

7

縫製の概要

7.1 縫製の概要

縫製という物作りの仕事は産業的というと第二次産業に属している。第一次産業から供給される原料を加工して製品に製造する産業である。繊維産業という第二次産業の中で最も消費者に近い製造業である。繊維産業の製品は繊維製品(テキスタイルズ)として生地について第一次製品であり、これを縫製して縫製品に完成すると繊維第二次製品と呼ばれた。現在は衣料品についてアパレルと呼ばれる。縫製品はアパレルに限らないが、繊維第二次製品としてアパレルは主要な地位を占めている。繊維産業の製品は繊維から製糸加工されて糸となり、糸が製布されて織布、編布、不織布などに製造される。全繊維産業の製造の工程は長く、川に例えると、繊維加工段階が川上、布の出来るまでの紡績段階が川中、縫製段階が川下と分けられる。加工の種類からみると、川下である縫製の仕事は組立(アSEMBリー加工)型の仕事であり、川中、川上の仕事は非組立(プロセス加工といい、変質・変形の加工)型の仕事である。従って、縫製では自動車の製造が組立型であるので、自動車の仕事の進め方は参考となるが、繊維の川上、川中の仕事の進め方は縫製とは異質なものとなるのである。縫製が組立型の仕事であるので、その作業は生地などの資材を原料として先ずパーツを作り、そのパーツを組み立てて、縫製品を完成させる。このように物作りでは仕事の進め方に流れがあり、従って手順を考えなければならない。縫製の一般手順について考えることとしよう。

7.1.1 縫製の一般手順

縫製の物作りを工業生産としての物作りへレベルアップさせなければならない。このような立場で縫製の一般手順を見直すこととする。先ず工場への生産指示ないし発注における手順を考えると、表1に示すような各種の指図書、仕様書の作成、パターンや見本を揃えることが必要である。しかし、これらについては、縫製技術的にみても、内容が不備であり、運営にも問題が多い。どのような問題があるかは、次頁の表に記載の通りである。また、一方、具体的に生産を行う縫製工場におい

ても、多くの問題が指摘される。さて、縫製の一般手順について婦人服の場合を示すと、次のようになる。

1) 商品企画

- ①デザイン画を起こす
- ②アトリエ サンプルを作成
- ③デザイン パターンを作る
- ④デザイン サンプルを作成
- ⑤マスター サンプルを作成
- ⑥マスター パターンを作る
- ⑦グレーディング パターンを作る
- ⑧型入図作成

これに縫製仕様書作成、縫製指図書を書く。

2) 生産の指示、又は発注

続いて、生産担当は工場にどう作るようになるかの計画を立て、生産に入る。

3) 生産計画

①日程計画の立案

- ③納期の計画
- ⑥生産性の計画

②工数計画

能力工数、負荷工数、余力工数について当てる。

③資材計画、外注計画

- ④作業指導
- ⑤作業配分

4) 進捗管理

5) 切換え落込対策

6) 品質不良対策

このような生産の進め方と併行して、工場では、縫製工程に応じた作業が進められることになる。

このような生産において、工業的に進めるということは、エンジニアリングに基づき技術によって進めることであり、固有技術、管理技術、開発技術が縫製技能を含めてバランスして発揮され、生産が行われることである。工場の生産が非合理的な我流で進められたり、或は熟練者まかせや技能者まかせとなっていて、衣服の本質や生地の特性への理解の上に立った縫製作業が振り曲げられてしまっているような事であってはならないのである。

7. 縫製の概要

このような縫製の一般手順の中にあつて、パターンが工業用パターンであることの要求が強まり、認識も深まってきている。

縫製工場においては、縫製の手順として最初に計画が立てられるが、何をどれだけ、何時までに縫製するかが決められる。縫製工場では受注生産であり、発注サイドからの情報により計画される。この場合、発注サイドから表1に示すような情報や資材が支給される。現状ではこの支給される情報や資材について問題が少なくない。これらの問題をチェックした上で、縫製の手順に入ることになる。

原反は延反され、パターンに基づき裁断され、裁断片はパーツに縫製され、パーツが組み立てられてアパレルが仕上げられる。ここで手縫いや洋裁と異なる工業縫製とは、ということが大切である。工業縫製は機械を使い、分業で生産するが、一番基になる設計のところがパターンであり、工業用パターンであることが要件である。パターンは発注サイドで作成されるが、工業用パターンとして作成されない場合が多く、受注に際して縫製工場サイドの工業用パターンチェックが重要な生産準備の一つとなっている。ここで工業用パターンとは、製品を作るための図面であると同時に、

