高知県立紙産業技術センター報告

第27号

THE REPORT ON WORKS OF KOCHI PREFECTURAL PAPER INDUSTRY TECHNOLOGY CENTER

VOL. 27

2022

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
I á	紙産業技術センターの概要	
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
II §	業務概要	
1	試験研究・技術支援事業	1 7
2	技術相談及び技術指導	1 7
3	依頼試験及び設備使用	1 8
4	研修生の受入れ	1 9
5	紙産業技術初任者研修会	1 9
6	開放試験設備利用研修	1 9
7	講演会	2 0
8	研究会事業	2 1
9	分科会事業	2 1
10	一般開放行事	2 1
11	工業所有権	2 1
12	講師派遣・口頭発表	22
皿	研究調査報告	
層分	分離技術開発による楮紙の差別化	24
湿;	式不織布の巻取条件がロールの内部応力に及ぼす影響,及び巻取理論を用い7	た内部応力
予》	則	29
ポリ	リビニルアルコールを出発原料とした製紙用バインダーの生分解性検証	4 1
光月	照射によるレーヨン繊維の酸化分解促進	4 5
IV A	研究事例紹介	
セノ	レロースナノファイバーを漆喰に適用した製品化事例	5 0
V \$	新規導入備品の紹介	
	孔分布測定装置	
繊維	推形状分析器	52
全有	有機体炭素(TOC)計	53

はじめに

コロナ禍を経て、私たちを取り巻く環境は、これまでになく大きく変化しています。 さらに、ロシアによるウクライナ侵攻を契機とした国際情勢の変化による世界的な資源 価格の高騰に加え、為替面での急速な円安により、石油、石炭、天然ガス、電気等のエネ ルギーやパルプ、ナフサなどの原材料価格の高騰が続くなど、先がみえない展開となっ ており、紙関連の業界にとって非常に厳しい年となっています。

さて、高知県では第4期高知県産業振興計画ver.3の中で、次の時代に向けて「デジタル化・グリーン化」や「SDGsの広がりによる持続可能な地域社会づくり」など5つを重点ポイントとして掲げて施策展開を進めております。

その中で、ものづくり分野における環境負荷の低減に資する製品・技術開発を進めるための「高知県製品等グリーン化推進事業費補助金」や、原油や物価等の高騰等により経済的な影響を受けた製造業を営む中小企業者の方が省エネルギーの推進及び生産性の向上を目的とする設備投資を進めて頂くために「高知県原油高騰緊急対策設備投資支援事業費補助金」などを設けました。紙産業技術センターに関連する事業者の皆様方にもご利用頂いています。

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

令和3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試験研究ではグリーン化に関連した「SDGsを意識した紙及び不織布の開発」や新素材であるセルロースナノファイバー(CNF)、土佐和紙に関わるものなど7テーマを実施しました。

②については、年間2,099件(14,269千円)の依頼分析試験、1,241件(1,152千円)の 設備利用、2,930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紙の物性、 成分の機器分析等で企業の製品開発や品質管理、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3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、事業者の皆様方から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12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。

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。

平成7年 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 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 ~9年 る。

平成10 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 ~11年 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 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 ~13年 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 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。

~18年

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 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。

~21年

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。

令和4年4月1日現在

	総 ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※	(1)文書及び公印に関すること (2)人事服務に関すること (3)給与及び旅費に関すること (4)福利厚生に関すること (5)予算及び決算に関すること (6)財産に関すること (7)物品等に関すること (7)物品等に関すること (8)その他庶務に関すること (9)その他他課室の所管に属さない事項に関すること (1)研究企画(産学官連携、共同研究、予算)に関すること
	企画調整室長 田村 愛理 専門員 澤村 淳二	(2)特許、知的所有権、人材育成、 情報収集・発信に関すること (3)依頼試験、設備使用、技術相談 仕様に関すること (4)情報セキュリティに関すること
次 長 宮田 裕也 宮田 裕也 技術次長 田村 愛理	素材開発課 素材開発課 長 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗 乗	(1)製紙及び不織布の技術開発及び支援に関すること (2)依頼試験、技術相談指導に関すること (3)多目的テスト抄紙機、大型懸垂短網抄紙機、小型傾斜短網抄紙機、小型傾斜短網抄紙機、外型傾斜短網抄、メルトブロー不織布製造装置、メルトブローテーカード機による試作評価に関すること (4)手すき和紙に関すること (5)製紙及び不織布用薬品・原材料の基礎・応用研究に関すること (6)機械すき紙、手すき紙、不織布技術の技術者養成に関することと
	加工技術課 加工技術課長 遠藤 恭範 チ ー フ 森澤 純 主任研究員 竹家 均	(1)加工の技術開発及び支援に関すること (2)依頼試験、技術相談指導に関すること (3)多目的不織布製造装置による加工、テストコーター&ラミネーター、エレクトロスピニング装置、熱カレンダーによる試作評価に関すること (4)加工用薬品・素材の基礎・応用研究に関すること (5)紙加工技術の技術者養成に関すること

3 職員の構成

					事	務	職	員	技	術	職	員	計
所				長]	L		1
次				長			1						1
技	術		次	長]	L		1
総				務		2 (1 兼)						2 (1兼)
企	画	調	整	室						2 (1	L 兼)		2 (1兼)
素	材	開	発	課						4	1		4
加	工	技	術	課						ę	3		3
		計					2	·		1	0		1 2

4 施設の概要

敷地	面積		13, 825. 17 m ²
建物	面積		5, 788. 51 m ²
	本 館	棟(鉄筋コンクリート造 一部3階建) 建築面積	1, 205. 68 m ²
		延 面 積	2, 615. 42 m ²
	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 m²
		延 面 積	1, 465. 60 m ²
	第二研究	は (鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造2階建) 建築面積	1, 035. 98 m²
		延 面 積	1, 550. 40 m ²
	その他	車 庫(鉄骨造)	31. 33 m²
		駐 輪 場(鉄骨造)	17. 62 m²
		受水槽施設(鉄筋コンクリート造)	40. 00 m²
		排水処理施設(鉄筋コンクリート造)	59. 78 m²
		焼 却 炉(鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造)(現在は使用	用停止)8.36 ㎡

5 決 算(令和3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, 251	
紙産業技術試験研究費	30,927	
紙産業技術振興促進費	26,725	
紙産業育成事業費	16, 296	
計	102, 199	

(歳 入)

科		目	金 額(千円)	備
使	用	料	1, 255	試験設備使用料等
手	数	料	14, 269	依賴試験手数料
諸	収	入	5 7	依頼出張等
	計		15,581	

6 試験手数料及び機械器具使用料

令和4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	窲	1	件数Ⅱ	区 分	}	種 別	金	額	件数
前処理手数料	計料調整	簡易なもの	1	1試料	¥			加工試験	, {テストコーター&ラミネーターによる!		* 1時間	¥ 14, 41	
DIACATI MAT	DA 47 DIG DE	一般的なもの				1, 720		711 II 104 15X	樹脂加工試験機による加工試験	M → D/45X	* 1時間	¥ 6, 29	
1		複雑なもの	†	1試料		4, 260			圧縮成型プレス試験		1 時間	¥ 5,44	
	特殊なもの	712420	1	1試料		10, 280			エンボス試験		1時間	¥ 4,44	
, ,	1777	センター職員用前処理確認チェック欄(□に✔)	有口						熱カレンダー加工試験		1時間	¥ 2,90	
定性分析	一般	蛍光・蛍光染料	T~	1成分	¥	1, 650			紙の手加工試験		* 1時間	¥ 2,61	
2127711	, m	色素	*	1成分		1, 650			スリッターによる加工試験		1時間	¥ 7,56	
		酸アルカリ	vicina	/?/// 1成分		1, 650		**	テーブルコーターによる加工試験		* 1時間	¥ 7,95	
, ,		その他(デキストリン又はデンプン、泡立ち、確認試験、		1成分		1, 650			精密熱カレンダー装置による加工試験		* 1時間	¥ 24, 31	
, ,		性状(抽出)、())	1	. 19973	1.	.,			スリッター(細幅)による加工試験	1件につき	1 時間まで	¥ 4,64	
, ,	特殊	FT-IR分析	*	1 成分	¥	3, 200			スプラグ (神神) による加工政場	1時間を超える場合	1 時間につき		
	111/4	その他()	*	1成分		3, 200			レーザー加工機による加工試験	T FY IN CAEAC O-WILL	1時間	¥ 7,55	
, ,	特殊機器(赤外イメージングシステムによ		+	1件		3, 200			燃糸装置による加工試験	1件につき	1 時間まで	¥ 2,62	
	特殊機器(赤外イメージングシステムによ		+	1件		7, 990			派示表直による加工的表	1時間を超える場合	1 時間につき		
定量分析	一般	SS	 	 1 成分		3, 200		物理化学試驗	紙及び板紙の物理試験	坪量	1件	¥ 1,73	
た 里 ガ リバ	ax .	蒸発残留物・水溶性物質	*	1成分		3, 200		加生化于政场		厚さ	1件	¥ 1.73	
		過マンガン酸カリウム消費量	*	<u>- /%//</u> 1成分		3, 200				破裂強さ試験	1件	¥ 1,73	
		重金属		<u>- I 成力</u> 1 成分		3, 200				引裂強さ試験	1件	¥ 1,73	
, ,				1成分		3, 200					1件	¥ 1,73	
ı f		カッパー価 音叉型振動式粘度計試験	·	1成分		3, 200				耐折強さ試験 吸水度試験	1件	¥ 1,73	
		百久空振س式柏及訂試験 その他()		1成分		3, 200					1件	¥ 1,73	
	l	たの他() ホルムアルデヒド		1 成分 1 成分		6, 550				ベック平滑度試験 透気度試験	1件	¥ 1,73	
		BOD	 -			6, 550					1件	¥ 1,73	
, ,			+	1成分						はっ水度試験			
, ,	#± E# +68 ED	その他()	*	1成分		6, 550				ほぐれやすさ試験		¥ 1,73 ¥ 1,73	
į į	特殊機器	画像処理(WinRoof)		1件		13, 310				柔らかさ(ハンドルー〇-メーター)	1件		
, ,	(簡易なもの)(指定成分1成分)	その他()	ļ	1件		13, 310				不織布風合い試験	1件	¥ 1,73	
	特殊機器(複雑なもの)(指定成分1成分)		4	1件		29, 270				耐摩耗強さ試験	1件	¥ 1,73	
, 1	特殊機器(分析走査型電子顕微鏡によるも	50)	*	1件	 *	10, 600				透湿度試験	1件	¥ 1,73	
, 1	特殊機器(高速溶媒抽出装置によるもの)			1件		5, 970				摩擦感テスターによる試験	1件	¥ 1,73	
	特殊機器(極微弱発光検出分光シムテム)		ļ	1件		6, 850				※ ドレープテスターによる試験	1件	¥ 1,73	
	特殊機器(フィルター性能試験機による)		*	1件		4, 540				その他()	1件	¥ 1,73	
	特殊機器(フィルター性能試験機による社		*	1件		17, 900			顕微鏡写真(手札型)	光学顕微鏡による拡大写真撮影	* 1件(3枚)	¥ 3,49	
	特殊機器(ゼータ電位測定装置によるもの		ļ	1件		6, 660			褪色度試験	1件につき	1 時間まで	¥ 1,18	
	特殊機器(比表面積測定装置による簡易な		4	1件		14, 960				1時間を超える場合	1時間につき		
*	特殊機器(比表面積測定装置による複雑な	はもの)		1件		21, 780				加湿によるもの1件につき	1時間まで		
	特殊機器(レオメーターによるもの)	.,,	<u> </u>	1件		6, 680				加湿によるもの 1 時間を超える場合	1時間につき		
, 1	特殊機器	1件につき		件まで		5, 420			恒温恒湿槽試料処理試験	1件につき	1時間まで		
	(全有機体炭素計によるもの)	1件を超える場合		件につき		2, 620			{	1時間を超える場合	1 時間につき		
原料処理試験	バッチ式紙料調整機による試験	1件につき		時間まで					指示薬を使用する紙質試験	溶液調整	1 試料	¥ 64	
		1時間を超える場合	1 🖪	間につき						その他()	1 試料	¥ 64	
, ,	連続式紙料調整機による試験	パルパーによるもの		1件	¥	4, 180			繊維組成試験	光学顕微鏡によるもの	* 1試料	¥ 2,04	0
		DDRによるもの 1 件につき		時間まで						薬品溶解定量によるもの	* 1試料	¥ 4, 15	0
, 1		DDRによるもの1時間を超える場合	1 8	間につき	₹ ¥	9, 500			万能試験機による引張又は圧縮若しく	よ剥離試験(乾燥時又は湿潤時)	1件	¥ 1,93	0
, 1		DDRによるもの特殊組立式刃物への交換の場合		1件	¥	10, 360			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	¥ 2,68	0
	大型開放釜による煮熟試験		1	1件	¥	13, 070			往復摩耗試験		1件	¥ 3,79	0
	中型開放釜による煮熟試験		1	1件	¥	10, 680			分析走査型電子顕微鏡写真		▶ 1件	¥ 5, 29	0
	小型開放釜による煮熟試験		1	1件	¥	4, 740			燃燒速度試験		1件	¥ 2,45	0
	オートクレーブによる煮熟試験(使用薬品	るを除く)		1件	¥	7, 090	1		サイズ度試験		1 試料	¥ 1,65	0
. 1	地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)		*	1件	¥	21, 940			電気伝導率測定試験		1 試料	¥ 1,88	0
	粉砕処理試験			1件	¥	3, 880			真空乾燥試験		1 試料	¥ 3,00	0
1	超微粒摩砕機による摩砕処理試験		*	1件	¥	2, 380			紙料水分試験		1 試料	¥ 1,74	0
	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			ろ水度試験		1 試料	¥ 1,35	0
	SDRラボリファイナーによる叩解試験		1	1件	¥	10, 640			灰分試験		1 試料	¥ 3,47	0
製造試験	多目的テスト抄紙機による製造試験		*	1時間		29, 370			pH試験		1 試料	¥ 1,88	
	多目的不織布製造装置による製造試験	ロール製造試験	*	1時間		26, 690			繊維長分布測定試験	* 1試料につき	1 試料まで	¥ 3,78	
	1	短判製造試験	*	1時間		20, 740				* 1試料を超える場合	1試料につき	¥ 2,86	
į	1	*	1時間		9, 970			細孔分布測定試験	* 1試料につき	1 試料まで	¥ 6,32		
						16, 780				* 1試料を超える場合	1試料につき		
	小型抄紙機による製造試験 大型懸垂短網抄紙機による製造試験		*	1 時間	1 7				_1, 47144 =T /T =4 EA				
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験		vioinmon	1時间 間(10枚		3, 660			{水)鲜1生評1回試験		* 1試料	¥ 5,14	0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験		1.6	間(10枚) ¥	3, 660			水解性評価試験 スロッシュボックス試験		* 1試料		
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験		1.6		() ¥			*	スロッシュボックス試験		* 1試料 1試料	¥ 5, 14 ¥ 13, 38 ¥ 4, 76	0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1 B	情間 (10枚 情間 (10枚	() ¥ () ¥ () ¥	3, 660 2, 530 6, 690		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真		* 1試料 1試料 * 1件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76	0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンプルローラーカードによる製造試験 エレクトロスピニング装置による製造試	験	1 B 1 B	間 (10枚 間 (10枚 1時間) ¥ ;) ¥ ;) ¥	3, 660 2, 530		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真 加熱乾燥式水分率測定装置による試験		* 1試料 1試料 * 1件 1件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76 ¥ 1, 74	0 0 0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験 エレクトロスピニング装置による製造 メルトブロー不機布製造装置による製造 メルトブロー不機布製造装置による製造	験 試験	1 B 1 B	間(10枚 間(10枚 1時間 1時間 1時間) ¥	3, 660 2, 530 6, 690 9, 270 29, 010		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真 加熱乾燥式水分率測定装置による試験 臨界点乾燥試験		* 1試料 1試料 * 1件 1件 1件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76 ¥ 1, 74 ¥ 12, 32	0 0 0 0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンプルローラーカードによる製造試験 エレクトロスピニング装置による製造試	験 試験 1件につき	1 B 1 B * *	間(10枚 間(10枚 1時間 1時間 1時間 1時間まで	() ¥ () ¥ () ¥	3, 660 2, 530 6, 690 9, 270 29, 010 1, 730		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真 加熱乾燥式水分率測定装置による試験 臨界点乾燥試験 ゼロ・スパン張力測定試験		* 1試料 1試料 * 1件 1件 1件 1件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76 ¥ 1, 74 ¥ 12, 32 ¥ 3, 10	0 0 0 0
	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験 エレクトロスピニング装置による製造試 メルトブロー不機布製造装置による製造 機り機による製造試験	験 試験	1 B 1 B * *	間 (10枚 評間 (10枚 1 時間 1 時間 1 時間 時間まで 評問につぎ	() ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥	3, 660 2, 530 6, 690 9, 270 29, 010 1, 730 410		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真 加熱軟燥式水分率測定装置による試験 臨界点乾燥試験 ゼロ・スパン張力測定試験 ディスク遠心式和度分布測定試験	- titik	* 1試料 1 試料 * 1件 1 件 1 件 * 1件 1 件 * 1件 1 件 1 件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76 ¥ 1, 74 ¥ 12, 32 ¥ 3, 10 ¥ 5, 90	0 0 0 0 0
英語表記によ	大型懸垂短網抄紙機による製造試験 手すき抄紙による製造試験 シートマシン装置による製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験 サンブルローラーカードによる製造試験 エレクトロスピニング装置による製造 メルトブロー不機布製造装置による製造 メルトブロー不機布製造装置による製造	験 試験 1件につき	1 B 1 B * *	間(10枚 間(10枚 1時間 1時間 1時間 1時間まで	() ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥ () ¥	3, 660 2, 530 6, 690 9, 270 29, 010 1, 730 410 2, 580		*	スロッシュボックス試験 三次元計測機能付走査型顕微鏡写真 加熱乾燥式水分率測定装置による試験 臨界点乾燥試験 ゼロ・スパン張力測定試験	定試験	* 1試料 1試料 * 1件 1件 1件 1件	¥ 13, 38 ¥ 4, 76 ¥ 1, 74 ¥ 12, 32 ¥ 3, 10	0 0 0 0 0 0

