

봉사의 생산 및 응용에 대한 발전

“본고는 1971년에 발간된 The Shirley Institute의 New Yarns in the textile Scene 중 Modern Sewing Threads, Developments in Production and Application을 기초로 하여 작성된 원고임.”

I. 서론

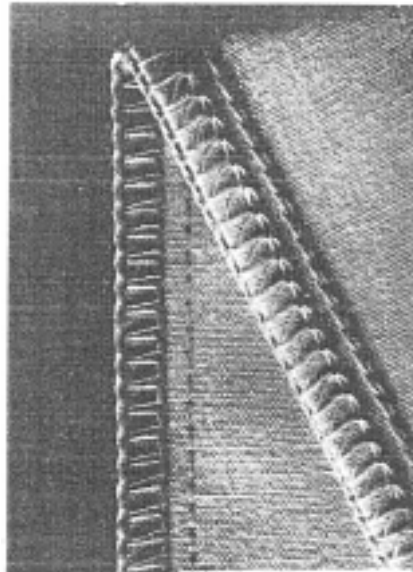
봉사는 사람이 의복을 착용하고 있는 한 그 존재를 계속할 것이다. 19세기 이전에는 주로 대마와 견이 봉사로 사용되어 왔었다. 이것이 19세기에 이르러 특히 영국에서 자동직기의 발명과 발전, 이에 따른 면직물 및 면제품의 생산발전과 또한 근대식 재봉기의 발명 및 발전에 따라 봉사공업으로서 대단히 발전하였다.

면이 봉사원료로 이용된 이래 봉사의 제조방법은 면의 가능성에 기초를 두었었다. 고급의 면봉사는 강연으로 4~6개의 단사를 합연한 것이었다. 이들 면봉사는 19세기의 재봉기에서 대단히 우수한 성능을 발휘하였으며, 현대의 고속재봉기에서도 대단히 우수한 품질을 나타내고 있다.

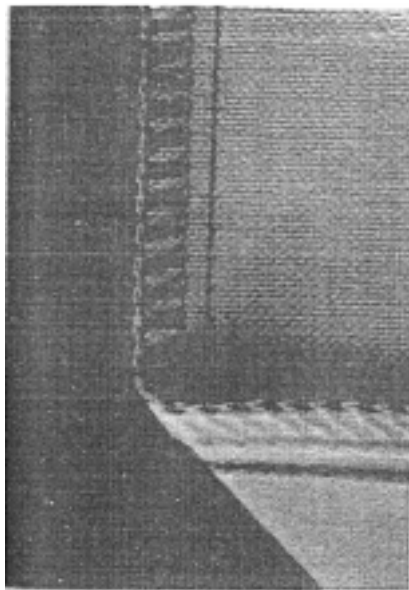
이와 같이 우수한 성능 때문에 현재 사용되는 어떤 합섬봉사와도 충분히 경쟁이 되고 있다.

20세기에 들어 와서는 더욱 급속한 발전이 이루어졌다. 여기서 두 가지의 필수적인 점을 강조하고자 한다. 첫째로는 노동력의 부족 때문에 제직공업의 생산방법은 매우 높은 수준으로 전문화 되었다는 것이다. 이것은 재봉기제작자로 하여금 예컨대 단추구멍이나 특수한 봉재 등에 대한 특수고성능재봉기를 설계하도록 유발시켰다. 둘째로는 1940년대와 1950년대에 합섬이 섬유공

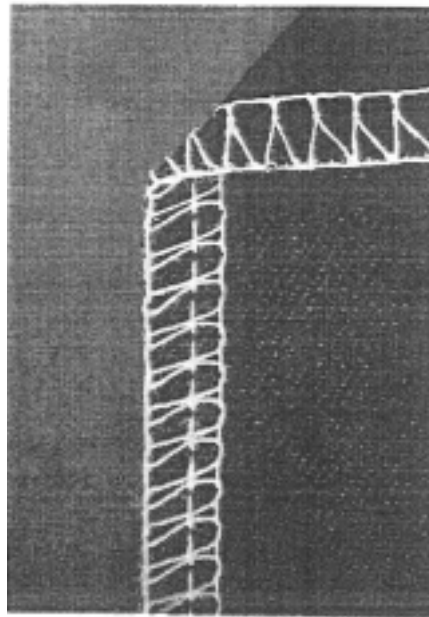
업으로 도입되었다는 점이다. 특히 합섬의 고강력을 생각할 때 합섬은 재봉기가 요구하는 고도의 유용성으로 예정되어 있는 것 같다. 그러나 여기에는 단점도 있다.



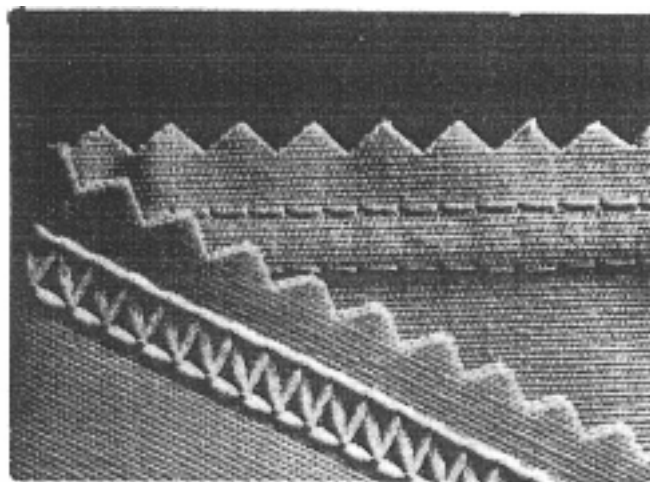
<그림 1> 3-needle six-thread safety stitch



<그림 2> 3-needle six-thread safety stitch, reverse view



<그림 3> Two-needle four-thread overedger



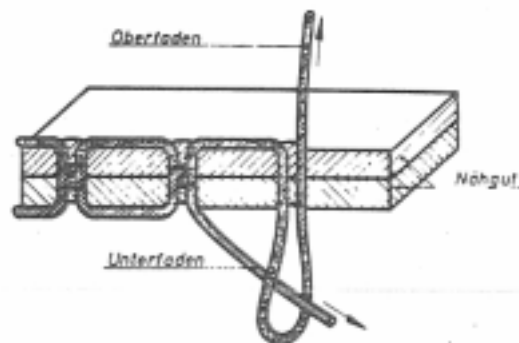
<그림 4> Two-needle hemming stitch(Bulk yarn used as looper thread)

현대의 고성능재봉기를 19세기의 것과 비교할 때, 그 차이가 매우 심함을 알 수 있다. 현대식 재봉기의 다양화를 단적으로 설명하기 위하여 다음에 몇몇 Seam을 보기로 한다 <그림 1~4>.

