論 説

繊維工学の体系化私案*

会 員 堀 川 明**

1. 現 状

繊維産業は、わが国輸出産業の太宗であるばかりでなく、その範囲はきわめて広く、繊維の製造・紡績・製布・染色・仕上げ・加工など1次製品の製造工程から、衣料・産業資材などの2次製品の製造まで、非常に多くの内容を持っている。したがってその基礎技術としては、物理化学から機械、電気、応用化学、計測など工学の全分野を含んでいる。

このようにきわめて広い範囲を包含する繊維産業ないし繊維工学にとって、全体を一つにまとめ得るような体系が存在するはずであるし、またそのような統一思想の上に立って、繊維工学の開発が促進されなければならないのは当然であろう。ところが、その分野があまりにも広大なため、全体を一貫した思想ないし体系の統一に従来欠けるところがあり、それが繊維工学を開発するための一つの欠陥ともなっていたのではなからうか。

一つの産業が飛躍的な発展を遂げ得るためには、その基幹産業が強固でなければならない。これと同じようにある工学が前進するためには、その基礎科学が確立されていなければならない。

繊維工学は前にも指摘したように、多くの基礎技術の集成されたものであるけれども、その中で繊維工学独自のものというのは、繊維化学と紡績におけるドラフト理論ぐらいのものできわめて少ない。それらだけでは繊維工学は、もはや開発が進められない段階にまできている。さらに開発が推進されるためには、従来の基礎技術の外に、繊維工学独自の体系化された基礎技術が確立されなければ、真の発展はこれ以上に期待できないのではなからうか。従来そういうものが全然なかったのではなく、部分的には存在していた。たとえば、戦前から戦後にかけての繊維化学の確立は、われわれの衣料事情を一変してしまっし、また戦後急速に発達した紡績におけるドラフト理論もその一つであって、この理論の応用に

よって、練条機のスライパむらの自動制御が可能になりスーパーハイドラフトによる精紡が行なわれるようになり、さらには工程結合による連続自動化方式の達成も、実はこれらの理論に負うところが大きい。しかしこれらは繊維工学全体から見れば小さな個別的な技術であって全体ではない。繊維工学の全分野を含むただ一つの基礎技術というものはあるはずがない。前述の個々の技術が基礎技術である。しかし、それらが個々に独立に存在したのでは、繊維工学の基礎技術としての存在価値に乏しい。それらは繊維工学というあるまとまった体系の中にあってこそ、はじめてその存在意義が生ずる。繊維工業ないし繊維工学を、より高度に引き上げるために、繊維工業の各分野ごとに半ば独立に開発されてきたこれらの技術を、この辺で一応統一的に考え直し、再編成することは、繊維工学を体系的な形で見通すために是非必要である。

現在繊維工学を学ぼうとする者にとって、個々の機械装置について部分的な参考書があっても、全般をある統一的な体系のもとに見通し得るものが一つもない。また現場技術者にとって、繊維工業全般との関連において、自己の技術の立場を知り得る機会も少ない。

2. 方 法

繊維工学を高所から統一的に記述し得る思想は、近い将来何か出るはずであるが、まだ出ていないのが現状である。幸い繊維工学の各分野で個々に開発された独自の技術は、すでにかなりの量に達している。したがって、これらを一応網羅することは可能である。したがって、これらの各論を集め編成することによって、そこから何かしら新しい統一思想が自然に帰納されるならば、これこそ繊維工学にとって無理のない、統一的な体系たり得るはずであり、そこから繊維産業の新しい分野が開発されるかも知れないし、また繊維工学がより高度に発展するための足がかりを見出すことになると思ふ。

* A Suggestion on Systematization of Textile Engineering.