(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。

原料が理像が 1 k c ポーレンダーゼピーター 1 mm Y 820 2 k c ポーレンダーゼピーター 1 mm Y 820 3 8 k s ポイト型ピーター 1 mm Y 820 1 mm Y 820 3 8 k s ポイト型ピーター 1 mm Y 1,430 1 mm Y 1,400 1 mm Y	区分	種別	金	額	 件数
8 1 1 1 1 1 1 1 1 1		<u></u>			計数
38 kg 水 水 小 製 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	原科処理協 裔			}	
1 年 1 年 1 年 1 年 1 年 1 日 1 年 1 日 1					
20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 1 20 20					
独容器		スクリーン		¥ 710	
独容器		スン・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		¥ 1 070	
野砂種				¥ 3.220	
SORプボリアイナー					
バルバー 1時間 ¥ 2,200 19時間 ¥ 2,200 19時間 ¥ 2,700 19時間 ¥ 3,000 19月間 ¥ 3,00					
□ D D R					
□ 日本		······································			
日前税指接性機 □CNF製造業費 □他(その他の原料処理機器	1 時間	¥ 620	
議験報酬		□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			
耐燥性は緩慢(フェードメーター) フラシール番気度は緩慢 日時間		□超微粒磨砕機 □CNF製造装置 □他()			
フラジール番気度は接機	試験機器		1 時間	¥ 1, 280	•••••
自色度計 ハンディー圧解試験機 ショッパー型対象技験機 組合い設定試験機(KES emif、せん断、引張、圧縮、表面) 発温性質数機 (基金) 1時間 * 740 (基温性質数機 (基金) 1時間 * 740 (基温性質数機 (基金) 1時間 * 740 (基温性質数機 (基金) 1時間 * 750 (基金) 1時		耐候性試験機(フェードメーター)	30時間	¥ 5, 920	
白色度計		フラジール通気度試験機			
ハンディー圧輪試験機		細孔分布測定装置			
世紀					
展合い到定試験棟(KES曲げ、せん所、引張、圧縮、表面) 1時間 ¥ 150				la constitución de la constituci	
関連性別数機 1 時間 4 730 デジタルマイクロスコブ 1 時間 4 810 ※ フィルター性総試験機 1 時間 2 1.000 ※ フィルター性総試験機 1 時間 4 2.260		ショッパー型耐水度試験機			
機嫌速度試験機			annigen ann an ann an air an an an air an		
デジタルマイクロスコープ					
デンシロン方能試験機 1時間 ¥ 1,000					
議議等が分所要					
** フィルター性能試験機 1 時間 * * * * * * * * * * * * * * * * * *					
※ 加熱放機式水分半測定装置 1時間 ¥ 820 1時間 ¥ 640 1時間 ¥ 1,820 1時間 ¥ 1,840 1時間 ¥ 1,850 1時間 ¥ 1		/			
唐族優子スター 1時間 ¥ 640 ※ ドレーブテスター 1時間 ¥ 640 ※ 電界点乾燥器 1時間 ¥ 1,820 ゼロ・スパン儀力測定装置 1時間 ¥ 1,820 ゼロ・スパン儀力測定装置 1時間 ¥ 1,500 7・4 1 1時間 ¥ 1,500 1時間 ¥ 640 1時間 ¥ 7,500 1時間 ¥ 1,110 1時間 ¥ 1,100 1時間 ¥ 7,500 1時間					
** ドレープテスター 1時間 * 1,820 1時間 * 1,820 1時間 * 1,120 1時間 * 1,120	*			<u> </u>	
# 臨界点を接機 1 時間 ¥ 1,820 1 日時間 ¥ 1,820 1 日 日	.w.				
世日・スパン張力測定装置				¥ 040	
ディスク遠心式和度分布測定装置	*				
その他の試験機器 □信温恒温装置 □クラーク柔軟度試験機 □通気性試験機 □活気度試験機 □パルブ標準離解機 □磁製度試験機 □耐折度試験機 □形ンドルオメーター □ペック平滑度試験機 □高速溶媒施出装置 □精密恒温器 □多目的大学観微鏡 □高分解能熱回像カメラ □ 1 時間 ¥ 1,500 熟力レンダー 1 時間 ¥ 1,500 熟力レンダー 1 時間 ¥ 1,500 熟力レンダー 1 時間 ¥ 7,020 ・ 1 時間 ¥ 1,500 ・ 1 時間 ¥ 560 ・ 1 時間 ¥ 1,270 ・ 1 時間 ¥ 7,020 ・ 1 時間 ¥ 1,270 ・ 2 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,650 ・ 2 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,000 ・ 2 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,000 ・ 3 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,000 ・ 2 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,000 ・ 3 月の中央・ 1 時間 ¥ 1,000 ・ 2 月の中央・ 1 月の日 ▼ 1,000 ・ 2 月の中央・ 2 月の日 ▼ 1,000 ・ 2 月の中央・ 2 月の日 ▼ 1,000 ・ 2 月の中央・ 2 月の日 ▼ 1,000 ・ 2 月の中外・ 2 月の日 ▼ 1,000 ・ 2 月の日 ▼ 1,000					
□恒温恒温装置 □クラーク素軟度試験機 □通気性試験機 □通気性試験機 □内ンドルオメーター □ペック平滑度試験機 □高速溶験性制装置 □角型 ● 1 時間 ▼ 1,500 □真空放機度 □溶液接触角計 □他() 1 時間 ▼ 1,500 □真空放機度 □溶液接触角計 □他() 1 時間 ▼ 1,110 個指加工機 1 時間 ▼ 1,110 個指加工機 1 時間 ▼ 1,000 素力レンダー 1 時間 ▼ 1,000 元型分配機 □ちじり □砂紙(質析など) □圧搾(ジャッキなど) □他() 1 時間 ▼ 7,000 元型分配金の循付け器具 1 時間 ▼ 7,500 元型分配金の循付け器具 1 時間 ▼ 7,500 元型分配金の循行が器具 1 時間 ▼ 1,270 元リッター 1 時間 ▼ 1,270 元リッター 1 時間 ▼ 1,000 元型分配金の配金の混合性の影響が 1 時間 ▼ 1,000 元型分配金 1 時間 ▼ 1,000 元型分配金 1 時間 ▼ 4,000 元型分配金配金 1 時間 ▼ 1,040 分析機器 2 1 時間 ▼ 1,040 分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,040 分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,040 分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,000 下分元交配金 1 1 時間 ▼ 1,000 下分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,000 下分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,000 下分析金金配金 1 1 時間 ▼ 1,000 下分析金金配子 1 1 時間 ▼ 1,000 下分析金金配子 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1					
□透原度試験機 □バルブ標準解機 □破裂度試験機 □耐抗度試験機 □ □ 日時間 1 1 1 1 1 1 1 1 1			1 h41 #1	+ 040	
ロハンドルオメーター ロペック平滑底試験機 口高速溶媒抽出装置 日真空散機機 日海性機関機 日海接換角計 ロ他(
□ 対 回					
関連加工機					
製造加工機 1時間 ¥ 1,500 施力レグー 1時間 ¥ 1,110 樹脂加工機 1時間 ¥ 2,200 小型砂紙機 1時間 ¥ 500 一ちりとり 「砂紙(養析など) 「口圧搾(ジャッキなど) 「口他() 1時間 ¥ 560 フリッター 1時間 ¥ 1,270 スリッター(細幅) 1時間 ¥ 460 放み装置 1時間 ¥ 460 金自助平型接着プレス機 1時間 ¥ 460 全自助平型接着プレス機 1時間 ¥ 600 全の他の製造加工機 1時間 ¥ 600 シートマシン装置 口足踏みシーラー 口乾燥機 口全自動平プレス機 「時間 ¥ 1,600 回回転旋機 「町転機 「中間 ¥ 1,600 分が洗度計 1時間 ¥ 1,600 分が大き電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,040 分が大き型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,050 変元元計測機能付き重要顕微鏡 1時間 ¥ 2,210 水 大多一電の測定装置 24時間 ¥ 1,050 赤外イメージングシステム 1時間 ¥ 2,210 レオメーター 全種機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 1,000 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 7,00 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 1,00 中間 7 00 2年機株分光のとこの他の分析機器 一月の日本・アーリエを持続 1時間 ¥ 2,00 中間 7 00 2年機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 2,00 中が変調 1時間 ¥ 2,00 20 一クーリエを持続 1時間 ¥ 2,00 20 一クーリンスター 1 1時間 ¥ 2,00 20					
1時間 ¥ 1,500 対	划告加丁 榫		1 時間	¥ 860	
熱力レンダー 1時間 ¥ 1,110	双 /三//			\$~~~~~~	
横勝加工機 1 時間 ¥ 2,220 小型抄紙機 1 時間 ¥ 7,020 子すき抄紙室の備付け器具 1 時間 ¥ 7,020 日内					
小型抄紙機					
### 1 時間 #				¥ 7,020	•••••
□他(1 時間	¥ 560	
サンブ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 ¥ 460 搬糸装置 1 時間 ¥ 460 全自動平型接着プレス機 1 時間 ¥ 600 その他の製造加工機 1 時間 ¥ 600 ロートマシン装置 口足踏みシーラー 1 時間 ¥ 1,040 分光光度計 1 時間 ¥ 1,040 分光光度計 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 ¥ 1,050 ど夕電位測定装置 1 時間 ¥ 2,210 次 比表面積測定装置 1 時間 ¥ 1,350 レオメーター 2 4時間 ¥ 6,830 ホ外イメージングシステム 1 時間 ¥ 1,400 全有機体炭素計(TOC) 1 時間 ¥ 1,400 その他の分析機器 1 時間 ¥ 1,400 「中間 2 4,330 1 時間 ¥ 1,276 「カゲ空[1] 2 4,230 1 時間 ¥ 1,276 「中間 2 4,330 1 時間 ¥ 1,276 「財間 2 4,330 1 時間 4 1,230		口ちりとり 口抄紙(簀桁など) 口圧搾(ジャッキなど)			
スリッター スリッター(細幅) レーザー加工機 1時間 ¥ 1,650 上のサー加工機 1時間 ¥ 1,650 上のサー加工機 1時間 ¥ 460 上の世界を表表置 1時間 ¥ 460 ※全自動平型接着プレス機 その他の製造加工機 口回転乾燥機 口断裁機 口他(分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,040 分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,040 分光光度計 分析走查型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,060 ※ 三次元計測機能付走查型顕微鏡 1時間 ¥ 1,080 ※ 三次元計測機能付走查型顕微鏡 1時間 ¥ 1,080 ※ セータ電位測定装置 赤がイメージングシステム 1時間 ¥ 1,080 上表面積別主装置 赤がイメージングシステム 1時間 ¥ 1,050 レオメーター 全有機体炭素計(TOC) その他の分析機器 ロ _P Hメーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 ロフーリエ変換赤外分光光度計 口他(1時間 ¥ 1,400 を有機体炭素計(TOC) その他の分析機器 ロ _P Hメーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 ロフーリエ変換赤外分光光度計 口他(1時間 ¥ 1,400 会議室 研修室[1] 研修室[1] 研修室[1]および[2] 半日 ¥ 6,380 半日 ¥ 4,230 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 2,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 2,550		口他(
スリッター スリッター(細幅) レーザー加工機 1時間 ¥ 1,650 上のサー加工機 1時間 ¥ 1,650 上のサー加工機 1時間 ¥ 460 上の世界を表表置 1時間 ¥ 460 ※全自動平型接着プレス機 その他の製造加工機 口回転乾燥機 口断裁機 口他(分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,040 分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,040 分光光度計 分析走查型電子顕微鏡 1時間 ¥ 1,060 ※ 三次元計測機能付走查型顕微鏡 1時間 ¥ 1,080 ※ 三次元計測機能付走查型顕微鏡 1時間 ¥ 1,080 ※ セータ電位測定装置 赤がイメージングシステム 1時間 ¥ 1,080 上表面積別主装置 赤がイメージングシステム 1時間 ¥ 1,050 レオメーター 全有機体炭素計(TOC) その他の分析機器 ロ _P Hメーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 ロフーリエ変換赤外分光光度計 口他(1時間 ¥ 1,400 を有機体炭素計(TOC) その他の分析機器 ロ _P Hメーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 ロフーリエ変換赤外分光光度計 口他(1時間 ¥ 1,400 会議室 研修室[1] 研修室[1] 研修室[1]および[2] 半日 ¥ 6,380 半日 ¥ 4,230 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 2,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 2,550		サンプルローラーカード機	1 時間		
レーザー加工機 織り機 1 時間 ¥ 460 総糸装置 1 時間 ¥ 460 ※全自動平型接着プレス機 その他の製造加工機 □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) 分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 1 時間 ¥ 1,040 分析表型電子顕微鏡 1 時間 ¥ 1,160 ※ 三次元計測機能付走査型顕微鏡 1 時間 ¥ 1,050 ※ 巨次元計測機能付走查型顕微鏡 1 時間 ¥ 1,080 ゼータ電位測定装置 1 時間 ¥ 1,350 赤外イメージングシステム 1 時間 ¥ 1,400 レオメーター 1 時間 ¥ 1,400 全有機体炭素計(TOC) 1 時間 ¥ 1,400 その他の分析機器 □ p Hメーター □インキュベーター □スターラー □電気炉 □フーリエ変検赤外分光光度計 □他(1 時間 ¥ 6,380 が修室[1] 1 日 ¥ 6,380 会議室 半日 ¥ 4,230 研修室[1] 1 日 ¥ 12,760 会議室 1 日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 1 日 ¥ 25,520			1 時間	¥ 1, 270	
議り機 1 時間 ¥ 460		スリッター (細幅)	1 時間	,	
据糸装置				} ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
*** 全自動平型接着プレス機 1 時間 ¥ 600					
その他の製造加工機 □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()					
□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() 熟分析装置(DSC) 分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 植微弱発光検出分光システム	*			<u></u>	
□回転乾燥機 □断裁機 □他() 1 時間 ¥ 1,040 分光光度計 1 時間 ¥ 1,160 分光光度計 1 時間 ¥ 1,160 分光光度計 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 単一 夕電位測定装置 1 時間 ¥ 2,210 比表面積測定装置 24時間 ¥ 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 全有機体炭素計(TOC) 1 時間 ¥ 1,400 全有機体炭素計(TOC) 1 時間 ¥ 7,00 元の他の分析機器 □ p H 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() 第620 研修室[1] 会議室 半日 ¥ 4,230 研修室[1] 1 日 ¥ 8,470 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 円 1 日 ¥ 25,520 ■ 1 日 ▼ 25,520 ■ 1 日 2 ▼			1 時間	¥ 600	
分析機器 熱分析装置(DSC) 1時間 ¥ 1,040 分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 極微弱発光検力分光システム 1時間 ¥ 2,930 ※ 至次元計測機能付走查型顕微鏡 1時間 ¥ 1,080 ※ 七一夕電位測定装置 1時間 ¥ 2,210 比表面積測定装置 24時間 ¥ 6,830 赤外イメージングシステム 1時間 ¥ 1,400 レオメーター 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 □ p H メーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 □ フーリエ変換赤外分光光度計 □他(1時間 ¥ 620 が修室[1] 会議室 半日 ¥ 6,380 研修室[1] 会議室 1日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 1日 ¥ 25,520					
分光光度計 分析走査型電子顕微鏡 極微弱光検出分光システム 1時間 ¥ 2,930 ※ 近へ京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 24時間 ¥ 6,830 ホ外イメージングシステム 1時間 ¥ 1,350 レオメーター 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 1,400 その他の分析機器 □ p H メーター ロインキュベーター ロスターラー 口電気炉 □ フーリエ変換赤外分光光度計 □他(1時間 ¥ 620 が修室[1] 会議室 半日 ¥ 6,380 研修室[1] 会議室 1日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 1日 ¥ 25,520	/ Iclas 55	······································			
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 ¥ 2,210 ※ 七夕電位測定装置 1時間 ¥ 2,210 比表面積測定装置 24時間 ¥ 6,830 赤外イメージングシステム 1時間 ¥ 1,400 レオメーター 1時間 ¥ 700 そ有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 1時間 ¥ 620 □ p H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 ¥ 6,380 機管[1] 1日 ¥ 4,230 研修室[1] 1日 ¥ 12,760 会議室 1日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 25,520	分析機器				
極微弱発光検出分光システム					
※ 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 24時間 ¥ 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 全有機体炭素計(TOC) 1 時間 ¥ 700 その他の分析機器 1 時間 ¥ 620 □ p H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 ¥ 6,380 会議室 半日 ¥ 4,230 研修室[1] 1 日 ¥ 12,760 会議室 1 日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 1 日 ¥ 25,520				¥ 2,930	
※ ゼータ電位測定装置 1時間 ¥ 2,210 ※ 比表面積測定装置 24時間 ¥ 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 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 1時間 ¥ 620 □ p H 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 が修室[1] 会議室 半日 ¥ 4,230 研修室[1] 会議室 1日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 1日 ¥ 25,520	,				
※ 比表面積測定装置 24時間 ¥ 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 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 □ p H 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 が修室[1] 会議室 半日 ¥ 6,380 研修室[1] 会議室 1日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1] および[2] 1日 ¥ 25,520					
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 全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 1時間 ¥ 620 □ ローリエ変換赤外分光光度計 □他()					
レナメーター	*				
全有機体炭素計(TOC) 1時間 ¥ 700 その他の分析機器 1時間 ¥ 620 □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() 半日 ¥ 6,380 施設 研修室[1] 会議室					
その他の分析機器 □ p H 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() 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] 半日 ¥ 25,520					
□ p H メーター □ T ンキュベーター □ R 気炉 □ フーリエ変換赤外分光光度計 □他()				£	
ロフーリエ変換赤外分光光度計 □他()			1 144 [日]	+ 020	
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		•			
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	太 型		¥ P	X 6 200	
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	心改		<u> </u>		
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			~~~		
研修室[1]および[2] 半日 ¥ 12,760 研修室[1]および[2] 1日 ¥ 25,520			~~~		
研修室[1]および[2] 1日 ¥ 25,520					
······································					
. 	その他	N 15 1 - 1 0 - 2 [-]	1 1 1	1 20,020	