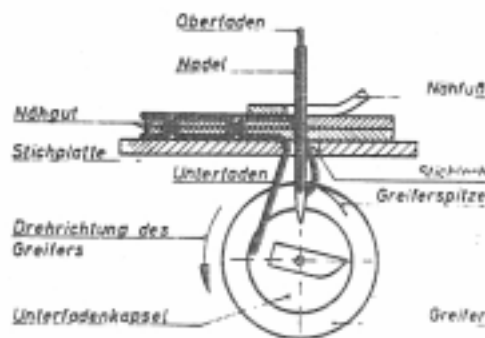
II. 봉제공정과 관련한 운동학

19세기의 재봉기 제작자들은 운동학은 별문제로 하고, 봉제공정의 물리학도 별로 알지 못하였다. 그러나 현재는 현대식 측정방법의 덕분으로 봉제공정을 상세히 설명할 수 있게 되었다. 이하에서 언급하려고 하는 봉사에서 특수조건, 수직 및 응력변형은 특히 lockstitch와 관련한 것임을 유의해 주기 바란다. Lock-stitch seam은 아직도 봉제공정에서 가장 중요한 seam일 뿐만 아니라 봉사 특히 침사(needle thread)에 가장 큰 응력변형을 주는 seam이기도 하다.

전술한 <그림 1>에서 보인 seam은 lock-stitch 재봉기에서 요구하는 품질에 비하여 더욱 저질의 봉사로도 가능하다.



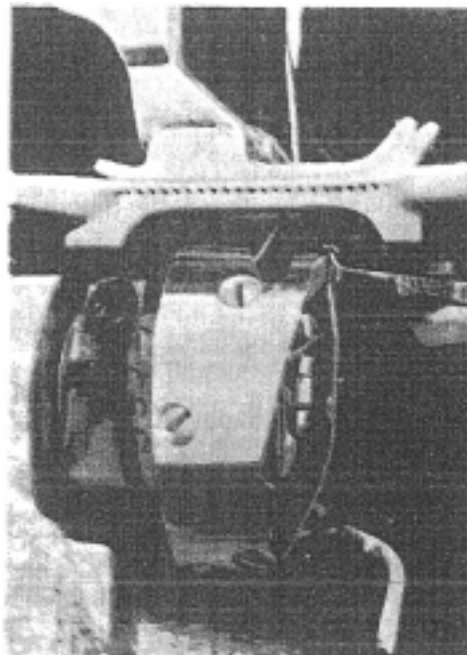
<그림 5A> Cross-section of a lockstitch



<그림 5B> Forming the lockstitch

Lock-stitch의 물리학을 검토하기 위하여 <그림 5A>에 도시한 lock-stitch seam의 단면도를 보기로 하자. 여기서 침사는 loop를 형성하고 있으며, 그 밑의 복실(bobbin thread)은 loop를 통하여 인도되고 있다. <그림 5B>에는 hook의 point가 어떻게 loop를 포착하는 가를 보이고 있다. Loop가 열려지면, 복실을 포함한 bobbin은 loop를 관통한다.

<그림 6>은 녹색의 복실이 바로 침사의 넓은 loop를 통과하는 것을 보이고 있다. 여기서 침은 이미 그 최하점에 도달하여 정지하고 있거나 복귀중에 있음을 보이고 있다.



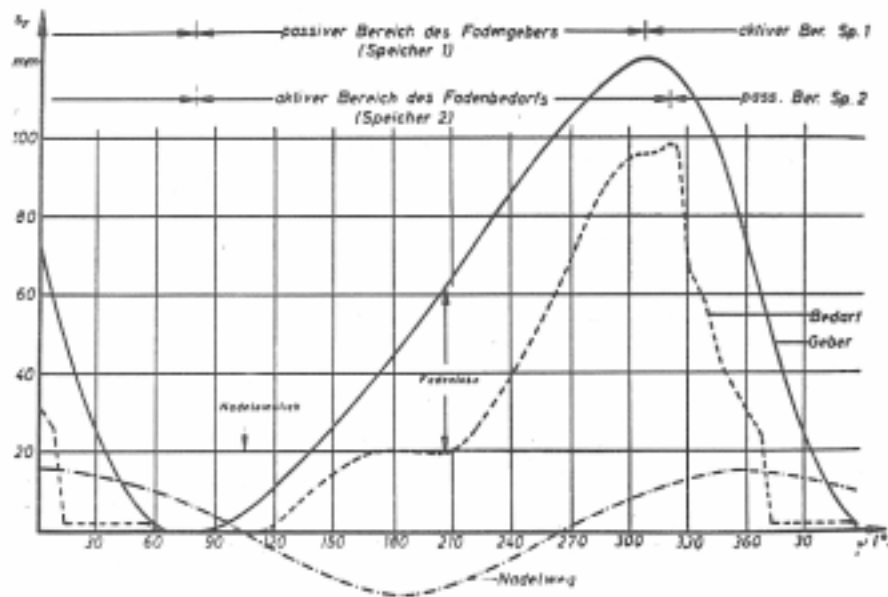
<그림 6> Cross-section of a lock-stitch, Forming the lock-stitch(Photograph)

<그림 7> (시간-거리 곡선)에서 보면 사(점선)는 침(중단선)보다 주행거리가 길다. 현대식 고속재봉기는 6,000~7,000stitch/min의 속도로 작업하고 있다. 바꾸어 말하면 100stitch/sec의 속도이다.

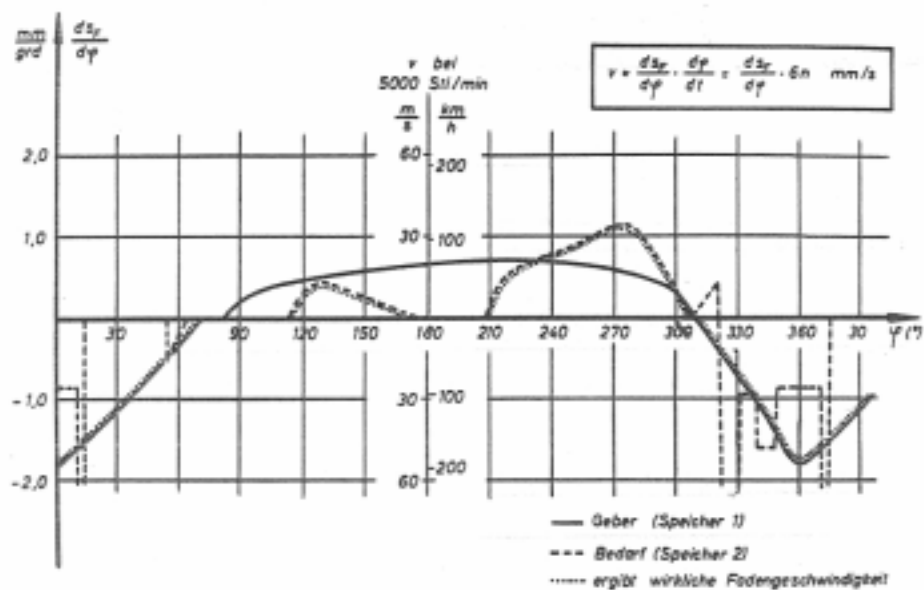
<그림 8> (시간-속도 곡선)에서 종축은 속도 즉 km/hr.이다. 봉사는 최고속

도가 100km/hr 이상이며, 경우에 따라서는 200km/hr에 달하는 것도 있다.

