

裁縫바늘의 熱發生에 미치는 編成物縫製條件의 영향

Effects of Sewing Conditions for Knitted Fabric on the Heat Generation of Sewing Needle

東國大學校 家政教育科

教授 李 春 桂

漢陽大學校 衣類學科

副教授 車 玉 善

Dept. of Home Economics Education, Dongguk Univ.

Prof. Choongye Lee

Dept. of Clothing & textile, College of

Home Economics, Han Yang Univ.

Prof. Ok Sun Cha

<目 次>

I. 緒 論

II. 實驗 및 試料

III. 實驗結果 및 考察

IV. 結 論

引用文獻

<Abstract>

The heat of sewing needle is generated through the friction during the needle penetration into and withdrawal from fabrics. Therefore, effects of sewing condition for knitted fabric on the heat generation of needle was examined.

The needle size was not the large influence factor of heat generation of needle but the needle point shape significantly affects needle temperature. And the super needle coated with fluoro resin had more effect on reducing the heat of needle.

The decrease of sewing speed and the increase of stitch rate had more effect on the reduction in needle temperature. Also the Influence of a sewing thread on the needle temperature was very large compared with bare needle. As expected, an increase in the number of fabric layers result in higher needle temperature.

I. 緒 論

衣服製作의 最終 作業인 縫製工程에 있어 裁縫 바늘과 編成物과의 摩擦은 바늘의 熱發生原因中の 하나로 봉제결점 발생에 크게 영향을 미치게 된다. 봉제 중에 유발하게 되는 要因은 여러가지가 있겠

으나 本 研究의 對象인 천과 바늘간의 마찰열로 인한 것은 바늘 金屬體와 纖維物間的 Adhesion shearing force, 縫製中에 받게 되는 加重에 의한 纖維物 表面의 ぬ는 현상인 visco-elastic deformation forces, 재봉바늘의 금속材質이 纖維物에 비하여 상대적으로 硬하게 되므로 유발되는 ploughing deformation forces^{1,2)}들로 크게 나눌 수

있다. 이와 같이 바늘의 熱發生은 특히 봉제공정의 高速化와 合成纖維의 編成物이 衣服으로 活用되면서 많은 문제를 유발하게 되었다. 바늘溫度가 上昇될 경우 天然섬유의 재봉사 및 編成絲類는 늘게 되며, 合成纖維類는 용융되어 재봉사와 편성사는 切斷되게 될 것이다. 또한 재봉사는 針熱에 의해 바늘구멍 부분에서 접혀져 잊실과 밀실간의 loop 형성이 不可能하게 되고, 이 때문에 땀뿌 (skip stitch) 현상이 發生된다. 이와 같이 늘거나 切斷, 땀뿌이 생기면 솔기 強度의 低下와 縫環의 效率低下로 솔기部分에 損傷을 주게 된다. 특히 編絲의 切斷은 run 현상을 일으켜 衣服의 수명이나 外觀에 큰 損失을 가져온다. 이 외에도 바늘 자체가 열에 의하여 약 200°~300°C 부근에서 硬度 및 彈性이 低下되어 휘면서 부러지게 된다^{3,4)}.

以上과 같은 바늘의 熱發生으로 인한 문제들은 衣類品의 品質 및 生産性을 저하시키게도 될 것이다. 따라서 縫製時 바늘의 熱發生을 減少시킬 수 있는 方法을 구명하는 일은 대단히 重要的 일이라고 본다. 바늘의 열발생을 감소시키기 위해서는 바늘과 原緞의 마찰열을 最少로 억제할 수 있어야 할 것이며, 이를 위해 우선 바늘의 선택을 생각할 수 있다. 일반적으로 編成物 縫製時의 바늘 선택은 보통 標準的인 번수의 ball point 바늘로 試縫하여 적합한 ball point 를 결정하고, 이것으로 滿足되지 않을 때는 가는 번수의 바늘을 使用한다. 바늘의 強度 등의 문제로 하여 가는 바늘도 사용할 수 없거나 ball point 바늘만으로 解決되지 않을 때는 編成物 專用바늘(KN)을 사용한다⁵⁾. 바늘 선택 이외에도 재봉기속도, 봉합밀도, 봉사의 素材, 試料의 겹침매수 등 복합적인 해결 方法이 연구되어야 한다.

