Review

繊維機械・編機と縫製

相 坂 登

1. 編 機

ひところのニットブームが終り、全体的に停滞気味の状況のなかであって、編機に関連する研究も非常に少なくなっている。このなかであって、マイコンの普及に合せてコンピュータ制御の柄出し技術が、横編機、靴下編機等で製品化され、ほぼ確立された感が強い。幸いなことに、今年あたりから再びニットが盛りかえす動きがあり、これに関連して、技術開発、基礎研究もまた活発化することが期待される。特に、製品に対する高品質の要求は強く、新組織編地の開発や、安定なループ形成法、さらに編機の高速安定運転などが大切になろう。

最近の編機に関連した技術開発、機械開発の動向は文献 1~12) に詳述されている。

1.1 編機のダイナミクス

大脇ら¹³⁾は、編成中に針との接触によってステッチカムが受ける力の大きさと方向及びその変化の状態を、片持梁方式の検出器により測定し、針-針溝間摩擦係数、針-カム間摩擦係数、針-カム間摩擦の時間的変化について解析している。編機の連続運転により、針-カム間の摩擦は減少し、その摩擦係数の値は小さくなること、針-針溝間の摩擦係数は、カム応力の方向と変化の状態から求めるが、針-カム間摩擦係数が関与することから、カム角度を変えて測定すべきことを指摘している。

同様な解析を Wray ら^{14~21)}が詳細に解析している。彼らは、緯編機の高速化をはかるに当って、特に針の破損との関連において、カム-針間の衝撃力の理論的解析、計測法、実測による検討を、ステッチカム^{14~17)}とガードカム^{18~21)}について行っている。ステッチカムについては、編機速度、カム角度、針の質量が増すにつれて衝撃力も増大すること、潤滑油の存在は衝撃力の大きさに

はほとんど影響しないが、過渡的振動に対してダンピング効果があることを明らかにした。また、ガードカムの衝撃力については、ステッチカム角度が大きくなるとガードカムへの衝撃力が大きくなること、よりきついガードカム角度をとると衝撃期間が長がり、衝撃力も大きくなって針破損が多発することなどを明らかにした。

宮川ら²²⁾は、ヤーンパス中での糸のテンション振動について振動理論と実験により検討している。糸のテンション変動は、横振動とは直接的にはほとんど関係なく、縦振動がテンション変動を伝達する重要な要因であること、糸は重さのないバネとみなして扱うことで十分であり、消極回転ローラ等の慣性がある場合には、回転ローラ通過前後のテンション変動の比の周波数特性は、その糸の固有振動数においてピーク値をもち、振動数がさらに増加するにつれて減衰することなどを明らかにした。

堀之内ら²³⁾は、ヤーンボビンから編機給糸口までをボビンケース及びヤーンガイドチューブで完全にカバーし、エアサクシオンによる給糸張力調整の可能性と風綿除去効果について実験を行っている。給糸張力調整については、風速の設定によって容易に給糸張力を調整可能なこと、その場合の給糸張力の変動が非常に小さく、横編、柄組織の編成に有効であるとしている。また、風綿除去については、糸解じょ時及び糸走行中に発生する風綿の飛散が完全に防止できること、編成域で発生する風綿は給糸口部に補助吸引ノズルを取付けることにより効果的な除去が可能であるとしている。

1.2 エレクトロニクス応用

宮下ら^{24~27)}は、電子式柄出し技術に関して、テキスタイルデザインシステム、丸編機での浮編柄出し、電子式横編機の試作及び生産システムについて検討し、特に中小企業ユーザ向けに用途拡大をはかった。

前田ら²⁸⁾は、ニット柄出しだけでなく、紋織柄、捺染柄などを含めた、各種デザインの色彩設計に際し、配色イメージの確認を行う手段として、原画をTVカメラで写し、電氣的に色彩を変化させてカラーTVに表現する方法を開発した。TVカメラの色分離性能の向上、コンピュータ内蔵による多様な配色検討、カラーTV画面で

Knitting and Apparel Manufacturing

NOBORU AISAKA

Research Institute for Polymers and Textiles,
Yatabe, Tsukuba-Gun, Ibaraki-Pref., Japan.

