한국의류산업학회지
제3권 제1호, 2001
<연구논문>

J. Kor. Soc. Cloth. Ind.
Vol. 3, No. 1, pp.25-30(2001)

봉사장력에 따른 본봉 Seam의 구조 해석

서 정 권
한양여자대학 의상과

Analysis of the Structure of Lockstitched Seam according to Sewing Thread Tension

Jung-Kwon Suh
Dept. of Apparel Design, Hanyang Women's College, Seoul, Korea

Abstract : In order to investigate the influence of thread tension on the structure of lockstitch seam, stitch tightness and seam balance ratio are measured at various tensions of needle thread and bobbin thread. The structure of lockstitch was shown in terms of skeleton stitch models to obtain quantitative analysis of stitch tightness. The balanced seam formed to the rectangular stitch model under low bobbin thread tension, but the fabric tightness produced by interlaced needle and bobbin thread under high bobbin thread tension. In this paper, new equation to obtain seam balance ratio was proposed for a lockstitch seam. By using the new equation, the seam balance ratio was not affected by the stitch density and fabric thickness. In order to form the balanced seam, the ratio on tension of needle thread and bobbin thread was about 6 : 1~7 : 1 in this experiment.

Key words : lockstitch, stitch model, seam balance ratio, tightening rate, sewing thread tension

1. 서 론

봉제공정은 섬유제품이 제조되는 최후의 가공공정으로서 가공시의 봉제조건에 따라서 의복소재가 본래 보유하고 있는 물리적 성질이 달라질 뿐만 아니라, 제품의 외관에 큰 영향을 미치게 된다. 또한 봉제후 봉환의 상태가 그 제품의 소비가치를 좌우할 정도로 큰 영향을 미치기 때문에 봉환의 품질향상과 안정화가 중요하다고 할 수 있다. 특히 봉제공정 중에서 봉사의 장력이 적절하지 않으면 봉환형성에 큰 영향을 미침으로써 puckering이나 봉축 등의 여러 가지 문제점이 발생하게 된다 (Hunter & Cawood, 1979; 堀野 등, 1980; 尾上, 1984).

양호한 봉환은 어떠한 것인가에 대하여 봉환의 구조해석 및 수치화가 시도되어져 왔는데(島崎와 中野, 1981, 1986; 安喰, 1986), 종래의 봉환구조에 관한 연구는 봉사의 소비량을 산출할 목적으로 출발되었다고 할 수 있다. 즉, 봉사의 소비량을 산출하기 위하여 봉환의 기하학적 구조로부터 계산한 봉사 소비량의 이론치와 실험에 의해 얻어진 실험치를 비교하였다(Frank & Munden, 1979, 1980).

한편, 봉환구조에 관련된 연구로서는 본봉, 단환봉, 이중환봉의 봉환구조와 봉환의 균형성(田中, 1982), 봉환구조 및 봉제조건이 seam의 굽힘강성에 미치는 영향(Ajiki, 1986), 본봉, 이중환봉, 단환봉으로 봉제한 편성물의 봉환구조에 대한 신장특성(Parker & Blackwood, 1981), 봉사장력이 봉환의 구조 및 조임에 미치는 영향(宋原과 神保, 1984) 등이 보고된 바 있으나 seam balance와 봉환조임과의 관계에 관한 연구는 미흡한 편이다.

따라서 본 연구에서는 본봉 seam의 침봉사 및 보빈봉사의 장력변화에 따른 봉환의 구조변화, 봉환의 조임률 및 seam balance를 이론 및 실험적으로 조사하고, 봉제조건에 따라 변하지 않는 seam balance ratio를 구하는 식을 제안하고자 한다.

Corresponding author; Jung-Kwon Suh
Tel. +82-2-2290-2140, Fax. +82-2-2290-2159
E-mail: jkseo@hywoman.ac.kr

2. 실험방법

2.1. 봉제조건

본 실험에 사용한 재봉기 및 봉제조건은 다음과 같다.