바늘의 熱發生에 관계되는 研究는 여러 편의 論文들이 發表되고 있는데, Hersh와 Grady⁶⁾의 “高速縫製時의 針溫度에 관한 研究”에서는 바늘의 熱發生에 따른 問題點에 관한 諸般事項 및 對策을 調査하였다. Horward⁷⁻⁹⁾는 針溫度 測定에 관한 理論的 分析과 實驗方法, 바늘特性 및 縫製條件에 따른 영향 등을 發表하였다. 鎌田^{10,11)}들은 縫製時의 針溫度 上昇과 그 機構에 관한 研究에서 재봉기의 回轉數와 織物의 겹침 枚數에 대한 平衡針溫

度의 依存性을 主로 調査하였고, 第2報로 바늘과 布의 相互作用에 관한 實驗的 研究를 報告하였다. 여기서는 縫製 1周期當 貫通 Energy와 재봉기의 速度依存性 및 針徑 依存性, 겹침매수 依存性을 研究하였다. Khan¹²⁾도 이와 類似한 研究를 하여 報告하고 있다.

이와 같이 바늘의 열발생에 관계되는 報告들을 國外的 文獻을 通해 찾아 볼 수 있었으나, 國內에서는 거의 찾아 볼 수 없었다. 특히 編成物縫製時 編絲切斷을 防止할 目的으로 使用되고 있는 編成物用 바늘에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 本 研究에서는 一次的으로 編成物을 試料로 機械的 因子인 바늘의 굵기, ball point의 形狀, 表面加工針, Knit 針, 땀수, 回轉速度 등에 다른 針溫度의 變化를 檢討해 보고 아울러 素材의 因子인 綫의 겹침매수, 봉사의 種類에 관련해서 實驗하므로써 針溫度上昇을 完化시킬 수 있는 縫製要因을 究明해 보고저 한다.

Ⅱ. 實驗 및 試料

1. 試料

本 實驗에서는 試料로 Table 1의 編成物과 Table 2의 特性을 갖는 3種類의 縫絲를 使用하였다.

〈Table 1〉 Characteristics of Knited Fabric

material	65% polyester/35% cotton
knit stitch	circular knit milano rib stitch
yarn size	polyester 150 ^D , cotton 45 ^S
weight	370g/y ^d

〈Table 2〉 Characteristics of Sewing Threads

	thread 1	thread 2	thread 3
material	65% polyester/ 35% cotton blended	spun polyester 100%	Nylon filament 100%
thread size	60s/3	60s/3	210d/2
thread finish	soft	soft	none

2. 實驗方法

1) 바늘의 熱電對

JIS B 9062에 準하여 재봉 바늘에 constantan 線을 부착하였다. Fig. 1에 보이는 바와 같이 바늘 눈으로부터 2mm 이내의 긴 홈에 0.1mm 直徑의 constantan 線을 非鐵 spot 용접기로 용접하고 긴 홈을 통하여 針柄部(Shank)에 여러 번 감아 接着劑로 固定한다. 용접을 바늘눈 바로 윗 부분에 한 것은 가장 높은 溫度를 나타내는 部位가 바로 바늘구멍 주변이기 때문이다(Fig. 2 참고). 한편 直徑 0.1mm의 constantan 線은 바늘의 直徑에 비해 充分히 가늘기 때문에 이 熱電對를 통한 열손실은 無視될 수 있다¹³⁾.

2) 測定回路

測定回路는 Fig. 3과 같이 장치되었다. 補償接點은 확살표 부분에서 남뎀으로 연결하였고, 補償導線 (+)脚에는 JIS G 3521에 규정한 直徑 0.65 mm의 硬綱線을 바늘대에 연결하였고, (-)脚에는 直徑 0.65mm의 constantan 線에 絶緣被覆한 것을 固定하였으며 이를 X-Y Recorder(National 社製 VP-64)에 연결하고, mV 를 測定한 후 溫度로 換算하였다.

基準接點은 JIS Z 8704에 따라 保温瓶에 얼음을 넣어 0°C로 유지한 후 室溫에 대한 오차를 보정하였다. 바늘 자체는 鐵製이기 때문에 Iron-constantan 형 熱電對의 特性에 가깝지만 바늘에 耐熱性, 耐摩耗性, 強度向上을 위한 非金屬을 부가하기 때

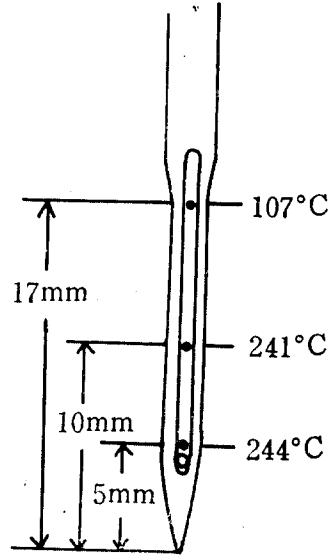


Fig. 2. Temperature at different points on a needle

Test conditions: needle-DB×1 KN No.14, sewing speed-2000 spm, number of plies of knited fabric-2, thread-none used