工業技術院繊維高分子材料研究所 第4部システム研究室長

の製品の立体感、凹凸感表示などを可能としている。

2. 縫製

縫製業は、中小企業というより零細企業が大半を占め、今日でも形態的にはそれほど改善されているとはいえないが、商品企画と販売を中心とするアパレル産業の著しい台頭により、ここ10年の間における質的变化は大きい。生産工程の自動化、省力化、非熟練化、そして時間短縮に努力が払われ、ファッション化に付随する多品種少量生産に対処してきている。これを支えるものとしての技術開発、研究開発がかなり活発に行われている。文献としての発表はさほどではないにしても、各企業、公的研究機関、大学等で取組んでいる研究テーマは多い。

なかでも、コンピュータを用いたパターングレーディングシステム、パターンマーキングシステム、NC裁断そしてパターンメーカーシステムなど縫製準備工程のシステム化は、すでに世界の最先端にあるといつてよからう。ミシン、プレス等の機器の改良、開発は継続的に行われているが、これに加えて、縫製動作前後作業の自動化開発も着実に前進している。

通商産業省は、昭和57年度より大型プロジェクト(大型工業技術研究開発制度)として「自動縫製システム」を実施することになったが、ここに、これまでに蓄積されたあらゆる技術力を集中し、新しい発想を盛込んで開発が推進され、縫製技術の大幅な前進が期待される。

最近の縫製機器に関連した技術開発、機械開発の動向は文献(29~36)に詳述されている。

2.1 ミシンのダイナミックス

本縫ミシンを中心として縫目形成のダイナミックスの研究が活発に行われている。鎌田ら³⁷⁾は、ミシン速度の増加に伴う布送り量の変化を調べ、運転中の送り歯の運動との関係を検討している。送り歯の運動軌跡を測定するために送り歯先端の光点軌跡を写真撮影する方法を考案し、布送り量は送り歯移動量に対し速度依存性があることを明らかにした。高速運転時において、押え力が小さい場合には、送り運動中の送り歯により与えられる押え機構の慣性力などのために、押え金と送り歯とが遊離することがあることから正常な布送りが行えない。従って、高速縫製時には低速時よりも押え力を大きくすることが必要だと指摘している。堀野ら³⁸⁾は、送り歯、押え金の材質と押え荷重の変化に対する布送りについて検討している。

尾上ら³⁹⁾は、布押え機構を構成する送り歯、針板、押え棒の各部が縫製動作1サイクル中に受ける力を同時測定して種々解析を行っている。極低速運転の場合、初期押え力の増大に伴い、送り歯に押え力が作用する区間は

長くなり、有効布送り区間と考えられる針板無負荷の区間が減少する。これは、前者が針板、後者が送り歯のたわみによるものであることを明らかにした。ミシン速度の増加に伴って、慣性力のために送り歯が受ける力が増大し、押え金の遊離が起きなければ、送り歯が力を受ける区間が増大し、有効布送り区間も増大するとしている。また、ミシンの高速化に伴って、送り歯のはねあげによる飛びはねと、押え棒メタル部での押え棒保持による遊離が発生することがあり、布送りが十分に行われなくなると指摘している。

明石ら^{40,41)}は、ミシン作動中のループ形状とフラッキングを、光電子ピックアップとこれに同期させたストロボスコープ単発発光により写真撮影を行った。フラッキングの起こらない場合のループについて、形状、ループ長、ループ幅は連珠形であり、ループガードのある場合も、これを基本に求めうることを示している。また、フラッキングは、ミシンの機械的条件や縫糸等の縫製条件が等しい場合には、生地によって大きさが違い、大きなフラッキングはループ形成を妨げ、目飛びにつながることを、そして、生地をしっかりと把持する形の押え金を使用することにより、フラッキングを起こし易い生地の場合でも目飛びを防止できることを明らかにした。