表-1 生産手配上の問題点

| 発注サイドより支給 | 問題点 | 縫製工場 | 問題点 |
|--|---|--------------------------|---|
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ← 発注 → </div> | | | |
| 縫製指図書 | { 口頭指示がある。 指図書変更が多い。 | 建築物 | 殆んどが支給のために忙しいだけで勉強する時間がない。 |
| 縫製仕様書 | { 縫製工場を知らない仕様書が多い。 縫い難い仕様書になり勝ちでも直さない。 | 機械設備 | { 頭脳作業は発注サイドで行われ、縫製工場では殆んど労働作業だけで、強度の労働集約的作業となっている。 T.D.B.がない |
| 製作見本 | { 見本通りでは工場縫製できないものが多い。 | ミシン アイロン プレス | |
| パターン | { 工場用パターンになっていない。 生地特性、縫製作業、仕上がりの面で考慮されていない。 | 延反台 裁断機 人台 | { T……技術 D……デザイン B……ブランド |
| 型入図又は写真 | { 生地巾が狭かったり、型入れやり直しが多い。 | ボイラー コンプレッサー バキューム | 3大問題がある { 1. 受注不安定 2. 工賃上がらず 3. 求人難 |
| 生地 | { 納期通り入荷しない。 品質不良が多い。 収縮率の多いものを使わざるを得ない。 | テレファックス | |
| 工賃(指値又は談合) | { 納得できる工賃でない場合が多い。 | 自動車糸 | |
| 工賃カット | 相互信頼の上でマイナス。 | 工場管理 | { 小規模工場が多く、勉強する時間がないため、工場管理について知識がない。 |
| 技術指導 | { パターンを知り、縫製工場の管理の指導ができ、今後のあり方など話のできる人が少ない。 | 作業者と技能 | { 高年令化 熟練者不足 |
| 付属品 | 納期通り入荷しない。 | 工場の技術とは | 1. 固有技術(物作りでその工場の決め技) 2. 管理技術(人・物・機械の使いこなし方) 3. 開発技術(新しい物作りの能力) |
| 改善策 | 商品企画時点で、縫製工場の技術者が参画して、見本製作や縫製仕様書、パターンの作成、生地の扱い方や縫い方、仕上げの方法など一緒に進められるような組織を考えて進めるようにすることで問題点は大中に改善できる。 | | 勉強する時間を生み出すように努力し、技術を高める勉強を行い、発注サイドと共同企画できるだけの力を養うこと。 |

工場での加工がしやすいように考慮されたパターンのことをいう。

(1)工業用パターンの条件

わが国では工業用パターンが進展することが求められているが、次の条件を満足するように努力することが必要となる。

- ①すべてのパーツについてパターン(表地パターン、裏地パターン、芯地パターンなどに加工用のスタンピングパターンのこと)を作成すること
- ②マスターパターンをサイズ別にグレーディングすること
- ③パターンに種別、サイズ、製品ナンバー、パターンの枚数など記号を表示すること
- ④パターンに縫い代を付けること
- ⑤合い印としてノッチを入れること(これは安全面と生産能率面で、待ち針で合わせることを止めるためにも重要)
- ⑥地の目、縞、格子の位置表示を行うこと
- ⑦目打ちの位置を示すこと
- ⑧生地特性を考慮してパターンに盛り込むこと
- ⑨折り返し部の布の厚みや立体部のゆとり分を配慮すること
- ⑩マーキングで生地の要尺のロスとならないパターンとすること
- ⑪縫製で裁断、縫い、仕上げなど難しい作業とならないようにパターンを修正すること

などが上げられる。

(2)エンジニアード縫製法での工業用パターンの条件

とかく伝統的縫製法が先に立つ現状で、縫製法のあり方として、エンジニアード縫製法が目される。エンジニアード縫製法は科学をベースとするエンジニアリングによる縫製法であり、従来の方法に縛られた縫製法ではない。縫製が「良、安、早、楽」で行えるように検討されたパターンのことである。このようなパターンの修正条件は、次のようになる。