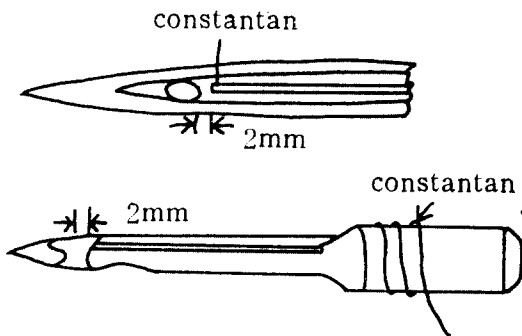


Fig. 1. A combination of the needle and thermocouple

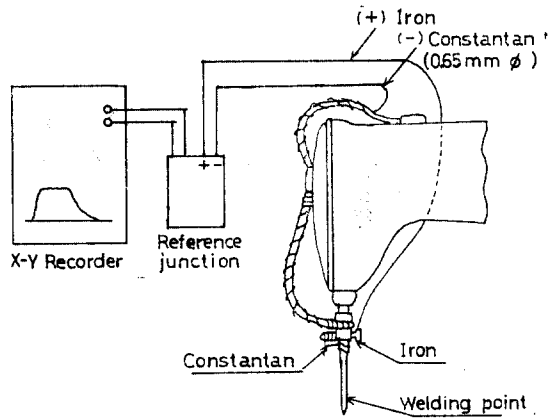


Fig. 3. Measurement method of needle temperature.

〈Table 3〉 Needle Design*

	DB×1	DB×1 KN	ball point needle (DB×1 S.J.B.U.Y)	Super needle
Size	No. 11, 14	No. 12, 14	No. 11	No. 14

*used organ needle

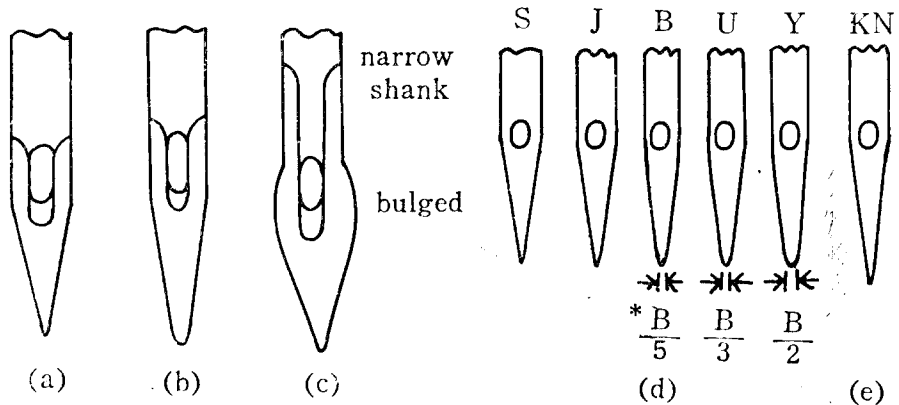


Fig. 4. Types of Needle point

- (a) sharp point needle
 (b) ball point needle
 (c) bulged eye needle

- (d) ball point needle
 (e) needle point for knitted fabric

*B : diameter of blade

문에 一般化 되어 있는 I.C thermocouple 의 溫度와 起電力曲線과는 一致하지 않으므로 JIS B 9062 의 起電力에 따른 溫度換算表로부터 溫度를 求하였다.

3) 縫 製

재봉기는 1本針 本縫環(2 thread lock stitch) 型 裁縫機 SINGER 491을 使用하였고, 速度調節은 DC motor 를 利用하여 transformer 로 速度를 조절할 수 있게 하였다. 재봉기의 회전수는 접촉식 hand tachometer (Ashahi 社製)를 使用하여 측정하였다.

縫製에 使用된 바늘은 Table 3과 같다. 一般 바늘의 形態는 Fig. 4에 보이는 바와 같이 바늘눈

부위가 바늘의 블레이드(blade) 部分보다 5~7% 짧은 bulged-eye needle 이며, 바늘블레이드 部分은 2단으로 되어 있어 頂부분이 10% 정도 짧은 supplementary shoulder 로 되어 있다.

