Journal of the Korean Society of Costume
Vol.53, No.7 (November 2003) pp.139~146

의류 제품의 봉제작업 표준화를 위한 최적 봉제시간 연구

김 선 희
김포대학 패션디자인과 조교수

Analysis of the Optimized Sewing Speed for the Sewing Operation Standardization in the Garment Manufactures

Son-Hee Kim
Assistant Professor, Dept. of Fashion Design, Kimpo College
(2003. 9. 15 투고)

ABSTRACT

This study was aimed at analyzing a characteristics of the sewing machines and analyzing the effective sewing time in the garment manufacture process, therefore to obtain the basic data concerned with the sewing operation standardization. The two methods were experimented. First, two garment factories established in Seoul and Geonggi province were randomly selected for the analyzing the sewing speed of the sewing operator for the optimized sewing speed using the equipment of Digital Tachometer HT4100. Second, five garment factories established in Seoul and Geonggi province were randomly selected to analyze the required time data to reach the fixed sewing speed using the lock stitch sewing machine which was used in the sewing factories.

The results are divided into 3 categories as follows; 1) Survey results for the optimized sewing speed : The sewing operations of 10~20 ㎝ range were most frequently selected in seam constructions in Korean sewing factories, and the sewing speed of 2,500 R.P.M was most used; 2) Required time to reach the fixed sewing speed using the lock stitch sewing machine : The mean of required time to the fixed sewing speed of 2,500 R.P.M was 3.5 second, and the mean of the real-sewing length during the 3.5 second was 43.8 ㎝ ; 3) Analysis of the optimized sewing speed calculated using these results : The optimized sewing speed for the sewing manufacturers of the upward of 43.8 ㎝ was 2,500 R.P.M, and for the sewing manufacturers of the below of 42.2 ㎝, the optimized sewing speed was 2,450 R.P.M.

Key words: optimized sewing speed(최적 봉제시간), sewing operation standardization(봉제작업 표준화), garment manufacture(의류 제품), sewing factory(봉제 공장)

Son-Hee Kim, E-mail: shkim@kimpo.ac.kr
이 논문은 2003학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Ⅰ. 서 론