재봉기	: 공업용 본봉재봉기(Brother DB2-B755)
바늘	: DB×1 No.11(Organ)
Stitch type	: 301
봉제속도	: 500 stitches/min
노루발압력	: 1 kg
침봉사장력	: 40 g, 60 g, 80 g, 100 g, 120 g, 140 g, 160 g, 180 g, 200 g
보빈봉사장력	: 10 g, 20 g, 30 g
봉환밀도	: 12, 15, 18 stitches/3 cm

Table 1. Characteristics of fabric and sewing thread

Knitted fabric		Sewing thread	
Material	Cotton	Material	65% polyester/ 35% cotton
Weave	Interlock	Thread size	60s/3
Yarn size	40s	Tensile strength	914 g
Thickness	1.07 mm	Elongation	14.5%

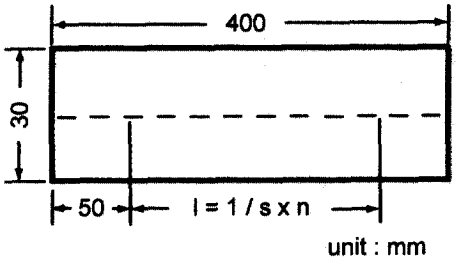

Fig. 1. Specimen configuration.

위의 봉제조건 설정에 있어서 실험시 가능한 한 봉환의 구조가 변화하지 않도록 하기 위하여 봉제속도는 500 stitches/min의 저속으로 봉제하였으며, 노루발의 압력 또한 작게 하였다. 봉사의 장력측정은 침봉사의 경우에는 5~300 g 범위의 tension meter(Nakaasa Sokki Co.)를, 보빈봉사의 경우에는 5~55 g 범위의 tension meter(Teclock Co.)를 사용하였으며, 침봉사 장력은 실안내 및 윗실장력 조절기를 통과시킨 후 재봉기의 위쪽으로 끌어당겼을 때의 장력이고, 보빈봉사 장력은 bobbin case 의 tension spring으로부터 끌어당겼을 때의 장력이다.

2.2. 시료 및 봉제방법

시료는 봉사장력에 의하여 봉환구조가 잘 변하지 않도록 비교적 딱딱한 편성물을 선택하였으며, 본 실험에 사용한 편성물 및 봉사의 특성치는 Table 1과 같다.

천을 Fig. 1과 같이 자르고 2매를 겹쳐서 천의 중앙선을 봉환밀도 s 즉, 봉환길이 1/s로 봉제한 후, 좌측으로부터 50 mm 되는 지점에서 봉환수 n개만큼의 봉제길이를 측정하여 l(=1/s ×n)이라 한다. 다음에 봉제한 천을 l의 길이만큼 절단하고 침봉사와 보빈봉사를 풀어서 봉사의 길이를 각각 5회 측정하여 평균값을 산출하였으며, 이들 침봉사와 보빈봉사의 길이를 l_n, l_b라 한다. 이때 봉사의 길이 측정시 봉합에 의한 crimp를 제거하기 위하여 5 g의 초하중을 준 상태에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 봉환의 구조해석

봉환의 기하학적 구조형태로서는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 직사각형 봉환 model과 타원형 봉환 model의 두 가지로 나타낼 수 있는데, 침봉사와 보빈봉사간의 균형정도 및 천의 조임

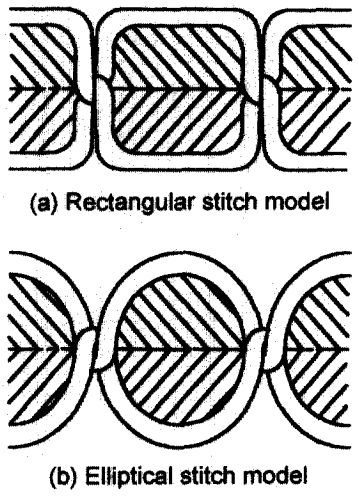

Fig. 2. Structural lockstitch models.