編成物용 바늘의 블레이드는 一般 바늘보다 1~2번수 가늘면서 強度補強이 되어 있고 바늘눈과 흡은 크게 되어 있어 一般 바늘 번수에 使用하는 縫絲를 그대로 쓸 수 있으며 어떤 素材에도 적용된다¹⁴⁾. 또 바늘포인트는 小 ball 이고 바늘 눈에서 포인트 部分이 길다. 이는 바늘이 綫을 貫通할 때의 저항을 줄임으로써 編成物의 編絲切斷率을 낮추기 위한 것이다.¹⁵⁾

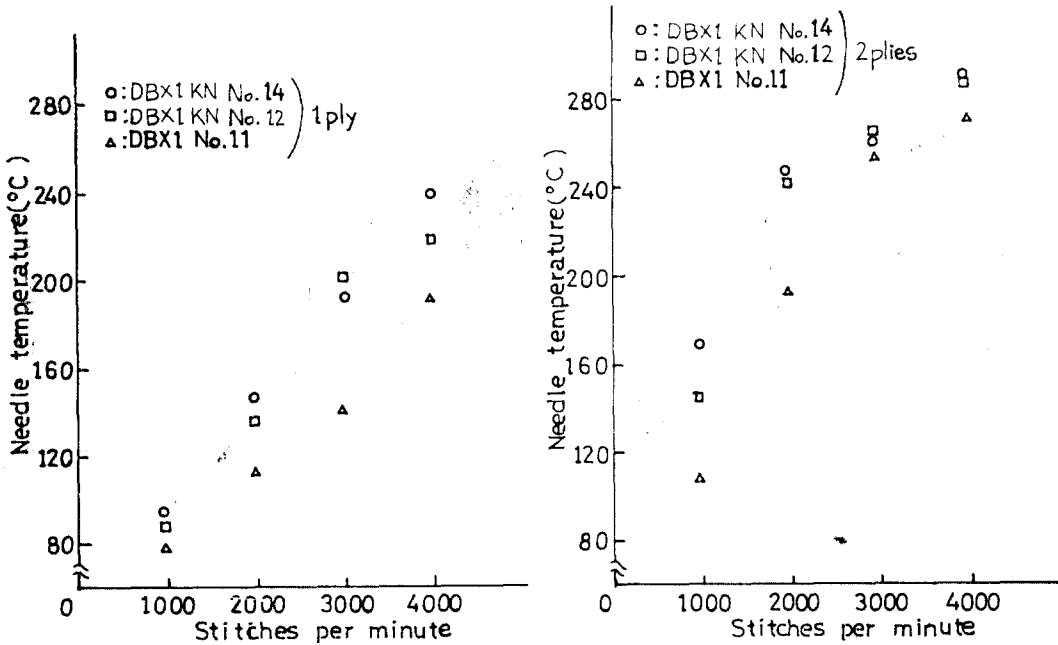


Fig. 6. Variation of needle temperature with sewing speed for needle of different diametre
Test condition: thread-none used

Ⅲ. 實驗結果 및 考察

1. 機械的 因子

1) 바늘의 굵기

바늘 굵기에 따른 溫度變化는 Fig. 6에 나타난 바와 같다. 굵은 바늘이 多少 높은 경향을 보이고는 있으나 큰 差異를 보이지 않는 것으로 보아 바늘 굵기는 바늘의 熱發生에 크게 影響을 미치는 因子가 아닌 것으로 생각된다. 이는 바늘의 직경이 커지면 織物과의 마찰력이 增加함에 따라 바늘의 熱發生은 增加되지만 바늘의 溫度가 空氣中으로 放散되거나 織物로 熱傳達이 됨에 따라 放熱量이 증가함으로써 溫度差를 보이지 않는 것이라고 생각된다. 때로는 위의 放熱效果로 인하여 針轉수가 커질수록 針溫度는 낮아질수도 있다는 報告도 있다¹⁶⁾. 그러나 일반적으로는 針轉수가 증가할수록 針溫度는 증가된다고 할 수 있다.