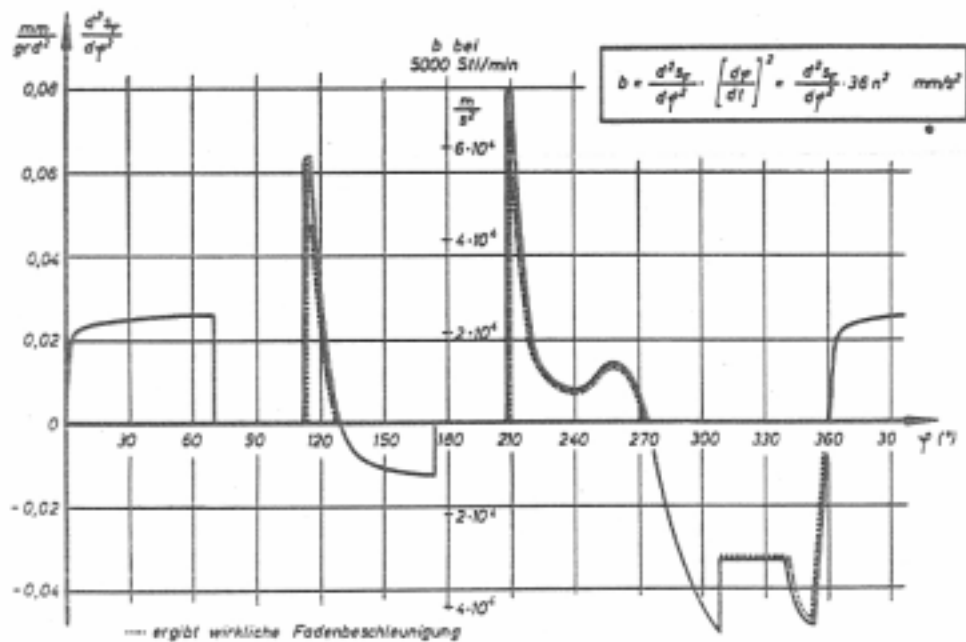
이것은 봉사가 1초에 그 속도가 최대에 도달하였다가 0으로 떨어지는 것이 200회나 됨을 의미한다.



<그림 7> Time-way-curves of needle and thread



<그림 8> Time-velocity-curve of thread (1st derivative to (12))



<그림 9> Time-acceleration-curve(2nd derivative to(12))

<그림 9>는 시간-가속도 곡선이다. Crank shaft가 210° 회전하였을 때 최고 가속도가 된다. 이의 값은 $6 \times 10^4 \text{ m/sec}^2$ 이상이며 이것은 중력가속도의 6,000 배에 해당하는 값이다. 다음 몇몇 수치와 비교를 해보자.

전기열차의 시동 : $0.4 \sim 1.0 \text{ m/sec}^2$

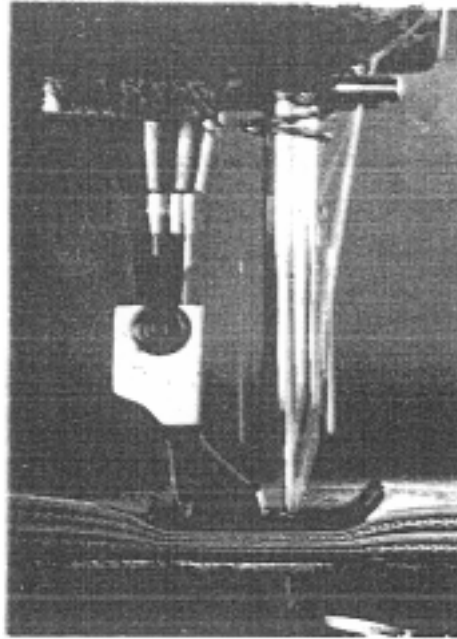
자동차의 시동 : $5 \sim 10 \text{ m/sec}^2$

지구의 중력가속도 : 9.8 m/sec^2

lock-stitch seam의 침사 : $60,000 \text{ m/sec}^2$

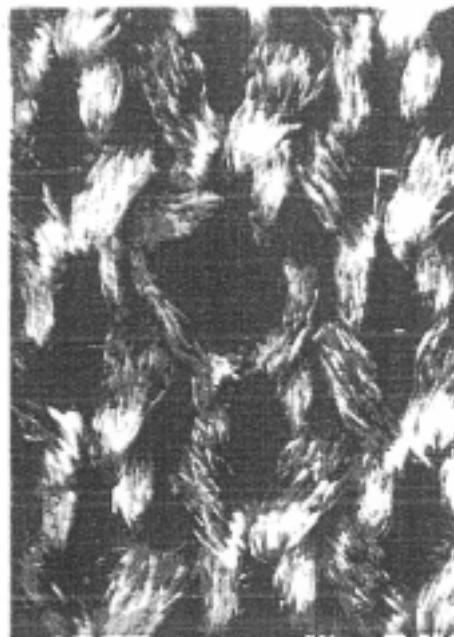
이로 인한 질량에너지는 거대하다. 봉사에서 극단적인 높은 인장강도가 왜 요구되는지는 이러한 점을 생각할 때 충분히 이해될 것이다.

<그림 10>은 네 겹의 직물을 바로 stitch는 상태이다. 150km/hr. 의 속도를 생각할 때, 이 침이 어느 정도로 빨리 가열되는지를 이해할 수 있을 것이다.



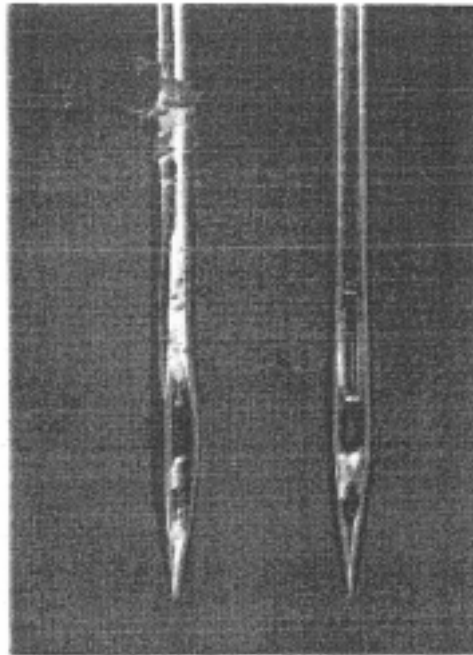
<그림 10> Sewing four layers of fabric

침의 온도가 400°C에 달하는 것은 매우 흔한 일이며, 이 온도를 합섬의 융점과 비교하면 보통 문제가 아니다.