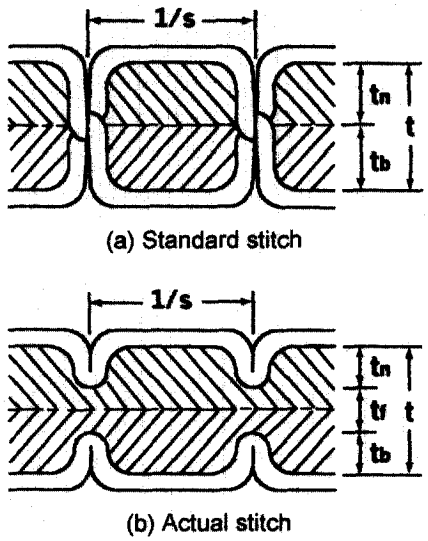

Fig. 3. Construction of rectangular stitch.

정도 등을 비교분석하는 경우에는 직사각형 봉환 model이 편리하므로 Fig. 3(a)에 나타낸 바와 같은 직사각형 봉환 model을 표준봉환으로 하였다. 그러나 실제 봉환은 봉사에 의해서 천이 조여지기 때문에 타원형에 가까운 형태가 되므로, 이때 소비된 봉사의 길이로써 직사각형 봉환 model을 나타내면 Fig. 3(b)와 같이 침봉사와 보빈봉사 모두 중심선까지 다다르지 않게 되는데, 이 침봉사와 보빈봉사가 떨어진 분량만큼 천이 조여진다고 할 수 있다.

따라서 Fig. 3(b)에서 1개의 봉환의 침봉사와 보빈봉사의 소비량으로부터 각각 봉환길이 1/s를 뺀 나머지의 1/2을 침봉사 조임분량 t_n, 보빈봉사 조임분량 t_b, 또 천의 두께 t로부터 침봉사 조임분량과 보빈봉사 조임분량을 뺀 나머지를 천의 조임분량 t_f라 하면 침봉사의 조임률 Z_n, 보빈봉사의 조임률 Z_b 및 천의 조임률 Z_f는

$$Z_n = t_n / t \quad (1)$$

$$Z_b = t_b / t \quad (2)$$

$$Z_f = t_f / t \quad (3)$$

의 3가지로 봉환의 조임률을 구분할 수 있다.

Fig. 1과 같이 봉제한 천을 길이 1만큼 절단하고 침봉사와 보빈봉사를 풀어서 측정한 길이 l_n과 l_b로부터 침봉사의 조임분량 t_n과 보빈봉사의 조임분량 t_b를 구하면

$$t_n = (l_n - l) / 2n \quad (4)$$

$$t_b = (l_b - l)/2n \quad (5)$$

이 되므로 봉환의 조임률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Z_n = t_n / t = (l_n - l) / 2nt \quad (6)$$

$$Z_b = t_b / t = (l_b - l)/2nt \quad (7)$$

$$Z_f = t_f / t = 1-(Z_n + Z_b) \quad (8)$$

따라서 이들 식으로부터 봉사의 장력에 따라 봉환의 조임률을 검토해 보면, 침봉사와 보빈봉사가 천의 중간에서 교차되어 두 봉사의 장력이 균형을 이룬 상태에서는 $Z_n = Z_b$, 침봉사 장력이 보빈봉사 장력보다 강한 경우에는 $Z_n < Z_b$, 침봉사 장력이 보빈봉사 장력보다 약한 경우에는 $Z_n > Z_b$이 되며, Z_f가 증가할수록 침봉사와 보빈봉사의 장력이 모두 증가하고 있음을 나타낸다.