한편 일반바늘인 DBx1 No. 11과 編成物용 바

늘 DBx1 KN No. 12을 比較할 때, 두 바늘의 블레이크 부분의 굵기는 약 0.77mm로 거의 비슷하지만 일반 바늘의 온도가 낮게 나타나고 있다. 이는 바늘의 形狀의 差異에 起因되는 결과라고 생각된다. 즉 編成物용 바늘은 블레이크 부분의 형상이 거의 均一하지만 일반바늘은 바늘눈 부분의 직경이 블레이크 부분보다 짧은 bulged-eye needle이기 때문에 바늘 관통시 블레이크보다 약간 큰 구멍이 形成되어 블레이크 부분에서의 摩擦熱을 출일 수 있으며, 또한 supplementary shoulder 역시 bulged-eye와 類似的한 效果를 나타냄¹⁷⁾으로서 編成物용 바늘보다 溫度가 낮게 나타난 것이라고 생각된다. 그러나 編成物縫製時 編成物용 바늘이 사용되고 있는 이유는 編絲切斷에 의한 run 방지에 있어 編成物용 바늘이 일반바늘보다 效果의 이기 때문이다.

2) ball point 바늘

ball point 바늘로 縫製하였을 때의 ball의 形狀別 溫度의 差異는 Table 4에 보이는 바와 같다.

〈Table 4〉 Effect of needle point shape on the heat generation for knited fabrics (unit: °C)

number of plies	sharp point	S ball point	J ball point	B ball point	U ball point	Y ball point
2	231	257	241	243	207	236
3	269	262	268	258	262	266

Test conditions: needle-DB×1 11, thread-none used, sewing speed-2500 stitches/min.

ball point의 형상에 따라서는 sharp point보다 바늘 온도가 낮게 나타났다. ball point 바늘의 온도를 보면 2枚천인 경우 S ball이 가장 높은 온도이고, B→J→Y→U의 順으로 낮아져 S ball과 U ball은 무려 50°C의 差異를 보이고 있다. 한편 천 3枚인 경우는 B ball이 가장 낮은 온도를 보이고 있으나 形狀間의 溫度差는 거의 없다고 할 수 있다.

천 2枚인 경우에서 U ball point가 가장 낮은 溫度를 나타낸 이유는 medium ball point로서의 효과라고 생각된다. 즉 編絲를 가르거나 切斷하지 않고 編絲間의 空間으로 바늘이 貫通함으로써 摩擦熱이 적게 발생했기 때문일 것이다. 3枚인 경우 B ball point가 낮은 이유도 위의 해석과 同一하게 설명될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 2枚인 경우보다 3枚인 경우에 ball point 바늘間에 큰 溫度差가 보이지 않는 理由로서 스티치 損傷에 미치는 겹침 매수의 영향을 조사한 Worthington은 스티치의 손상이 왼쪽 천에서 보다는 오른쪽으로 갈수록 증가하며 또한 천의 겹침 매수가 增加할수록 손상이 증가한다고 報告하고 있다¹⁹⁾. 즉 이는 확률론적으로 겹침매수가 많아지면 表面의 천은 編絲間으로 바늘이 통과하더라도 2번째천이나 3번째천에서는 編絲를 가르거나 切斷하고 貫通될 可能性이 많을 것이라고 생각된다. 따라서 겹침 枚數가 많아질수록 ball point의 효과가 감소함에 따라 ball point 형상에 따른 바늘 온도의 差異가 작아진 것이라고 생각된다.

3) 表面加工바늘

弗素系樹脂로 表面加工된 super 바늘의 효과를 보기 위해 일반바늘과 편성물용 바늘과를 比較實驗하여 그 結果를 Table 5에 나타내었다.

슈퍼加工 바늘이 일반 바늘이나 編成物용 바늘에 비해 낮은 온도를 보이고 있는데 이는 弗素系

〈Table 5〉 Effect of needle finish on the heat generation. (unit: °C)

number of plies	DB×1 No. 14	DB×1KN No. 14	Super No. 14
2	251	244	211
3	275	271	253

Test conditions: thread-none used, sewing speed-2000 stitches/min.

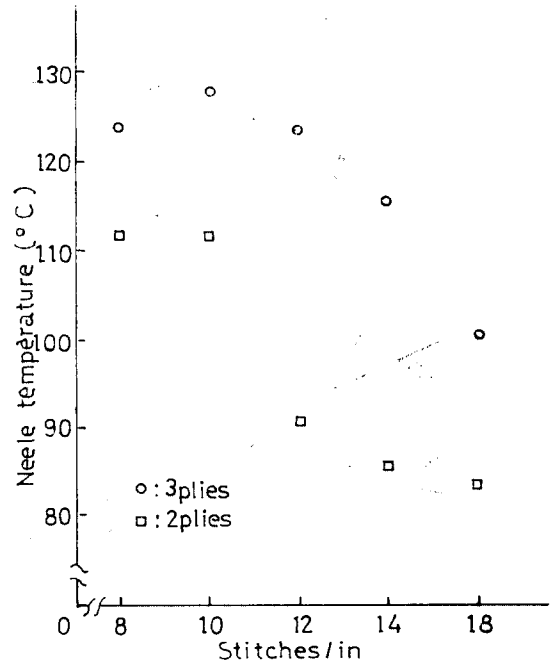


Fig. 7. Change in needle temperature with the increase in stitches/in.