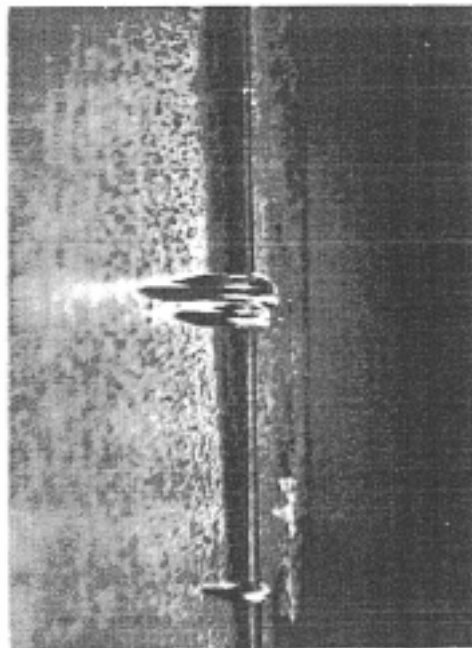


<그림 11> Heat damage of a fabric

<그림 11>은 합섬편직물에서 침의 구멍 가장자리와 접촉했던 부분이 용융
으로 인하여 파손된 것을 보이고 있다.



<그림 12> Molten synthetic matter on needles

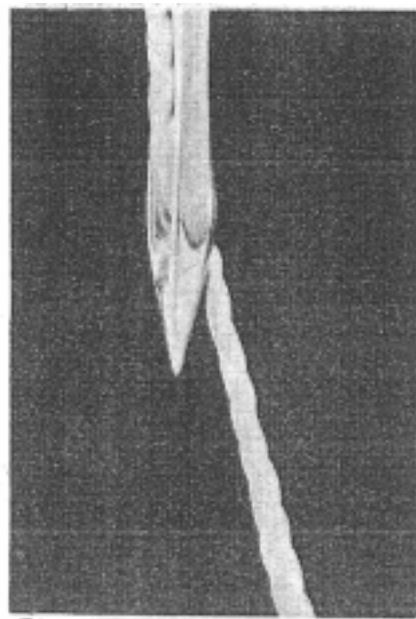


<그림 13> Grooves in thread guides

<그림 12>는 합섬이 용융되어 침에 부착된 것을 보이고 있다. 이렇게 외부 물질이 부착된 침은 더 이상 사용할 수가 없게 된다.

<그림 13>은 이러한 고온에 의하여 사도가 변질된 것을 보이고 있다. 봉침 제조업자가 값비싼 연구와 개발에 의하여 현재의 품질 수준까지 올리지 않았다면 상술한 속도와 성능은 적당한 봉사 없이는 불가능이었을 것이다.

봉사에서 다른 하나의 중요한 응력변형은 침의 구멍 가장자리와의 마모에 기인하는 것이다. 전술한 바와 같이 봉사는 침보다 더욱 먼 거리를 움직여야 한다. 또한 봉사는 단계적으로 seam에 들어가며, 즉 봉사의 동일부분이 침의 가장자리를 여러 번 활주한다. <그림 14>에 이것을 보이고 있다.

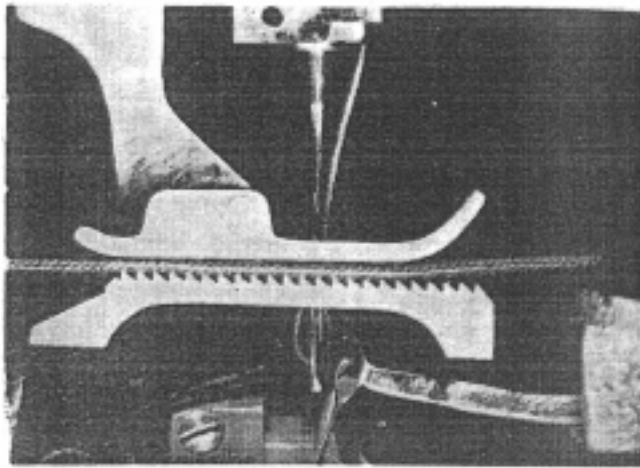


<그림 14> Thread at the edge of the eye of the needle

이러한 활주는 stitch의 길이에 따라 다르지만 보통 50~80회를 한다. 이 때의 속도도 매우 고속이므로, 우수한 내마모성은 봉사로서는 필수적인 특성이 다.

<그림 15>는 봉침이 직물 내에 stitch를 만드는 방식을 보이고 있다. 침사에 의하여 형성된 작은 loop는 hook의 point로 포착되어야 한다. 1초에 약 100개의 loop가 형성되는 데 이 중에서 하나라도 포착되지 않으면 seam은 실패가 된다.

또한 loop는 항상 동일한 모양이어야 한다. 그러므로 봉사의 탄력성에 대한 균제도도 필수적인 것이다.



<그림 15> Forming the loop of the needle thread

Ⅲ. 봉사에 요구되는 특성

고성능재봉사의 봉사에 요구되는 중요한 성질로는 다음과 같은 것이 있다.

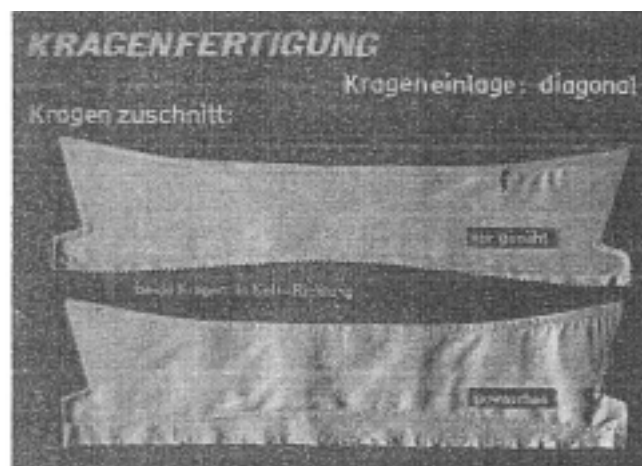
- ① 인장강도가 대단히 높을 것(이것은 비단 봉사만의 특징은 아니다.)
- ② Stitch는 대단히 균일하게 형성되어야 한다.(봉사의 탄력성이 사장에 따라 균일하다면, 이것은 가능하다.)
- ③ 사는 내열성이어야 한다.
- ④ 봉사는 침에 추가적인 열을 가하지 않도록, 더욱이 침에 냉각효과를 주

도록 부드럽게 활주하여야 한다. 이 냉각효과는 두 가지 성질에 의하여 나타나며, 이들 성질은 서로 상치되는 것이다.