3.2. 봉환의 조임률

Fig. 4, 5, 6은 보빈봉사의 장력을 각각 10 g, 20 g, 30 g으로 설정하고, 침봉사 장력을 40 g~200 g까지 증가시켰을 때 봉환

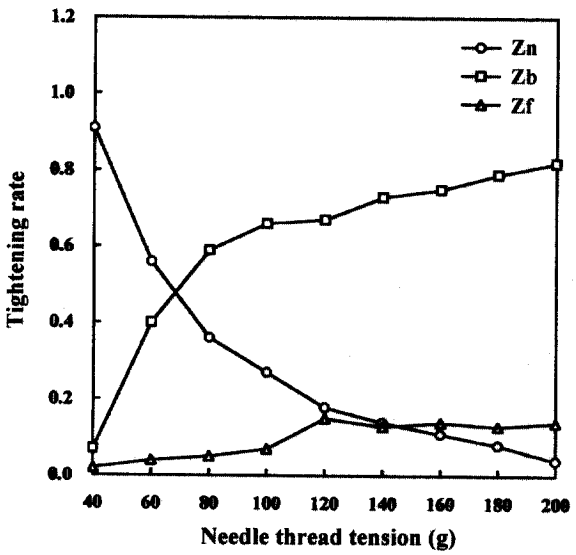

Fig. 4. The variation of stitch tightness according to needle thread tension for 10g bobbin thread tension.

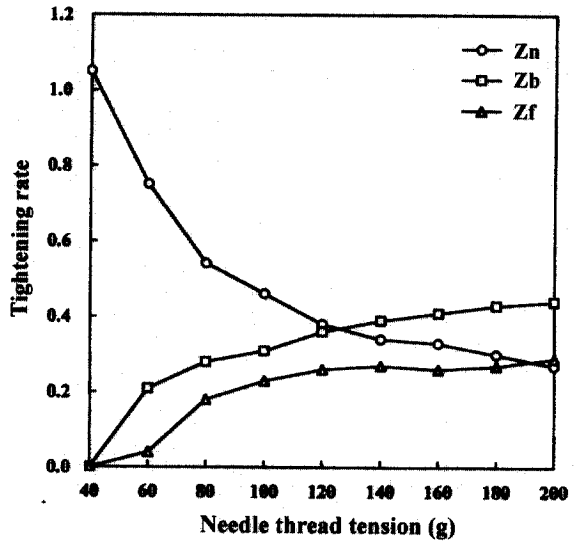

Fig. 5. The variation of stitch tightness according to needle thread tension for 20 g bobbin thread tension.

조임률의 변화를 나타낸 것이다.

보빈봉사의 장력이 10 g인 경우(Fig. 4), 침봉사 장력이 120 g이 될 때까지는 침봉사의 조임률 Z_n이 급격히 감소하다가 그 이후부터는 완만해지고 있으며, 보빈봉사의 조임률 Z_b는 반대의 경향을 나타냈다. 그리고 120 g 이후부터 Z_n은 0.2 이하이고 Z_b은 0.7 이상의 값을 나타내고 있는데, 이는 보빈봉사의 장력이 작기 때문에 침봉사의 장력이 강해짐에 따라 보빈봉사가 침봉사에 의해 당겨져 침봉사와 보빈봉사의 교차점이 천의 표면부근에서 형성되었기 때문이라고 할 수 있다. 천의 조임률 Z_f는 작게 나타나고 있는데, 이로부터 보빈봉사의 장력이 작은 경우에는 봉환의 구조가 직사각형에 가까운 봉환 model을 형

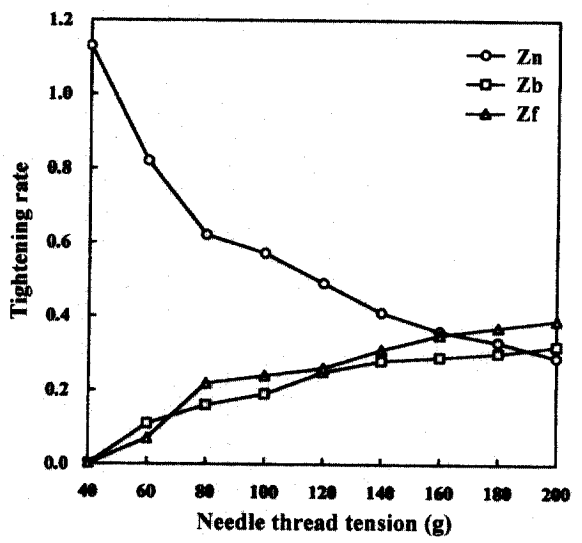

Fig. 6. The variation of stitch tightness according to needle thread tension for 30 g bobbin thread tension.