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	ラテスト	、抄紙機	川之江造機㈱	\$			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 ²	Н. 6
			㈱大昌鉄工所	Î			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	Н. 12
大型影	垂短網	門抄紙機	㈱梅原製作所	Î			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/㎡ 抄紙部カセット化	H. 6 H. 8 H. 14 H. 15
小型個	負斜 短網	月抄紙機	㈱大昌鉄工所	ŕ			ナギナタ配合装置 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	Н. 16
多目的	不織布	製造装置	川之江造機㈱	***************************************			:最高圧力9.8MPa 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℃ サーマルキャレンダー	H. 6 H. 7 H. 11 H. 17 H. 27
メ 水 不 織		造 装 置	日本ノズル㈱	***************************************			: 最高温度250℃ 速度制御システム 原料ポリマー: PP, PET, PBT 抄速: 1~100m/min 目付: 5~300g/㎡ ウェブ幅: 600mm ノズル:	H. 23 H. 27
セルロー製		ファイバー 装 置	㈱スギノマシ	·ン			φ 0. 25mmD×3. 0mmL×1, 207holes (0. 5mmP) φ 0. 15mmD×2. 4mmL×2, 401holes (0. 25mmP) 生産能力: 7. 8kg/hr (PP) 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) 原料タンク容量: 2. 5L	Н. 27
							多パスシステムタンク容量:50L チャンバー: ボール衝突チャンバー (ノズル径Φ0.17mm) 斜向衝突チャンバー (ノズル径Φ0.12mm) シングルチャンバー (ノズル径Φ0.17mm、他)	

エレクト	ロスピニング装				型式	 仕 様	年度
		置	カトーラ	・ツク(株)		ノズル方式(エアー・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	Н. 23
21 2 20 2		20	1 T. W.	→ /tat\	22 000PP	基材送り速度:0.2~6 m/min ターケット・シリンジ 間距離:約1,500mm	
サンブル	レローラーカー	E.	大和機士	_(株)	SC-300DR	ウェブシート寸法:900×300mm	Н. 2
	ローラーカード		(有)竹内集	是作所	SRC-400	ウェブシート寸法: 950×400mm、1,400×400mm	Н. 27
多目的原料	テスト抄紙を調整設 グ	機備	㈱大昌鍛	大工所		パルパー: 2m ³ 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	Н. 6
大型懸原 料	垂短網抄紙 調整設	機備	㈱大昌鈴	卡工所		ナギナタビーター: 2.5㎡ バケットチェスト: 1.7㎡ バケットチェスト: 3.1㎡	Н. 6
	的 抄 紙 [†] ⁄ リ ン ダ [†]		㈱梅原集	以作所		上網(80メッシュ) 下網(14メッシュ) 外寸:φ1220mm、幅:650mm	Н. 11
小型円網:	抄 紙 ジング	機一	㈱梅原集	以作所		上網(80メッシュ) 下網(14メッシュ) 外寸: φ655mm、幅:400mm	H. 11
回転蒸角	军缶 (地球釜))	羽田鉄工	所		内容積:1.2m³、最高圧力:14kg/cm² 原料処理量:約300kg	S. 46
フラッ	トスクリー	ン	㈱梅原集	是作所		振動式スクリーンプレート : 7/1000in	Н. 5
遠心	脱水	機	国産遠心	∖機(株)	H-130B	処理容量: 4 L	Н. 26
叩解	度 試 験	機	東洋テス	スター(株)	ショッハ゜ー型	JISP8121に対応	S. 62
ろ水	度 試 験	機	東洋テス	スター(株)	カナディアン型	JISP8121に対応	S. 62
	保水度測定, 分離 ・道具一:		熊谷理機	後工業㈱	RF-051N	最高回転数: 4700rpm 最大遠心力: 3020×g	Н. 6
				11.11		簀桁、漉槽、圧搾機	
小 野 打	丁カッタ '	_	小野打製	以作所	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	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	タビータ	-	㈱梅原製	以作所		容量: 1 kg、2 kg	S. 42
ホレン	ダービータ	-	㈱梅原集	以作所		容量: 1 kg、4 kg、8 kg、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㈱	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	㈱東洋精機		TAPPI標準、JIS対応	S. 55
円型シートマシン	(㈱東洋精機製作 所		作製シートの大きさ:160㎜	S. 49
角型シートマシン	熊谷理機工業㈱		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㈱		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	Н. 7
大型円型シートマシン	熊谷理機工業㈱	No. 2550	抄紙寸法:直径230mm、面積414c㎡ 金網:150メッシュ、80メッシュ	Н. 27
高性能ミキサー	(㈱エーテックジ ャパン	Distromix B DB60-H	ローターステーター式攪拌装置 バッチ処理量:1.0~20L 最大回転数:3,000rpm	Н. 17
超微粒磨砕機	増幸産業㈱	セレン・ミニ MKCA6-2	グラインダー: MKE6-46(標準溝) 砥石直径: φ150mm(6インチ)	Н. 19
プレ脱水装置	㈱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	Н. 21
高速スタンプミル	日陶科学㈱	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	Н. 21
SDR ラボリファイナー	相川鉄工㈱	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
熱力	レンダー装置	i.	川之江造機㈱		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)	Н. 27
テ ス ラ	トコーターミネーター		岡崎機械工業㈱	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	㈱勝賀瀬鉄工所		加工巾:600mm、最大加工速度:10m/s	Н. 5
樹脂成形プレス	㈱神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力: 210kg/c㎡ 成形型寸法: 355×305mm 常用使用温度: 200℃	Н. 5
断裁機	余田機械工業㈱	富士デジタルスタンタ゛ート゛型	裁断幅:1015mm	Н. 6
粉 砕 機	ターボ工業㈱	T250-4J	粉砕室内径:φ250mm 回転数:4000~10000rpm	Н. 8
熱カレンダー	熊谷理機工業㈱		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℃	Н. З
全自動平プレス	㈱羽島	HP-54A	最大加圧力:500g/c㎡ 最高温度:220℃ 最大加圧時間:30sec プレス寸法:500×400mm	Н. 6
熱風循環式高温炉	旭科学㈱	HF-60	使用温度:0~600℃	Н. З
ス リ ッ タ ー	㈱西村製作所	TB-2A型	材料巾:550mm~250mm 材料最大径:φ600mm	Н. 13
スリッター	萩原工業㈱	HDF-905- 1300	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	Н. 27
燃 糸 装 置	金生鉄工所		10錘	Н. 13
全自動平型接着プレス	㈱羽島	HP-125FA	最大加圧力: 380g/c㎡ 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	Н. 25
レーザー加工機	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	Н. 27
テーブルコーター	R K プリントコ ートインスツル 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	Н. 17
生	物顕	微鏡蛍	光装	置	㈱ニコ	ン		U-Epi		Н. 21
万	能	投	影	機	(株)ニコ	ン		V-12B	倍率:×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	Н. 26
顕領	微鏡ラ	デジタル	レカメ	ラ	株)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	Н. 17
-		ルマスコ		ロプ	(株)ハイ	ロック	7ス	KH-7700	レンズ倍率:等倍~7,000倍 撮影素子:211万画素	H. 21 H. 25 繰入
分材	折 走	室型電-	子顕微	纹鏡	日本電	子(株)		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	Н. 21
大ミ	型 ク	滑 口 ト	走	式ム	大和光	機工業	É(株)	REM-710 - NU	上下動距離: 40mm 薄切目盛範囲: 0~120μm	Н. 21
分	光 蛍	 光 :	光 度	計	㈱日立	製作列	ŕ	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	Н. 10
赤		リ エ 分 光 ラ Γ ー	光 度		(株)島津	製作列	Ϋ́	IRAffinit y-1	波数領域:400~40cm ⁻¹ 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	Н. 24
紫分	外・ [*] 光	可 視・ 光	近 赤 度	外計	㈱島津	製作列	f	UV-3600	測定波長範囲: 185~3300nm 分解: 0.1nm	Н. 20
熱	分	析	装	置	㈱島津	製作列	Ť	DSC-60	温度範囲:常温~600℃	Н. 15
ポー	ータフ	ブル水質	質分析	計	ハック	社		DR890	吸光度範囲: 0 ~2ABS 濃度単位: μ g/L、mg/L、g/L、AB S、%T	Н. 22
繊	維用	影 状	分析	器	АВВ	(株)		Fiber Tester Plus	測定範囲 繊維長: 0.01~7.5mm 繊維幅: 4μm以上	R. 3
自	動	滴 定	装	置	東亜デ	ィーケー	ケー(株)	AUT-701		Н. 20
シ	7		テ	4	東北電			ケミルミネッサンス アナライサ゛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)	Н. 23
		平滑度			熊谷理		(株)	HP型	測定空気量:10ccまたは1cc	Н. 25
表词	面体和	責抵抗፯	率測定	至機	(株)アト* /	ヾ゙ンテスト		R12704 /R8340A	主電極: φ 50mm ガード電極: φ 80mm φ 70mm 対抗電極 : 110×110mm 試料最大寸法: 150×140×厚さ5mm 最小寸法: φ 85mm以上	Н. 5

設	備名	製 作 所	型式	仕 様	導入 年度
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
フラジ	ール通気度試験機	㈱大栄科学精器 製作所	AP-360	測定範囲: 0.3~390cc/cm²/sec	Н. 6
通気	, 性 試 験 機	カトーテック㈱	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
ハンテ	ディー圧縮試験器	カトーテック㈱	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 ニードル貫通力測定仕様	H. 5 H. 21
クラー	つ柔軟度試験機	㈱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	㈱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	Н. 6
アンシ	/ロン万能試験機	㈱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	Н. 21
引き測	は が し 抵 抗 定 装 置	ミネベア㈱	LTS-500N- S100	ロードセル:定格容量500N 90°剥離試験治具	Н. 19
軽荷重	重引裂度試験機	熊谷理機工業㈱	<i>コレメンドル</i> 7型	目盛範囲: 0 ∼33g	Н. 6
破 裂	度試験機	㈱東洋精機製作所	ミューレン破裂 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、IS02785 JIS L 1096 準拠	Н. 22
M I 7	Γ 耐 折 度 試 験 機	熊谷理機工業㈱	2015-MR	折り曲げ荷重 : 0.5~1.5kg つかみ回転速度: 175±10rpm	Н. 6
ハイ	トゲージ	㈱ミツトヨ	HDS-H60C	測定範囲: 0~600mm 最小表示量: 0.01mm 繰返し精度: 0.01mm	Н. 22
紙	厚 計	熊谷理機工業㈱	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	Н. 27
ガーレ	·デンソメーター		158	空気透過量:最大350ml 透過面穴径:286±0.1mm	Н. 6
	多 色 差 計	㈱ミノルタ	CR-200		Н. 3
	ブルー〇-メーター	熊谷理機工業㈱		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㈱	ミューレン型	最高圧力: 45kg/c㎡、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、		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/㎡ (300~800nm計測)	Н. 18
	機ム	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%	Н. 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・	ĺ	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℃	Н. 5
クリーンベン:	チ	サンヨー(株)	MCV-13BSF		Н. 6
冷却遠心	器	㈱日立製作所	CF-7DS		Н. 7
オゾン水実験装	置	荏原実業㈱		水冷式オゾン発生器 酸素ガス発生装置(PSA) 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)	Н. 21
1 177	いム	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	Н. 10
テーバー型織り摩耗試験	物機	㈱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	Н. 8
	物機	㈱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/c㎡ JIS L-1906, L-1096対応	Н. 8
マーチンデーク摩耗試験	ル 器	㈱大栄科学精器 製作所	403	JIS L-1096摩耗試験機対応	Н. 10
ショッパー	型 機	㈱大栄科学精器 製作所	WR-1600DM	JIS L-1092耐水度試験対応	Н. 10
往復摩耗試験システ、		新東科学㈱	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	Н. 22
保温性試験	機	㈱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	Н. 10
燃焼速度試験	器	概大栄科学精器 製作所	HFT-30	JIS L-1091 C 法対応	Н. 10

設 備	名	製 作 所	型式	仕 様	導入 年度
スプレーテスタ はっ水度試験	器	㈱大栄科学精器 製作所	SR-1	JIS L-1092はっ水度試験対応	Н. 10
ラウンダーメー	タ	㈱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	Н. 11
電気	炉	ヤマト科学㈱	F0-710	使用温度範囲:100~1150℃	Н. 16
少量棚式チャンバ凍 結 乾 燥 システ		東京理化器械㈱	FDU-1100 DRC-1N	トラップ温度: -45℃ 試料棚サイズ: W200mm×D230mm 2 段	Н. 17
フィルター性 評 価 試 験	能機	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:100c㎡ 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	Н. 25
動的粘弾性測定装	置	メトラー・トレド 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
三次元計測機能走查型電子顕微		㈱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	<i>z</i> —	ローレンツェン アンドベットレ 一㈱	L&WPPS Tester- Coad165	測定範囲: 0.60~6.00μm 固定圧力: 0.5、1.0、2.0MPa 測定気圧: 19.6kPa	Н. 22
水解性評価試験装	置	㈱日進機械		試験槽個数: 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	Н. 27
白 色 度	計	日本電色工業㈱	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 φ 28 mm (φ 34 mm) 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	Н. 29
ドレープテスタ		㈱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=1 ㎡ (0.01 cm)	Н. 19

設 備 名	製 作 所	型式	仕 様	導入 年度
ゼータ電位測定装置	大塚電子㈱	ELSZ- 2000ZS	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	Н. 30
臨界点乾燥機付き比表面積測定装置		BELSORP- max II Leica EM	測定可能最小比表面積:0.01 ㎡/g 以上(N ₂ ガス使用時) 細孔分布測定範囲:0.35~100nm 吸着ガス種:N ₂ 、CO ₂ 、Kr、H ₂ O、NH ₃ 、 その他腐食性ガス 前処理装置:真空加熱処理装置	Н. 30
摩 擦 感 テ ス タ ー	システムズ(株) カトーテック(株)	CDP3000 KES-SE- STP	(400℃以下)、臨界点乾燥処理装置 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%	Н. 19
ゼロ・スパン張力測定 装置	PULMAC 社	Z-Span 1200	試料移動速度: 1mm/sec 引張試験機能 零距離鋏み機能 クランプ圧:最大 75psi 以上	Н. 29
ディスク遠心式粒度分 布測定装置	米国 CPS Instruments 社	Model DC24000UH R	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	Н. 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	Н. 29
滑落接触角計	協和界面科学㈱	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°	Н. 30
赤外イメージングシス テム	㈱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 ⁻¹ (MCT) 10000-4000cm ⁻¹ (InGaAS) イメージング測定周波数範囲 7800-650cm ⁻¹ (透過、反射) 4500-680cm ⁻¹ (ATR) 7800-580cm ⁻¹ (広帯域 MCT) 7800-4000cm ⁻¹ (InGaAS)	Н. 30

