作製した。但し、プレス脱水手順を省略した。

作製した手すきシートの水流交絡法（ウォータージェット：以下WJとする）処理は、センターの保有するプラント設備である多目的不織布製造装置（川之江造機（株）製）の一部を用いて処理速度 10m/min で行った。WJ 処理後の手すきシートは回転ドラムを使った加熱乾燥（表面温度約 80℃）を行い評価サンプルとした。

表2に原料繊維の配合割合及び坪量並びにWJ処理条件を示す。なお、WJ処理条件における1段及び2段とはウォータージェット処理をそれぞれ1回及び2回行ったものであり、水圧も条件ごとに変えている。

表2 評価サンプルの条件

No.	配合	目標坪量	WJ 処理条件
1	コウゾ繊維 100%	30 g/m <sup>2</sup>	未処理
2			1 段 3MPa
3			1 段 5MPa
4			1 段 8MPa
5			2 段 3MPa/5MPa
6			2 段 3MPa/8MPa
7		60 g/m <sup>2</sup>	未処理
8			1 段 3MPa
9			1 段 5MPa
10			1 段 8MPa
11			2 段 3MPa/5MPa
12			2 段 3MPa/8MPa
13	コウゾ繊維	30 g/m <sup>2</sup>	未処理

14	50% 木材パルプ 50%		1 段 3MPa
15			1 段 5MPa
16			1 段 8MPa
17			2 段 3MPa/5MPa
18			2 段 3MPa/8MPa
19			60 g/m <sup>2</sup>
20	1 段 3MPa		
21	1 段 5MPa		
22	1 段 8MPa		
23	2 段 3MPa/5MPa		
24	2 段 3MPa/8MPa		

### 2. 3 試験評価方法

作製した評価サンプルは次に示す試験項目で評価した。

坪量及び厚み、密度は JIS P 8124 及び JIS P 8118 に準拠して求めた。

落射光による表面観察はデジタルマイクロスコープ（KEYENCE 製 VHX-6000）を使って、倍率 50 倍で行い、強コントラスト画像処理及び深度合成 3D 画像処理を行った。

強度変化の確認のため、乾燥時の引張強さ及び伸びを JIS P 8113、湿潤時の引張強さ及び伸びは JIS P 8135 の部分浸漬法に準拠して行った。なお、試験片の幅は 15 mm、つかみ間隔 150mm の条件で、WJ 処理を行ったサンプルの搬送方向を縦方向、搬送方向と垂直な方向を横方向としてそれぞれ評価した。

吸水量は JIS L 1912 に準拠して求めた。

剛軟度は JIS L 1096-E 法（ハンドルオメータ法）に準拠し、スリット幅 10 mm に設定して、評価サンプルを 100 mm 角に裁断後 WJ 処理方向別で試験を行った。

### 3. 結果及び考察

#### 3. 1 坪量、厚さ、密度の変化

コウゾ繊維 100% 手すきシートの目標坪量 30g/m<sup>2</sup> 条件（以下、低坪量サンプルとする）について、坪量及び厚さ並びに密度をそれぞれ図 1～図 3 に示す。

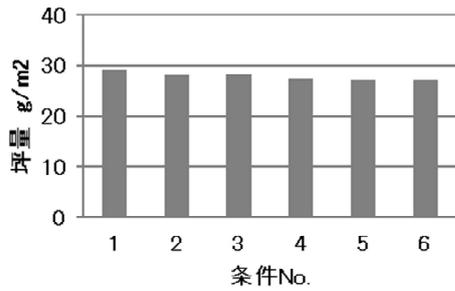


図1 条件No. 1～No. 6の坪量

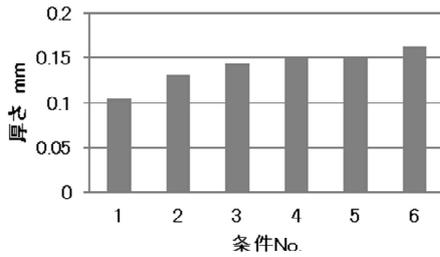


図2 条件No. 1～No. 6の厚さ

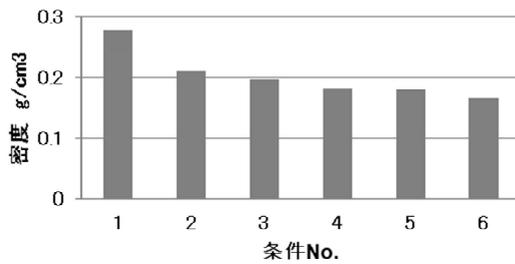


図3 条件No. 1～No. 6の密度

WJ処理を行うことで坪量は減少傾向にあり、未処理条件と比べて最大で6.9%の減少率となった。厚さについては逆に増加傾向となり、同じく最大で55.2%の増加率となった。密度はこれらの増減に相関して減少した。

次に、コウゾ繊維100%手すきシートの目標坪量60g/m²条件（以下、高坪量サンプルとする）について、坪量及び厚さ並びに密度をそれぞれ図4～図6に示す。

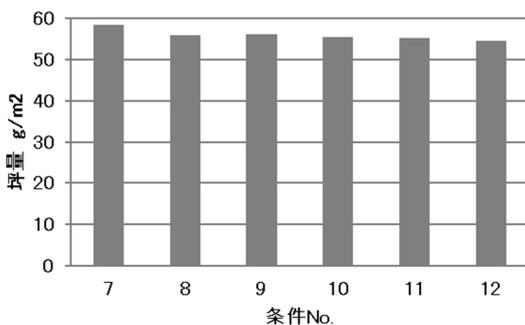


図4 条件No. 7～No. 12の坪量

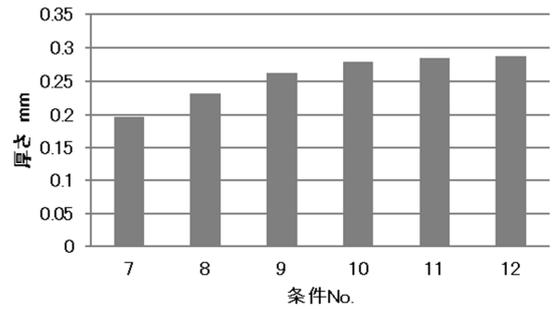


図5 条件No. 7～No. 12の厚さ

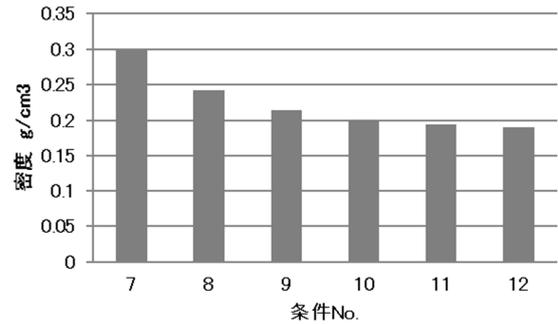


図6 条件No. 7～No. 12の密度

低坪量サンプルの場合と同じく、坪量の減少及び厚さの増加が確認され、水圧3MPa/8MPaの2段でWJ処理を行うことで坪量と厚さは最大でそれぞれ6.5%の減少、最大で46.4%の増加率となった。

以下に、コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシートで、低坪量サンプルの結果を図7～図9に、また、高坪量サンプルの結果を図10～図12に示す。

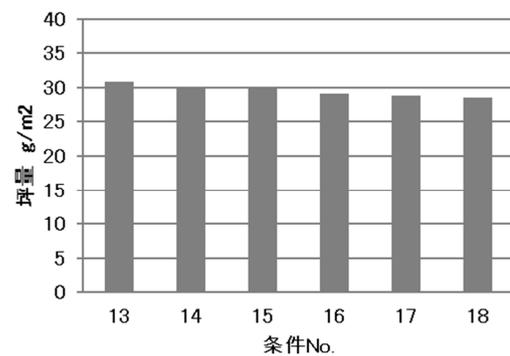


図7 条件No. 13～No. 18の坪量

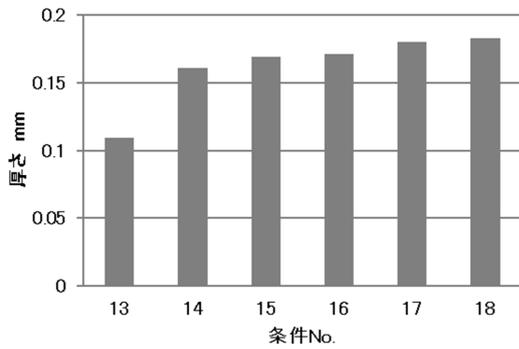


図8 条件No. 13～No. 18 の厚さ

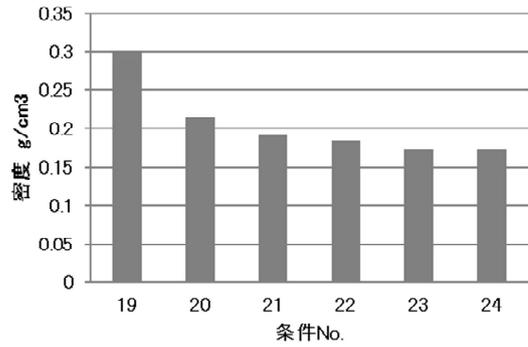


図12 条件No. 19～No. 24 の密度

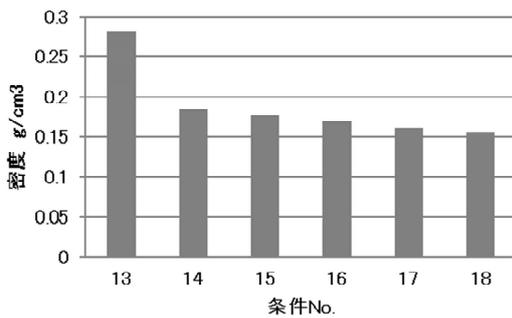


図9 条件No. 13～No. 18 の密度

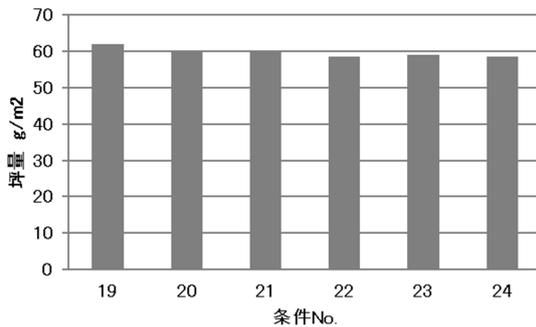


図10 条件No. 19～No. 24 の坪量

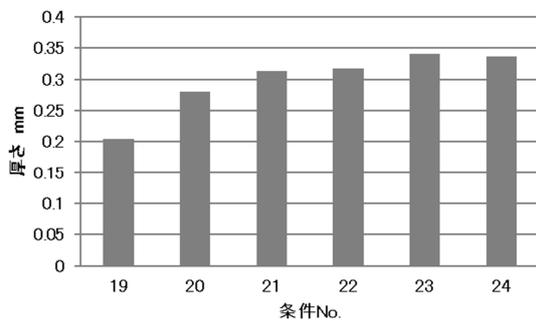


図11 条件No. 19～No. 24 の厚さ

コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシートでは、坪量の減少傾向及び厚さの増加傾向についてコウゾ繊維100%手すきシートと同様であり、坪量の減少率及び厚さの増加率は、低坪量サンプルでそれぞれ7.8%、66.4%、また、高坪量サンプルではそれぞれ5.7%、64.4%となった。これらの結果より、WJ処理における水圧が高いほど、また、段数が多いほどに坪量の減少率が大きく厚みの増加率が高いことが分かった。

### 3. 2 落射光による模様の評価

コウゾ繊維100%手すきシート（条件No. 1～No. 6）の強コントラスト画像を図13～図18に示す。



図13 条件No. 1

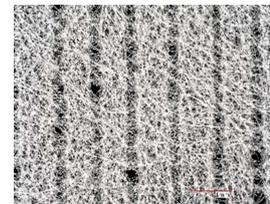


図14 条件No. 2

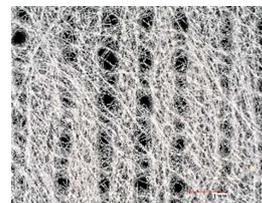


図15 条件No. 3

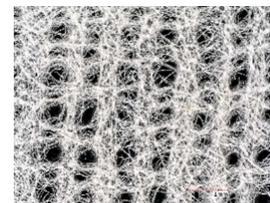


図16 条件No. 4

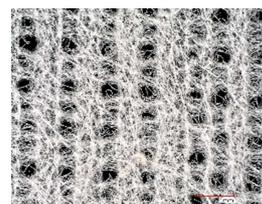


図17 条件No. 5

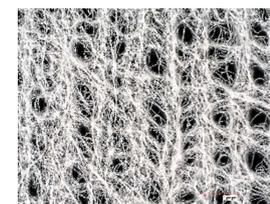


図18 条件No. 6

WJ処理における水圧が高いほど線状痕が鮮明

となり、貫通孔径も大きくなる傾向である。

次に、コウゾ繊維100%手すきシート（条件No. 7～No. 12）の強コントラスト画像を図19～図24に示す。



図19 条件No. 7



図20 条件No. 8



図21 条件No. 9

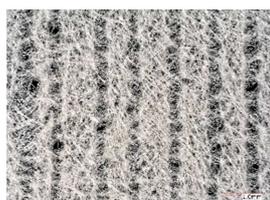


図22 条件No. 10



図23 条件No. 11

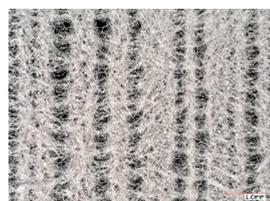


図24 条件No. 12

コウゾ繊維100%手すきシートにおいて、高坪量になると線状痕が不鮮明となり、貫通孔径も小さくなる傾向が確認された。

続いて、コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシート（条件No. 13～No. 18）の強コントラスト画像を図25～図30に示す。

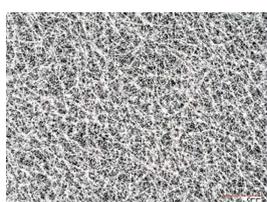


図25 条件No. 13

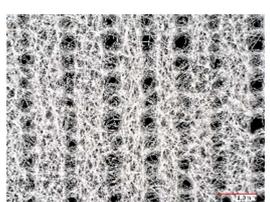


図26 条件No. 14

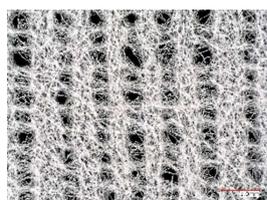


図27 条件No. 15

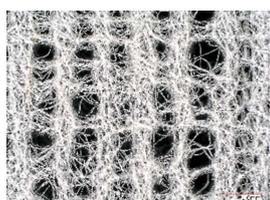


図28 条件No. 16

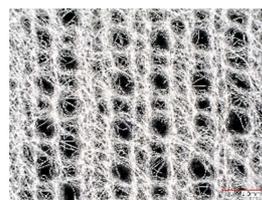


図29 条件No. 17

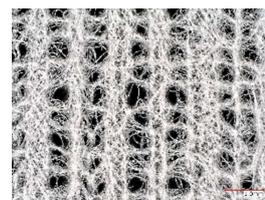


図30 条件No. 18

コウゾ繊維100%手すきシートの同じ目標坪量のサンプルと見比べると、線状痕及び貫通孔がより鮮明になった。

最後に、コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシート（条件No. 19～No. 24）の強コントラスト画像を図31～図36に示す。



図31 条件No. 19



図32 条件No. 20



図33 条件No. 21

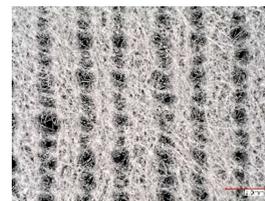


図34 条件No. 22

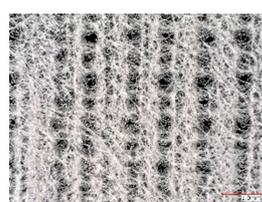


図35 条件No. 23

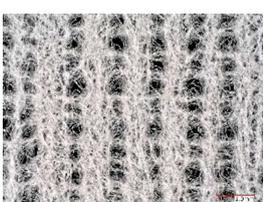


図36 条件No. 24

低坪量サンプルのコウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシートと比べて貫通孔がはっきりと確認できるようになり、木材パルプが50%配合されることにより線状痕及び貫通孔がより鮮明になった。

次に、コウゾ繊維100%手すきシート（条件No. 1～No. 6）の3D合成画像を図37～図42に示す。



図 37 条件 No. 1

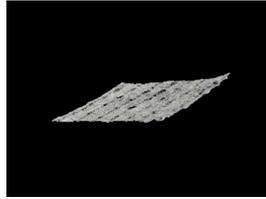


図 38 条件 No. 2

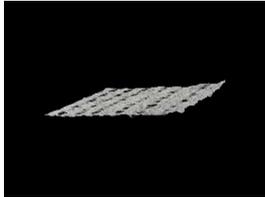


図 39 条件 No. 3

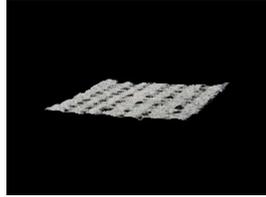


図 40 条件 No. 4

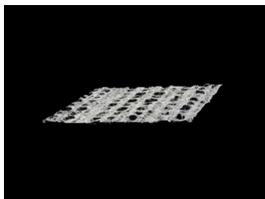


図 41 条件 No. 5

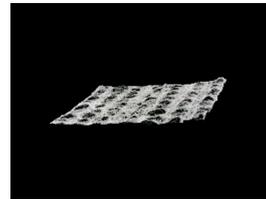


図 42 条件 No. 6

WJ 処理における水圧が高いほど、また、処理段数が多いほど、評価サンプル高さ方向の変動が大きくなることが分かり、図 2 で示した厚さの変動と対応し結果を裏付けている。