성함을 알 수 있다.

한편, 보빈봉사의 장력이 20 g, 30 g인 경우(Fig. 5, 6), 10 g인 경우에 비해 침봉사 장력이 증가함에 따라 Z_n은 완만하게 감소하였고 Z_b는 완만하게 증가하였으며, 침봉사 장력 120 g 이상에서는 Z_n, Z_b모두 0.3~0.4 부근의 값을 보이고 있다. 이로부터 보빈봉사 장력이 높아지면서 침봉사와 보빈봉사의 교차가 천의 중간부분에서 이루어지고 있음을 알 수 있다. Z_f는 보빈봉사의 장력이 증가할수록 점차 높게 나타났는데, 보빈봉사의 장력이 커짐에 따라 침봉사와 보빈봉사에 의해 천이 조여져서 봉환구조는 타원형의 봉환 model로 변화됨을 알 수 있다.

또한 보빈봉사의 장력이 20 g, 30 g에서는 침봉사 장력이 40 g 일때 Z_n이 1.0 이상으로 나타나고 있는데, 이는 봉환이 형성될 때 실채기에 의해서 침봉사가 당겨짐으로써 봉환이 조여지게 되지만, rotating hook에 의해서 느슨해진 침봉사가 윗실 조절기의 압력이 작기 때문에 실채기에 의해 당겨 조여지지 못하고 윗실 조절기로부터 실이 풀려짐에 따라 나타난 결과라 할 수 있다. 이로 인하여 천의 아래쪽에서 침봉사의 loop가 형성됨에 따라 Z_n이 1.0 이상으로 나타나고 있다.

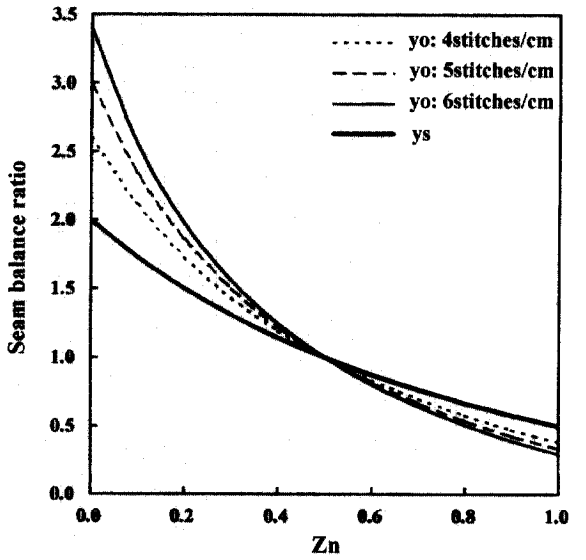

Fig. 7. The variation of seam balance ratio according to tightening rate of needle thread for various stitch density.

3.3. Seam balance

일반적으로 본봉(Stitch type 301)에서는 천의 중간부분에서 침봉사와 보빈봉사가 교차되도록 장력을 조절하고 있으며, 이들 침봉사와 보빈봉사의 균형상태를 알아보기 위하여 seam balance ratio을 구하고 있다. 봉제후 천으로부터 풀어낸 침봉사와 보빈봉사의 길이를 각각 l_n, l_b라 할 때, 기존의 seam balance ratio y_o(Parker & Blackwood, 1981; 田中, 1982; 박신웅과 공석붕, 1999)는

$$y_o = l_b / l_n \tag{9}$$

인데, 식(9)는 몇가지 문제점이 있어서 본 연구에서는 새로운 seam balance ratio y_s를 구하기 위한 식을 제안하고자 한다.

