

機関番号：34305

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500678

研究課題名（和文）

用途拡大を可能にする複合不織布の開発

研究課題名（英文）

Development of composite nonwovens enables many uses

研究代表者

矢井田 修

京都女子大学・家政学部・教授

研究者番号：50029352

研究成果の概要（和文）：多方面の用途展開を可能にする不織布を開発することを目的とし、この目的に沿った複合不織布の製造方法の検討から研究に着手し、次いでспанレース不織布と他の不織布との複合化の方法および製造条件や複合構造の検討、そして試作した複合不織布の構造的特徴および物理的性能の測定、さらに形態安定性などの実用化に必要な試験を行い、用途展開が可能な高機能複合不織布の開発に対する基礎的な知見を得た。

研究成果の概要（英文）：For the purpose of developing the composite nonwovens which enables much use development, I considered the manufacturing technique of the composite nonwovens. Next, I studied the compounding method with spunlace nonwovens and other nonwovens, the structure and property of composite nonwovens. As a result, basic data on composite nonwovens necessary to use development was obtained.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：被服材料学

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：複合不織布、спанレース法、спанボンド不織布、形態安定性、保湿不織布、ノズル条件、

## 1. 研究開始当初の背景

不織布はその構造的、力学的特徴を活かして産業用途における多種多様な製品の部材として広く用いられるようになった。その結果、過去十数年にわたって発展を続けてきた。しかし、最近はその成長速度が鈍っており、やや頭打ちの状態である。この状態を打開するために、不織布の更なる用途拡大や衣料用途への展開が望まれている。しかし、衣料用途では、風合い、着心地、ドレープ性、形態安定性などの、従来の製法による不織布にと

っては達成が困難な品質要求項目がある。また、外衣や下着などの使用目的によっても品質要求項目が異なる。これらの要求品質を単体の不織布で達成するのは非常に困難である。そこで、まず、外衣用衣服を対象とし、各種の特徴ある不織布を特殊な方法で複合化することによってこの要求品質を達成することを試みる。複合化の方法には接着、熱融着、力学的結合などの方法があるが、外衣用途であるという観点から、風合いや形態安定性を最重要視し、力学的結合法における一

つの有効な方法である高圧水流を利用して複合化する方法を選択した。また、この複合化手法は今まで不織布が用いられていなかった分野に提供できる新しい複合不織布基材の開発技術ともなり、多様化する用途へ対応できる一つの新しい複合不織布製造技術を提供することにもなると予測できる。

## 2. 研究の目的

本研究では、複合繊維による比較的柔軟性に富むспанレース不織布と強度的に優れたспанボンド不織布を選び、高圧水流を用いたспанレース法により、フィラメントと短繊維同士を絡み合わせることによって両者を複合化し、用途展開力のある複合不織布、特に外衣用途で要求される風合い、ドレープ性や形態安定性に優れた複合不織布を開発することが最終目的である。この目標を達成するために、不織布の製造条件が複合不織布の力学的及び物理的性質に及ぼす影響などの基礎的実験結果を集積し、最終目標が達成可能か否かを判断するとともに、用途展開に適した複合不織布の設計指針を得ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

複合化のための新しい方法として、高圧水流 (WJ) を用いる。この場合の高圧水流の圧力、ノズル径、ノズルピッチ、ノズル形状が複合不織布の性能にどのような影響を及ぼすかを実験し、各最終用途において異なる要求性能に及ぼすこれら製造条件の影響に関する基礎的データを実験的に集積する。この場合、複合繊維を原料として用い、外衣用に適する布であるかを確認するために、KES法による基本力学特性の測定も行い、不織布製造条件とこれらの特性との関係を調べる。

以上の基礎的な実験結果に加え、外衣に要求されるその他の性能、例えば、形態安定性、耐久性、吸水性についても実験し、この新しい複合化手法による複合不織布が外衣用不織布として適用可能かどうかを明らかにする。

また、用途開発の一例として保湿不織布の開発も行う。ここで得られた基礎的なデータは不織布の用途拡大に寄与するものと考えられる。

## 4. 研究成果

多方面の用途展開を可能にする不織布を開発することを目的とし、この目的に沿った複合不織布の製造方法の検討から研究に着手し、次いでспанレース不織布と他の不織布との複合化の方法および製造条件や複合構造の検討、そして試作した複合不織布の構