3D 合成画像について、コウゾ繊維 100% 手すきシート（条件 No. 7～No. 12）を図 43～図 48 に示す。

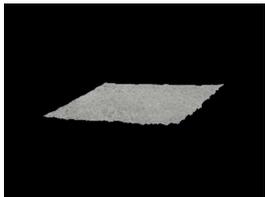


図 43 条件 No. 7

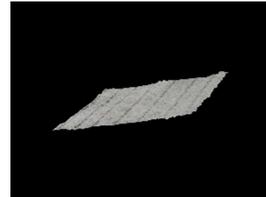


図 44 条件 No. 8

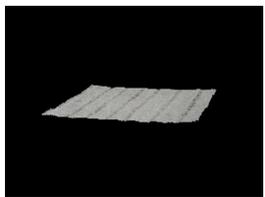


図 45 条件 No. 9

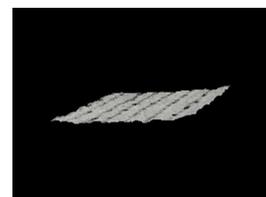


図 46 条件 No. 10

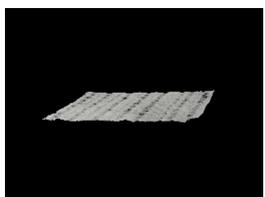


図 47 条件 No. 11



図 48 条件 No. 12

コウゾ繊維 100% 手すきシートにおいて、高坪量になると、強コントラスト画像で比較したように線状痕が不鮮明となり、貫通孔径も小さくなる傾向と対応していることが分かる。

コウゾ繊維 50% 木材パルプ 50% 配合手すきシート（条件 No. 13～No. 24）の 3D 合成画像を図 49～図 60 に示す。



図 49 条件 No. 13

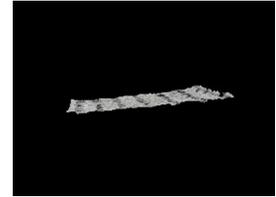


図 50 条件 No. 14

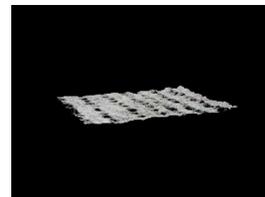


図 51 条件 No. 15

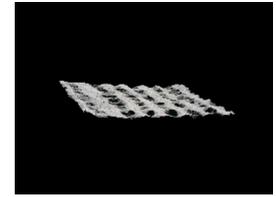


図 52 条件 No. 16



図 53 条件 No. 17

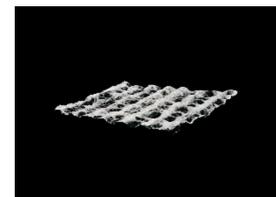


図 54 条件 No. 18



図 55 条件 No. 19



図 56 条件 No. 20



図 57 条件 No. 21

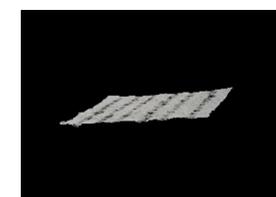


図 58 条件 No. 22

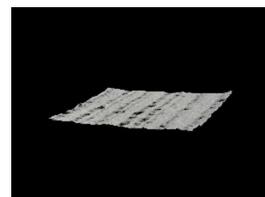


図 59 条件 No. 23

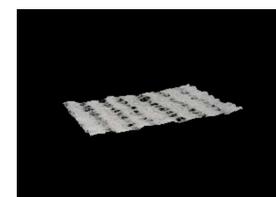


図 60 条件 No. 24

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシートについてもコウゾ繊維 100%手すきシートと同様に、それぞれ厚さの変動及び強コントラスト画像に対応していることが分かる。

### 3. 3 引張強さ及び伸びの変化

コウゾ繊維 100%手すきシート（条件No. 1～No. 6）の引張強さ（乾燥時及び湿潤時）を図 61 及び図 62 に示し、また、それぞれの破断伸びを図 63 及び図 64 に示す。

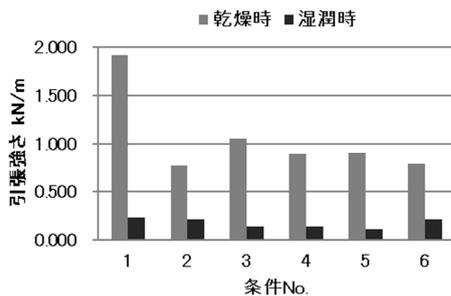


図 61 条件No. 1～No. 6 の縦方向引張強さ

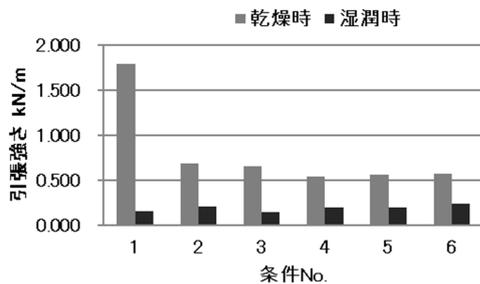


図 62 条件No. 1～No. 6 の横方向引張強さ

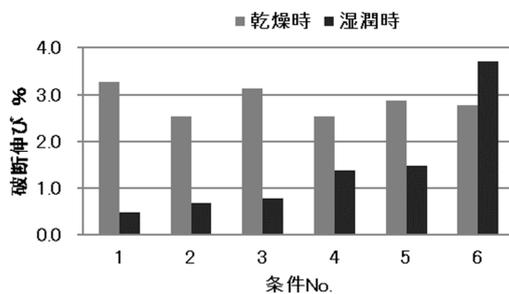


図 63 条件No. 1～No. 6 の縦方向破断伸び

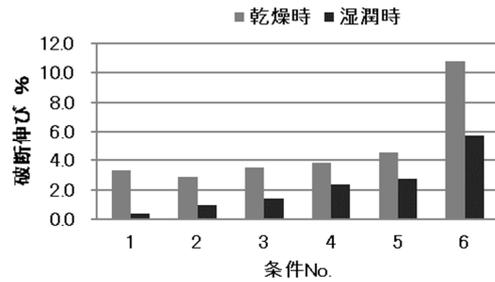


図 64 条件No. 1～No. 6 の横方向破断伸び

コウゾ繊維 100%手すきシートの低坪量サンプルでは、WJ 処理を行うことで、縦方向の強度は乾燥時未処理の強度の半分以下程度となったが、湿潤時では未処理の強度の 45～90%に留まった。横方向では同じく約 1/3 前後に低下したものの、湿潤時は最大 50%向上するという結果が得られた。破断伸びについては、縦方向は乾燥時低下傾向にあるが、湿潤時は WJ 処理における水圧が高いほど大きくなる傾向が得られ、横方向については縦方向の傾向とは異なり、乾燥時、湿潤時関係なく WJ 処理における水圧が高いほど、また、処理段数が多いほど大きくなることが確認された。

高坪量サンプルのコウゾ繊維 100%手すきシート（条件No. 7～No. 12）の引張強さ（乾燥時及び湿潤時）を図 65 及び図 66、また、それぞれの破断伸びを図 67 及び図 68 に示す。

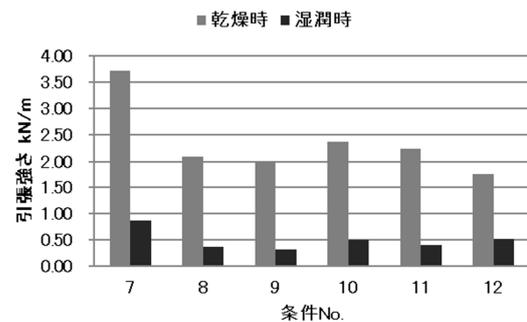


図 65 条件No. 7～No. 12 の縦方向引張強さ

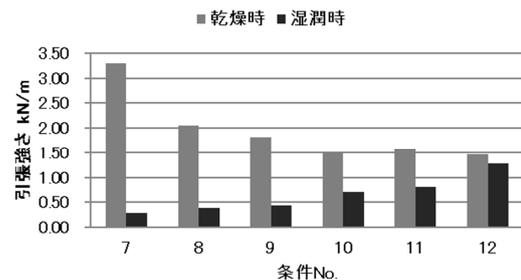


図 66 条件No. 7～No. 12 の横方向引張強さ

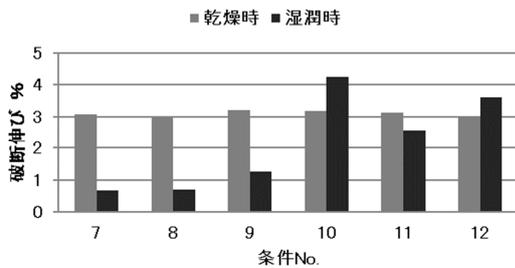


図 67 条件No. 7～No. 12 の縦方向破断伸び

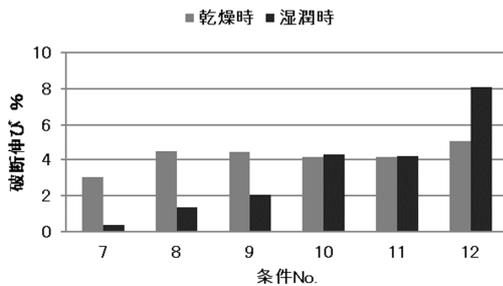


図 68 条件No. 7～No. 12 の横方向破断伸び

高坪量サンプルのコウゾ繊維 100%手すきシートでは、縦方向の場合乾燥時に約 45～65%の範囲で強度が低下し、湿潤時は約 35～60%の範囲で同じく強度が低下した。横方向では乾燥時に約 45～60%の範囲で強度の低下が確認されたが、湿潤時では低坪量サンプルと同様の傾向が確認され、最大 4.5 倍強度が向上した。

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシート（条件No. 13～No. 18）の低坪量サンプルについて、引張強さ（乾燥時及び湿潤時）を図 69 及び図 70、また、それぞれの破断伸びを図 71 及び図 72 に示す。

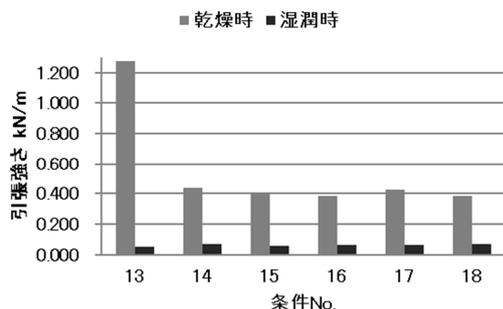


図 69 条件No. 13～No. 18 の縦方向引張強さ

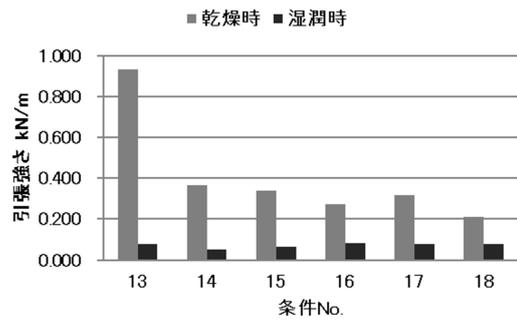


図 70 条件No. 13～No. 18 の横方向引張強さ

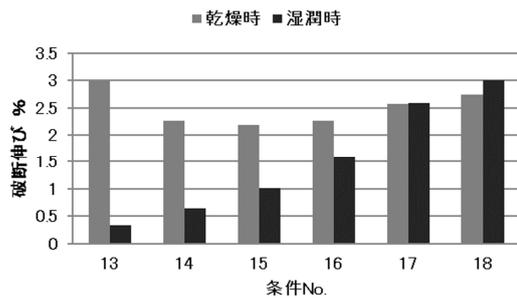


図 71 条件No. 13～No. 18 の縦方向破断伸び

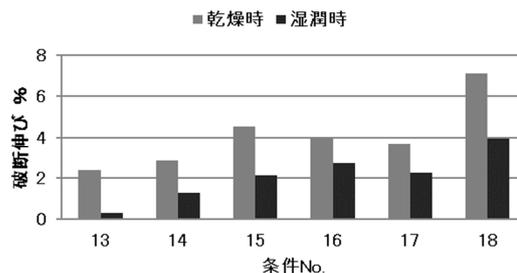


図 72 条件No. 13～No. 18 の横方向破断伸び

低坪量サンプルでは、縦方向の場合乾燥時では WJ 処理条件に関係なく約 30～35%の強度にまで低下してしまうが、湿潤時では最大約 1.3 倍の強度向上の結果を得た。横方向の場合乾燥時約 23～40%の範囲内で強度の低下が認められたが、湿潤時は未処理の条件と比べて強度は大きく変動しなかった。木材パルプの混合では強度の低下の割合が大きいように見受けられる。また、破断伸びについては、縦方向の場合乾燥時、湿潤時ともに WJ 処理における水圧が高いほど、また、処理段数が多いほど大きくなることが分かった。湿潤時においては伸びの向上が顕著で未処理の結果の約 9 倍大きくなっている。横方向の場合、乾燥時、湿潤時ともに WJ 処理を行うことで向上し、乾燥時で最大約 3 倍、湿潤時で最大約 14 倍の結果を得た。

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシ

ート（条件No. 19～No. 24）の高坪量サンプルについて、引張強さ（乾燥時及び湿潤時）を図73及び図74、また、それぞれの破断伸びを図75及び図76に示す。

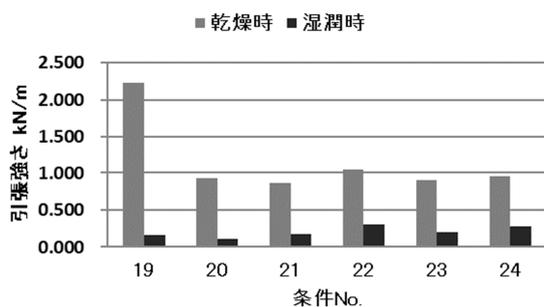


図73 条件No. 19～No. 24 の縦方向引張強さ

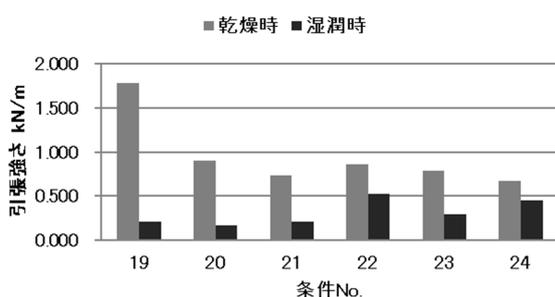


図74 条件No. 19～No. 24 の横方向引張強さ

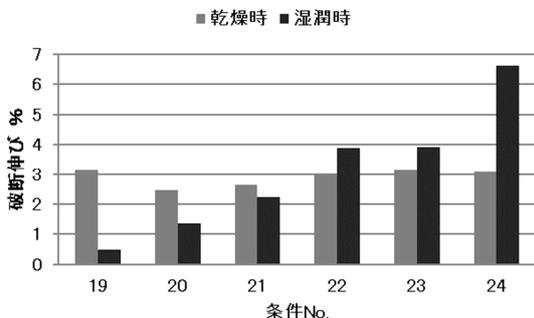


図75 条件No. 19～No. 24 の縦方向破断伸び

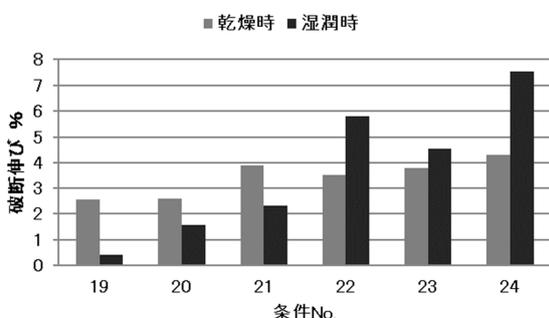


図76 条件No. 19～No. 24 の横方向破断伸び

高坪量サンプルでは、縦方向の場合乾燥時ではWJ処理条件に関係なく約半分の強度に低下したが、湿潤時では強度が向上する傾向を示し

た。横方向では乾燥時、湿潤時ともにWJ処理における水圧や処理段数に関係なく変動が見られ、乾燥時は低下傾向、湿潤時は向上傾向という部分は低坪量サンプルの場合と変わらない。破断伸びについては、乾燥時において縦方向はほぼ変動せず、横方向は増加傾向が見られる。湿潤時では低坪量サンプルの場合と同じく乾燥時、湿潤時とも増加傾向であるが、湿潤時の増加割合は顕著であり、水圧を8MPaとした時に約14～18倍となっている。

### 3. 4 吸水量の変化

コウゾ繊維100%手すきシート（条件No. 1～No. 6及びNo. 7～No. 12）の吸水量をそれぞれ図77及び図78に示す。

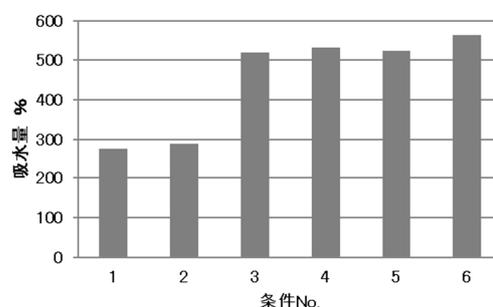


図77 条件No. 1～No. 6 の吸水量

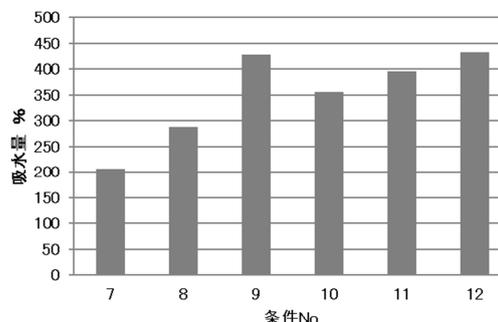


図78 条件No. 7～No. 12 の吸水量

コウゾ繊維100%手すきシートについて、WJ処理を行うことでシートの吸水量が向上することが分かる。低坪量サンプルでは5MPa以上の処理水圧で急激に向上し、8MPa処理の方がわずかではあるが値が大きい。高坪量サンプルでは3MPa処理でも50%近い吸水量の向上が確認されるが、5MPa及び8MPa処理の方がより値が向上する。低坪量サンプル、高坪量サンプルともに未処理の値と比べて倍以上の吸水量となった。

コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合手すきシート（条件No. 13～No. 18及びNo. 19～No. 24）の吸水量を図79及び図80に示す。