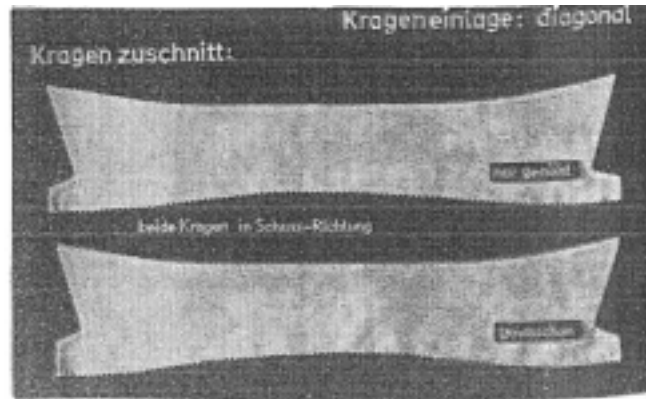
냉각효과는 사에 매우 평활한 표면에 의하여 또는 사에서 돌출된 섬유단에 의한 어떤 조면에 의하여 얻을 수 있다. 후자의 경우에는 공기가 이를 돌출 섬유단을 둘러싸서 사와 같이 고속으로 이동하기 때문에 일종의 air cushion효과에 의하여 활주의 성질이 촉진되며, 동시에 이러한 공기는 침을 냉각시키기도 한다.

전자의 경우로는 wax와 같이 윤활제를 사용하는 것을 들 수 있다. Wax는 열에 의하여 쉽게 증발되며, 이의 기화열에 의하여 침의 냉각작용을 행한다.

⑤ 봉사제조사들은 봉사의 최종용도에 각별히 유의하여야 한다. 예를 들면, 색사의 색상은 정확히 배합하여야 하며 색상의 견뢰도도 매우 우수하여야 한다. 대부분의 의류는 봉제후에 특수한 열처리(예 : karaton, Permanent Press)를 받는데, 이러한 처리후에 Seam pucker가 없어야 한다. 가정에서의 세탁도 이러한 열처리와 같이 seam pucker가 생기지 않도록 유의하여야 할 때도 있다.



<그림 16> Seam pucker after washing



<그림 17> Seam pucker after washing but seam without pucker

<그림 16>과 <그림 17>에서 위의 것은 세탁 전, 밑의 것은 세탁후의 칼라 부분을 보이고 있다.

<그림 16>에서는 세탁 후에 seam pucker가 나타난 예이고, <그림 17>에서는 나타나지 않는 예이다.

⑥ 고성능 재봉기를 사용하여 유발되는 특수한 응력변형을 고찰할 것. 예로서 매듭(결절)[knot]이 있으면 봉사가 절단되며, 따라서 재봉기의 정지를 유발시킨다.

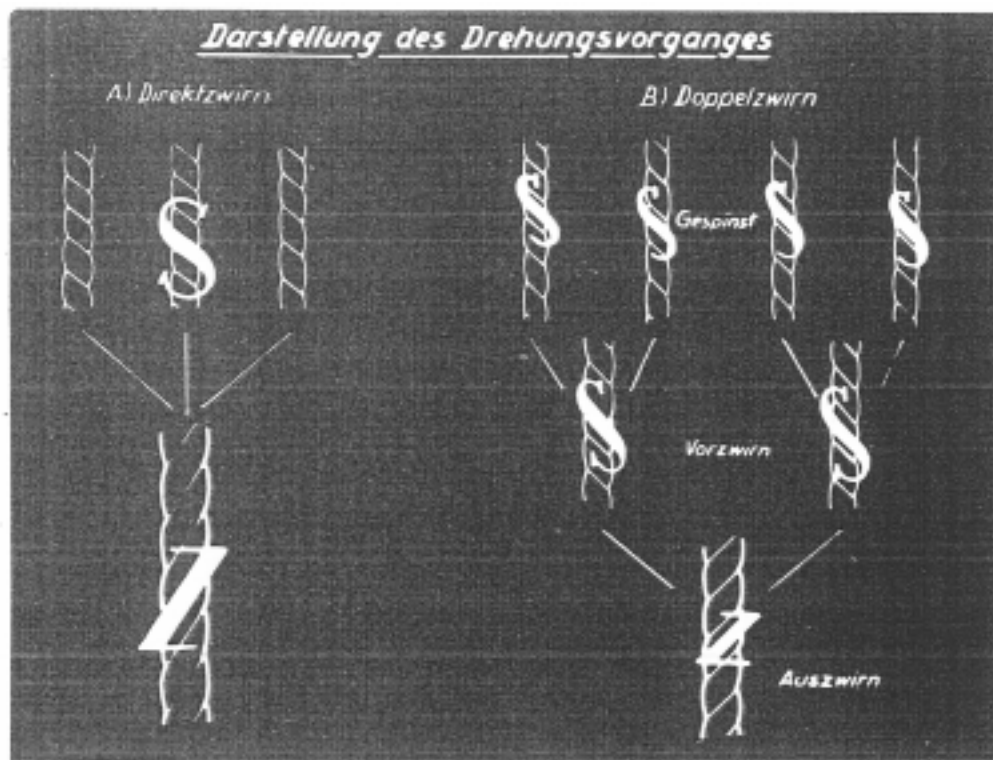
결과적으로 작업중의 공원은 시간을 빼앗기며, 이러한 일이 반복된다면, 작업의 완전한 생산계열은 파괴된다. 그러므로 봉사에서는 극소의 매듭(결절)만이 허용된다. 인장강도 및 신도의 균제성은 다른 어느 분야보다도 높아야 한다. 봉사로서 균제도가 극히 낮은 사를 사용하는 것은 불가능하다.

IV. 봉사제조용 섬유

① 면, 견, 아마

봉사생산에 있어서 면사의 비율은 50% 이상으로서 아직도 상당한 위치를 점하고 있다. <그림 18>에 면봉사의 합연구조를 표시한다. 좌측의 것은 3합연

사로서 1단계만이며, 우측의 것은 4합연사로서 2단계로 합연한 것이다. 후자는 강연으로서 생산원가도 상당히 높은 편이며 현재 이의 비중은 점차감소를 보이고 있다. 전자는 특히 머서화한 것일 때, 대단히 중요하다. 현대의 진보된 화학처리에 의하여 이러한 면봉사의 성질은 상당한 개선을 보이고 있으며, 이의 주요한 이유는 면의 우수한 내열성 때문이다. 영국, J & P. Coats의 Gailey박사는 면사를 암모니아 용액으로 처리하여 3합연사의 성질을 개선시킨 예가 있다.

