

# 高知県立紙産業技術センター報告

第13号

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

VOL. 13

2008

高知県立紙産業技術センター

**KOCHI PREFECTURAL PAPER TECHNOLOGY CENTER**

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

# 目 次

はじめに	1
I 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	8
II 業務概要	
1 試験研究	15
2 技術相談及び技術指導	15
3 依頼試験及び設備使用	16
4 工業所有権	16
5 開放試験設備利用研修事業	16
6 研修生の受入れ	17
7 講師派遣及び口頭発表	17
8 客員研究員招へい事業	18
9 新商品開発研究事業	18
III 研究調査報告	
スパンレース不織布の構造や物理的性質に及ぼす製造条件の影響	19
スパンレース不織布のウォータージェットマークへ及ぼす製造条件の影響	43
製紙用原料の改質による機能性繊維の開発（第3報）	50
Property of Fiber Board from Paper Sludge of Sanitary Paper	65

## はじめに

当センターでは平成19年度、本県紙産業及びわが国の紙、不織布、シート産業に対して、「高機能な紙・不織布の開発」「産業振興のための技術支援」「紙文化への貢献」などを経営方針として取り組んできました。

具体的にはまず第1に、平成17、18年度に地域新生コンソーシアム研究開発事業「保湿不織布による介護用ケアシートの開発」を実施しましたので、19年度にはその成果を事業化するため、化粧品分野に絞り、化粧用リメイクシートや赤ちゃん用シートとして、その試作品評価を中心に行い、商品化の目途がつきつつあります。また、(独)科学技術振興機構の委託事業として、高知大学で開発された抗菌、抗かび材料を不織布に塗布し、室内飼育のためのペットシート用途を開発する「複合シート材料の開発」を開始しました。さらに、「特殊繊維を利用したインダストリーテキスタイル不織布の開発」、「製紙用繊維の改質による新清浄用紙の開発研究」など前年度に引き続いて企業と共同で商品化を目指してきました。

次に、紙産業をはじめ関連産業の振興のための技術支援として、試験機器の精度校正等による信頼の向上とスキルアップを目指すとともに、依頼分析試験の一部をアウトソーシングするなど、依頼分析試験の充実に努めました。それらの結果、19年度手数料収入は3,103件（前年度比115%）、13,824千円（前年度比106%）で、件数、金額とも昨年度の実績を上回っています。また、プラントによる研究成果や新素材の紹介、企業の現状把握と技術支援ニーズ情報の収集や現場指導のための企業巡回、後継者や技術者育成のための各種研修や研究会などを前年に引き続いて実施しました。

三番目に(独)国立文化財研究所や国宝修理装こう師連盟などと連携して、和紙を用いた文化財修復に関するわが国唯一の支援機関を目指してきましたが、19年9月、当センター職員が文部科学大臣から、表具用手すき和紙（補修紙）製作について選定保存技術保持者として認定されました。その職員を中心に前年度に引き続いて古文書用紙の復元に関する支援と文化財修理技術者5名についての人材育成委託事業を実施しました。

そのほかに、センターの将来的な人材育成の観点に立ち、大学院派遣や各種セミナーへの参加など自己研鑽を含む研修参加を積極的に奨励してきました。また、公設試の役割をより一層果たせるよう、地域の大学はじめ県外の紙・不織布関連の大学や(財)高知県産業振興センター、(社)高知県製紙工業会など各種の支援団体と連携して業務を進めてきました。

この報告者は、当センターの平成19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「地域産業の技術的支援機関」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します。

平成20年9月

高知県立紙産業技術センター  
所長 池 典 泰

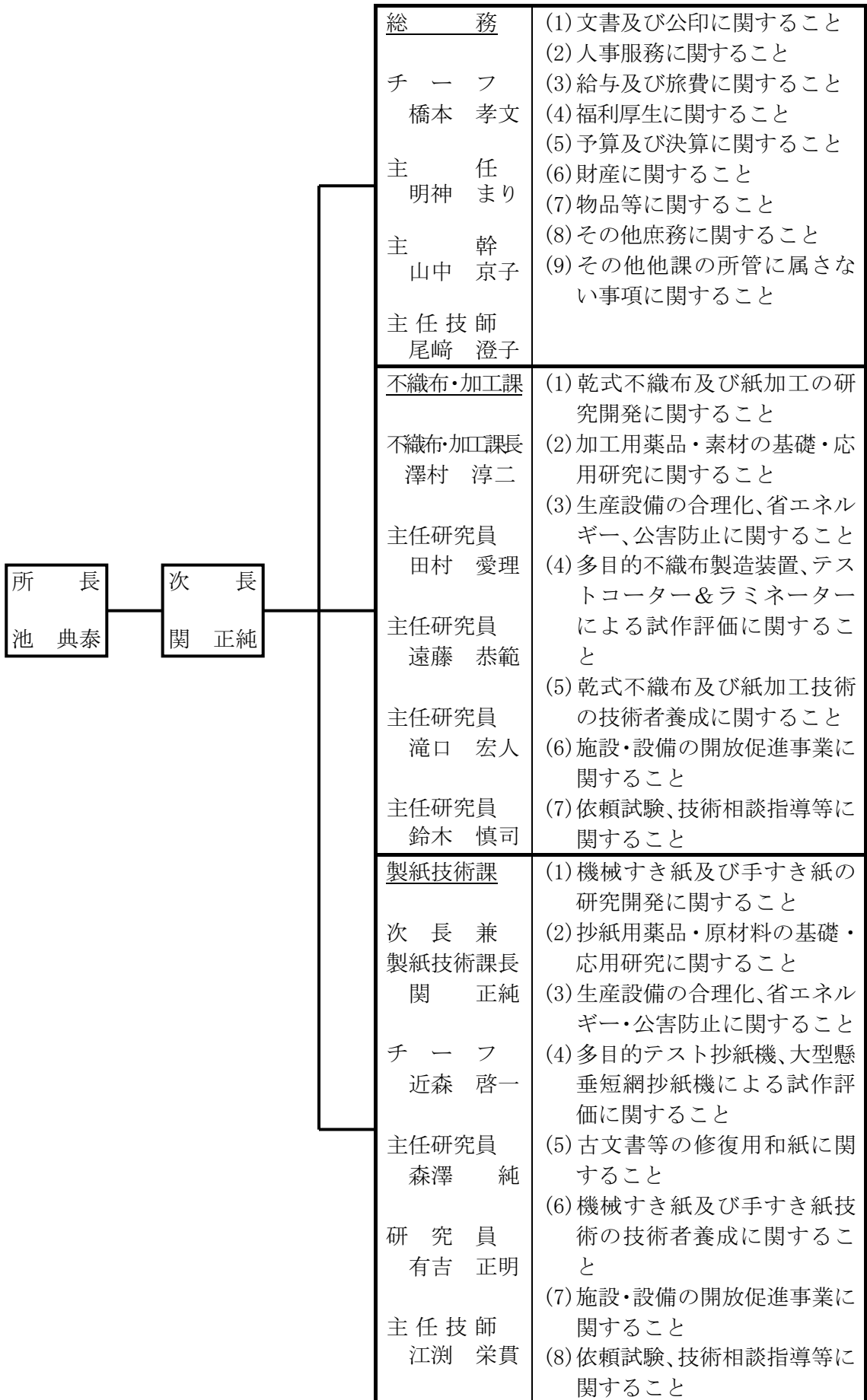
# I 紙産業技術センターの概要

## 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38年 場の整備強化に着手する。
- 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45年 第二工場に恒温恒湿機械装置を設置する。
- 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8～9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 機構改革により、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 機構改革により、組織を総務、不織布・加工課、製紙技術課とする。

2 組織及び業務

平成20年4月1日現在



### 3 職員の構成

班 部 別	事 務 職 員	技 術 職 員	技 能 職 員	計
所 長		1		1
次 長		1		1
総 務	3		1	4
不織布・加工課		5		5
製紙技術課		4 (1兼)	1	5 (1兼)
計	3	10	2	15

### 4 施設の概要

敷地面積		13,069.79 m <sup>2</sup>
建物延面積		5,788.51 m <sup>2</sup>
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 <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)(現在は使用禁止)	8.36 m <sup>2</sup>

### 5 決算(19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	27,933	
紙産業技術試験研究費	9,758	
紙産業技術振興促進費	2,761	
科学技術振興事業費	738	
科学技術共同研究費	2,279	
試験研究機関施設整備費	1,512	
計	44,981	

(歳入)

科 目	金 額(千円)	備 考
使 用 料	1,112	試験設備使用料等
手 数 料	13,824	依頼試験手数料
財 産 収 入	30	財産売払収入
諸 収 入	1,636	委託研究、ライセンス研修負担金等
計	16,602	

6 試験手数料及び機械器具使用料

(1) 試験手数料(県内)

平成20年4月1日現在

区分	種別	単位	金額(円)
定性分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	1,570
	特殊なもの	指定成分1成分につき	3,050
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	3,050
	特殊なもの	指定成分1成分につき	6,250
	特殊機器によるもの 簡易なもの	1件(指定成分1成分)につき	12,700
	特殊機器によるもの 複雑なもの	1件(指定成分1成分)につき	27,940
物理化学試験	紙及び板紙の物理試験	1件につき	1,650
	段ボールの物理試験	1件につき	1,990
	さらし率試験	1試料につき	3,610
	繊維相対粘度試験	1試料につき	5,170
	樹脂抽出試験	1試料につき	5,140
	灰分試験	1試料につき	3,310
	紙料水分試験	1試料につき	1,660
	ろ水度試験	1試料につき	1,290
	サイズ度試験	1試料につき	1,570
	きょう雑物試験	1試料につき	1,790
	pH試験	1試料につき	1,790
	繊維組成試験 光学顕微鏡によるもの	1試料につき	1,950
	繊維組成試験 薬品溶解定量によるもの	1試料につき	3,960
	指示薬を使用する紙質試験	1試料につき	620
	褪色度試験	1件(30時間まで)につき	7,830
	印刷適性試験	1件につき	3,330
	顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	3,330
	顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	240
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	4,540
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	360
	繊維長分布測定試験	1試料につき	2,180
	細孔分布測定試験	1試料につき	2,600
	不織布地合測定試験	1件につき	2,150
	ガス透過率測定試験	1件につき	4,120
	恒温恒湿槽試験料処理試験	1件(1時間まで)につき	1,500
	恒温恒湿槽試験料処理試験 追加分	1時間を超える場合は1時間につき	620
	落下衝撃試験	1件につき	4,690
	ラウンダーメータによる処理試験	1件につき	1,990
	燃焼速度処理試験	1件につき	2,340
	衣服内環境試験	1件につき	3,840
原料処理試験	紙料調整試験	1件(1kgまで)につき	1,740
	大型開放釜による煮熟試験	1件につき	12,480
	中型開放釜による煮熟試験	1件につき	10,190
	小型開放釜による煮熟試験	1件につき	4,520
	オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	6,770
	地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	20,940
	湿式紡糸装置による紡糸試験	1件につき	11,920
	粉碎処理試験	1件につき	3,700
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間につき	28,030
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間につき	19,870
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間につき	9,520
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間につき	16,020
	モールド試験機による抄紙試験	1時間につき	4,970
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)につき	3,490
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)につき	2,410
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時間につき	13,750
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間につき	6,000
	圧縮成型プレス試験	1時間につき	5,190
	サイズプレス試験	1時間につき	3,720
	エンボス試験	1時間につき	4,240
	熱カレンダー加工試験	1時間につき	2,770
	紙の手加工試験	1時間につき	2,490
	スーパーカレンダーによる加工試験	1時間につき	2,680
設計図料	A2判	1件(1枚)につき	18,240
成績書の謄本又は証明書		1通につき	560



## (2) 試験手数料(県外)

平成20年4月1日現在

区 分	種 別	単 位	金額 (円)
定性分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	3,140
	特殊なもの	指定成分1成分につき	6,100
定量分析	一般的なもの	指定成分1成分につき	6,100
	特殊なもの	指定成分1成分につき	12,500
	特殊機器によるもの 簡易なもの	1件(指定成分1成分)につき	25,400
	特殊機器によるもの 複雑なもの	1件(指定成分1成分)につき	55,880
物理化学 試験	紙及び板紙の物理試験	1件につき	3,300
	段ボールの物理試験	1件につき	3,980
	さらし率試験	1試料につき	7,220
	繊維相対粘度試験	1試料につき	10,340
	樹脂抽出試験	1試料につき	10,280
	灰分試験	1試料につき	6,620
	紙料水分試験	1試料につき	3,320
	ろ水度試験	1試料につき	2,580
	サイズ度試験	1試料につき	3,140
	きょう雑物試験	1試料につき	3,580
	pH試験	1試料につき	3,580
	繊維組成試験 光学顕微鏡によるもの	1試料につき	3,900
	繊維組成試験 薬品溶解定量によるもの	1試料につき	7,920
	指示薬を使用する紙質試験	1試料につき	1,240
	褪色度試験	1件(30時間まで)につき	15,660
	印刷適性試験	1件につき	6,660
	顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	6,660
	顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	480
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型	1件(3枚まで)につき	9,080
	走査電子顕微鏡写真撮影 手札型 追加分	焼き増し1枚につき	720
	繊維長分布測定試験	1試料につき	4,360
	細孔分布測定試験	1試料につき	5,200
	不織布地合測定試験	1件につき	4,300
	ガス透過率測定試験	1件につき	8,240
	恒温恒湿槽試料処理試験	1件(1時間まで)につき	3,000
	恒温恒湿槽試料処理試験 追加分	1時間を超える場合は1時間につき	1,240
	落下衝撃試験	1件につき	9,380
	ラウンダーメータによる処理試験	1件につき	3,980
	燃焼速度処理試験	1件につき	4,680
	衣服内環境試験	1件につき	7,680
原料処理 試験	紙料調整試験	1件(1kgまで)につき	3,480
	大型開放釜による煮熟試験	1件につき	24,960
	中型開放釜による煮熟試験	1件につき	20,380
	小型開放釜による煮熟試験	1件につき	9,080
	オートクレーブによる蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	13,540
	地球釜による蒸解試験(使用薬品を除く)	1件につき	41,880
	湿式紡糸装置による紡糸試験	1件につき	23,840
	粉碎処理試験	1件につき	7,400
抄紙試験	多目的テスト抄紙機による抄紙試験	1時間につき	56,060
	多目的不織布製造装置による抄紙試験	1時間につき	39,740
	小型抄紙機による抄紙試験	1時間につき	19,040
	大型懸垂短網抄紙機による抄紙試験	1時間につき	32,040
	モールド試験機による抄紙試験	1時間につき	9,940
	手すき抄紙試験	1時間(10枚)につき	6,980
	シートマシンによる抄紙試験	1時間(10枚)につき	4,820
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時間につき	27,500
	樹脂加工試験機による加工試験	1時間につき	12,000
	圧縮成型プレス試験	1時間につき	10,380
	サイズプレス試験	1時間につき	7,440
	エンボス試験	1時間につき	8,480
	熱カレンダー加工試験	1時間につき	5,540
	紙の手加工試験	1時間につき	4,980
	スーパーカレンダーによる加工試験	1時間につき	5,360
設計図料	A2判	1件(1枚)につき	36,480
成績書の謄本又は証明書		1通につき	1,120

## (3) 機械器具使用料(県内)

平成20年4月1日現在

区 分	種 別	単 位	金額 (円)	
原料処理機器	1 k g ホーレンダー型ピーター	1 台 1 時間につき	590	
	8 k g ホーレンダー型ピーター	1 台 1 時間につき	650	
	13 k g ホイト型ピーター	1 台 1 時間につき	680	
	38 k g ホイト型ピーター	1 台 1 時間につき	1,410	
	1 k g ナギナタ型ピーター	1 台 1 時間につき	590	
	10 k g ナギナタ型ピーター	1 台 1 時間につき	620	
	スクリーン	1 台 1 時間につき	680	
	セントリククリーナー	1 台 1 時間につき	650	
	蒸解用オートクレーブ	1 台 1 時間につき	1,020	
	地球釜	1 台 1 時間につき	3,070	
	粉碎機	1 台 1 時間につき	1,340	
	その他の原料処理機器	1 台 1 時間につき	590	
	試験機器	熱風循環式高温炉	1 台 1 時間につき	1,220
万能試験機(テンシロン)		1 台 1 時間につき	1,140	
フェードメーター		1 台 3 0 時間につき	5,660	
ブラジール通気度試験機		1 台 1 時間につき	500	
偏光顕微鏡		1 台 1 時間につき	640	
バームボロシメーター		1 台 1 時間につき	740	
紙伸縮計		1 台 1 時間につき	610	
横型引張試験機		1 台 1 時間につき	680	
白色度計		1 台 1 時間につき	800	
繊維長分布測定試験		1 台 1 時間につき	1,230	
印刷適性試験機		1 台 1 時間につき	1,540	
マイクロハイスコープ		1 台 1 時間につき	1,870	
ハンディー圧縮試験機		1 台 1 時間につき	710	
クリーンベンチ		1 台 1 時間につき	660	
ガス透過率測定装置		1 台 1 時間につき	910	
イメージアナライザー		1 台 1 時間につき	720	
走査電子顕微鏡		1 台 1 時間につき	3,050	
織物摩耗試験機		1 台 1 時間につき	900	
落下衝撃試験装置		1 台 1 時間につき	970	
ショッパー型耐水度試験機		1 台 1 時間につき	780	
K E S 風合い・曲げ試験機		1 台 1 時間につき	1,100	
K E S 風合い・せん断試験機		1 台 1 時間につき	1,100	
K E S 風合い・引張試験機		1 台 1 時間につき	1,100	
K E S 風合い・圧縮試験機		1 台 1 時間につき	1,100	
K E S 風合い・表面試験機		1 台 1 時間につき	1,100	
ラウンダーメーター		1 台 1 時間につき	680	
分光蛍光光度計		1 台 1 時間につき	1,210	
保湿度試験機		1 台 1 時間につき	810	
燃焼速度試験器		1 台 1 時間につき	700	
環境総合実験システム		1 台 1 時間につき	1,230	
その他の試験機器		1 台 1 時間につき	620	
抄紙加工機		サイズプレス	1 台 1 時間につき	980
		自動テストプレス	1 台 1 時間につき	1,620
	樹脂成型プレス機	1 台 1 時間につき	820	
	エンボスマシン	1 台 1 時間につき	1,430	
	熱カレンダー	1 台 1 時間につき	1,060	
	樹脂加工機	1 台 1 時間につき	2,120	
	モールド試験機	1 台 1 時間につき	900	
	艶付け機(亜鉛板を除く)	1 台 1 時間につき	900	
	小型抄紙機	1 台 1 時間につき	6,700	
	手すき抄紙室に備え付ける器具	1 台 1 時間につき	530	
	スーパーキャレンダー	1 台 1 時間につき	1,380	
	その他の抄紙加工機	1 台 1 時間につき	570	
	分析機器	顕微 F T - I R	1 台 1 時間につき	5,210
高速液体クロマトグラフ		1 台 1 時間につき	900	
ガスクロマトグラフ		1 台 1 時間につき	800	
自記分光光度計		1 台 1 時間につき	660	
イオンクロマトグラフ		1 台 1 時間につき	860	
元素分析用低真空電子顕微鏡		1 台 1 時間につき	6,950	
I C P 発光分析装置		1 台 1 時間につき	3,730	
全有機炭素分析計		1 台 1 時間につき	950	
熱分析装置(D S C)		1 台 1 時間につき	990	
その他の分析機器		1 台 1 時間につき	590	
加算額	電気、水道、付属設備を著しく使用する場合		実 費	
施設	研修室[1]	半日につき	6,460	
	会議室	半日につき	4,270	
	研修室[1]	1 日につき	12,930	
	会議室	1 日につき	8,550	
	研修室[1]及び[2]	半日につき	12,930	
	研修室[1]及び[2]	1 日につき	25,860	

## 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 傾斜型短網傾斜角：0～20度 抄紙幅：550 mm 抄紙速度：10～200m/min 抄紙坪量：12～250g/m <sup>2</sup>	H. 6 H. 12
	(株)大昌鉄工所		ウォータージェット処理装置 最大水压：10Mpa、最大水量：66L/min 水門数：2門	
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 1000 mm 抄紙速度：5～20m/min 抄紙坪量：8～200g/m <sup>2</sup> ウェットクレープ装置、抄紙部セット化 ダンティーロール、ナギナ配合装置	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：3～13m/min 抄紙幅：300 mm 斜度：0～20度 ウォータージェット装置：最高圧力 9.8MPa	H. 6
多目的テスト抄紙機 原料調整設備	(株)大昌鉄工所		バルバー：2m <sup>3</sup> セントリクリーナー DDR：75kw×6P サイクリングタンク、配合ホッチャー、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		バケットチェスト、振動スクリーン、スーパークロン セントリクリーナー、インクライトロールプレス	H. 6
スーパーハイブレーター	(株)長谷川鉄工所	300-TB	ディスク径：300 mm	S. 51
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：14 kg/c m <sup>2</sup> 原料処理量：約 300 kg	S. 46
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 3.2 mm、幅 43 mm ロール：直径 194 mm 面長：152 mm 回転数：500rpm 標準処理量：約 360g	S. 54
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
小野打カッター	小野打製作所	DL-150		S. 57
全自動平プレス	(株)羽島	HP-54A	最大加圧力：500g/c m <sup>2</sup> 最高温度：220℃ 加圧時間：0～30sec プレス寸法：500×400 mm	H. 6
パルプ標準離解機	(株)東洋精機		TAPPI 標準、JIS 対応	S. 55
遠心脱水機	国産遠心機(株)	H-130-B		S. 58
叩解度試験機	東洋テスター(株)	シヨッパ型	JISP8121 に対応	S. 62

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
ろ 水 度 試 験 機	東洋テスター(株)	カテ <sup>ディ</sup> アン型	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	
大 型 打 解 機	(株)大昌鉄工所			H. 6
原 料 煮 熟 釜			大釜：約 30 kg 中釜：約 10 kg 小釜：約 3 kg	
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
蒸解用オートクレーブ	坂本鉄工所		加熱方式：電気、蒸気 有効容積：120 ℓ 最高圧力：15 kg/cm <sup>2</sup>	H. 6
ナギナタピーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、2 kg	S. 42
ホレンダーピーター	(株)梅原製作所		容量：1 kg、4kg、8 kg、10 k g	S. 42 H. 6 H. 11
円 型 シ ー ト マ シ ン	(株)東洋精機製作所		作成シートの大きさ：160 mm 金網：150 メッシュ	S. 49
角 型 シ ー ト マ シ ン	熊谷理機工業(株)		作成シートの大きさ：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)		作成シートの大きさ：25cm 角 クーチング回数：5 回 クーチング速度：20 cm/sec	H. 7
多 目 的 抄 紙 機 円 網 シ リ ン ダ ー	(株)梅原製作所		上網(14 メッシュ)、下網(80 メッシュ) 外寸：φ 1220mm 幅：650mm	H. 11
小 型 抄 紙 機 円 網 シ リ ン ダ ー	(株)梅原製作所		上網(14 メッシュ)、下網(80 メッシュ) 外寸：φ 655mm 幅：400mm	H. 11
高 性 能 ミ キ サ ー	(株)エーテックジ ヤパン	Distromix B DB60-H	ローターステーター式攪拌装置 バッチ処理量：1.0~20 ℓ 最大回転数：3,000rpm	H. 17
超 微 粒 磨 碎 機	増幸産業(株)	セロ <sup>ン</sup> ・ニ MKCA6-2	グラインダー：MKE6-46(標準溝) 砥石直径：φ 150mm(6 インチ)	H. 19

## (2)加工設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
多目的不織布製造装置	川之江造機(株)		抄速：1～10m/min ホブナー2台：働巾 250 mm ホブナーフィーダー2台：働巾 500 mm カート機2台：働巾 500 mm ウォータージェット装置：圧力 15Mpa サマルトライヤー、サマルキレンダー 速度制御システム	H. 6 H. 7 H. 11 H. 17
樹脂加工機	(株)勝賀瀬鉄工所		加工巾：600 mm 加工速度：0～10.0m/s	H. 5
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：500 mm (最大 650 mm) グラビアコーター、S字トップコーター、 スプレーコーター、ティップ式コーター、 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
樹脂成形プレス	(株)神藤金属工業	AWFA-37	最高使用圧力：210 kg/c m <sup>2</sup> 成形型寸法：355×305 mm 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：1015 mm	H. 6
自動テストプレス	(株)神藤金属工業	AF-50 C	最大圧力：210 kg/c m <sup>2</sup> プレス面積：50×50cm 最高温度：400℃	H. 元
粉 砕 器	(株)吉田製作所	1029-JC	790rpm	H. 4
粉 砕 機	ターボ工業(株)	T250-4J	粉砕室内径：φ 250 mm 回転数：4000～10000rpm	H. 8
熱 カ レ ン ダ ー	熊谷理機工業(株)		加工巾：400 mm 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：600 mm 最高使用温度：150℃	H. 3
熱風循環式高温炉	旭科学(株)	HF-60	使用温度：0～600℃	H. 3
万 能 ス リ ッ タ ー	(有)勝賀瀬鉄工所		許容坪量：12～250g/m <sup>2</sup> 最大幅：1000 mm 巻き取り最大径：700 mm	H. 6
ス リ ッ タ ー	(株)西村製作所	TB-2A 型	材料巾：550mm～250mm 材料最大径 φ 600mm	H. 13
撚 糸 装 置	金生鉄工所		10 錘	H. 13
織 り 機	(有)中村機械製作所	NS-M 型	織り巾 900mm	H. 13

## (3) 試験設備

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	80iF-21-1	倍率：×4、×10、×20 ダブルポート装置付属	H. 17
万 能 投 影 機	(株)ニコン	V-12	倍率：×20、×100、×200 透過光及び反射光切替可能	H. 元
偏 光 顕 微 鏡	(株)ニコン	オブチフオト 2 ポル	倍率：×4、×10、×40、×100 写真撮影装置付属	H. 6
生 物 顕 微 鏡	(株)ニコン	オブチフオト 2	倍率：×4、×10、×40、×100 マルチフォーカシング装置付属 顕微鏡カラーテレビ装置付属 カラーイメージャーユニット付属	H. 6
イオンクロマト	横河アナリティカルシステムズ(株)	IC-7000E	測定イオン：F、Cl、NO <sub>3</sub> 、NO <sub>2</sub> 、Br、SO <sub>4</sub>	H. 6
自記分光光度計	(株)日立製作所	U-3210	分光器：グレーティング・グレーティング 収差補正、ダブルモノクロ 瀬谷-波マウント 測定波長範囲：190nm～900nm 光源：無調整重水素ランプ 無調整珪素タンクステン	H. 3
繊維長測定装置	メツオオートメーション(株)	FS-200	分解能：50 μm 測定速度：最大 100 本/秒、100ml/分	H. 6
顕微 FTIR	日本電子(株)	JIR-DIAMO ND20	波数領域：4000～400cm <sup>-1</sup> 最高分解能：2cm <sup>-1</sup> 光学系：シングルビーム トランスポート干渉計 検出器：DTGS 赤外顕微鏡 検出器：MCT 倍率：×400	H. 5
フーリエ変換 赤外分光光度計	(株)島津製作所	FTIR-8300	波数領域：7800～350cm <sup>-1</sup> 光学系：シングルビーム方式 検出器：高感度焦電検出器(DLATGS) 干渉計：30° 入射マイケルソン干渉計 S/N：2,600:1 以上	H. 11
表面体積抵抗率測定機	(株)アトバンテスト	R12704 /R8340A	電極寸法 主電極：φ 50 mm ガード電極：φ 80 mm φ 70 mm 対抗電極：110×110 mm 試料最大寸法：150×140×厚さ 5 mm 最小寸法：φ 85 mm以上	H. 5
ベック平滑度試験機	(株)東洋精機製作所	165	真空度表示範囲：0～760 mm Hg 真空度の設定：デジタルスイッチによる 1 mm Hg ステップ	S. 63
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

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
I G T印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)		印刷方法：振り子法、スプリング法	S. 58
動的浸透性試験機	(株)東洋精機製作所	No. 115	試験片寸法：幅 25 mm、長さ 1000 mm 円板の速度：15m/min 以下 スリット寸法：1 mm及び 0.5 mm×15 mm	H. 元
高圧破裂度試験機	日本理学工業(株)	ミュレン型	最高圧力：45 kg/c m <sup>2</sup> 、自動クランプ	S. 56
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、1 kg f まで 圧縮速度：0.01、0.1、1cm/sec、 0.02、0.00667 mm/sec 試料寸法：2×2cm 以上	H. 5
パームポロメーター	POROUS MATERLIALS INC.		チャンセル径：4.25cm 最大細孔径範囲：600～0.5 μm(水) 130～0.035 μm(FC-40)	H. 6
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
クラーク柔軟度試験機	(株)東洋精機製作所	108	回転速度：90°/15sec JIS P8143、L1709、L1003 に対応	S. 59
複合印刷適性試験機	熊谷理機工業(株)	2277	印刷の種類：ダイレクトグラビア印刷 オフセットグラビア印刷 フレキソ(フォーム)印刷 ホットメルト加工 印刷方式：枚葉方式 印刷速度：約 10～100m/分	H. 6
紙 伸 縮 計	(株)安田精機製作所	309	チャック間隔：0～100 mm可変 変位測定：差動トランス 測定範囲：-10～10 mm	H. 6
万 能 試 験 機	(株)オリエンテッ ク	テンシロン UTA-1T	最大荷重：1ton エアチャック有	H. 5
白 色 度 計	日本電色工業(株)	PF-10	積分球による拡散光照明の垂直受光 方式(エルホ方式)、蛍光度測定、 不透明度	H. 6
軽荷重引裂度試験機	熊谷理機工業(株)	エレメント型	目盛範囲：0～33g	H. 6
低圧破裂度試験機	(株)安田精機製作所	ミュレン型 No.305-YPL	適用範囲：破裂強さ 1373KPa 以下 厚さ：0.64 mm以下 デジタル圧力計	H. 6
自動昇降式紙厚計	熊谷理機工業(株)	TM500	測定範囲：0～1.999 mm 測定精度：0.001 mm 測定圧力：0.55±0.05 kg/c m <sup>2</sup> デジタル表示、記録計付属	H. 6
引 裂 度 試 験 機	(株)東洋精機製作所	エレメント型	デジタル表示、エアチャック使用	H. 6
M I T耐折度試験機	熊谷理機工業(株)	2015-MR	折り曲げ荷重：0.5～1.5 kg つかみ回転速度：175±10rpm	H. 6
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±0.1 mm	H. 6