$$y_s = (1 + Z_b) / (1 + Z_n) \tag{10}$$

Table 2는 위의 seam balance ratio y_o, y_s와 Z_b/Z_n를 비교한 것으로서, $t_n \geq t_b$인 경우에는 3가지 모두 seam balance ratio가 1 이하의 값을 가지며, $t_n \geq t_b$인 경우 y_s는 1~2 범위의 값을 가지는 반면, y_o와 Z_b/Z_n는 1~∞ 범위의 값을 나타내고 있다. 물론 y_o의 경우 실제 봉제한 경우에는 1~3 범위의 값을 가지지만, y_s의 1~2의 값에 비해 넓은 범위의 값을 나타내게 됨에 따라 좁은 범위의 값을 가지는 $t_n \geq t_b$인 경우의 값과 비교할 때 봉환의 균형상태를 예측하기가 어렵다고 할 수 있다.

Table 2. Comparison on 3 types of seam balance ratio

Equation of seam balance ratio	$t_n \geq t_b$	$t_n \leq t_b$
$y_o = l_b / l_n$	0~1(0.3~1)	1~∞ (1~3)
Z_b/Z_n or t_b/t_n	0~1	1~∞
$y_s = (1 + Z_b) / (1 + Z_n)$	0.5~1	1~2

( ) : Ordinary value

Fig. 7은 침봉사의 조임률 Z_n에 따른 seam balance ratio의 변화를 나타낸 것으로서, Z_n이 증가함에 따라 seam balance ratio는 감소하고 있으며, Table 2에 나타낸 바와 같이 $0.5 \leq y_s \leq 2$와 $0.3 \leq y_o \leq 3$의 값을 보이고 있다.

한편, 봉환밀도를 4, 5, 6 stitches/cm로 달리하여 나타낸 결과, 식(10)으로부터 구한 seam balance ratio y_s는 봉환밀도가 변하더라도 동일한 값을 나타내고 있으나, 기존의 식으로부터 구한 seam balance ratio y_o는 동일한 Z_n에서 봉환밀도가 변함에 따라 다르게 나타났다. 즉, 동일한 Z_n에서는 seam balance ratio가 같아야 하는데, 다르게 나옴으로써 실제 침봉사와 보빈봉사의 균형상태를 다르게 판단할 수가 있다. 그리고 봉환밀도가 증가할수록 $Z_n < 0.5$의 범위에서는 y_o가 크게 나타나고 있으며, $Z_n > 0.5$인 범위에서는 y_o가 작게 나타나고 있다.

Fig. 8은 천의 두께 t에 따른 seam balance ratio의 변화를 나타낸 것으로서, y_s의 경우는 t가 변하더라도 일정한 값을 나타내고 있는 반면, y_o는 $Z_n = 0.5$에서는 일정한 값을 보이고 있으나, $Z_n = 0.3$에서는 천의 두께가 증가함에 따라 y_o가 증가하고 있으며, $Z_n = 0.7$에서는 천의 두께가 증가함에 따라 y_o가 감소하고 있다.

이상과 같이 봉환밀도 및 천의 두께에 따라 y_o가 변하는 것을 설명하기 위하여 y_o를 구하기 위한 l_n과 l_b를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$l_n = (1/s + 2t\ Z_n) \times s = 1 + 2ts\ Z_n \tag{11}$$