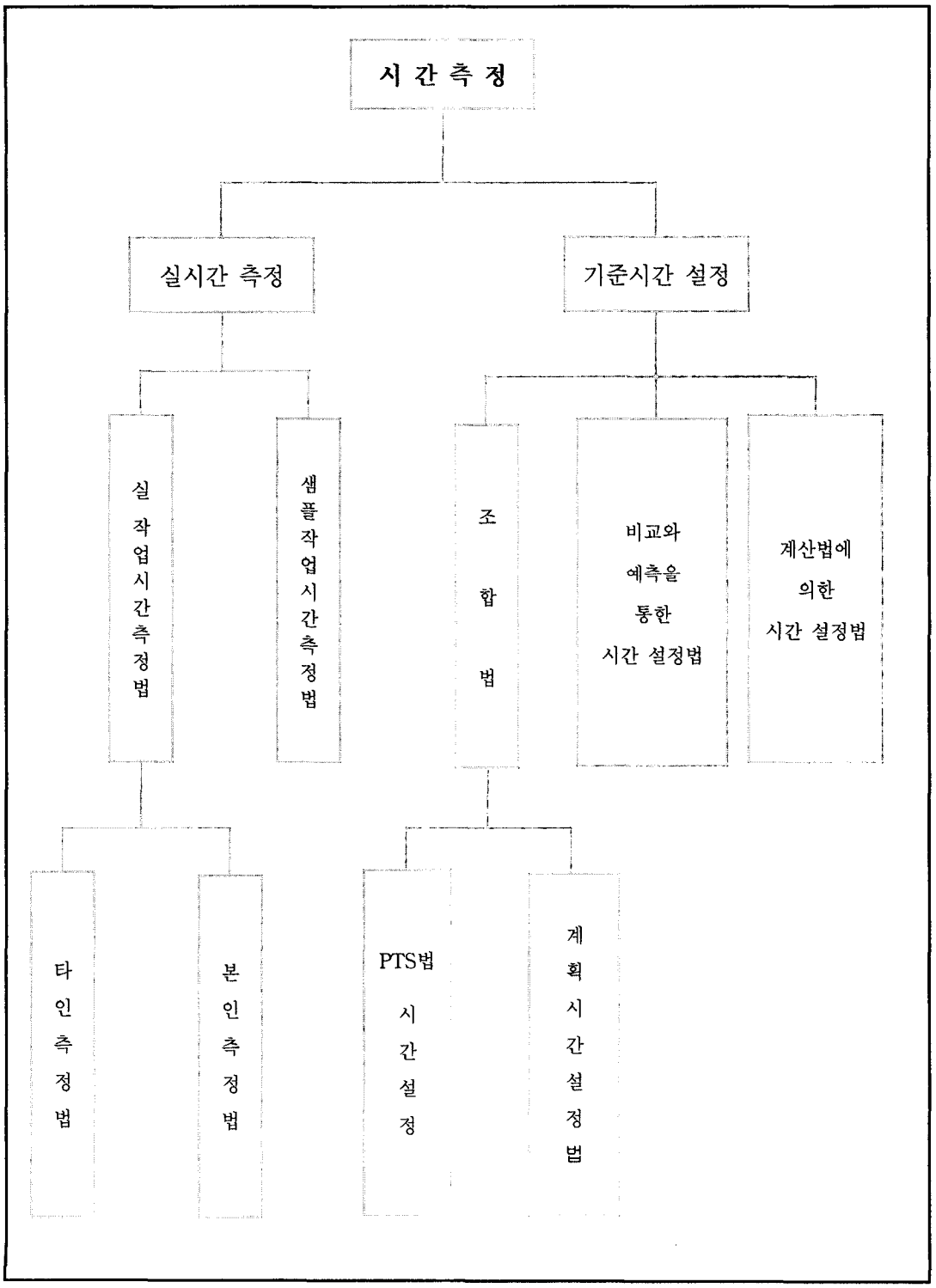
최근 패션산업은 노동집약적·대량생산보다는 소비자의 요구를 신속·정확하게 만족시킬 수 있는 QR(Quick Response) production 생산시스템으로 변모하고 있으며[1)2)], 이를 실현하기 위하여 효율적이고 과학적인 생산관리가 시급히 요구되고 있는 실정이다. 선진 패션업체의 생산분석 시스템을 국내 생산라인에 시도한다고 할지라도 국내 생산실정에 맞는 도입을 위해서는 여러 생산 분야에서 세부적인 생산관리 분석에 관련한 연구 분석 및 DB(Data Base)가 절실히 요구되고 있으며, 현재 국내 패션업체는 관련 기술 및 DB 부족으로 많은 문제점을 가지고 있다. 또한 의류산업에서도 노동집약적 생산구조에서 탈피하기 위하여 과학화된 공장생산관리 체계를 시급히 구축하고 있는 단계에 있다[3)]. 또한 최근 들어 국내 의류산업 유망분야로 패션성, 고기능성 의류품목에 대한 관심이 집중되고 있는데, 의류생산의 패션화와 고기능화는 국내 생산기반을 토대로 이루어져야하기 때문에, 중소봉제업체 생산업무의 체계화와 표준화가 시급히 요구되고 있는 실정이다.

효율적인 생산을 위해서 판매예측수량이 결정되고 판매계획이 수립되면, 그것을 달성하는데 필요한 기계설비, 작업인원, 자금 등을 고려해서 일정기간에 어떤 종류의 제품을 얼마만큼 만들 것인가를 과학적으로 분석해야만 한다. 이와 같은 분석을 통해 수립된 계획을 생산계획이라 한다[4)]. 과학화된 분석을 통한 생산관리를 위해서, 공정계획 단계에서는 작업의 합리적인 진행순서와 올바른 작업방법, 작업장소, 작업의 표준시간 등을 결정하고 할당하게 되며, 설비계획 단계에서는 기계설비의 종류와 수량, 적절한 배치계획, 기계설비의 교환과 수리 계획, 부품의 대체 계획하게 된다. 뿐 만 아니라 재료의 수급계획은 원자재, 부자재, 기계, 설비 등의 자재를 합리적으로 구매, 보관, 운용하는 것을 계획한다.