設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
イメージアナライザー	本体：東洋紡(株) 解析：三谷商事(株)	V-10 WinR00F	画像処理： 512×400画素×8ビット×12画面 画像処理機能：個数、面積、 円相当径、フェレ径、 最大弦長、周囲長等	H. 6
元素分析用 低真空SEM	日本電子(株)	JSM-5310L /JED2100	走査電子顕微鏡 検出器：大型高感度半導体 二次電子分解能：4.5nm(WD8mm) 二次電子倍率：×15～×200,000 反射電子分解能：5.5nm(WD8mm) 反射電子倍率：×15～×100,000 ズーム型コンデンソレンズ装備 加速電圧：0.5～3kv(0.1kv幅) 真空度：6Pa～270Pa X線分析装置(リトラクタブル型) QBaseによる定性分析データベース	H. 6
オートクレーブ	サンヨー(株)		滅菌温度：105℃～121℃	H. 5
ハンドルーオーバー	熊谷理機工業(株)		測定範囲：25g、50g すき間間隔：5～20mm	S. 53
段ボール圧縮試験機	日本理学工業(株)	SAC	最大容量：5トン 圧縮板間隔：0～1000mm 圧縮板大きさ：1000mm四方	S. 44
恒温恒湿装置	タバイ	PR-3GM	温度範囲：-20～100℃ 湿度範囲：30～98%RH 内容量：60×85×80cm	S. 59
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
インキュベーター	サンヨー(株)	MIR-152	温度範囲：-10～50℃	H. 元
実体顕微鏡	(株)ニコン			H. 元
マイクロハイコープ	(株)ハイロックス	DH-2200	倍率：20～100可変、ビデオプリンター	H. 5
色彩色差計	(株)ミノルタ	CR-200		H. 3
変角光沢計	日本電色(株)	VGS-1001DP		H. 元
クリーンベンチ	サンヨー(株)	MCV-13BSF		H. 6
高速液体 クロマトグラフ	日製産業(株)	L-6000	検出器：UV-VIS検出器、195～700nm 示差屈折率検出器、電導度検出器	S. 63
ガスクロマトグラフ 分析装置	(株)島津製作所	GC-7A	検出器：FID, TCD	S. 59
ガスクロマトグラフ 分析装置	(株)島津製作所	CG-14A	検出器：FID, TCD	S. 63
ICP発光分析装置	(株)パーキンエルマー	OPTIMA3000		H. 7
全有機体炭素計	(株)島津製作所	TOC-5000A	4ppb～4000ppm	H. 7
冷却遠心器	(株)日立製作所	CF-7DS		H. 7
熱分析装置	(株)島津製作所	DSC-60	温度範囲：常温～600℃	H. 15



設 備 名	製 作 所	型 式	仕 様	導 入 年 度
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
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：25 cm 往復摩擦台速度：125±5 回/分 ゴム膜、空気圧：0.5 kg/cm <sup>2</sup> JIS L-1906, L-1096 対応	H. 8
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：φ13 cm 試験回転速度：約 70rpm JIS L-1906, L-1096 対応	H. 8
シヨツパー型耐水度試験機	(株)大栄科学精器製作所	WR-1600DM	JIS L-1092 耐水度試験対応	H. 10
緩衝材用落下衝撃試験装置	吉田精機(株)	ACST-200	落下重錘質量：0.9～50 kg JIS Z-0235-76 対応	H. 9
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
水蒸気透過度テスター	八洲貿易(株) Dr. Lyssy 社製	L80-4000 型 Ver. J	JIS Z-0208 及び K-7129 対応	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
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
ラウンダーメーター	(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する堅牢度の測定	H. 11
分光蛍光光度計	(株)日立製作所	F-4500	光源：150Xe ランプ 分解：1.0nm 分光器：メカカルリング 900L/m 測定波長範囲：EX, EM200～730nm	H. 10
環境総合実験システム	カトーテック(株)		衣服素材の清涼感による快適性を、熱を水分の移動に関する特性により、数値化するシステム	H. 12
炭化装置	光洋サーモシステム(株)	KTF045N	加熱方式：電気抵抗加熱 温度制御システム 設定精度：±(0.3%FS+1degit) 最高使用温度：1100℃ 温度設定分解能：1℃ 調節動作：オートチューニング付き PID 制御	H. 13
電気炉	ヤマト科学(株)	FO-710	使用温度範囲：100～1150℃	H. 16
顕微鏡デジタルカメラ	(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	H. 17
少量棚式チャンバー 凍結乾燥システム	東京理化学器械(株)	FDU-1100 DRC-1N	トラップ温度：-45℃ 試料棚サイズ：W200mm×D230mm2 段	H. 17
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

## Ⅱ 業 務 概 要

## 1 試験研究

研 究 テ ー マ	予 算 項 目	担 当 課
複合機能シート材料の開発(生活関連シートの開発)	大学連携	不織布・加工課
保湿不織布による介護用ケアシートの開発	地域コンソ	不織布・加工課
特殊繊維を利用したインダストリーテキスタイル不織布の開発	一般研究	製紙技術課
製紙用繊維の改質による新清浄用紙の開発研究	一般研究	不織布・加工課

## 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	854	紙料の叩解、配合
抄紙加工技術	856	機能紙の抄造、含浸加工
紙の生産管理技術	868	抄紙合理化、品質向上
設備改善、設計	178	抄紙設備、加工機
省エネルギー技術	45	蒸気管理、節電
公害防止技術	59	排水処理
計	2,860	

### (2) 技術指導・技術支援

担 当 課	内 容
不織布・加工課	生産工程における異物混入防止に関する指導 保温剤用表面シートの分析について 紙への炭粉塗工方法について WJノズルの管理及びメンテナンス方法について 天然高分子繊維を用いた不織布の製造方法について
製紙技術課	人工木灰の開発と修復用紙の試作 ペーパースラッジを利用した高強度材料の開発 杉皮の抄紙方法と製品化について 酸化亜鉛を用いた機能紙の抄紙方法 チタンアパタイトを填料とした紙の抄紙法 紙糸の染色方法 中国東巴紙に用いられている植物原料について 中世文書の補修紙及び保護紙の製造方法について

### 3 依頼試験及び設備使用

#### (1) 依頼試験

年 度	12	13	14	15	16	17	18	19
件 数	2,281	2,988	3,605	3,061	3,257	2,508	2,710	3,103
手数料(千円)	10,113	10,245	12,302	11,129	11,154	10,574	13,033	13,824

#### (2) 設備使用

年 度	12	13	14	15	16	17	18	19
件 数	860	1,021	893	1,250	775	893	1,232	968
使用料(千円)	675	941	756	915	513	594	1,159	862

### 4 工業所有権

区分	状況	出 願 日 等	工業所有権の名称
特許	登録	登録日 H 8. 9. 18	紙風船
特許	登録	登録日 H12. 12. 8	印刷用和紙の製造方法
特許	登録	登録日 H19. 10. 19	家畜解体用の吸液マットおよび吸液枕材の保持シート
特許	公開中	公開日 H16. 3. 4	多量の血液等を吸収できる吸収性物品とその使用方法
特許	公開中	公開日 H17. 4. 28	模様付き不織布の製造方法および模様付き不織布
特許	公開中	公開日 H18. 6. 22	微生物担持シートおよび排水浄化方法
特許	公開中	公開日 H18. 8. 10	抗菌性の紙、不織布または繊維製品
特許	公開中	公開日 H19. 1. 25	エンボス加工クレープ紙とその製造方法
特許	公開中	公開日 H19. 9. 20	石英ガラス不織布の製造方法
特許	公開中	公開日 H19. 10. 18	保湿不織布とその製造方法
特許	公開中	公開日 H20. 1. 31	石英ガラス繊維含有乾式短繊維ウェブおよび不織布
特許	公開中	公開日 H20. 9. 11	保湿不織布
特許	公開中	公開日 H20. 9. 11	保湿不織布包装体
特許	公開中	公開日 H20. 9. 11	保湿不織布およびその製造方法

### 5 開放試験設備利用研修事業

日 程	設 備 名	研修修了者数
H20. 1. 23	万能試験機 (テンシロン U T A - 1 T)	2名

## 6 研修生の受入れ

人数	期 間	内 容	備 考
5	5/16～5/18	手抄き和紙の製作方法研修	環境修復専門学校
1	7/30～8/10	ペーパーズプリット技術研修	東京農工大学
1	8/20～8/31	インターンシップ	高知工科大学
2	8/20～8/31	インターンシップ	高知女子大学
3	8/20～8/31	インターンシップ	高知工業高等専門学校
2 3	8/21, 29, 9/5, 10	製紙技術研修会（県内企業 1 社向け）	県内企業
2	8/27～8/29	不織布の製造工程及び不織布の諸性質の測定	京都女子大学
1	9/10～9/14	手抄き和紙の製作方法研修	昭和女子大学
2	9/10～9/14	手抄き和紙の製作方法研修	国宝修理装こう師連盟
3	10/23～10/27	手抄き和紙の製作方法研修	国宝修理装こう師連盟
1	1/21～1/27	ペーパーズプリット技術研修	東京農工大学

## 7 講師派遣及び口頭発表

会 名	場 所	テ ー マ	発 表 者	年 月 日
繊維リサイクル技術研究センター 第5回講演会	京都工芸繊維大学	紙とリサイクル	近森啓一	H19. 5. 21
日本繊維機械学会 第60回年次大会	大阪科学技術センター	家庭紙P Sを使用した繊維板の機械的特性	近森啓一	H19. 5. 31
First International Symposium on Fiber Recycling	京都工芸繊維大学	Property of Fiber Board from Paper Sludge of Household Paper	近森啓一	H19. 6. 21
第5回食品衛生指導員 研修支部大会	土佐市	高知県でつくられる紙製品について	池 典泰	H19. 10. 12
機能紙研究会 第46回研究発表・講演会	高松市	保湿機能を付与した化粧用不織布の開発	鈴木慎司	H19. 11. 15
産業技術連携推進会議 紙パルプ分科会	四国中央市	保湿機能を付与した化粧用不織布の開発	鈴木慎司	H19. 12. 5
第26回フォローアップ セミナー	土佐市	高知県の紙のはなし	池 典泰	H20. 2. 25
四国紙パルプ研究協議会 平成19年度第2回講演会	当センター	製紙用原料の改質による機能性繊維の開発	遠藤恭範	H20. 3. 10

## 8 客員研究員招へい事業

客員研究員名	矢井田 修	役職名	京都女子大学家政学部生活造形学科教授
項目	日程	内 容	
研究手法及び職員資質向上の指導	H19. 5. 25	水流交絡不織布のウォータージェット圧力とウォータージェット処理速度がその物理的特性に及ぼす影響の評価方法について	
	H19. 8. 27	ウォータージェット条件の物理的特性への影響評価用水流	
	H19. 8. 28	交絡法不織布の作製方法について	
	H20. 3. 13	平成19年度共同研究成果について	
	H20. 3. 17	不織布の基礎知識について	
	H20. 3. 18	技術講演「水流交絡法不織布の製造条件が不織布の構造や性能に及ぼす影響について」	

## 9 研究会事業

### (1) 多目的不織布製造装置研究部会(会員数: 43名)

開催日	テーマ	等	参加数
H19. 11. 9	水流交絡処理におけるノズル装着方向が不織布引張強度及び地合いへ及ぼす影響についての不織布の製造試験		5
H20. 2. 28	サクシオン条件によるウォータージェットマークへの影響		1
H20. 3. 18	技術講演「水流交絡法不織布の製造条件が不織布の構造や性能に及ぼす影響」 講師: 京都女子大学 家政学部 教授 矢井田 修		10
計			16

### (2) コーター&ラミネーター研究部会(会員数: 42名)

開催日	テーマ	等	参加数
H19. 10. 26	紙へのチタンアパタイト粉末塗工試験		5
H20. 1. 29	紙と可食性・生分解性フィルムとのラミネート試験		8
H20. 3. 31	水性加工顔料のコンマコート試験		11
計			24

### (3) 多目的抄紙機研究部会(会員数: 43名)

開催日	テーマ	等	参加数
H19. 12. 18	厚紙抄紙の確認(傾斜)		5
H20. 1. 25	厚紙抄紙(円網)		4
計			9

### (4) 大型懸垂短網抄紙機研究部会(会員数: 59名)

開催日	テーマ	等	参加数
H20. 3. 7	杉皮入り紙の抄紙		3
H20. 3. 25	食品油用フィルター紙の抄紙		4
計			7

### (5) 紙質研究会(会員数: 11名)

開催日	テーマ	等	参加数
H20. 3. 24	補修紙使用の現場 講師: ㈱岡墨光堂 上級技師 森 香代子		14
計			14

### Ⅲ 調查研究報告

## спанレース不織布の構造や物理的性質に及ぼす製造条件の影響

田村 愛理 澤村 淳二 遠藤 恭範 鈴木 慎司 滝口 宏人

矢井田 修\* 岡本 光子\* 金子 純子\*

### *The Effects of Making Parameters on Structure and Physical Properties of Nonwovens*

*Eri TAMURA Kiyotsugu SAWAMURA Yasunori ENDO*

*Shinji SUZUKI Hiroto TAKIGUCHI*

*Osamu YAIDA\* Mitsuko OKAMOTO\* Junko KANEKO\**

#### 1. 研究目的

спанレース不織布の製造において、ウォータージェット圧力、ノズルの挿入方向、ウォータージェット搬送ベルト速度などはспанレース不織布の力学特性や空隙構造に大きな影響を与えていると言われている。しかし、これまでウォータージェット圧力の程度が不織布の力学特性に及ぼす影響を調べた研究はあるが、ノズルの挿入方向やウォータージェット搬送ベルト速度にまで言及した例はない。

そこで今回の研究では、ウォータージェット二次圧、ウォータージェット搬送ベルト速度、ウォータージェット裏面打時シート方向、ウォータージェットノズル挿入方向、ウォータージェットノズル(二次)とサクシオン位置を変化させてспанレース(水流交絡法)不織布を試作し、それらの要因が不織布の力学的特性、吸水性、細孔径分布、ドレープ性等に及ぼす影響を調べる。

#### 2. 不織布製造方法及び試作試料

##### 2.1 スпанレース不織布の作製

спанレース不織布は、спанレース法により製造された不織布である。спанレース法とはウォータージェット(高圧水流:以下WJ)を用いて、

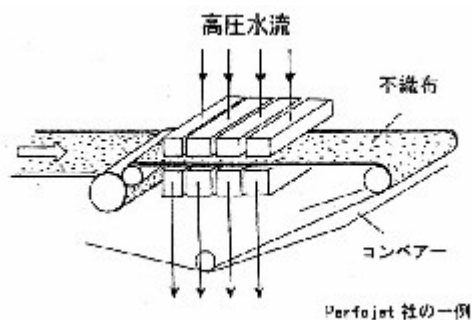


図1 スпанレースの製造工程

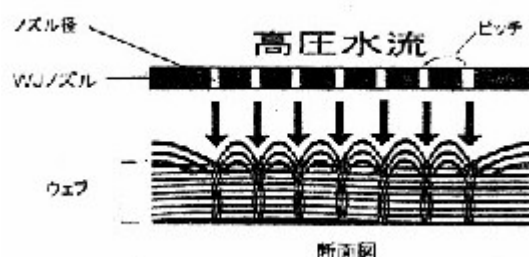


図2 ウェブ断面図

ウェブ中の繊維を交絡させる方法である。これは、熱、接着剤や針を使用せず、水流だけで絡めているため、繊維の損傷が少なく、クリーンな不織布を製造できる。また、繊維同士が強固に接着していないために、不織布内で繊維の自由度が大きいため、柔らかでドレープ性に富む不織布となる。

##### 2.2 試作試料の詳細

試作試料としてレーヨン100%の繊維を用いた。спанレース不織布製造工程において重要な因子であるWJ二次圧、WJ搬送ベルト速度(以下WJベルト速度)、WJ裏面打時シート方向(以下WJシート方向)、WJノズル挿入方向(以下WJノズル方向)、WJ二次ノズルとサクシオン位置(以下サクシオン位置)を変化させて不織布を試作した。

試作した試料の詳細を表1と表2に示す。

#### 3. 実験内容

##### 3.1 強伸度試験

強伸度試験は引張り試験機(ストログラフ V1-C、東洋精機株式会社製)を使用した。各試料から、幅2.5cm×長さ20cmの試料を、長さMD(たて)方

\*京都女子大学家政学部



向、幅CD（よこ）方向にそれぞれ5枚ずつ採取し、試験長10cmの位置をあらかじめ記入してから引張試験機にかけて、引張速度

100 mm/min で引張り、試料が切断した時点での荷重(強度)と伸び(伸度)を記録した。

表1 試料作製条件

試料No.	WJ二次圧 (MPa)	WJベルト速度 (m/min)	裏面打時シート方向	WJノズル挿入方向	サクシヨン位置						
2-5-1	2.0	5.0									
2-10-1		10.0				[A]	[C]	[E]			
2-15-1		15.0									
5-5-1	5.0	5.0									
5-10-1		10.0									
5-15-1		15.0									
8-5-1	8.0	5.0									
8-10-1		10.0									
8-15-1		15.0									
2-5-2	2.0	5.0									
2-10-2		10.0							[B]	[C]	[E]
2-15-2		15.0									
5-5-2	5.0	5.0									
5-10-2		10.0									
5-15-2		15.0									
8-5-2	8.0	5.0									
8-10-2		10.0									
8-15-2		15.0									
2-5-3	2.0	5.0									
2-10-3		10.0							[D]	[E]	
2-15-3		15.0									
5-5-3	5.0	5.0									
5-10-3		10.0									
5-15-3		15.0									
8-5-3	8.0	5.0									
8-10-3		10.0									
8-15-3		15.0									
2-5-4	2.0	5.0									
2-10-4		10.0							[F]	[E]	
2-15-4		15.0									
5-5-4	5.0	5.0									
5-10-4		10.0									
5-15-4		15.0									
8-5-4	8.0	5.0									
8-10-4		10.0									
8-15-4		15.0									

表2 試料の諸元

試料No.	目付 (g/m <sup>2</sup> )	厚さ (mm)	見かけ密度 (g/cm <sup>3</sup> )
2-5-1	33.15	0.28	0.118
2-10-1	25.90	0.20	0.130
2-15-1	25.39	0.18	0.141
5-5-1	28.76	0.21	0.137
5-10-1	27.68	0.21	0.132
5-15-1	26.82	0.17	0.158
8-5-1	27.38	0.25	0.110
8-10-1	28.85	0.18	0.160
8-15-1	28.06	0.23	0.122
2-5-2	30.47	0.24	0.127
2-10-2	25.22	0.24	0.105
2-15-2	27.22	0.23	0.118
5-5-2	28.38	0.25	0.114
5-10-2	29.22	0.25	0.117
5-15-2	29.44	0.23	0.128
8-5-2	29.76	0.24	0.124
8-10-2	29.48	0.24	0.123
8-15-2	29.69	0.21	0.141
2-5-3	30.37	0.23	0.132
2-10-3	28.10	0.21	0.134
2-15-3	29.54	0.23	0.128
5-5-3	29.25	0.21	0.139
5-10-3	28.34	0.20	0.142
5-15-3	26.87	0.19	0.141
8-5-3	31.19	0.22	0.142
8-10-3	28.21	0.20	0.141
8-15-3	29.61	0.24	0.123
2-5-4	30.23	0.21	0.144
2-10-4	31.62	0.23	0.137
2-15-4	25.38	0.19	0.134
5-5-4	28.61	0.23	0.124
5-10-4	26.74	0.17	0.157
5-15-4	29.10	0.19	0.153
8-5-4	27.23	0.23	0.118
8-10-4	27.37	0.22	0.124
8-15-4	29.05	0.16	0.182

### 3. 2 吸水性試験

吸水性試験はラローズ法吸水性測定装置 (図3) で行った。まず、直径6 cmの円形状の試料

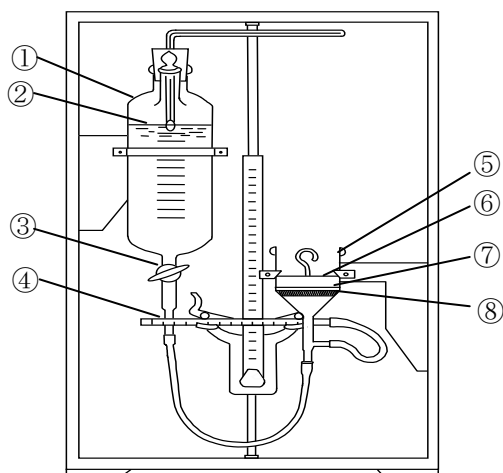
をそれぞれ秤量してから測定を始めた。抱水した水平のグラスフィルターの上に、荷重をかけて接触させた試料が所定時間に吸い上げる水量

を測定した。

重りをガラスフィルター面上にのせた時を実験開始時刻とした。ピペット目盛りを読み取る時間は、吸水状態に合わせて、1秒、3秒、5秒、10秒、15秒から飽和状態までとした。それをビデオカメラで撮影し、吸水量を読み取った。荷重は、ラローズ法に定められている  $17\text{g}/\text{cm}^2$  を用いた。次式によって吸水率を求め、それぞれ3回測定の平均値として求めた。

吸水率(%)

$$= \text{吸水量}(\text{ml}) / \text{試料の重量}(\text{g}) \times 100$$



- |         |               |
|---------|---------------|
| ①吸水容器   | ⑤吸水試験部        |
| ②20℃の純水 | ⑥直径6cmの真鍮製コック |
| ③コック    | ⑦直径6cmの円形試料   |
| ④吸水計測管  | ⑧ガラスフィルター     |

図3 ラローズ法吸水性測定装置 TL-01

### 3.3 通気性試験

通気性試験機(KES-F8-AP1)(図4)を用いて測定を行った。積分は、排気3秒、吸気3秒の6秒間行った。積分パイロットランプが消えたら積分値(通気抵抗R)を読み取った。今回の測定は、各試料5回ずつ行いその平均値を求めた。

次式によって通気抵抗Rから通気度Cを求めた。

$$C = 1 / R$$

C : 通気度 ( $\text{m}/\text{Pa}\cdot\text{s}$ )

R : 通気抵抗 ( $\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$ )

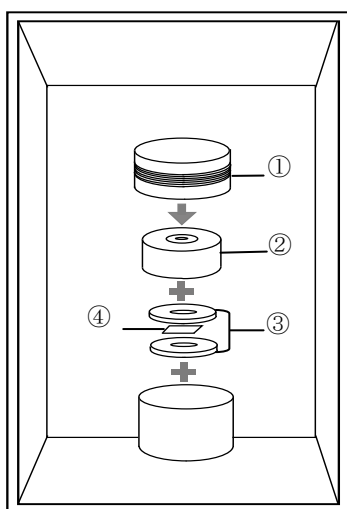


図4 通気性試験機

### 3.4 細孔径分布測定

細孔径分布の測定は多孔質材料自動細孔測定システム (Porous Materials Inc. 製) (図5) を用いて行い、試料は約4cm 四方の大きさで、試薬としてFC-40を用いた。

最大細孔径測定の原理は、よく湿潤させた試料に空気圧をかけ空気圧を増大させていくと、試料は与えられた圧力が細孔の中の毛細管作用の力を超えた時、空気を透過させ最初の細孔径が観測される。この時の圧力を用いてバブルポイント (最大細孔径) が算出されるというものである。従って、細孔径が小さくなればより高い圧力が必要となるので、バブルポイント圧力は高くなる。



- ①チャンバーキャップ
- ②内部シリンダー
- ③アダプター
- ④試料布

図5 多孔質材料自動細孔測定システム

### 3. 5 ドレープ性試験

布状物質の剛軟度（ドレープ性）を数値及び図形で表示するドレープテスター（図6）を使用した。各試料から直径25.4cmの円形の試料を二枚ずつ採取し、2回の平均値を求めた。

投影面積（ $\text{cm}^2$ ）を記録し、また、同時にドレープのひだ数についても観察・記録した。下記の式を用いてドレープ係数Fを求めた。

$$\text{ドレープ係数 } F (\%) = (A_d - S_1) / (S_2 - S_1) \times 100$$

$A_d$  : 試料片の垂直投影面積（ドレープ形状面積）

$S_1$  : 試料台の面積（直径12.7cm）

$S_2$  : 試料の面積（直径25.4cm）

ドレープ係数Fの値が小さいものほど、ドレー

プしやすい。



図6 ドレープテスター

### 3. 6 KES-FBシステム試験

引張、せん断、曲げ、圧縮、表面特性をKES-FB1からFB4で測定した。試料によっては、20cm×25cmの大きさの試料一枚でKES-FBシステムすべての測定を行うことができる。

#### 3. 6. 1 引張試験

引張試験はKES-FB1を用いて高感度測定で行った。引張速度0.1mm/secで一定にし、最大荷重は $F_m=50\text{gf/cm}$ まで引張り、変形回復過程に移る。

LT : 引張り特性の直線性

WT : 単位面積当りの仕事量

RT : 引張りレジリエンス

#### 3. 6. 2 せん断試験

せん断試験はKES-FB1を用いて行った。静荷重ウエイトは200gf（10gf/cm）、せん断速度は $0.468^\circ/\text{sec}$ とした。

G : 布1cm幅当りのせん断剛性

2HG : せん断角0.5度におけるヒステリシス

#### 3. 6. 3 曲げ試験

曲げ試験はKES-FB2を用いて行った。曲率 $K=-2.5\sim+2.5(\text{cm}^{-1})$ の範囲で等速度曲率の純曲げを行う。変形速度は $0.5(\text{cm}^{-1})/\text{sec}$ である。

B : 単位長さあたりの曲げ剛性

2HB : 曲げヒステリシス

#### 3. 6. 4 圧縮試験

圧縮試験はKES-FB3を用いて行った。

面積 2cm<sup>2</sup>の円形平面を持つ剛板間で圧縮する。

LC：圧縮特性の線形性

WC：圧縮エネルギー

RC：圧縮レジリンス

### 3. 6. 5 表面特性

表面特性はKES-FB4を用いて行った。試料は平滑な金属平面状におき、0.1cm/secの一定の速度で水平に2cm移動させる。試料には20gf/cm(単位幅当りの力)の一軸張力が与えられる。

MIU：平均摩擦係数

MMD：摩擦係数 $\mu$ の平均偏差

SMD：表面の粗さの平均偏差(厚みの平均偏差)

ここでは、 $\mu = \text{摩擦力} / \text{圧力}$

## 4. 実験結果及び考察

### 4. 1 引張強伸度試験結果及び考察

表3に、引張強伸度試験結果を示す。

#### 4. 1. 1 WJ二次圧が及ぼす影響

全条件において、WJ二次圧が高くなるほど引張強度は大きくなる。これはWJ二次圧が高くなると衝撃力が強くなって、繊維同士がよく絡むこととなり引張強度も大きくなるためと考えられる。WJノズル方向D(試作条件3)の場合には、他の試作条件と比べると、引張強度がかなり大きくなった。しかし、圧力の増加に伴う引張強度増加傾向は、5MPaまでで8MPaでは低下する場合もあった(図7)。これは、WJノズル方向Dでは、2MPaで処理したものでも、他の試作条件の8MPaで処理したものと同じぐらいの引張強度があり、5MPa以上では引張強度の上限となり、WJ二次圧が高くなっても、引張強度の増加がみられなかったのではないかと推測される。

引張伸度に関しては、引張強度のようなWJ二次圧の増減による顕著な傾向は見られなかった(図8)。

#### 4. 1. 2 WJベルト速度が及ぼす影響

引張強度へ及ぼすWJベルト速度の影響については、顕著な傾向は見られなかった(図9)。また、伸度においても、顕著な傾向は見られず、

その変化巾も10%以内であり、影響はほとんどないと考えられる(図10)。

表3 引張伸度試験結果

試料No.	タテ	
	強度(N)	伸度(%)
2-5-1	1.54	38.05
2-10-1	0.75	51.27
2-15-1	1.09	47.44
5-5-1	8.52	42.48
5-10-1	4.96	44.08
5-15-1	6.33	46.36
8-5-1	12.29	41.30
8-10-1	12.14	39.56
8-15-1	12.25	36.98
2-5-2	1.08	38.03
2-10-2	0.27	46.24
2-15-2	0.36	46.91
5-5-2	6.90	46.42
5-10-2	7.65	44.88
5-15-2	8.75	47.90
8-5-2	14.90	38.84
8-10-2	11.66	45.12
8-15-2	14.02	42.90
2-5-3	14.49	40.08
2-10-3	8.67	41.94
2-15-3	10.63	41.64
5-5-3	16.94	33.42
5-10-3	13.95	36.00
5-15-3	13.91	39.44
8-5-3	16.44	32.86
8-10-3	16.22	35.02
8-15-3	12.26	41.54
2-5-4	1.51	42.28
2-10-4	2.40	34.80
2-15-4	0.70	50.82
5-5-4	5.37	46.18
5-10-4	5.02	37.10
5-15-4	3.98	45.47
8-5-4	12.57	40.86
8-10-4	10.71	41.64
8-15-4	10.21	45.66