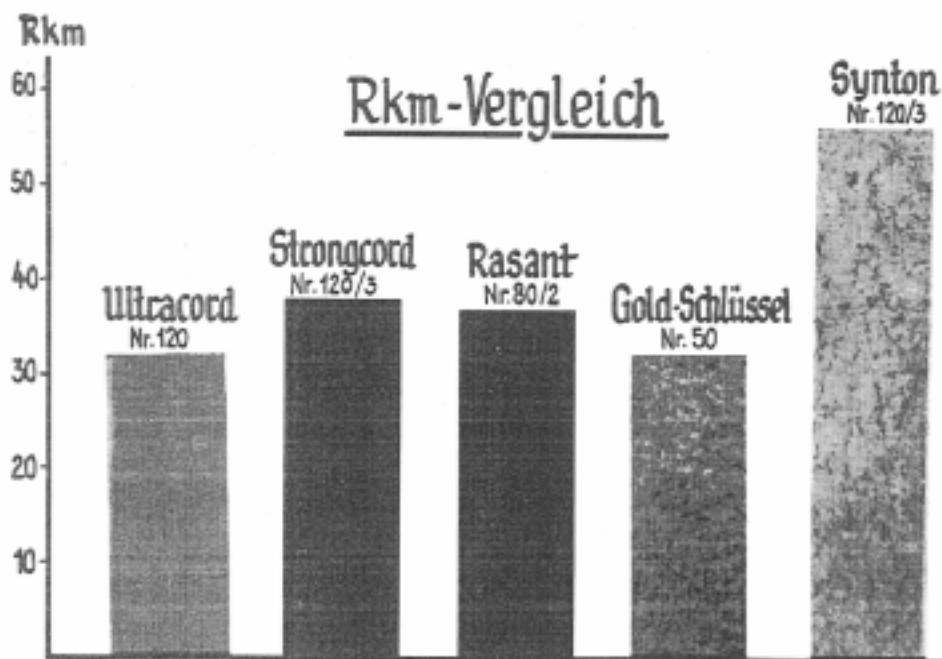


<그림 18> Construction of cotton thread

본건으로 만든 봉사는 우수한 탄력성을 보이기 때문에 아직도 중요한 위치를 점하고 있다 가정용, 양복점용으로 광범위한 색상의 봉사를 제공하고 있다. 아마봉사는 특히 제화, 피혁가방, 방수포 등에 주로 사용된다.

② 합성섬유

<그림 19>는 각종 봉사의 引張長(breaking length)을 비교한 것이다. Goldschlussel은 3합연면사, Synton은 3합연 polyester multifilament사이다. 양자간의 인장장의 차이는 현저하다. Ultracord와 Strongcord는 3합연 polyester방적사이며, Rasant는 3합연 Polyester/cotton 심사이다.



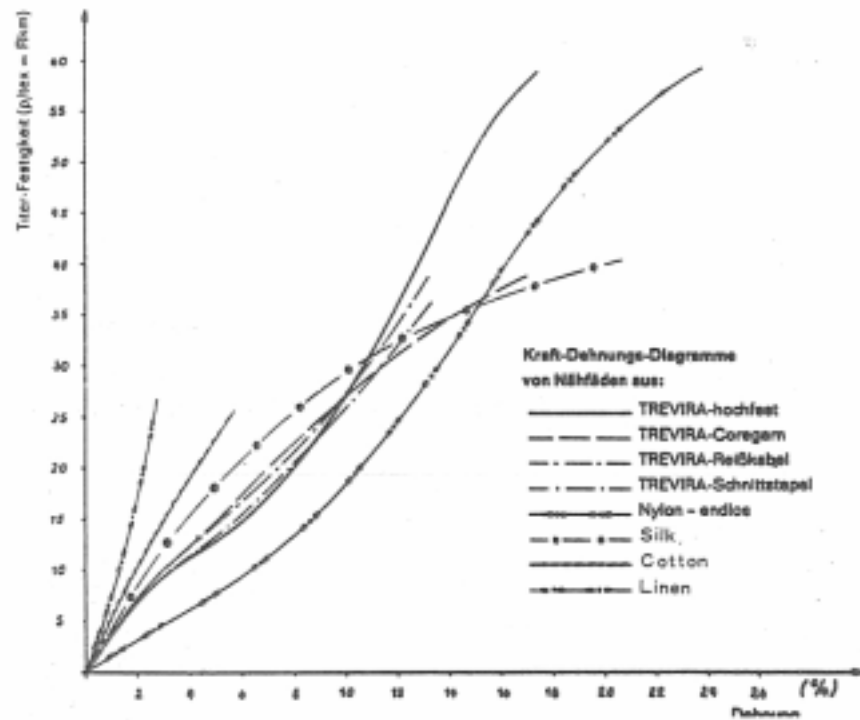
<그림 19> Breaking length of different types of sewing-thread

<그림 20>은 각종 섬유의 강신도 특성을 보이고 있다. 면사와 아마사는 신장율이 상당히 작은 값을 보이며, multifilament의 polyester 및 nylon사는 신장율이 매우 큰 값을 보이고 있다.

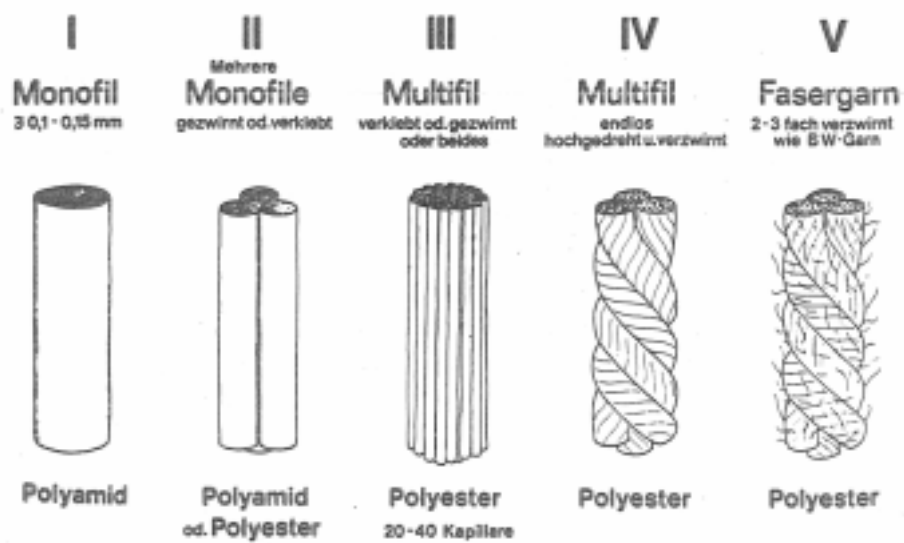
Polyester 방적사는 이들 filament와 면의 중간 값을 보이고 있다. 견사의 탄력성은 대단히 큰 편이다.

합성섬유가 도입됨에 따라 봉사제조자들은 이의 높은 강력을 이용하여 봉

사원료로 이를 사용토록 유발되었다.



<그림 20> Breaking-strength/extension curves of sewing-thread



<그림 21> Basic constructions of synthetic sewing-thread

<그림 21>은 합성섬유봉사의 기초적 구조이다.