- ①ピンワーク(待ち針)をなくすようにパターンを変える(ノッチを入れるなど)
- ②イセをミシンの限度内にするようにパターンを変える
- ③シツケを少なくするようにパターンを変える
- ④できるだけマトメを少なくするようにパターンを変える
- ⑤なるべくアイロン作業でなくプレス作業と

なるようにパターンを変える

- ⑥下手間や準備作業、付帯作業の手作業をなくすようなパターンとする(アタッチメントや機器の活用に向くパターンとする)
- ⑦縫い方を少なくする1枚裁ちや逆2の字前立てなどを採用し、コストに見合うパターンとする
- ⑧接着やプレス成型のパターンとする
- ⑨2枚かそれ以上の合わせ縫いではシルエットに関係しなければ同じカーブとするようにパターンを修正する
- ⑩急なカーブやノッチの乱用は避ける
- ⑪縫い代の始末と縫い終わりの処理、角作りでは人手のかからぬ作り方のパターンとする
- ⑫丸編み生地では地の目が斜行していることを考えてパターンを修正する

裁断後、縫製に入る前には必要な生地を揃えて準備する仕分けが行われ、裁断縁の始末や芯貼り、伸び止めなどの前処理が行われ、次にパーツ作りとなり、組立では縫い合わせがミシン作業により行われ、立体化では、生地を縮めるか、伸ばすかの処置を施すことになり、縫いによる立体化ではダーツ、いせ込み、伸ばしが施される他、ギャザリング、シャーリング、タッキング、プリーチング、フレヤー、ドレープ、切り替えなどが行われ、ミシンとアイロンまたはプレスによる作業で仕事が進められる。

7.1.2 縫製作業の構成

縫製の仕事は長い歴史の間に多様な作業を積み上げて、大変複雑となっており、理解するのが容易でない。このような複雑な対象をどう理解したらよいか問題になる。ハーバート A. サイモン(ノーベル賞受賞者)はその研究「科学に関する思索と研究」において、自然界の対象が複雑性を持つ場合、それはしばしばその複雑性を構成する要素が階層の形を取って出現しており、その階層を把握することが科学的考察となることを示した。そこでサイモンの説に基づいて、アパレルを対象として縫製作業の要素とその階層構造を研究し、アパレル縫製作業の階層的構造として図1のようにまとめて示すことができるのではないかと考えている。これを分かりやすく説明すると、最上階から下に下がる方向で、例えばドレスを購入した場合、ドレスの外観を見ることから始まる。外観

としてスタイルや色柄が主題である。しかし、もっと観察しようとする、袖の付き方とか、衿の付き方が主題となり、これは組立縫いの階層の問題である。もっと掘り下げようとする、今度は袖の出来具合とか、衿の出来具合などの部分縫いの階層が問題となる。このようにして更に掘り下げようとする、次にはボタン付けだとか、ファスナー付けの具合が問題になり、これは基礎縫いの階層の問題である。これで終わらないで、その先はシームがどうなっているかとなり、縫い合わせの階層の問題に変わり、そして縫い目線(ステッチング)の階層を経て、縫い目(ステッチ)の階層に至る。ここでステッチの糸を外すと、ドレスはバラバラの生地に戻り、ドレスではなくなる。つまりステッチの階層から下はドレスの材料である。ここでの縫製の要素はステッチであると見れば、ステッチは縫製作業の各階層に重複して出現している。しかし、縫製作業は加工度の累積によりステッチに関しても階層構造をなしていることができる。

7.1.3 縫製工程

縫製作業は掘り下げると、階層構造として示されると説明したが、この見方は縦の方向の見方であるともいえる。縫製工程は分業により生まれたが、一連の作業手順を分割したものであり、工程は横の方向の見方となる。縫製工程として、仕事の名称が変わる節目を境目として、横方向に工程を示すと、図2のように示される。縫製の理解のために縫製作業を知ることは大切であるが、工業縫製では縫製工程により生産が進められるのである。縫製機器も工程を対象にして機種が決められる。特に縫製工場では短期間に習熟させるために分業が効果を発揮している。職人式丸仕上げの場合はすべての縫製作業を習熟しなければならないので数年に及ぶ習得を要するものも、分業ではその範囲が狭められるので短期の習得でラインに入ることが可能である。最近の分業は多工程持ちちとなったり、多能工が進められているが、それでも工程に基づいて進められていることに変わりはないのである。縫製の場合は工程区分が縫製設備により行われることが多いので、表にはそのような縫製工程表を示している。