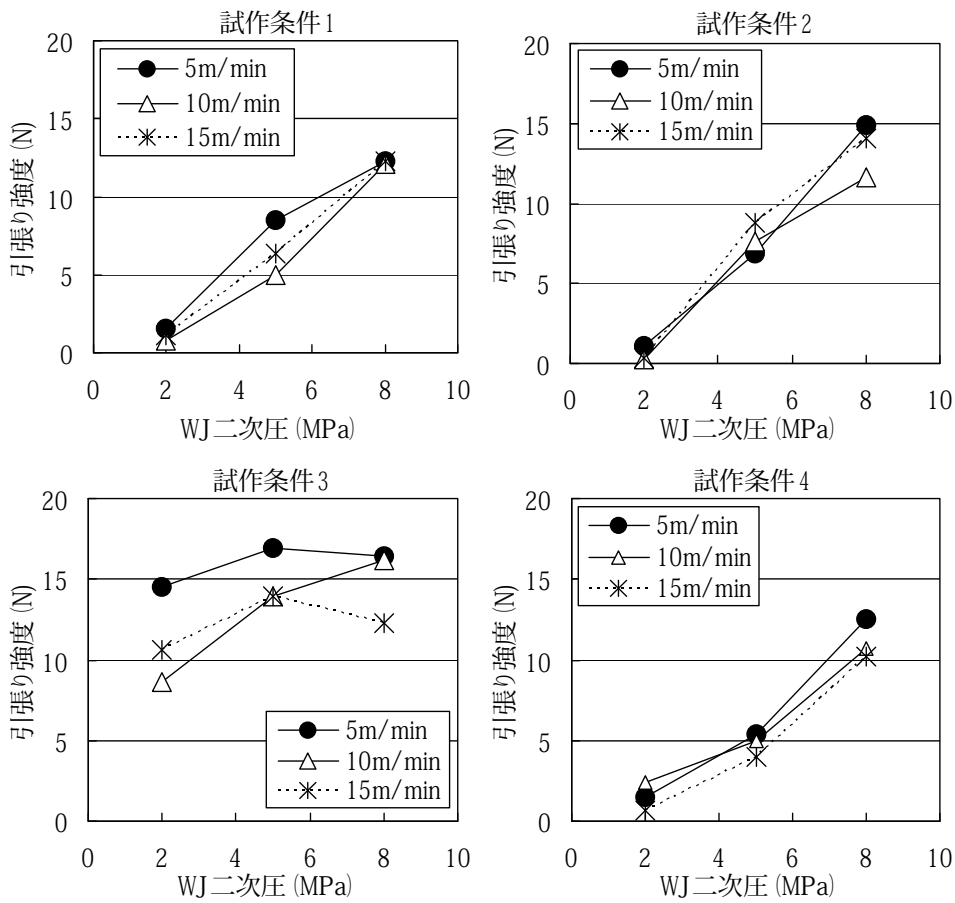


図7 W J 二次圧が引張強度に及ぼす影響

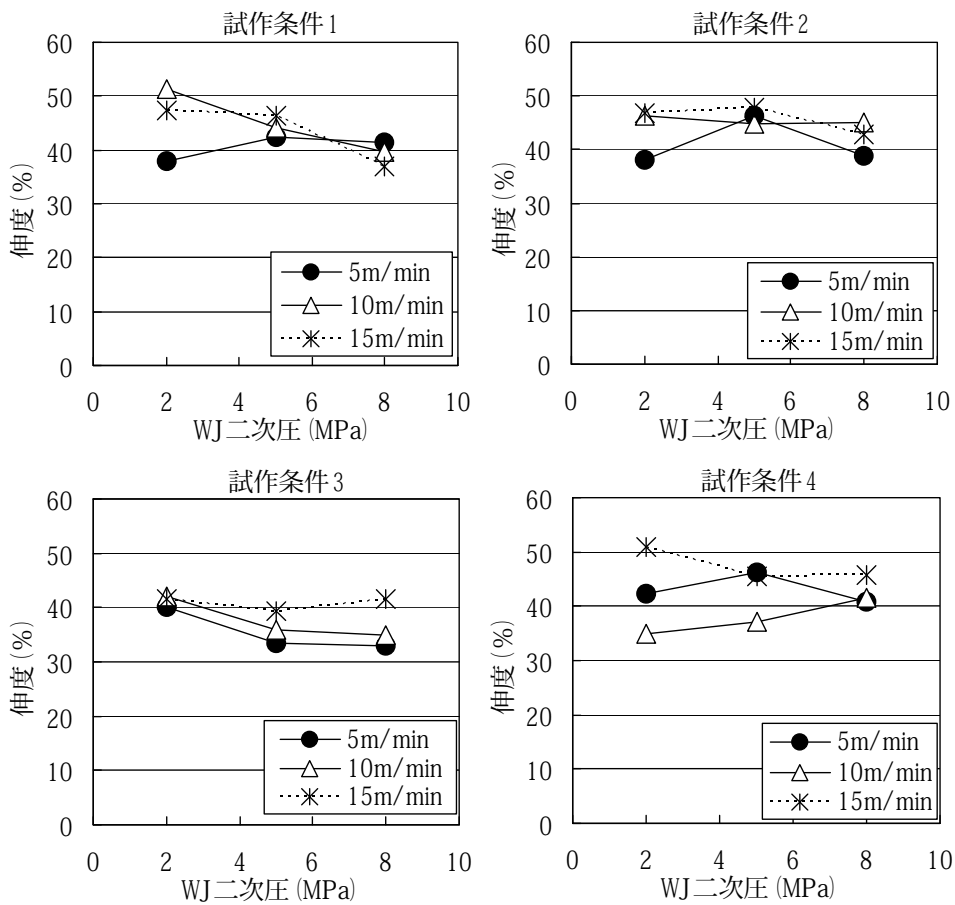


図8 W J 二次圧が引張伸度に及ぼす影響

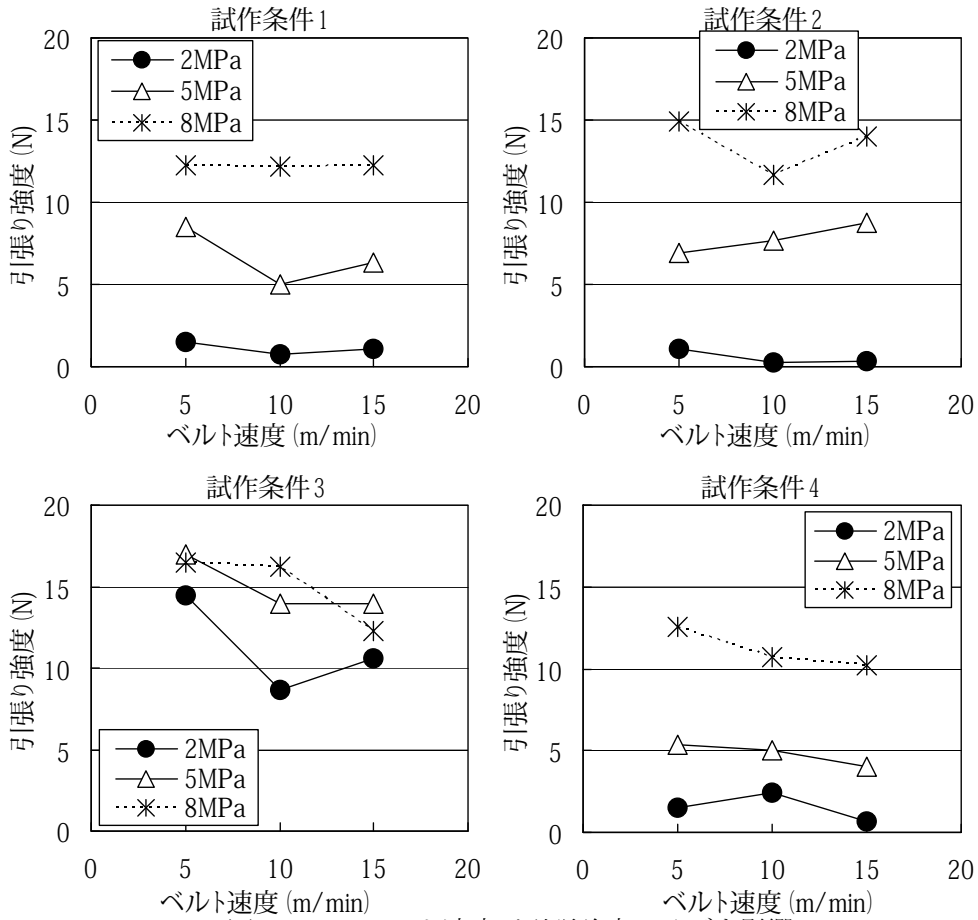


図9 W J ベルト速度が引張強度に及ぼす影響

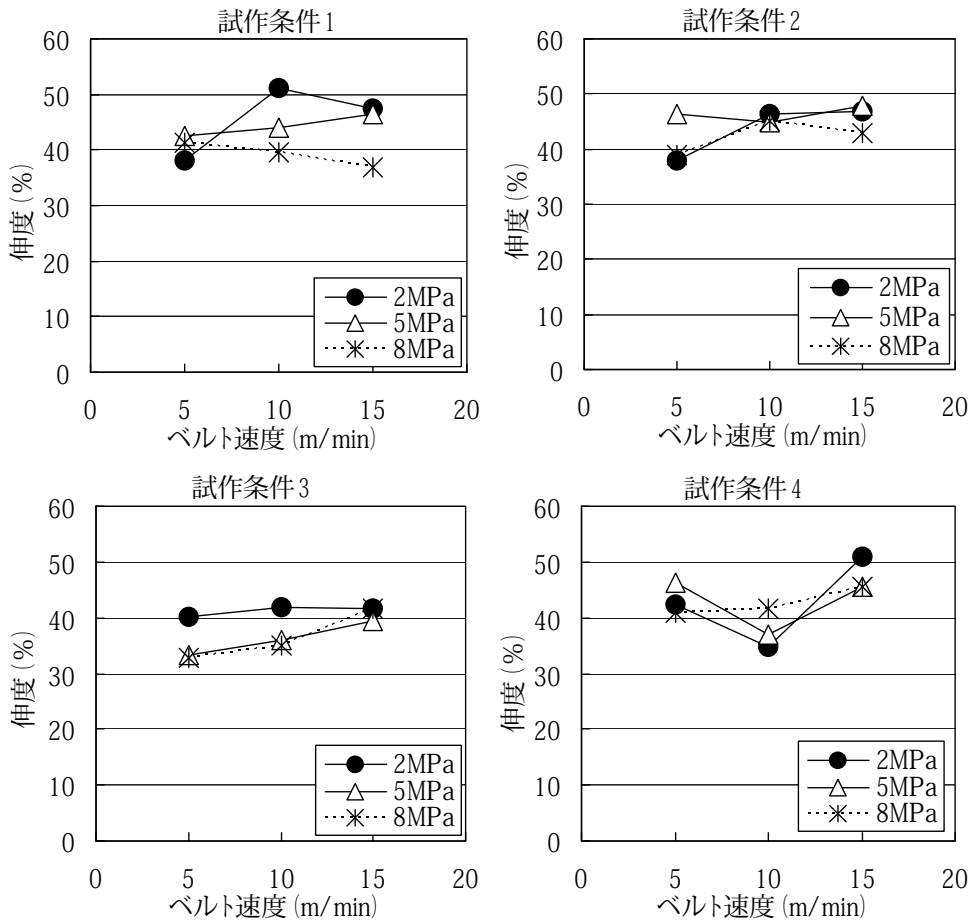


図10 W J ベルト速度が引張伸度に及ぼす影響

#### 4. 1. 3 WJシート方向が及ぼす影響

WJ二次圧が5MPa以上のときは、WJシート方向B（試作条件2）の方がA（試作条件1）よりも引張強度が大きい傾向があったが、2MPaでは逆にWJシート方向Bの方が引張強度が小さかった（図11）。

引張伸度へのWJシート方向による影響はほとんど見られず、数%の違いであった（図12）。

#### 4. 1. 4 WJノズル方向が及ぼす影響

4. 1. 1でも述べたが、WJノズル方向D（試作条件3）の方が、C（試作条件1）よりも引張強度が顕著に大きく、影響が強く出ている。これは、WJノズル方向Dの方がWJの衝撃力が強くなり、繊維同士をよく交絡させるからだと考えられる（図13）。

伸度については、強度とは逆にWJノズル方向Dの方がCよりも小さくなる傾向がみられた。これは、WJノズル方向Dの方が繊維の絡みが

強くなり、伸びにくくなっているためと考えられる。しかし、その差は小さく、10%以内であった（図14）。

#### 4. 1. 5 サクション位置が及ぼす影響

WJ二次圧が2MPa、WJベルト速度が10m/minの場合には、サクション位置F（試作条件4）の方が引張強度が大きかったが、その他の場合では、ほとんどがE（試作条件1）の方が大きかった（図15）。これは、WJを撥ね板に当てることにより、その撥ね返りが繊維の交絡をさらに進めたためと考えられる。今回のように、約30g/m<sup>2</sup>の目付けの不織布では、WJの撥ね返りによる強度上昇の影響が強く見られるが、高目付けの不織布においても、同様の結果が得られるかどうかは、検討する必要があると考えられる。引張伸度においては、強度とは逆に、サクション位置Fの方が伸度が大きくなる傾向が見られるが、その差は少なかった（図16）。

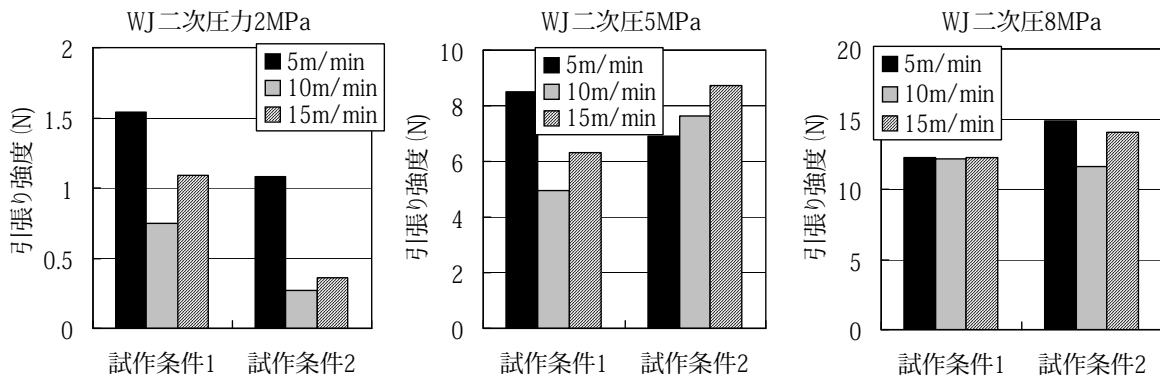


図11 WJシート方向が引張強度に及ぼす影響

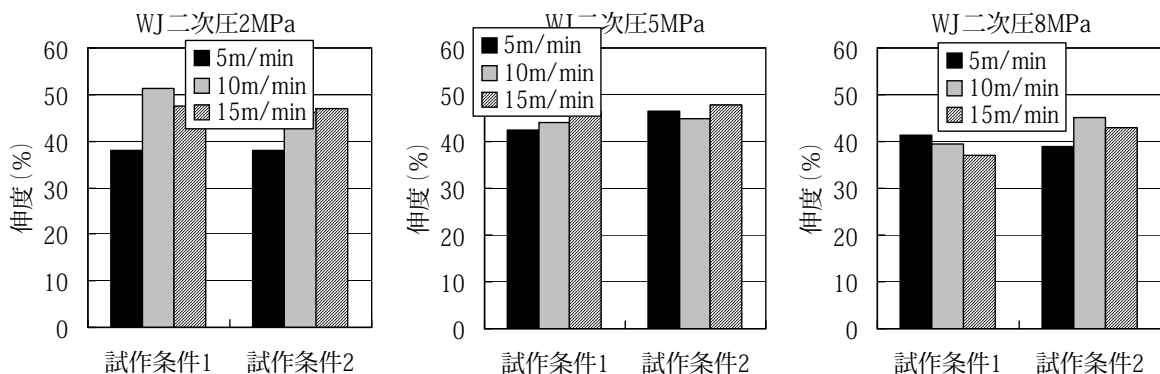


図12 WJシート方向が引張伸度に及ぼす影響



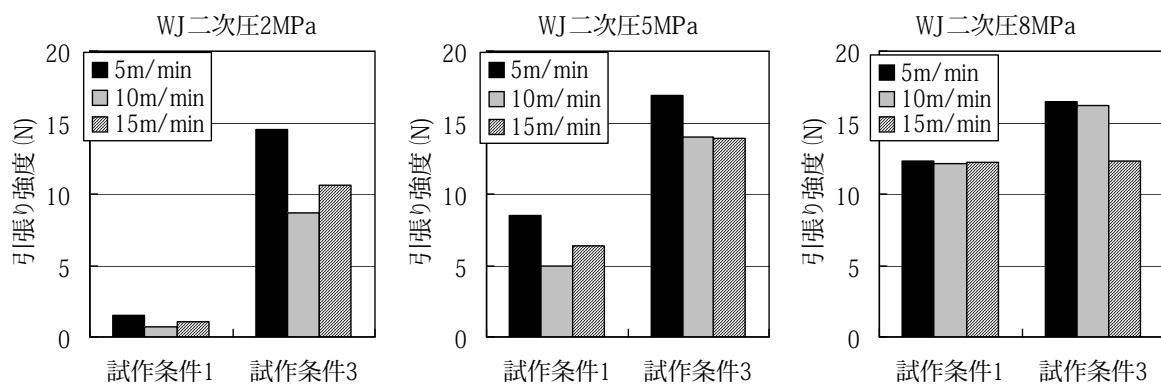


図13 WJノズル方向が引張強度に及ぼす影響

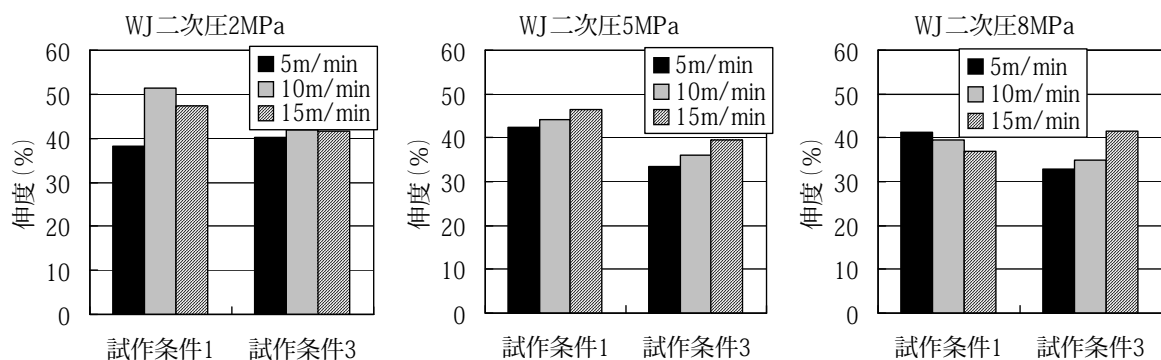


図14 WJノズル方向が引張伸度に及ぼす影響

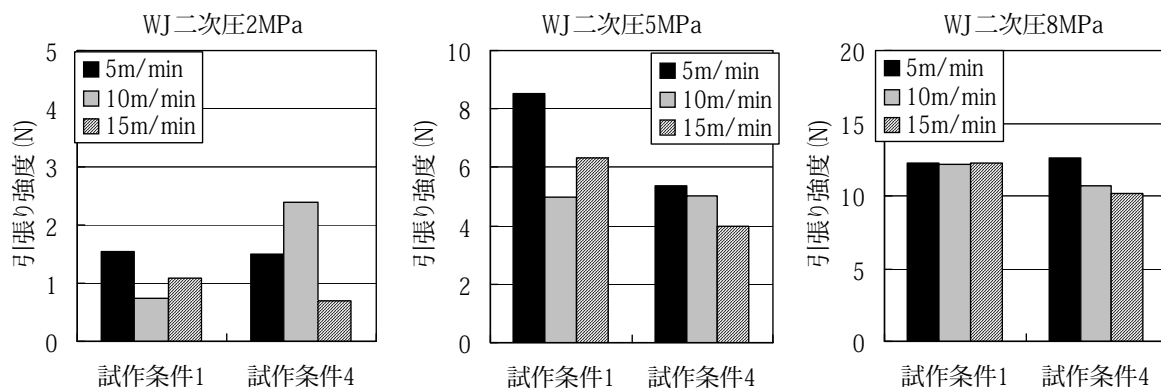


図15 サクシヨン位置が引張強度に及ぼす影響

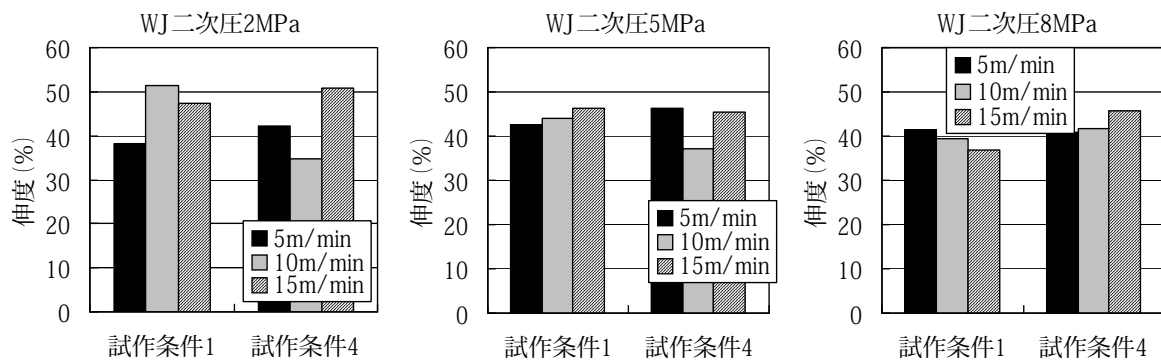


図16 サクシヨン位置が引張伸度に及ぼす影響

#### 4. 2 吸水性試験結果及び考察

表4に、吸水性試験結果を示す。

##### 4. 2. 1 WJ二次圧が及ぼす影響

初期吸水率は、WJ二次圧が高い方が高く、飽和吸水率は5MPaの場合が高かった。(図17)これは、WJ二次圧が高いと、不織布が圧縮され、嵩高性が小さくなり、繊維同士が接近しているため、初期は吸水し易いが、空隙率が小さいため飽和吸水率は低くなるのではないかと推測される(図18)。

##### 4. 2. 2 WJベルト速度が及ぼす影響

WJベルト速度が小さい方が吸水率が高くなる傾向がある。試作条件1の場合は、速度が小さい方が飽和吸水率が高い傾向がみられた(図19)。これはWJベルト速度が小さいと、単位面積当たりのWJ数が多くなるのと、また、大きな細孔径のものが多く分布するようになり、不織布の空隙が多くなるためと考えられる(図20)。

##### 4. 2. 3 WJシート方向が及ぼす影響

シート方向B(試作条件2)は、A(試作条件1)よりも初期吸水率、飽和吸水率ともに高

くなっている。(図21)これは、シート方向Bでは、繊維の配向が表と裏で逆になるため、空隙が広がり、吸水率が高くなったのではないかと考えられる(図22)。

##### 4. 2. 4 WJノズル方向が及ぼす影響

WJノズル方向D(試作条件3)は、C(試作条件1)よりWJの衝撃力が強いいため、細孔径が大きいところまで分布し、空隙率が高くなり、その結果、吸水率も高くなっていると考えられる(図23、24)。

##### 4. 2. 5 サクシオン位置が及ぼす影響

サクシオン位置F(試作条件4)の方が、細孔径の分布において、E(試作条件1)に比べて、細孔径が大きい方に分布しており、空隙が大きいために、吸水率が高くなったと考えられるが、8MPaで15m/minの場合には、吸水率の差はほとんどみられなかった(図25)。これは、WJベルト速度が大きく、ある程度圧力が高い場合には、サクシオン位置による差が出にくいいためと考えられる(図26)。

表4 1秒～飽和状態までの吸水率(%)

	測定時間 (SEC)					
	1 秒後	3 秒後	5 秒後	1 0 秒後	1 5 秒後	～飽和
2-5-1	74.037	134.888	230.223	418.864	514.199	669.371
2-10-1	31.653	101.993	202.814	359.906	441.970	609.613
2-15-1	30.067	81.292	148.107	308.463	397.550	579.065
5-10-1	113.636	181.818	303.409	477.273	553.409	681.818
8-5-1	138.495	232.279	341.330	494.002	559.433	683.751
8-10-1	109.283	211.516	320.799	446.533	513.514	579.318
8-15-1	77.745	181.730	265.306	388.727	459.670	602.527
2-5-2	87.879	188.889	310.101	518.182	595.960	734.343
2-10-2	69.930	155.012	279.720	474.359	574.592	754.079
2-15-2	76.923	152.698	283.582	459.242	547.646	734.788
5-10-2	145.514	276.805	451.860	620.350	685.996	795.405
8-5-2	70.531	270.531	379.710	541.063	615.459	721.739
8-10-2	147.992	295.983	430.233	578.224	641.649	708.245
8-15-2	107.107	213.213	360.360	533.534	617.618	713.714
2-5-3	85.557	232.751	374.425	540.018	600.736	683.533
8-15-3	115.189	278.287	387.360	537.207	591.233	659.531
2-5-4	57.609	166.304	290.217	485.870	579.348	746.739
8-15-4	70.825	169.133	246.300	373.150	443.975	655.391