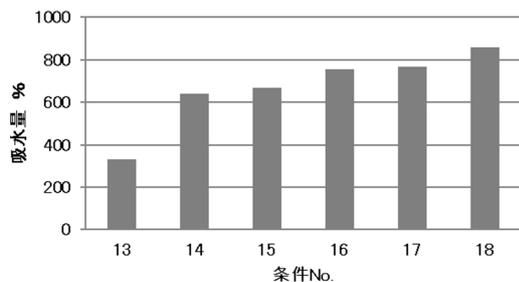


図 79 条件 No. 13～No. 18 の吸水量

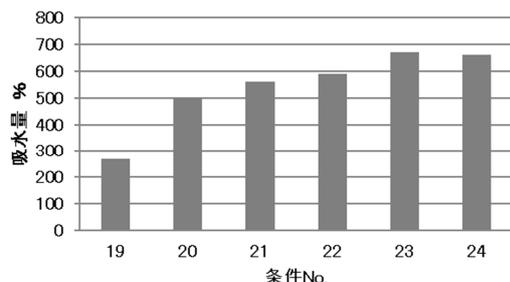


図 80 条件 No. 19～No. 24 の吸水量

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシートについては、低坪量サンプル、高坪量サンプルともに 3MPa 処理時に未処理の値と比べて倍以上の吸水量となっている。また、WJ 処理における水圧が高いほど、また、処理段数が多いほど吸水量が大きくなることが確認された。

### 3. 5 剛軟度の変化

コウゾ繊維 100%手すきシート（条件 No. 1～No. 6 及び No. 7～No. 12）の剛軟度をそれぞれ図 81 及び図 82 に示す。

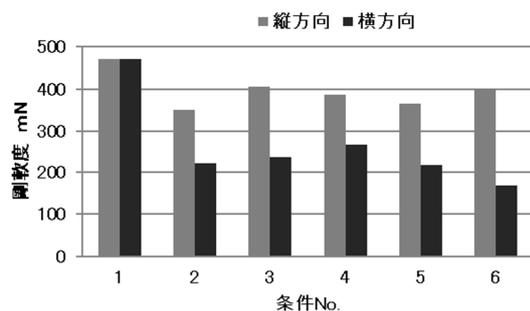


図 81 条件 No. 1～No. 6 の剛軟度

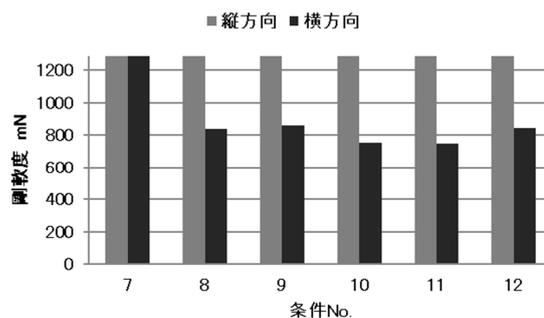


図 82 条件 No. 7～No. 12 の剛軟度

剛軟度は値が高いほど堅いことを示す。コウゾ繊維 100%手すきシートの低坪量サンプルについては、WJ 処理を行うことで値が低下し柔らかくなり、特に横方向の減少割合が大きい。高坪量サンプルの縦方向については、WJ 処理を行っても測定限界値である 1200mN 以上の値を示したが、横方向については未処理よりも小さい値を示した。

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシート（条件 No. 13～No. 18 及び No. 19～No. 24）の剛軟度を図 83 及び図 84 に示す。

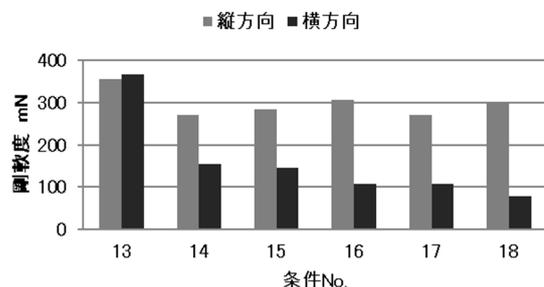


図 83 条件 No. 13～No. 18 の剛軟度

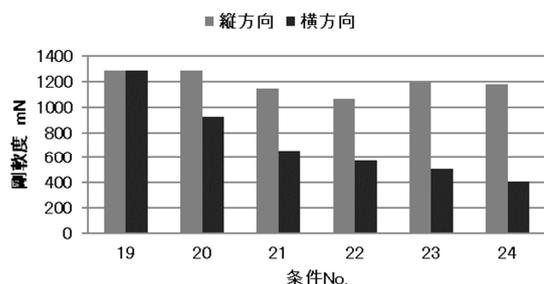


図 84 条件 No. 19～No. 24 の剛軟度

コウゾ繊維 50%木材パルプ 50%配合手すきシートの低坪量サンプルについても、コウゾ繊維 100%手すきシートの低坪量サンプルと同じ傾向を示しているが、横方向に関しては処理水圧が高いほど柔らかくなる傾向を示した。高坪量サンプルの縦方向については、WJ 処理を行うこと

でわずかながら柔らかくなることが確認され、横方向はWJ処理における水圧が高いほど、また、処理段数が多いほど値が小さくなり柔らかくなることが分かった。

#### 4. まとめ

和紙に対して水流交絡法(WJ)処理を施すことで、どのような意匠性と機能性を得ることができるのか検討を行った。

WJ処理における水圧が高く処理段数が多いほど、坪量及び密度は低下した。厚みの増加率についても同様の傾向を示し、コウゾ繊維100%条件よりコウゾ繊維50%木材パルプ50%配合条件の方が顕著な増加率を示した。このことから、和紙をWJ処理することで紙中の短繊維である木材パルプがWJ処理の水圧により飛散して重量減少が起き、また、和紙表面の凹凸の起伏が大きくなることが考えられる。

強度の変化については、乾燥状態で縦方向及び横方向の強度はどの条件でも強度の低下が確認された。湿潤状態では、縦方向においてコウゾ繊維100%条件でWJ処理の水圧が高く処理段数が多いほど低下していくが、コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合条件では逆に向上することが分かった。しかしながら、横方向については、両方の原料繊維の配合割合ともに強度が向上する結果が得られた。また、引張試験時の伸びについては、縦方向、横方向関係なく湿潤条件において、WJ処理の水圧が高く処理段数が多いほど大きくなることが分かった。このことから、和紙をWJ処理することで、原料繊維が積層している面積は少なくなるものの、交絡した部分は以前より強固となり、特に湿潤状態での横方向の強度が強くなり伸びも大きくなることが考えられる。

吸水量については、WJ処理によって増加傾向が見られ、高坪量サンプルよりも低坪量サンプルの増加が顕著である。また処理段数が多いほどわずかであるが吸水量が増加し、コウゾ繊維50%木材パルプ50%配合条件の方が大きい値を示した。このことは、木材パルプを用いた低坪量サンプルに対してWJ処理を行うと、原料繊維間の微細な隙間が増加し、毛細管現象による吸水面積の増大に由来するものと考えられる。

剛軟度については低坪量サンプルに関してWJ

処理を行うことで、縦方向、横方向ともに柔軟性が増す傾向にある。高坪量サンプルに関してはコウゾ繊維50%木材パルプ50%配合条件について低坪量と同じ傾向を示すことが分かり、WJ処理の水圧が高く処理段数が多いほど柔軟性が増すことが分かった。このことは、繊維長の短い木材パルプが繊維長の長いコウゾ繊維に配合されることで、もともとコウゾ繊維100%条件より柔らかいサンプルであったのに加え、WJ処理を行うことで原料繊維の交絡した部分が減少してフレキシブルになったのではないかと考える。

意匠性については、一般的なWJ処理不織布の痕跡と同じパターンが確認され、また、表面の凹凸が明確となり、平面的な和紙とは全く別物の印象を受けた。

和紙にWJ処理を施すという今回の試みは、従来の和紙とは異なる意匠性を見出すことに寄与すると思われ、また、一部の条件において湿潤状態での強度や吸水量、柔軟性が向上したことから、和紙という言葉から連想される、しっかりしていて丈夫であるが水に対してあまり強くないと思われているイメージを変えることができるのではないかと考える。

## 水流交絡法により加工した土佐和紙の新用途開発（第2報）

～市販商品との物性比較～

遠藤 恭範

### *Application development of TOSAWASHI processed by Spunlace method(Part2)*

*～Comparison of characteristics with commercial products～*

*Yasunori ENDO*

WJ 処理した和紙について、市販されているワイパー類の物性と比較した。木材パルプ和紙 WJ 処理試作品は、市販ワイパー類よりも乾燥時及び湿潤時の強度は比較的大きいものの、剛軟度は大きく吸水量は小さい結果が得られた。また、コウゾ配合和紙 WJ 処理試作品は、強度は市販ワイパー類と比べて乾燥時はほぼ同等であり湿潤時では上回っており、吸水量は比較的大きい結果が得られた。

#### 1. はじめに

和紙に対して水流交絡法（ウォータージェット：WJ）処理を施すことにより、従来の和紙とは異なる意匠性を見出すことができ、一部の処理条件において湿潤状態での強度や吸水量、柔軟性が向上したことを第1報により報告した。

このような機能性を重視した今後の商品開発を考えた時、液体を拭き取るワイパー分野への展開が考えられる。そこで、市販されている和紙を WJ 処理することで得られた試作品と、市販されているワイパー類の物性を比較し、その優位性を検証したのでこれを報告する。

#### 2. 試験

##### 2. 1 WJ 処理和紙と市販ワイパー類

WJ 処理を行う和紙は、高知県内で製造される機械抄き和紙製品のうち木材パルプ 100% で構成された和紙（以下、木材パルプ和紙とする。）及びコウゾ繊維を配合した和紙（以下、コウゾ配合和紙とする。）の2種類を選択した。また、比較する市販ワイパー類として、高知県内で製造されるキッチン不織布及びペーパーウエスAのほか、県外メーカーのハンドタオル、ペーパータオル、ペーパーウエスBを選択した。比較する市販ワイパー類の特記事項は表1のとおりである。

表1 比較する市販ワイパー類の特記事項

キッチン不織布	：スパンレース不織布
ペーパーウエスA	：4枚重ね
ハンドタオル	：2枚重ね・クレーブ加工
ペーパータオル	：2枚重ね・エンボス加工
ペーパーウエスB	：1枚

##### 2. 2 和紙の水流交絡法処理

選択した2種類の和紙について、WJ 処理はセンターの保有するプラント設備である多目的不織布製造装置（川之江造機（株）製）の一部を用いて処理速度 10m/min で連続的に処理を行い、付属のスルードライヤーを用いて乾燥した。また、WJ 処理における段数は2段とし、水圧はそれぞれ 3MPa、8MPa とした。

##### 2. 3 試験評価方法

作製した評価サンプルは次に示す試験項目で評価した。

坪量及び厚み、密度は JIS P 8124 及び JIS P 8118 に準拠して求めた。

和紙の落射光による表面観察はデジタルマイクロスコープ（KEYENCE 製 VHX-6000）を使って、倍率 50 倍で行い、強コントラスト画像処理及び深度合成 3D 画像処理を行った。

強度変化の確認のため、乾燥時の引張強さ及び伸びを JIS P 8113、湿潤時の引張強さ及び伸びは JIS P 8135 の部分浸漬法に準拠して行った。

なお、試験片の幅は 15 mm、つかみ間隔 180mm の条件で、WJ 処理を行ったサンプルの搬送方向を縦方向、搬送方向と垂直な方向を横方向としてそれぞれ評価した。

剛軟度は JIS L 1096-E 法（ハンドルオメータ法）に準拠し、スリット幅 10 mm に設定して、評価サンプルを 100 mm 角に裁断後、WJ 処理方向別で試験を行った。

吸水量は JIS L 1912 に準拠して求めた。

### 3. 結果及び考察

#### 3. 1 和紙の WJ 処理前後での物性比較

##### 3. 1. 1 坪量、厚さ、密度の変化

市販の木材パルプ和紙及びコウゾ配合和紙について、WJ 処理前後の坪量、厚さ、密度の変化を図 1～図 3 に示す。

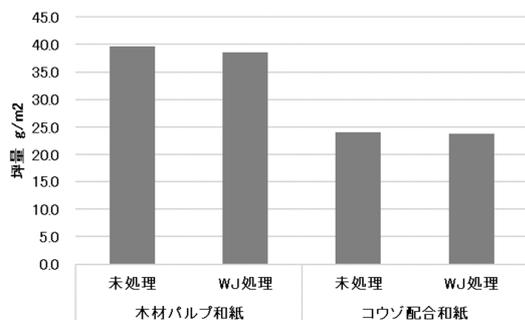


図 1 和紙の WJ 処理前後の坪量

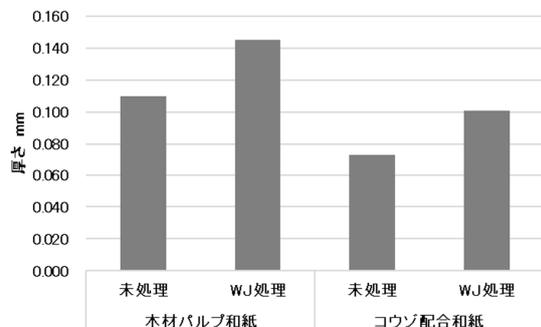


図 2 和紙の WJ 処理前後の厚さ

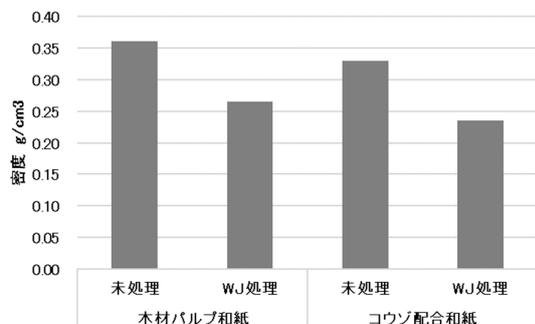


図 3 和紙の WJ 処理前後の密度

2 種類の和紙を WJ 処理すると、坪量はわずかに減少傾向が見られるものの共に大きな変化は確認されない。厚さについては 2 種類ともに増加し、密度はこれらの増減に相関するように減少した。

#### 3. 1. 2 落射光による模様の評価

木材パルプ和紙及びコウゾ配合和紙の、WJ 処理前後の強コントラスト画像を図 4～図 7 に示す。



図 4 木材パルプ和紙の WJ 処理前

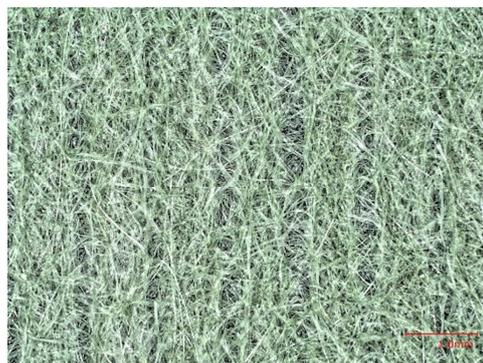


図 5 木材パルプ和紙の WJ 処理後



図 6 コウゾ配合和紙の WJ 処理前



図7 コウゾ配合和紙のWJ処理後

和紙のWJ処理後には特有の線状痕が確認されるが、坪量の小さいコウゾ配合和紙では線状痕がより明確となり、一部貫通孔も確認された。

次に、それぞれの和紙の3D合成画像を図8～図11に示す。

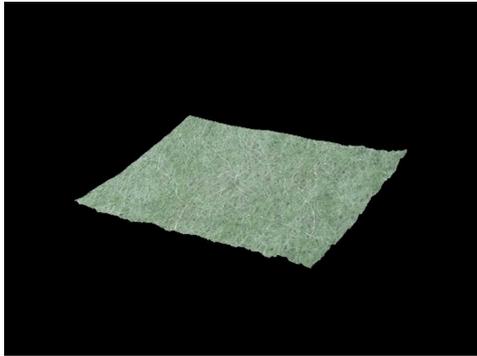


図8 木材パルプ和紙のWJ処理前3D合成画像

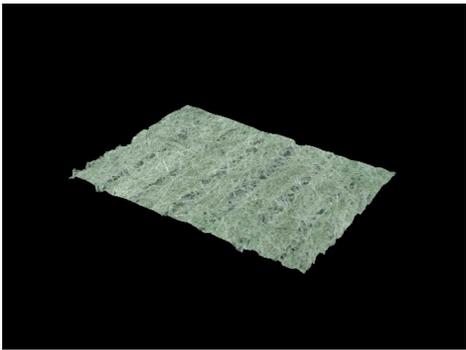


図9 木材パルプ和紙のWJ処理後3D合成画像

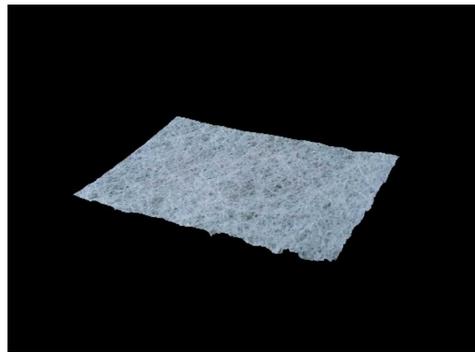


図10 コウゾ配合和紙のWJ処理前3D合成画像

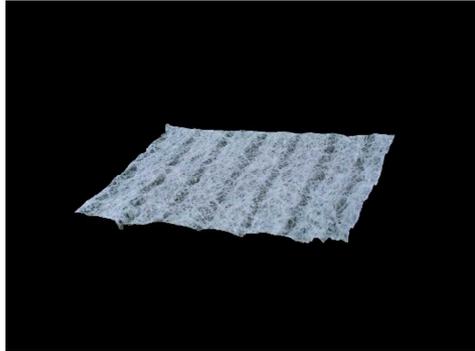


図11 コウゾ配合和紙のWJ処理後3D合成画像

2種類の和紙ともに、それぞれ厚さの変動及び強コントラスト画像に対応していることが分かる。

### 3. 1. 3 引張強さ及び伸びの変化

木材パルプ和紙及びコウゾ配合和紙の、WJ処理前後の引張強さ（乾燥時及び湿潤時）を図12～図15に示し、また、それぞれの破断伸びを図16及び図17に示す。

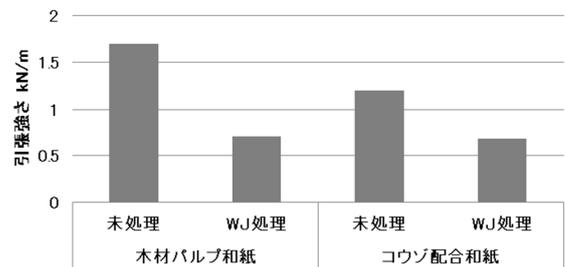


図12 和紙の引張強さ（縦方向-乾燥時）

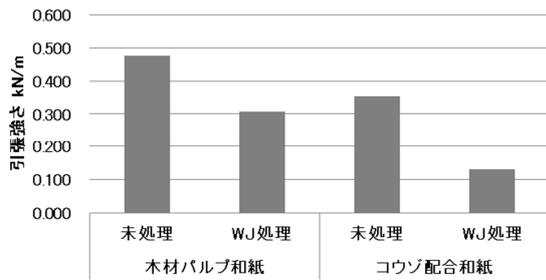


図 13 和紙の引張強さ (縦方向-湿潤時)