(河内保二)

7.1.4 省力装置とその使用法

縫製に使用される省力装置には作業自体を機械が代替する省力装置と、作業者の補助に使用し効果を発揮する省力装置とがある。このため省力装置を効果的に使用する上では、この両者で区別して考える必要がある。

まず、作業代替を行う省力装置には、ストライプ柄の柄合わせ作業を素材のピックアップから積み重ねまで自動的に行う自動ストライプ柄合わせ機(写①)、カフス両端の穴かがりを完全自動で行うカフス穴かがり自動機(写②)、ベルトの芯などを自動的に定寸でカットするテープカッター(写③)など一連の作業を全て代替するものとポケット布の折りと所定の位置への縫い付けを自動で行うポケットセッター(写④)、一定の間隔で布を送りボタン付け・穴かがりを行うインデキサー(写⑤、写⑥)、ボタンの表裏を選別しボタンの穴位置を正しくミシンにセットするボタンフィーダー(写⑦)など一部の作業を代替するものがある。縫製品を積み重ねるスタッカーも一部の作業を代替する装置といえる。これらの省力装置は人間が行う作業を代替するために特に生産性メリットが高く、得られる品質も正確かつ安定したものになる。しかし、反面、作業開始前の準備や縫製仕様の変化に伴うサイズ調整などの段取り作業がある程度必要となるので、受注時の縫製仕様の類似性、生産計画時の投入品種の順位付けに配慮する必要がある。また、これらの省力装置は稼働時の生産性メリットが高いため、1台を段取り替えしながら使用するよりも、2(複数)台を導入し段取り替え頻度を減らして使用する方がランニングコストを考えた場合にメリットがあることも多く、トータルコストで設備導入を考える必要がある。

次に作業補助を行う省力装置であるが、縫製技能を補助するケース、布のマテハンを補助するケースなど巾広く多岐に渡っている。

パッカリングや縫ズレを防ぐパルス制御式先引きローラー(写⑧)、滑りやすい素材などでの縫ズレ防止やひだ取り作業のしやすさ向上をはかった上差動送り付きミシン(写⑨、写⑩)、ブラウスの手口などをロックするのに便利なパターンガイド、均一なひだ取りが行えるひだ取り装置や巻き具などの各種アタッチメント、糸きり装置なども含まれる。その他、簡単にテーブル高さを調節できる