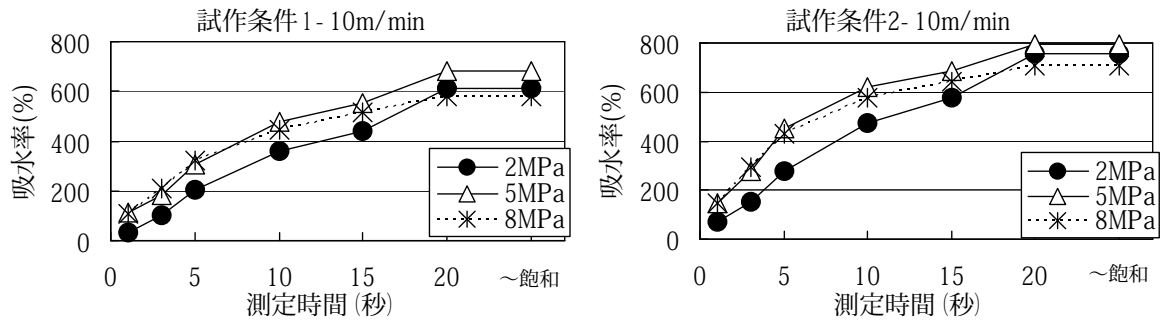


図17 W J 二次圧が吸水率に及ぼす影響

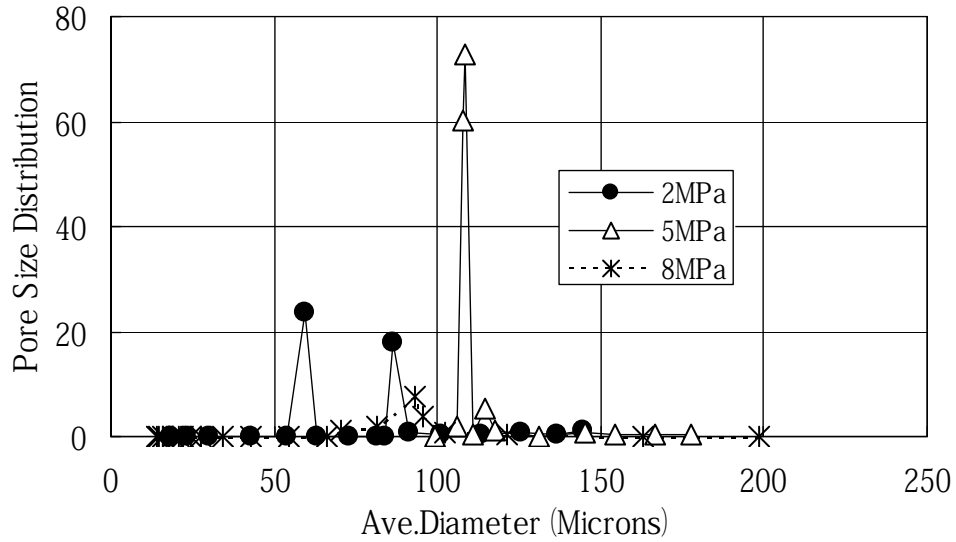


図18 W J 二次圧が細孔径に及ぼす影響

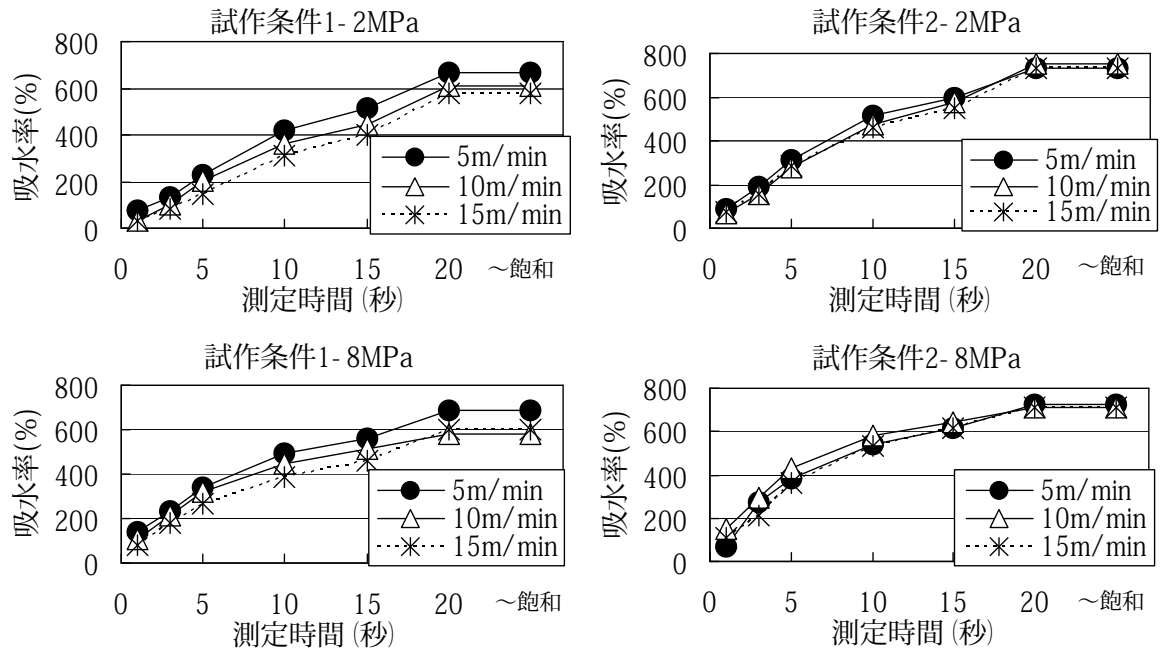


図19 W J ベルト速度が吸水率に及ぼす影響

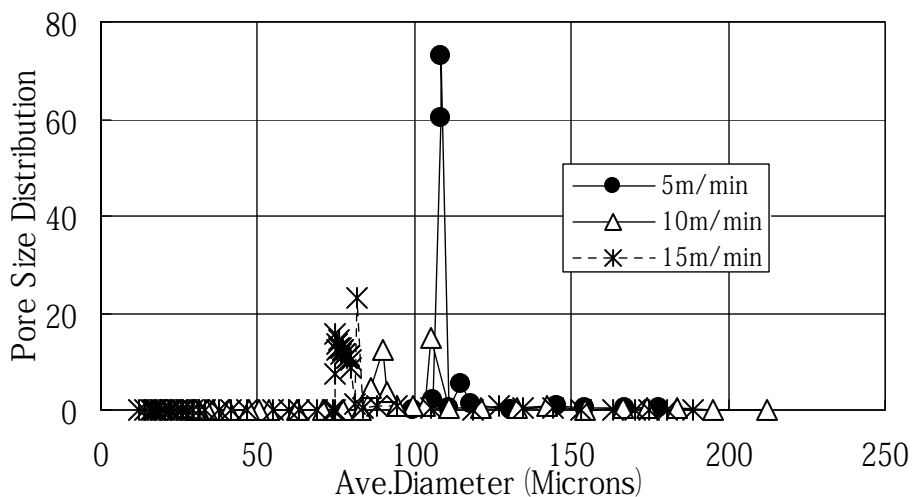


図20 W J ベルト速度が細孔径に及ぼす影響

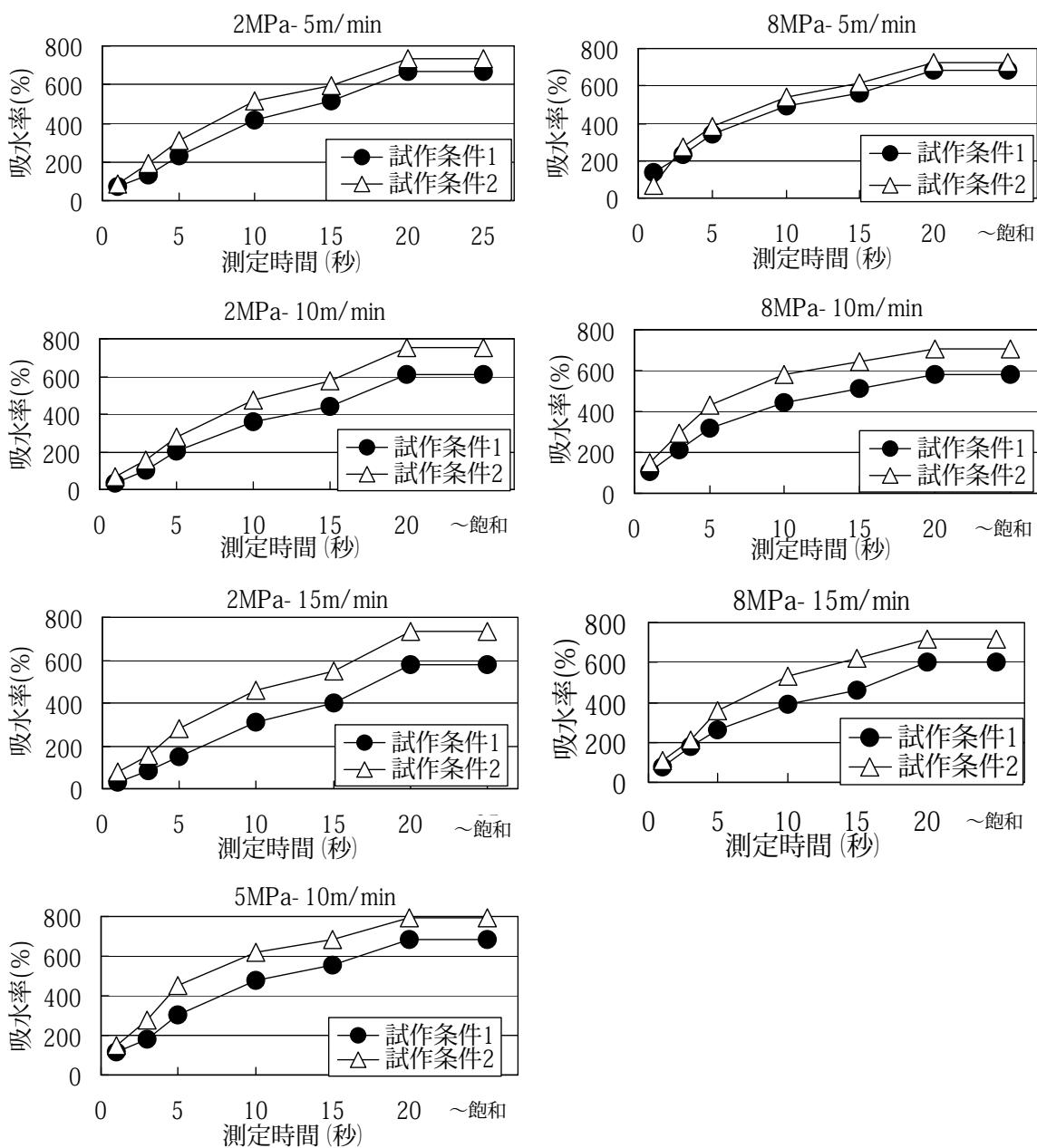


図21 W J シート方向が吸水率に及ぼす影響

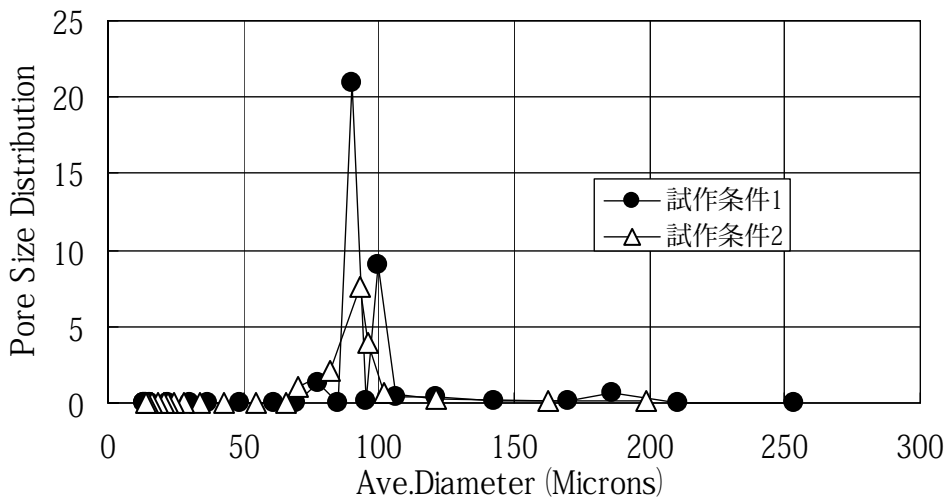


図22 W J シート方向が細孔径に及ぼす影響

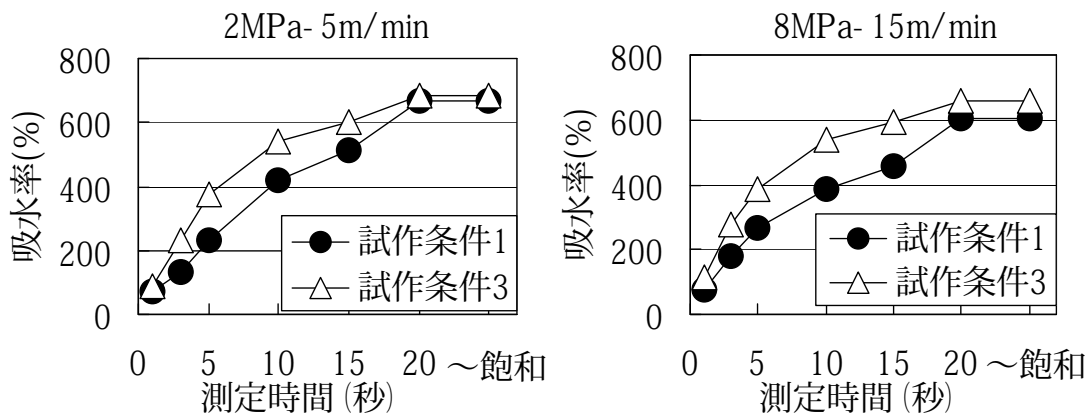


図23 W J ノズル方向が吸水率に及ぼす影響

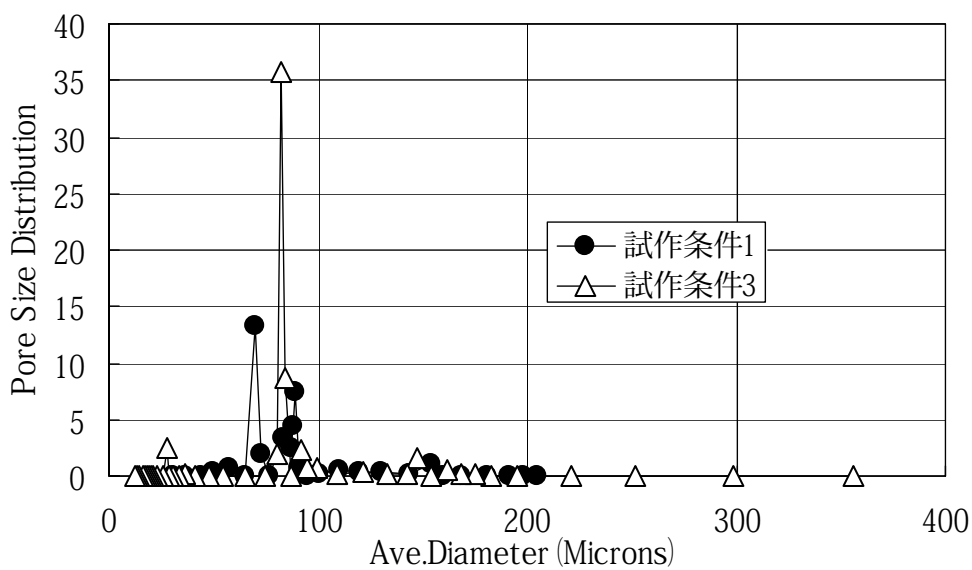


図24 W J ノズル方向が細孔径に及ぼす影響

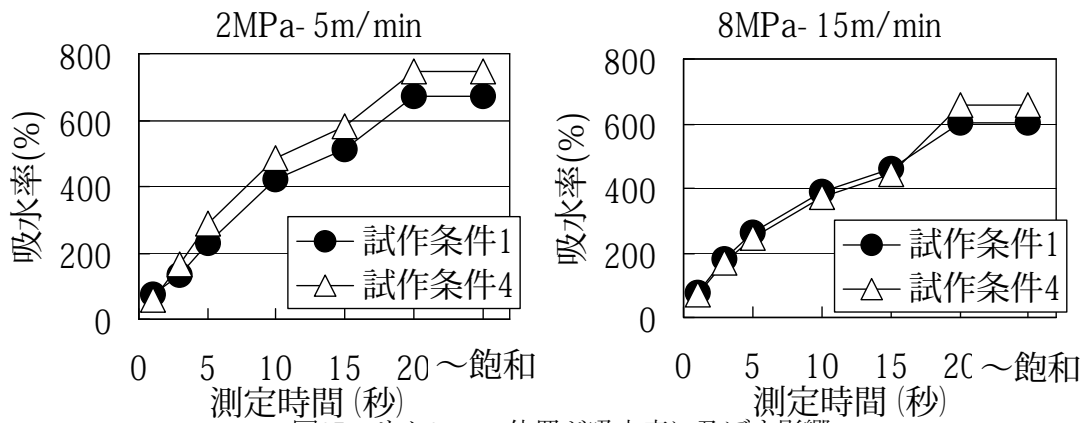


図25 サクシオン位置が吸水率に及ぼす影響

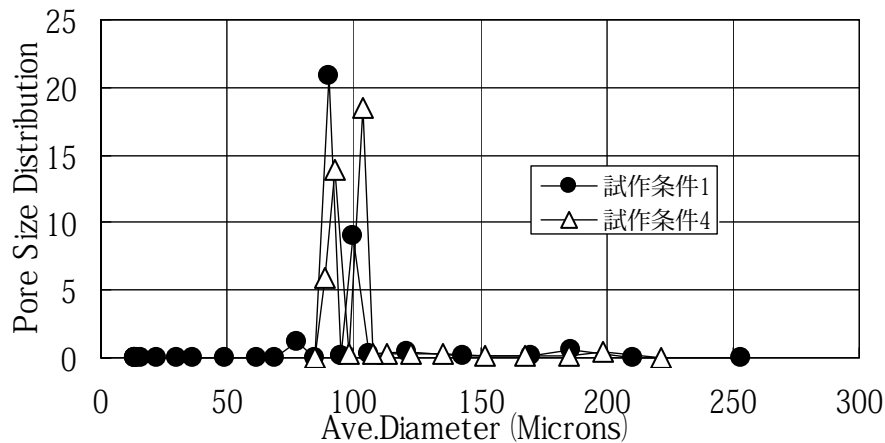


図26 サクシオン位置が細孔径に及ぼす影響

#### 4. 3 通気性試験結果及び考察

表5に、通気性試験結果を示す。

##### 4. 3. 1 WJ二次圧が及ぼす影響

WJ二次圧が2MPaのときに通気度が高い場合（試作条件1、2）もあったが、その他の条件においては、大差がなく、顕著な傾向は見られなかった（図27）。試作条件1、2の2MPaでは、繊維同士の絡みが弱く、通気抵抗が小さいために、通気度が高くなったと考えられる。試作条件3、4の場合には、2MPaでもある程度、繊維同士が絡み合っているために、二次圧を変えても通気度に差がみられなかったのではないかと考えられる。

##### 4. 3. 2 WJベルト速度が及ぼす影響

試作条件1、2の2MPa、10m/minと15m/minでは、通気度が高かった（図28）。これは試作条件1、2では、弱い圧力で速度が速くなると、繊維同士の絡みが弱いために通気度が高くなったと考えられる。試作条件3、4では、WJの

衝撃力もある程度強いために、速度の差による繊維の絡み具合の差が出ず、結果的に通気度においてもあまり差が出なかったのではないかと考えられる。

##### 4. 3. 3 WJシート方向が及ぼす影響

シート方向B（試作条件2）の方が、A（試作条件1）よりも、通気度が高い傾向がみられる（図29）。これは、シート方向Bでは、繊維の配向が表と裏で逆になるために、空隙が広がり、通気度が高くなったのではないかと考えられる。

##### 4. 3. 4 WJノズル方向が及ぼす影響

WJノズル方向C（試作条件1）よりも若干D（試作条件3）の方が通気度が高い傾向がみられたが、引張強度のような大きな差はなかった。2MPaにおいては、速度10m/min以上では逆にWJノズル方向C（試作条件1）の方が通気度が高かった（図30）。これは、繊維の絡みが弱いために通気抵抗が低くなり、通気度が高くな

ったためと考えられる。

4. 3. 5 サクシオン位置が及ぼす影響  
 サクシオン位置E(試作条件1)よりもF(試

作条件4)の方が、通気度が高い傾向が若干みられたが、引張強度のような大きな差はみられなかった(図31)。サクシオン位置による通気度への影響は少ないと考えられる。

表5 通気性試験結果

試料No.	通気度(m/Pa·s)	試料No.	通気度(m/Pa·s)
2-5-1	51.02	2-5-3	64.94
2-10-1	120.48	2-10-3	70.42
2-15-1	95.24	2-15-3	70.42
5-5-1	65.79	5-5-3	80.00
5-10-1	60.60	5-10-3	77.52
5-15-1	78.74	5-15-3	67.57
8-5-1	79.37	8-5-3	75.76
8-10-1	69.93	8-10-3	84.03
8-15-1	75.19	8-15-3	98.04
2-5-2	86.96	2-5-4	75.76
2-10-2	126.58	2-10-4	64.52
2-15-2	125.00	2-15-4	76.34
5-5-2	81.30	5-5-4	79.37
5-10-2	64.94	5-10-4	72.46
5-15-2	62.50	5-15-4	75.76
8-5-2	80.65	8-5-4	85.47
8-10-2	86.21	8-10-4	74.63
8-15-2	59.52	8-15-4	64.52

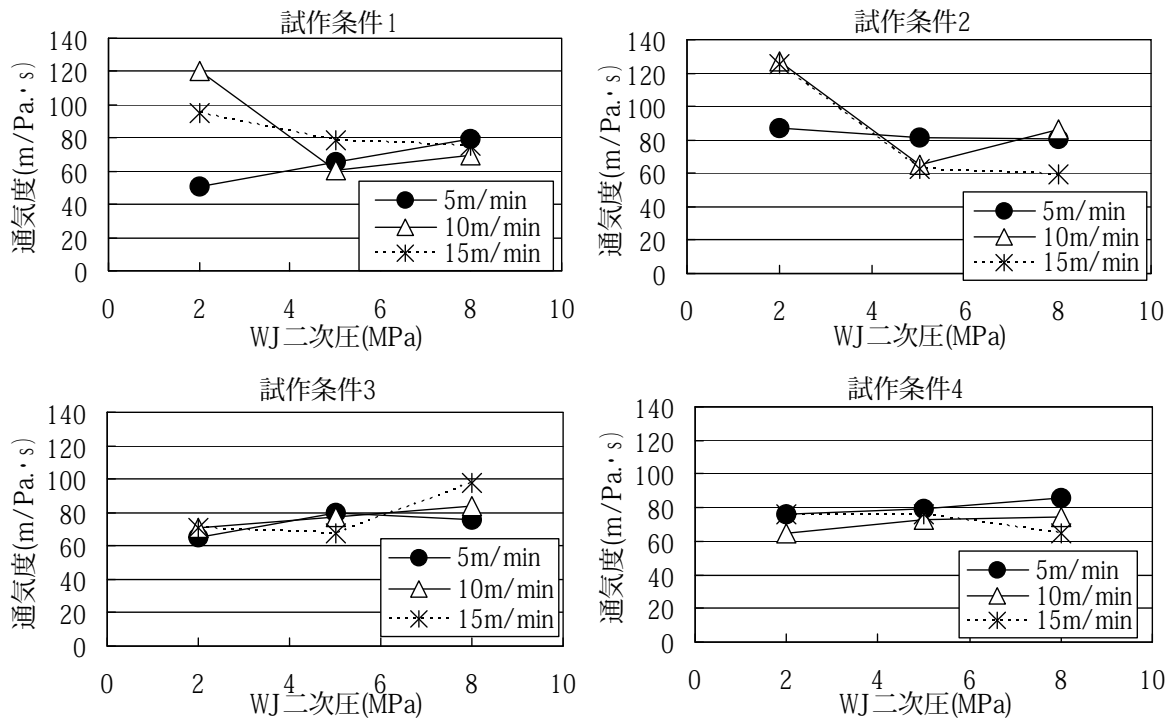


図27 W J 二次圧が通気度に及ぼす影響

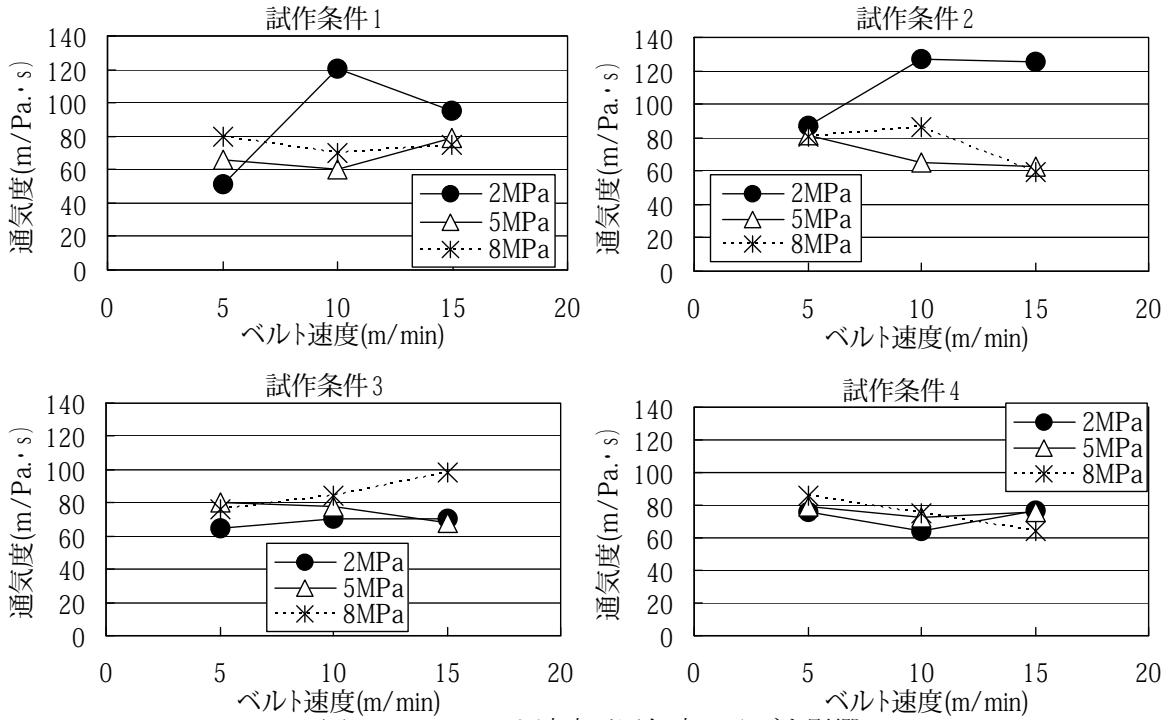


図28 W J ベルト速度が通気度に及ぼす影響

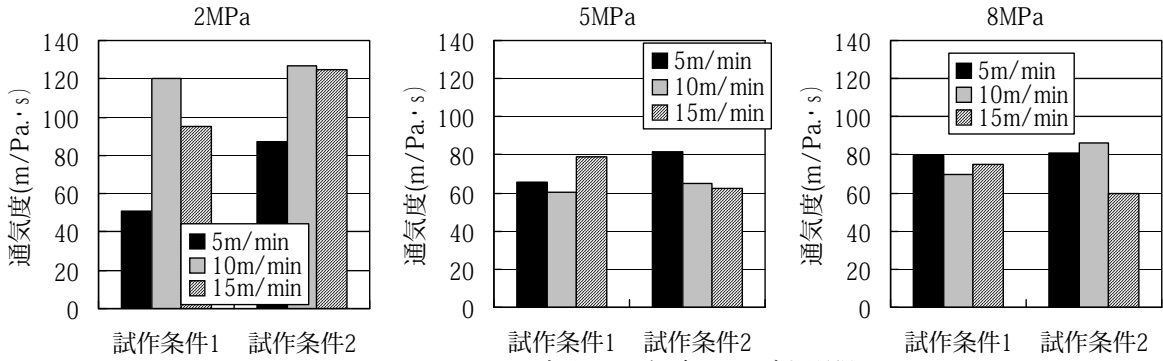


図29 W J シート方向が通気度に及ぼす影響

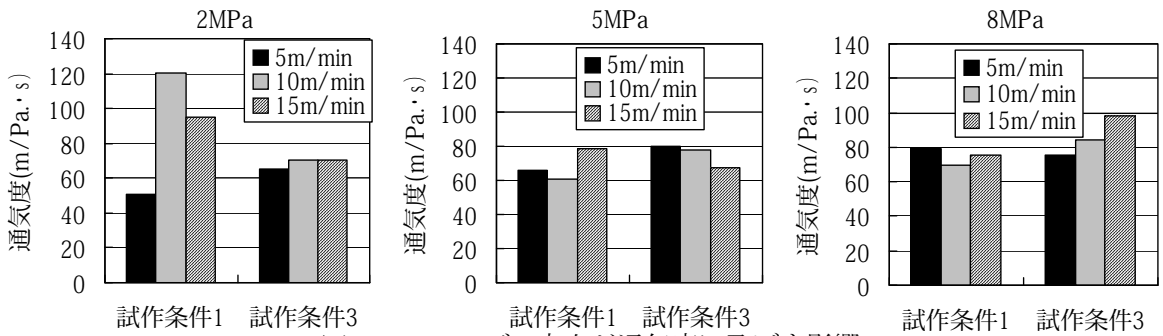


図30 W J ノズル方向が通気度に及ぼす影響

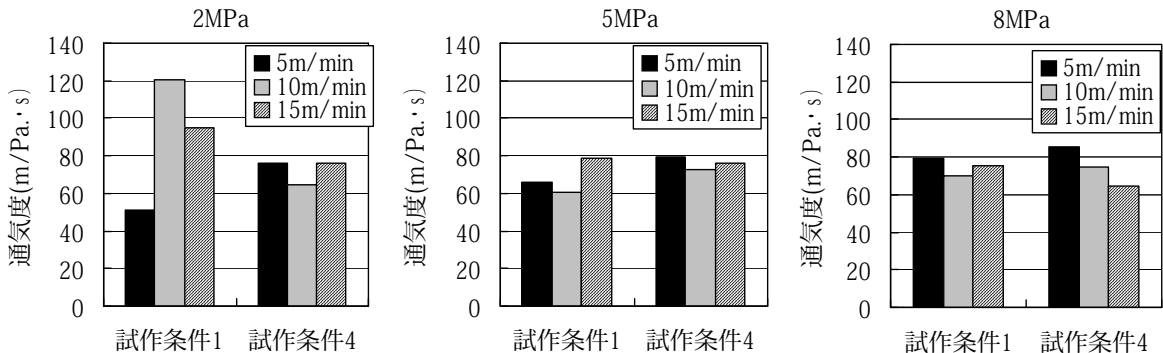


図31 サクション位置が通気度に及ぼす影響



#### 4. 4 ドレープ性試験結果及び考察

表6に、ドレープ性試験結果を示す。

##### 4. 4. 1 WJ二次圧が及ぼす影響

試作条件1、4では、WJ二次圧が高くなると、ドレープ係数が高くなり、不織布が硬くなる傾向がみられた。試作条件2では、5MPaの時にドレープ係数が高い値を示した。試作条件3では、WJ二次圧による差はみられなかった(図32)。

##### 4. 4. 2 WJベルト速度が及ぼす影響

WJベルト速度変化による、ドレープ係数への影響については、ばらつきが大きく、傾向はみられなかった。試作条件3では、WJベルト速度を変えても、ドレープ係数への影響はみられなかった(図33)。これは、試作条件3では、繊維の絡み合いに及ぼすWJベルト速度の影響がほとんどないためと考えられる。

##### 4. 4. 3 WJシート方向が及ぼす影響

シート方向B(試作条件2)の方が、A(試作条件1)よりもドレープ係数が高い値を示す場合が多かった(図34)。これは、シート方向B

では、繊維の配向が表と裏で逆になるために絡み合いが強くなるためと考えられる。

##### 4. 4. 4 WJノズル方向が及ぼす影響

WJノズル方向D(試作条件3)の方が、C(試作条件1)よりもドレープ係数が高くなり、不織布が硬くなる傾向がみられた(図35)。WJノズル方向Dの方が繊維の絡み合いが強くなるためと考えられる。

##### 4. 4. 5 サクション位置が及ぼす影響

サクシオン位置F(試作条件4)の方がE(試作条件1)よりもドレープ係数が高い場合がわずかに多かった。WJベルト速度10m/minの場合は、全てのWJ二次圧において、サクシオン位置Fの方がドレープ係数が高くなったのに対して、逆に15m/minでは全てのWJ二次圧において、サクシオン位置Eの方がドレープ係数が高くなっていた(図36)。これは、速度が速くなると、サクシオンによる繊維の絡みへの影響がほとんどなくなるためと考えられる。

表6 ドレープ性試験結果

試料No.	面積(c m <sup>2</sup> )	ドレープ係数F (%)
2-5-1	272.7	38.4
2-10-1	256.2	34.2
2-15-1	270.5	37.9
5-5-1	279.9	40.4
5-10-1	277.2	39.7
5-15-1	280.3	40.5
8-5-1	278.6	40.0
8-10-1	284.4	41.6
8-15-1	288.1	42.5
2-5-2	284.3	41.5
2-10-2	265.2	36.5
2-15-2	265.0	36.5
5-5-2	298.5	45.3
5-10-2	289.1	42.8
5-15-2	284.1	41.5
8-5-2	289.2	42.8
8-10-2	271.7	38.2
8-15-2	286.6	42.1

試料No.	面積(c m <sup>2</sup> )	ドレープ係数F (%)
2-5-3	290.1	43.0
2-10-3	284.4	41.5
2-15-3	291.4	43.4
5-5-3	289.7	43.0
5-10-3	289.1	42.8
5-15-3	286.9	42.2
8-5-3	290.6	43.2
8-10-3	283.9	41.4
8-15-3	287.9	42.5
2-5-4	261.3	35.5
2-10-4	279.3	40.2
2-15-4	259.2	35.0
5-5-4	286.2	42.0
5-10-4	283.2	41.2
5-15-4	272.4	38.4
8-5-4	281.7	40.8
8-10-4	286.7	42.1
8-15-4	279.7	40.3