I는 monofilament로서 denier의 범위는 50~700 denier이다. 주요한 장점은 투명성이며, 결과적으로 어떤 색상의 직물에도 사용이 가능하며, 특히 여러 가지 색상으로 된 직물에서도 동일한 사가 가능하다는 것이다. 단점은 절단신도와 경직성(stiffness)이 큰 점이다.

재료로는 nylon이 바람직하다. 이유는 polyester에 비하여 nylon의 탄성율이 낮기 때문이다.

신축성을 개선하기 위하여 사의 구조를 II와 같이 할 때도 있다. 재료는 나일론 또는 폴리에스테르로서, 2~3개의 monofilament를 합연하거나 수지 등의 접착제로 밀착시킨 것이다.

III은 20~40개의 monofilament를 합연하거나 접착제로 밀착시킨 multifilament이다.

IV는 multifilament를 3개 합연한 봉사이다. 장점은 가연에 기인하는 내마모성의 개선을 들 수 있다.

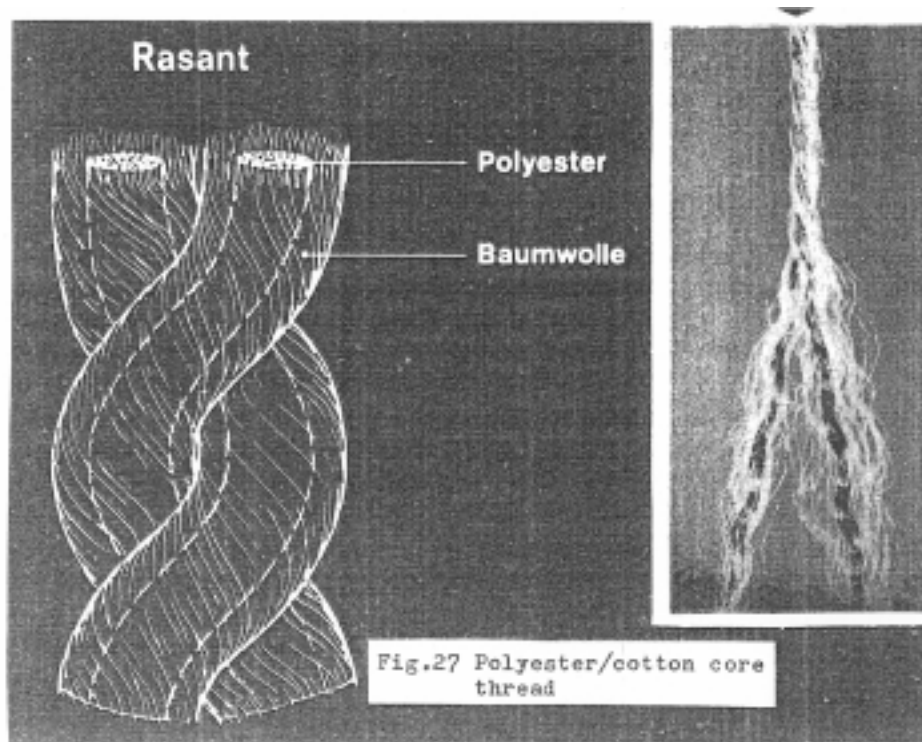
위의 네 가지 구조로 된 봉사는 열에 의하여 일반적으로 파손되는 단점이 있다. 이것은 물론 재료 자체가 합섬이기 때문이다.

Nomex나 Kermel과 같은 내열성섬유의 출현으로 이러한 결점은 장래에는 극복될 것이다.

V는 IV와 비슷한 구조이지만, 이것은 합섬방적사로 구성된 것이다. 장점은 전술한 바와 같이 돌출 섬유단에 의하여 활주가 용이해지며, 또한 일종의 냉각효과를 주는 것이다.

봉사제조에 있어서 면은 열에 대한 문제가 거의 없는 반면에 합섬은 강력은 좋지만, 융점이 낮자는 것이 커다란 단점임을 기술하였다. 이러한 점을 고려하여 면과 합섬을 혼방하려는 것이 자연적인 추세이다. <그림 22>에 이

것을 보이고 있다.



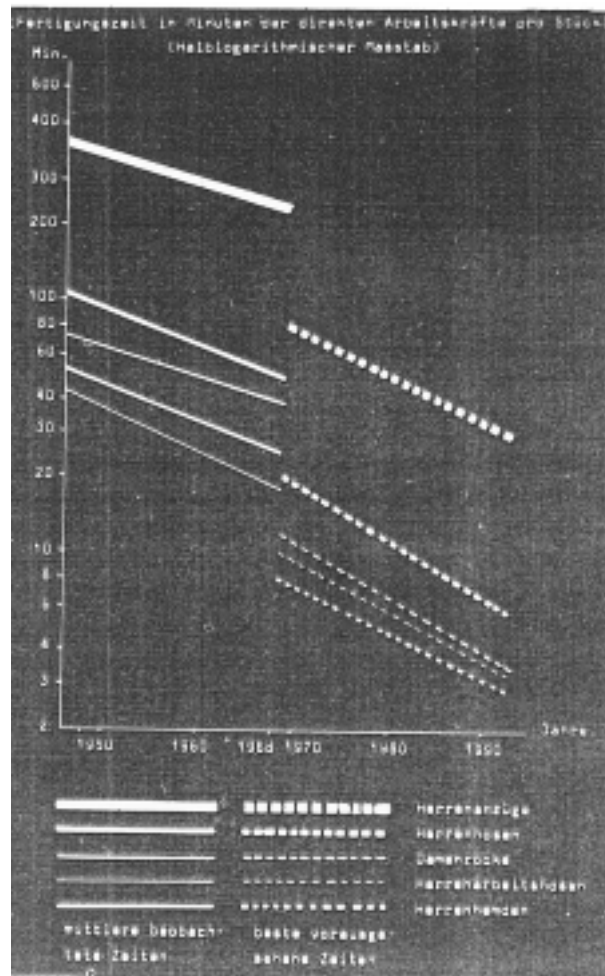
<그림 22> Photograph to 27) Polyester/cotton core thread

Polyester multifilament를 심지로 하고 이의 주위를 면이 둘러싼 것이다. 면의 박리를 방지하기 위하여 2합연 또는 3합연으로 가연을 하고 있다. 이러한 구조는 봉제성능이 매우 우수하다.

<그림 23>은 이러한 사의 외관을 사진으로 찍은 것이다. 구조를 명확히 하기 위하여 양 섬유를 상위한 색상으로 염색을 하였지만 실제로는 동일 색상이 보통이다.