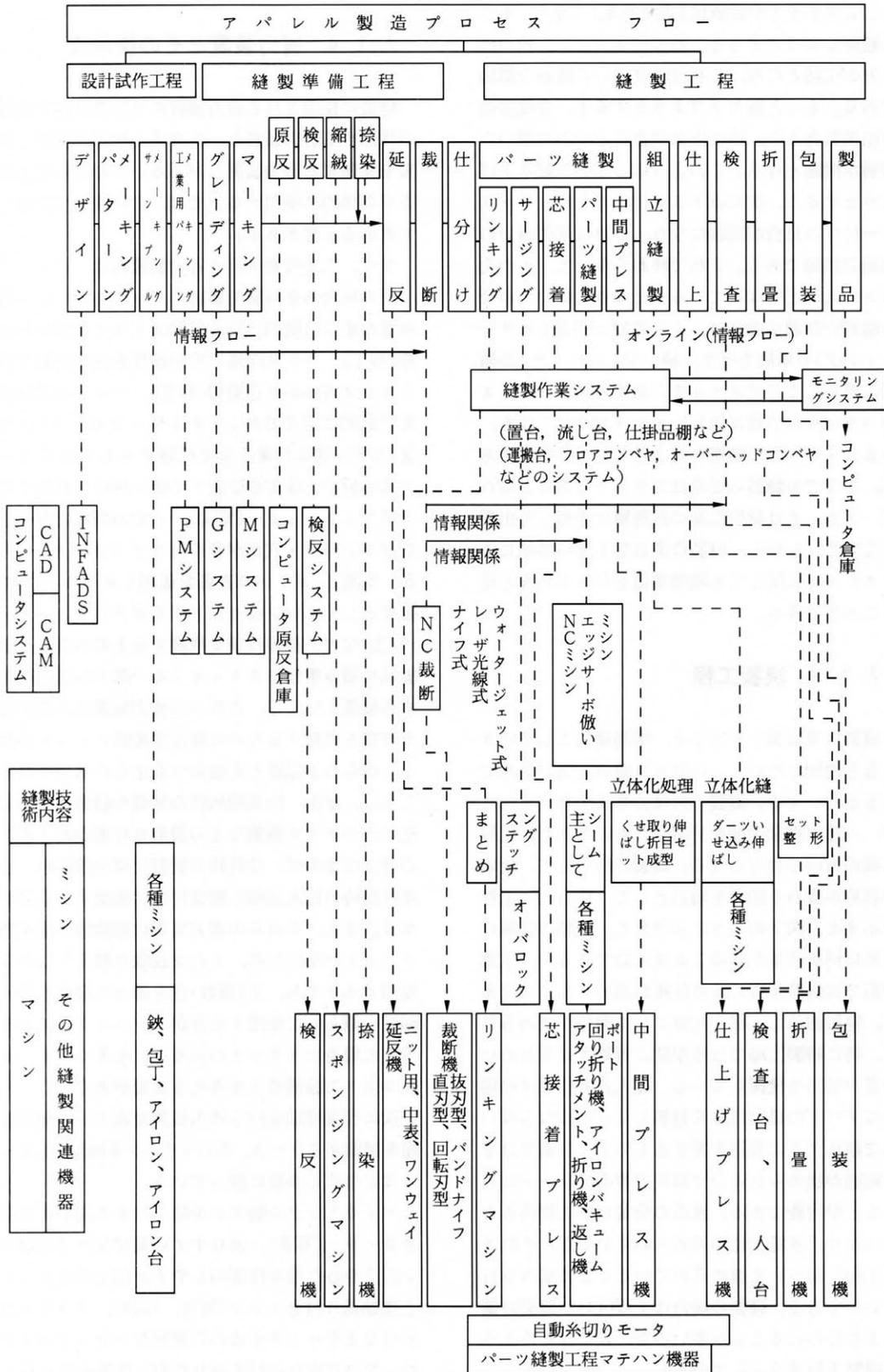


図-2 縫製工程

Uスタンド(写⑩)などがある。

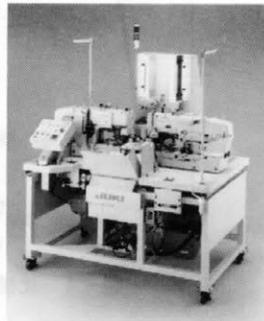
これらの作業補助を行う省力装置は、作業者と機械が一体となってはじめて省力効果が生まれるもので、機械の補助によって生産性が向上するといった直接的な効果に限られたものではなく、例えば熟練を要する工程が新人にもできる(脱技能化)、縫製品質が安定する、オペレーターの疲労軽減がはかれる等といった間接的な形で省力効果が発揮される。

作業補助を行う省力装置を導入する際に注意すべき点は、検討している省力装置の導入効果を正しく見極めることである。また同時に使用に当たっても、装置の特性に適したものでなければならない。例えば、パッカリングの起こりやすい素材や工程でのパルス式先引きローラー装置の利用は品質面の効果はあるが、素材自体にパッカリングの心配がない場合や縫距離が短くパッカリングは問題にならない工程での使用は、先引き装置自体が作業の邪魔になるケースも考えられる。

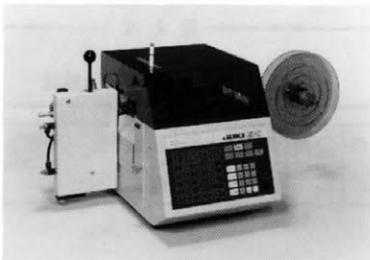
省力装置の活用は、目的に合致した選択とその効果を何に期待するか(生産性の向上か?品質の向上や安定化か?脱技能化か?)を明確にして導入することが有効な使用のために必要である。