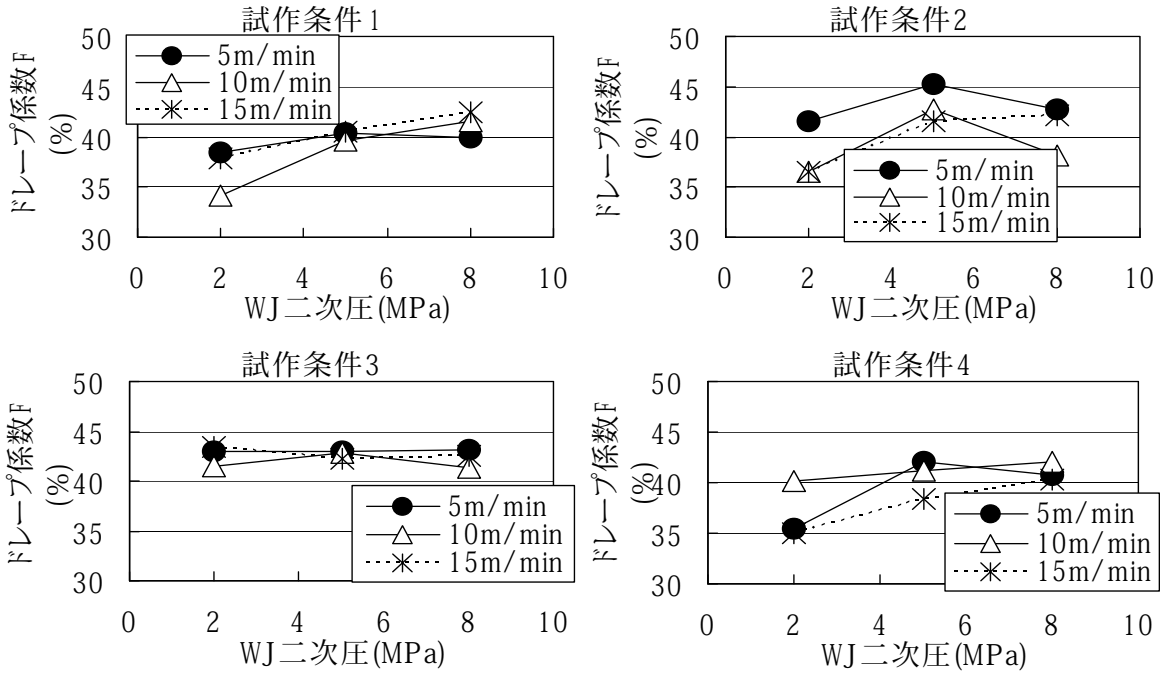


図32 W J 二次圧がドレープ係数に及ぼす影響

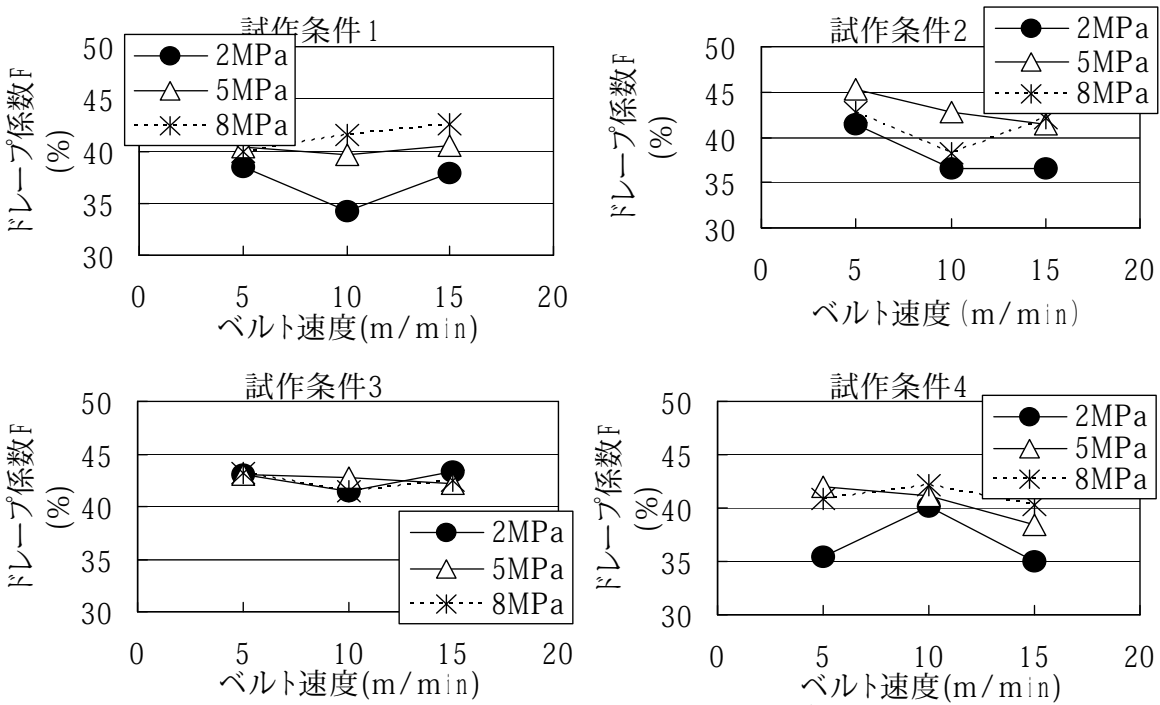


図33 W J ベルト速度がドレープ係数に及ぼす影響

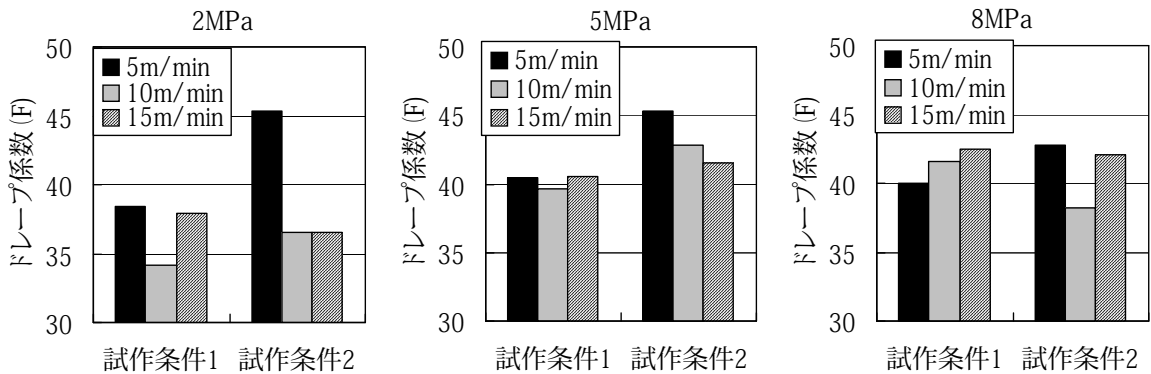


図34 W J シート方向がドレープ係数に及ぼす影響

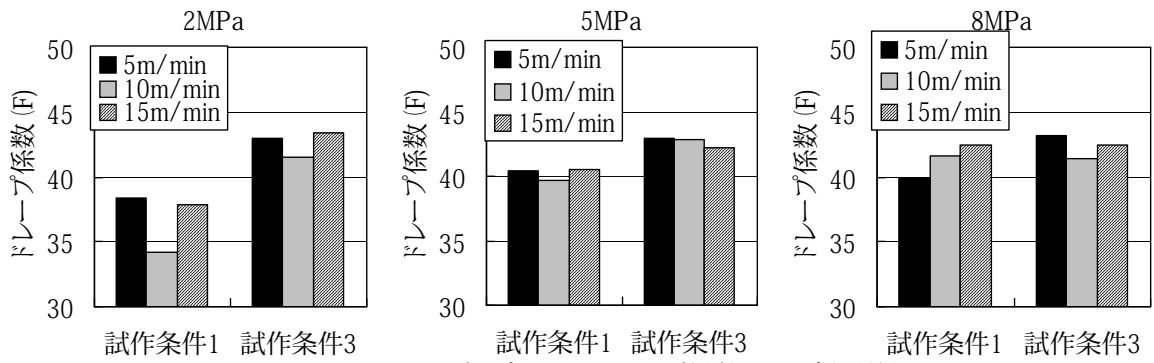


図35 W J ノズル方向がドレープ係数に及ぼす影響

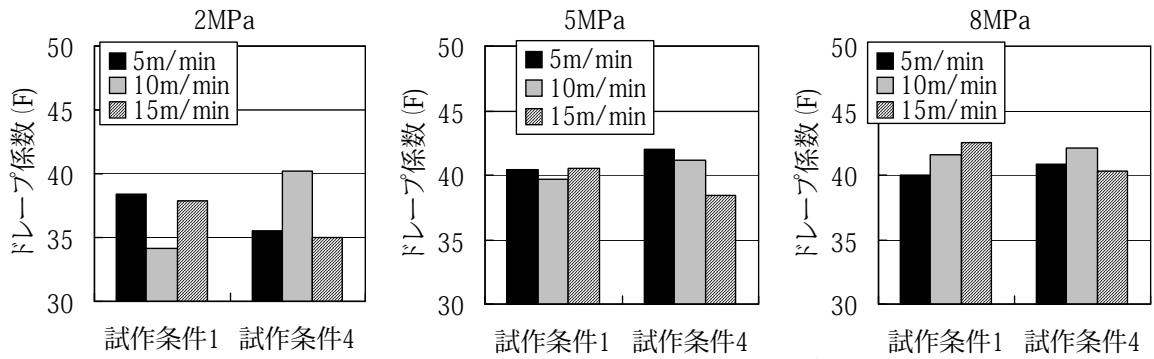


図36 サクション位置がドレープ係数に及ぼす影響

#### 4. 5 KES-FBシステム試験結果

表7に、KES-FBシステム試験結果を示す。

##### 4. 5. 1 引張り試験結果及び考察

LT値とは力と歪みの関係が線型性からどの程度ずれているかを表し、この値が小さいほど、布は初期に伸び柔らかい。WT値は最大伸長力までの仕事量であり、一般にこの値が大きいほど、布はよく伸びる。RT値は伸長時のエネルギーに対する回復エネルギーの割合であり、この値が大きいほど布は回復性（レジリエンス）が大きくなる。

WJ二次圧が大きくなると、WT値が小さくなり伸びにくく、RT値は大きくなり回復性が向上する傾向がみられた。

WJベルト速度が大きくなると、WT値は大きくなり伸び易く、RT値は小さくなり回復性が悪くなる傾向がみられた。

WJシート方向Bは、AよりもWT値が大きくなり伸び易く、RT値が小さくなり回復性が悪い傾向がみられた。

WJノズル方向DはCよりもWT値が、小さくなり伸びにくく、RT値が大きくなり回復性が良い傾向がみられた。

サククション位置FはEよりWT値が小さくなり伸びにくく、RT値が大きくなり回復性が良

い傾向がみられた。

##### 4. 5. 2 せん断試験結果及び考察

せん断特性とは、せん断変形させた時のせん断力とせん断角（せん断歪み角）との関係をいう。特性値としては、曲線の勾配より、せん断剛性G、変形過程と回復過程の差からヒステリシス2HG（せん断角0.5度）を求めることができる。Gの値が大きいほど、布はせん断しにくく、2HG値が大きいほど布はわずかなせん断変形からの回復性が悪いことを意味している。

G値はタテ方向に関して、変化は少ないが、ヨコ方向ではWJ二次圧が大きくなると大きくなり、せん断変形しにくくなる。一方、2HG値に関してヨコ方向では二次圧の影響は小さく、全体に大きい値を示した。タテ方向では二次圧が大きくなるほどやや小さくなる傾向にあった。

WJシート方向BはAの場合より、タテ、ヨコ方向ともG値と2HG値が小さくなっている。

WJシート方向BはAの場合より、せん断変形し易く回復性が良い傾向がみられた。

WJノズル方向DはCの場合よりタテ、ヨコ方向ともにG値と2HG値が大きくなっている。

WJノズル方向DはCの場合より、せん断変形しにくく回復性に劣る傾向がみられた。

サクシオン位置FはEよりG値が小さくなるが2HG値はほとんど変わらなかった。サクシオン位置FはEよりせん断変形し易い傾向がみられた。

WJベルト速度による、せん断特性値への傾向はみられなかった。

#### 4. 5. 3 曲げ試験結果及び考察

B値（曲げ剛性）が大きいほど曲げにくく、2HB値（曲げヒステリシス）の値が大きいほど曲げ変形からの回復性が悪いことを意味している。

WJベルト速度が大きくなると、B値、2HB値ともに小さくなり、ベルト速度が大きくなると曲げ柔らかく回復性が良くなる傾向がみられた。速度が大きくなることで繊維同士の絡み合い数が少なくなっているためではないかと考えられる。

WJノズル方向DはCよりB値、2HB値ともに大きくなり、WJノズル方向DはCの場合

より曲げ剛く、曲げ変形からの回復性は悪くなる傾向がみられた。

WJシート方向、サクシオン位置に関しては、系統的な傾向がみられなかった。

#### 4. 5. 4 圧縮試験結果及び考察

LC値は圧力と厚みとの関係で、この値が小さいほど初期に圧縮柔らかい。WC値は最大圧力までの仕事量であり、一般にこの値が大きいほどつぶされやすい場合が多い。RC値は圧縮時のエネルギーに対する回復されるエネルギーの割合でこの値が大きいほど圧縮変形からの回復性が高い。

WJ二次圧が大きくなるとLC値は大きくなり、WC値、RC値は小さくなる。このことからWJ二次圧が大きくなると初期に圧縮硬くなり、布がつぶれにくく圧縮されにくくなるが圧縮変形からの回復性は悪くなる傾向がみられた。

WJノズル方向DはCの場合よりLC値は大きく、WC値、RC値は小さくなっている。WJ

表7 KES-FBシステム試験結果①

試料No.	向き	引張り			せん断	
		LT (-)	WT (gf·cm/c m <sup>2</sup> )	RT (%)	G (gf/cm·degree)	2HG (gf/cm)
5-10-1	warp	0.913	1.47	10.20	0.63	2.90
	weft				0.90	5.63
8-10-1	warp	0.874	0.73	20.55	0.91	3.35
	weft				1.09	6.60
8-5-2	warp	0.870	0.70	22.86	0.83	3.25
	weft				0.95	6.63
8-10-2	warp	0.897	0.87	18.39	0.76	3.05
	weft				0.85	5.35
8-15-2	warp	0.870	0.95	18.95	0.80	3.13
	weft				1.04	6.58
2-5-3	warp	0.869	0.71	22.54	0.91	3.68
	weft				0.97	6.55
5-5-3	warp	0.838	0.44	27.27	0.89	2.63
	weft				1.04	6.55
8-5-3	warp	0.811	0.43	32.56	0.90	2.48
	weft				1.20	6.53
5-10-3	warp	0.844	0.54	25.93	0.89	2.90
	weft				1.20	6.78
5-10-4	warp	0.973	1.08	11.11	0.54	2.60
	weft				0.61	5.65

表7 KES-FBシステム試験結果②

試料No.	向き	曲げ		表面			圧縮		
		B(gf・cm <sup>2</sup> /cm)	2HB(gf・cm/cm)	MIU(-)	MMD(-)	SMD( $\mu$ m)	LC(-)	WC(gf・cm/cm <sup>2</sup> )	RC(%)
5-10-1	warp	0.0269	0.0257	4.007	1.110	5.490	0.648	0.0597	52.250
	weft	0.0015	0.0057	4.110	1.623	13.073			
5-15-1	warp	0.0227	0.0176	4.203	1.480	6.490	0.642	0.0623	54.747
	weft	0.0044	0.0029	4.673	2.047	12.597			
8-10-1	warp	0.0239	0.0213	4.540	1.403	6.550	0.687	0.0553	52.677
	weft	0.0035	0.0040	4.697	3.017	10.293			
2-10-2	warp	0.0252	0.0242	3.947	1.123	5.300	0.611	0.1220	65.297
	weft	0.0095	0.0119	4.007	1.217	2.430			
2-15-2	warp	/	/	/	/	/	0.632	0.1090	66.853
	weft	/	/	/	/	/			
5-10-2	warp	0.0110	0.0325	4.297	1.193	5.563	0.664	0.0603	53.913
	weft	0.0037	0.0130	4.537	1.913	11.657			
5-15-2	warp	/	/	/	/	/	0.741	0.0457	57.097
	weft	/	/	/	/	/			
8-5-2	warp	0.0247	0.0220	4.437	1.563	7.057	0.695	0.0477	53.683
	weft	0.0032	0.0108	4.847	4.040	9.593			
8-10-2	warp	0.0237	0.0207	4.407	1.283	6.320	0.677	0.0440	52.963
	weft	0.0051	0.0044	4.820	2.533	11.330			
8-15-2	warp	0.0210	0.0198	4.317	1.290	6.200	0.732	0.0440	53.350
	weft	0.0025	0.0042	4.420	2.050	14.457			
2-5-3	warp	/	/	/	/	/	0.664	0.0477	48.720
	weft	/	/	/	/	/			
2-10-3	warp	0.0315	0.0312	3.677	1.090	5.790	0.665	0.0463	53.343
	weft	0.0047	0.0075	4.450	1.630	11.827			
2-15-3	warp	/	/	/	/	/	0.677	0.0380	51.837
	weft	/	/	/	/	/			
5-5-3	warp	/	/	/	/	/	/	/	/
	weft	/	/	/	/	/			
5-10-3	warp	0.0239	0.0216	4.763	1.823	7.370	0.649	0.0453	44.130
	weft	0.0022	0.0055	4.767	3.197	11.080			
5-15-3	warp	0.0259	0.0194	4.337	1.733	7.090	0.680	0.0510	53.150
	weft	0.0022	0.0042	4.770	3.157	12.770			
8-5-3	warp	0.0254	0.0200	4.370	2.013	8.983	/	/	/
	weft	0.0017	0.0047	5.057	3.733	13.747			
8-10-3	warp	0.0271	0.0194	4.497	1.610	8.060	0.699	0.0410	44.347
	weft	-0.0015	0.0046	4.847	3.050	17.867			
8-15-3	warp	0.0205	0.0173	4.440	1.547	7.357	/	/	/
	weft	0.0022	0.0033	4.897	4.673	12.210			
2-5-4	warp	/	/	/	/	/	0.623	0.0893	62.100
	weft	/	/	/	/	/			
2-10-4	warp	0.0393	0.0358	/	/	/	/	/	/
	weft	0.0034	0.0051	/	/	/			
5-10-4	warp	0.0217	0.0226	4.050	1.213	6.060	0.614	0.0570	53.617
	weft	0.0042	0.0060	4.130	1.860	10.923			
5-15-4	warp	0.0210	0.0191	4.027	1.097	5.663	0.656	0.0590	54.393
	weft	0.0037	0.0035	4.403	1.707	9.733			

ノズル方向DはCの場合より圧縮剛く、そして圧縮変形からの回復性が悪い傾向がみられた。

WJベルト速度、WJシート方向及びサクシオン位置については、系統的な傾向がみられなかった。

#### 4. 5. 5 表面特性試験結果及び考察

表面特性は、前記の4種類の力学特性とは異なり、力と変位の関係ではない。摩擦特性を代表する指標としては摩擦係数があり、摩擦係数が大きなものは滑りにくく、小さなものは滑りやすい。

KES法では一般にMIU値が大きいほど表面はざらざらしていて手指に引っ掛かり、値が小さいほどスムーズである。MMD値が小さいほど、MIU値が一定であることを意味しており、滑らかになる。

表面の凹凸感も表面特性の重要な因子であり、特性値SMDが平均的な厚みの変動(平均偏差)として定義され、この値が小さいほど、厚みが一定であり、場所によるバラツキが小さいことを意味している。

WJ二次圧が大きくなると、MIU値、MMD値、SMD値が大きくなる傾向がみられた。

WJノズル方向DはMIU値、MMD値及びSMD値において、Cより大きくなる傾向がみられた。

WJベルト速度、WJシート方向及びサクシオン位置については、系統的な傾向がみられなかった。

以上、KES-FBシステムにより得られた試験結果から考察を行ったが、今回試作した、全てのサンプルからのデータを得ることができなかったため、試作条件においては、上記の傾向がみられない場合もあると考えられる。データが少なく、十分な考察が行えなかった。

### 5. まとめ

今回変化させた各製造条件が不織布の性質に及ぼす影響の結果をまとめると次のようになる。

#### 5. 1 WJ二次圧の影響

WJ二次圧を大きくすると衝撃力によって繊維がより強く絡むため、強度が大きくなり硬くなること分かった。またWJ二次圧が大きくなると、引張からの回復性が向上し圧縮されにくく、圧縮変形からの回復性は悪くなっている。

しかし吸水率に関してはWJ二次圧5MPaが一番飽和吸水率が高い値を示し、WJ二次圧を大きくしても吸水率は上がらなかった。また、WJ二次圧が大きくなることで表面はざらざらとした風合いとなり、粗くなることから、風合い重視の観点からはあまり二次圧を大きくすることができないことが分かった。

5. 2 WJベルト速度の影響

WJベルト速度が引張強伸度へ及ぼす顕著な影響はみられなかった。また、吸水性については、試作条件1、2の圧力の弱い時には、WJベルト速度が小さい方が高い値を示す傾向があった。また、WJベルト速度が大きくなると、引張からの回復性は悪くなるが曲げ柔らかく、曲げからの回復性は良くなる傾向がみられた。これは、速度が上がることで、繊維同士の絡み合い数が少なくなっているためではないかと考えられる。

#### 5. 3 WJ裏面打時シート方向の影響

WJシート方向BはAの場合より、吸水性、通気度、ドレープ係数は高くなる傾向がみられた。また、WJシート方向BはAの場合よりもよく伸びるが伸びからの回復性は悪いという結果が得られた。その他については、顕著な傾向はみられなかった。

#### 5. 4 WJノズル挿入方向の影響

WJノズル方向Dの方がCの場合より、ウェブに衝突時のWJ衝撃力が強いために、引張強度が大きくなり、吸水性、通気度もともに高くなる傾向がみられた。しかし、交絡が強いことからドレープ性が悪くなる傾向がある。WJノズル方向DはCの場合より伸びは小さいが引張回復性が良く、曲げ剛い不織布を製造できる。

#### 5. 5 WJノズルとサクシオン位置の影響

サクシオン位置による各強度や物性値へ及ぼす影響は条件によりバラツキが大きく、顕著な

5. 5 WJノズルとサクシオン位置の影響

サクシオン位置による各強度や物性値へ及ぼす影響は条件によりバラツキが大きく、顕著な

傾向が得られなかった。

今回変化させた製造条件の中で、特に各試験結果に影響を与えた製造条件は以下の通りである。引張強度に関してはW J 二次圧とW J ノズル挿入方向の影響が大きいことが分かった。吸水性については、裏面打時シート方向とW J ノズル挿入方向の影響が大きかった。ドレープ性にはW J ノズル挿入方向がわずかに影響を及ぼしていた。また、K E Sの表面特性では、W J 二次圧とW J ノズル挿入方向の影響がみられた。従って、引張強度が必要とされる用途ではW J 二次圧を大きくし、W J ノズル挿入方向はDを使用するのが良いと考えられる。柔らかさを必要とする用途では、W J ノズル挿入方向Cを使用するのが良いと考えられる。また表面状態を第一に考えるならばW J 二次圧を小さくすることが望ましい。

## спанレース不織布のウォータージェットマークへ及ぼす製造条件の影響

田村 愛理 鈴木 慎司 澤村 淳二 遠藤 恭範 滝口 宏人

*Eri TAMURA Shinji SUZUKI Kiyotsugu SAWAMURA*

*Yasunori ENDOU Hiroto TAKIGUCHI*

### 1. 研究目的

спанレース不織布製造において、ウォータージェット（以下WJ）により不織布シートへWJマークが観察される。そのWJマークが均一に現れる場合は良いが、不均一に現れた場合、不織布の見た目を損なう場合が生じる。そこで、そのWJマークに影響を及ぼすと考えられる製造条件について検討を行い、WJマークの改善手段を探索する。

### 2. 研究項目

- ①WJ搬送ベルトのメッシュサイズ
- ②サクシオン条件
- ③ノズル条件

### 3. 研究方法

#### 3. 1 WJ搬送ベルトのメッシュサイズ

50メッシュと90メッシュの各WJ搬送ベルトを使用し、2.2dt×51mmのレーヨン繊維ウェブにティッシュを挟んで試作した不織布について、WJマークの表面観察を行った（仕様書1参照）。

#### 3. 2 サクシオンとノズルの条件

当センターでは通常、3段あるWJ下のサクシオンボックスに配置されている金属の板にWJを当て、WJを撥ね返らせることにより、強度の向上や地合いを良くして試作を行っている。今回、より企業での製造条件に近づけるために、WJをサクシオンボックスに落とすように移動させて不織布を試作した。通常、当センターで試作しているサクシオン条件で、片面（表面）を緩くWJ処理した不織布に、サクシオン条件、ノズル条件を各種変更してその反対側（裏面）にWJ処理を行った不織布について、

WJマークの表面観察を行った（仕様書2、3参照）。

### 4. 結果および考察

#### 4. 1 WJ搬送ベルトのメッシュサイズ

目視による表面観察では、搬送ベルトのメッシュサイズに関わらず、3段目のWJの影響が強く見られ、1、2段目のWJマークがほぼ消された状態になり、WJマークのピッチ間隔が約1mm間隔に見られた。また、搬送ベルトのメッシュが細くなる（50→90）と、メッシュによる不織布へのWJマークの影響が小さくなるためか、CD方向のメッシュ感が消えて見え、MD方向のWJ跡が線上看えた。それに対して、50メッシュでは、MD方向が格子状に見えた。

次に、スキャナーにより取り込んだ不織布表面の拡大画像表面観察においては、90メッシュではWJマークのピッチ間隔が約0.5mm付近に多く存在しばらつきが少なかった。50メッシュでは、WJマークのピッチ間隔が約1mmと0.5mm付近に存在しばらつきが大きかった（図1、2参照）。

目視による観察と拡大観察では、WJピッチ間隔に異なるような結果が得られたが、これはWJ跡の捉え方による差が出ているためと考えられる。しかし、ばらつきの小さい90メッシュの方が実際に目視で不織布表面を観察した場合にWJ跡がきれいに揃っているように思われる。

また、当初、搬送ベルトのメッシュが細くなる（50→90）と、WJの干渉作用が強くなる可能性があると考えられたが、今回の試作結果からは特に干渉作用は見られなかった



#### 4. 2 サクションとノズルの条件

片面処理した不織布は、拡大画像表面観察においてW Jマークのピッチ間隔が0.6~1.2mmの間に分散しているが、サクシオン圧を高めるにつれて（仕様書3、図3~7参照）そのばらつき度合いが若干大きくなるように思われる。No.4は実際の企業での製造条件に近い条件だと思われるが、この場合、W Jマークのピッチ間隔にかなりばらつきが大きく見られた。No.5では、ピッチ間隔が異なるノズルにより1段目（0.6mm）と3段目（1mm）をW J処理しているが、W Jマークのピッチ間隔が0.4~0.8mm付近に多く存在しており、1段目3段目両方のW Jノズル跡が見られた。No.6では、ピッチ間隔は同じで、ノズルの口径が異なる1段目（160 $\mu$ m）と3段目（80 $\mu$ m）とでW J処理しているが、W Jマークのピッチ間隔が0.8~1.2mmの間に分散して存在していた。No.5、6の結果から、W Jのピッチ間隔を細かく揃えたい場合にはノズルの口径を小さくし、ピッチ間隔を狭くする方が良いと考えられる。その方が、目視による不織布表面観察において、W J跡がきれいに揃っているように思われる（図8、9参照）。

W Jを撥ね板に当てる場合と当たらない場合の違いは、仕様書1で試作した90メッシュの不織布（図2）（W Jをサクシオンボックスの撥ね板に当てるように設定）と、仕様書3のNo.3の条件で試作した不織布（図6）（W Jをサクシオンボックスの撥ね板に当たらないように設定）を比較するとわかる。但し、ノズル口径が100 $\mu$ mと80 $\mu$ mで異なる。撥ね板に当たった場合の方が、目視による表面観察ではW Jマークの粗さが少なく比較的きれいに見られた。また、拡大表面観察でもW Jピッチ間隔が揃っていた。撥ね板に当てず、そのままサクシオンにW Jを落とした方が、各W Jの影響が不織布に強く現れており、撥ね板に落とした場合は、1、2段目の影響が少なく3段目のW J跡が強く現れていると考えられる。実際企業においては、W Jをサクシオンに直に落としていると考えられるので、不織布に全てのW Jの影響が残ると考えられる。

以上はW Jマークについてのみの結果であるが、物性については、表1に示す。各試作不

織布の目付は約50g/m<sup>2</sup>でほぼ同じであるが、厚さについては撥ね板がある場合の方が若干薄かった。引張強度については、50メッシュの方が90メッシュと比較すると約1.2~1.3倍強くなっていた。また、サクシオン圧を高める（No.1→3）とMD方向の強度が上昇していた。また、ノズルの口径を大きくする方が強度上昇への影響は強く、2段（No.6）でも3段（No.4）処理したものよりもMD方向の強度が高かった。CD方向については、大差はなかった。

#### 5. まとめ

今回の研究においては、W Jマークに及ぼす主たる要因について、究明はできなかったが、下記のようなことが分かった。

- ①サクシオン圧を高めるとW Jマークも強く残る傾向がある。
- ②W Jマークへ及ぼす影響は、ノズルの口径の方がピッチ間隔に比べると大きく、口径が小さい方がきれいに見える。
- ③W J搬送ベルトのメッシュは細かい方が、W Jマークへの影響は小さく、きれいに見えるが、強度は弱くなる。
- ④W Jをサクシオンに直接落とす方が、W Jマークへの影響が大きい、強度は強くなる。

また、当センターでは、装置の乾燥能力の問題から、W Jの後にプレス工程や網に挟む乾燥工程があり、W Jマークがつぶれたような平らな状態になっており、W Jマークの粗さが目立たなくなっているのではないかと考えられ、実際の企業現場の状況とは異なるのではないかと考えられる。今回、ノズルの目詰まり、傷等がW Jマークへ及ぼす影響等については、試験できなかったが、試作中にW Jが出ているところを横から実際に目で見たとところ、W Jが真っ直ぐに出ていないようなところ（W Jが隣のW Jと重なっているようなところ）では、不織布に他の表面と比べると大きなW Jの筋が出るのが確認された。このような点からも、ノズルの管理が重要であると考えられ、定期的な洗浄、点検が必要と考えられる。特に、最終のW JがW Jマークへ及ぼす影響が一番強く出ると考えられるので、最終W Jのノズル管理が最重要と考えられる。

仕様書 1

試験名		WJマークへの影響 (08. 2. 4、08. 2. 19試作)				
原 料	A	繊維名		d t	mm	配合 (%)
		レーヨン繊維 (コロナ)		2. 2	5 1	1 0 0
	B	繊維名		d t	mm	配合 (%)
		レーヨン繊維 (コロナ)		2. 2	5 1	1 0 0
繰 出	No.	シート名		目付 (g/m <sup>2</sup> )		
	1	ティッシュ原紙		2 0		
条	目付 (g/m <sup>2</sup> )		製造速度 (m/min)	乾燥温度 (°C)	搬送ベルト (メッシュ)	
	5 0		1 0	1 2 0	5 0, 9 0	
件 理	w j 処 理	No.	ノズル (mm φ × mm P)	圧力 (Mpa)		備考
				表	裏	
	1	0.1×1.0	2	2	▼	
	2	0.1×1.0	5	5	▼	
3	0.1×1.0	5	5	▼		
考 察	<b>【検討事項】</b> 搬送ベルトの50メッシュと90メッシュの違いがWJマークへ及ぼす影響について <b>【サクシオン条件】</b> 撥ね板にWJが当たるように設定					

仕様書 2

試験名		WJマークへの影響 (08. 2. 28試作)				
原 料	A	繊維名		d t	mm	配合 (%)
		レーヨン繊維 (コロナ)		2. 2	5 1	1 0 0
	B	繊維名		d t	mm	配合 (%)
		レーヨン繊維 (コロナ)		2. 2	5 1	1 0 0
繰 出	No.	シート名		目付 (g/m <sup>2</sup> )		
	1	ティッシュ原紙		2 0		
条	目付 (g/m <sup>2</sup> )		製造速度 (m/min)	乾燥温度 (°C)	搬送ベルト (メッシュ)	
	5 0		1 0	1 2 0	9 0	
件 理	w j 処 理	No.	ノズル (mm φ × mm P)	圧力 (Mpa)		備考
				表	裏	
	1	0.08×1.0 (No.1~4) 0.08×0.6 (No.5) 0.16×1.0 (No.6)	1	2	▼	
	2	0.08×1.0 (No.1~4)	3	5	▼	
3	0.08×1.0 (No.1~6)	3	5	▼		
考 察	<b>【検討事項】</b> サクシオン条件を変更 <b>【サクシオン条件】</b> 撥ね板にWJが当たらないように設定					

仕様書 3

(単位: c mA q) 08. 2. 28 試作

サクシヨン (紙不通時の設定値)					
No.	ウォーターカーテン	1段目	2段目	3段目	最終サクシヨン
1	76 (全開)	0 (全閉)	0 (全閉)	0 (全閉)	86 (全開)
2	76 (全開)	30	30	30	86 (全開)
3	50	60	60	80	50
4	0 (全閉)	78 (全開)	79 (全開)	82 (全開)	0 (全閉)
5	0 (全閉)	78 (全開)	0 (全閉)	82 (全開)	50
6	0 (全閉)	78 (全開)	0 (全閉)	82 (全開)	50

サクシヨン (紙通過時の実測値)					
No.	ウォーターカーテン	1段目	2段目	3段目	最終サクシヨン
片面処理	56	70	76	60	70
1	76 (全開)	0 (全閉)	0 (全閉)	0 (全閉)	86 (全開)
2	76 (全開)	40	56	50	86 (全開)
3	56	70	76	84	50
4	0 (全閉)	82 (全開)	83 (全開)	87 (全開)	0 (全閉)
5	0 (全閉)	82 (全開)	0 (全閉)	87 (全開)	50
6	0 (全閉)	82 (全開)	0 (全閉)	87 (全開)	50