2.2 針温度と布貫通力

鎌田ら⁴²⁾は、ミシン回転数と布の重ね枚数に対する平衡針温度の依存性を検討している。針温度は、ミシン回転数あるいは布の重ね枚数の増加に伴ってははじめに急激な増加を示すが、次第に上昇の割合が小さくなる。針の形状を一樣断面を有する半無限の棒と仮定し、針の温度上昇を、針と布との摩擦によって発生する熱と、針から布及び空気へ放熱する熱との関係から予測する式を提出している。針から空気及び布への放熱の比較において、布の重ね枚数が多い(布が厚い)高速縫製時に、針から布への熱移動の割合が空気への熱移動に比べて非常に大きいと指摘している。

堀野ら^{43,44)}は、低速度域での布貫通力、引抜き時の発生力と布の変形について検討している。針と布の相互作用を観察するために、縫糸を使用せず、1枚の布について行った実験により、最大貫通力は針穴が貫通する位置で生ずるが、針の先端形状によって異なり、ボールポイントSの場合は幹部の段付部位、ボールポイントYでは針の先端が貫通するときに発生する。同一先端形状の針の場合は、針番号が小さいものほど貫通力も引抜き力も低い。また、針の貫通力、引抜き力と針の変位の線図から力学的エネルギーを求め、地糸切れを問題にする場合には必ずみエネルギーの小さい針が、針温度を問題にする場合には摩擦エネルギーが小さい針が有用であるとしてい

る。力学的エネルギーに比例して針温度は高くなり、次の貫通サイクルが始まるまではニュートンの冷却法則に従って針温度は徐々に低下する。

池上ら⁴⁵⁾は、各種縫製条件と地糸切れとの関係について広範な検討を行っている。実際の縫製状態でミシン針の貫通力を測定し、縫い目との対応をとり、地糸切れとの関係を調べている。針の過熱による地糸切れを無視できるように綿ニット生地を用いて機械的な力による地糸切れを検討した上で、地糸切れを減少させるためには、

- ・地糸を動き易くする：大きな穴径の針板、低押え圧、低速度縫製

- ・編目の拡張を小さくする：細針、針の尖頭形状

- ・地糸とミシン針との摩擦を小さくする：編地の含水率を大、シリコン給油、柔軟加工

などの指針を得ている。更に、地糸切れの発生の少ない条件はミシン針の貫通力は小さいこと、地糸切れを発生した縫目のミシン針の編地貫通力は地糸切れを発生していない縫目の貫通力より大きいことを明らかにした。

堀野ら⁴⁶⁾は、本縫いの縫目に影響を及ぼす縫製時の上糸張力と上糸送出し量を同時計測し、解析している。上糸張力の検出には水晶圧電変換器を用い、上糸送出し量の検出には回転角度計を用いて、ミシン回転数 50～1000 spm における上糸張力-上糸送出し量線図を求めた。これらの線図より、天びんの上昇運動の前半では縫目形成が、後半では縫目の糸締りが行われ、上糸送出し開始時期は天びんが最上位に達する上軸回転角度位置とほぼ対応することを確認した。また、上糸送出し所要時間は、縫糸の種類、布送り量に依存し、高速になるほど、上軸 1 回転当りの時間に対する上糸送出し所要時間の割合が大きくなり、上糸送出し終了時期が次の縫いサイクルの開始時期に近づく。従って、高速縫製では糸取りバネと上糸調整が重要になると指摘している。

2.3 コンピュータ利用技術

那須⁴⁷⁾は、型入れにおいて従来経験的にしかわからなかった要尺をシミュレーションによって求めるモデルを設定した。その方法は、複雑な形状をしている型紙(パターン)を矩形におきかえ、矩形になった各種の型紙の幅の組合せで生地幅を埋めていき、生地幅の埋まる率から要尺を求めるという考え方でシミュレーションを行うものである。従来から型入れ作業でいわれている型入れに関する一般的な性質をシミュレーション実験で説明した。つまり、A. とり数を多くすると 1 着当りの要尺は小さくなる；B. 服種によっては生地幅によって生地の利用率は大きく変化する；C. サイズの組合せで型入れすると要尺は小さくなる；D. 生地に方向性があるとき