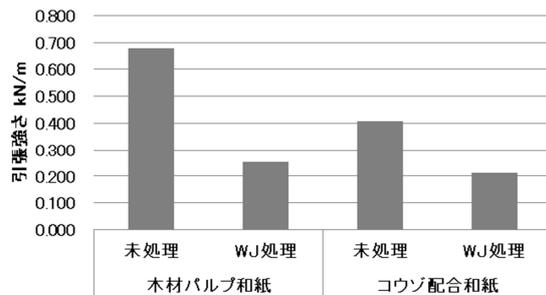


図 14 和紙の引張強さ (横方向-乾燥時)

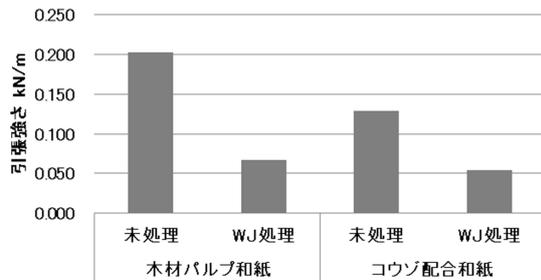


図 15 和紙の引張強さ (横方向-湿潤時)

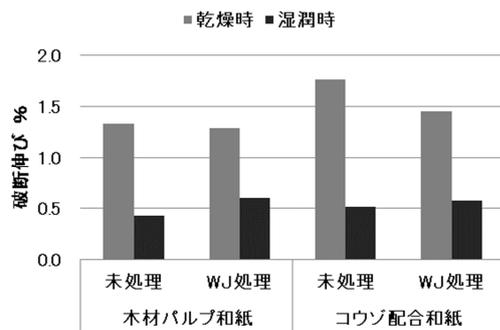


図 16 和紙の引張破断伸び (縦方向)

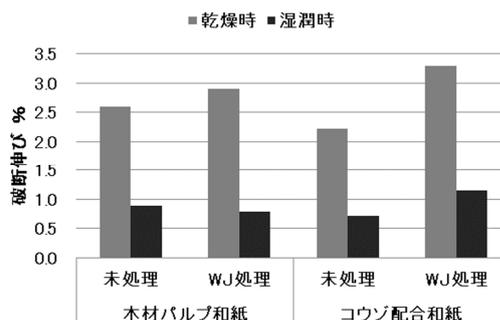


図 17 和紙の引張破断伸び (横方向)

WJ 処理前後の引張強さの変化について、乾燥時では木材パルプ和紙、コウゾ配合和紙ともに低下したが、低下の割合は木材パルプ和紙よりもコウゾ配合和紙の方が小さかった。湿潤時の強度は WJ 処理を行うことで乾燥時の強度の 50% 以下となり、横方向では第 1 報で報告したように向上する傾向が確認されなかった。

破断伸びは、縦方向について乾燥時は低下傾向にあり、湿潤時は増加傾向にある。また、横方向は乾燥時に増加する傾向が確認されたが、湿潤時は WJ 処理後木材パルプ和紙において減少するものの、コウゾ配合和紙については増加することが分かった。

### 3. 1. 4 剛軟度の変化

木材パルプ和紙及びコウゾ配合和紙の、WJ 処理前後の剛軟度をそれぞれ図 18 に示す。

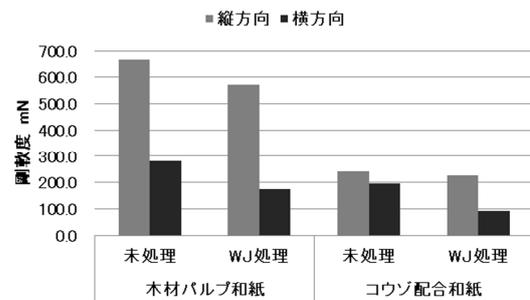


図 18 和紙の WJ 処理前後の剛軟度

剛軟度は第 1 報で報告したとおり、WJ 処理を行うことで値が低下し柔らかくなり、コウゾ配合和紙の縦方向については WJ 処理前後で大きな違いは確認されなかった。

### 3. 2 WJ 処理和紙と市販ワイパー類の物性比較

#### 3. 2. 1 坪量、厚さ、密度の比較

2 種類の WJ 処理和紙と比較する市販ワイパー類の坪量、厚さ、密度を図 19～図 21 に示す。なお、図では WJ 処理和紙と市販ワイパー類をそれぞれ試験ナンバーで分類し、対応するサンプル名を表 2 に示す。

表2 試験ナンバーと対応するサンプル名

試験 No.	サンプル名
No. ①	木材パルプ和紙WJ 処理
No. ②	コウゾ配合和紙WJ 処理
No. ③	キッチン不織布
No. ④	ペーパーウエスA
No. ⑤	ハンドタオル
No. ⑥	ペーパータオル
No. ⑦	ペーパーウエスB

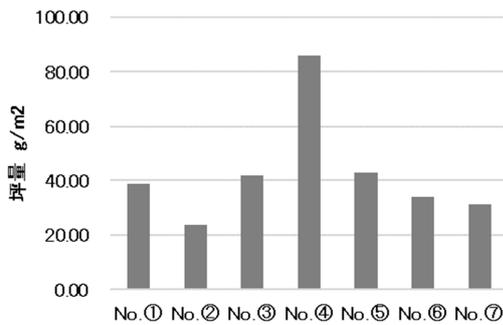


図19 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の坪量

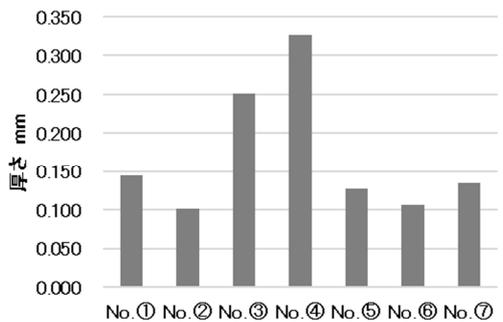


図20 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の厚さ

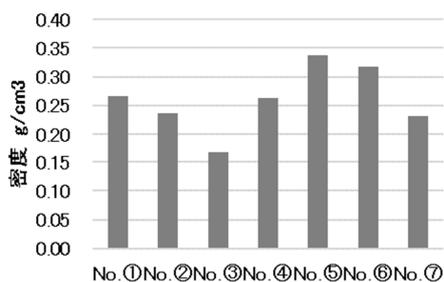


図21 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の密度

坪量については、ペーパーウエスA (No. ④) が80g/m²以上と大きく突出しているが、その他は20~40g/m²内にある。厚さはペーパーウエスA及びキッチン不織布 (No. ③) が大きく、その他は0.1~0.15mmの範囲にある。密度はキッチン不織布が最も小さく、その他のサンプルは0.2~0.35g/cm³の範囲内に収まっている。

### 3. 2. 2 引張強さ及び湿潤破断伸びの比較

WJ 処理和紙と市販ワイパー類の引張強さについて、縦方向の比較を図21、横方向を図22、また、湿潤時の破断伸びの比較を図23に示す。

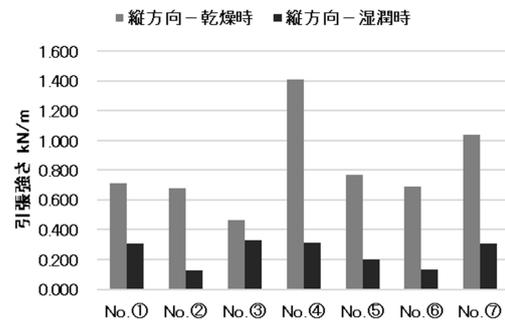


図22 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の縦方向引張強さ

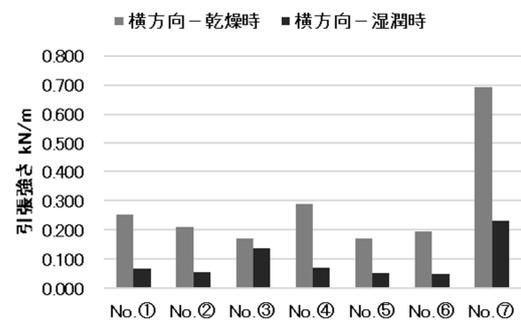


図23 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の横方向引張強さ

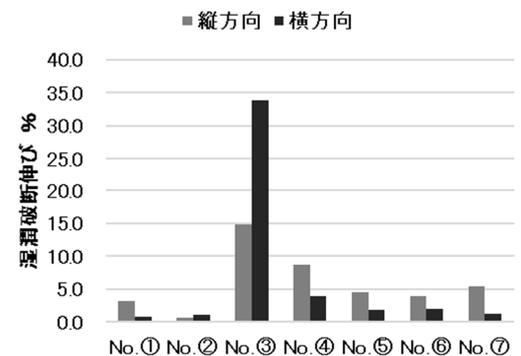


図24 WJ 処理和紙及び市販ワイパー類の湿潤時破断伸び

縦方向の引張強さは、乾燥時ではペーパーウエスAが最も強く、次いでペーパーウエスB (No. ⑦) の順になっており、湿潤時はキッチン不織布が最も強く、次にペーパーウエスA、ペーパーウエスB及び木材パルプ和紙WJ 処理の順になっている。横方向はペーパーウエスBの強さが乾燥時、湿潤時ともに突出しており、乾燥時の強さの順はペーパーウエスA、木材パルプ

和紙WJ処理となり、湿潤時の強さの順はキッチン不織布、ペーパーウエスAとなっている。

湿潤時破断伸びについては、キッチン不織布が縦方向、横方向ともに非常に大きい。

### 3. 2. 3 剛軟度及び吸水量の比較

WJ処理和紙と市販ワイパー類の剛軟度の比較を図24、吸水量の比較を図25に示す。

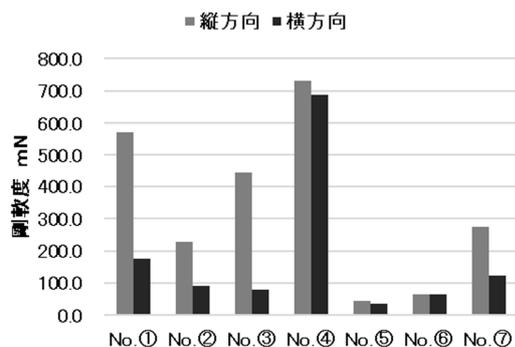


図25 WJ処理和紙及び市販ワイパー類の剛軟度

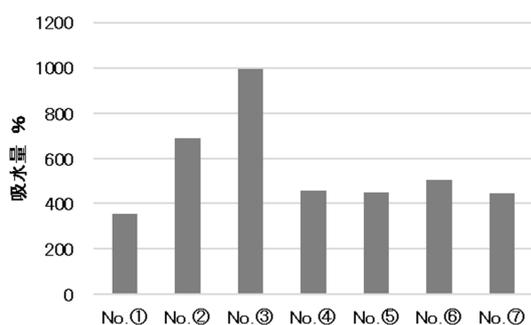


図26 WJ処理和紙及び市販ワイパー類の吸水量

剛軟度は値が大きいほど堅く、小さいほど柔らかいことを示す。ペーパーウエスAが縦方向で最も大きく、横方向の剛軟度も大きく変わらない。縦方向の剛軟度は、ペーパーウエスAに次いで木材パルプ和紙WJ処理、キッチン不織布の順に大きくなっている。また、横方向では同じく木材パルプ和紙WJ処理、ペーパーウエスBの順で大きくなるが、方向に関係なく最も柔らかいのはハンドタオル (No. 5) であり、次いでペーパータオル (No. 6) の順となった。

吸水量については、キッチン不織布が最も大きく、次いでコウゾ配合和紙WJ処理となっており、その他のサンプルは吸水量が400%前後となっている。

### 4. まとめ

WJ処理した和紙について、液体を拭き取るワイパー分野への展開を考え、市販されている和紙をWJ処理することで得られた試作品と、市販されているワイパー類の物性を比較した。

木材パルプ100%で構成された和紙と、木材パルプにコウゾ繊維を配合させた和紙について、WJ処理後の物性変化を確認した。坪量の変化は小さかったが、厚さ及び密度は第1報と同様の傾向を示した。WJ処理前後の引張強さの変化について、乾燥時ではコウゾ配合和紙の方が木材パルプ和紙よりも低下の割合は小さく、横方向の湿潤強度は第1報で報告したように向上する傾向が確認されなかった。破断伸びについては、横方向での乾燥時において増加する傾向が確認されたが、WJ処理後の湿潤時ではコウゾ配合和紙について処理前よりも増加している。剛軟度については第1報と同じ傾向を示した。

木材パルプ和紙及びコウゾ配合和紙をWJ処理した試作品と市販ワイパー類の物性を比較した。木材パルプ和紙WJ処理試作品は、市販のハンドタオルやペーパータオルよりも乾燥時及び湿潤時の強度は大きいですが、剛軟度は大きく吸水量は小さい結果が得られた。また、コウゾ配合和紙WJ処理試作品は、比較した市販のサンプルを含め坪量と厚さが最も小さかったものの、強度については市販のハンドタオルやペーパータオルと比べて、乾燥時はほぼ同等であり、湿潤時には上回っている。剛軟度では市販のハンドタオルやペーパータオルよりも堅いが、ペーパーウエスやキッチン不織布よりも柔らかい結果が得られた。吸水量ではキッチン不織布に次いで大きくその他のワイパー類よりも大きい。

以上の結果より、コウゾ配合和紙のWJ処理試作品は強度や剛軟度、吸水量という物性項目において、市販ワイパー類の中で比較的上位の性能を示していると考えられる。薄手のシートながら比較的しっかりした質感を持ち、吸水量も大きく、拭き取り作業にも対応できる十分な強度を備えていることから、和紙仕様の高級ワイパーとして通用するものと思われる。

## スロッシュボックス崩壊性試験について

～ふるい分けについて～

○森澤 純、幸地 翔大

### *Slosh Box Disintegration Test (Sieving Method)*

○Jun Morisawa, Shota Kochi

高知県立紙産業技術センターでは、EDANA 及び INDA が定めた試験の内、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」について、試験実施を可能とするため、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して検討を行ってきた。

当センターの検証では、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」は、「ふるい分け」の解釈と操作の仕方により、試験結果に大きな影響を与えることが明らかとなった。

本報告は、より正確な「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」を実施するため、検証で得られた知見を紹介するものである。

#### 1. はじめに

「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>は、EDANA 及び INDA が発刊した[Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>2)</sup>に定められている試験方法の1つである。

(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会は、会員遵守事項として、対人用おしりふきなどでトイレに流せると標榜する不織布製品は、JIS P 4501「トイレットペーパー—ほぐれやすさ」<sup>3)</sup>あるいは、EDANA 及び INDA が発刊した[Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>2)</sup>の自主基準に適合することを要請している。

当センターでは、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>について、日本国内での試験実施を可能とするため、水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置、株式会社日進機械製)を導入して、広く設備開放を行ってきた。また、

「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>を製品開発や品質管理の試験として実施するため検討を行ってきた。当センターの検証では、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>は、試験方法の解釈や試験操作の仕方により、試験結果に大きな影響を与えることが明らかとな

った。特に「ふるい分け」での操作は、試験結果に重大な影響をおよぼしている。

本報告は、より正確な「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>を実施するため、検証で得られた知見を紹介するものである。

#### 2. 道具について

本報告の検証試験で使用した道具は、「スロッシュボックス崩壊性試験方法について～試験方法の解説～」<sup>4)</sup>の「3 道具について」に記載したものを使用した。

#### 3. 供試試料について

本報告の検証試験に供試した製品は、(一社)日本衛生材料工業連合会 (JHPIA) から提供された市販品を使用した。

製品の諸元は表1の通りである。初期乾燥重量は、事前に洗浄した試料10枚の平均値である。

表1 製品の諸元

項目	諸元
品名	ウェットティッシュ
寸法	200mm×300mm
組成	レーヨン・針葉樹パルプ
製法	湿式спанレース不織布
初期乾燥重量	2.59g/枚(事前の洗浄済み)

#### 4. 試験方法

##### 4. 1 試験の概要

本報告のスロッシュボックス崩壊性試験は、「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」<sup>5</sup>（[Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>2)</sup>の「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>、「SG001. R1 (18):試験製品の事前の洗浄」<sup>6)</sup>、「SG002. R1 (18):製品の乾燥重量と製品残渣重量の決定」<sup>7)</sup>及び「SG004. R1 (18):製品残留物のふるい分けと回収」<sup>8)</sup>に基づいた。

本報告では、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>の「ふるい分け」の操作について、試料液の「注ぐ範囲」、「注ぎ高さ」及び「注ぐ時間」、さらに「試料液の分散の状態」に注目して検証を行った。

##### 4. 2 ふるい分けの「注ぐ範囲」について

1辺の穴の数が6個となる正六角形の範囲、およそ直径20cm内の穴の範囲を試料液の「注ぐ範囲」と判断した。

##### 4. 3 ふるい分けの「注ぎ高さ」について

「ふるい分け」の操作について、試料液を多孔板ふるいに注ぐとき、試料液を入れた5L容ピッチャーの注ぎ口の高さを①多孔板ふるいに接触させる、②多孔板ふるいから10cm～15cm、③多孔板ふるいから約50cmとし、注ぎ時間を30秒～40秒間とした。

ふるい分けの「注ぎ高さ」について検証するとき、当センターで開発した補助用治具は使用しな

かった。

それぞれの「注ぎ高さ」で行った「ふるい分け」について、多孔板ふるい上の試料残渣の状態を目視で観察した。

##### 4. 4 ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」について

「ふるい分け」の操作について、試料液を多孔板ふるいに注ぐとき、「注ぎ高さ」を多孔板ふるいから10cm～15cmとし、試料液を注ぐ時間を①約10秒間、②30秒～40秒間、③約60秒間として、それぞれの崩壊率(%)を比較検証した。

この時、「試料液の分散の状態」を十分に攪拌してから「ふるい分け」の操作を行った。

さらに「試料液の分散の状態」を全く攪拌せず試料が沈殿した状態「ふるい分け」の操作を行った。

試験の繰り返し回数は6回とし、各試料の崩壊率(%)の平均値を求めて検証した。

#### 5. 結果

##### 5. 1 ふるい分けの「注ぎ高さ」による試料残渣の状態変化について

それぞれの「注ぎ高さ」で行った多孔板ふるい上の試料残渣の状態観察結果は表2の通りである。

##### 5. 2 ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」による崩壊率(%)の変化について

ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」を変化させることによる崩壊率(%)の変化は表3の通りである。