$$l_b = (1/s + 2t\ Z_b) \times s = 1 + 2ts\ (1 - Z_n) \tag{12}$$

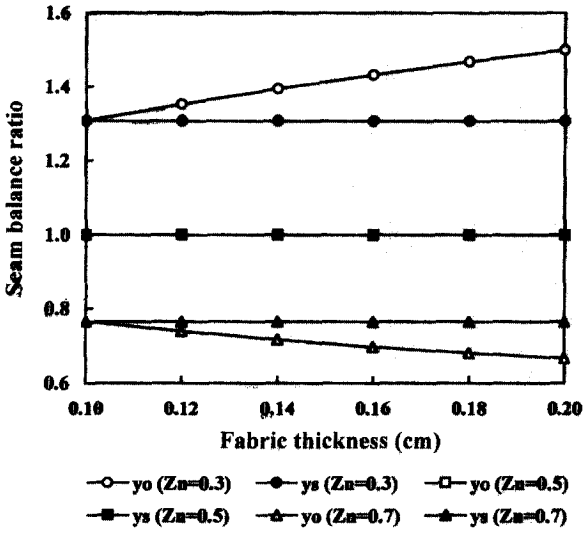

Fig. 8. The variation of seam balance ratio according to fabric thickness for various tightening rate of needle thread.

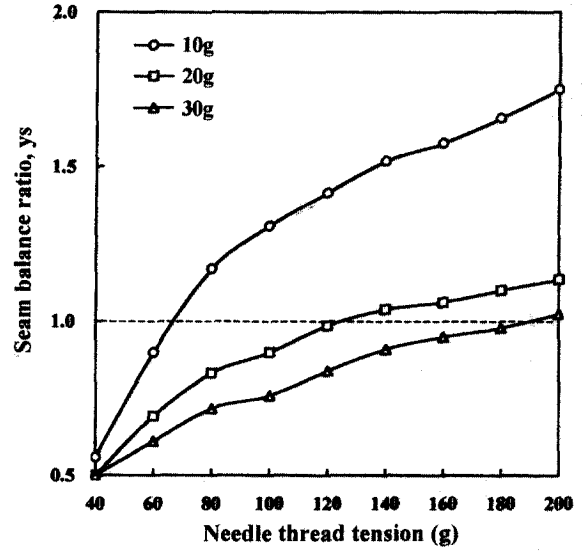

Fig. 9. The relationship between the seam balance ratio and the needle thread tension.

식(11)과 (12)에서 볼 때, Z_n이 동일한 경우 l_n과 l_b는 봉환밀도 s와 천의 두께 t의 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

따라서 기존의 식으로부터 구한 seam balance ratio y_o는 봉제조건에 따라 변하는 경향이 있으며, 침봉사의 조임분량이 보빈봉사의 조임분량보다 작은 $t_n \leq t_b$의 조건에서는 y_o가 넓은 범위의 값을 가지므로 봉환의 균형상태를 판단하는데 어려움이 있기 때문에, 봉제조건에 따라 변하지 않는 y_s를 사용하는 것이 좋을 것이라고 생각된다.

Fig. 9는 침봉사의 장력에 따른 seam balance ratio의 변화를 나타낸 것으로, 침봉사의 장력이 증가함에 따라 seam balance ratio는 증가하고 있으며, 균형봉환을 형성하는 영역에서는 보빈봉사의 장력이 클수록 seam balance ratio가 완만하게 변화하고 있다.

한편 $y_s = 1$에서는 침봉사와 보빈봉사와의 길이가 같은 $Z_n = Z_b$ 조건의 균형봉환을 형성한 부분인데, 일반적으로 본봉의 경우에는 $y_s = 1$부근이 이상적이라 할 수 있으므로 균형봉환을 형성할 수 있도록 침봉사와 보빈봉사의 장력을 조절해주어야 한다. 균형봉환을 형성하고 있는 침봉사의 장력을 살펴보면, 보빈봉사 장력이 10 g, 20 g, 30 g인 경우에 침봉사 장력이 각각 65~70 g, 120~125 g, 190~195 g의 부근에서 균형봉환을 이루고 있으며, 이들 침봉사 장력과 보빈봉사 장력과의 비는 대개 6 : 1~7 : 1정도라고 할 수 있다.