は要尺は大きくなる。特に、B. については、生地の幅と型紙の幅との適合の度合いによって決まり、その適合度は生地幅の利用率で求めるべきだとしている。更に、シミュレーション実験を拡大して要尺決定のシミュレーションモデルを作るために、型紙の幅、型紙の長さや型入れの単位長、型紙の枚数の決定方法について検討し、婦人服の場合についてシミュレーションにより生地の利用率を求め、実際の型入れから求めた値とよい一致を得ている。

上野ら⁴⁸⁾は、ワークデザインの観点から被服のあるべき姿を造形するという立場で、演繹的な手法での被服図形の作成法を検討している。基礎的なイメージ用語を与えて被験者群に自由曲線を描かせ、この曲線を基に被服図形(婦人服)を組立てる。こうしてできた図形からフーリエ係数を求め、ペリオドグラムにおける支配的な周波数成分を用いて図形の再現を行う。これらのフーリエ係数を特性値としてフーリエ級数の式とともにコンピュータの内部表現モデルとし、イメージに対応した被服図形を描出する方法を提案している。

中島ら⁴⁹⁾は、縫製システムの生産管理において、ラインバランシングを高生産性と省人化の両観点からとらえ、従来のラインバランシングにあるワークステーション(工程)数とサイクルタイムの計算手法を不均衡時間なる概念を提案して改良した。この手法を、現実のジーンズ縫製システムに適用して実用性と有用性を検討している。それによると、ワークステーション数の計算法を 8 人の作業員、15 要素作業からなるラインに適用したところ生産量は適用前と変わらずに、7 人の作業員でよいことがわかり、1 人減少できること、サイクルタイムの計算法を 1 人 1 日(8 時間)の生産量 63 着のラインに適用したところ、78 着/1 人・1 日に増加でき、1 人当りの生産量の向上は 24% であることなどを示している。

以上の他に、研究・技術紹介として、榊原⁵⁰⁾は、型紙サイズ展開と自動作図システム“MAPS”について詳述しており、梶木⁵¹⁾は、アパレルメーカーにおける新しい管理システムの動向-MMIS を中心として述べている。

2.4 その他

上野ら⁵²⁾は、縫目の幾何学的構造から計算した縫糸消費量の理論値と実験によって求めた値とを比較し、直線本縫いの場合の縫糸消費量を求める経験式を求めた。これにより、パターン設計の段階で縫目線の長さから縫糸消費量が容易に計算することができ、パターン縫製の途中で縫糸不足のために生じる不完全縫目による不良品の発生の防止、所要下糸量のセット、下糸交換の手間の省略が可能となり、縫製能率の向上に有効であるとしている。

る。

大沢⁶³⁾は、電動ミシンを用いた曲線縫い作業における作業者の特性を検討して、次のような結果を得ている：
 ◎方向制御成績は送り速度に依存し、ある程度習熟した作業者においては、送り速度の増加とともにほぼ直線的に低下する。
 ◎速度制御(コントローラの踏み調整)操作によって方向制御成績はやや低下する。
 ◎作業のしやすさを左右する要因は、送り速度とミシンの回転数がある。
 ◎最適回転数は経験が増すにつれてやや高くなる傾向がある。
 ◎一般に、縫製速度は最適送り速度よりやや高くなり易い。