造的特徴および物理的性能の測定、さらに形態安定性などの実用化に必要な試験を行い、用途展開が可能な高機能複合不織布の開発に対する基礎的な知見を得た。研究の内容は、1) 不織布の用途拡大の方向性の一つとして、コスメティック分野への展開を考えた保湿性を有する不織布の開発、2) 不織布を複合化する場合の製造条件が不織布の構造や性質に及ぼす影響、特に高圧水流を用いる方法におけるノズルや搬送ベルトに関する諸条件の影響、3) 不織布の伸縮性や形態安定性 (特にバギング性) の向上に大別される。主な研究成果は次のように要約される。

(1) 保湿不織布の開発に関しては、パルプ材料として、ティッシュ原紙、NBKP (針葉樹漂白クラフトパルプ)、LBKP (広葉樹漂白クラフトパルプ) を用いた。また、紙の特性に非常に大きな影響を与えるパルプの叩解処理が複合後の不織布特性に与える影響を調べた。さらに、保湿不織布にしたときに繊維の脱落を防ぐ、SWP (ポリプロピレン系熱融着繊維) の添加が不織布特性に与える影響についても検討した。また、パルプ部の繊維の種類、製造条件が及ぼす物理的性質への影響に関する実験以外に、実際に使用する上で肌触りなどをどのように感じるかを調べるために被験者による官能検査を行った。官能試験の方法として、対比較法を用いた。アンケートの最後には順位法を用い、被験者に保湿シートとして好ましいものはどれか順位をつけてもらった。1位を5点、2位を4点、6位を0点とし、得点化して集計を行った。被験者は本学学生31名である。

以上の実験から以下に示す主な結果を得た。

①強伸度試験と官能試験より、NBKPは強度が大きく、LBKPは伸度が大いことが分かった。また、官能試験から、LBKPは弱い、破れやすいと同時に、柔らかい、肌触りが良いという評価も得られた。

②保湿加工を施すと、柔らかくなり、よく伸びるといった結果が得られた。しかしながら、強度が小さく、初期吸水率が非常に悪いことが分かった。特に、官能試験において弱いと評価された、河野製紙製ティッシュ原紙の試料とLBKP未叩解の試料強度が小さいため、改良の必要がある。

③叩解により、吸水率が大きくなるが、強度は小さくなることが分かった。また繊維残留指数が非常に小さかった。更に、官能試験での評価が悪く、硬い触り心地であることが分かった。従って、叩解により期待していた改善効果のうち、吸水率の向上は得られたが、

強度や手触りの向上はあまり達成できなかった。

④SWP においては、曲げ回復性、圧縮回復性、滑らかさに関して少し向上した。しかしながら、強度が小さくなることが分かった。官能試験においては、SWP を配合していないものとの差はなかった。しかし、繊維残留指数が大きいため、SWP 配合の目的である繊維の脱落を防ぐことには成功したといえる。

(2) 複合不織布の水流交絡法による製造条件、特にノズルや搬送ベルトに関する条件が複合不織布の構造や性質に及ぼす影響に関しては、WJ 二次圧、ノズルの形状、ウェブの搬送ベルトの速度、ノズルから噴出された水流の衝突方向などを系統的に変化させてレーヨン 100%のウェブを処理した。製造装置として高知県立紙産業技術センターに設置されている多目的不織布製造装置を用いた。WJ 二次圧が大きくなると引張強度、ドレープ係数、吸水率は大きくなるが伸度は小さくなる。これは衝撃力により繊維が広がるため繊維同士がよく絡み、硬くなり、空隙が大きくなるからだと考えられる。一方搬送ベルトの速度が大きくなると反対の傾向を示す。これは単位面積当りの WJ 衝突数が減少し交絡点が少ないためだと考えられる。縮小ノズルでは引張強度、ドレープ係数、通気度が大きく伸度は小さくなる。これは縮小ノズルの WJ が太く繊維をよく交絡させるためだと考えられる。サクシオン位置やシート方向についても同様の結果が得られた。また、細孔径分布測定結果は通気性と相関関係が見られた。

各実験結果に大きく影響を与えた製造条件は以下の通りである。強度と細孔径分布においては WJ 二次圧の変化と、ノズル形状が大きく影響を及ぼしている。強度の強い布を製造するためには WJ 二次圧を大きくし、縮小ノズルを用いると良い。また、一定の細孔を持つ不織布を製造するためには WJ 二次圧 5 MPa、ノズル形状の縮小タイプが適していることが分かった。

力学的特性に関しては、表面特性に影響を及ぼしているのは WJ 二次圧の変化とベルト速度である。実験結果から滑らかな表面とするためには、WJ 二次圧を小さくし、搬送ベルト速度を速く (15m/min) することが望ましいと考えられる。