設	備	名	製	作	所	型	式	仕 様	導入 年度
レオメーク	ター		,	ントンジャパン		MCR3	02	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
細孔分布泡	則定装置		Aptco Techr	o nologie	es社	PORC 1000	2011	サンプルサイズ径:25mm 最大 3mm 測定細孔径:500~0.035μm	R. 3
全有機体质	炭素計		㈱島	津製作	折	TOC- CPH	·L	測定範囲 TOC: 4μg/L~30,000mg/L	R. 3

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				
SDGsを意識した紙及び不織布の開発研究	試 験 研 究 費 加 工 技 術 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				
こうぞの繊維層分離技術の開発	技術支援事業費加工技術課				
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				
微細繊維を活用した高機能シートの開発	成長分野育成研究費 素 材 開 発 課 加 工 技 術 課				
高機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				
紙関連企業ものづくり力育成事業	ものづくり力育成事 素 材 開 発 課 業費 加 工 技 術 課				

2 技術相談及び技術指導

(1)技術相談

(1) X /// 14 // 17		
担当課・室	課別合計	内 容
所長・企画調整室	3 5 6	紙及び不織布評価試験方法、県内企業製品の他分野 展開、化学分析試験等
素材開発課	1, 251	紙及び不織布試作、原料蒸解処理、未利用バイオマス、CNF関係等
加工技術課	1, 323	生分解性素材及び評価、和紙糸、細孔分布測定装置、 各種評価試験、製品の安全性等
計	2, 930	

(2)技術指導

(2) 12/11/11/11	
担当課	主な内容
素材開発課	 ・抄紙機及び抄紙機による試作について ・スパンレース不織布及びその試作について ・メルトブロー不織布及びその試作について ・原料蒸解処理について ・未利用バイオマスのパルプ化について ・製紙スラッジについて ・セルロースナノファイバーの製造法、評価法について ・セルロースナノファイバーの活用について ・紙の叩解処理、ろ水度について ・こうぞの栽培・収穫・原料パルプ化について

担当課	主な内容
素材開発課	・紙・不織布の表面電気抵抗について・紙及びその加工品の染色について・フィルター性能評価について・紙の粉砕処理について・紙の繊維分析法について・竹和紙の製造法について・巻き取りの最適化について

担当課	主な内容
加工技術課	・乾式不織布製造装置について ・パルプの叩解と紙質の関係について ・非木材繊維の特徴について ・製紙原料及び抄紙廃棄物の再利用について ・製紙原料及び抄紙廃棄物の再利用について ・と分解素材の現状や評価方法について ・生分解素材の現状や評価方法について ・和紙糸について ・金箔銀箔・砂子入りの和紙製造について ・細孔分布測定装置の活用について ・紙の温湿度変化による膨潤収縮評価について ・商品の劣化促進試験について ・合成繊維不織布の耐熱性及び耐冷性評価について ・沙紙フェルトの水分率と乾燥の関係について ・砂紙フェルトの水分率と乾燥の関係について ・砂紙表に割の要全性について ・分析機器のデータの見方・解釈について ・気が機器のデータの見方・解釈について ・製造時異物発生の予知・予見について ・製造時異物発生の予知・予見について ・製造時異物発生の対象化学物質への対応について ・排水中の製紙薬品の環境影響について ・特許出願や営業秘密管理について ・試作品の既存特許抵触の有無について ・紙パルプ業界の IoT 状況について

3 依頼試験及び設備使用

(1)依賴試験

年 度	Н26	H27	H28	H29	Н30	H31/R1	R2	R3
件数	2, 858	2, 488	2, 685	2, 297	2, 643	2, 548	2, 462	2, 099
手数料(千円)	13, 858	15, 776	17, 833	15, 362	15, 048	16, 150	14, 723	14, 269

(2)設備使用

年 度	H26	H27	H28	H29	Н30	H31/R1	R2	R3
件 数	949	1, 203	1, 111	1, 530	1, 230	1, 339	1, 390	1, 241
使用料(千円)	1,000	1, 194	937	1, 105	985	1, 104	1, 245	1, 152

4 研修生の受入れ

研修期間	内 容	備考	人数
令和 3年10月11日~15日	繊維組成検査中級研修 (前期)	国宝修理装潢師連盟	2
令和 3年11月15日~19日	繊維組成検査中級研修 (後期)	国宝修理装潢師連盟	2
令和 4年 2月15日	繊維組成分析に関わる研修	ニッポン高度紙工業㈱	2

5 紙産業技術初任者研修会

開催日	内	容	人数
_	なし(隔年で実施のため、令和	13年度は実績なし)	

6 開放試験設備利用研修

開催日	設備名	人数
令和 3年 4月 2日	フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)	2
令和 3年 4月 5日	分析走査型電子顕微鏡 (JSM-6510A)	2
令和 3年 4月14日	樹脂加工機	5
令和 3年 5月 6日	赤外イメージングシステム (顕微 I Rを除く)	1
令和 3年 5月12日	超微粒摩砕機/CNF 製造装置	7
令和 3年 6月14日	レーザー加工機	2
令和 3年 7月 7日	スリッター(細幅)	1
令和 3年 7月 9日	テンシロン万能試験機	3
令和 3年 7月 9日	分析走査型電子顕微鏡 (JSM-6510A)	2
令和 3年 7月26日	ゼータ電位測定装置	2
令和 3年 8月 4日	ハンディー圧縮試験機(突き刺し)	3
令和 3年 8月 4日 ~ 5日	比表面積測定装置	2
令和 3年 8月 5日	分析走査型電子顕微鏡 (JSM-6510A)	2

開催日	設備名	人数
令和 3年 8月24日	滑落接触角計	1
令和 3年 8月27日	断裁機	1
令和 3年11月 1日	ゼータ電位測定装置	2
令和 3年11月 4日	白色度計 (PF7000)	1
令和 3年11月 9日	スリッター(細幅)	1
令和 3年11月10日	レーザー加工機	1
令和 3年11月10日	テンシロン万能試験機	1
令和 3年11月11日	分析走査型電子顕微鏡(JSM-6510A) /三次元計測機能付走査型電子顕微鏡(VE-9800)	2
令和 3年11月15日	繊維分析計	3
令和 3年12月 2日	断裁機	1
令和 3年12月20日	ゼータ電位測定装置	1
令和 3年12月20日	断裁機	1
令和 3年12月27日	フィルター性能試験機	1
令和 4年 1月 4日	ゼータ電位測定装置	1
令和 4年 1月21日	テンシロン万能試験機	1
令和 4年 1月31日	断裁機	1
令和 4年 1月31日	繊維分析計	1
令和 4年 2月 4日	白色度計(PF7000)	1
令和 4年 2月 8日	テンシロン万能試験機	1
令和 4年 2月 4日	断裁機	4
令和 4年 2月 4日	滑落接触角計	2

7 講演会

開催日	内容	人数
令和3年	メルトブロー不織布製造試験セミナー(第1回)	9
10月21日	グルーグロー 小帆巾表垣的吹こてケー (第1回)	3
令和3年	メルトブロー不織布製造試験セミナー(第2回)	1.0
11月25日	グルトノロット概仰袋垣内級とてノニ (労と回)	1 0
令和3年	CNF体験セミナー	1 1
12月7日	CNF 体験ヒミナー	1 1
令和3年	メルトブロー不織布製造試験セミナー(第3回)	9
12月21日	グルトノロー小融作級垣試練とミナー (第3回)	9
令和3年	CNE体験セミナ	C
12月23日	CNF体験セミナー	6
令和4年	プラスチック代替素材利用促進分科会における講演会	2.2
2月3日	「形態観察による紙及び不織布の生分解性評価」	22

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	水解性評価試験や、熱カレンダー装置の CAE解析について	2 0	19社	8 5
CNF研究会	CNFの製造及び利用、評価方法について	2 3	27社	1 2 8
素材製造技術研究会	巻取りの高度化、標準化やリサイクル素 材の活用について	1 7	14社	9 1
紙質研究会	和紙の各種活用や和紙糸について	5 1	63社	1 5 4
プラスチック代替素材 利用促進研究会	廃棄素材の再利用について	3 3	29社	1 9 7

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	講演「形態観察による紙及び不織布の生分解 性評価」	1	1 1	2 2

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	㈱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	㈱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㈱ 三昭紙業㈱

年月日	番号	名 称	発明者名	共同出願者等
平成22年 1月 8日	特許 第4431995号	エンボス加工クレープ 紙の製造方法	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㈱
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㈱三昭紙業㈱
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㈱ 三昭紙業㈱
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㈱
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㈱
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㈱
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 3年 7月20日	四国紙パルプ研究協議会令和3年度第1	Web 開催	セルロースナノファイバー (CNF)の特性評価	鈴木慎司
~9月20日 令和 3年	回講演会 日本繊維機械学会	Web 開催	長繊維不織布技術ーメルト	鈴木慎司
9月 8日	テキスタイルカレッ	WOD PILITE	ブロー	
	ジ「不織布」			
令和 3年	全国歴史資料保存利	高知県立公	土佐和紙と文化財修理用和	有吉正明
11月18日	用機関連絡協議会 第 47 回高知大会	文書館	紙について	

年月日	会 名	場所等	テーマ	発表者
令和 3年 11月27日	高知大学農学部実習	高知県立紙 産業技術セ ンター	高知県の紙産業の現状 他	森澤 純
令和 3年 12月10日	紙パルプ分科会	Web 開催	CAEによる熱カレンダー ロールの熱と応力の連成解 析と実証	殿山真央
令和 3年 12月13日	出前授業	土佐市立高 岡中学校	高知県の紙産業	刈谷 学
令和 4年 1月12日 ~ 1月19日	高知県産学官民連携 センター 土佐まるごとビジネ スアカデミー専科	Web 開催	試作リョセル繊維シートの 評価結果について	田村愛理

Ⅲ 研究調査報告

層分離技術開発による楮紙の差別化

遠藤 恭範

Differentiation of Kouzo Paper by development of layer-separation Yasunori ENDO

和紙の原料である楮の靭皮は一次繊維と二次繊維で構成されている。一次繊維は二次繊維と比べて繊維長が長く、紙を抄く時に双眼現象と呼ばれる結束繊維塊を多く発生させ、製品の品質低下を招く。この双眼現象を解決するために、一次繊維層を分離させる技術開発を行った。また、一次繊維を分離させた楮靭皮を使った紙は、今までの楮を使った紙とは地合と物性が異なってくることが分かった。

1. はじめに

和紙に用いられる繊維は古来より楮が主に使用されている。楮(こうぞ:学名はBrousonnetia Kazinoki、英語名はpaper mulberry)はクワ科の雌雄同株の落葉低木又は草本である。また、楮に似ていて同じく製紙原料となるカジノキ(学名はBrousonnetia Paprifera Vent.)は楮とは違う雌雄異株であるが製紙用繊維としては楮と同一視されている¹⁾。両者とも栽培が可能、毎年株から出る枝を採取し皮を剥いだ靱皮を製紙原料としている。

和紙を製造する際、この靱皮をアルカリ液で煮熟するなどして原料処理を行い、1本1本の単繊維を取り出すのだが、使用する楮(カジノキを含む)の種類やそれらの成長具合によって、原料処理後も繊維束のままで存在したり、繊維同士のもつれが発生して、和紙の商品価値や製品歩留まりを低下させる事態を引き起こすことがある。

これらのトラブルは楮靱皮の特徴と関係があるとされている。そこで、本研究では安定的な和 紙製造を継続させることを目標に、トラブルを引き起こす繊維と良質の繊維を分離させる技術の 開発を行った。また、分離させたそれぞれの繊維 を使った紙の特徴を分析することで、新しい楮紙 製品開発へつなげる基礎データを収集すること にした。

2. 楮靱皮の構成

構靭皮は原木を甑(こしき)と呼ばれる蒸し容器で処理され、リグニンを含む木質部から切り離

したものである。成田義三らの研究②によると、 楮靱皮は大きく五つの層に分けることができる。 最外層は表皮と言われ、その名の通り靱皮の一番 外側に存在し、表皮細胞と毛耳(もうじょう:表 皮細胞が突起して毛となったもの) で構成されて いる。肥大成長により縦方向に細かい裂条が発生 し、一部切断され剥離する部分も見られる。第二 層はコルク層と言われ、外側よりコルク組織、コ ルク形成層、コルク皮層に分かれている。黄褐色 の扁平な細胞からなり、通称「オニカワ」と呼ば れる部分である。第三層は皮層と呼ばれ、長楕円 体に近い不定形の、葉緑体を含む濃い緑色の柔細 胞組織で構成され、通称「アマカワ」と呼ばれる。 第四層に製紙原料として用いられる一次繊維層、 そして第五層には同じく二次繊維層が存在し、こ の層間に葉緑体の少ない淡い緑色の柔細胞組織 が濃い緑色の柔細胞組織よりも厚く存在してい る。なお、楮靱皮の構成の模式図を図1に示す。

靱皮外側

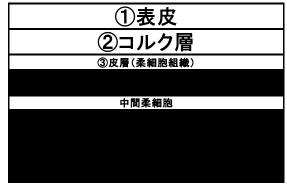


図1 楮靱皮の構成の模式図

3. 一次繊維と二次繊維の違い

一般に楮と呼ばれ流通する製紙原料は、楮靱皮をアルカリ液で煮熟し表皮とコルク層、柔細胞組織を取り除いた状態である。よって、一次繊維層と二次繊維層が一体化した状態であるため、楮紙と呼ばれる和紙は普通両層の繊維が混ざっている。製紙原料状態である楮の一次繊維層及び二次繊維層の画像をそれぞれ図2及び図3に示す。



図2 楮靱皮の一次繊維層



図3 楮靱皮の二次繊維層

第二層(コルク層)と接している一次繊維は数十本単位で繊維束を形成し、前述した緑色の柔細胞組織が取り巻いている。一次繊維層の表面を、走査型電子顕微鏡(以下、SEMとする)を用いて倍率100倍で拡大観察した画像を図4に示す。繊維は単体として独立しておらず膠着物質で固められている。



図4 一次繊維層表面の SEM 画像

逆に、内側の木質部と接している二次繊維は東ではなく一本一本分かれており、層の断面積は一次繊維より大きいが、内側に進むほど小さくなる傾向にある。二次繊維層の表面を倍率100倍で拡大観察したSEM画像を図5に示す。

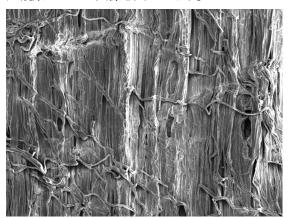


図5 二次繊維層表面のSEM画像

アルカリによる煮熟工程、解繊工程等を経て、 楮靱皮から単繊維として取り出された一次繊維 及び二次繊維は、植物である楮の成長に関係して それぞれ異なった特徴を持つ。一次繊維は楮の伸 長(高さ方向への成長)に大きく関係して発達し、 その繊維長は長くなる傾向が見られる。また、二 次繊維は楮の肥大(幹回り方向への成長)に大き く関係して発達し、その繊維径は大きくなる傾向 が見られる。すなわち、よく伸びて太った幹をも つ楮ほど、繊維長が長く繊維幅も大きいというこ とになる。

4. 双眼現象

しかしながら、大きく成長した楮の繊維は、紙の原料処理や製造時に問題を引き起こす。特に繊維長の長い一次繊維は解繊工程や抄紙工程において、双眼現象という繊維の結束を発生させる。双眼とは一本あるいは数本の繊維の両端に多数の別の繊維が絡みついて鉄アレイ状に見える状態のことを指し、別に「ニナイ」、「ククリ」、「シバリ」とも言われる。実際に楮紙中に存在する双眼現象の画像を図6に示す。

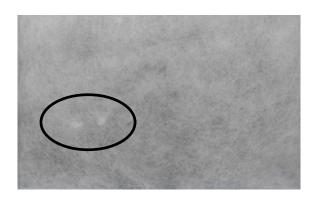


図6 楮紙中の双眼現象(円内)

双眼現象は楮に特徴的に発生するため、過去機械抄紙は不可能と呼ばれていたが、1958年に高知県の高岡丑太郎氏がロールスクリーン技術を開発して、双眼現象を発生させない機械抄きの楮紙の抄造に成功した。

しかし、現在ではこの技術をもってしても双眼 現象が発生するほど楮の質的低下が大きく、また、 楮全体の数量確保も難しい状況であることも重 なって品質の良い和紙生産が難しくなっている。

5. 関連するこれまでの研究事例

高知県農業試験場では、黒皮(最外層から第五層全てを含む靭皮)を流水で数時間浸漬後、包丁で削って、製紙原料となる第四層の一部及び第五層を残す、いわゆる白皮に加工する作業を、炭酸ソーダに浸漬させ、第三層(皮層)を溶解させることで容易にした技術を報告している。30炭酸ソーダ処理後、黒皮の端部から10cm程度まで削り起こして両手で引き裂くことで簡単に白皮を作る工程を示している。この技術を応用して一次繊維層と二次繊維層の分離を試みた。

6. 層分離試験

6. 1 試験方法

6.1.1 漬け置きによる原料の前処理試験 炭酸ナトリウム試薬 (無水物) 5g を水1リットルに溶解させて濃度 0.5% (W/W) のアルカリ溶液を作り、事前に水に30分以上浸漬させ柔軟化させておいた楮靭皮を全体がアルカリ溶液中に浸るようにして、常温で一晩~24時間漬け置いた。