Test conditions: sewing speed-2000 spm, needle-DB×1 No. 14, thread-65% polyester/35% cotton.

蠟樹脂로 표면처리한 경우 마찰계수가 낮기 때문에 바늘과 천과의 마찰력이 줄어들어 따라 바늘의 열 발생이 감소되어 바늘 온도가 낮게 나타난 것이라고 생각된다. 또한 일반 바늘의 경우는 縫絲 및 천이 용융되어 바늘의 긴 홈과 바늘 눈 부분에 용착되었으나, 슈퍼加工 바늘의 경우에는 용착 현상이 나타나지 않았는데 이 역시 弗素系樹脂의 特性의 하나인 非粘着性에 起因된 것이라고 생각된다. 따라서 合成纖維의 編·織物 縫製時 적합한 바늘이기는 하지만 一定時間 使用하면 coating 재료가 탈락됨에 따라 바늘의 온도 저하 효과는 減少된다²⁰⁾고 報告되어 있다.

4) 縫合密度

Fig. 7은 縫合密度에 따른 바늘 온도의 변화를 실험한 結果를 나타낸 것이다. 縫合密度가 증가할

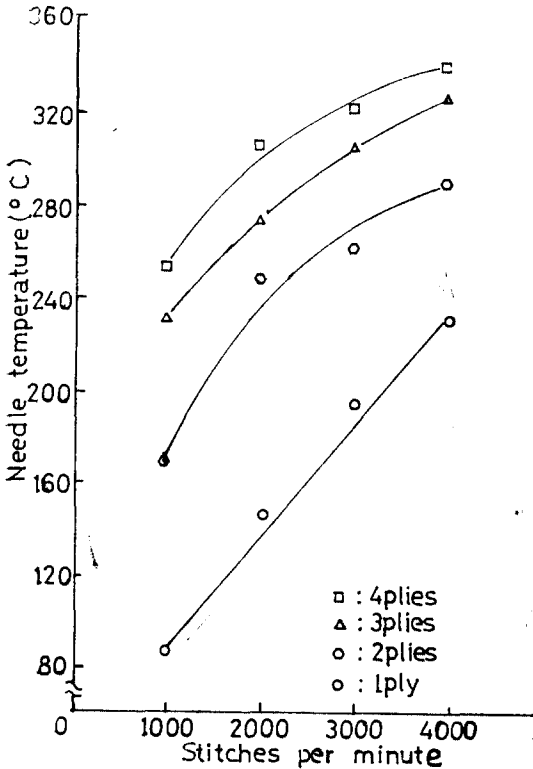


Fig. 8. Needle temperature VS sewing speed for different thickness of fabric.
Test conditions: needle-DB×1 KN No. 14, thread-none used

수록 바늘 온도가 저하하고 있는데 그 理由를 다음에 들어보기로 한다. 2000 spm 에서 8 stitch/in 로 30초 동안 봉제하는 경우 약 318cm 를, 18 spi 로 30초를 봉제하는 경우 약 141cm 를 봉합할 수 있다. 따라서 8 spi 를 봉제하는 경우에는 18 spi 보다 그만큼 縫絲의 消費量이 증가할 것이며, 이 봉사의 소비량은 봉사가 바늘 눈을 통과하는 速度에 比例함으로 봉사의 소비량이 증가할수록 봉사공급 속도가 빠르게 되어 봉사와 바늘 눈에서의 마찰력이 증가되어 열발생이 많아짐에 따라 바늘 온도가 증가한 것이라고 생각된다.