表2 ふるい分けの「注ぎ高さ」による試料残渣の観察結果

ふるい分け「注ぎ高さ」	観察結果
①多孔板ふるいに接触	多孔板ふるいの枠にピッチャーが接触して、均一に注ぐことが困難であった。多孔板ふるい上で試料残渣が塊となった。
②多孔板ふるいから10cm～15cm	練習は必要であるが、多孔板ふるい上にふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物を注ぐことができた。
③多孔板ふるいから約50cm	高さがあるため、試料液が多孔板ふるい上で飛び散り、試料残渣がふるいから飛び出る様子が観察された。

表3 ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」による崩壊率(%)の変化

ふるい分け「注ぎ時間」	崩壊率(%)	
	十分に攪拌して 均一に分散した状態	攪拌を行わず 沈殿した状態
①約10秒間	84%	66%
②30秒～40秒間	88%	71%
③約60秒間	83%	53%

## 6. 考察

「FG502.R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験<sup>1)</sup>」では、「崩壊試験の内容物をふるいに移すとき、ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ<sup>2)</sup>」と記載している。これに従うと「ふるいの表面の面積」により、ふるい分けされた試料残渣の単位面積当たりの堆積量が変化する。この単位面積当たりの堆積量の変化は、試験結果に影響をおよぼす。そのためふるい分けの「注ぐ範囲」について、「ふるいの表面の面積」を定める必要があった。

EDANAが提供している多孔板ふるいは、1辺の穴の数が6個となる正六角形の形に穴が開けられている。従って、1辺の穴の数が6個となる正六角形の範囲、およそ直径20cm内の穴の範囲を試料液の「注ぐ範囲」と判断した。

表2は、ふるい分けの「注ぎ高さ」について検証した結果である。

表2によると、ふるい分けの「注ぎ高さ」について、「①多孔板ふるいに接触させて注ぐ」を行ったところ、使用した「12.5mm多孔板ふるい」の枠と「5L容ピッチャー」の胴体部分が接触して、注ぐ操作を妨げた。この結果から、「①多孔板ふるいに接触させて注ぐ」は、適切な操作とならなかった。

逆に多孔板ふるいと注ぎ口の間を大きく離れた「③多孔板ふるいから約50cm」の操作では、試料液が多孔板ふるいに注がれたとき、試料残渣がふるいの枠外に飛び散ったり、「まんべんなく注ぐ」という操作の制御が困難となったりした。そのため「③多孔板ふるいから約50cm」は適切な操作とならなかった。

「ふるいの表面全体にまんべんなく注ぐ」という操作を可能にするためには、ある程度多孔板ふるいと注ぎ口の間距離が必要と考える。実際、本報告の検証では、ふるい分けの「注ぎ高さ」について

試料液を入れた5L容ピッチャーの注ぎ口の高さは、「②多孔板ふるいから10cm～15cm」が最も適切な操作条件であった。

表3は、ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」について検証した結果である。

表3によると、ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」による崩壊率(%)の変化について、「試料液の分散の状態」を十分に攪拌してからふるい分けの操作を行った場合、ふるい分けの「注ぎ時間」にかかわらず、高い崩壊率(%)を維持した。

本報告の検証に供試した試料は、崩壊性試験(スロッシュテスト)の水中で繊維一本一本まで分解する優良な製品であった。そのため試料液を十分に攪拌したとき、試料片が液中で均一に分散するので、ふるいの表面全体にまんべんなく注ぎやすかったためと考えられる。

但し、①約10秒間の条件では、液中の試料片が一気に流れ出したり、③約60秒間では、液中で沈殿して試料片の塊ができたりする様子が観察された。そのため多孔板ふるい上に試料残渣の不均一な堆積が生じて、崩壊率(%)の値が少し低くなった。

「注ぎ時間」②30秒～40秒間は、一定量の試験液を一定時間で安定して試験液を注ぐ操作ができた。さらに試料液を十分に攪拌することで、試料片が液中で均一に分散した状態を維持したまま、試験液を注ぐ操作を完了できた。多孔板ふるい上に試料残渣が均一に注がれ、不均一な堆積が少なくなったため、崩壊率(%)の値は最も高いものとなった。

「試料液の分散の状態」を全く攪拌せず「試料が沈殿した状態」でふるい分けの操作を行った場合、ふるい分けの「注ぎ時間」にかかわらず、液中で沈殿した試料片の塊が一気に流れ出て、多孔板ふるい上に試料残渣の不均一な堆積が生じ、崩壊率(%)は比較的低い値となった。

特に①約10秒間の条件と③約60秒間では、液中

で沈殿した試料片の塊が一気に流れ出て、多孔板ふるい上に試料残渣の不均一な堆積が生じる様子が観察された。

表3の試験結果は、同一の試験者が同一の試料を用いて試験を行った結果である。それにもかかわらず、ふるい分けの「注ぎ時間」及び「試料液の分散の状態」を変えるだけで、崩壊率(%)に最大30%もの差を生じさせている。

これは「ふるい分け」の操作が、「FG502. R1 (18) : スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>の結果に、重大な影響を与えるものであることを示している。

「FG502. R1 (18) : スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>では、「ふるい分け」の操作で試料液の「注ぎ高さ」、「注ぐ時間」及び「試料液の分散の状態」を具体的に規定する記述は無いが、「崩壊試験の内容物をふるいに移すとき、ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ」<sup>8)</sup>と記載している。

表3の結果によると、ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物が注がれている状態では、崩壊率(%)は高い値を示す傾向が認められる。反対に試料片の塊や沈殿が生じて、多孔板ふるい上に試料残渣の不均一な堆積がある状態では、崩壊率(%)は低い値を示した。

つまり、「ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ」と言う条件が満たされるにつれて、崩壊率(%)は良くなる傾向があると言える。

そこで、この「ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ」ことを実現するために、以下の「ふるい分け」の操作方法を提案するものである。

(1) 5 L容ピッチャー内の試験液を十分に攪拌して、破壊された試料片が水中でなるべく均一に分散するようにする。

(2) 水中で分散している試料片が沈殿しない内に、多孔板ふるいの表面から10cm~15cmの高さを保ったまま、30~40秒かけて試験液の全量を注ぐ。試験液が一方所に集中しないよう、多孔板ふるいの直径20cm内の穴全体にまんべんなく注ぐ。

上記の「ふるい分け」の操作方法は、ある程度の練習は必要であるが、試験者による試験結果の差を減らすことができるものと考ええる。また、より良い

崩壊率(%)を導きやすいことから、「ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ」という条件を実現しやすくなっているものと考ええる。

## 7. おわりに

高知県立紙産業技術センターでは、「FG502. R1 (18) : スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>を実施するために、(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、日本国内での試験方法の解釈の統一を行い、機差及び人為差の少ない試験方法を検討した。本報告はその検討で利用した知見である。

本報告の検証では、「FG502. R1 (18) : スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>1)</sup>は、試験方法の解釈や試験操作の仕方により、試験結果に大きな影響を与えることが明らかとなった。

当センターでは、今後も(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、クロスチェックを行うなどして、本試験の精度向上に努めていきたいと考える。

## 8. 謝辞

「スロッシュボックス崩壊性試験方法について~ふるい分けについて~」の検討では、(一社)日本衛生材料工業連合会(JHPIA)からサンプルを提供して頂きました。心よりお礼申し上げます。

## 9 引用文献

1) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019) 58-65 頁

2) EDANA(The European Disposables and Nonwovens Association) and INDA(Association of the Nonwoven Fabrics Industry):Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products Edition 4, May 2018)

3) 日本工業規格 JIS P 4501-1993 「トイレットペーパー (Toilet tissue papers)」

4) 森澤純:高知県立紙産業技術センター報告第26号(2021).54-62頁 スロッシュボックス崩壊性試験方法について～試験の操作方法の解説～

5) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019)

6) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019)121-122頁

7) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019)123-124頁

8) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019)130-132頁

## 製造現場における I o T 実証試験について

刈谷 学 滝口 宏人 島内 良章\*

### *Feasibility study of IoT systems at the production site*

*Manabu KARIYA Hiroto TAKIGUCHI Yoshiaki SHIMANOUCI*

企業現場では、製造の開始、終了時間や製造数などを記録した製造日報などでの実績管理が行われている。しかし、現場責任者は日報が部分的な記録であるため、機械の稼働の状況やバラツキなど全体を定量的に把握して手を打つことが難しいという共通の課題を持っている。

そこで、企業ニーズに対応できるように、3種類の I o T 機器を提案し、それぞれの企業現場でデータ収集の実証試験を行った。その結果、提案したシステムによりデータ収集や活用が可能なが確認できた。また、実証企業の中には、今回の実証システムを他の製造機械に横展開する企業も現れてきた。

#### 1. 目的

製造業においても、DX (Digital Transformation) やデジタル化の推進は避けては通れないが、「2021年版ものづくり白書」に掲載の経済産業省「DXレポート2(中間取りまとめ)」(2020年12月)、「DX推進指標の自己診断結果」でも、“未着手〜一部部門での実施”が約95%と報告されている。

中小企業の現場では、製造日報を書面で管理している場合が多く、コンピュータやサーバー上に製造データがあっても収集しっぱなしで活用が進んでいないケースもある。今後は、製造機に対する投資を行う際には、生産性に関する情報の利活用までを考えた投資も必要となってくる。

製造現場のデジタル化やDXを考える場合には、生産性向上や改善に必要なデータを作業者の工数を最小化して、収集、蓄積できる事が重要となる。そのためには、システムでデータが収集され、それがネットワークでつながり、蓄積されるという I o T (Internet of Things) が製造現場での最初のスタート点となる。

今後、製造現場では、I o Tで製造に関するデータを収集し、デジタル化やDXをいかに活用し、生産性や品質の向上などに対して各社独自のビジョンを描き、目標設定をして戦略を実行していくことが重要となってくる。

本稿では、3種類の I o T 機器を製造業のエッジ

部分である個々の製造機械に設置し、製造データを収集するシステムの現場実証を行った。

#### 2. 企業現場における製造データ収集の実証事例 2.1 自作 I o T (マイコン) 機器の増設

この方法は、I o T セミナーや学校教材としてもよく取り上げられている。マイコンなど部品レベルから製作するため、コストは安い電子工作とプログラミングやネットワークに関する知識が必要となる。社内に人材が確保できれば、運用も同じ方が担当できるため、ノウハウの蓄積がすすめば、将来のシステムの拡張などを外部人材に頼らずとも、自社で行うことが視野に入ってくる。

A社から、熱プレス装置の製造データを収集、蓄積し、後日データ確認や突き合わせが可能なシステム構築の要望があり実証対象とした。この機械には、温度計、圧力計、速度表示器の3つが取り付けられており、ロット毎の製造指示書により、3つの値を指示値に調整して製造していた。しかし、3つの計器から同時にオンラインでデータを取得する事は出来ず、作業者が生産中に製造指示書で指示されたデータを目視確認し日報に記録していた。しかし、品質管理面で捉えた場合、日報の断片的な記録では、指示値に対する製造ロット全体のバラツキの大きさがわからず、製品の最終検査工程でのデータとの突き合わせができないなどの問題があった。A社では、現場責任者がデータを見て定量的に改善できないことを大きな課題と認識していた。

\* 高知県工業技術センター

図1にIoT実証着手前の状況と、A社の実証時のゴールを示す。現場確認をしたところ、温度と圧力ロガーはマイコンからアクセス可能な事が分かった。しかし、速度だけはマイコンとのインターフェースがなかったため、速度センサとカウンタ回路を追加することとした。図2に構築したシステムを示す。A社がロット全体にわたって定量的に評価したいとした3つの測定値は、構築システムにより自動で工場内のWi-Fiを経由して、SQL言語によりデータベースに蓄積される。データ確認は、図3に示すように製造日報から日時指定をすれば、図4のようにエクセル上でデータとグラフが確認できる

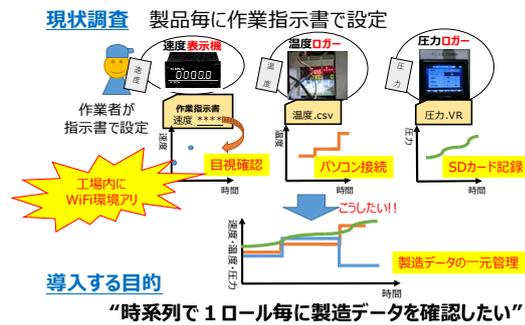


図1 現状とIoT導入目的

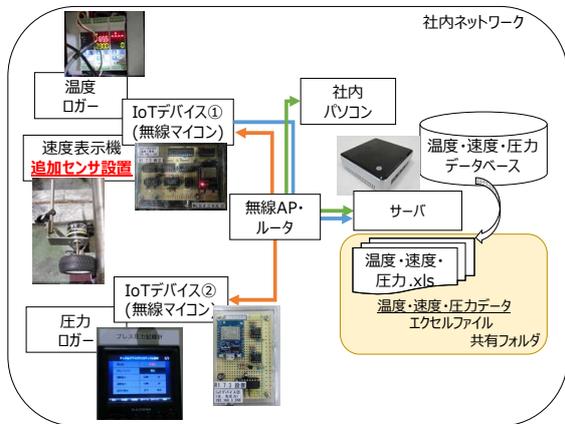


図2 構築システム

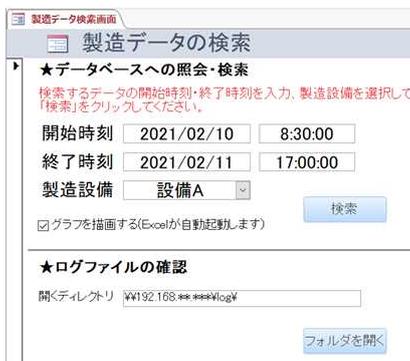


図3 製造データの抽出操作画面

ファイルが自動で作成される。

現在は、構築したシステムと製造指示書を発行する生産管理システムとの連携ができていないため、日報からデータを抽出している。将来的には、生産管理システムと製造データ収集のシステムを統合すれば、指示と実績の対比が容易になり、定量的に品質や生産性の評価等が行いやすくなるを考える。

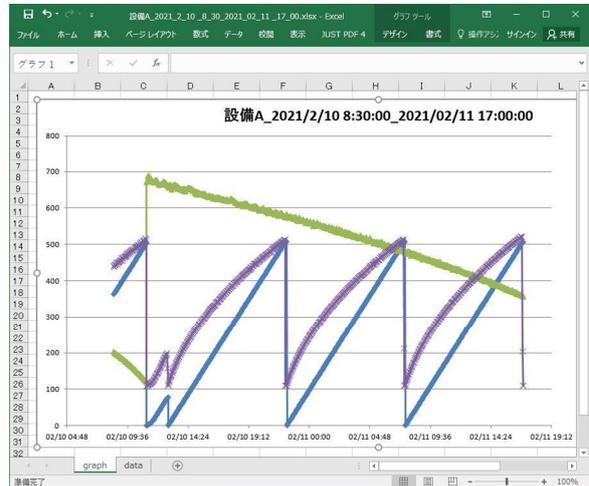


図4 エクセルでの製造データグラフ表示

## 2. 2 製造機に既設のIoT機能の活用

IoTでの実証要望のあったB社の現場を調査すると、ロギング機能を持つPLC（プログラマブルコントローラ）と表示装置が製造装置に取り付けられていることがわかった。企業の現場に設置されている比較的新しい製造機には、B社の現場と同じような機能をもつコントローラが使用されていることがあり、FA機器メーカーごとに、名称は違うがデータロギングなどの機能をメーカーのツールを使うことで収集可能な場合が多い。

しかし、企業を回らせていただくと機械が設置されている現場サイドまでその情報が伝わってきていない事が多かった。他社の現場でも、同様の事例があると考えB社を実証対象とした。

B社の現場は、メーカーのツールを使うことで、表示装置に表示される製造データをエクセルで確認可能なCSV形式のファイルとしてSDカードに容易に収集することができた。この方法では既存の装置にハードウェア的な追加がなく、SDカードとエクセルだけでデータ管理が行えるため、導入しやすいと考え提案した。しかし、SDカードにデータが収集できても、カードのデータを確認するためには、パソコンで読み込むなどの作業が必要であり、現場の負担が増えるため、もう少しシステム側で対

応できないかとの話であった。

そこで、図5のように、工場内の構内ネットワークにアクセスするため当該機械に無線中継点を追加で設置し、ネットワーク内にサーバーとなる小型パソコンを設置して、製造データのCSVファイルをPLCからサーバーへ転送できるようにした。このままでは、サーバーにCSV形式の製造データファイルが複数転送され、必要なデータの検索や抽出が複雑になってしまうという問題があった。また、B社では製造に際して製造機械にはロット番号の情報を入力しておらず、サーバーに送るデータには製造品を特定できる記号などがなかった。これを解決するために、2.1のように製造データをデータベースに蓄積できるよう、サーバーがCSVファイルを受信するとSQL言語を介して製造データをデータベースに追加するコンバートプログラムを実装した。その結果、図3と同じように製造日報から抽出したい日時を指定することで、エクセルで確認可能なファイルが生成され、必要な部分のデータ確認が可能となった。

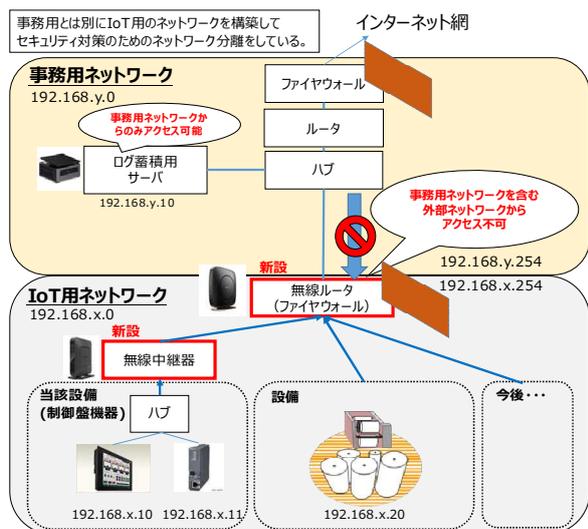


図5 構内ネットワーク

### 2.3 汎用機で構成したIoT機器の増設

C社、D社から製品毎の標準時間や、設備の稼働率や可動率を把握したいとの要望があった。両社とも対象とする機械は、製造する品数が多く、切替え時には原材料入れ替えや、条件出し、段取り替えなどの生産準備時間が頻繁に発生していた。現場責任者は、製造指示に対する出来高にバラツキがあり、それが作業者の熟練度や機械の故障にあるのか等原因を把握したいとのことであった。両社とも、製