6. 1. 2 煮沸による原料の前処理試験 炭酸ナトリウム試薬 (無水物) 3g を水1リッ

トルに溶解させて濃度 0.3%(W/W)のアルカリ溶液を作り、事前に水に30分以上浸漬させ柔軟化させておいた楮靭皮を全体がアルカリ溶液中に浸るように投入し、加熱ムラがないように適度に裏返しながら20分煮沸させた後、取り出しやすい温度になるまでそのまま放冷した。

6. 1. 3 分離試験

前処理試験後取り出した楮靭皮について、水洗せずそのままの状態で、まな板等の滑らかで水平な台上に一次繊維層を上面にして置き、野菜の皮むきに使用されるステンレス製のピーラーの刃を立てながら一次繊維層の適当な位置から引いて、一次繊維層を剥離させた。

6. 2 結果及び考察

6. 2. 1 前処理試験

漬け置き及び煮沸の両試験ともに、前処理後のアルカリ溶液は黄褐色に変化した。このことは第四層(一次繊維層)と第五層(二次繊維層)の間に存在する中間柔細胞がアルカリにより除去されたと考える。また、漬け置き処理よりも煮沸処理が楮靭皮の柔軟化(脆弱化)が進みやすく、その後の分離試験に影響を及ぼす可能性があることが分かった。

6. 2. 2 分離試験

一次繊維層の分離試験を行っている状態を図7に示す。一次繊維は前処理により繊維束間の 膠着物質が溶融し、層としてではなく繊維束単位に分かれて分離する。



図7 楮靭皮の一次繊維層の分離試験

一次繊維層を分離させる道具として、小刀や カンナ、野菜のスライサー等も試した。小刀の 場合、刃を立てる角度が大きいと楮靱皮全体を 切断することが多く、角度が小さいと一次繊維 を効率よく分離することが難しい。また、カンナやスライサーでは刃の角度が固定であることから、一次繊維の大きさ等楮靭皮の程度によって作業にムラが生じ、二次繊維層との分離がうまく進まない結果となった。分離試験前後の楮靭皮の状態を比較した楮靭皮の画像を図8に示す。一次繊維層を分離させることで楮靭皮の表面が白くなっていることが分かる。



図8 左:分離試験前 右:分離試験後

収穫された年度の異なる楮靭皮について、同じ条件での分離試験を数回繰り返した後、一次繊維と二次繊維それぞれの絶乾重量を測定し、楮靭皮全体におけるそれぞれの繊維層の割合を算出した。その結果、一次繊維の割合は25~40%、同じく二次繊維の割合は60~75%と計算された。それぞれの存在割合が大きな範囲になったのは、年度ごとに楮靭皮の成長度が異なり、一次繊維と二次繊維の存在割合が必ずしも同じでないことや、分離作業において一次繊維の分離ムラや、二次繊維まで余分に分離してしまったことが考えられる。

7. 分離試験した楮靭皮の物性試験

7. 1 原料調整

同じ年度に同じ場所で収穫され加工された楮 靭皮を使って、分離試験前後のサンプルを作製 し、表1の工程を経て原料調整を行った。

表1 楮靭皮の原料調整

- ①煮熟工程 苛性ソーダ 対原料比20% 液比1:25 沸騰後1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 25% 常温で 1 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

原料調整した楮靭皮を JIS P 8220-1 に規定される標準網解機により離解処理した後、JIS P 8222 に準じた方法により手すきシートを作製した。

作製した手すきシートについて、後方より照明を当てて観察した画像を図9に示す。

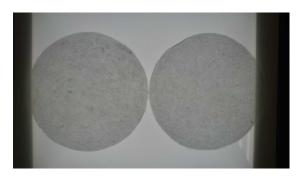


図9 左:分離試験前 右:分離試験後

図9の観察より、一次繊維を分離させること で手すきシート上の結束部分が少なくなり、地 合が良くなっていることが分かる。

7. 2 物性試験

物性試験は以下の項目を行った。

- ・坪量: JIS P 8124
- ・厚さ (密度): JIS P 8118
- 白色度: JIS P 8148
- ・引張強さ及び比引張強さ並びに伸び: JIS P 8113
- 剛軟度: J. TAPPI No. 34

厚さ試験については熊谷理機工業(株)製厚さ 試験機を用いて行い、白色度試験には日本電色 工業株製白色度計PF-7000、引張強さ試験には (株)エー・アンド・ディ製テンシロン万能試験 機 RTF-1310 を用いた。また、剛軟度試験には熊 谷理機工業(株)製ハンドル0メータを用いた。

7. 3 試験結果

物性試験の結果を図10に示す。なお、白色度 測定では試験片を5枚重ねた時の値を記載し、 引張強さでは試験片のつかみ間隔100mmの条件 による値、また、剛軟度試験については試験片 の幅を65mm、スリット幅を10mmに設定して得 た値を記載した。

	分離試験前(通常)	分離試験後(二次繊維)		
坪量 g/m²	38. 5	31.5		
厚さmm	0. 119	0. 102		
密度 g/cm³	0. 32	0. 31		
白色度%	74. 35	75. 90		
引張強さ kN/m	2. 08	1. 81		
比引張強さ N·mg/m	53. 9	57. 6		
伸び%	2. 1	2. 2		
剛軟度mN	621. 2	429. 0		

図10 分離試験前後の手すきシートの物性

物性が異なった項目は白色度と比引張強さ、剛軟度である。

白色度については、分離試験後の手すきシートが1.5%程度高くなる、すなわち白くなっている。よって、二次繊維のみのシートになると白くなっていることが分かる。

引張強さはシートの坪量に大きく影響を受けるため、この影響を排除する形で計算された試験項目が比引張強さである。分離試験後の手すきシートの方が試験前の手すきシートよりも大きくなっていることから、二次繊維のみで構成されたシートの強度は向上することが分かる。

剛軟度については、値が大きいほど堅く小さいほど柔らかいことを示す。分離試験後の手すきシートは試験前の手すきシートよりも値が小さいことから、柔らかさを持つことが分かる。

8. まとめ

楮を使った和紙の品質低下を引き起こす双眼 現象対策のため、楮靭皮の一次繊維を除去する 技術を開発した。特に外国から輸入する楮靭皮 に双眼現象が多く見受けられるのは、高さ方向 へ良く成長させていることを推測させる。ま た、二次繊維のみの楮靭皮で抄いた紙は、強度 と柔軟性を併せ持つ、いわゆる「しなやかさ」 を持ち、古来の和紙の雰囲気に近づける可能性 も考えられる。

除去した一次繊維は繊維長が長いことから、 別に原料処理を検討すれば、雲竜和紙の雲部分 に代替する等意匠性の高い和紙への応用も期待 できるため、これについては今後検討していく 予定である。

- 1) 非木材パルプ特集 印刷局研究所 (1976) 45-46
- 2) 成田義三、大野金省:日本作物学会紀事、第28 巻(1959) 115-117
- 3) 成田義三、大野金省、西森幸助:高知県農業 試験場研究報告、第2号(1960)48-51

湿式不織布の巻取条件がロールの内部応力に及ぼす影響, 及び巻取理論を用いた内部応力予測

有吉 正明、滝口 宏人、山下 実

Effect of winding condition of wet non-woven fabric on in-roll stress, and prediction of in-roll stress using winding theory

Masaaki ARIYOSHI, Hiroto TAKIGUCHI, Minoru YAMASHITA

巻取りロールの安定性はロール内部の応力分布が大きく影響していることが知られている。そのため、ロールの内部応力を数値で把握することは重要である。そこで剛性の異なる2種類の合成繊維製湿式不織布について各種条件にて巻取りを行い、巻取りロールの内部応力を測定、比較した。その結果、巻取張力や張力のテーパー制御、紙管径の違いによって、ロールの内部応力は異なり、測定した内部応力をグラフ化して比較検証した。また、Hakiel の巻取理論を用いて内部応力のシミュレーション(理論予測)を試み実測値と比較した結果、シミュレーションは実測値と概ね一致しており、ロールの内部応力をある程度予測できることが分かった。さらに、巻取りロールの層間のずれ抵抗力から巻取りロールの幅方向のずれ易さについての検証も行った。本報告では以上のような実験と計算の結果に基づいて標題の検討結果について報告する。

1. はじめに

紙、不織布、フィルムのような薄く柔軟な 連続媒体は通常張力を受けた状態で機械的 に搬送され、印刷、乾燥、塗布、ラミネーテ ィングなどを含む様々な工程を経て最終製 品に仕上げられる。その際、連続柔軟媒体の 破損や損失を生じることなく安定した搬送 や巻取りを行うための技術を「ウェブハンド リング技術」といい、その中でも「巻取」は 製品の最終品質を決める重要な工程である。 紙や不織布はそのほとんどがロール状に巻 き取られて製造されるので、製造時の巻取条 件はロールの品質に影響し、条件によっては 欠陥の発生や輸送時の巻崩れの原因となる 場合もある。例えば、代表的なものとして紙 管に近い内層部のウェブが圧縮されてしわ が発生する「菊模様」や「star defect」とい われる現象(写真1)、あるいは紙管に近い部 分が飛び出たように変形する「タケノコ」や 「dishing」といわれる現象がある。これら

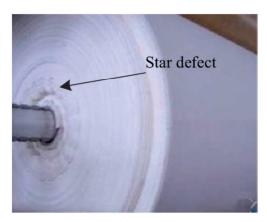


写真1 スターディフェクトが発生した 巻 取 り ロール (出典: https://www.semanticscholar.org/paper/)

はそれぞれ外層部の巻き締まりによる影響や逆に巻が緩く層間が滑る事によって引き起こされる。そのため、基材に応じた適正な巻取条件を設定することは重要である。

巻き取ったロールの安定性を評価するためにはロール内部にどのような力が働いているかを知る必要があり、ロール内部の応力

状態の実測や理論予測によって巻取り不良の発生を未然に防止する研究が行われている。その際に用いられる巻取理論についてはこれまで多くのモデルが報告されているが、その中で最もよく使用されモデルの基礎となっているのが、Hakielによって報告されたモデル¹⁾であり、精度の高さから多くの文献で比較・引用されている。

Hakiel の巻取理論はいくつかの仮定の下 でロールの内部応力の理論予測モデルを定 式化したもので、基材の物性値や巻取条件等 からロールの各半径位置における内部応力 (半径方向応力や接線方向応力)(図1)をシ ミュレーションし、最適な巻取条件を検討す るのに用いることができる。例えば、代表的 な巻取欠陥の一つである「菊模様」は、巻取 り当初は張力がかかった状態(ロールの接線 方向に正の力がかかった状態)で巻き取られ ていたものが巻き重ねることで、特にロール の紙管近傍で接線方向応力が正から負(圧縮) に変化する事によって発生するウェブの座 屈現象といわれている。このことは上述した ような理論解析が行われるようになって初 めて明らかになったものである。実際に巻取 欠陥が発生するかどうかはロール内部の接 線方向に圧縮力(接線方向応力の負の値とし て表される) がかかっているかどうかやその

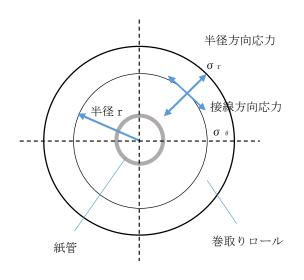


図1 巻取りロールの内部応力

大きさの他、層間のずれ易さやウェブの座屈 応力(座屈のし易さ)も影響するため接線方 向の圧縮力だけでは評価できないが、少なく ともロール内部の接線方向の圧縮力を低下 させることはロールの安定化につながると 考えられる。

そこで、Hakiel の巻取理論を用いて、現状の巻取条件で巻き取った場合、あるいは巻取条件を変えた場合のロールの内部応力をシミュレーションし、紙管近傍の接線方向の圧縮力が少なくなる巻取条件を検討することで「菊模様」のような巻取欠陥の発生の低減につなげることができる。

ただし、実際の巻取りは様々な基材や条件、装置で行われ、必ずしも Hakiel の巻取理論の仮定が適用できない場合もある。そのため、まずは理論予測が正しく行われているか検証することが必要となる。具体的には基材の特性や巻取条件からロールの半径方向応力について理論予測を行い、同時に同じ条件で実測した結果と比較する。両者が近似していればこの予測は正しいと判断し、各種巻取条件で巻き取った場合のロールの内部応力(半径方向応力、接線方向応力)の予測に用いることが可能となる。

本報告では剛性の異なる2種類の合成繊維製湿式不織布をテスト素材とし、各種条件にて巻取試験を行い、ロールの内部応力(半径方向応力)を実測した。さらに、巻取理論の定式化に基づいたシミュレーションプログラムを用いて理論予測を試み、実測値と比較することで理論予測方法の妥当性を検証した。さらに、各種巻取条件で巻き取った場合の内部応力をシミュレーションし、ロールの安定性について様々な考察を行ったので報告する。

2. 試験方法

2. 1 半径方向応力の測定方法

1) 測定用真鍮箔の準備

100 mm×20 mmのサイズに裁断した厚み 0.05mmの真鍮箔を50 枚程度準備し、この中 から数枚を用いて真鍮箔の静摩擦係数の測 定に用いた。測定は図2のように、真鍮箔を 内部応力の測定を行う湿式不織布で挟み(湿 式不織布の繊維の流れ方向と真鍮箔の長手 方向が直交するように湿式不織布を重ねた)、 さらに所定の圧縮荷重を加えた後、引抜計で 真鍮箔を引き抜いて荷重を測定した。測定は 圧縮荷重を変え、各荷重について2回ずつ、 計10回測定を行った。真鍮箔に加えた圧縮 荷重及び引抜荷重より真鍮箔ー湿式不織布 (CD 方向)の静摩擦係数を求め、平均値を 半径方向応力の測定に用いた。

2) 真鍮箔を用いた半径方向応力等の測定

測定は坪量8g (WNWF8)と100g(WNWF100) の同素材の湿式不織布について、萩原工業㈱ 製スリッター(型式:HDF-905-1300)を用い て行った。巻取りはセンタードライブ方式で 行い、各巻取条件は表1に示した。前項の方 法で静摩擦係数を測定した真鍮箔に事前に 端から 75mm の位置にマジックで印を付け、 巻取り時にこれを目安にロール端部に挿入 した。挿入間隔は WNWF8 については巻き始め から 1000mまでは 100m間隔、それ以降は 200m間隔、WNWF100 については巻き始めから 300mまでは25m間隔、それ以降は50m間隔 とした。巻取り終了後、真鍮箔の挿入面積と 紙管表面から挿入した各真鍮箔までの長さ を測定し(写真2)、続いて、真鍮箔を引抜計 で引き抜きその荷重を測定した。(式-1)、 (式-2) よりロール内部の任意の半径 r (m) における半径方向応力 σ_r(Pa)、及び幅方

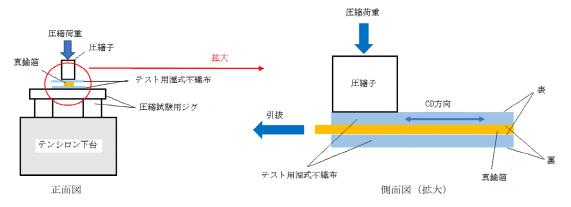


図2 真鍮箔-テスト用湿式不織布の静摩擦係数測定方法の模式図

表 1	WNWF100	TATE WNIWER	の巻取条件
	WINNELLIA		

	WNWF100			WNWF8		
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
巻取り紙管径	3 インチ	3 1/4	6 インチ	6 インチ	3 インチ	3 インチ
テーパー率 (%)	0	40	0	40	0	0
巻取り速度 (m/min)	20	20	20	20	40	40
初期巻取張力 (N/m)	130	130	130	130	33	65
最終巻取張力 (N/m)	130	78	130	74	33	65

向の層間のずれに対する抵抗力であるずれ 抵抗力F(N)を求めた。

(式-1) $\sigma_r = f / (2 \mu_m \cdot A)$

(式-2) F = $\mu_{\rm w}(2\pi r L)$ $\sigma_{\rm r}$

ここで、f: 引抜荷重 (N)、A: 挿入面積 (m^2) 、 $\mu_m:$ 真鍮箔-湿式不織布 (CD 方向) の 静摩擦係数、 $\mu_w:$ 湿式不織布 (CD 方向) -湿式不織布 (CD 方向) の静摩擦係数、L: ロール幅 (m) である。

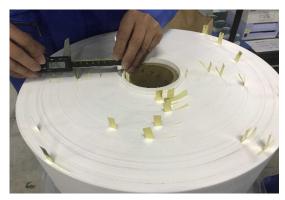


写真2 巻取りロールに挿入した真鍮箔の 紙管からの距離を測定する様子

2. 2 内部応力のシミュレーション

Hakiel は巻取りに関していくつかの仮定 条件を定めた上で、ロール内部の半径と半径 方向応力の関係を定式化し、さらにその数値 的解析方法についても確立した。今回行った 理論予測は Hakiel の定めた仮定条件を参考 とし、以下の仮定条件に基づいて行った。