表面観察



WJマーク間隔

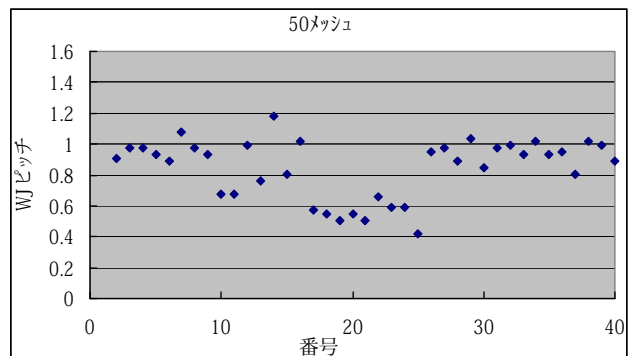


図1 080204試作品 (ノズル100 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、50メッシュ)

表面観察



WJマーク間隔

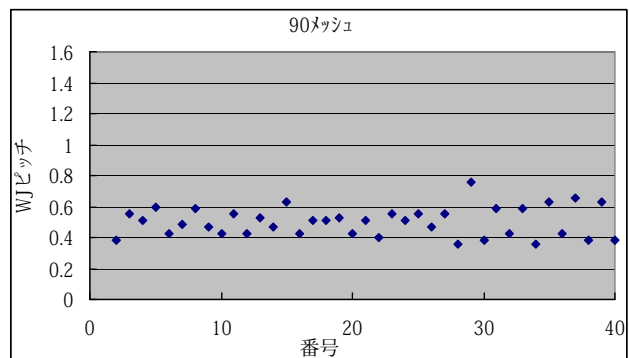
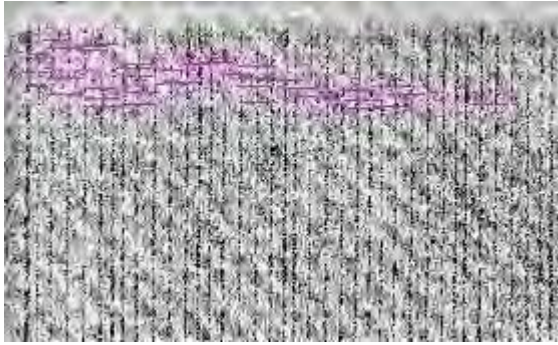


図2 080219試作品 (ノズル100 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、90メッシュ)

表面観察



WJマーク間隔

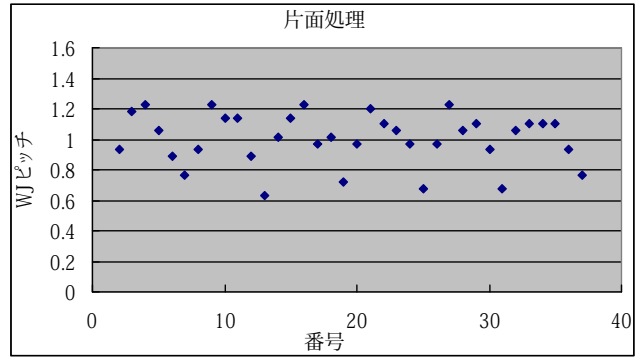
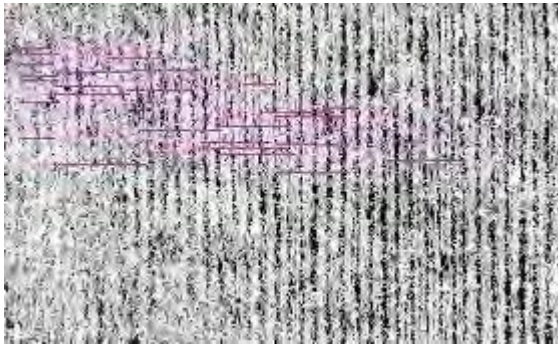


図3 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、片面処理)

表面観察



WJマーク間隔

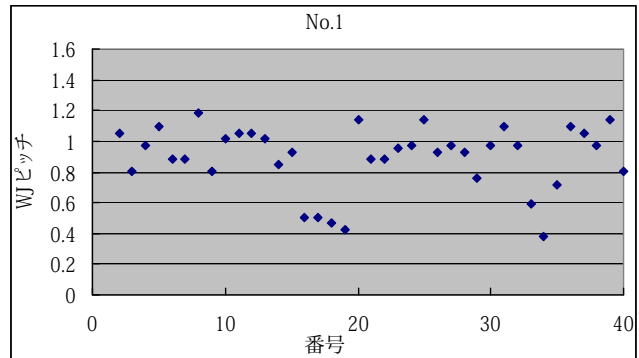


図4 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.1)

表面観察



WJマーク間隔

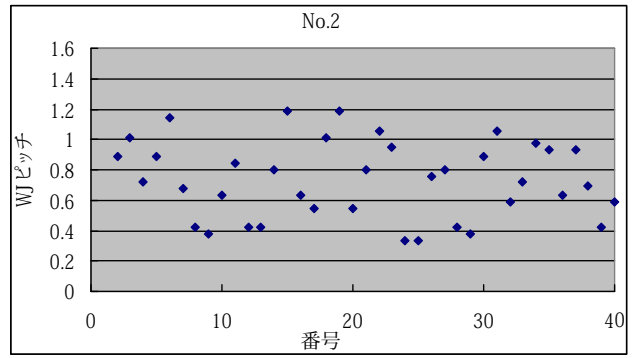


図5 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.2)

表面観察



WJマーク間隔

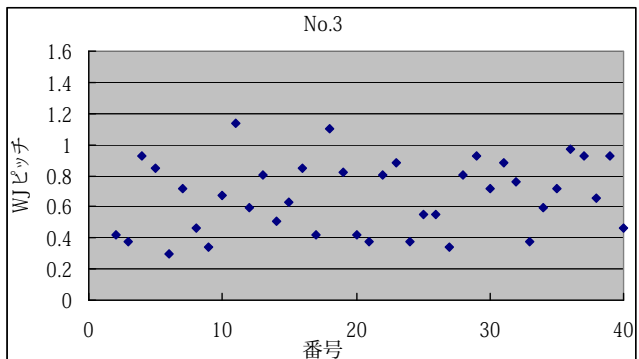


図6 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.3)



表面観察



WJマーク間隔

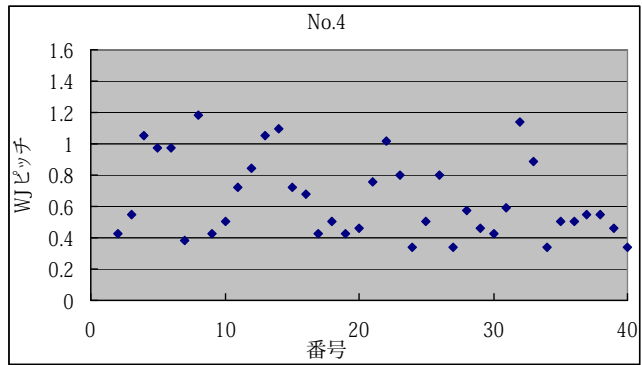


図7 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.4)

表面観察



WJマーク間隔

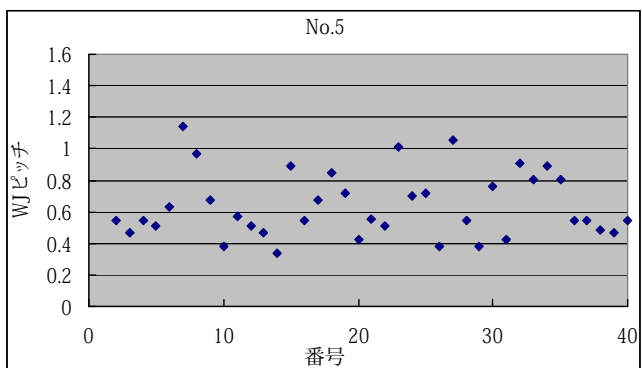


図8 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.5)

表面観察



WJマーク間隔

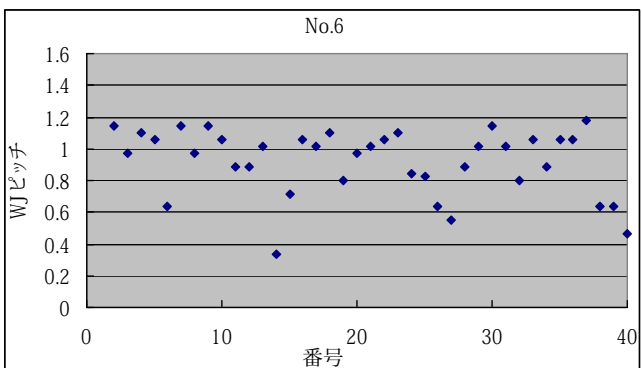


図9 080228試作品 (ノズル80 $\mu$ m $\phi$ ×1mmピッチ、No.6)

表1 物性試験結果

	目付(g/m <sup>2</sup> )	厚さ(mm) 荷重 20gf/cm <sup>2</sup>	引張強度				
			最大点荷重(N)		最大点伸び(mm)		
			たて	よこ	たて	よこ	
080204試作	50メッシュ	48.8	0.31	92.7	12.5	19.9	131.4
080219試作	90メッシュ	47.9	0.33	68.8	10.3	26.2	100.5
080228試作	片面処理	51.5	0.38	17.8	2.66	4.29	6.7
	No.1	47.3	0.36	69.6	11.7	20.9	109.4
	No.2	48.5	0.36	74.4	11.4	23.3	105.3
	No.3	48.1	0.35	81.3	11.6	23.9	101.7
	No.4	48.8	0.35	72.8	10.8	24.3	96.3
	No.5	47.0	0.38	61.2	9.24	26.8	97.2
	No.6	49.6	0.37	85.9	10.2	23.5	109.9

## 製紙用原料の改質による機能性繊維の開発（第3報）

遠藤恭範

### *Development of High-performance Fiber by Modification (Part3)*

*Yasunori ENDO*

前年度及び前々年度の研究において、改質薬品の選択と最適条件の模索、既存の改質繊維との比較、混合割合などの機能とコストのバランスを見出してきた。本年度は最終製品の形態を見据えて、選抜した改質条件での小型傾斜型短網抄紙機（ラボマシン）による試作とその評価、また、市場で競合すると思われる既存商品との比較を主体に研究を行った。その結果、高濃度水酸化ナトリウム溶液を用いた改質パルプや叩解木材パルプの水酸化ナトリウム溶液による改質、また、低濃度の水酸化ナトリウム溶液に浸透剤や精錬剤を添加して改質したパルプで作られたシートにおいて、優位性が確認された。

#### 1. 研究の展開

今までの研究では改質薬品の種類の選択及びそれらの組み合わせにより、改質効果を見極めてきたが、その改質薬品とは酸性やアルカリ性を示す無機水酸化物や塩化物などのいわゆる「試薬」に相当するものであった。今回はこれらの試薬の組み合わせではなく、改質助剤的な意義で使用される有機合成物を試薬に添加した条件で繊維の改質を行い、手すきシートを試作、その物性を評価した。

また、前年度及び前々年度に行った研究成果より、機能性を発揮できる改質条件をある程度絞ることができた。しかし、今まで評価の対象としていたのは手すき紙の試作シートであるため、そこで良好な機能性が確認されていても、製造方法が異なる実際の生産品が同じような結果を表すと断言できないのが事実である。そこで、次のステップとして、実際の製品開発段階に近づけるためのテスト、すなわち当センターが所有するプラント設備の一つである小型傾斜型短網抄紙機（ラボマシン）を利用して連続抄紙によるシートの試作を行い、機能性を確認することとした。併せて、今回開発した機能性繊維の応用を模索している清浄用紙の分野において、既に市場を形成している商品をいくつか収集し、その機能性（物性）を確認して試作品と比較させることで、その優位性を検証することも行った。

#### 2. 改質助剤（アルカリ加工剤等）の応用

織物に使用される糸状の綿繊維を高濃度の水酸化ナトリウム溶液に浸せきさせ、光沢を付与させる技術をシルケット加工と言う。この加工には繊維表面の表面張力を低下させ、アルカリの浸透を高めるためのアニオン系界面活性剤を助剤として使用することが多い。この加工助剤をパルプのマーセル化時に添加して改質パルプを作製し、その手すきシートの物性を評価した。また、綿紡績において、高速となった連続糊抜精錬漂白加工に対応するために、助剤として使用される油剤ワックス除去剤を、同じくマーセル化時に添加して同様に物性を評価した。

使用した加工助剤は日華化学株式会社製のシルケット加工用浸透剤ネオレートCM-20K及びネオレートGK、並びに綿・綿混紡織物連続用精錬剤サンモールCS-200であり、ともに溶液タイプである。カタログによるとネオレート浸透剤は、水酸化ナトリウム溶液量（V）に対して0.3～1.0%（V）が標準の添加割合となっており、またサンモール精錬剤は加工溶液1リットルに対し1～5gの添加量を推奨している。

今回の実験では、5%濃度の水酸化ナトリウム溶液に対して、ネオレート浸透剤は2種類ともに対水酸化ナトリウム溶液1%、またサンモール精錬剤は4g/Lの割合で先に混合しておき、これを改質溶液として、木材パルプ（NBKP：HOWESAND）を

投入し離解、中和の順で改質を行った。こうして試作した改質パルプをJIS P 8222に基づいて手すきシートに成形し、これまでと同様の物性を評価した。物性の評価項目についてもこれまでと同様、強度（比引張強さ：JIS P 8113）、通気性（通気抵抗度：JIS P 8117）、柔軟性（柔らかさ：J. TAPPI No. 34）、吸水性（吸水度：JIS P 8141）、保水性（保水度：J. TAPPI No. 26）の5項目を設定した。

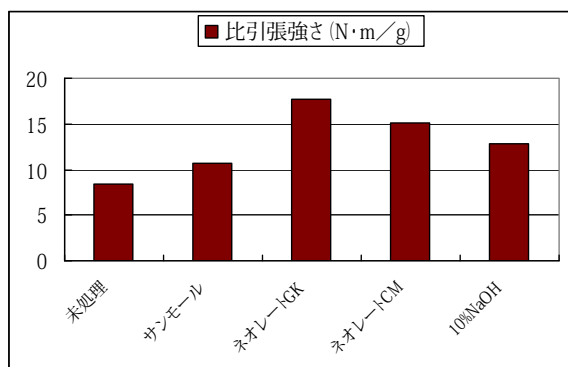


図1 加工助剤を添加して改質したパルプの強度

グラフでは、ネオレートCM-20K浸透剤を「ネオレートCM」、サンモールCS-200精練剤を「サンモール」と表記している。また比較するデータとして未処理（叩解処理を施しておらず、また改質も行っていない）の木材パルプを用いた手すきシート（＝未処理）、及び10%濃度の水酸化ナトリウム溶液で改質した木材パルプを用いた手すきシート（＝10%NaOH）を選んだ。前々年度の報告より、水酸化ナトリウム溶液の改質濃度が、15%以下では強度低下が少ない傾向にあったが、今回比較させた10%濃度は未処理の強度よりも高い結果が得られたものである。よって改質濃度の低い、5%濃度の水酸化ナトリウム溶液に、ネオレート浸透剤を添加、改質した手すきシートの方が、10%濃度改質よりも強度が高くなることは推測できる。逆にサンモール精練剤を添加した改質パルプ手すきシートは10%濃度改質よりも強度は低下していることが興味深い結果である。

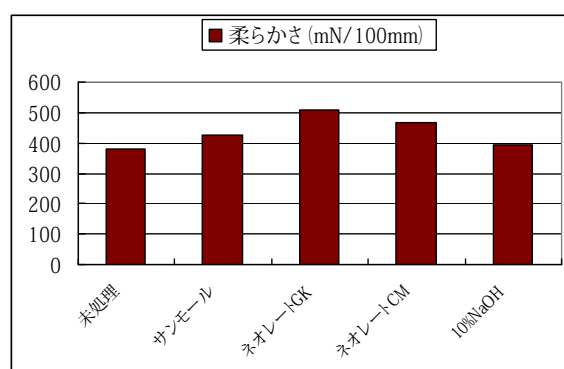


図2 加工助剤を添加して改質したパルプの柔軟性

柔軟性は数値の低い方が柔らかい状態を示す。前述の強度の結果と相関させると、ほぼ同じ傾向を示しているが、浸透剤や精練剤を添加しない方が、柔軟性が高いように見受けられる。

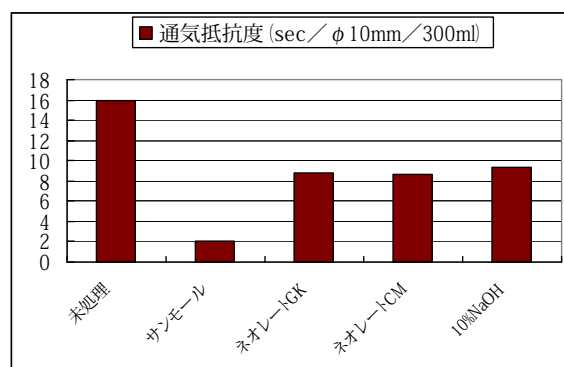


図3 改質助剤を添加した改質パルプの通気性

通気性は数値の低いほど空気が通過しやすい状態を示す。グラフより水酸化ナトリウムを用いて改質を行ったパルプの手すきシートは、未処理の結果よりも通気性が良好であると言える。ネオレート浸透剤を添加した改質パルプの手すきシートと10%濃度改質のそれと比べて、数値的にわずかな差であるが通気性が高いと言える。特にサンモール精練剤を添加した改質パルプの手すきシートは未処理の約1/8、ネオレート浸透剤添加の約1/4の値と通気性が格段に高くなっている。通気性に影響を与える因子の一つである手すきシートの密度に着目すると、グラフでの表記サンプルの左端から順に0.40, 0.31, 0.35, 0.33, 0.40g/cm<sup>3</sup>という結果になっていて、通気性の結果と多少相関があるように見受けられる。



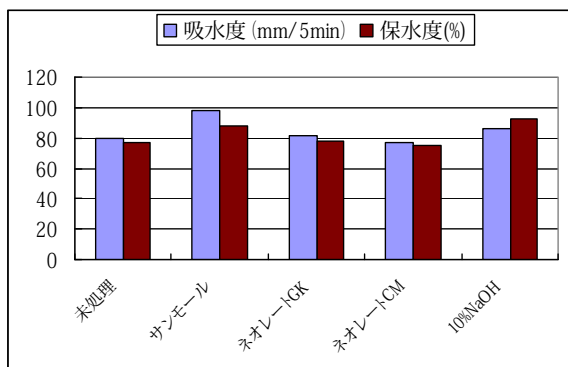


図4 加工助剤を添加して改質したパルプの吸水性及び保水性

10%濃度水酸化ナトリウム溶液による改質パルプ手すきシートでは、未処理のパルプ手すきシートよりも吸水度及び保水度が高い傾向を表しているが、この結果は今までの報告より解説済みである。ネオレート浸透剤を添加した改質パルプ手すきシートは未処理のパルプ手すきシートとほぼ変わらないと確認できるが、サンモール精練剤を添加した改質パルプ手すきシートでは、未処理の結果よりも吸水性及び保水性がそれぞれ約20%及び約13%向上していると判断され、また10%濃度改質のデータと遜色ない結果が得られている。

以上の物性評価結果より各加工助剤の効能を探

ってみると、まずネオレート浸透剤であるが、強度と通気性の向上という点で改質による効果が確認されるものの、柔軟性や吸水性、保水性という機能面からは改質効果は見られないと言える。10%濃度の水酸化ナトリウム溶液による改質パルプとの比較では強度のみ優位であると思われるが、浸透剤添加での水酸化ナトリウム溶液改質濃度が5%と低濃度に設定しているという条件から、傾向の範囲内における変化と捉えられる。低濃度の水酸化ナトリウム溶液での改質は、未処理と比べて強度と剛性を与える傾向にあるが、これは水酸化ナトリウムによるマーセル化、すなわち天然のセルロースⅠ型からセルロースⅡ型への変性が、ある意味不十分であるために生ずる特性と言えるかも知れない。

図5にセルロースⅠ型である木材パルプと、セルロースⅡ型であるレーヨン繊維の、FTIR（フーリエ変換赤外分光光度計：(株)島津製作所製 FTIR-8700) データを示す。分析手法は1回反射ATR法であり、グラフの上段がレーヨン繊維、下段が木材パルプである。

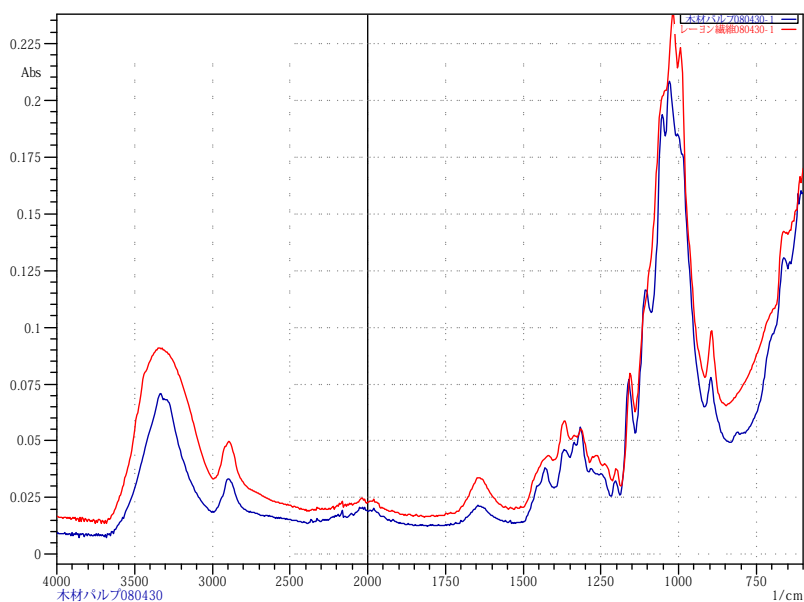


図5 木材パルプとレーヨン繊維のFTIR分析データ

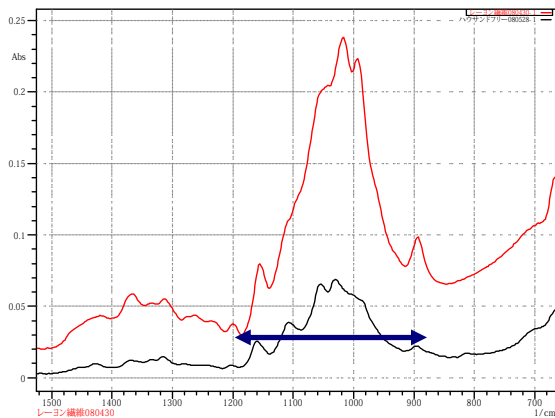


図6 木材パルプとレーヨン繊維の拡大 FTIR分析データ

両者ともセルロース系の波形を示しているのだが、互いに1200～900cm<sup>-1</sup>間で特定の位置で異なるピーク強度が確認され(図6の矢印間)、そのピーク位置は約1110cm<sup>-1</sup>、約1050cm<sup>-1</sup>及び約990cm<sup>-1</sup>の3点である。図7に水酸化ナトリウム溶液を用いた改質木材パルプにおける、改質濃度別でのFTIR分析データを示している。グラフは未処理、改質濃度5%、改質濃度15%であり、前述の3点のピーク位置でその強度を比較した。

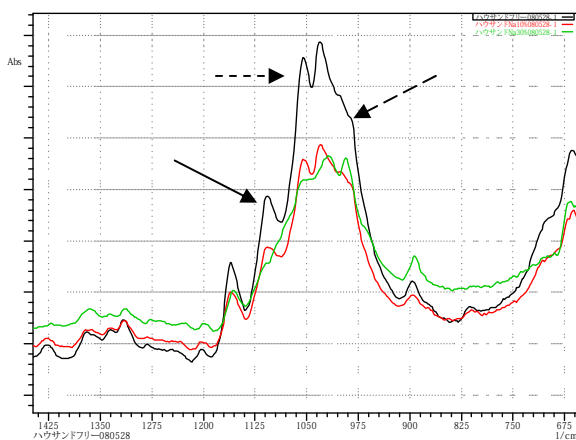


図7 水酸化ナトリウム改質濃度別木材パルプの FTIR分析データ

約1110cm<sup>-1</sup>のピーク(実線右向き矢印)では、強度の高い順に未処理、改質濃度5%となっているが、改質濃度15%ではピークは確認されず、なだらかな傾斜状態となっている。また約1050cm<sup>-1</sup>のピーク(破線右向き矢印)においても、約1110cm<sup>-1</sup>のピークと同じ順で強度が確認されていて、改質濃度15%はピークではなくショルダーで示されている。しかし、約990cm<sup>-1</sup>のピーク(破線左向き矢印)ではこれまでと逆で、改質濃度15%

のみピークが確認され、残りのサンプルではショルダーで示されている結果となった。前回の報告で、水酸化ナトリウム溶液の改質濃度が15%を越えると、その改質パルプでのシート強度は低下し、通気性や柔軟性、吸水性、保水性が向上する知見と相関させると、水酸化ナトリウム溶液による改質が進行し、セルロースI型からII型へ変性すると、約1110cm<sup>-1</sup>及び約1050cm<sup>-1</sup>のピークは消滅し、約990cm<sup>-1</sup>のピークが新たに生じる、すなわち約1110cm<sup>-1</sup>及び約1050cm<sup>-1</sup>のピークはセルロースI型の存在を示し、約990cm<sup>-1</sup>のピークはセルロースII型の存在を示していることが分かった。

この知見より、改質濃度5%のFTIR分析グラフではセルロースI型が大部分を占めており、わずかであるがセルロースII型が生成していることが判断される。したがって、このわずかなセルロースII型構造が、従来のセルロースI型構造で保たれている強度を向上させるバインダー的役割を担っていると考えられる。このような理論を基にすると、低濃度の水酸化ナトリウム溶液による改質パルプのシートでは、エアフィルタなど相当の強度を必要とする製品に応用が期待できる。

サンモール精練剤を使用した場合のFTIR分析データは、約1110cm<sup>-1</sup>及び約1050cm<sup>-1</sup>のピークの消滅と、約990cm<sup>-1</sup>のピークの生成という、改質濃度15%のデータとほぼ同じであることから、この改質助剤を使用すると、5%濃度の水酸化ナトリウム溶液でも、十分にセルロースII型へ移行し改質がなされることが分かる。(図8:グラフ中段がサンモール精練剤)

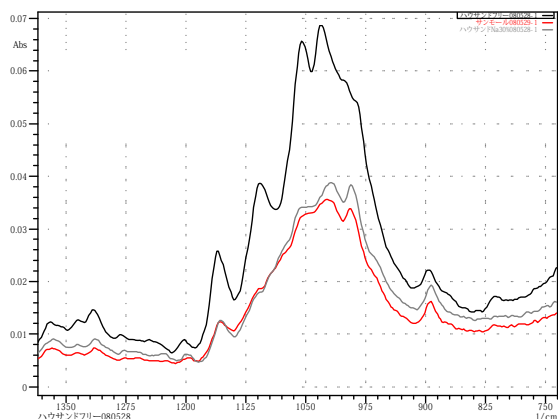


図8 サンモール精練剤を用いた改質のFTIR分析データと未処理、改質濃度15%との比較

サンモール精練剤を添加した改質パルプの手す

きシートは、10%濃度の水酸化ナトリウム溶液による改質パルプと比べて吸水性や保水性はほぼ同等で、密度が低下し通気性は格段に向上する結果を得た。強度及び柔軟性が劣るものの、未処理のパルプ手すきシートのそれとほぼ同等の機能であると判断できることから、低濃度の水酸化ナトリウム濃度でも、精練剤を添加することで、より濃度の高い溶液による改質効果に近づくものと考えられる。この精練剤は繊維表面の糊分や油脂分の除去が目的であるが、本来のシルケット（マーセル化）加工に用いる、表面張力を低下させる浸透剤よりも高い効果が得られたことは興味深い。水酸化ナトリウム溶液が、セルロースの結晶部分に侵入する濃度は、セルロースⅡ型の方がセルロースⅠ型よりも低く、また綿繊維よりも木材パルプの方が低いとされている<sup>1)</sup>。この理論からすれば、改質助剤を用いることで、低濃度による高濃度繊維改質と変わらない機能化が実現するはずであるが、木材パルプの表面には油脂分等が多く付着している事を示唆しているのか、またこれを取り除くことで水酸化ナトリウム溶液での改質がより進行するのか、逆に浸透剤では何故改質効果が得られなかったのか。その原因究明は今後の関連した研究を進める研究者に委ねたい。

### 3. 小型傾斜型短網抄紙機（ラボマシン）による試作と物性評価（第一弾）

#### 3. 1 小型傾斜型短網抄紙機の抄紙条件

これまでに様々な改質パターンを試み、改質効果が得られたと判断できた条件をいくつか見つけてきた。しかしこの効果は、あくまでもシートマシン装置による小型手すき紙での結果であり、実際の大型設備による抄紙とは、パルプの流れによる紙の方向性が生じる等、シート自体の紙層形成が大きく異なるため、改質効果が連続抄紙時に維持されるのかどうかの検証が必要である。

そこで、当センターが所有する小型傾斜型短網抄紙機（以下、ラボマシンとする）を用いて、数kg単位での連続抄紙を行い、試作したシートについて、強度や柔軟性などの物性評価や、灰分や紙中のホルムアルデヒド残量などの化学的検証を行った。

まず基準とするシートとして①未処理の木材パルプ100%で抄紙（以下、未処理とする）を行い、順に以下の条件を選抜して抄紙した。

②48%NaOH溶液を用いて改質した未叩解木材パルプ10%を未処理の木材パルプ90%に配合して抄紙（以下、48%NaOH10%とする）

③10%NaOH溶液を用いて改質した叩解木材パルプ（CSF554ml）10%を未処理の木材パルプ90%に配合して抄紙（以下、叩解10%NaOH10%とする）

④10%NaOH溶液を用いて改質した叩解木材パルプ（CSF554ml）100%で抄紙（以下、叩解10%NaOH100%とする）

⑤5%NaOH溶液にネオレートCM-20Kを5%相当添加させた調整液で改質した未叩解木材パルプ100%で抄紙（以下、5%NaOHネオレートCM-20K添加100%とする）

⑥市販のマーセル化木材パルプ（ポロサニア）を未処理のまま80%を通常の未処理の木材パルプ20%と混合して抄紙（以下、市販マーセル80%とする）

⑦市販のマーセル化木材パルプ（ポロサニア）を未処理のまま20%を通常の未処理の木材パルプ80%と混合して抄紙（以下、市販マーセル20%とする）

⑧市販のマーセル化木材パルプ（ポロサニア）を叩解（CSF713ml）させ100%で抄紙（以下、叩解市販マーセル100%とする）

⑨15%NaOH溶液を用いて改質させた結晶セルロース「セオラス」10%を未処理の木材パルプ90%に配合して抄紙（以下、15%セオラス10%とする）

ラボマシンの運転条件として、傾斜短網を抄紙方法とし、抄紙粘剤はPEO（ポリエチレンオキサイド）を使用した。また目標の抄紙坪量を30g/m<sup>2</sup>と設定し、これが実現できるよう原料送り量や抄紙速度、脱水プレス圧力、乾燥ドライヤー温度等を設定した。改質パルプの調整処理には4kg及び1kgの処理能力を持つ各ホランダ型ビーターを使用し、薬品を用いる際は十数リットル容量のプラスチック製容器を使用した。