** A. Horikawa, Member. 大阪大学工学部助教授

それでは、体系とは一体何であろうか。ただやたらに多くの既存技術を網羅し、羅列することが体系化でないことはすでに誰もが認めているところである。

体系とは、まず形式的に ① 個々の技術の集成であるけれども、それらがある一定の秩序の下に、系統的に構成されており、つぎに ② その秩序と系統とがただ一つであって、体系の中に一貫した思想ないし根本原則としてにじみ出ていなくてはならない。そして最後に ③ こうして体系付けられたものが、いつまでも、新しい技術を創造する土壌たり得るものでなければならない。特に工学的な体系においては将来の創造性を予想し得るものであることが必須条件であろう。

さて体系化の手段であるが、それはまず現在の繊維工学の全分野を分解し、そこから統一的な何らかの情報を抽象することからはじまる。繊維工学のような広い範囲のものは、もともと多面的な性格をもっているのだから、これを一元的に配置することはむずかしい。繊維工学で取り扱う対象物体を、その形状の点でのみ一元的に配列すると、それは ① 繊維（不定形物）、② 糸（線状形成物）③ 布（シート状形成物）の3つに分けることができる。① 繊維は細長い単繊維を対象としているが、② 糸では単繊維がほぼ平行に集合して形成する線状物体を対象としている。③ 布では、糸あるいは繊維集合体が、うすくて広いシート状物体を形成しているものを考える。たとえば網のようなものも、広義にはここで布と考えてしまふ。繊維のことだけを考えれば、糸、布はその集合だから、別に取り上げる必要がないといわれるかも知れない。しかし、繊維の集合体である糸や布は、すでに単繊維の性格とは別のものになっている。繊維は糸ではなくまた布は繊維でも、糸でもない別の構造と性質とをもっている。したがって繊維工学では、そこで取り扱う物体の形状による分類をまず行なう必要がある。

つぎに繊維工学では、その加工工程（プロセス）も多種多様であって、その加工対象の形状によっていろんな方法がある。この加工工程を加工対象の形状によって分類すると便利である。プロセスを通ってきた製品（プロ

ダクト）がどのような性質・構造をもつかは、そのプロセスと同様に重要な因子である。したがってプロセスとプロダクトの性質とは合わせて考えられるべきである。というのは、プロセスはプロダクトに所定の構造と性質とは付与することを目的としているはずだからである。

そこで繊維工学を第1表のような二元的な配置で分類することを試みた。

このように分類すると、繊維工学の大抵の技術はその中に含めることができる。それぐらい思い切って整理して、はじめて繊維工学というものをすっきりした形態にもって行くことができるし、またこうすることによって繊維工学が雑学であるという一部の誤った考え方から脱却することもできよう。

試験とか管理とか呼ばれる分野があるが、これらはいずれも、プロセスとプロダクトとを監視し検討するための補助手段であるから、それらも前のわくのなかに、それぞれの区分けに応じて入れてしまうことができる。

機構学、流体力学なども必要には違いない。しかしこれらは機械工学の分野であって、繊維工学には特に関連はあるが、その独自の分野とはいわれない。ここでは繊維工学独自の分野を抽出しようとしているのであって関連基礎技術を網羅しようとしているのではない。

3. 試 案

繊維工学を区別けして収容する骨組は、前に述べた。ではそこへどのようなものを盛ればいいのか。あるいはどのような盛り方をすればいいのか。前の問いに対しては、すでに存在する繊維工学の分野をそこへ当てはめて行けばよい。しかし、後の問いに対しては、しばらく考える必要がある。特に繊維工学の体系を行なう場合に、それが同時に創造への踏み台となるようなものという期待に応えるためには、従来のような物の見方・取り上げ方を、かなり改めなければならないように思われる。

骨組以上に大切なのは、そこに盛られる内容と盛り方とである。たとえば紡績における練糸工程を考えてみよ

(第 1 表)

	繊維（不定形物）	糸（線状形成物）	布（面状形成物）
	単繊維、繊維塊、天然繊維、化・合繊、……	スライバ、トウ、粗糸、糸、ロープ、……	織布、メリヤス、編物、不織布、網、……
プロセス (製法・加工法) (作用・原理)	繊維の育成、繊維の製造、繊維の加工・染色、繊維試験(加工)、……	紡績、糸の加工、染色、製網糸試験、……	製織・製編・布の加工、染色縫製、製紙、……
プロダクト (構造・性質)	繊維の物理・化学的性質、繊維試験(品質)、……	スライバ・トウ・粗糸・糸の構造と性質、ロープの構造と性質、……	布の性質、布の構造、組織、布の試験、……