造日報で出来高や当日の異常原因などを管理していた。しかし、段取り替えや機械調整、故障、復旧などに要する時間がどの程度かかっているのかなどの細かい稼働状態などを日報から把握するのは困難であった。

現場を調査したところ、両社の機械とも製造データの把握には、製造個数のカウンタ表示があるのみで、機械に付属する既設の制御装置などから製造データを直接収集することは困難であり、データ収集装置の追加設置が必要であった。また、工場内に利用可能なネットワークはなく、後付けの収集装置に製造データの記録機能をもたせる必要があった。両社とも、まずはスモールスタートで効果を確認したいとの意向であり、IoT機器とはいいづらいが、製造に関するデータを定量的に収集し評価するとの位置付けでネットワーク接続なしでの運用を提案した。

そこで、図6に示すようなPLCと表示装置で構成するデータ収集装置を製作し、両社の機械に取り付けた。これは、汎用のFA機器で構成することで、2.1のマイコンで製作する場合に比べ、技術的ハードルが低く、自社で装置を管理していくためには、コストよりも扱いやすさと考えたためである。このシステムでは、表示装置のSDカードに製造データがCSVファイルで記録される。例えば終業時にパソコンでSDカードを読み込めば、その日の製造データの確認が可能である。

ただ、収集装置単独での運用となるため、単にデータをSDカードで収集するのみでは、2.1や2.2のようにネットワーク側で行う自社の目的に合うデータ処理を、パソコン側で行う必要がある。し



図6 市販FA機器で構成したIoT機器

かし、パソコンで集計などのデータを扱う工数を増やすと、データの活用が進まないと考え、収集装置側でできる限りデータ処理をすることとした。実証した例では、運転開始ボタンで、図7に示すように生産データの逐次記録が開始される。そして、終了ボタンの押下で、図8に示す一日の運転や待機、停止回数とその時間などの集計シートが記録される。例えば、図8で当該日の生産全体の状況を把握し、個別の停止の状況は図7で日報との突き合わせや作業者ヒアリングから発生時間を確認し、原因の把握や再発防止につなげるなどの運用を想定している。

10	TIME_INF_ORDEFL											
11	DEV_COMMENT	現モード	現モード回数	年	月	日	時	分	秒	モード積算時間(秒)		
12	DEV_TYPE	STRING	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN16	BIN32
13	DISP_TYPE	SJIS	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC	DEC
14	DEV_SIZE	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
15	2020/11/10 7:59	開始	0	2020	11	10	7	59	5	0		
16	2020/11/10 7:59	待機	1	2020	11	10	7	59	9	0		
17	2020/11/10 8:04	運転	1	2020	11	10	8	4	5	0		
18	2020/11/10 8:04	待機	2	2020	11	10	8	4	29	294		
19	2020/11/10 8:05	運転	2	2020	11	10	8	5	15	20		
1343	2020/11/10 16:28	運転	653	2020	11	10	16	28	15	13262		
1344	2020/11/10 16:28	待機	664	2020	11	10	16	28	39	7435		
1345	2020/11/10 16:28	運転	654	2020	11	10	16	28	47	13302		
1346	2020/11/10 16:29	待機	665	2020	11	10	16	29	7	7441		
1347	2020/11/10 16:29	停止	13	2020	11	10	16	29	12	6837		
1348	2020/11/10 16:40	終了	13	2020	11	10	16	40	54	7539		

図7 生産データ逐次記録シート

4	SERIAL_ID	1										
5	DEVICE_NUM	9										
6	RECORD_NUM	8										
7	DATE_ORDER	YYYY/MM/DD hh:mm:ss										
8	LOCAL_TIME	GMT 00:00										
9	TIME_INF_ORDEFL											
10	DEV_COMMENT	モード	モード回数	(年)	(月)	(日)	(時)	(分)	(秒)	積算時間(秒)		
11	DEV_TYPE	STRING	BIN16	BIN16	BIN32							
12	DISP_TYPE	SJIS	DEC	DEC	DEC							
13	DEV_SIZE	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
14	2020/11/10 16:41	記録開始	0	2020	11	10	7	59	6	0		
15	2020/11/10 16:41	運転	654	2020	11	10	7	59	6	13321		
16	2020/11/10 16:41	停止	13	2020	11	10	7	59	6	7548		
17	2020/11/10 16:41	待機	665	2020	11	10	7	59	6	7445		
18	2020/11/10 16:41	モード変更前	1334	2020	11	10	7	59	6			
19	2020/11/10 16:41	待機	6	2020	11	10	7	59	6	300		
20	2020/11/10 16:41	待機	4	2020	11	10	7	59	6	120		
21	2020/11/10 16:41	記録終了	0	2020	11	10	16	41	5	4		

図8 生産データ集計シート

### 3. まとめ

本稿では、ニーズがあった企業の現場に、3種類のIoT機器を提案し、データ収集の実証を行った。実証にご協力頂いた企業は、IoTへの興味からのお試しから、明確な現場課題を持っているところまでかなりの意識差があった。ただ、意識差に関係なく、各社ともIoTに対応できる人材が不足しており、自社でできる場所を探しての取組となった。いずれの現場でも、ニーズにあったデータ収集が可能である事が確認できた。

特に、課題がはっきりしていたB社では、実証結

果から、ネットワークを拡張して、新しい設備に同様の仕組みを横展開して頂けることになった。また、ネットワーク上に我々が設置した安価な小型パソコンに換わり、本格的なサーバー機を設置して運用することとなった。ただ、B社でも、IoTの専門人材はおらず、今後のデータ活用を進めるには、設定目標に応じた外部への情報投資や社内人材の育成が必要になると考える。

デジタル化やDXを製造業の生産性や品質向上につなげる取組は始まっており、そのためには、製造に関する様々なデータは必須であり、製造業のエッジ部分に位置する製造機械のデータを収集するためには、IoT機器は必須のツールといえる。今後、中小企業においても、いかにこれらのツールを有効に活用するかが重要となってくる。

IoT等のツールの活用を初めて検討される方は、各社の事情や課題はそれぞれ違っているので、お試しレベルからのスモールスタートでも構わないので、設定した目標への到達度を見極めながら、自社で取り組める範囲、次の課題設定や社内での課題共有、人材などの資源の割り当てなど、自社としてできる取組へと続けていただきたい。

最後に、本稿で実証にご協力いただきました企業の皆さま方に深謝いたします。

### 参考文献

- 1) 2021 版ものづくり白書：令和3年5月
- 2) 島内良章、毛利謙作、今西孝也、刈谷学：2017 研究開発&企業支援成果報告書、No.13、(2018)30-31
- 3) 島内良章、毛利謙作、今西孝也、刈谷学：2018 研究開発&企業支援成果報告書、No.14、(2019)18-19
- 4) 島内良章、山下実、今西孝也、毛利謙作、刈谷学：2019 研究開発&企業支援成果報告書、No.15、(2020)20-21
- 5) 島内良章、山下実、今西孝也、毛利謙作、山本浩、刈谷学：2020 研究開発&企業支援成果報告書、No.16、(2021)24-25
- 6) 島内良章、山下実、山本浩、今西孝也、毛利謙作、刈谷学：令和2年度高知県工業技術センター報告、52、(2021)14-17

## IV 研究事例紹介

## スロッシュボックス崩壊性試験方法について

～試験の操作方法の解説～

○森澤 純、幸地 翔大

### *Slosh Box Disintegration Test (Explanation of the test methods)*

○Jun Morisawa, Shota Kochi

高知県立紙産業技術センターでは、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、EDANA 及び INDA が定めた試験の内「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」について、試験の操作方法と解釈の統一を行った。本報告では、当センターで実施する「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」の操作方法を解説・紹介するものである。

本報告は、(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会が発行した [Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)] の日本語訳本「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」に基づいて解説する。この「ガイドライン集」を事前に読むことを推奨する。

#### 1. はじめに

消費者庁は平成24年12月に、製品パッケージにおいて「トイレに流せる」、「水にほぐれる」等と表示する商品は、JIS P 4501「トイレットペーパー—ほぐれやすさ」の品質基準を満たしていなければならない、との見解を示した<sup>1)</sup>。

(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会は、会員遵守事項として、対人用おしりふきなどでトイレに流せると標榜する不織布製品は、JIS P 4501「トイレットペーパー—ほぐれやすさ」<sup>2)</sup>あるいは、EDANA 及び INDA が発刊した [Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>3)</sup>の自主基準に適合することを要請している。

当センターでは、EDANA 及び INDA が定めた試験の「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」<sup>4)</sup>について、日本国内での試験実施を可能とするため、水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置、株式会社日進機械製)を導入して、広く設備開放を行ってきた。また、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」を試験として実施するため、試験の操作方法の検討を行ってきた。

しかし、当センターの検証では、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」は、操作方法の解釈や試験操作の仕方により、試験結果に大きな影響を与えることが明らかとなっている<sup>5)</sup>。

当センターは、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」について、試験の操作方法の解釈の統一を行い、機差及び人為差の少ない操作方法を検討した。本報告は、当センターで実施する「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」の操作方法を明らかにするものである。

本報告は、(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会が発行した [Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>3)</sup>の日本語訳本「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」<sup>4)</sup>に基づいて解説する。以後、解説の利便のため、上記「ガイドライン集」からの引用は、「(GLS ○頁)」と本文中に記載する。上記「ガイドライン集」<sup>4)</sup>は、(一社)日本衛生材料工業連合会から入手することができる。

#### 2. 試験概要

当センターのスロッシュボックス崩壊性試験は、「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」([Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]) の

「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」(GLS 58-65 頁)、「SG001. R1 (18):試験製品の事前の洗浄」(GLS 121-122 頁)、「SG002. R1 (18):製品の乾燥重量と製品残渣重量の決定」(GLS 123-124 頁)及び「SG004. R1 (18):製品残留物のふるい分けと回収」(GLS 130-132 頁)に基づく。

### 3. 道具について

#### 3. 1 水解性評価試験装置

水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置、株式会社日進機械製、写真1)は、INDA から入手した製作用図面に従い、「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」に規定される仕様となっている(GLS 58 頁[4.0 装置])。

仕様と異なる点は、3個のプラスチック製ボックスに開閉バルブ付きの排水口が取り付けられていることである。ボックス内の排水口に繋がる穴は、崩壊性試験中はシリコン製の栓で塞いでおり、排水口に繋がる穴に水や試験片が入り込むことは無いようにしている。崩壊性試験終了後、内容物をピッチャーに移すとき開放される(写真2)。

当センターの水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置)は、株式会社日進機械から入手することができる(令和3年現在)。

#### 3. 2 ピッチャー

ピッチャーは、「2.5L以上の水道水が入る大きなピッチャー」と規定されており(GLS 63 頁[付録 II])、当センターでは5L容ピッチャーを使用している。5L容ピッチャーは、後述する「5. 5 ふるい分け」で多孔板ふるいに試験液を注ぐとき、操作がしやすい形状となっているので、5L容ピッチャーの使用を推奨する。

INDA 発行する製作用図面によると水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置)には、3個のプラスチック製ボックスが取り付けられており、3個の試料を同時に試験できる。そのため、1つの製品について試験を実施する場合、5L容ピッチャーは、少なくとも3個必要である。「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」では、試験の繰り返し回数は、6回以上となっている(GLS 58 頁[2.0 試験の原則])ので、5L容ピッチャーは6個あるとお試験効率が良い。

また「0.5Lの水道水が入るピッチャー」(GLS 63 頁[付録 II])も規定されているが、これは持ち手が

あるピッチャーを利用しなくても良いので、利便性を考慮して1L容プラスチック容器を使用している。1L容プラスチック容器は少なくとも3個必要である。

#### 3. 3 ストレーナー

ストレーナーは、後述の「5. 4 試料の回収」で、プラスチック製ボックスに開閉バルブ付きの排水口から試料の破片を回収できない時、破片をすくい取るために使用する。

ストレーナーは、「GLS 64 頁[付録 IIa)」で例が示されているが、具体的な道具の指定はされていないので、市販の料理用あく取り又はざるじゃくしを利用している。



写真1 水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置、株式会社日進機械製)



写真2 ボックス内の排水口の穴及びシリコン製栓

#### 3. 4 12.5mm 多孔板ふるい及び補助用具

当センターでは、12.5mm 多孔板ふるいは、Retsch社製孔径12.5mm 多孔板ふるい(外枠内径30.5cm)を使用している。水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置)は3個の試料を同時に試験できるため、

1つの製品について試験を実施する場合、12.5mm多孔板ふるいは、3個あると試験効率が良い。

EDANA が提供している「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」用の多孔板ふるいは、板全面に12.5mmの穴が規則正しく開けられているのではなく、円形の金属板に直径12.5mmの穴が、1辺に6個の穴数となる正六角形の範囲に開けられていた。

EDANA の多孔板ふるいの穴数に合わせるため、また、後述の「5.5 ふるい分け」での試料液の「注ぎ高さ」、「5.6 ふるいのすすぎ」でのシャワーヘッドの「すすぎ高さ」を制御するために、当センターで開発した補助用治具(写真3)を使用している。補助用治具は、厚さ4mmの亚克力製板で作られており、レーザー加工機の切断加工により製造できる。設計図面は当センターから入手できる。

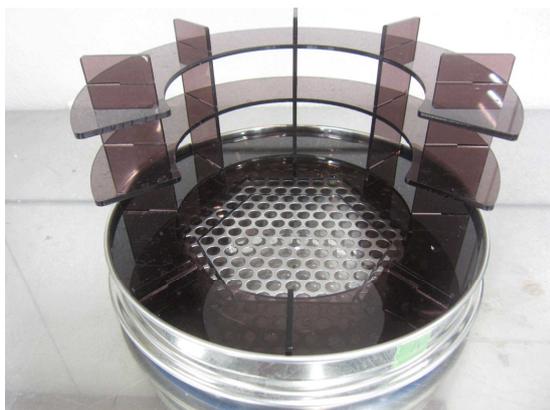


写真3 12.5mm多孔板ふるい及び補助用治具

### 3.5 シャワーヘッド及び計量バケツ

シャワーヘッドは、「SG004. R1 (18):製品残留物のふるい分けと回収」に規定されるDelta社製シャワーヘッド(モデル75009WH、写真4)を使用している(GLS 130頁[3.0用具類])。当センターでは、シャワーヘッドは、水道蛇口から内径11mm×外径16mmで長さ3.8mのホース(市販品)に接続している。

計量バケツは、シャワーヘッドからの水量が4.0L/minとなっていることを確認するために使用する。後述の「5.6 ふるいのすすぎ」では、シャワーヘッドから4.0L/minの流量で水を流すことが求められている(GLS 130頁[4.0手順1])。計量バケツは、10L以上の水が入る容量のバケツを使う。バケツの内部に水量2.0L、4.0L、6.0L及び8.0Lが正確に計りとれる目盛りを入れる。それぞれの目盛りの位置は、正確に計り取った水をバケツ

に入れ、その水面の高さで決定すると良い。

### 3.6 恒温槽(乾燥機)

恒温槽(乾燥機)は、製品の乾燥重量と製品残渣重量を測定する時、試料を乾燥させるために使用する。40℃~100℃の間で一定温度を維持できることが求められている(GLS 123頁[4.1用具類])。

1つの製品について試験を実施する場合、少なくとも試料10枚及び残渣を乗せたシャーレ6枚を12時間以上60℃で加熱乾燥させるので、それらが収納できる容積の恒温槽が求められる(写真5)。



写真4 Delta社製シャワーヘッド(モデル75009WH)



写真5 恒温槽(乾燥機)及び試料

### 3.7 デシケータ

デシケータは、恒温槽で乾燥させた製品と製品残渣をのせたシャーレを室温まで放冷するために利用する。

デシケータの底面には乾燥したシリカゲルが投入されている。少なくとも試料10枚及び残渣を乗せたシャーレ6枚を納められる大型のデシケータが望ましい。

### 3. 8 計量皿

計量皿は、後述の「5. 4 試料の回収」恒温槽で製品残渣重量を測定する時に使用する。

当センターでは、直径9cmのガラス製シャーレを使用している。それぞれのシャーレについて、番号とグラム単位の小数点以下3桁までの重量を記載してある。1つの製品について試験を実施する場合、ガラス製シャーレは、少なくとも6枚必要である。

### 3. 9 分析天秤

分析天秤は、恒温槽で乾燥させた製品と製品残渣重量を測定するために利用する。

グラム単位の小数点以下4桁まで読み取りができるものを使用している(GLS 123頁[4.1 用具類])。

また、試験に用いる試験水や洗浄水を計り取るため、グラム単位の小数点以下2桁まで読み取りができ、3kg以上の重量を測定できる分析天秤を使用している。

### 3. 10 その他の道具

次の道具については、特に指定は無く、実験用品として市販されている一般的なものを使用している。

温度計、1L用メスシリンダー、ストップウォッチ、ピンセット、20L以上の水が入るバケツ、試料保管用のチャック付きプラスチック製保存袋及び直尺(JIS 1級程度)、金属製トレイ(12.5mm多孔板ふるい外枠内径30.5cmが納められる大きさ)。

### 4 供試試料について

「FG502. R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験」では、市場に販売されている製品又は販売する予定の製品と同じものを供試することとなっている(GLS 59頁[6.1 試験用製品の準備])。

1つの製品について試験を実施する場合、崩壊性試験(スロッシュテスト)用試料6枚以上、事前の洗浄をした製品の平均乾燥重量測定用試料10枚が必要とされる(GLS 59頁[6.1 試験用製品の準備])。

この他、当センターでは、試料の面積(寸法)測定のため、試料5枚程度を使用する。さらに上記の事前の洗浄をした製品の平均乾燥重量測定用試料とは別に、事前の洗浄をしていない製品の平均乾燥重量測定用試料10枚を使用する。

試料の採取は、採取した試料がその製品の代表と

なるよう、なるべく広範囲かつ均一に採取することが望ましい(GLS 123頁[3.0 試験試料の選択])。試料の採取を広範囲かつ均一に行うためにも、1つの製品について試験を実施する場合、市場で販売されている包装材に納められた製品について、少なくとも試料50枚以上が確保できる個数を用意することが望ましいと考える。