- ①ウェブを薄肉円筒の積み重ねとして扱う。
- ②ロール内部の半径方向応力と接線方向応 力は半径方向座標の関数とする。
- ③接線方向ヤング率は一定、半径方向ヤング率は非線形とする。
- ④巻取りにおいて、ウェブ幅、厚さ、表面 粗さなどは変化しない。
- ⑤ウェブが不織布であることから、巻取過程 において巻き込まれた空気はウェブから 半径方向に逐次透過していくことを考慮 する。
- ⑥巻取駆動はセンタードライブとする。

巻取りロールの内部応力に関する理論的 定式化については紙面の制約からここでは 敢えて割愛するが、その詳細については橋本 の著書²⁾を参考にしていただきたい。

また、巻取理論の定式化に基づいたシミュレーションプログラムは、ウェブハンドリング技術研究会の藤本氏がFORTRANで作成されたものを適用し、テスト用湿式不織布の物性値および巻取条件を入力することにより内部応力の理論予測を行った。各項目の入力値は次の方法で求め表2にまとめた。

- 2 (巻取りロールの全ラップ数次式により算出した。測長/ (巻取りロール外周+紙管の外周)/2
- 2) 巻取りロールの接線方向のヤング率 各湿式不織布について、試験片幅 15mm に裁断後、MD 方向について(株)エー・ア ンド・デイ社製テンシロン万能試験機 (型式: RTF-1310) にてチャック間距離 180mm で測定を行った。測定結果と事前 に測定した試験片の厚みからヤング率 を求め、10回測定した平均値を用いた。
- 3) 紙管のヤング率 紙管のカタログ値から 3GPa を用いた。
- 4) 巻取りロールの最外層半径、及び紙管の 内半径、外半径 実測値を用いた。
- 5) 巻取りロールのポアソン比 ほぼ変形しないと仮定し 0.001 とした。
- 6) 紙管のポアソン比 一般値 0.3 とした。
- 7) ウェブの诱気度

JIS P8117 に準じて、(株)東洋精機製作所製ガーレーデンソメーターにて測定した結果を用いた。WNWF8 は空気が通り過ぎて測定できなかったため、0.00001 を代用した。

8) 半径方向ヤング率ー半径方向応力の近似 式の実験定数

表2 内部応力のシミュレーション計算プログラムに用いた入力値

	WNWF100		WNWF8	
	3インチ	6インチ	33N/m	65N/m
全ラップ数	1132	928	5634	5844
垂直方向のヤング率(Pa)	1. 263×10^9	1.263×10^9	0.659×10^9	0.659×10^9
紙管材料のヤング率(Pa)	3.0×10^9	3.0×10^9	3.0×10^9	3.0×10^9
巻取りロールの最外層半径(m)	0. 217	0. 228	0. 179	0. 171
紙管の外半径(m)	0. 047	0. 091	0.047	0.047
紙管の内半径(m)	0. 038	0. 076	0. 038	0.038
巻取りロールのポアソン比	0.001	0.001	0.001	0.001
紙管のポアソン比	0.3	0.3	0.3	0.3
半径方向ヤング率の定数 C1	53. 63	53. 63	15. 97	15. 97
半径方向ヤング率の定数 C2	0. 979	0. 979	0. 995	0. 995
ウェブの幅(m)	1.06	1.06	1. 15	1. 15
ウェブの厚み(m)	150×10^{-6}	148×10^{-6}	23. 4×10^{-6}	21.2×10^{-6}
初期巻取張力(N/m)	130	130	33. 4	64. 7
ウェブの巻取り速度(m/s)	0.3	0.3	0.66	0.66
rms 合成表面粗さ(m)	13. 3×10^{-6}	13. 3×10^{-6}	7.2×10^{-6}	7. 2×10^{-6}
ウェブ間の静摩擦係数	0. 353	0. 353	0. 341	0.341
ウェブの透気度(s)	0.45	0.45	0.00001	0.00001

半径方向ヤング率Erは半径方向圧縮 応力σrに依存し、その関係は通常の巻取 条件では非線形となる。そのため、ロー ル内部の各半径位置での半径方向ヤング 率を知るには、半径方向ヤング率と半径 方向応力の関係を表す近似式を求める必 要がある。近似式を求めるには実際のロールの積層枚数と同数のシートを用いて、 圧縮試験を行い(写真3)、半径方向応力 一歪み曲線を求めたのち、この曲線にフィットする半径方向ヤング率一半径方向 応力の近似式を求める。具体的には次の 方法にて求めた。

①10 cm×10 cmの試験片を、巻取り試験を行 うラップ数とほぼ同じ枚数 (WNWF100:1100 枚、WNWF8:5500 枚)を重ね、さらに WNWF8 については透明アクリル板(大きさ:10cm×10cm、厚み:3mm、重さ:38.8g)を試験 片束の上に重ねた後、層間の空気を抜くため、圧縮試験機(圧縮子100mmφ)で50kPa 加えた後、そのまま5分間予備圧縮した。

②5分経過後に、試験片束に50kPaかかるように圧縮子を再度下げたのち、圧縮試験を行った。圧縮試験はWNWF100については圧



写真3 圧縮試験の様子

縮速度 5mm/min で荷重 5000N まで、WNWF8 については圧縮速度 20mm/min で荷重 6000N まで行った。

- ③圧縮試験終了後、圧縮子を試験前の位置に 戻した。
- ④手順①に戻り、①から③までの手順を圧縮 荷重-圧縮距離の SS カーブの変化がなく なり収束するまで行った。
- ⑤圧縮子を試験前の位置に戻し、予備圧縮を 行わず圧縮試験を実施した(0荷重)。この 方法で圧縮荷重-圧縮距離のSSカーブが 収束するまで行った。圧縮試験開始時の圧 縮子とサンプル台の間隔を記録した。
- ⑥ 0 荷重で収束した SS カーブのデータを用い、WNWF100 については 1 N の荷重がかかった時の試験片 1100 枚の厚みを積層初期厚み、及びストローク 0mm として圧縮荷重と圧縮距離を再計算した。また、WNWF8 については 0 荷重で収束した SS カーブのデータを用い、0.33N の荷重がかかった時の5500 枚の厚みからアクリル板厚み 3mm を差し引いた値を積層初期厚み、及びストローク 0mm とし圧縮荷重と圧縮距離を再計算した。
- ⑦圧縮荷重と装置の圧縮面積から圧縮応力を算出し、さらに積層初期厚みと圧縮距離から歪みを算出して圧縮応力ー歪み曲線を作成した。続いて、プラスチックフィルムを基にして求められた圧縮応力ー歪み曲線の近似式 Pfeiffer の式(式ー3)が実測した圧縮応力ー歪み曲線とフィットするようにエクセルのソルバーにて最適な定数 K1、K2 の値を求めた。WNWF100 とWNWF8 の圧縮応力ー歪み曲線を図3、4に示した。

(式一3)
$$p = -\sigma_r = K1 (e^{K2 \epsilon r} - 1)$$

p:圧縮応力、ε_r:歪み、K1、K2:実験定数 ⑧さらに、半径方向ヤング率の実験公式(式 -4)と(式-5)から求められる半径方

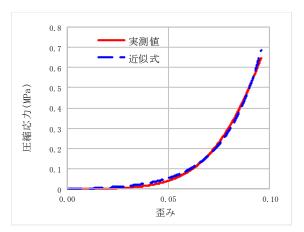


図3 WNWF100の圧縮応力-歪み曲線

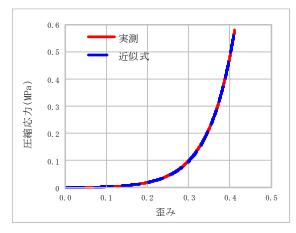


図4 WNWF8 の圧縮応力-歪み曲線

向ヤング率-圧縮応力線図が重なるよう にエクセルのソルバーにて最適な定数 C1、 C2 の値を求めた。

(式-4) Er=K2 (p+K1)

(式-5)Er=C1σr^{C2} ウェブの幅

- 9) ウェブの幅
 実測値を用いた。
- 10) ウェブの厚み 次式により算出した。(巻取りロールの最外層半径-紙管の外 半径) /全ラップ数
- 11) 初期巻取張力、巻取速度 各巻取りの設定値を用いた。
- 12) rms 合成表面粗さ 幅方向に均等分した各サンプルについ て、キーエンス(株製マイクロスコープ (型式: VHX 6000) にて、3 次元データを取得

した。各サンプルの二乗平均平方根高さを 測定後、平均値を求めた。測定は表と裏に ついて行い、各面の平均値の合成粗さを rms 合成表面粗さとした。

13) ウェブ間の静摩擦係数

JIS P8147「紙及び板紙-静及び動摩擦係数の測定方法 7. 水平法」に準じて測定した。測定は各サンプルについて異なる二つの面、かつウェブのCD方向同志の組み合わせで4回以上測定した平均値を用いた。

3. 試験結果及び考察

3. 1 WNWF100 について

図5~8に紙管内径が3インチと6インチ、巻取張力のテーパー制御あり、なしのロ

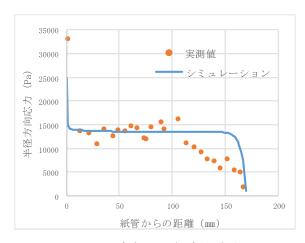


図5 ロール内部の半径方向応力 (3インチ/テーパー制御なし)

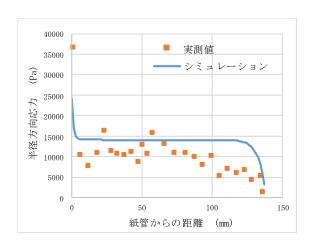


図7 ロール内部の半径方向応力 (6インチ/テーパー制御なし)

ール内各半径位置における半径方向応力の 実測値とシミュレーションを比較した結果 を示した。その結果、3インチ紙管の紙管か らの距離約 100 mmより外側の部分(図5)と 6インチ紙管の紙管からの距離が約70 mmよ り外側の部分(図7)については、シミュレ ーションに対して実測値が低下する傾向が 見られたが、これは巻取張力 130N/m 一定で 巻き取るために必要な巻取部のトルクが装 置の上限値約24N·mを超えトルク不足になっ たためである(3インチ紙管、6インチ紙管 で 130N/m で巻きとるにはそれぞれ約 30 N· m、約31 N·m のトルクが必要)。トルク不足 となった以外の部分をみると、実測した各測 定値にややばらつきがあり、3インチ紙管の テーパー制御あり(図6)、6インチ紙管のテ

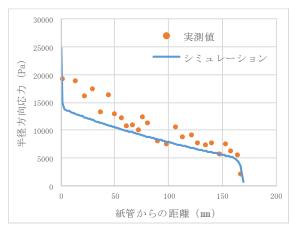


図6 ロール内部の半径方向応力 (3インチ/テーパー制御あり)

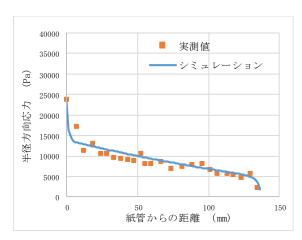


図8 ロール内部の半径方向応力 (6インチ/テーパー制御あり)

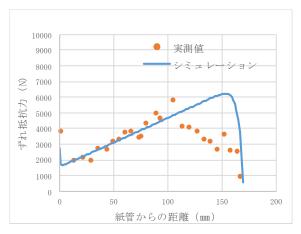


図9 ずれ抵抗力 (3インチ/テーパー制御なし)

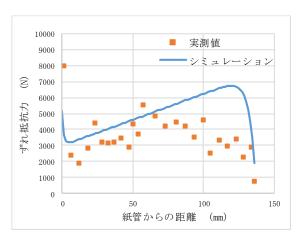


図 11 ずれ抵抗力 (6 インチ/テーパー制御なし)

ーパー制御なし(図7)については、シミュレーションから離れた測定値も見られるが、概ねいずれも実測値とシミュレーションは一致していることから、予測方法としては妥当と考えられる。また、テーパー制御ありとなしの実測値を比較すると、テーパー制御なしの場合(図5、7)、半径方向応力は紙管からの距離が近い部分が大きく、その後ほぼ一定の値をとっているのに対し、テーパー制御ありについては紙管からの距離が遠くなるにつれ半径方向応力は徐々に低下しており(図6、8)、巻取条件によって内部応力が異なることが確認できた。

また、 $図 9 \sim 12$ は紙管内径が $3 \rightarrow 4 \rightarrow 4 \rightarrow 5$ インチ と 6 インチ、巻取張力のテーパー制御あり、なし

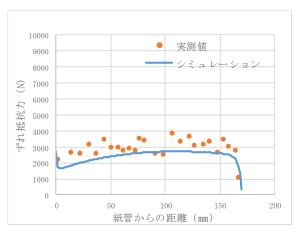


図 10 ずれ抵抗力 (3インチ/テーパー制御あり)

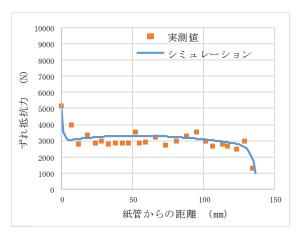


図 12 ずれ抵抗力 (6 インチ/テーパー制御あり)

の、ロールの各半径位置における幅方向の層間ずれに対する抵抗力(ずれ抵抗力)の実測値とシミュレーションの結果を示した。この場合のずれ抵抗力とは「タケノコ」や「dishing」といわれるロールの幅方向の層間のずれを引き起こすのに必要な力を示したものである。なお、図5、図7で見られたトルク不足による影響は、ずれ抵抗力にも見られ、図9の紙管からの距離約100mmより外側の部分と、図11の紙管からの距離約70mmより外側の部分について、装置のトルク不足に起因する実測値の低下が見られた。そのため、トルク不足以外の部分について実測値とシミュレーションを比較した。

その結果、ずれ抵抗力はテーパー制御なし

の場合、紙管近傍部が紙管から離れた部分に 比べて低くずれ易くなっているのが分かっ た(図9、11)。それに対してテーパー制御あ りの場合はロール内でのずれ抵抗力の差は 少なかった(図10、12)。また、テーパー制 御なしでそれぞれ3インチ紙管と6インチ 紙管で巻き取った場合のずれ抵抗力の違い について比較したところ、実測値については ばらつきがあり明確には言えないものの、シ ミュレーションを比較すると、3インチ紙管 では紙管近傍部のずれ抵抗力が最も低い箇 所が約 2000N であるのに対して(図9)、6 インチ紙管では約3000Nであり(図11)、理 論的には6インチ紙管が3インチ紙管に比 べてずれに対する抵抗力が大きく巻きずれ しにくいことを示していると考えられる。ま た、テーパー制御ありの場合についても同様 の傾向が見られた(図10、12)。

さらに図13には、紙管内径が3インチと6インチ、巻取張力のテーパー制御あり、なしの条件で巻き取った場合のロール内の各半径位置における接線方向応力のシミュレーション結果をまとめて示した(接線方向応力の最大値40000Paに拡大して表示)。その結果、「菊模様」のような巻取欠陥の原因となる接線方向応力の負の領域(接線方向に圧縮

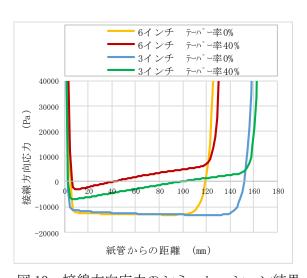


図 13 接線方向応力のシミュレーション結果 の比較 (接線方向応力の上限値 40000Pa に拡大)

力がかかっている領域)についてはテーパー制御によって小さくなり、紙管を大径化することでさらに負の領域が減少することが確認された。経験的に巻取り時のテーパー制御や紙管の大径化は巻取りロールの安定性を増すといわれているが、内部応力のシミュレーションからも確認することができた。

3. 2 WNWF8 について

図 14、15 に紙管内径が 3 インチで巻取張力を 33N/m と 65N/m で巻き取った場合のロールの各半径位置における半径方向応力の実測値とシミュレーションの結果を示した。その結果、巻取張力 65N/m では実測値とシミュレーションはよく一致していたが、一方巻取張力 33N/m では実測値がシミュレーションに

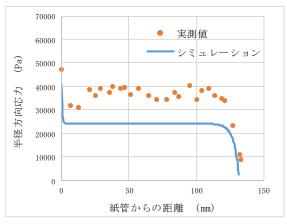


図 14 ロール内部の半径方向応力 (巻取張力 33N/m)

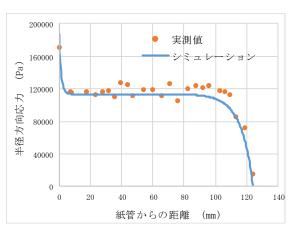


図 15 ロール内部の半径方向応力 (巻取張力 65N/m)

対して高い傾向がみられた。巻取張力 65N/mでは実測値とシミュレーションが一致しているため、特に巻取張力が小さい場合に一致が悪くなる可能性が考えられた。元々Hakielの巻取理論はフィルムのような剛性がある均一な基材を主な対象として研究されることが多い。そのため、WNWF8 のような薄く、積層時には空気を含みやすく、圧縮方向に対して柔軟性のある基材で、さらに巻取張力(半径方向応力)の低い領域では現行の巻取理論では正確なシミュレーションが難しく、新たなファクターを計算プログラムに組み込む必要があるのかもしれない。