#### 3. 2 試作シートの物性評価

坪量は抄紙するパルプの性質が異なってくるため、目標値である30g/m<sup>2</sup>にすることが容易ではなかったが、「15%セオラス10%」のみが約20%と大きくなったものの、全サンプルでの誤差は10%の範囲内（32~28g/m<sup>2</sup>）に収まっていることから、比較する際に特に障害とならないと判断し、続いて

て評価を進めることにした。

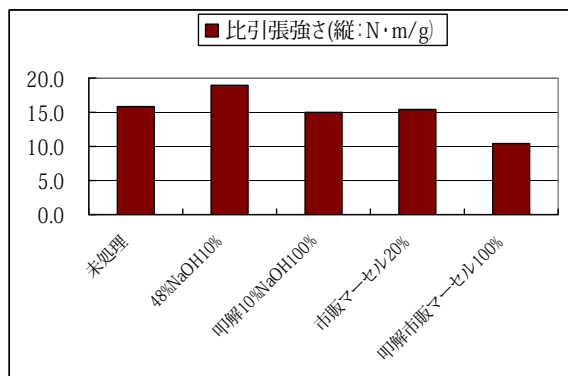


図9 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その1)

まず①未処理、②48%NaOH10%、④甲解10%NaOH100%、⑦市販マーセル20%、⑧甲解市販マーセル100%を比較した。強度比較に関しては48%NaOH改質パルプ10%配合シートが未処理の木材パルプで抄紙した基準シートより約20%程度強くなり、甲解させた市販マーセル化木材パルプ100%シートは基準シートの約65%程度の強度に低下している。

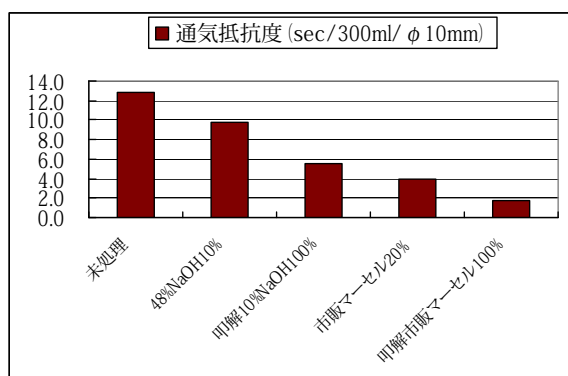


図10 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その2)

通气抵抗度は全ての改質条件において向上している。また、市販マーセル化木材パルプを使用すると、20%配合でも基準シートの約1/3になる結果を得た。

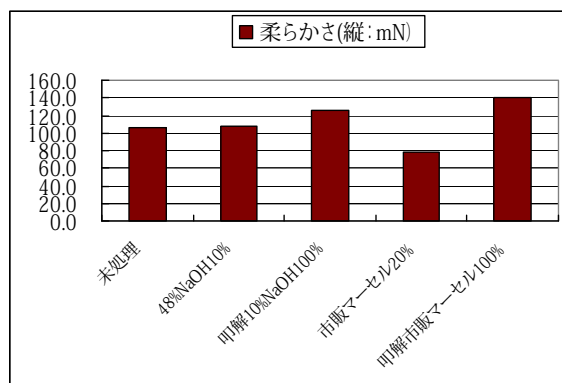


図11 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その3)

基準シートより柔軟性が向上した改質条件は、未甲解の市販マーセル化木材パルプ20%を通常の未処理の木材パルプに配合させたシートのみであった。結果的に市販マーセル化木材パルプの配合量と柔軟性の向上率はほぼ同じとなっている。

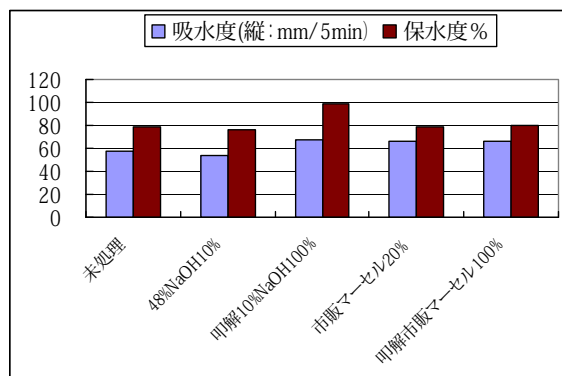


図12 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その4)

吸水性及び保水性に関しては、48%NaOH改質パルプ10%混合シートを除いた4条件について、基準シートの物性と同等もしくは向上している結果を得た。

次に残りの4条件の物性を以下に示す。

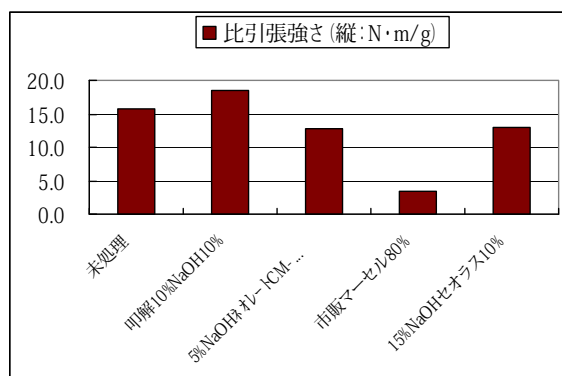


図13 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その5)

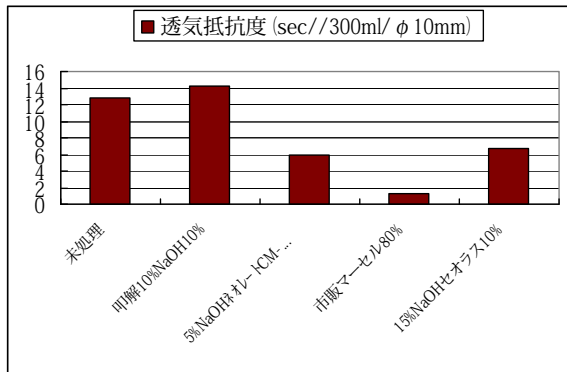


図14 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その6)

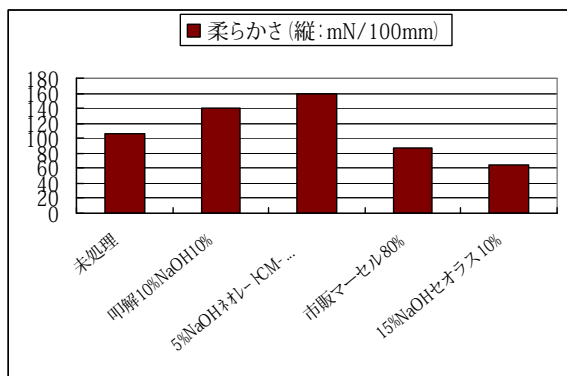


図15 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その7)

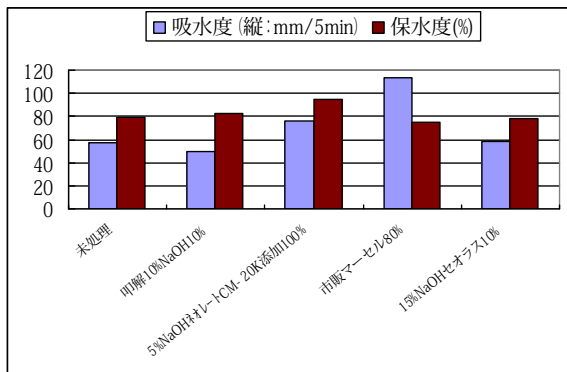


図16 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その8)

①未処理、③叩解10%NaOH10%、⑤5%NaOHネオレートCM-20K添加100%、⑥市販マーセル80%、⑨15%セオラス10%の比較を行ったところ、強度比較(図13)では叩解木材パルプの10%NaOH改質パルプ10%混配合シートが基準シートより約20%向上したが、ネオレート及びセオラスを添加したシートは逆に約20%低下した。市販マーセル化木材パルプ80%配合シートの強度は基準シートの約20%しかなく、ラボマシン抄紙時には乾燥ドライヤーからの剥離工程で、その強度不足が災いし、

連続的にシートを巻き取ることが困難であった。市販マーセル化木材パルプは、繊維が剛直かつ折れ曲がりや捻れが顕著で、自然に嵩高性が向上する性質を持っているため、通常脱水プレス工程で密度が上がって強度が向上する現象が発生せず、フワフワ状態のまま乾燥工程に進み、改質による結晶化度増加も手伝って、水素結合による繊維間接着力が十分に形成されないままシート化されてしまうことが、強度不足の原因であると考えられる。

通気性(図14)については、叩解木材パルプの10%NaOH改質パルプ10%配合シートが基準シートと比べて性能低下を示しているが、その他の条件では約50%以上の機能向上が確認されたが、セオラスを添加したシートは、手すき紙試作シートの物性と異なることから、元々の坪量が基準シートよりも少ないため生じた結果と受け止めている。

柔軟性(図15)についても、セオラスを添加したシートでは、手すき紙試作シートの物性は堅くなる傾向にあったが、連続抄紙で非常に軟らかい測定結果となったのは、やはり坪量不足に影響されたものと考えられる。市販マーセル化木材パルプ80%配合シートでは基準シートよりも柔軟性が向上するが、20%配合の値とほとんど大差ない結果が得られている。これは市販マーセル化木材パルプ自体が高い柔軟性を持っていて、未処理の木材パルプ自体の持つ柔軟性を、シートに寄与させていない(未処理よりも柔軟性が大きく上回っている)ことを示していると考えられる。その他の条件では手すき紙試作シートの物性と同様、基準シートより堅くなる傾向を示した。

吸水性及び保水性(図16)については、ネオレートを添加したシートが両機能とも向上している。また、市販マーセル化木材パルプ80%配合シートは、その配合割合が増えると吸水性は大きく向上することも確認できた。

ラボマシン抄紙による試作の第一弾では、全ての機能項目について、基準シートを向上する条件は得られなかった。その中で向上した項目が多かった条件を選んだ場合、以下のとおりとなった。

48%NaOH改質パルプ10%混合シートは、通気性と強度に関して機能強化され、柔軟性や吸水性、保水性は維持されている。手すき紙試作シートの物性では、ほかに柔軟性向上が確認されたが、柔軟性を評価するハンドル0メータの試験方法(スリットを含む平面上にサンプルを載せ、上面からス



リット内部に向かって荷重計の付いた薄い測定板を押し込む方法であり、紙の縦方向で柔らかさを測定する場合、測定板を繊維幅方向で押し込む形となる)から、連続抄紙ではパルプ繊維の配向性が生じて、繊維の流れ方向(紙の縦方向)と繊維幅方向(紙の横方向)とで差が生じる影響を受けてしまったと考えられ、またその繊維配向により、結晶化度が増加している改質パルプの剛直性が顕著に現れる状態となったと考える。

叩解木材パルプの10%NaOH改質パルプ100%シートは、強度を維持したまま通気性、吸水性、保水性の強化につながった。手すき紙試作シートでは、これらの機能に加え柔軟性にも効果が現れていたが、これも前段と同じ繊維の配向性による差異と考えている。

市販マーセル化木材パルプ20%配合シートは、強度を維持したまま、通気性、柔軟性、吸水性、保水性の向上が見られた。手すき紙試作シートの物性結果では、強度及び柔軟性の機能低下と、通気性及び吸水性の向上、並びに保水性の機能維持が確認されていたが、連続抄紙では総合的に機能向上が図られた結果となった。市販マーセル化木材パルプの剛直性に加え、連続抄紙によるシート中の繊維配向と繊維同士の交絡状態が、手すき紙のそれと異なることから、生じた差異であると思われる、連続抄紙における市販のマーセル化木材パルプの混合は、そのシートの機能強化に寄与すると判断される。

ネオレート添加シートは、吸水性、保水性、通気性の3機能の向上が確認されている。手すき紙試作シートでは、柔軟性は劣るものの強度と通気性に効果が見られ、吸水性及び保水性は変化なしという結果であった。やはり手すき紙と連続抄紙という抄紙方法の違いと考えられるが、別に改質処理の規模がグラム単位からキログラム単位となり、改質処理時の攪拌速度や容器内スラリー濃度の違い等による、改質薬剤の分散や繊維への浸透具合の差異が、結果に現れたのではないかと推測する。

#### 4. 小型傾斜型短網抄紙機(ラボマシン)による試作と物性評価(第二弾)

##### 4.1 小型傾斜型短網抄紙機の抄紙条件

第一弾の抄紙条件は坪量を30g/m<sup>2</sup>に設定したが、実際市販されている清浄用紙の坪量は、おおよそ

20g/m<sup>2</sup>付近に多いことから、もう少し坪量を小さく設定して抄紙することを検討した。

抄紙シートの条件は、

- ①未処理の木材パルプを用いた基準シート(以下、未処理とする)
- ②48%NaOH溶液を用いて未処理の木材パルプを改質(12時間放置)させ、これを未処理の木材パルプに10%配合させたシート(以下、48%NaOH10%とする)
- ③48%NaOH溶液を用いて未処理の木材パルプを改質(12時間放置)させ、これを未処理の木材パルプに50%配合させたシート(以下、48%NaOH50%とする)
- ④20%NaOH溶液を用いて改質した叩解木材パルプ(CSF506ml)100%シート(以下、叩解20%NaOH100%とする)
- ⑤5%NaOH溶液にサンモールCS-200を4g/Lの割合で添加した調整液で改質した木材パルプ100%シート(以下、5%NaOHサンモール添加100%とする)である。

#### 4.2 試作シートの物性評価

ラボマシンでの試作シートの坪量は、未処理の基準シートが約16g/m<sup>2</sup>と小さくなってしまったが、その他の4サンプルについては約18~22g/m<sup>2</sup>の間に収まっている。

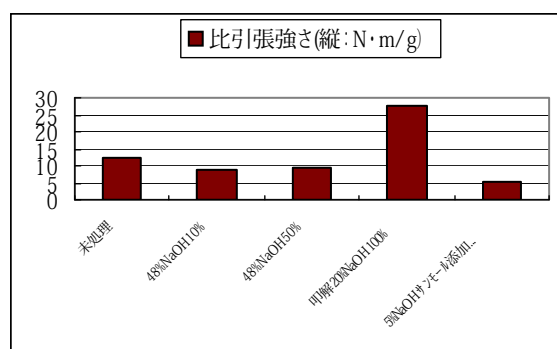


図17 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その9)

強度では、叩解木材パルプの改質を除いて基準シートより低下している。

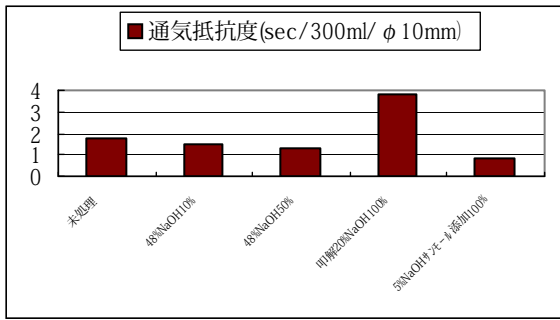


図18 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その10)

通気性は強度と同じ傾向を示し、数値が低下(機能は向上)している。

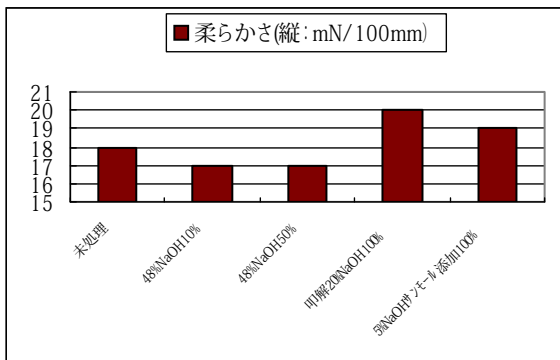


図19 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その11)

柔軟性は48%NaOH改質パルプ混合の2サンプルで少ないながら向上しており、サンモールを添加したシートでは、若干堅くなる傾向を示している。

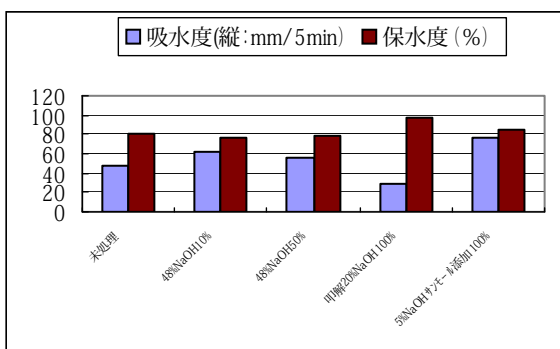


図20 ラボマシン抄紙シートの物性評価(その12)

吸水性は叩解木材パルプの改質を除いて向上する傾向にあり、保水性は叩解木材パルプの改質が良い結果を示しているほか、サンモールを添加したシートが基準シートより幾分向上した値を示している。

今回の抄紙テストでは、基準シートの坪量が設定よりも小さくなり、改質パルプの機能を比較する際、公平性を欠くこととなってしまったが、坪

量が小さくなると、強度は低下し柔軟性は良くなることを考慮すると、この基準シートの機能と比較して優位でないと、開発目標とする清浄用紙の機能に近づかないと考え、そのまま評価を進めた。

強度では、20%NaOHを用いて改質した叩解木材パルプのシートのみが基準シートより2倍以上の大きい値を示したが、48%NaOH改質パルプ混合シートでは70~80%、サンモールを添加したシートにいたっては約40%の強度しか得られなかった。48%NaOH改質パルプは配合割合が10%から50%と大きく異なるにもかかわらず、その強度差は約10%しかない結果については、その理由が分からないが、逆に考えると、ある程度改質パルプの配合割合を高めても、強度には大きく影響しないということになる。

通気性では48%NaOH改質パルプ混合シート2サンプル及びサンモールを添加したシートにおいて機能向上が確認され、その数値は強度とほぼ同じ傾向を示している。

柔軟性に関しては、48%NaOH改質パルプ混合シート2サンプルが向上しているが、基準シートとの差が小さく、20%NaOHを用いて改質した叩解木材パルプのシート及びサンモールを添加したシートを含めて、基準シートとほぼ変わらないと考える。

吸水性については、48%NaOH改質パルプ混合シート2サンプル及びサンモールを添加したシートにおいて、その優位性が確認され、特にサンモールを添加したシートは、基準シートよりも約60%以上の高い向上率を示した。保水性では20%NaOHを用いて改質した叩解木材パルプのシートが約20%の機能向上が確認されたものの、他のシートでは、基準シートの坪量不足を考慮すると差は見られないと判断した。

## 5. ラボマシンで試作したシートの安全性評価

### 5.1 安全性評価項目と基準

様々な条件で改質した木材パルプの物性は、基準のシートとの比較により、その優劣がおおよそ判断できたが、開発目標としている清浄用紙では、その使用目的に応じた製品の安全性評価、特に化学的な評価基準が設けられている分野が多い。今後製品開発まで進める場合、その基準のクリアは必須となってくるため、今回は衛生材料の分野で法的に定められている評価方法及び基準を、試作

したシートに適用させて、その可否を判断した。

法令による品質基準は食品包装材料関係や生理処理用品関係、また日本薬局方やウェットワイパー類の安全衛生基準、紙おむつや乳幼児のおしりふき自主基準など多岐にわたるが、これらに規定されている評価項目や試験方法は、基本的に同じであったり、基準値が少し変わっている程度のものがほとんどである。その中で今回検証する評価項目は、基準の厳しい評価に入る平成17年厚生労働省告示第71号に規定された医療ガーゼ基準に基づいて、蛍光増白剤、色素、水溶性物質、酸又はアルカリ、灰分の項目を選択し、また、昭和34年12月厚生省告示第370号に規定された食品添加物等の規格基準、第三、器具及び容器包装から重金属試験を選択した。さらに昭和49年9月厚生省令第34号に規定された有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律施行規則からホルムアルデヒ

ドの試験を加えて、合計7項目について評価を行った。これらの試験方法については、ここでは詳細に触れないため、それぞれの法令を参考にされたい。

その評価基準を以下に簡単に説明すると、蛍光増白剤については著しく蛍光を認めないことであり、色素についてはその抽出液に着色を認めないこと、また水溶性物質では20mg以下、酸又はアルカリはメチルオレンジ又はフェノールフタレインによる発色を呈しないこと、灰分は0.25%以下であることが条件であり、重金属試験では抽出液に4%酢酸溶液を用いて温度60℃の温湯中で30分振とう放置した時に、鉛(Pb)換算で1ppm以下であること、ホルムアルデヒドはアセチルアセトン法による吸光度の値で、 $A-A_0=0.05$ 以下であることとなっている。

## 5. 2 安全性評価結果

表1 ラボマシンで試作した改質パルプシートの安全性評価結果 (その1)

試験項目	蛍光増白剤	色素	水溶性物質 (mg)	酸又はアルカリ	灰分 (%)	重金属	ホルムアルデヒド
未処理	認めない	認めない	9.5	呈しない	0.19	1ppm以下	0.01以下
48%NaOH10%	認めない	認めない	2.1	呈しない	0.15	1ppm以下	0.01以下
叩解10%NaOH10%	認めない	認めない	5.8	呈しない	0.15	1ppm以下	0.01以下
叩解10%NaOH100%	認めない	認めない	19.2	呈しない	0.15	1ppm以下	0.01以下
5%NaOHネオレートCM-20K添加100%	認めない	認めない	14.5	呈しない	0.13	1ppm以下	0.01以下
市販マーセル20%	認めない	認めない	5.6	呈しない	0.15	1ppm以下	0.01以下
市販マーセル80%	認めない	認めない	7.0	呈しない	0.10	1ppm以下	0.01以下
叩解市販マーセル100%	認めない	認めない	5.1	呈しない	0.09	1ppm以下	0.01以下
15%NaOHセオラス10%	認めない	認めない	13.8	呈しない	0.16	1ppm以下	0.01以下

表2 ラボマシンで試作した改質パルプシートの安全性評価結果 (その2)

試験項目	蛍光増白剤	色素	水溶性物質 (mg)	酸又はアルカリ	灰分 (%)	重金属	ホルムアルデヒド
未処理	認めない	認めない	8.4	呈しない	0.16	1ppm以下	0.01以下
48%NaOH10%	認めない	認めない	9.6	呈しない	0.13	1ppm以下	0.01以下
48%NaOH50%	認めない	認めない	8.5	呈しない	0.14	1ppm以下	0.01以下
叩解20%NaOH100%	認めない	認めない	23.1	酸は呈しないがアルカリは薄赤色	0.13	1ppm以下	0.01以下
5%NaOHサンモール添加100%	認めない	認めない	13.5	呈しない	0.08	1ppm以下	0.01以下



上記の2つの表に今回ラボマシンの試作した改質パルプシートの安全性評価結果を示している。蛍光増白剤及び色素の確認試験については、改質工程時に使用した薬剤の紙中残留による、安全性の確認のための評価であるが、試作時に染料や蛍光増白剤を混合していないため、当然ながら全ての試作シートで認められない。また重金属試験やホルムアルデヒド試験についても、全サンプル基準をクリアしている。灰分試験では、艶消し剤入のレーヨン繊維や無機物填料をシート中に配合した場合に数値が大きくなる傾向であるが、対象が天然の木材パルプやこれを原料とした結晶セルロースであるため、全て基準値を超える結果は得られていない。

酸又はアルカリの確認試験では、未処理を除く全てのサンプルで水酸化ナトリウム溶液を使用しており、中和は行っているもののそのシート中への残留が懸念されるため行った評価である。ほとんどのサンプルで酸性及びアルカリ性を示さず中性域を保っていることが判断できたが、20%水酸化ナトリウム溶液で改質した叩解木材パルプ100%シートに関して、アルカリ性を示す薄赤色を呈した。色相では本来の濃い赤色ではなく微的なものであったが、そのシートの抽出液がアルカリ性域となっていることは間違いない。これは改質後の中和及び水洗工程が十分でなかったことが原因であると思われる。改質パルプスラリー状態で中性～弱酸性域にあることを確認して、水洗、抄紙工程へと進んでおり、またその間多量の水が用いられるので、パルプに残存したアルカリ薬剤や中和薬剤は流出していると考えていたが、叩解処理を行ったパルプは保水度が高いことから、薬剤がフィブリル化した繊維内に保持されてしまったためと判断する。

また改質アルカリ濃度以外の条件が同じである「叩解10%NaOH100%」シートでこの試験をクリアしていることから、改質時の水酸化ナトリウム溶液の濃度が高かったことも一つの要因であると思われる。前述の叩解処理による高保水度状態と相乗的な効果を出した可能性も考えられる。この推論から叩解処理した木材パルプの改質時には、中和工程及び水洗工程で、改質パルプスラリー濃度を低く設定し、せん断力の大きい攪拌機等で全体がムラなく均一に分散するよう工夫する必要があると思われる。

水溶性物質試験については、おおむね基準以内の結果が得られているが、基準値を超えた、または基準値に近い大きな値を示したサンプルがいくつか確認された。セオラス添加シートでは、水酸化ナトリウム溶液で改質した微細な結晶セルロースを添加していることから、これがシートから溶液中に容易に脱離することが考えられる。10%の添加量であるが、原料処理工程や抄紙工程で流出したものも多くあり、これを計算に加えても基準値に近づいた数値が得られたことは、これ以上の配合割合では、機能性は向上できても使用中の作業性や安全性に問題が生じることが検証されたと思われる。

叩解木材パルプの改質では、20%水酸化ナトリウム溶液を使用したサンプルで基準値を約3mg超えてしまい、10%水酸化ナトリウム溶液使用では基準値にわずか0.8mg差で合格していて、両者ともサンプル場所を変更すると、試験合否が変わるようなグレーゾーンに存在している。実際に改質スラリー中に存在する微細繊維は、ラボマシンによる連続抄紙までの工程で、バッチ式による水洗が行われていて、その時点で多く流出していると思われること、また抄紙時の網ワイヤーより流出していると考えれば、シート中の存在量は少ないものと判断していた。しかし今回試験溶液を抽出する程度の物理的な外力で、パルプ繊維から容易に脱離（切断）されたということは、叩解処理により発生したフィブリルが、水酸化ナトリウム溶液の改質により、更に微細化、脆弱化してパルプ繊維からの脱離しやすくなっているものと推測する。本来叩解された木材パルプで作られたシートでは、そのフィブリルにより多くの水素結合や繊維間結合が生まれ、シートの強度も向上する。よって弱い物理的外力であればシートは崩壊しないはずであるが、水酸化ナトリウム溶液による改質でフィブリル自体がセルロースⅠ型からⅡ型へ変質して微細化し、さらにヘミセルロースは溶出して水素結合を形成できない状態へと変化したことから、弱い外力でも部分的に崩壊すると考えられる。今回の結果より、叩解木材パルプの改質シートは、医療用途では応用が難しく、また脱離して発生する紙粉はワイパー類でも障害となるため、清浄用紙という分野での使用は難しいと思われる。

改質助剤として使用したネオレート添加シートやサンモール添加シートの数値は、叩解処理や微

細な結晶セルロースを添加しない他の改質条件とそれと比べて大きな値を示している。この助剤は両方とも非イオン系界面活性剤であり、固形物ではない。原因としてはこれらの助剤の性質によるものと思われる。ネオレートは浸透剤、サンモールは精練剤として販売されており、それぞれ繊維内部へ水酸化ナトリウム溶液の侵入を助けて、シルケット加工等の改質を進める働きを持つ。よってこれら助剤も繊維内部への侵入しており、pHの中和や水洗工程で、容易に流出せず固定化されている可能性が考えられる。水溶性物質試験の試験溶液を抽出する条件は、蒸留水で15分間穏やかに煮沸するというものであるが、このような加熱水であれば、これらの助剤は繊維より脱離するのかもしれない。浸透剤や精練剤を添加して改質したシートは、叩解処理した木材パルプの改質と同様、中和工程や水洗工程を十二分に行うことで、安全性を高めることができると考える。

## 6. 市販品との機能性比較

### 6. 1 比較する市販品と物性

連続抄紙による試作シートの物性や安全性を検証することができたが、これから商品開発へと進む場合、既存の商品と優位性比較する必要がある。そこでまず清浄用紙の分野で一般的な製品を対象に、今まで検討した5項目の機能性を確認した。

用意した製品は、大学や民間の研究所等で多く使用されるK社の理化学用ワイパー及びタオルペーパー、高知県内企業の生産した一般的なティッシュペーパー及びトイレットペーパー、そして保湿加工したティッシュペーパーの5点であり、全て木材パルプが使用されている。また理化学用タオルペーパーは4枚で1組、ティッシュペーパーは保湿も含み2枚で1組として構成されている。

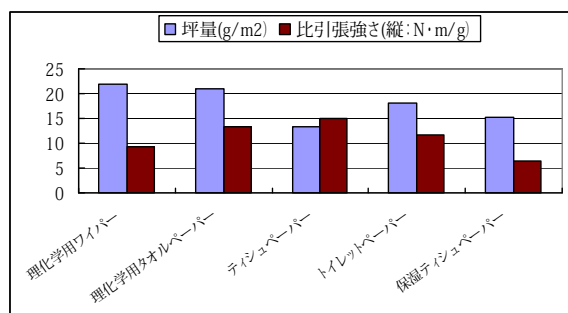


図21 市販品の坪量及び強度

坪量試験において、1組で構成されているサン

プルは、それぞれ1枚分の結果を示しており、強度試験では1組（4枚もしくは2枚）で行っている。坪量はティッシュペーパーの2サンプルで13g/m<sup>2</sup>近辺、その他のサンプルで20g/m<sup>2</sup>近辺となっており、ティッシュペーパーは現在廃止されているJIS規格（JIS S 3104）では坪量12.5g/m<sup>2</sup>以上と規定されていることから、これに合致した値となっている。強度試験は前述のJIS S 3104を準じて試験片の幅を25mmに設定して、シートの縦方向で比引張強さを算出しており、ティッシュペーパーが最も強く、次いでタオルペーパー、トイレットペーパーと続いている。ティッシュペーパーは添加している紙力増強剤の効果が大きいと思われる、保湿ティッシュペーパーはその含水率から、強度的に弱くなる傾向にあると言える。