文 献

- 1) 服部 裕；繊維と工業，**30**，P-314 (1974)
- 2) 伊藤 暁，桜川義男；繊維工学，**29**，P 74 (1976)
- 3) 北浦滋夫；繊維工学，**29**，P 171 (1976)
- 4) 石沢一朝；繊維工学，**29**，P 181 (1976)
- 5) 岡本道夫；繊維工学，**29**，P 380 (1976)
- 6) 北浦滋夫；繊維工学，**30**，P 41 (1977)
- 7) 相原英勝；繊維と工業，**34**，P-294 (1978)
- 8) 伊藤 暁；繊維工学，**32**，P 343 (1979)
- 9) 伊藤 暁；繊維工学，**33**，P 177 (1980)
- 10) 伊藤 暁；繊維工学，**33**，P 224 (1980)
- 11) 伊藤 暁；繊維工学，**33**，P 309 (1980)
- 12) 松永 明；繊維工学，**34**，P 41 (1981)
- 13) 大脇秀次郎，太田計正；織機誌，**28**，T 58 (1975)
- 14) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **67**, 189 (1976)
- 15) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **67**, 195 (1976)
- 16) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **67**, 199 (1976)
- 17) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **67**, 206 (1976)
- 18) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **69**, 229 (1978)
- 19) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **69**, 235 (1978)
- 20) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **69**, 238 (1978)
- 21) G. R. Wray, N. D. Burns; *J. Text. Inst.*, **69**, 244 (1978)
- 22) 宮川善明，古田好治；繊維工学，**28**，P 574 (1975)
- 23) 堀之内泰雄，荒井信雄，源間一郎；繊維工学，**29**，P 191 (1976)
- 24) 宮下利平，松崎良作，一丸義次，真田外一；繊維工学，**31**，P 191 (1978)
- 25) 宮下利平，松田良作，一丸義次，真田外一；繊維工学，**31**，P 260 (1978)
- 26) 宮下利平，松崎良作，一丸義次，真田外一；繊維工学，**31**，P 338 (1978)
- 27) 宮下利平，松崎良作，一丸義次，真田外一；繊維工学，**31**，P 391 (1978)
- 28) 前田修身，大江昭彦，布施正樹；繊維工学，**32**，P 319 (1979)
- 29) 河内保二；繊維工学，**29**，P 375 (1976)
- 30) 伊藤 暁；繊維工学，**29**，P 133 (1976)
- 31) 田中道一；繊維工学，**30**，P 52 (1977)
- 32) 伊藤 暁；繊維工学，**31**，P 39 (1978)
- 33) 久世栄一；繊維と工業，**34**，P-28 (1978)
- 34) 斉藤景一郎；繊維工学，**32**，P 262 (1979)
- 35) 小川明宏；繊維工学，**33**，P 121 (1980)
- 36) 河内保二；繊維と工業，**37**，P-294 (1981)
- 37) 鎌田佳伸，木下陸肥路，水野紳一；織機誌，**31**，T 147 (1978)
- 38) 堀野恒雄，川西定子；織機誌，**32**，T 15 (1979)
- 39) 尾上正行，三上勇夫，木下陸肥路，鎌田佳伸；織機誌，**36**，T-354 (1980)
- 40) 明石淳子，西川潤子，奥野睦夫，松本幸司；繊維工学，**31**，P 165 (1978)
- 41) 明石淳子，西川潤子，奥野睦夫，松本幸司；繊維工学，**32**，P 122 (1979)
- 42) 鎌田佳伸，原田雅之，木下陸肥路，志村泰美；織機誌，**32**，T-102 (1976)
- 43) 堀野恒雄，西島啓子，川西定子；織機誌，**30**，T 1 (1977)
- 44) 堀野恒雄，川西定子；織機誌，**32**，T 89 (1979)
- 45) 池上夏樹，栗田彦彰，長谷川鶴吉，川原井通義；繊維工学，**31**，P 103 (1978)
- 46) 堀野恒雄，三浦義人，坂本勝之，安藤幸広；織機誌，**33**，T 7 (1980)
- 47) 那須 修；織機誌，**29**，T 25 (1976)
- 48) 上野清一郎，和知孝雄；織機誌，**29**，T 34 (1976)
- 49) 中島 勝，内山 生，三浦義人，坂本勝之，安藤幸広；織機誌，**33**，T 22 (1980)
- 50) 榊原英夫；繊維工学，**32**，P 215 (1979)
- 51) 槻木正次；繊維工学，**32**，P 440 (1979)
- 52) 上野郁子，田中道一；繊維工学，**31**，P 172 (1978)
- 53) 大沢政徳；繊維工学，**33**，P 566 (1980)

(昭和 56 年 12 月 25 日受理)