う。この工程では、スライバを均斉にし、スライバ内の繊維配列を整えることが目的である。この2つの目的を果たすためにどんな手段を用いてもよいはずである。現在の機構、装置が最適であるという根拠は薄弱である。そのような機構がまず存在したのではなく、まず目的があり、それを果たすために現在のような機構が考案されたのである。もし上の2つの目的を果たすために、もっと良い別の方式が見出されれば、それを採用した方がよい。いま繊維工学の教育を例にとりて考えてみても、いきなり練条機とはこんなもので、こんな作用をもっているということとをこまかく教えるよりも、スライバを均斉にし、繊維配列を良くする目的のためには、いくつかの手段があるのだから、それらを列挙したのち、その一例として練条機のようなものがあるという方がよさそうである。最初から練条機はこんなものという固定観念を与えて創造の余地を封ずるよりも、既成の考え方を植え付けてしまわない方が目的に対して自由度があり、その方が創造性の発揮により便利である。

このように考えると、紡績の場合に、機械の名称で体系を考え、機械の構造、性能を解説したのでは創造力のある体系化はできないのではないかと。むしろ紡績の目的、紡績における各工程の目的と作用とを明らかにし、その作用面を強調した表現をすることによって創造性の基盤となるような体系が組めるのではないかと考える。

つぎに紡績を例にとりて以上の考え方を基礎に、その体系化を考えてみよう。紡績は糸を作るプロセスであり繊維、繊維塊、繊維束、糸は紡績工程の途中のプロダクトである。すなわち繊維が糸の形になるまでの主要な操作と、性質とを列記するとつぎのようになる。

1) 紡績プロセス

1.1 混綿の理論とその機構

混合度の評価法とその基本操作および機械について述べる。

1.2 開綿の理論とその機構

開綿度の評価法、開綿基本操作および開綿機の実例を述べる。

1.3 除じん理論とその機構

綿塊からのじんあいの分離方法、分離されたじんあいの集め方などについて基礎的考察を行なう。つぎに現在の除じん機構を上記の考察に沿うよう分類解説する。

1.4 梳綿の理論とその機構

カードイング作用は針布の機械的作用と気流作用とで行なわれる。これらの作用が綿塊を平行化する本質

的な面を解説しつつ、現在のカードの動作について述べる。

1.5 ダブリングの理論とその機構

ダブリングは要するに均斉化のために行なわれるものであるが、これについての理論的根拠を与えたのちその実際の機構を述べる。

1.6 ドラフトの理論とその機構

いわゆるドラフト理論とその機構について述べるが機構の説明に当っては、特にドラフト理論との関連を強調しながら行なわれる。

1.7 よりかけの理論とその機構

よりかけと巻き取りとは現在では大部分同時に行なわれるが、一応これらを分離してよりかけ機構だけについて述べ、そのメカニズムの根拠を理解していく。

1.8 巻き取り理論とその機構

パッケージの構造、性質、ビルディング モーションなどについてその理論的な考察を基礎に機構を論じる。

2) 紡績プロダクト

2.1 繊維の構造と性質

各種繊維の微細構造を、できるだけ統一的に整理し同時に構造自体が繊維の基本的性質と、どのような関係をもっているかを示す。

2.2 繊維の物理的性質

繊維類の物理的性質は、その使用目的によって選択される。目的に応じた性質を持つ繊維を選ぶためには引張強さとか、折れ強さ、熱伝導率などの物理的性質を項目にかかげ、その大きさの区分ごとに繊維の種類を挙げるようにすると便利である。また物理的性質自身も羅列的でなく系統化することが望ましい。