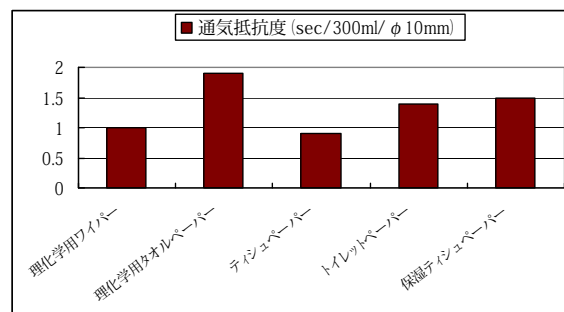


図22 市販品の通気性

通気性は1組で試験を行っている。4枚1組であるタオルペーパーの通気性は良好でなく、保湿ティッシュペーパーも一般的なティッシュペーパーよりも、保湿成分を塗布している理由で通気性は良くない。良い結果を示しているのは、ティッシュペーパー、理化学用ワイパーの順となっている。

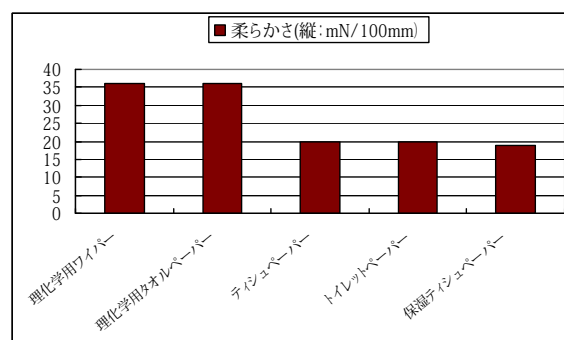


図23 市販品の柔軟性

柔軟性試験も1組単位、シートの縦方向で行っている。保湿ティッシュペーパーが、一般的なティッシュペーパーやトイレットペーパーよりも若干小

さい（軟らかい）数値を示している。理化学用2サンプルは非常に堅い。

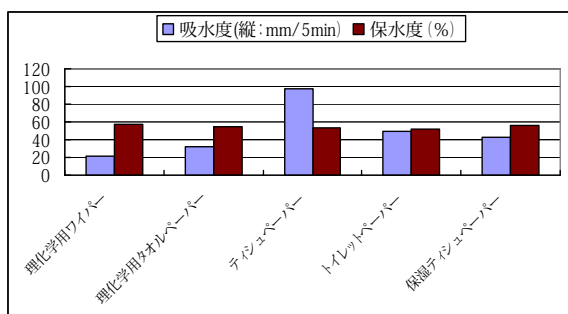


図24 市販品の吸水性・保水性

吸水性については1枚使用しシートの縦方向で、保水性については1枚のシートから所定の重量をサンプリングして試験を行っている。吸水性はティッシュペーパーが飛び抜けて良好であるが、これはシートのクレープ（皺付け）状態にも起因することから、一概に優位であるとは言いにくい。しかし理化学用ワイパーやタオルペーパーと比べると、ティッシュペーパーやトイレットペーパー類は良い吸水性を持っていると考える。保水性は特に優位であると判断するサンプルは見当たらないが、理化学用ワイパーと保湿ティッシュペーパーは平均より高い値を示している。

## 6. 2 試作シートとの比較

市販品の物性比較より、各機能項目で秀でたサンプルの数値を基準として、機能性が向上していると判断した試作シートの物性を比較することにした。対照とする市販品は、結局のところ全ての機能に関して優位性を持つティッシュペーパーとなり、試作シートは、略称で48%NaOH10%、48%NaOH50%、市販マーセル20%、5%NaOHサンモール添加100%、5%NaOHネオレートCM-20K添加100%、叩解10%NaOH10%、叩解10%NaOH100%の7サンプルと選抜した。

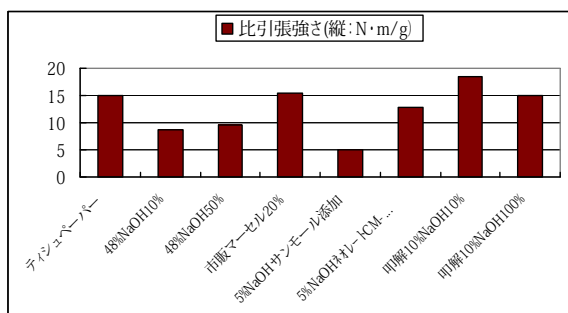


図25 市販品と試作シートの比較（強度）

紙力増強剤を添加しているティッシュペーパーは低坪量でも強度が高いため、比引張強さは大きくなっている。よって比較的坪量の小さい試作シートは優位的に見られず、坪量の大きい試作シートが同等以上の結果を得る状況となっている。しかしながら保湿ティッシュペーパーの強度と比較すると、図25で一番弱い強度となったサンモール添加シートと同等であることから、全てのサンプルにおいて使用上特に問題のない強度であると考えられる。

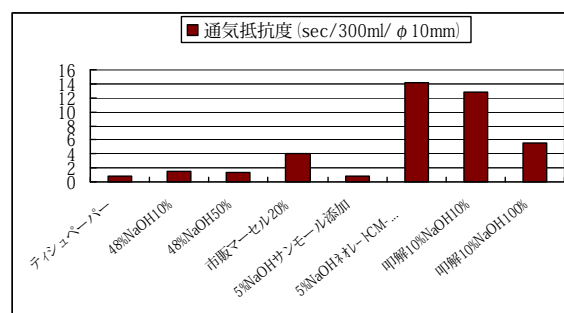


図26 市販品と試作シートの比較（通気性）

叩解木材パルプを改質した2サンプル及びネオレート添加シート、並びに市販マーセル化パルプ20%配合シートの通気性は、市販品で最も通気性の悪い結果を残した理化学用タオルペーパー（4枚重ね）よりも劣っている。残りの3サンプルは対照であるティッシュペーパーと同等の結果を示している。

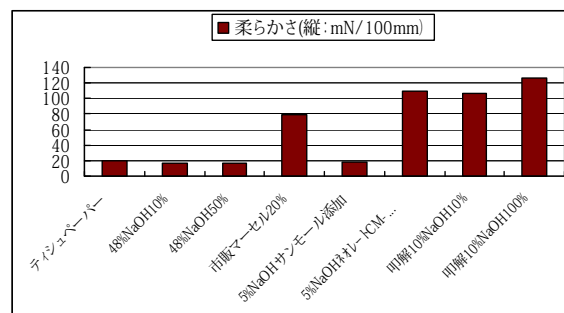


図27 市販品と試作シートの比較（柔軟性）

柔軟性については、前述の通気性と同じような傾向を示していて、48%水酸化ナトリウム溶液を用いて改質したパルプ10%配合シート及び同50%配合シート、並びにサンモール添加シートの柔軟性はティッシュペーパーの機能に匹敵していると言える。

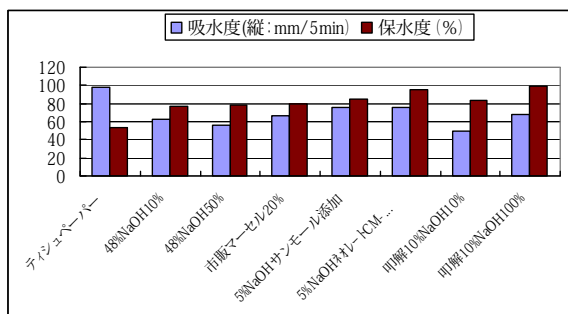


図28 市販品と試作シートの比較  
(吸水性・保水性)

吸水性に関しては、ティシュペーパーより優位な試作シートはないが、これ以外の理化学用ワイパーやタオルペーパー、トイレットペーパー、保湿ティシュペーパーの数値と比較すると、全てのサンプルにおいて同等以上の結果を示している。また保水性は、対照物であるティシュペーパーの値よりも、全てのサンプルにおいて上回っており、改質効果が発揮できていると思われる。

## 7. 改質効果のまとめと現状

ラボマシンによる連続抄紙試作シートの物性評価及び市販品との物性比較の結果、製品として応用可能な改質条件が明らかとなってきた。高濃度の水酸化ナトリウム溶液で改質した木材パルプは、強度低下は避けられないものの、通気性、柔軟性、吸水性、保水性の各機能が向上した。この改質パルプを未処理の木材パルプに混合することで、強度低下と改質コストの抑制につながり、特に保水性が向上したシートを開発することができた。また市販のマーセル化パルプを未処理の木材パルプに配合したシートは、柔軟性を除いた各機能が向上する。高濃度改質パルプも市販のマーセル化パルプもどちらも、配合割合が50%を越えることで、強度低下を招き、連続抄紙が難しくなる。

叩解した木材パルプを比較的低濃度の水酸化ナトリウム溶液により改質したパルプでのシートは、強度を維持したまま保水性を向上しているが、パルプ繊維に水酸化ナトリウムが残存することが多く、中和及び水洗工程を十分に行う必要がある。

浸透剤や精練剤等の改質助剤を添加して、低濃度の水酸化ナトリウム溶液で改質したパルプでのシートは、柔軟性を除く、通気性や吸水性、保水性は高濃度水酸化ナトリウム溶液による改質パルプのシートと同等になることが分かり、特に保水

性の高さは注目する。高濃度の水酸化ナトリウム溶液での改質では、強度不足により100%シートの抄紙は不可能であるが、改質助剤添加では100%シートで保湿ティシュペーパーと同程度の強度を有し、製品として問題のないほか、水酸化ナトリウム溶液濃度は数%と、かなり低濃度ながら高濃度と同じ改質効果を持つことから、改質助剤1kgあたり数百円で使用濃度が1%未満であることを考慮すると、改質コストの抑制にもつながる改質方法である。

しかしながら、研究当初の安価な木材パルプを使った機能性繊維の開発という目標が、現在原油高の影響を受けた石油製品の高騰による、製紙現場の状況変化に伴って、軌道修正を余儀なくされている。木材パルプは90~100円/kgと、当初より数十円アップしており、水酸化ナトリウム溶液や硫酸溶液等の薬剤も、キログラムあたり十数円の値上げで、今後も不定期で更なる値上げが予定されている。他の化学合成繊維においても、レーヨン繊維は350~400円/kg、ポリエステルやポリオレフィン系繊維は250~300円/kgと、当初対象としていた機能性繊維並みの価格帯にまで値上がりしており、市販のマーセル化パルプを含めて、改質パルプ製造コストに追いついてきている。今後、改質パルプの普及を進めるにあたって、市場の要求する機能とコストとのバランスを再検討する必要があると思われる。

## 8. 製品としての評価と方向性

この3年間で改質条件や改質方法の選抜、シートマシン装置による改質パルプの手すき紙抄紙及びその物性評価、市販のマーセル化パルプとの比較、ラボマシンによる連続抄紙試験と試作シートの物性及び安全性評価、市販品との優位性検証と進めてきた結果、いくつかの改質条件が優位であることを判断できた。市販品は単なる木材パルプで構成された紙ではなく、様々な製紙薬品を添加されているはずで、今回連続抄紙で試作したシートと、物性を単純に比較することは、優位性を見いだすに当たり逆に不利であったのだが、その中で優位な改質条件が確認されたことは、今後最終製品開発へ向かっての基礎的なデータとなると思われる。

清浄用紙という分野は産業用のワイパーから医療用のガーゼなど幅広い。当然ながら、強度が

少し弱くても市場でニーズの高い製品もあり、例えば通気性がなくても脱落繊維が少ないであるとか、柔軟性に欠けても拭き取り性能が素晴らしいであるとか、一概に今回評価した5つの機能で、全ての製品について優劣の評価ができるものではない。しかし、いろいろな用途があり万能的な製品に近いティッシュペーパーで、この5つの機能のほとんどで良好な結果を得ていることから考えても、これらの機能は製品の特徴につながる基本的な機能として位置づけている。単に一つの優位性だけで商品となる時代ではなく、この基本機能のいくつかと、さらに別の異種な機能を追加することで、高付加価値な商品へと発展していくものとする。

近年の原油高騰は、光熱水費も例外ではなく、燃料費が年間で数年前の2～3倍になって経営を圧迫するにまで至っており、近年の不景気にも押され、県内の製紙業界は身動きがとれない状況に追い込まれているといっても過言ではないであろう。この状況の中で、この研究成果がすぐに応用されることは期待薄である。ただ、通常使用されている木材パルプや化学合成繊維が高値になっている今、改質コストが少々高くても、ある機能に優位性を与えた改質パルプ繊維を開発し、その機能性を前面に押し出した商品を発売し消費者の割安感を刺激する、ある意味逆転の発想も必要ではないかと考えている。

#### <引用文献>

- 1) 下田功, 岡島三郎: 工業化学全書22パルプ・紙・レーヨン, 日刊工業新聞社, (1960) 90

## *Property of Fiber Board from Paper Sludge of Sanitary Paper*

*Keiichi Chikamori and Teruo Kimura\**

**Abstract:** In order to develop the new recycling system of paper sludge (PS) of sanitary paper, the molding of fiber board was performed by using PS. The NBKP was also used for the molding as a reference virgin material. Moreover PS/NBKP mixed board was molded. And their mechanical properties were discussed. It is concluded here that the paper board with high density and high strength can be obtained from PS.

**Keywords:** Paper sludge, Recycling, Fiber board, Compression molding

### 1. Introduction

A large quantity of paper sludge (PS) occurs in a paper manufacture process. The quantity amounts to 2 million ton / year in Japan at dry condition<sup>1)</sup>. These PS has been recycled as cement raw materials, soil improvement materials, and thermal retention materials for iron manufacture and so on by a major company. However, recycling is difficult in a minor industry because of an economic reason such as high transportation cost of PS for recycling. Therefore it is expected to develop a new economic recycling system with high added value. For example, high mechanical properties are expected for dried PS of sanitary paper without filler because of good hydrogen bond and little deterioration of fibers included in PS<sup>2)3)</sup>.

Therefore, the molding of fiber board by using PS of sanitary paper was performed and the mechanical properties of molded board were investigated in this paper.

### 2. Material used and Experimental Method

Paper sludge used here was discharged from the sanitary paper mill in Kochi Prefecture. And NBKP (Canfor Co., HOWE SOUND 300) was used as a reference virgin pulp. Figure 1 and Table 1 show the aspect and measured length of both materials. It is clearly seen in Fig.1 that PS becomes fibril finely and has very short length. The compression molding of boards was performed by using PS, NBKP and PS/NBKP mixture, respectively. Figure 2 shows the aspect of molding apparatus. Two cases of molding method were performed. Namely, in Case 1, the wet material (PS, NBKP, PS/NBKP) was dried in the die without pressuring. On the other hand, the material was dried with pressuring in Case 2 in order to regulate the density of molded board. And the thickness was controlled 3 mm by using spacer. It is 105°C in dry temperature of both Cases.

The mechanical properties of molded board were evaluated by bending and impact tests, respectively. Bending and Izod impact tests were performed in accordance with JIS K7171 and K7110, respectively.

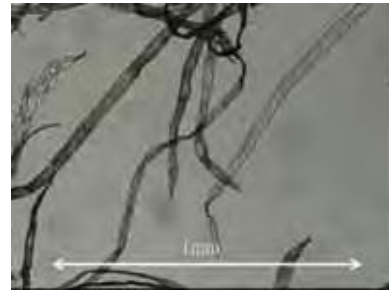
---

\*Kyoto Institute of Technology





(a) PS



(b) NBKP

Fig.1 Micrographs

Table 1 Average length of material used

	PS	NBKP
Arithmetic average (mm)	0.14	1.08
Length weighted average(mm)	0.73	2.27
Weight weighted average(mm)	2.33	2.88

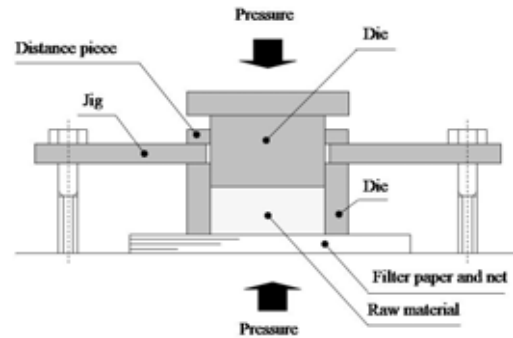


Fig.2 Aspect of molding apparatus

### 3. Result and Discussion

Figure 3 shows the relation between density and weight fraction of PS (Wf) in Case 1. Here, Wf=0% and 100% mean the boards molded from only PS and only NBKP, respectively. It is noted here that the density of molded board increases with increasing Wf and the remarkable increase can be seen in Wf>75%. This fact means the large shrinkage of PS and can be seen in Fig.4 of microscope observation, namely, the void is not seen very much in PS100% whereas many voids are seen in NBKP.100%.

Figure 5 shows the bending strength of molded boards. The bending strength increases with increasing Wf and the remarkable increase can be seen in Wf>75% as same as the result of density said above. It is concluded here that the board with high density and high strength can be obtained without pressuring it by using the PS as raw material.

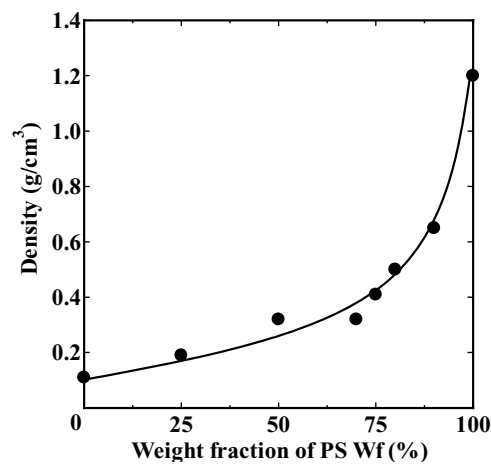


Fig.3 Relationship between weight fraction of PS and density

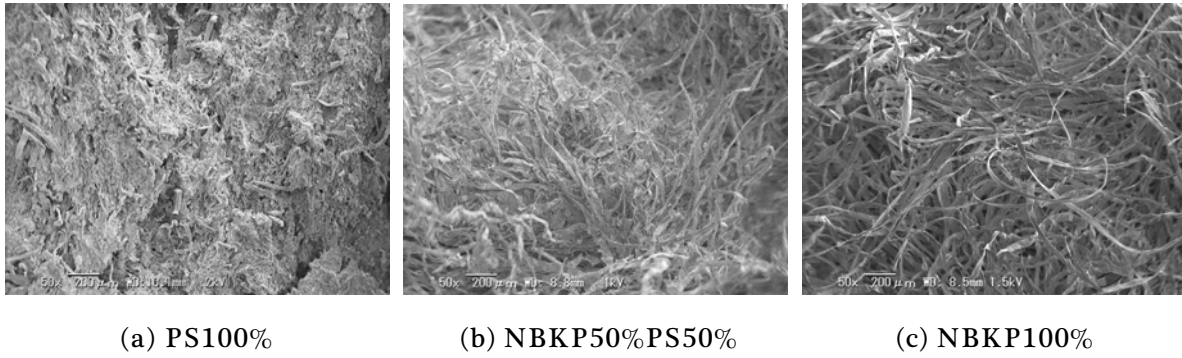


Fig.4 Microscope observations

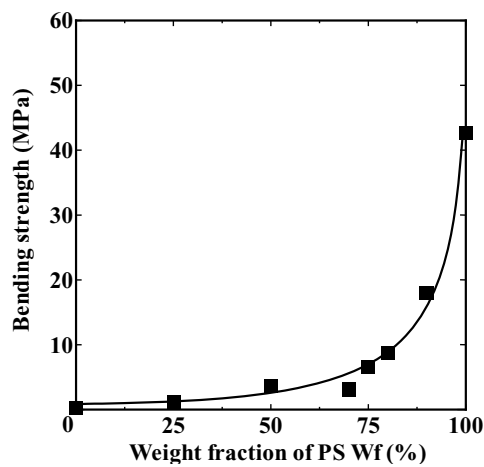


Fig.5 Relationship between weight fraction of PS and bending strength

Figures 6(a) ~ (c) show the aspect of cross section of boards molded with pressuring. The density of boards shown here is approximately 1.23~1.28 g/cm<sup>3</sup>. It is seen in the case of NBKP100% that long fiber intertwines with each other. On the other hand, most fiber overlaps and does not intertwine with each other in the case of PS100%.

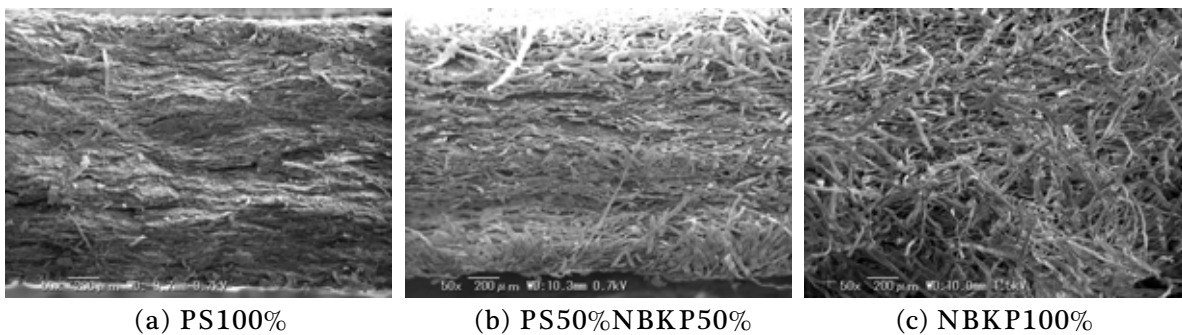


Fig.6 Microscope observations



Figure 7 shows the relationship between bending strength and density for various boards. Here, the bending strength was evaluated with maximum load shown in Fig.7. It is noted here that the bending strength increases rapidly with increasing the density. Three materials in the figure such as PS100%, NBKP100% and PS50%/NBKP50% show the almost same strength, though character shown in Fig.7 is different each.

Figure 8 shows the aspect of edge side of the fractured boards. It is seen that the fracture occurs at the tensile side of the boards and the cracks progress horizontally for NBKP100%. On the other hand, the crack progresses vertically for PS100%. The direction of cracks may be depend on the fiber orientation and length, namely the long fibers which oriented horizontally protect the vertical progress of cracks for NBKP100%, and short fiber with random orientation does not promote the vertical progress of cracks.

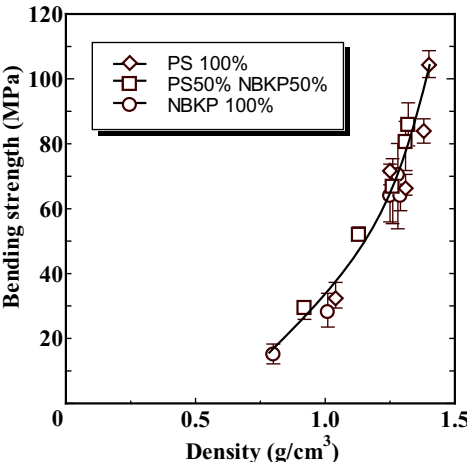
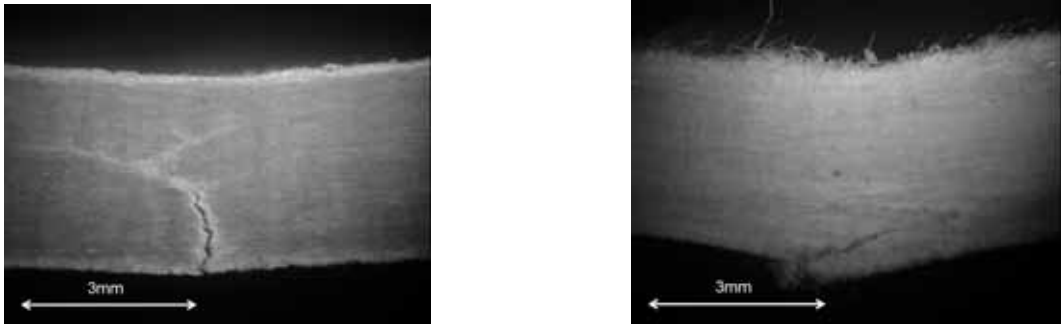


Fig.7 Relationship between density and bending strength



(a) PS100% Density=1.33g/cm³

(b) NBKP100% Density=1.28g/cm³

Fig.8 Typical aspects of bending strength fracture

Figure 9 shows the relationship between bending elastic modulus and density. It is noted here that the elastic modulus increases with increasing the density. Here, it should be noted that the elastic modulus of PS100% is fairly larger than that of NBKP100%. As discussed above, the fiber length of PS is very short. Therefore the number of contact points between neighboring fibers may be larger for PS100% than that for NBKP100% with longer fiber. As a result, the smaller freedom for deformation occurs for PS100%. This fact may lead the higher elastic modulus for PS100%.

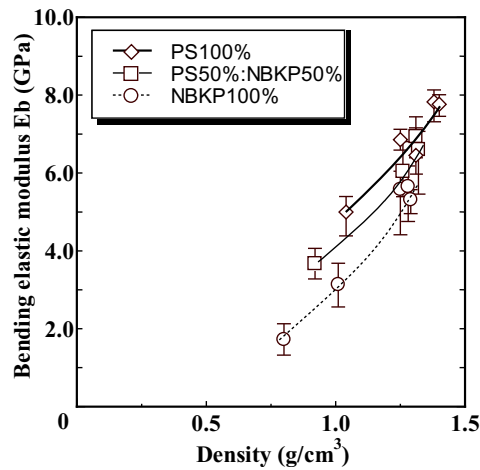


Fig.9 Relationship between density and bending elastic modulus

Figure 10 shows the relationship between Izod impact value and density for various boards. It is noted here that the Izod impact value increases with increasing density, and value is larger for NBKP100% and smaller for PS100%. The pull out of the fiber can be seen at the fracture cross section as shown in Fig.11. The pull out is easy to occur for short fiber such as PS100%, then the Izod impact value of PS100% may take a smaller value.

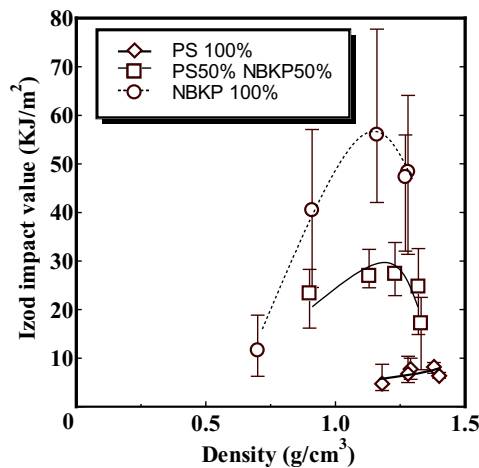
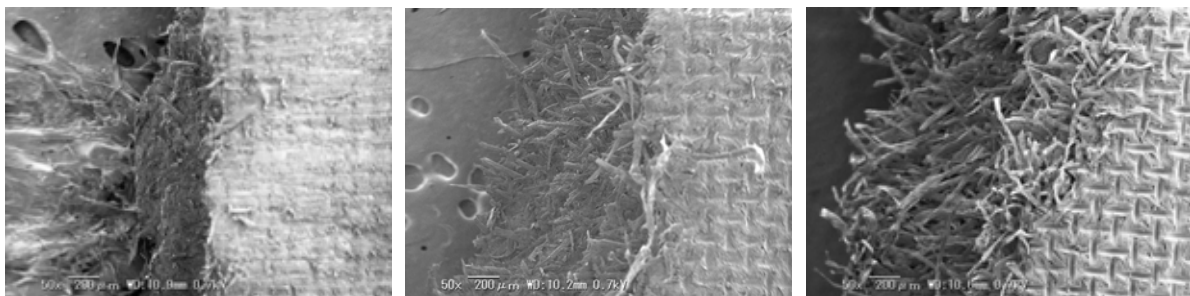


Fig.10 Relationship between density and Izod impact value



(a) PS100%  
Density=1.28g/cm<sup>3</sup>

(b) PS50NBKP50%  
Density=1.23g/cm<sup>3</sup>

(c) NBKP100%  
Density=1.28g/cm<sup>3</sup>

Fig.11 Typical aspects of Izod impact fracture

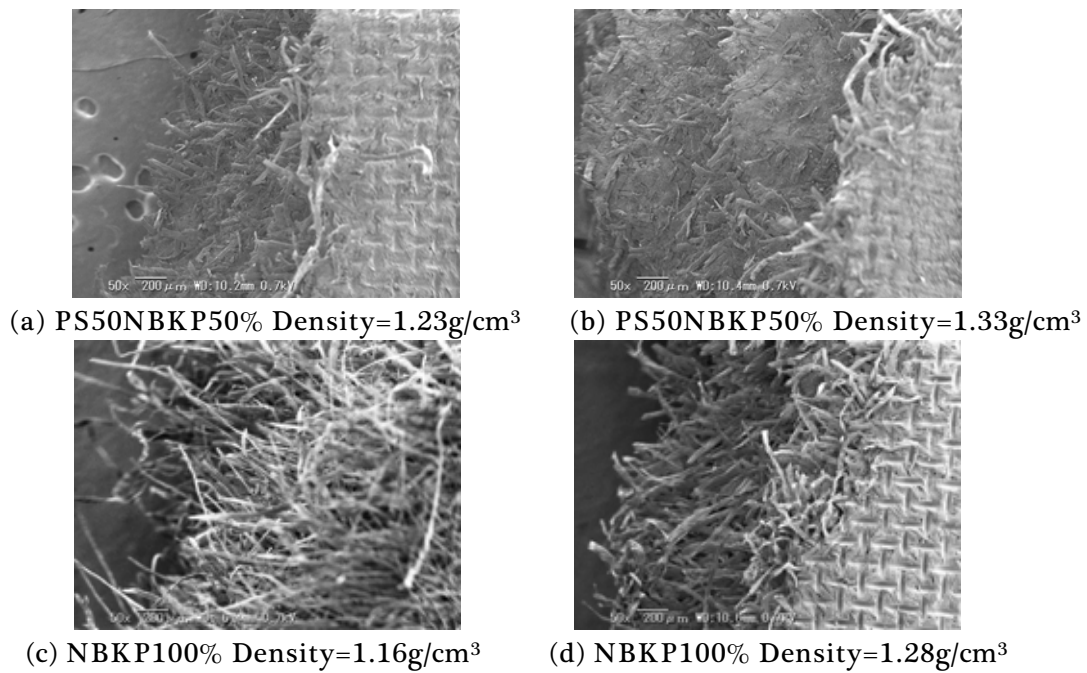


Fig.12 Typical aspects of Izod impact fracture

#### 4. Conclusion

In order to develop the new recycling system of paper sludge (PS) of sanitary paper, the molding of fiber board was performed by using PS. The followings were concluded.

- 1) The large shrinkage occurs during the drying process of PS boards. This lead the high density and high bending strength of PS board.
- 2) The bending strength of PS board is nearly equal to that of NBKP board under the condition of same density though the fiber length is shorter for PS100% than that for NBKP100%.
- 3) Izod impact value takes a smaller value for PS100% because o f the short fiber length.

#### References

- 1) Saka, S., (2002) "Technical series No.12 of making paper and pulp; environmental control", p.306, Japan Tappi
- 2) Murai, M. (1964) "Seishi-Kougaku", p.268, Kougakutosho
- 3) Okayama, T.,(2002) Japan Tappi J,56, p.989, Japan Tappi