採取後の製品は、チャック付きの保存袋にいれて、試験完了まで保存する。

### 5 試験方法

#### 5. 1 事前測定(試料の面積[寸法]測定)

試料の面積(寸法)測定は、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所との試験の操作方法の検討で決められた操作である。

この事前測定では、試料の面積(寸法)を測定し、試料の大きさにばらつきが無いことを確認する。

測定方法は以下の通りである。

(1) 製品の包装材に記載されている製品諸元から寸法を読み取る。

(2) 包装材を切り開いて、中の製品を破損しないように取り出し、5枚採取する。

(3) 水分の吸収がない板の上に採取した試料を1枚ずつ広げ、速やかに直尺(JIS 1級程度)で縦方向及び横方向の寸法ミリ単位で測定し記録する。

本試験に供する試料は、パルプシート及び湿式不織布シートであることが多く、さらに湿潤状態の製品となっているものが大多数である。特に湿潤状態のシートは変形しやすく、製品諸元の寸法と一致しない場合もある。そのため測定した値の比較は、大きな差が無いことを確認する事に留める。

#### 5. 2 事前測定(試料の乾燥重量測定)

この事前測定では、「試料の初期乾燥重量(g)」(GLS 60頁[6.4 計算])を求めるため、試料の乾燥重量を測定する。

試料の乾燥重量測定を実施する前に、ローション又は添加剤を含む製品は事前に洗浄することが規定されている(GLS 124頁[4.2 手順])。

当センターでは、ローション又は添加剤を含む・含まないに関わらず、全ての製品について事前の洗浄を原則実施する。これは(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所との

試験の操作方法の統一でも決められた事項であり、市場にある無数の製品群に対して公平な条件での試験を実施するためである。

ただし、事前の洗浄の操作により、試料が容易に破損する場合など、洗浄操作が試験結果に影響をおよぼす場合は、事前の洗浄を行わず、その旨を試験結果報告書に記載する。

事前の洗浄の方法は、「SG001. R1 (18) : 試験製品の事前の洗浄」(GLS 121-122 頁)に規定されており、当センターでは、「GLS 122 頁[5.0 代替の方法]」により、20L以上の水が入るバケツを用いて実施する。

「事前の洗浄」(GLS 122 頁[5.0 代替の方法])により洗浄した試料は、手のひらに乗せ破損しないように握り込んで脱水する(写真6)。その後、破損しないように広げて、60℃に保った恒温槽内で恒量に達するまで乾燥させる。時間にして12時間以上かかる。



写真6 洗浄した試料の脱水

乾燥した試料は、デンキータ内で30分間放冷後、重量を測定して記録する。10枚の乾燥した試料の平均値を算出して、「試料の初期乾燥重量(g)」を求める(GLS 124 頁[4.2 手順])。

当センターでは、上記のように事前の洗浄をした試料とは別に、事前の洗浄をしていない試料の乾燥重量を測定して記録している。これは、事前の洗浄をした試料としていない試料の乾燥重量の重量差により、目視では観察できない添加剤の存在を確認するためである。測定方法は、事前の洗浄をしていない試料10枚について、前述と同様の方法で乾燥して重量を測定する。

### 5. 3 崩壊性試験(スロッシュテスト)

崩壊性試験は、試料を水中で機械的に攪拌して分

解させる操作である。崩壊性試験の方法は、「GLS 60 頁[6.3 製品試験]」に規定されている。

試料の崩壊性試験を実施する前に、ローション又は添加剤を含む製品について、事前に洗浄する方法が、「SG001. R1 (18) : 試験製品の事前の洗浄」に定められている(GLS 121-122 頁)。しかし、事前の洗浄は、試料の破壊を促進する操作でもある。また、はるかに多い量の水に試料を投入することから、製品に含まれるローション又は添加剤が崩壊性試験に与える影響は少ないものと考えられる。そのため原則、崩壊性試験前に試料の事前洗浄を行わないものとする。これは、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所との試験の操作方法の検討で決められた操作である。

さらに当センターでは、界面活性剤など、少量で水の粘度や物性に影響を与える添加物の存在が確認された場合、崩壊性試験前の前洗浄を行った試料と行わない試料の2種について試験を実施して、試験結果報告書に記載する。

水解性評価試験装置の3個のプラスチック製ボックスに試料を投入するとき、試料は広げてボックス内の水面に浮かべるようにする。試料に水が十分に浸透する時間を与えるために、3個のボックスに試料を速やかに投入してから、約30秒後に水解性評価試験装置の振とうを開始する。

### 5. 4 試料の回収

「FG502. R1 (18) : スロッシュボックス崩壊性試験」では、水解性評価試験装置の振とうにより破壊した試料の回収方法として、①水解性評価試験装置のプラスチック製ボックスを取り外し、試料スラリー(破壊された試料と水の混合液)を直接多孔板ふるいに注ぐ方法(GLS 60 頁[6.3 製品試験])と②試料スラリーから破壊された試料をストレーナーですくい取る方法(GLS 63 頁[付録II])の2種類が示されている。

水解性評価試験装置のボックスから試料スラリーを直接多孔板ふるいに注ぐ①の方法は、1個のボックスの大きさが内側の寸法で縦46cm×横30cm×高さ30cmであり、当センターのボックスは重量が約12kgもあって、誰もが容易に取り回しができるものではない。また、当センターの検証によると、試料スラリーを多孔板ふるいに注ぐ条件によっては、試験結果に重大な影響をおよぼすことが明らかとなっている<sup>5)</sup>。従って、ボックスから試料スラリー

ーを直接多孔板ふるいに注ぐ①の方法は、推奨できない。

試料スラリーから破壊された試料をストレーナーですくい取る②の方法は、破壊された試料がすくい取れる大きさであれば問題ないが、試料が繊維一本一本まで破壊されている場合、それらをストレーナーで全て回収することは容易ではない。

そこで当センターは、試料の回収方法について、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所と検討した結果、次の回収方法を推奨する。

(1) 0.5Lの水を1L容プラスチック容器に入れて用意する。

(2) ボックス内の試料スラリー2Lを5L容ピッチャーに移し替える。

(3) ボックス内を0.5Lの水で洗浄して、5L容ピッチャー内の試料スラリー2Lと合わせ試験液とする。

①の水解性評価試験装置のボックスから試料スラリーを直接多孔板ふるいに注ぐ方法(GLS 60 頁[6.3 製品試験])では、洗浄水の量は具体的には規定されていない。しかし、②の試料スラリーから破壊された試料片をストレーナーですくい取る方法(GLS 63 頁[付録 II])では、洗浄水は0.5Lと規定されている。

従って、多孔板ふるいに注ぐ試験液の水量は、崩壊性試験でボックスに投入する水2L(GLS 59 頁[6.2 試験の設定])と洗浄水0.5L(GLS 63 頁[付録 II])の合計2.5Lとなる。

上記の回収方法では、ボックス内の試料スラリーは全回収され、洗浄水と合わせた試験液は常に合計2.5Lとなるので、再現性が保たれるものと考えられる。

当センターの水解性評価試験装置(スロッシュボックス装置)のボックスには、開閉バルブ付きの排水口が取り付けられているので、ボックス内の試料スラリー2Lは開閉バルブから5L容ピッチャーへ容易に移し替えられる(写真7)。

ただし、供試した試料が十分に破壊されておらず、開閉バルブからの移し替えで破壊を受ける場合、開閉バルブ内に滞留する恐れがある場合などでは、ストレーナーで大きな試料片をすくい取ることを推奨する。残りの試料スラリーを5L容ピッチャーへ移し替え洗浄水と合わせてから、大きな試料片を5

L容ピッチャーに入れる方法が良いと考える。

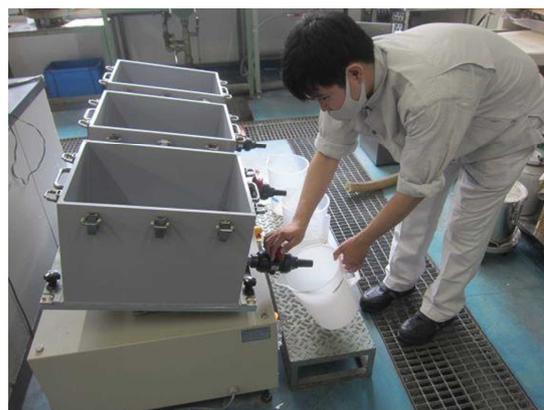


写真7 開閉バルブ付きの排水口からの移し替え

## 5. 5 ふるい分け

ふるい分けは、前述の「5. 3 崩壊性試験」と「5. 4 試料の回収」で調製した試験液を12.5mm多孔板ふるいに注ぐ操作である。当センターの検証によると、この試験液を多孔板ふるいに注ぐ操作が、試験結果に重大な影響をおよぼすことが明らかとなっている<sup>5)</sup>。

操作方法は、「GLS 59 頁[6.3 製品試験]」と「SG004. R1(18):製品残留物のふるい分けと回収」(GLS 130-132 頁)に記載されているが、解釈の仕方により操作方法が変わり、試験結果に重大な影響をおよぼす。

そこで当センターは、ふるい分けについて、(一社)日本衛生材料工業連合会及び(一財)日本文化用品安全試験所と検討した結果、次のふるい分け方法を推奨する。

(1) 5L容ピッチャー内の試験液を十分に攪拌して、破壊された試料片が水中でなるべく均一に分散するようにする。

(2) 水中で分散している試料片が沈殿しない内に、多孔板ふるいの表面から10cm~15cmの高さを保ったまま、30秒~40秒かけて試験液の全量を注ぐ。試験液が一カ所に集中しないよう、多孔板ふるいの直径20cm内の穴全体にまんべんなく注ぐ。

「FG502. R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験」では、「ふるい分け」の操作で試料液の「注ぐ範囲」、「注ぎ高さ」及び「注ぐ時間」を具体的に規定する記述は無いが、「崩壊試験の内容物をふるいに移すとき、ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の

内容物をゆっくり注ぐ」(GLS 131 頁[4.0 手順3])と記載している。

EDANA の多孔板ふるいは、円形の金属板に直径 12.5mm の穴が、1 辺に 6 個の穴数となる正六角形の範囲に開けられていた。従って 1 辺に 6 個の穴数となる正六角形の範囲、すなわち、およそ直径 20cm 内の穴の範囲を試料液の「注ぐ範囲」と判断した。

当センターが検証したところ、「ふるいの表面全体にまんべんなく試験容器の内容物をゆっくり注ぐ」(GLS 131 頁[4.0 手順3])ことを実現するためには、試験液中で試料片が均一に分散した状態を保ちつつ、「注ぐ範囲」に制御良く、まんべんなく注ぐ必要が有る。

試験液を 5 L 容ピッチャーから多孔板ふるい上に、制御よく注ぐために適当な「注ぎ高さ」は、多孔板ふるいの表面から 10cm~15cm の高さであった。また試験液中で破壊された試料片が均一に分散した状態が保たれる時間は、製品の種類にもよるが、30~40 秒であった<sup>5)</sup>。

これらの「ガイドライン集」<sup>4)</sup>の記述と検証の結果から、前述の「ふるい分け」方法を推奨するものである。

当センターでは、前述の「ふるい分け」での人為差を少なくして、効率よく実施するために補助用治具を使用している。

補助用治具は、3 枚の板と支柱により構成されており、12.5mm 多孔板ふるい(外枠内径 30.5cm)の上に乗せて使用する。

底面の板の内側は、EDANA の多孔板ふるいの穴数に合わせてるように六角形に切りぬいていて、「注ぐ範囲」が容易に判断できる(写真 8)。

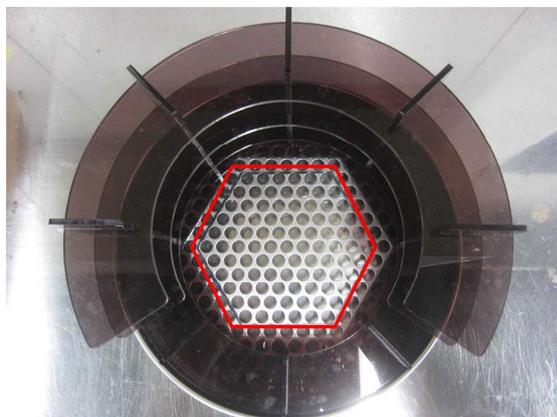


写真 8 補助用治具及び試料液の「注ぐ範囲」

また、下から 2 枚目と 3 枚目の板は、多孔板ふる

いからそれぞれ高さが 10cm 及び 15cm の位置にある。これらの板の高さを目安にして、試料液を注いだ時、5 L 容ピッチャー注ぎ口は、常に高さが 10cm~15cm の範囲にあり、「注ぎ高さ」を容易に制御できる。

#### 5. 6 ふるいのすすぎ

ふるいのすすぎは、前述の「5. 5 ふるい分け」で、12.5mm 多孔板ふるい上に堆積した試料片の残渣をシャワーですすぎ、ふるいにかからない小さな破片を洗浄する操作である(GLS 130 頁[1.0 はじめに])。

シャワーヘッドから放出する水量は 4.0 L/min に調節することが求められている(GLS 130 頁[4.0 手順])。

当センターでは、バケツの内部に水量 2.0L、4.0 L、6.0L 及び 8.0L が正確に計りとれる目盛りを入れた計量バケツとストップウォッチを用いて水量を調節している。

シャワーヘッドから計量バケツへ水を注入して、120 秒で水面が 8.0L の目盛りに達する水量に調節する。この調節は、「ふるいのすすぎ」の直前に行う。

「ふるいのすすぎ」では、シャワーヘッドの「すすぎ高さ」を 10cm~15cm に保ち、ふるいの表面全体をまんべんなく注ぐことが求められている(GLS 130 頁[4.0 手順4])。

当センターでは、「5. 5 ふるい分け」の操作に引き続き、「ふるいのすすぎ」の操作でも補助用治具を使用している。補助用治具の下から 2 枚目と 3 枚目の板は、多孔板ふるいからそれぞれ高さが 10cm 及び 15cm の位置にある。これらの板の高さを目安にして、シャワーの水柱が垂直になるようにして、多孔板ふるいに堆積した試料片をすすぐ(写真 9)。

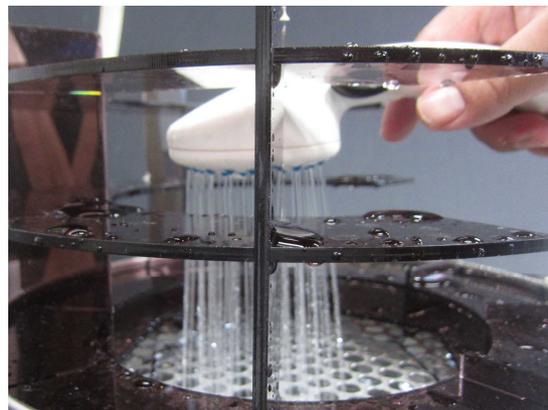


写真 9 補助用治具及び「ふるいのすすぎ」の高さ

この時、特定の位置に集中させるのではなく、「注ぐ範囲」全体を毎秒1回転程度の円運動(合計100周~120周)でシャワーヘッドを動かして、すすいでいる。

#### 5. 7 残渣の回収

残渣の回収は、前述の「5. 6 ふるいのすすぎ」の後、多孔板ふるいに残留した試料残渣を回収する操作である(GLS 130 頁[4.0 手順4 及び5])。

残渣の回収では、残渣を鉗子・ピンセットを用いて回収することが記載されている(GLS 130 頁[4.0 手順5])。しかし、ある程度の大きさの残渣の場合、指でつまんで回収した方が効率良い場合もある。

当センターでは、「5. 6 ふるいのすすぎ」の操作が終了後、直ちに補助用治具を取り外し、多孔板ふるいを金属製トレイに乗せる。金属製トレイの中で多孔板ふるいの表面・裏面に残っている試料残渣を取り出し、直径9cmのガラス製シャーレに集めている。

多孔板ふるい上の試料残渣が、目視で確認できなくなるまで続ける。

試料残渣に過剰な水分がある場合は、指で圧迫して水分を取り除くと良い。

#### 5. 8 残渣の乾燥及び乾燥重量測定

「5. 7 残渣の回収」で集めた試料残渣は、前述の「5. 2 事前測定(試料の乾燥重量測定)」と同様に、60℃に保った恒温槽内で恒量に達するまで乾燥させる(GLS 124 頁[4.2 手順])。時間にして12時間以上かかる。

乾燥した試料は、デンケータ内で30分間放冷後、重量を測定して「ふるい上にある残留片の乾燥重量(g)」を記録する(GLS 124 頁[4.2 手順])。

#### 5. 9 試験結果の判定

「5. 2 事前測定(試料の乾燥重量測定)」で求めた「試料の初期乾燥重量(g)」(GLS 124 頁[4.2 手順])と「5. 8 残渣の乾燥及び乾燥重量測定」で求めた「ふるい上にある残留片の乾燥重量(g)」から、試料の「崩壊率(%)」を求める。

「崩壊率(%)」の式は、「GLS 60 頁[6.4 計算]」に記載されているとおりである。

当センターでは、「5. 2 事前測定(試料の乾燥重量測定)」で述べた通り、全ての製品について、事前の洗浄をした試料から求めた「試料の初期乾燥重

量(g)」の値を用いる。

「FG502. R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験」では、試験の繰り返し回数は、6回以上となっている(GLS 58 頁[2.0 試験の原則])。1つの製品について試験を実施する場合、6枚以上の試料を用いて試験を行い、6個以上の「崩壊率(%)」の試験結果が算出される。

1つの製品について、試験の合否判定は、「繰り返し試験結果の80%以上で、崩壊率(%)が60%以上であるとき合格」となっている(GLS 61 頁[7.0 合否基準])。

つまり、繰り返し回数6回で試験を行った場合、その内80%以上である5回(83%)の試験結果で、崩壊率(%)が60%以上であれば、合格と判定される。

繰り返し回数9回で試験を行った場合は、8回(88%)の試験結果で、崩壊率(%)が60%以上であれば、合格と判定されることになる。

#### 6 おわりに

EDANA 及び INDA が発刊した [Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products (Edition 4, May 2018)]<sup>3)</sup>は、排水処理及び処理システムが異なる国や地域で、「トイレに流せる評価」を広く適応させるためのものである。そのため試験の操作方法や解釈に余裕を持たせているものと考えられる。

高知県立紙産業技術センターでは、「FG502. R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験」を実施するために、(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、日本国内での試験について、操作方法に関する解釈の統一を行い、機差及び人為差の少ない操作方法を検討し、本報告にまとめた。