2.3 繊維力学

ここではレオロジを考えている。まず原理、数学的手段を、その工学的意味を忘れない範囲で簡単に構成したあと、その方法の中に出てくる定数の実例を与え最後にそれらが物理的性質とどのような関係にあるかを紹介できるとよい。

2.4 繊維塊の構造と性質

繊維製品は、すべて実用的には繊維の集団として使用され、単独の繊維が使用されることはまずない。繊維集合体の一つである繊維塊は、単繊維がランダムに集合したものと考えてよいが（平行に配列したものを繊維束と呼ぶことにする）その性質は単繊維の性質とまったく別のものであり、これはこれなりの性格を構成している。特にその工学的な応用分野は広く、その総括的な性質の記述は興味がある。（日本繊維機械学会発行予定の「繊維工学の基礎」の中に筆者の繊維塊についての記事がある）

繊維集合体 $\left\{ \begin{array}{l} \text{繊維塊 (繊維がランダムに配列)} \\ \text{繊維束 (繊維が平行に配列して)} \\ \quad \text{棒状になったもの} \end{array} \right.$

2.5 繊維束の構造と性質

繊維集合体のうち、繊維が平行に配列してスライバ状になったものを繊維束とここではいう。これも単繊維とはまったく別の挙動をするので面白い。特に従来の紡績工程では一度はこの形態をとるので、その構造と性質とを知っておくことは加工法を知る上で重要である。構造とは幾何学的なものを意味している。ここでも構造と性質とが、一応分離した形で論じられながら、しかもその相関をつけていた方がよい。

2.6 糸の構造と性質

繊維束が細くなり、“より”によって、その形状を保持しているものを糸と考える。これが紡績における最終製品の形態である。しかし糸は“より”によってのみその形態を保持しているものとは限らない。単繊維を1本ずつ列ねて“のり”で付けても細長い物体にはなり得る。しかしここでは“より”の構造と糸の性質との関連を、短繊維糸（紡績糸）、連続糸の両方について論じる。

2.7 太さむらの評価法、その理論と実際

最終目的製品である糸には、まず直観的に色、毛羽太さ、強さなどで評価が行なわれる。ここではそのうち太さについて、その評価法と、評価の根底となる理論について述べることにする。

以上の構成において、プロセスについては、その作用加工の目的、操作の基本などを主とし、機構の実例を従とした。またプロダクツについては、一応操作とか加工とかを離れ、紡績における原料、中間製品、最終製品についての構造と性質とを主とした。

製織は布を作るためのプロセスであり、布の構造とか性質は布のプロダクツのわくの中で論じられることにな

る。

染色仕上げはプロセスであるが、対象の形態的特徴に従って繊維あるいは糸、布として考えられ、染色仕上げ工程を終えた品物の性質はプロダクツの範囲で考えることになる。ついでに、染色のプロセスなども、浸漬、脱水、乾燥、染色、漂白、精練、ヒートセットなどのように、機械よりもその作用に重点を置いた組み立て方が望ましい。

以上に体系化の試案を紡績工程について例示したが、これと同じような組み立て方は、繊維工学の他の分野についても実施することが可能であろう。

4. 後 記

以上の案は、井谷、風間両氏と何回か討論した結果をまとめたものである。いささか竜頭蛇尾に終わった感なきにしもあらずであるが、これを機会に、繊維工学の体系化についての議論が活発になることを期待している。そして、そのような議論が行なわれるときのたたき台にでもなれば……、と考えあえて拙文を紹介した。

どのような産業であれ、学問であれ、それを支えているのは年配者であるが、前進させる力は若い人達である。産業、学問のいずれにしても、それを前進させるためには若い力を必要とする。若い力を産業なり学界なりに導入するためには、産、学ともに若い人に対して魅力ある内容のものでなければならない。若い人はより前進するもの、よりダイナミックなものに興味をもっている。繊維工業が若い人達の魅力の対象となるように、内容がよりダイナミックで、自由度があり、しかも創造性を喚起するような体系に改質されることを希望する。この小文がその発端となれば幸いである。