(3) 不織布の形態安定性や伸縮性の向上に関しては、形態安定性の代表的な性質としてバギング性を対象とし検討した。これまで、風合いの優れたспанレース不織布の形態

安定性、特にバギング性について研究を行い、積層構造の違い、製造条件の違いがバギング性に及ぼす影響についての実験から、спанレース/спанボンド複合不織布がспанレース単体よりもバギング性や風合いの観点から優れているという結果が得られた。分割複合繊維を用いたспанレース/спанボンド複合不織布を対象とし、積層構造・製造条件の違いとバギング試験における最大荷重と荷重時間の違いが複合不織布のバギング性に及ぼす影響について調べた。また、спанボンド構成比率の違いがバギング性に影響するかを検討するため、спанボンド構成比率の異なる 3 種類の不織布のデータも参考にした。これらの実験結果とバギング試験前後の試料の走査型電子顕微鏡撮影結果から、分割繊維による複合不織布のバギング性についての考察を行った。

実験試料として、積層構造や製造条件 (片面打ち、両面打ち、WJ 二次圧) の異なる分割繊維を用いた 12 種類の複合不織布を用いた。片面打ち、試料番号と両面打ちとし、さらに、WJ 二次圧 11MPa の場合と WJ 二次圧 13MPa の 2 種類とした (12 種類の試料の目付けは、ほぼ同じ値に設定している)。

これらの実験により、次の結果が得られた。  
①最大荷重が増加するにつれて IR 値が減少する。これは分割繊維を利用したことにより、繊維の太さが細くなり強度が小さくなったため、最大荷重の影響を大きく受けたと考える。IG 値 (瞬間残留変形値)、ID 値 (残留変形値)、バギング高さにおいても同じような結果が得られた。

②最大荷重が 16.7N (1.7kgf) から 50.0N (5.1kgf) の間は WJ 二次圧の値を大きくする程、IR 値が増加しバギング性が向上する。しかし、66.7N (6.8kgf) になると WJ 二次圧による違いがあまり見られなくなる。このことから、66.7N 以上の荷重をかけると、布が伸びきってしまい弾性回復力が弱くなることが考えられる。

③どの試料においても、荷重時間を増加させたときの IG 値、ID 値、IR 値 (瞬間回復率) にあまり差は見られなかった。これは分割繊維の柔軟性によるものといえる。しかし、最大荷重を増加させた時は、IG 値、ID 値、及び IR 値に差が大きく見られた。これは分割繊維を利用したことにより、繊維の太さが細くなり強度が小さくなったため、最大荷重の影響を大きく受けたと考えられる。

④打ち方の違いによる影響は、どの試料も片面より両面の方が IG 値、ID 値が低く、IR 値が高い事から、両面打ちの方がバギング

性に優れている。

⑤ スパンボンド構成比率の違いが最大荷重と荷重時間の変化に影響しない。

これらの結果をまとめると、今回用いた試料の中で最もバギング性に優れているのは3層の複合不織布で両面打ちの試料であった。

伸縮性に関しては、捲縮レーヨンを複合化させた場合と弾性繊維フィラメントを用いた場合について検討した。捲縮レーヨンをを用いた場合、複合する相手シートの物性の影響が大きく、即ち、引張強度については、ポリプロピレンシートで捲縮レーヨンをを用いた方が普通レーヨンの場合より大きくなった。また、細孔径分布においては捲縮レーヨンをを用いた方が平均細孔径は大きくなる傾向が見られ、KES試験においては捲縮レーヨンの混合率が小さくなると曲げ剛性が大きくなり、シートと捲縮レーヨンとの混合率が重要であることが分かった。弾性繊維によるシートとの複合では、予想通り伸縮性の大きな改善が見られ、またバギング性も改善されることが示された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