4. 결 론

본봉 seam의 구조 및 seam balance에 미치는 봉사장력의 영향을 조사하기 위하여 본봉의 구조해석을 하고, 침봉사 및 보빈봉사의 장력을 변화시켰을때 봉환의 조임률 및 seam blance ratio의 변화를 이론 및 실험적으로 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 봉환의 구조해석으로부터 봉환의 조임률을 구하기 위한 식을 도출하여 고찰하였던 바, 침봉사의 장력이 낮은 범위에서는 침봉사의 조임률 Z_n이 급격히 감소하다가 높은 범위에서는 완만해지고 보빈봉사의 조임률 Z_b는 반대의 경향을 보였다.

2. 보빈봉사의 장력이 작은 경우에는 천의 조임률 Z_f가 작게 나타난 것으로부터 봉환의 구조가 직사각형에 가까운 봉환 model을 형성하고, 보빈봉사의 장력이 커짐에 따라 봉사에 의해 천이 조여져서 봉환구조는 타원형의 봉환 model로 변화됨을 알 수 있었다.

3. Seam balance ratio를 구하기 위한 기존의 식은 봉제조건에 따라 변하는 경향이 있으며, 침봉사의 조임분량이 보빈봉사의 조임분량보다 작은 조건에서는 seam balance ratio가 넓은 범위의 값을 가지므로 봉환의 균형상태를 판단하는데 어려움이 있기 때문에, 봉제조건에 따라 seam balance ratio가 변하지 않는 다음과 같은 식을 제안하였다.

$$y_s = (1 + Z_b) / (1 + Z_n)$$

4. 침봉사의 장력이 증가함에 따라 seam balance ratio는 증가하였으며, 균형봉환을 형성하는 영역에서는 보빈봉사의 장력이 클수록 seam balance ratio의 변화는 완만하였다. 균형봉환을 형성하기 위한 침봉사 장력과 보빈봉사 장력과의 비는 대개 6 : 1~7 : 1정도로 나타났다.

참고문헌

박신웅 · 공석봉 (1999), 봉제과학.

堀野恒雄 · 三浦義人 · 坂本勝之 · 安藤辛廣 (1980) 家庭用ミシンの上系張力と上系送出し量の同時測定, *日本纖維機械學會誌*, **33**(2),

T7-13.
島崎恒藏・中野喜久子 (1981) 單還縫ミシン縫目の伸長性に關する研究, *日本纖維製品消費科學會誌*, **22**(2), 72-79.
島崎恒藏・中野喜久子 (1986) 單還縫ミシン縫目の伸長性に關する研究, *日本纖維製品消費科學會誌*, **27**(8), 347-351.
尾上正行 (1984) 工業用本縫ミシンの縫製條件が上糸張力に及ぼす影響, *日本纖維學會誌*, **40**(10), T395-401.
宋原享・神保太雄 (1984) 本縫ミシンにおける縫目構造と縫縮りの解析, *日本纖維學會誌*, **40**(10), T387-394.
安喰功 (1986) ミシン縫目構造の力學モデルによる解析, *日本纖維製品消費科學會誌*, **27**(5), 208-212.
田中道一 (1982) 縫製の原理, *日本纖維製品消費科學會誌*, **23**(4), 145-152.
最新縫製科學 (1967) 日本纖維製品消費科學會.
Ajiki I. (1986) Bending Properties of Seamed Fabrics, Objective Measurement: Applications to Product Design and Process Control, The Textile Machinery Society of Japan, 319-327.
Frank T. F. P. and Munden D. L. (1979) Study of the Geometry of the 3-Thread Overlock (Type 504) Stitch Part 1, *Clothing Research Journal*, **8**(3), 116-128.
Frank T. F. P. and Munden D.L. (1980), Study of the Geometry of the 3-Thread Overlock (Type 504) Stitch Part 2, *Clothing Research Journal*, **8**(1), 3-27.
Hunter L. and Cawood M. P. (1979), Textiles: Some Technical Information and Data IV : Sewability, Sewing Needles, Threads and Seams, South African Wool and Textile Research Institute of the CSIR.
Parker R. and Blackwood W. J. (1981), Extension Properties of Seams in Knitted Fabrics, *Clothing Research Journal*, **9**(2), 62-96.

(2000년 12월 19일 접수)