図 16 には紙管内径が 3 インチで巻取張力がそれぞれ 33N/m と 65N/m で巻き取った場合のロールの各半径位置における接線方向応力のシミュレーションの結果をまとめて示した(接線方向応力の最大値 30000Pa に拡大して表示)。その結果「菊模様」の原因といわれる接線方向応力の負の領域は、巻取張力65N/m が 33N/m に比べて大幅に大きかった。なお、巻取張力65N/m の半径方向応力の実測値とシミュレーションに差が見られたため、接線方向応力についても実際のロール内部の状態を正しく表しているとは言えないが、傾向としては巻取張力の増加によってロール内部に発生する負の接線方向応力も増加

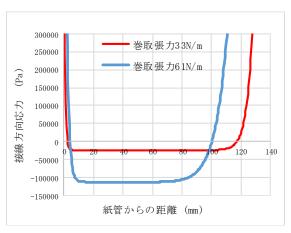


図 16 接線方向応力のシミュレーション結果 の比較 (接線方向応力の上限値 300000Pa に拡大)

すると考えられる。そのため、幅方向の層ずれである「タケノコ」が発生しない程度の張力で巻取り、必要以上に張力を上げすぎないことで、巻取欠陥の原因となるロール内部の接線方向の圧縮力を低下させ、ロールの安定性を高めることができると考えられる。

そこで、幅方向の層間のずれが防止される 巻取張力について既報³⁾を参考に検証を行っ た。「タケノコ」の発生条件を考える際、幅方 向の振動によってロールに加わる力「ずれ力 (計算値)」がロール内の層間の「ずれ抵抗力 (実測値)」よりも小さければ層ずれは発生 しないと考えらえる。そこで、巻取張力 33N/m で巻き取った場合のロール内の各半径位置 に加わる「ずれ力」と「ずれ抵抗力」を比較 しずれ易さを検証した。なお、ずれ力Wは次 式(式-6) で表される。

(式—6) W=m $\alpha = \rho \pi L$ ($r_0^2 - r^2$) α ここで、 ρ :ロール密度(kg/m^3)、 r_0 :ロール外半径(m)、r:任意の半径(m)、L:ロール幅、 α :加速度(m/s^2)である。

図 17 には「ずれ抵抗力(実測値)」と 5 G の加速度が加わった時の「ずれ力(計算値)」 を示す。その結果、5 Gの加速度が働いたと きの「ずれ力」は「ずれ抵抗力」よりも十分

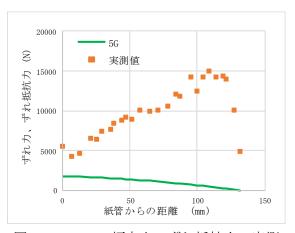


図 17 WNWF8 の幅方向のずれ抵抗力の実測 値(巻取張力 33N/m)と 5 Gの加速度 が加わった場合のずれ力のシミュレ ーションとの比較

輸送条件		最大加速度(G)			
		上下方向	左右方向	前後方向	
一般道路	舗装路	0.4~0.7	0.1~0.2	0.1~0.2	
(20∼40km/h)	非舗装路	1.3~2.4	0.4~1. 0	0.5~1.5	
35km/h でブレーキ		0.2~0.7	_	0.6~0.7	
高速道路	積載時	0.6~1.0	0.2~0.5	0.1~0.4	
(50~100km/h)	空車時	1.0~1.6	0.6~1.4	0.3~0.9	
50~60km/h でブレーキ		0.2	0.3	0.7~0.8	
約2cm 段差乗越		1.6~2.5	1.0~2.4	1.1~2.3	

表3 自動車(トラック)輸送の振動発生状況の事例4)

に低くなっていることが分かる。表3には自動車輸送の際の振動発生状況の事例を示す。例えば、20~40km/hで非舗装路を走った時にかかる加速度は最大2.4G程度であり、その他の条件と重なった時はさらに高い加速度となる可能性はあるものの、それでも「ずれ抵抗力」 は十分に高いため幅方向のずれは発生しにくいと考えられる。

4. 結論

- 1) 真鍮箔をプルタブとして用い、各半径位 置におけるプルタブの引抜荷重からロール内部の半径方向応力を実測した。その結果、テーパー制御の有無、巻取張力等の巻取条件、基材種によってロールの内部応力が異なることが分かった。
- 2) WNWF100、WNWF8 について、シミュレーションプログラムを用いてロールの半径方向応力の理論予測を行い、さらに実測値と比較してその方法の妥当性について検証した。その結果、WNWF100 については実測値とシミュレーションは概ね一致していた。一方、WNWF8 については巻取張力が低い場合について、実測値との解離が見られた
- 3) WNWF100 について巻取条件による接線方 向応力の違いをシミュレーションを用 いて比較検証した結果、「菊模様」の原因

となる接線方向応力の負の領域についてはテーパー制御によって小さくなり、 紙管を大径化することでさらに負の領域が減少することが確認された。この事よりテーパー制御や紙管の大径化が巻取りの安定化に有効であることが数値でも示された。

4) WNWF8 の「ずれ抵抗力(実測値)」と「ずれ力(計算値)」を比較し、幅方向の層間のずれ易さについて検証した。その結果、「ずれ抵抗力(実測値)」は「ずれ力(計算値)」よりも十分に大きく幅方向のずれは発生しにくいと考えられる。

5. まとめ

特性の異なる湿式不織布について、各種条件にて巻取試験を実施し、半径方向応力の実測値とシミュレーションから巻取り条件がロールの内部応力と安定性に及ぼす影響ついて考察した。ロール内部の応力状態について数値化をすることでロールの安定性についてより具体的に検討することが可能となり、生産の安定や品質の向上につながると考えられる。

ここでの検討により、巻取りロールの欠陥 を抑制するために必要となる物性値の取得 から始まり、内部応力の測定~実測値と計算 の比較~両者の比較に基づく考察へと至る 一連の方法論を提示し得たと思う。他の事例 に関わることによってこの方法論をさらに 洗練していきたいと考えるとともに、本報の 内容が関連する業務に携わる方々のご参考 になることを願っている。

最後に本研究を進めるにあたり、ウェブハンドリング技術及びシミュレーションプログラムについて多大なご支援ご指導をいただきました元大倉工業株式会社/ウェブハンドリング研究会幹事/博士(工学)の藤本清二先生に厚く御礼を申し上げます。

6. 参考文献

- 1) Hakiel, Z. : Nonlinera model for Wound Roll Stresses, Tappi Journal, Vol. 70, No.5, pp. 113-117, 1987
- 2) 橋本巨著,「ウェブハンドリングの基礎理 論と応用」,加工技術研究会(2008)
- 3)後藤義光、松原信也:成型加工,第24巻, 第6号(2012)
- 4)「輸送包装設計ハンドブック」, 輸送包装 研究会, 79(1994)

ポリビニルアルコールを出発原料とした製紙用バインダーの生分解性検証 遠藤 恭範

Biodegradability verification of binder for papermaking from polyvinyl alcohol Yasunori ENDO

サスティナブルな素材として注目されている、レーヨン繊維を主とする紙に使用される製紙用バインダーの出発原料はポリビニルアルコールである。ポリビニルアルコールは水溶液状態で生分解性を有すると認定されているが、製紙用バインダーについてその生分解性に関する情報が公表されていない。そこで、製紙用バインダーの土中での生分解性を検証したところ、約1年間放置してもその状態はほとんど変わらず、生分解性を有するとは判断できない結果が得られた。

1. はじめに

主に木材パルプを使った紙は、抄紙乾燥時において扁平な繊維同士の接着面積の増加と、構成しているセルロース中の水酸基による水素結合発生により強度を維持している。しかし、再生セルロース繊維であるレーヨン繊維を主に使った紙の場合、繊維断面がコンペイトウ様であり接着面積が少ないことと木材パルプよりも水素結合が弱いことから、抄紙乾燥時に木材パルプ紙と同等の強度を持つことができず、抄紙装置での紙の製造が難しい。

そのため、レーヨン繊維主体の紙を製造する時には、水分を持った状態で加熱するとフィルム化し周囲の繊維を固定化する繊維状のバインダーが使用される。このバインダーの出発原料はポリビニルアルコール(以下、PVAとする)である。

PVA は水溶液状態で生分解性を有するとされ、 一部の製品では水に可溶することで生分解性が 有ると認定を受けているものもある。

しかし、PVAを出発原料として製造されている 製紙用バインダーに関して、生分解性の有無等の 見解は現在公表されていない。よって、生分解性 素材として注目されているレーヨン繊維を使っ て紙を製造することに際し、製紙用バインダーの 生分解性を検証する必要性が生じた。ここではこ の検証結果を報告する。

2. 試験

2. 1 サンプル

実際の紙では、レーヨン繊維に対して製紙用バインダーの配合は10%以下であることが多いことから、製紙用バインダーの生分解挙動の確認が非常に難しくなる。よって、今回は特殊な条件でサンプルを作製した。

製紙用バインダーは市販の繊維形状(1.1dT×3mm)を使った。製紙用バインダーを十分な水に分散させ、JIS P 8222 に準拠したシートマシン装置を使って湿潤させたシートを形成した後、アドバンテック 2A 濾紙をシートに合わせることで濾紙上に転写させた。これを温度 90℃に設定した回転ロール型の乾燥機に貼り付けて加熱乾燥させることで、濾紙表面で製紙用バインダーがフィルム化したサンプル(以下、製紙用バインダーコーティング濾紙とする)を作製した。

比較用として、PVA 水溶液で作られている市販の洗濯糊を、同じくアドバンテック 2A 濾紙の表面に刷毛を用いて塗布した後、自然乾燥させたサンプル(以下、PVA 糊コーティング濾紙とする)を用意した。

2. 2 生分解試験方法

土中での生分解試験を選択した。落ち葉100%で作られた腐葉土を模擬土壌として使いプランターに充填した。サンプルは100mm角に裁断した後、ポリプロピレン製ネットの端面にポリエチレン製テープを貼り付けヒートシールさせた保護ネット内に入れて静置させ、厚さ4~5cmの腐葉土を被せてセンター南側敷地に3か月~

12 か月放置した。なお、腐葉土のpHは6.5~7.5 の間であり、降雨等による湿潤は自然の天候に依存させた。図1に腐葉土を被覆させる前のプランターを、図2に腐葉土被覆後のプランターを示す。



図1 腐葉土被覆前のプランター



図2 腐葉土被覆後のプランター

2. 3 評価方法

生分解試験を行ったサンプルについて、表面の分解状態は走査型電子顕微鏡 (SEM: 日本電子(株製 JSM-6510A) を使って、倍率 1000 倍で観察した。また、PVA の融点等状態変化を確認するため、示差走査型熱量計 (DSC: (株島津製作所製 DSC-60)を使い、№ ガス雰囲気中で最大測定温度 300℃、昇温速度 10℃/min の条件で熱分析を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 分解状態の観察

PVA 糊コーティング濾紙について、試験前のサンプルの表面状態を図3に、また、土中で3か月間生分解試験を行ったサンプルの表面状態を図4に示す。また、製紙用バインダーコーティング濾紙についても、土中で6か月間及び12か月間生分解試験を行ったサンプルの表面状態をそれぞれ図5及び図6に示す。

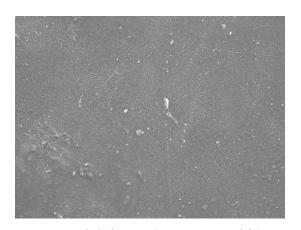


図3 試験前のPVA 糊コーティング濾紙

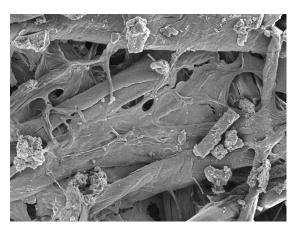


図4 試験3か月後のPVA 糊コーティング濾紙

表面にコーティングした PVA 糊によって濾紙の繊維が全く確認できなかった試験前の状態から、土中で3か月間放置することにより繊維が露出し、PVA 糊の存在がほぼ確認できなくなった。

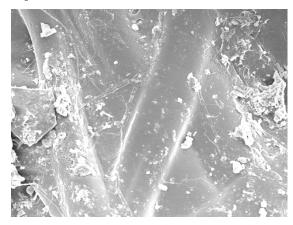


図5 試験6か月後の製紙用バインダー コーティング濾紙

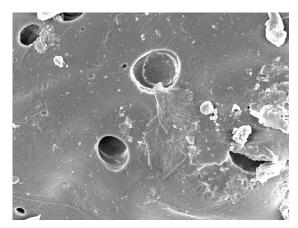


図6 試験12か月後の製紙用バインダー コーティング濾紙

製紙用バインダーでは、当初表面にコーティングされた状態が、6か月間土中生分解を行ってもしっかり残っており、また、12か月経過することで、コーティング面にいくつかの円形の陥没や表面が起伏している箇所が多く見受けられるようになったが、コーティング自体は残っている状態を確認した。

このことより、PVA 糊のコーティング面は土中で3か月程度放置することにより、腐棄土中の微生物等により生分解が始まってコーティング層の崩壊が進んでいると思われるが、製紙用バインダーについては12か月経過時にコーティング面に変化が確認されるものの、全体的に崩壊の程度は小さく、生分解は進んでいないと考えられる。

3. 2 PVA の熱分析

PVA 糊コーティング濾紙の DSC データについて、試験前のサンプルを図7に、土中で3か月間生分解試験を行ったサンプルについて図8に示す。同じく、製紙用バインダーコーティング濾紙の DSC データについても、繊維状態のバインダー(試験前)と土中で6か月間及び12か月間生分解試験を行ったサンプルをそれぞれ図9~図11に示す。

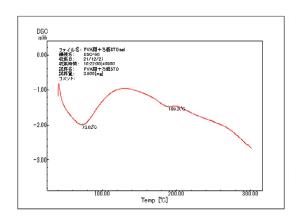


図7 試験前のPVA 糊コーティング濾紙

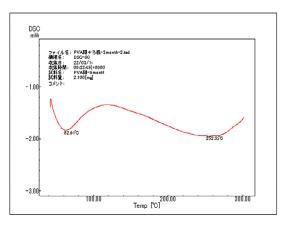


図8 試験3か月後のPVA 糊コーティング濾紙

データ中に見られる 100℃以下の吸熱ピークは コーティングした濾紙が含んでいる水分に由来 する。PVA 糊コーティング濾紙では水分以外に顕 著なピークは確認できないが、試験前に確認さ れたなだらかなピークは 189. 20℃であり、土中 生分解 3 か月後では 252. 52℃と大きく上昇して いる。

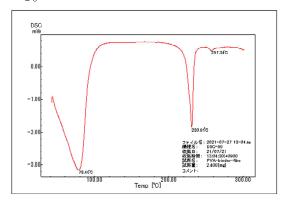


図9 試験前の製紙用バインダー コーティング濾紙

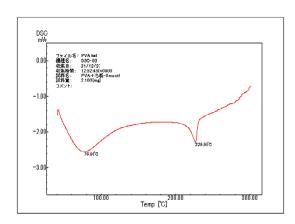


図10 試験6か月後の製紙用バインダー コーティング濾紙

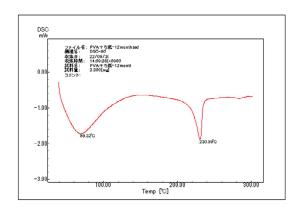


図 11 試験 12 か月後の製紙用バインダー コーティング濾紙

製紙用バインダーは 230.91 $^{\circ}$ Cに大きな吸熱ピーク (=融点)を持っている。製紙用バインダーコーティング濾紙は、土中生分解 6 か月間及び 12 か月間ともに同様の吸熱ピークが確認され、それぞれ 225.68 $^{\circ}$ C及び 230.59 $^{\circ}$ であった。

以上の結果より、PVA 糊にははっきりとした融点は存在しないと思われる。また、土中生分解3か月後に250℃付近に確認されたなだらかなピークは、濾紙の繊維を構成しているセルロースの熱分解(炭化)開始温度に近似していることから、PVA 糊由来のピークではないと考えられる。

製紙用バインダーには、これに由来する融点 が試験前及び6か月並びに12か月ともにハッキ リと確認された。このことから、製紙用バイン ダーは生分解せず残存していることが示唆され る。なお、土中生分解期間が長いほど融点が上 昇していることから、わずかではあるが高分子 全体の結晶化が進んでいる、あるいは非結晶化 部分が減少して全体的に融点が上昇したと考え られる。

4. まとめ

全容が分かっていない製紙用バインダーの生分解性について検証した。土中での生分解性評価では、水溶液での生分解性が証明されている PVA において3か月程度で分解(崩壊)が確認されたの対し、製紙用バインダーは12か月経過しても生分解はほとんど進んでいないと判断された。このことから、レーヨン繊維を使った紙に対して製紙用バインダーの配合は10%以下であるため、土中や水中で生分解性を有するレーヨン繊維が先に消滅することにより、製紙用バインダーはマイクロプラスチック化する懸念がある。

水溶性であるPVAを、ホルムアルデヒドを使ってアセタール化することにより水に溶けにくくした素材がビニロンである。吸湿性は持つが耐アルカリ性もあり融点は200℃以上とされている。製紙用バインダーは今回の結果より、PVAとビニロンの中間体的な位置づけにあると考える。今回検証はできていないが、実際、製紙用バインダーは80℃以上の熱水に可溶であり、水溶液になればPVAと同じ生分解性を持つ可能性が考えられる。