- ① スパンレース不織布のバギング性に関する研究、熊田亜矢子、矢井田修、大目木幸子、生活造形、Vol. 56、p 57-63 (2011) (査読無)
- ② 複合化による不織布のバギング性の改善-スパンレース/スパンボンド複合不織布のバギング性-、熊田亜矢子、矢井田修、大目木幸子、生活造形、Vol. 56、p 65-68 (2011) (査読無)
- ③ Effect of manufacturing parameters on structure and properties of spunlace nonwovens, O. Yaida, Proceedings of the 39<sup>th</sup> Textile Research Symposium at IIT Delhi, 655-658 (2010) (査読有)
- ④ 水流交絡法におけるノズル条件が不織布の構造や物理的性質に及ぼす影響、矢井田修、大目木幸子、木暮理沙、嶋崎茜、森岡春奈、生活造形、Vol. 55、p61-70 (2010) (査読無)
- ⑤ スパンレース法におけるノズル条件が不織布の性質に及ぼす影響、澤村淳二、田村愛理、矢井田修、高知県立紙産業技術センター報告、Vol. 14、p 21-39 (2009) (査読有)
- ⑥ 保湿複合不織布の基礎的研究、矢井田修、岩田侑子、山田奈々、大目木幸子、生活造形、Vol. 54、p43-50 (2009) (査読無)
- ⑦ 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、田村愛理、澤村淳二、矢井田修、岡本光子、金子純子、高知県立紙産業技術センター報告、Vol. 13、p 19-42 (2008) (査読有)
- ⑧ Development of Moisturized Composite Nonwovens, O. Yaida, S. Suzuki, K. Sawamura, H. Takiguchi, Proceedings of The 37<sup>th</sup> Textile Research Symposium in Daegu, 209-211 (2008) (査読有)

[学会発表] (計11件)

- ① 捲縮レーヨンをを用いた複合不織布の物理的性能、矢井田修、岡田真衣、大槻菜々子、日本繊維製品消費科学会 2019 年年次大会・研究発表要旨、p121 (2010)
- ② 水流交絡法による不織布の複合化に及ぼす製造条件の影響、矢井田修、日本繊維製品消費科学会 2010 年年次大会・研究発表要旨、p 122、(2010)
- ③ Development of Japanese nonwovens industry and technical trend, O. Yaida, Proceedings of Seminar on Technical Textiles Symposium, p18-46 (2009), Korea
- ④ 保湿性を有するケアシートの開発、矢井田修、鈴木慎司、澤村淳二、日本家政学会関西支部第31回研究発表会、p21 (2009)
- ⑤ スパンレース法におけるノズル条件が不織布の性質に及ぼす影響、矢井田修、日本繊維機械学会第62回年次大会研究発表論文集、p 188-189 (2009)
- ⑥ 竹繊維不織布の開発(2)、矢井田修、外浦菜結、眞柴結、日本繊維製品消費科学会 2009 年年次大会・研究発表要旨、p81-82 (2009)
- ⑦ 複合不織布のバギング性に及ぼす二次圧やバギング試験条件の影響、矢井田修、國本真美子、服部愛、日本繊維製品消費科学会 2009 年年次大会・研究発表要旨、p 39-40、(2009)
- ⑧ 複合不織布のバギング性の評価、矢井田修、熊田亜矢子、第17回繊維連合研究発表会予稿集、p 157 (2008)
- ⑨ 保湿機能を付与した不織布の開発、矢井田修、鈴木慎司、池泰典、澤村淳二、第17回繊維連合研究発表会予稿集、p 91 (2008)
- ⑩ スパンレース不織布の構造や力学的性質に及ぼす製造条件の影響、矢井田修、日本繊維機械学会第61回年次大会研究発表論文集、p 32-33 (2008)

- ⑪竹繊維不織布の開発、矢井田修、近藤由香里、日本繊維製品消費科学会 2008 年年次大会・研究発表要旨、p 117-118 (2008)

〔図書〕(計 6 件)

- ①紙・不織布・フィルム加工ガイド 2011、産業用資材分野で進展する高機能化技術、泥谷直大、矢井田修、尾鍋史彦、小林良生他、p 43-46、テックタイムス社 (2010)
- ②不織布の基礎知識 (第 8 版) (共著)、西川文子良、日向明、土谷英夫、矢井田修 (編著)、p 5-24、日本不織布協会 (2010)
- ③不織布産業この 50 年 (分担執筆)、金井宏彰、石川英二、近石尚樹、渡辺憲一、三浦照雄、矢井田修他、日本不織布協会、p44-50 (2009)
- ④紙・不織布・フィルム加工ガイド 2010、わが国における不織布産業の技術開発動向と展望、尾鍋史彦、矢井田修、竹内政実、野本明、小林良生他、p 43-46、テックタイムス社 (2009)
- ⑤不織布の基礎知識 (第 7 版) (共著)、西川文子良、日向明、土谷英夫、矢井田修 (編著)、p 5-24、日本不織布協会 (2009)
- ⑥タイムスイムスインタビューズ 2009 (分担執筆)、天田忠生、安藤忠雄、井本勝、金井宏彰、矢井田修他、p 334-336、紙業タイムス社 (2009)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

矢井田 修 (YAIDA OSAMU)

京都女子大学・家政学部・教授

研究者番号：50029352