① 自動ストライプ柄合わせ機



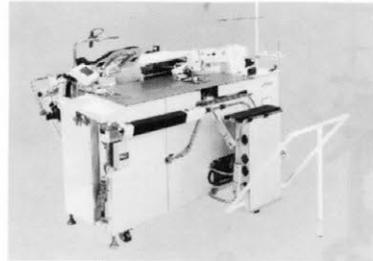
② カフス穴かがり自動機



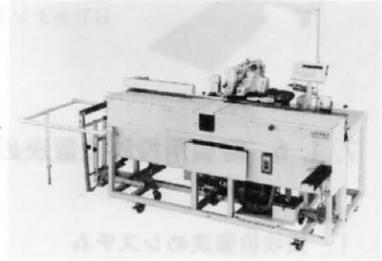
③ テープ
カッター



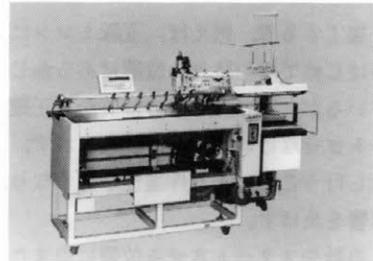
⑩ 上下差動送りミシン
(オーバーロック)



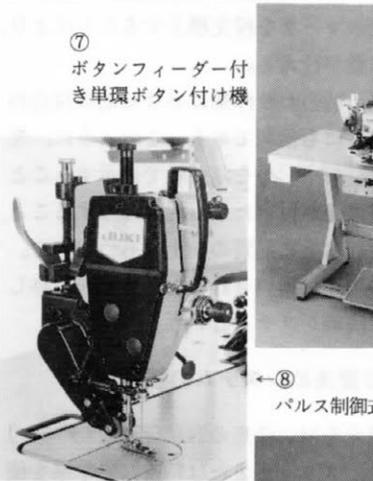
④ ポケット
セッター



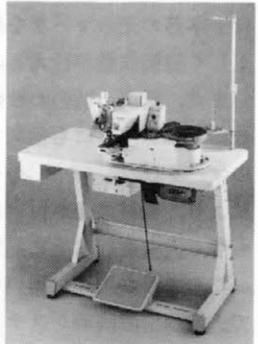
⑤ 本縫ボタン付
インデキサー



⑥ 穴かがり
インデキサー



⑦ ボタンフィーダー付
き単環ボタン付け機



⑧ パルス制御式先引ローラー

7. 縫製の概要



① UPスタンド

(横田大輔)

7. 1. 5 縫製用投射位置決め

1. 投射位置決めシステム

縫製素材を加工する際、例えば、玉縁ミシンにおいて、縫いはじめて縫い終りの位置はあらかじめ決められているが、縫いはじめの位置から正確に針をスタートさせなければ正しく縫製されず、何度も繰り返すことにより作業性が悪くなり、歩留率にも影響を及ぼす。

従って、この針をスタートさせる位置に点または十字等の光のマークを投光標示することにより、正しく縫製作業が行える。

また、延反、柄合わせ作業における地の目合わせの基準線出しにも便利である。このように、光のマーク(投射パターン)を非接触で表示することにより、素材に傷が付いたり、汚れたりすることもなく大変便利な上に品質の向上にもつながる。

このような用途に用いられるシステムを総称して、投射位置決めシステムという。

2. 投射位置決めシステムの種類

光源に可視光を用い任意の形状(投射パターン)を得るために、スリットまたは精密な光学系を使用し投射するものであり、使用する光源により次の4つに分けられる。

(1) 超小型電球を使用する投射位置決めシステム

ム(ライトマーキングプロジェクター)

超小型電球の特長として

- ①使用電圧はAC2.5V~5.5Vの比較的低電圧である。
- ②投射パターンの照度は500lx~1000lxであり、必要、十分である。
- ③寿命も1000hr~10000hrと長い。
- ④取り扱いが簡単である。

また、本体も小型・軽量化できる。

実際に使用されている投射距離は110mm~500mmの範囲が多い。

- (2) 小型ハロゲン電球を使用する投射位置決めシステム(ライトマーキングプロジェクター)
ハロゲン電球は、12V~24Vと比較的高い電圧を使用する。

照度も1000lx~2000lx以上得られる。反面、発熱量も多い。

取り扱いにも注意が必要である。

高照度が得られるので、投射距離も800mm~1500mmと長い。

- (3) 半導体レーザを使用する投射位置決めシステム(半導体式レーザマーキングプロジェクター)