5) 縫製速度

Fig. 8은 재봉기의 회전속도에 따른 針溫度의 變化를 천의 겹칠 매수별로 나타낸 것이다. 회전 속도가 빨라짐에 따라 針溫度도 上昇되고 있어 速

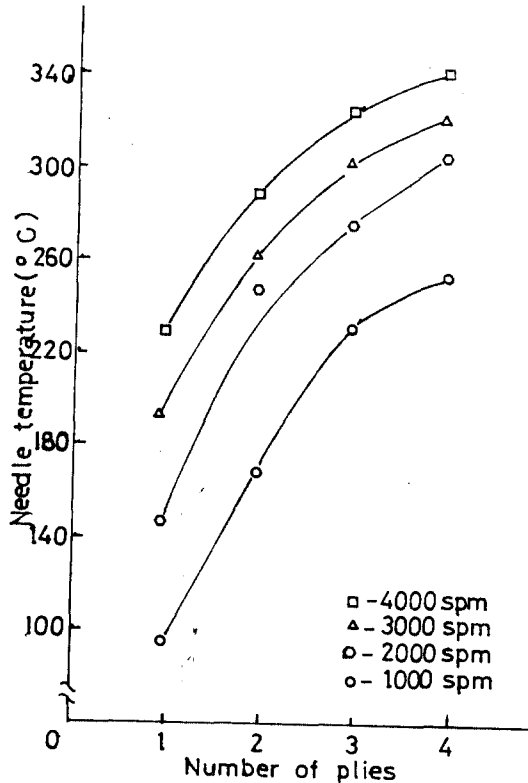


Fig. 9. Needle temperature VS number of plies of fabric
Test condition: needle-DB×1 KN No. 14, thread-none used

度因자는 針溫度變化에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 천 1枚인 경우 봉제속도 증가에 따른 온도 변화는 거의 直線의 關係를 나타내고 있으나, 2枚 以上은 速度增加에 따라 온도 상승을 보이면서 완만한 上昇을 보이고 있다. 이는 素材의 理由로써 폴리에스테르섬유가 65% 混紡되어 있어 이의 용점인 260°C 부근에서부터 폴리에스테르섬유가 용융됨에 따라 바늘과 원단과의 摩擦力이 減少되어 溫度上昇傾斜가 완만해진 것이라고 생각할 수 있다.

2. 素材의 因子

1) 천의 겹침매수

Fig. 9는 겹침매수에 따른 針溫度의 變化를 速度別로 나타낸 것이다. 예측될 수 있는 바와 같이 枚數가 많아질수록 溫度가 높아지고 있는데, 이는 역시 바늘과 천의 마찰력 증가에 따라 바늘의 熱發生이 증가된 것이라고 생각된다. 또한 겹침매수가 많아질수록 溫度의 上昇幅이 작아지고 있는데 이는 前述한 바와 같이 編成物中 폴리에스테르 編絲의 軟化 및 용융에 따른 마찰력 감소에 기인한 결과라고 생각된다.

2) 縫 絲

Table 6은 縫絲種類에 따른 針溫度變化를 나타

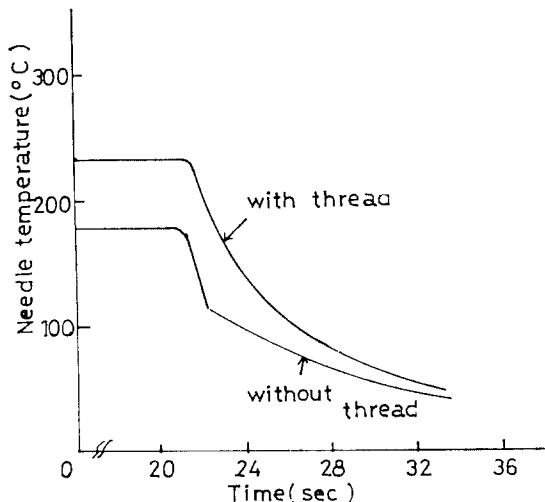


Fig. 10. Typical curves of needle cooling.

〈Table 6〉 Needle temperature produced with sewing speed and three types of sewing thread

Sewing speed (stitches/min)	Needle temperature(°C)			
	None thread	Thread 1	Thread 2	Thread 3
1,000	168	67	77	103
2,000	248	90	97	129
3,000	261	97	101	170

Test condition: needle-DB×1 KN No. 14
number of plies of fabric-2

낸 것이다. 縫絲를 使用하지 않은 경우의 온도 변화도 함께 比較하였다. 봉사를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우 65~164°C의 온도차를 보이고 있는데, 이는 針熱이 縫絲로 傳達되었기 때문일 것이다. 봉사 使用時와 사용하지 않을 때의 바늘의 冷却曲線을 나타낸 Fig. 10에서 볼 때, 봉사 사용의 경우 바늘로부터 縫絲가 떨어지는 순간에 變曲點이 생기는 것으로부터 縫絲 사용시의 바늘 온도 저하는 봉사로의 열전달에 의한 것임을 확인할 수 있었다.