今回は土中での12か月までの生分解試験報告であるが、製紙用バインダーについて一部表面に変化が確認された。この後2~3年と土中での生分解性評価を継続することにより、顕著に生分解挙動が確認されるかもしれない。しかし、生分解に数年を要する素材を、セルロース系素材と同様に生分解性素材とすべきかどうか、議論の余地がある。

光照射によるレーヨン繊維の酸化分解促進

遠藤 恭範

Acceleration of oxidative decomposition of rayon fiber by light irradiation Yasunori ENDO

レーヨン繊維を使って製造した不織布に対し水の存在下で光を照射することで、表面に極小さな陥没が見られる繊維種が存在することを確認した。また、陥没を確認した不織布の化学発光量測定を行うと、陥没の見られない不織布と比べて発光量が大きく、繊維の酸化が進行していることが示唆された。この繊維種は酸化チタンを含有しており、水の存在下で光を照射することで光触媒活性が進み活性酸素種が発生して繊維の酸化を促進していると考えられる。

1. はじめに

レーヨン繊維は再生セルロース繊維とも呼ばれ、木材パルプを特殊な薬液で溶解させた後、繊維状に紡糸したものである。最近ではサスティナブルな素材として注目され、生分解性能を有するとして紙及び不識布製品に多く利用されている。

今回、レーヨン繊維を使った不織布製品の生分 解性評価を進めている中で特徴的な現象を確認 した。この現象を解析した結果を報告する。

2. 試験

2. 1 試験用サンプル

2. 1. 1 レーヨン繊維

試験用サンプルに用いたレーヨン繊維は、ビスコース法により製造されたレーヨン繊維を用意した。また、繊維種は光沢タイプ(以下、ブライトタイプとする)と艶消しタイプ(以下、ダルタイプとする)を用意した。

ブライトタイプはレーヨン繊維の特徴の一つである光沢性を残したものであり、水分を含むことによって透明感を強調させる。また、ダルタイプはレーヨン繊維の白色度を高めたものであり、艶消しの程度によってセミダルタイプ (弱めの艶消し) やフルダルタイプ (強い艶消し) が存在する。

ダルタイプはブライトタイプの原料に対し、 白色顔料である酸化チタンを混合したものであ る。酸化チタンの平均粒子直径は0.5~0.6ミク ロンとされ、一般的に2~3重量%程度混合さ れる。酸化チタンは光の屈折率が大きく安定した白色顔料であり、種類はアナターゼ型とルチル型に大別されるが、一般的な顔料は両方の混合状態であるとされている。

2. 1. 2 不織布

試験用サンプルに用いた不織布は、ブライトタイプについては木材パルプと混合した坪量40g/m²の市販のスパンレース不織布を用意し、ダルタイプについては配合割合100%で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)で試作した坪量40g/m²のスパンレース不織布を用意した。

2. 2 光照射試験

2. 2. 1 UV ランプによる光照射試験 UV ランプを使用した光照射試験を図1に示す。



図1 UV ランプによる光照射試験

使用したUV ランプはアズワン製LUV-16で波長は365nmであり、バットの底面からUV ランプまでの高さを50mmに固定した。試験用サンプルは精製水に浸漬させた状態で14日間紫外線を照射した。この時試験用サンプルに与えられる総紫外線エネルギーは約22MJ/m2と計算される。試験終了後に回収した試験用サンプルは、ろ紙上面に静置させ自然乾燥させた。

2. 2. 2 LED ライトによる光照射試験

LED ライトを使用した光照射試験を図2に示す。100ml 容ピーカーに精製水100ml を加えた後、20 mm角に裁断した試験用サンプルを2枚投入して浸漬させる。この100ml 容ピーカーを温度30℃に設定したインキュベーター内に、約2000LUXの明るさを持つLEDライトを点灯させたまま8週間静置させた。試験終了後に回収した試験用サンプルは、ろ紙上面に静置させ自然乾燥させた。

また、比較のためLEDライトを点灯させず光照射をしない状態で同様の試験を行った。



図2 LED ライトによる光照射試験

2. 3 試験評価

各条件で光照射させた試験用サンプルについて、不織布を構成する繊維表面の拡大観察及び化学発光量測定を行った。

繊維表面の拡大観察には走査型電子顕微鏡 (SEM:日本電子㈱製 JSM-6510A) を用い、倍率 2000 倍で観察した。また、繊維の化学発光量測定には極微弱発光検出分光システム (ケミルミネッセンスアナライザー:東北電子産業㈱製 CLA-FS3) を用いた。図3にケミルミネッセンスアナライザー装置を、また、表1に化学発光量測定の条件を示す。

化学発光とは化学反応の際に光が放射される 現象を示し、酸素による酸化反応に由来する事例 が多い。よって、物質の酸化に伴う化学的変化の 過程で発生する化学発光を計測し、その発光量を 積算することで、物質の酸化(劣化)状態を定量 化することができる。化学発光量(以下、CLとす る)測定は横軸に測定経過時間(PASSED TIME:単 位 sec)、縦軸に発光カウント数(CL count:単位 無)のグラフで示され、発光カウント数が多いほ ど酸化が進んでいることを表す。



図3 ケミルミネッセンスアナライザー装置

表1 CL 測定条件

サンプル : 20 mm角の不織布片

測定温度 : 150℃

測定時間 : 1hr (3600sec)

測定環境 : 空気中

測定容器 : ステンレス製シャーレ 測定回数 : 2回 (結果は平均値)

3. 結果及び考察

3. 1 繊維表面の拡大観察

3. 1. 1 UV ランプによる光照射試験

UV 照射前後のブライトタイプの SEM 画像をそれぞれ図4及び図5に示す。

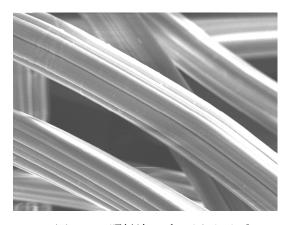


図4 UV 照射前のブライトタイプ

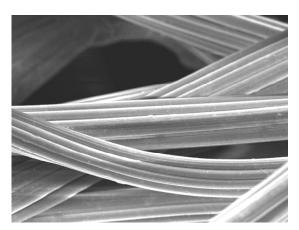


図5 UV 照射後のブライトタイプ

ブライトタイプでは、UV 照射前後の繊維表面に特徴的な変化は確認されない。次に、UV 照射前後のダルタイプの SEM 画像をそれぞれ図 6 及 U図 7 に示す。

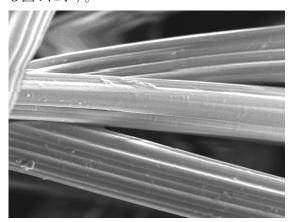


図6 UV 照射前のダルタイプ

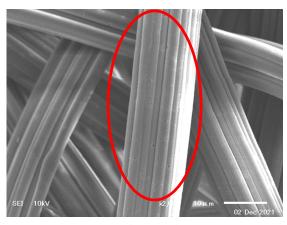


図7 UV 照射後のダルタイプ

ダルタイプでは、UV 照射を行うことで繊維表面に極小さな窪み(陥没:円内)が点在していることが確認された。

3. 1. 2 LED ライトによる光照射試験

ブライトタイプについて、LED ライト照射の有無による繊維表面の SEM 画像をそれぞれ図 8 及び図 9 に示す。また、同じくダルタイプについてもそれぞれ図 10 及び図 11 に示す。

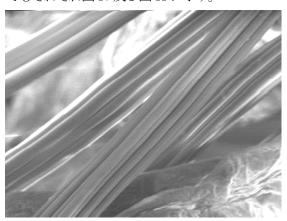


図8 LED ライト無照射のブライトタイプ



図9 LED ライト照射のブライトタイプ

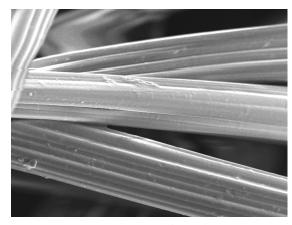


図10 LED ライト無照射のダルタイプ

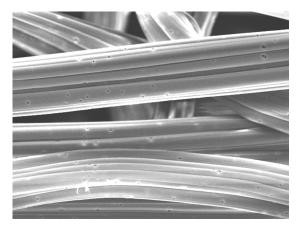


図 11 LED ライト照射のダルタイプ

ブライトタイプではLED ライトの照射の有無 に関係なく繊維表面に陥没等の変化は確認され ないが、ダルタイプではLED ライト照射によっ て繊維表面に陥没が点在して発生することを確 認した。

3.2 不織布のCL測定

3. 2. 1 UV ランプによる光照射試験 UV 照射前後のブライトタイプ及びダルタイプ のCL をそれぞれ図 12 及び図 13 に示す。

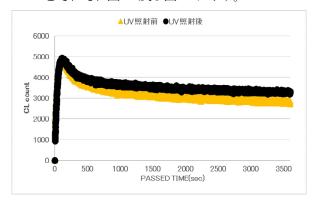


図12 UV 照射前後のブライトタイプのCL

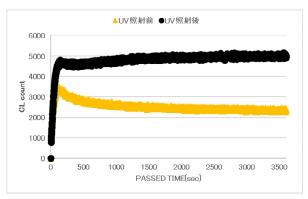


図13 UV 照射前後のダルタイプのCL

ブライトタイプのCL はUV 照射後にわずかに

多くなる傾向が見られるが、UV 照射前と大きく変わらない。しかし、ダルタイプはUV 照射前に比べてUV 照射後のCL が平均的に多くなることが分かり、不織布(繊維)の酸化が進んでいることを示している。

3. 2. 2 LED ライトによる光照射試験 LED ライト照射の有無による、ブライトタイプ 及びダルタイプの CL をそれぞれ図 14 及び図 15 に示す。

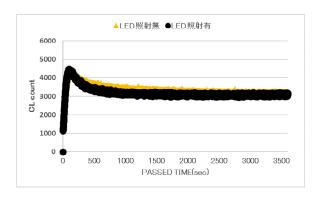


図 14 LED ライト照射有無のブライトタイプの CL

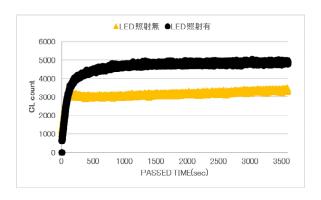


図15 LEDライト照射有無のダルタイプのCL

LED ライト照射条件でのCL は、LV 照射後のCL と同様の結果を示した。ブライトタイプではほとんど変化が見られないが、ダルタイプではLED ライトの照射によりCL が多くなっていて、不織布(繊維)の酸化が進んでいることを示している。

4. まとめ

酸化チタンを含有しているダルタイプのレーョン繊維を使って製造した不織布は、水の存在下で光を照射することで酸化が進行することが分かった。

表面に見られる極小さな陥没は、繊維中に分散 している酸化チタン粒子のうち、表面に近い部分 に存在する粒子が、共存している水と照射された 光の影響を受け、光触媒活性が進んで発生した活 性酸素種により、レーヨン繊維を構成する再生セ ルロースを酸化分解した状態だと考えられる。

生分解性を持つ素材として、レーヨン繊維は紙及び不織布の重要なポジションを担っている。セルロースは基本自然界に存在する様々な微生物等により二酸化炭素と水に分解されていくが、酸化チタンにより淡水中や海水中での生分解促進効果が期待され、さらに生分解速度をコントロールする技術にも応用できる可能性があると考える。

Ⅳ 研究事例紹介

セルロースナノファイバーを 漆喰に適用した製品化

田中石灰工業株式会社、高知県工業技術センター、 高知県立紙産業技術センター

【現状の課題】

- ひび割れの発牛抑制
- ・施工性の向上

CNFを添加して、改善できないか? まずは一般的なCNFを漆喰に混合

- 均一に分散できない
- ・少量添加しただけで塗工前の漆喰スラリーの粘度が大幅に上昇して施工できな くなる
- ・乾燥後の漆喰の特性にほとんど変化がない

CNFを添加することにより、より悪い結果となり開発中止の危機 だめもとで大きく解繊具合の異なるCNFを漆喰に混合

- ・漆喰スラリーの粘度は少し高くなるが、壁に塗工する際は粘度が下がり塗工し やすく、塗工後は垂れてくることがない。コテで模様をつける際にも施工しや すい ⇒ CNFのチキソトロピー性の効果
- ・漆喰スラリーを壁に塗った後の乾燥収縮が非常に小さく、厚塗りしてもひび割 れない ⇒**一度塗りが可能**で施丁が簡便に
- ・CNFの添加量は少量でも効果が得られ、製造コストの上昇は許容範囲内

他条件でも試してみたところ、ある特定のCNFを混合したときのみ良好な 結果になることが判明

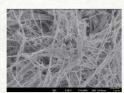
2019年9月販売開始





「土佐塩焼き灰しっくい練りたなか壁」は創業以来、1世紀を超える実績と研鑽によって生まれた 最高級の既調合練りしっくいであり、また、業界初のセルロースナノファイバー配合に、 しっくいの弱点であった微細クラックの発生を飛躍的に軽減した画期的なしっくいです













※製品パンフレットより抜粋

施工現場での評価も高く、メイン商品にCNFを展開

2021年5月販売開始(令和3年度高知県地場産業大賞奨励賞受賞)



※製品HPより抜粋

V 新規導入備品の紹介

細孔分布測定装置

<R3年度導入>

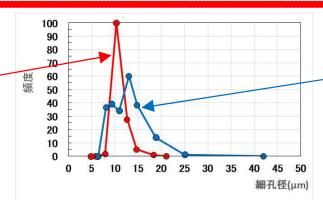


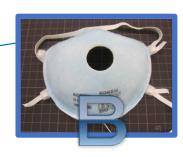
●導入の目的

- ・県内紙・不織布企業による品質管理及び製品開発に活用してもらう
- 依頼試験及び県内企業の機器使用を通じて装置を活用した製品開発を 促す
- ・当センターの研究テーマ(令和4年度)では、「SDGsを意識した紙及び不織布開発」「微細繊維を活用した高機能シートの開発」「細孔分布測定装置を用いた商品適正評価」においてデータ収集を行う

<分析例>







●装置でできること

- フィルター・セパレーター等のフィルタリング性能、捕集性、液体/気体透過性に関わる貫通細孔径分布が測定できる
- ・シート基材の液体透過性能も測定できる

●装置の主な利用分野

- ・製品原反の製造工程や最終製品の品質管理
- ・PM2. 5・花粉・コロナウイルス対策のフィルター、リチウム電池等のセパレータ開発における試作品の細孔の均一性や分布状態の評価
- ・食品加工用フィルター等の開発における液透過性の評価

繊維形状分析器

<R3年度導入>



●導入の目的

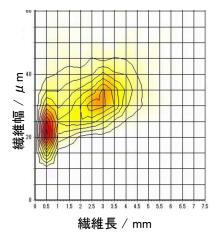
- ・セルロースナノファイバー(CNF)を含む微細繊維原料の評価 CNF原料の前処理や製造過程の確認
- ·SDGsを意識した未利用資源の抄紙用原料等に向けた適性評価
- ・県内製紙会社への技術支援

●装置でできること

・水に分散している繊維の長さや幅の平均値、分布の測定

<分析例>

針葉樹パルプ 叩解処理:弱い 繊維長:1.9mm 繊維幅:27μm



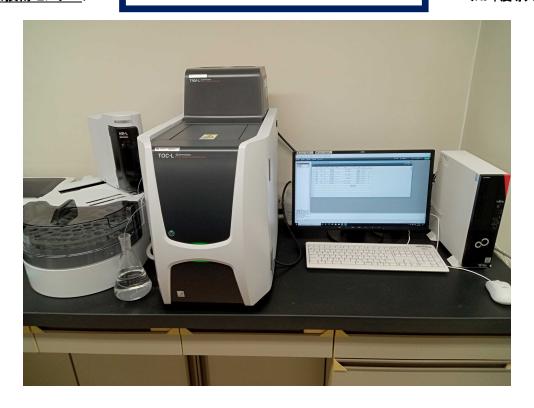
針葉樹パルプ 叩解処理:強い 繊維長:0.6mm ε ⁴⁰ 繊維幅:20 μ m ^型 ^型 ^型 ^型 ²⁰

●装置の主な利用分野

- ・用途に合わせたパルプ原料の選定
- ・抄紙用原料などの生産工程中の品質管理
- ・研究開発時における原料の評価

繊維長/mm

全有機体炭素(TOC)計



●この装置でできること

- ・水中に溶け込んでいる有機物量の定量分析 (=全有機体炭素量)
- ・水中に溶け込んでいる無機炭素量の定量分析 (主に二酸化炭素)
- 水中に溶け込んでいる全窒素量の定量分析 (主にアンモニア態窒素)

●装置の主な利用分野

- ・農業排水や工場排水の有機物汚染度評価
- 河川水や海水の有機物汚染度評価
- ・食品製造機械の洗浄度評価
- ・医薬品製造に用いる精製水の清浄度評価 等

令和4年度高知県立紙産業技術センター報告第27号 令和4年12月28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 西富謄写堂印刷