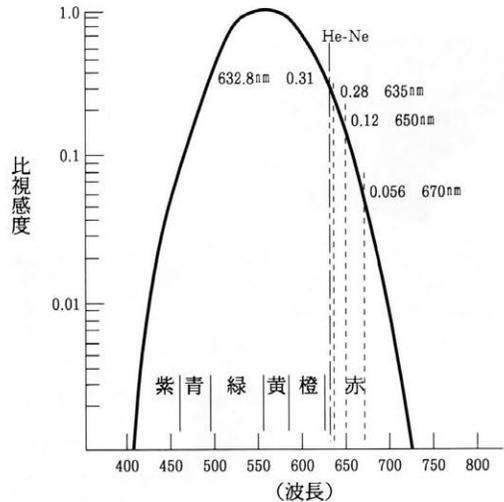


図-4 比視感度曲線



図-3 波長分布

波長から635nm～670nmの2種類の半導体素子が使用されている。より視感度の高い635nmの半導体素子が多用される傾向にある。電源も含め小型・軽量化できるため、その使用範囲は今後、ますます拡大すると思われる。

(4) He-Neガスレーザを使用する投映位置決めシステム(He-Neガス式レーザマーキングプロジェクト)波長は633nmであり、He-Neガスレーザより少し視感度が高い。

レーザ発振管はガラス製であり、振動に弱いという欠点はあるが、高出力が得られるため、明るく、長い(大きい)投映パターンが得られる。

3. 安全基準(半導体レーザ, He-Neガスレーザ)

レーザ光線には強い直進性がある。人体に対する影響を防止する必要があるため、1991年、JISにおいてレーザ製品の放射安全基準C6802が設けられた。(レーザ安全用語については1988年に規定されている。)

レーザ製品のクラス分けは次の通りである。

(1) クラス1レーザ

本質的に安全なものとし、どのような条件の下でも最大許容露光レベルを越えることがあってはならない。出力は $3.9\mu\text{W}$ 以下。

(2) クラス2レーザ

可視光(波長 $400\sim 700\text{nm}$)を放出し、連続波またはパルスモードで作動する低出力のもの。

連続波レーザの出力の上限は1mWである。

このクラスのレーザは本質的には安全でないが、通常、眼のまばたきの反射作用を含む嫌悪反応によって、眼に対する保護ができる。

(3) クラス3レーザ

$400\sim 700\text{nm}$ の波長範囲に対する被爆放出限界が連続波レーザについては5mW迄とする。

$400\sim 700\text{nm}$ の波長範囲で放出されるレーザでは眼のまばたきの反射作用を含む嫌悪反応によって、眼に対する保護ができる。

(4) クラス3Bレーザ

$400\sim 700\text{nm}$ の波長範囲で連続波レーザの放射パワーは0.5W以下とする。このクラスのビーム内での観察は危険である。ただし、拡散反射による焦点を結ばないパルスレーザの観察は危険ではなく、ある条件下では連続波ビームは拡散反射器を介して安全に観察することができる。

(5) クラス4レーザ

クラス3Bを越えるものとする。

4. 用途

(1) 超小型電球を使用するライトマーキングプロジェクト

①玉縁ミシン

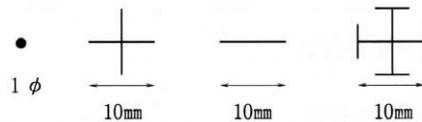
- ・縫いはじめて縫い終りの位置決め
- ・フラップとの柄合わせ

②ボタン縫い付けミシン

ボタン縫い付け位置を定間隔に決める。

③ボタン孔の切り抜き位置決め

よく使用される投映パターン(投映距離110mm～250mm)



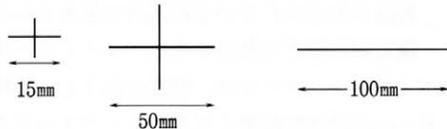
(2) ハロゲン電球を使用するライトマーキングプロジェクト

①プレス機

上着等の仕上げプレスでの基準位置決め。

②裁断テーブル

小物重ね作業での柄合わせ。よく使用される投映パターン(投映距離500mm～800mm)