当センターでは、今後も(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会及び(一財)日本文化用品安全試験所と協力して、「FG502. R1(18):スロッシュボックス崩壊性試験」のクロスチェックを行うなどして、本試験の精度向上に努めていきたいと考える。

#### 7 謝辞

「スロッシュボックス崩壊性試験方法について～試験の操作方法の解説～」の検討では、(一社)日本

衛生材料工業連合会からサンプルを提供して頂きました。心よりお礼申し上げます。

「FG502. R1 (18):スロッシュボックス崩壊性試験」の操作方法の検討でお世話になりました(一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会、(一財)日本文化用品安全試験所及びその他の研究者の皆様に、心よりお礼申し上げます。

## 8 引用文献

- 1) 消費者庁 景品表示法関係公表資料(平成24年12月21日)トイレクリーナーの表示に関する実態調査結果について
- 2) 日本工業規格 JIS P 4501-1993 「トイレットペーパー (Toilet tissue papers)」
- 3) EDANA (The European Disposables and Nonwovens Association) and INDA (Association of the Nonwoven Fabrics Industry): Guidelines for Assessing the Flushability of Disposable Nonwoven Products Edition 4, May 2018)
- 4) (一社)日本衛生材料工業連合会・日本清浄紙綿類工業会 「トイレに流せると標榜する不織布製品の評価及び表示に関するガイドライン集」(2019)
- 5) 森澤純:高知県立紙産業技術センター報告第26号(2021).45-49 スロッシュボックス崩壊性試験について～ふるい分けについて～

## V プラスチック代替素材利用促進分科会報告

# 令和2年度プラスチック代替素材利用促進分科会 リヨセル繊維を用いた乾式及び湿式シートの評価結果報告

## 湿式シート試作内容

- 1. 原料繊維: LENZING™ Lyocell Shortcut  
1.7dt(uncrimped) × 4mm(dull)
- 2. 原料処理: SDRラボリファイナー  
各種製紙用原料の離解、叩解に使用
- 3. 試作内容
  - ①原料繊維(2%濃度)をSDRを用いて、刃物クリアランス及び処理時間を変更して処理する。(6種類作製)
  - ②①の各原料の繊維長及びろ水度を測定する。
  - ③坪量50g/m<sup>2</sup>のシートをシートマシンで抄紙する。
  - ④各種物性評価試験を行う。

1

## 湿式シート用原料処理装置



**SDRラボリファイナー**  
 【型式】直結型ラボリファイナー  
 SDR-14型  
 (相川鉄工株式会社製)  
 【仕様】解繊方式: シングルディスク  
 リファイナー方式  
 ディスク刃巾: 1mm  
 溝間: 3mm

2

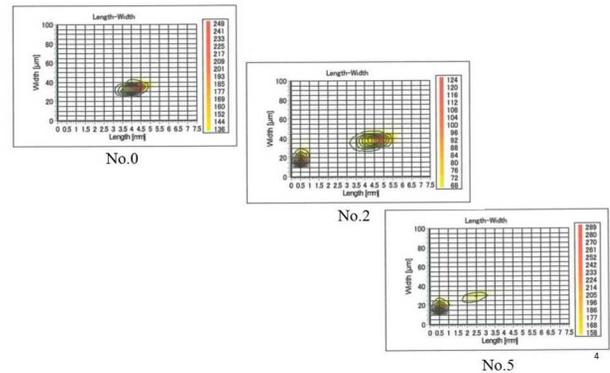
## 湿式シート用原料処理条件

サンプル No.	処理時間 (min)	クリアランス (mm)	ろ水度 (CSF・ml)	平均繊維長 (mm)
0	5	7*	676	3.75
1	5	2	360	3.90
2	10	2	152	3.45
3	20	2	51	2.88
4	30	2	16	2.39
5	50	1	1	1.52

\*クリアランスが広いため、離解処理状態

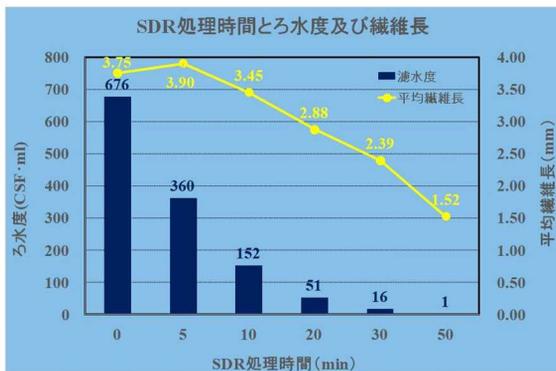
3

## 湿式シート用原料評価結果(繊維長分布)



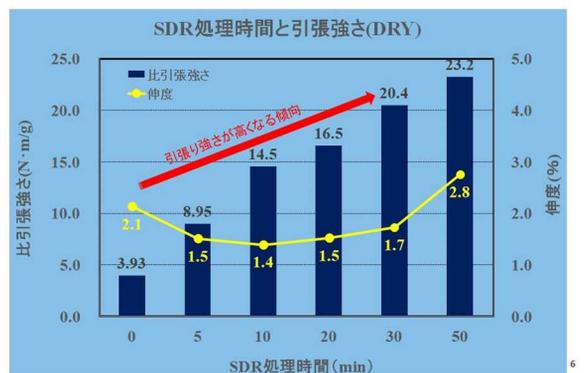
4

## 湿式シート用原料評価結果(ろ水度と繊維長)



5

## 湿式シート物性評価結果1(引張強伸度: DRY)



6

### 湿式シート物性評価結果2(引張強伸度:WET)

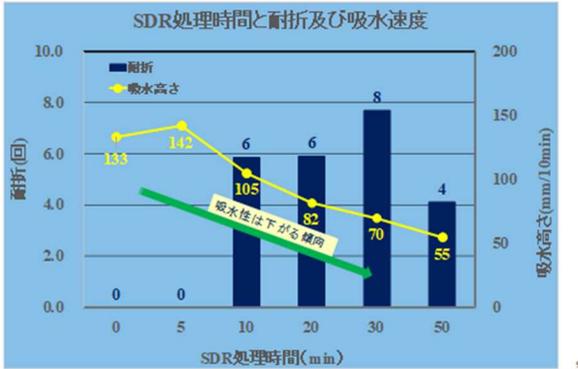


### 湿式シート物性評価結果3(密度と破裂強さ)

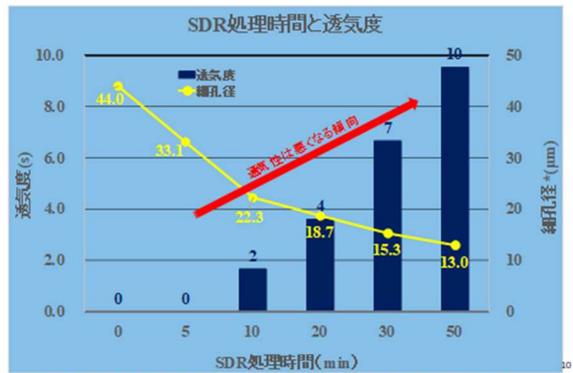


\*シート製造方法が、厚さが高くなる方法を用いたため、密度が低下している可能性が高い。

### 湿式シート物性評価結果4(耐折強さと吸水性)

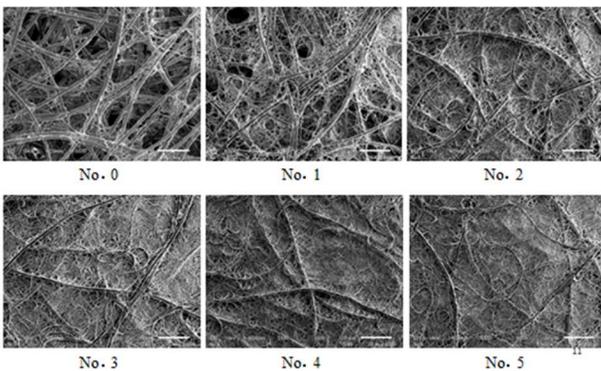


### 湿式シート物性評価結果5(透気度と細孔径)

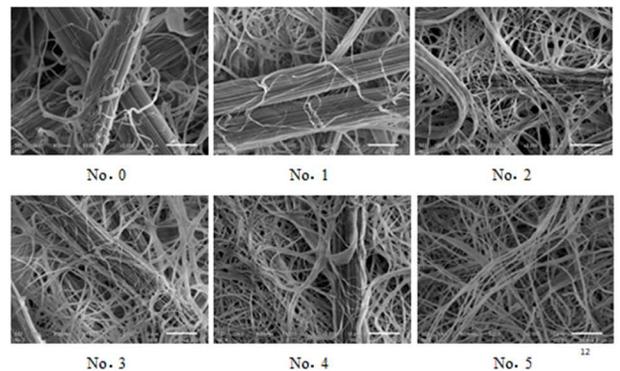


\*: 細孔径は、SEM写真より細孔径目測にて計測したため、参考データとする。

### 湿式シート物性評価結果6(SEM写真×200)



### 湿式シート物性評価結果7(SEM写真×2000)



## 湿式シート試作結果まとめ

- 1. クリアランス 2mm で、処理時間 10分までは、平均繊維長が 3.5mm 程度と、あまり短くなっていない。
- 2. クリアランスを開けた状態 (2mm) で SDR 処理をしても、繊維はあまり切断されないが、クリアランスを閉める (1mm) と繊維長が短くなり、ろ水性の低下が著しい。
- 3. 乾時引張強さは、SDR 処理時間が長くなるにつれて、上昇する。  
→ 水素結合の増加、繊維間結合面積の増加?
- 4. 湿時引張強さも、SDR 処理時間が長くなるにつれて、上昇するが、繊維が短くなりすぎると、低下する。
- 5. 密度は、SDR 処理時間が長くなるにつれて、上昇し締まった紙になる。破裂強さや耐折強さも上昇傾向にあるが、繊維が短くなりすぎると、低下する。
- 6. 吸水性は、SDR 処理時間が長くなるにつれて、低下する。
- 7. SDR 処理時間が短いシートは、細孔が大きく、通気量が多いが、処理時間が長くなるにつれて細孔が小さくなり、通気量が低下する。

## 乾式シート試作内容

- 1. 原料繊維:
  - LENZING™ Lyocell Skin 1.7dt×38mm (bright)
  - LENZING™ Lyocell Micro 0.9dt×34mm (bright)
  - LENZING™ Lyocell Standard 1.7dt×38mm (dull)
  - D社製レーヨン繊維 1.7dt×40mm
- 2. ウェブ作製: サンプルローラーカード  
各種不織布用原料の解繊に使用
- 3. シート作製: 多目的不織布製造装置によるウォータージェット(WJ)処理  
各種不織布のシート化に使用
- 4. 試作内容
  - ①原料繊維をサンプルローラーカードを用いて、目付 50g/m<sup>2</sup> になるように、解繊してウェブを作製する。
  - ②①のウェブを WJ 処理でシート化する。  
φ0.08mm×P1.0mm/スル3本、WJ 圧力 2MPa+5MPa+5MPa、両面処理
  - ③各種物性評価試験を行う。

14

## 乾式シート用ウェブ製造装置



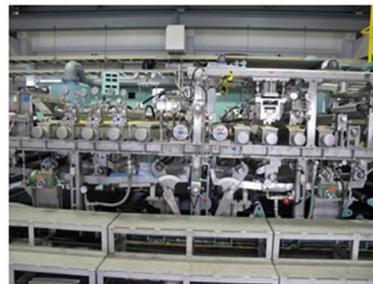
サンプルローラーカード

【型式】SC-300DR (大和機工株式会社製)

【仕様】ウェブ寸法: 900×300mm

15

## 乾式シート用ウォータージェット処理装置



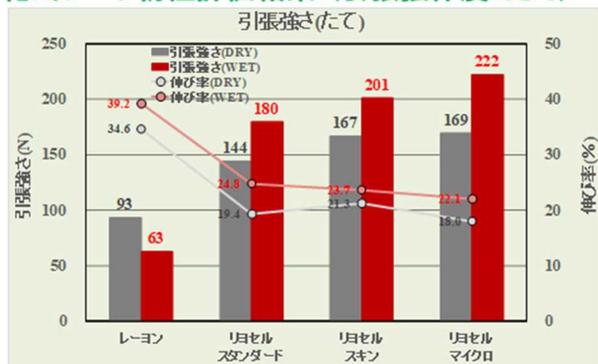
ウォータージェット処理装置

【型式】多目的不織布製造装置 (川之江造機株式会社製)

【仕様】最高圧力 15MPa

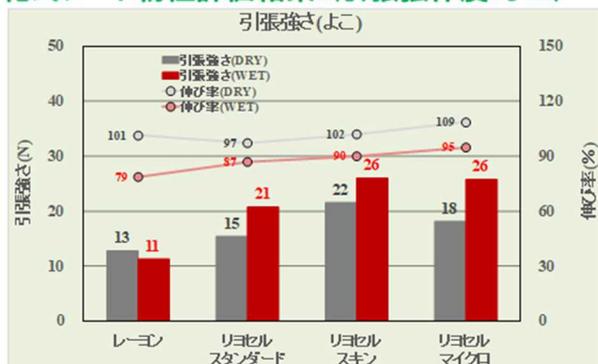
16

## 乾式シート物性評価結果1(引張強伸度: たて)



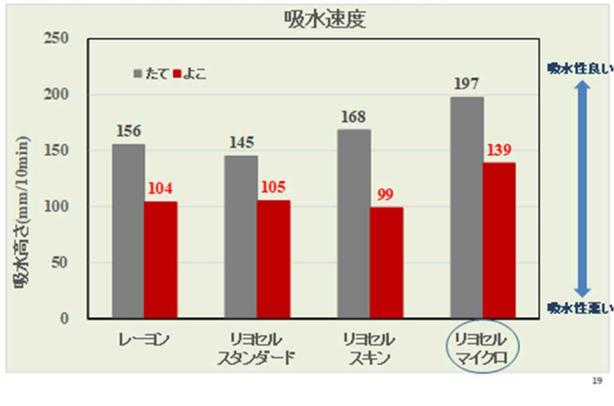
17

## 乾式シート物性評価結果2(引張強伸度: よこ)

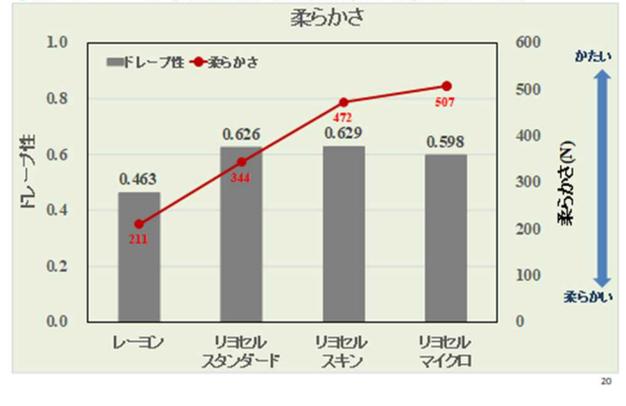


18

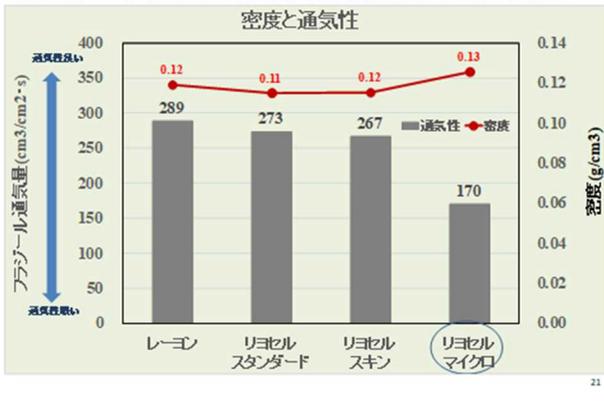
### 乾式シート物性評価結果3(吸水性)



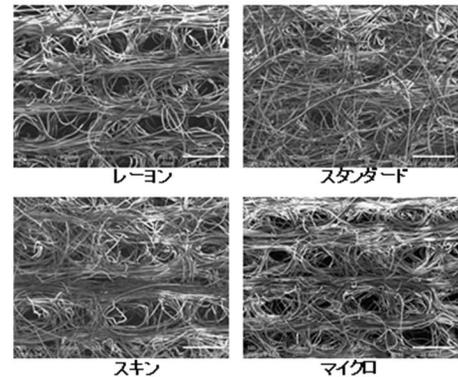
### 乾式シート物性評価結果4(柔らかさ)



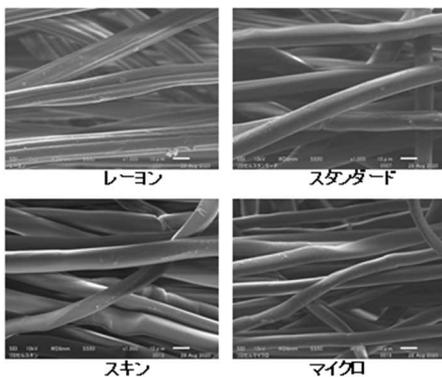
### 乾式シート物性評価結果5(通気性と保水率)



### 乾式シート物性評価結果6(SEM写真×50)



### 乾式シート物性評価結果6(SEM写真×1000)



### 乾式シート試作結果まとめ

- 1. レーヨンに比べて、リヨセル繊維は、引張強さが強く、特に湿時の強さが、乾時よりも強くなる。(たて、よこともに)
- 2. 吸水速度は、リヨセルマイクロが一番高い。  
→ 繊維径が小さいため、毛細管現象が働きやすい。
- 3. レーヨンは柔らかく、リヨセルは少し硬めの傾向。
- 4. 通気量は、マイクロが少ない。密度も若干高いことから、締まった感じのシートになる。
- 5. レーヨンシートは、WJ処理の穴が丸く残っているが、リヨセルシートは、WJ処理の穴がきれいに丸く残っていない。  
→ 繊維の硬さによるものか？
- 6. 保水率や摩擦係数(湿時)は、顕著な差はなかった。(データ未掲載)

令和3年度高知県立紙産業技術センター報告第26号  
令和4年1月31日 印刷発行

編集発行 高知県立紙産業技術センター  
Kochi Prefectural Paper Industry  
Technology Center

〒781-2128 高知県吾川郡いの町波川 287-4  
電話(088)892-2220 FAX(088)892-2209

<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/>

印刷 西富騰写堂印刷