한편 실의 素材의 側面에서 볼 때 紡績絲인 1,2 번絲가 필라멘트絲인 3번絲에 비해 낮은 온도를 보이고 있다. 이것은 방적사의 잔털이 cooling vane의 역할을 하기 때문인 것으로²¹⁾ 설명될 수 있다. 熱傳導度에 있어 3번絲 나이론(250mWm⁻¹K⁻¹)이 폴리에스테르(140mWm⁻¹K⁻¹) 보다 높은 性能의 섬유이면서도 針溫度가 높게 나타난 것은 cooling vane의 효능이 없었기 때문일 것이라 考察된다.

IV. 結 論

編成物縫製의 경우 바늘의 熱發生에 영향을 미치는 縫製要因을 檢討하기 위하여 機械的 因子 및 素材的 因子에 關해 縫製實驗을 실시하고 이의 結果를 分析·考察하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 바늘 굵기는 바늘의 열발생에 큰 영향이 없었으며 ball point 바늘의 경우 그 형상에 따라서는 sharp point 바늘보다 바늘온도 감소에 효과가 있었으며, 本實驗에 使用된 編成物의 경우는 medium ball이 온도 감소에 효과적이었다.

2. 弗素系樹脂를 coating 한 super 바늘은 熱發生을 감소시키는데 효과적이었다.
3. 縫合密度(spi)는 많아질수록 바늘의 熱發生은 낮으며, 재봉기의 回轉速度 증가는 比例하였다.
4. 縫絲는 필라멘트絲에 비해 紡績絲 縫絲의 경우가 針溫度 減少 효과가 컸다.
5. 綫의 捻數의 영향은 커서 枚數가 증가할수록 針溫度上昇이 현저하였다.

引用 文 獻

1. E.H. Mercer, and K.R. Makinson, The Frictional Properties of Wool and other Textile Fibers, Journal of the Textile Institute, 44, (1953)
2. F.N. Hurt, and D.J. Tyler, An Investigation of Needle Heating and Associated Problems in Machine Sewing, Hatra Research Report, 19, (1971)
3. S.P. Hersh, and P.L. Grady, "Needle Heating During High-Speed Sewing," Tex. Res. J., 39-2, p.102, (1969)
4. 朴信雄, 孔錫鵬, 縫製科學, 서울: 敎文社, p. 264, (1986)
5. T. Eguchi, "Recent Trends of Sewing Needles for Knitted Fabrics," 纖維機械學會誌 31-4, p.181, (1978)
6. S.P. Hersh, and P.L. Grady, op. cit., pp. 101~120
7. G.M. Howard, and D. Parsons, "Sewing Needle Temperature,"—Part I: Theoretical Analysis and Experimental Methods —, Tex. Res. J. 38, pp.606~614, (1968)
8. G.M. Howard, J.J. Sheehan, E.R. Mack, and D.R. Virgilio, "Sewing Needle Temperature," —Part II: Effects of Needle Characteristics—, Tex. Res. J., 41, pp. 231~238, (1971)
9. G.M. Howard, D.R. Virgilio, and E.R. Mack, "Sewing Needle Temperature," —Part III: The Effects of Sewing Conditions —, Tex. Res. J., 43, pp.651~656, (1974)
10. 鎌田佳伸, 常松茂美, 木下陸肥路, 志村奉美, "The Sewing Needle Temperature and Its Analysis," 織學誌, 32-3, pp.102~208, (1976)
11. 鎌田佳伸, 常松茂美, 木下陸肥路, 仲三郎, "Needle-Fabric Interaction During the Sewing," 織學誌 33-4, pp.T-157~165, (1977)
12. R.A. Khan, S.P. Hersh, and P.L. Grady, "Simulation of Needle-Fabric Interaction in Sewing Operations," Tex. Res. J., 40-6, pp. 489~498, (1970)
13. 鎌田佳伸, 常松茂美, 木下陸肥路, 志村奉美, op. cit., p.103
14. T. Egnchi, op. cit., p.180
15. T. Egnchi, "ミン針の種類と用途," 織消誌 23-10, p.32, (1982)
16. S.P. Harsh, and P.L. Grady, op. cit., p.105
17. Ibid., p.106
18. 纖維流通研究會, 縫製事曲, pp. 423~424, (1977)
19. A.P. Worthington, Effects of Sewing Machine Needle in Manufacturing, Literature Survery 195~79, Shirley Institute Publication, S.37, (1980)
20. L. Lunter, and M.P. Cawood, Textiles: Some Technical Information and Data IV: Sewability, Sewing Needle, Thread and Seam, SAWTRI., Special Publication, p. 14, (1979)
21. S.P. Harsh, and P.L. Grady, op. cit., p. 113