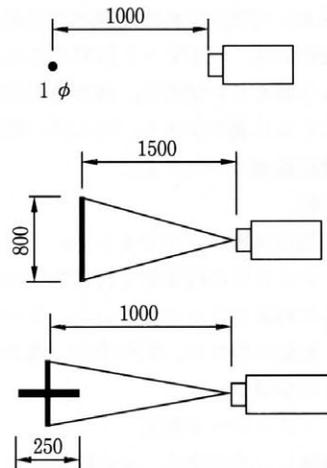
(3) 半導体式レーザマーキングプロジェクト

①プレス機

スラックス等の長尺基準線出し

②柄合わせテーブル

小物等の柄合わせ。よく使用される投映パターン(投映距離は800mm～2000mm)



7. 縫製の概要

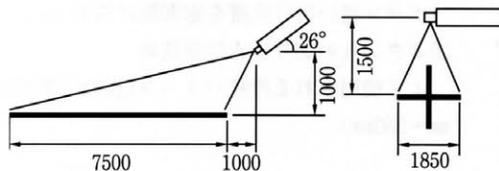
(4) He-Neガス式レーザーマーキングプロジェクター

①延反機

- ・重ね合わせ作業の基準線出し
- ・地の目等の柄合わせ

②裁断機

重ね作業での基準線出し。よく使用される
投射パターン(投射距離は1500mm~7000mm)



5. 使用方法

(1) 取り付け

決められた位置から投射パターンがズレたりすると、正しい作業ができなくなるばかりか、その作業自体が無駄になってしまうので狂いのないように、しっかりと取り付けを行う必要がある。取り付け後も、狂いが出ていないか定期的な検査が必要である。

(2) 操作電源電圧

装置と表示されている範囲内で使用すること。指定電圧以下で使用すると、ライトマーキングプロジェクターでは、照度が低下し、投射パターンの視認性が悪くなり、レーザーマーキングプロジェクターでは、発振しない場合がある。

逆に指定電圧以上で使用すると、ライトマーキングプロジェクターでは電球の寿命が極端に短くなり、レーザーマーキングプロジェクターでもやはり電源部の故障や発振部の劣化につながる。

(3) 温度

常温または指定された範囲内で使用すること。一般的には、 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ である。

これを越えての使用は、基本性能(仕様)を満足しなくなる場合がある。特に高い温度での使用は機能破壊につながる。

(4) 振動

基本的には無いのが望ましい。

ミシンのように直接取り付けなければならないような用途は止むを得ないが、そうでない場合は、振動の少ない、床や天井に独立して取り付けるのが望ましい。

(5) ノイズ・サージ対策

半導体レーザーの場合、その電源にはノイズや

サージの少ないものが望ましい。電源にノイズやサージ電圧が印加されると、レーザー素子が破壊され点灯しなくなることがある。

ノイズが多い場所で使用する時は、ノイズフィルターを使用することが推奨される。

6. 保守・点検

(1) ライトマーキングプロジェクター

日常の作業としては、光学系の汚れ、各部の緩みの点検だけで充分である。

消耗部品の交換としては、電球だけである。

寿命末期になると照度が低下し、投射パターンが視認しにくくなる。

電球の交換は、ソケットにねじ込むだけの簡単な作業である。ただし、ハロゲン球の場合は管球に素手で触れてはいけない。管球は石英ガラスで出来ていて、そのまま放置すると失透現象を起こし、寿命に悪影響を及ぼす。

もし、素手で触れた場合は、アルコールを浸した布で拭拭するとよい。

(2) レーザーマーキングプロジェクター

電球と比べ、非常に長寿命であるため、ほとんど手が掛らないといえる。5. 使用方法で述べたことを守れば光学系の汚れに注意するだけでほぼ充分である。発振管(または半導体素子)が寿命末期に近づく、投射パターンの輝度が低下してくる。発振管(または半導体素子)の交換には、正確な光軸合わせが必要なため、メーカーにて行う必要がある。

7. 今後の課題

縫製の各工程により広く、深く採用されていくためには、以下の項目を満たすことが必要と思われる。

①小型化、②軽量化、③高輝度・高照度光源の採用、④長寿命化、⑤低価格化

近年、より小型・高照度・長寿命の電球が開発されており、これらの採用によって、更に高性能な投射器が生まれることと思う。

また、レーザーの分野においても、半導体レーザーの短波長化(視認性が向上する方向への製品開発)が進み、He-Neガスレーザーと同じ波長の633nmの半導体素子の開発も時間の問題といわれている。

半導体は量産効果が期待できる分野であるから、価格・性能とも、He-Neガスレーザーと逆転すると思われる。(北川徳弘)