자동식 lock-stitch 재봉기에서 직물을 전후로 운동시켜 seam을 만들 때, 봉사에 높은 장력이 생기는 등의 문제는 이러한 혼방으로서 충분히 해결할 수 있다. 복잡한 방적방식과 염색상의 요건을 위시하여 이러한 봉사의 생산은

결코 저렴한 편은 아니다. 그러나 의류에 있어서 봉사의 비중은 비록 1%이
 하이지만, 봉제공장에서 생산계열의 방해는 큰 손실임을 고려할 때, 이 구조
 의 봉사는 봉제공업에서 매우 중요한 위치를 점하는 것이다.



<그림 23> Diagram of present and expected productivity of sewing industry

V. 봉사의 제조

재래의 면봉사는 1단계나 2단계로 가연하였었다. 이것에 적당한 호부와 염
 색(정상적으로는 흑색 또는 백색으로 하였다.)을 한 다음 목관에 권사하여 판
 매하였다.

현재의 봉사는 이러한 간단한 방법으로 제조되지는 않는다. 현대식 생산계열에서 요구하는 고도의 요구조건은 봉사의 전장에 걸친 균제도와 기타 모든 특성이 만족스러워야만 충족된다. 더욱이 가열, 세탁 등에서 seam pucker를 방지하기 위하여 봉사의 거동은 직물의 거동과 동일하게 하여야 한다. 특히 합섬봉사에 관해서는 더욱 복잡한 생산방법이 요구된다.

① 가연

가연방법은 과거에 비하여 그리 변경된 것은 아니다. 재래의 ring연사기, Two for one twister, 2단계 연사기(예 : Hamel) 등 각종의 연사기가 모두 사용되고 있다. Ring 연사기는 연도가 대단히 균제하기 때문에, 그리고 특히 습식의 ring 연사기는 사에 강력과 평활성을 더 한층 높이기 때문에 상당한 사용을 보이고 있다. 기타 연사기는 경제적 이유 또는 더욱 큰 팩키지를 목적으로 사용되고 있다.

② 열고정

재래의 봉사제조업자에게는 완전히 새로운 기술로서 합섬 또는 합섬/면 혼방의 어느 경우에도 필수화되고 있다.

사의 신장성은 봉제공장 중에 또는 그 후의 열처리공정 중에 사에 가해지는 응력변형과 관련하여 안정하고 균일하여야 한다.

예를 들면, 수세나 ironing시의 수축이 1% 이하라야 한다. 합섬은 건가열과 연신을 응용하여 고정된다. 이러한 열고정은 연속공정이거나 2단계공정으로 처리된다. 연속공정에서는 호부기와 비슷하게 가열기와 roll 조합체를 통과한다. 2단계공정에서 제1공정은 냉연신(cold-stretching)이며, 제2공정은 특수한 팩키지 상에서의 열처리이다.

영국의 Shirley institute에서는 봉사제조공정 중의 열처리공정을 개발한 바 있다.

③ 염 색

봉사의 염색은 이전에는 타래(skein)형성으로 하였으나, 현재는 cross-wound bobbin 또는 이와 비슷한 팩키지를 고압염색장치로 실시한다. 색상과 그의 견뢰도의 다양성도 이전에 비하여 극히 복잡하게 되었다.

색상견본(color chart)은 어떤 봉사에서는 400~500종이 보통이며, 저명한 봉사제조자들은 700종 이상의 색상을 준비하고 있다.

봉사제조자는 염색공장보다 더욱 광범위하게 염색실험실을 운용하여야 한다. 의류는 또한 봉제 후에 열처리를 받기 때문에 열견뢰도는 고도의 수준이라야 한다. 봉사제조자는 그 봉사가 실제로 어떤 처리를 받는지 정확히 알지 못하므로, 최악의 경우인 가장 힘들고 곤란한 응용에도 대비하여야 한다.

④ Waxing과 권사

Wax재료로 사의 표면을 보호하는 응용은 봉사에서 매우 중요한 공정이다. Wax 합성수지 및 silicone의 혼합물이 사용되고 있다. 이들은 roller사이에 주행하는 사 이거나 염색조의 유제로서 처리된다. 이 처리에 대한 이유는 침에 대한 우수한 활주성질과 냉각효과를 얻기 위한 것이다.

이전에는 목관이나 소형의 지관(card board tube)으로 권사를 하였다.

현재의 봉제공업은 큰 팩키지와 매듭(결절)없는 긴 사장을 요구하고 있다. 공업용 팩키지로는 현재 5,000, 10,000, 20,000 및 100,000m의 것이 있다. 가정용 팩키지는 대단히 작은 것이 일반적이며, 지관이나 plastic관에 50 또는 100m씩 감고 있다.

VI. 봉제공업의 미래

봉제공정은 반드시 필요한가? 직물의 조각(piece)을 더욱 경제적인 수단으로 부착시키는 것은 가능치 않은가? 합섬재료를 용융에 의하여 연결시키는 것은 가능하며, 이러한 목적으로 기계도 개발되어 있다.

그러나 직물류의 용융접착과 강철의 용접을 혼동해서는 안된다. 강철의 용접은 재래의 rivetting보다 더욱 빠르다. 봉조를 여기에 비할 수는 없다.

Seam은 1초에 5,000~6,000 stitch의 속도(즉, 1분에 20~25m의 seam)로 만들어진다.

직물류의 용융접착이 더욱 빠르다는 희망은 잘못이다. 물론 용융접착을 응용할 기회는 있다.

예를 들면, 합섬재료를 초단파나 초음파의 열로 용융접착할 수는 있다. 그러나 합섬이 아닐 경우에는 제3의 부분 즉, 용융제가 필요하게 되므로, 원가가 비싸진다. 이러한 방법의 속도는 봉조보다 느리다.

장점은 한 번에 완전한 조각으로 용융접착하는 데 있다. 제화시에 작은 조각을 구두에 부착시키는 것이 일례이다. 단점은 탄력의 손실인 것이다. 일례로서 수년 전에 합섬 shirts의 단추구멍을 용융하여 만들려고 시도한 적이 있으나, 현재는 다시 봉조로 되돌아 온 사실을 들 수 있다.

봉조된 seam은 직물과 동일하게 또는 그 이상의 탄력성을 갖는다. 물론 봉조보다 용융접착에 의하여 더욱 경제적으로 해결할 수 있는 특수한 경우도 있다. 즉, 신사복 상의와 전면 안감을 모직물에 부착시키는 경우가 있다.

그러나 전체적으로 볼 때에는 피복제조에 필수적인 복잡하고도 경제적인 생산방법과 seam의 탄력성 유지 때문에 봉제에 의한 방식의 우세한 지위를 차지할 것이다. 예를 들면 2~3년 전에 십대의 소년소녀가 지제 또는 부직포제의 짙은 색상의 pop-dress를 착용하는 것이 유행된 적이 있었다.

이 의류는 아교로 부착한 것으로 생각할지 모르지만, 사실은 3합연 면봉사로 봉제한 것이었다. 이들 의류제조업자들은 더욱 경제적인 방법을 발견할 수 없었기 때문이다.