봉제공정의 과학적인 생산관리는 봉제공정에서의 원단, 재봉사 및 심지 등과 같은 부자재의 물성을 과학적인 방법으로 측정하고 측정된 데이터를 분석하여 의류제품에 맞도록 봉제공정을 최적화하는 접근방법이 있으며, 작업자의 손끝에서 나오는 작업자의 기능, 지시된 작업을 수행하는 작업자의 숙련도, 사용 장비의 성능 등에 대한 분석을 통해 생산공정을 분석하고 최적화하는 방법이 있다[5)].

생산관리의 공정계획 단계에서 과학화를 구축하는 방법 중 하나로 MTM (Method Time Measurement)을 들 수 있다. Motion-time Standards의 MTM 시스템은 H.B. Maynard, G.J. Stegmerton과 P.W. Schwab에 의해 창시되었고[6)], 미국의 MTM 협회를 중심으로 발전되어, 산업공정의 motion picture studies로 개발된 후 1948년에 처음으로 시행된 동작분석 방법이다[7)]. MTM의 동작분석은 표준작업방법을 결정하고 작업방법을 기본동작으로 분해함으로서 분해된 기본동작에 시간치(時間置)를 부여하는 것으로, 분해된 각 기본동작의 시간치를 합산하여 표준작업에 소요되는 시간을 계산하고[8)], 계산된 시간치에 여유시간을 가산하여 표준시간으로 설정하여 작업시간을 미리 예측하기 때문에 의류생산공장에서의 효율적인 생산관리를 위해 사용되는 동작분석 방법 중 하나이다. 의류업체 생산관리의 공정계획 단계에서 가장 많이 사용되고 있는 MTM 동작분석방법은 표준작업방법을 결정하고 작업방법을 기본동작으로 분해함으로서 분해된 기본동작에 시간치를 부여하는 것으로[9)], 분해된 기본동작의 시간치를 합산하여 표준작업에 소요되는 시간을 계산하여 공정편성을 하게 된다. 그러나 MTM 동작분석에 대한 시간치는 봉제작업에 국한된 시간치를 제시하고 있는 것이 아니고 광범위하게 이루어지는 모든 작업에 대한 시간치를 가지고 계산되기 때문에 봉제공정의 작업특성을 고려한 시간치 수정이 반드시 이뤄져야 효율적이고 적중률이 높은 생산관리가 가능하다.

이러한 MTM 동작분석에서 중요한 기본설정요소 중 하나인 합리적인 표준시간(standard time)의 설정은 다양한 방법으로 생산 공정에 직접적으로 적용되고 있는 추세인데[10)], 대표적인 표준시간 설정방법으로는 작업에 소요되는 실시간을 측정해서 생산 공정을 편성하는 방법과, 단위작업에 대한 기준시간을 설정하고 작업시간을 예측·분석해서 생산 공정을 편성하는 방법으로 나뉘어 진다[11)]. 실시간 측정을 통한 생산 공정 편성방법은 기존 의류산업에서 일반적



<그림 1> 의류봉제업체에서의 작업시간 분석방법

으로 사용해 온 방법으로, 새로운 디자인에 대한 봉제공정이 시작될 때마다 시간측정이 새롭게 요구되고 기존작업에 대한 시간정보를 DB화하는데 많은 문제점을 갖고 있어, 국내의 고임금 작업환경과 다품종 소량생산의 의류산업에는 적합하지 않은 방법으로 인식되고 있다.

이렇게 표준시간 설정은 생산 및 작업관리 분야의 가장 기초적인 자료임에도 불구하고 우리나라 봉제산업에서는 아직까지도 과거의 경험치나 스톱워치 사용법에 의존하여 대략적인 표준시간을 설정하고, 이로부터 생산계획을 수립하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 표준시간에 대한 실태조사 및 분석, 연구를 통하여 최적의 봉제시간을 알아보고자 한다. 이에 적용할 의류봉제업체에서의 작업시간 분석방법을 요약한 것은 <그림 1>에 제시되어 있다.

본 연구의 목적을 정리해보면 다음과 같다.

첫째, 생산공정의 작업표준화를 위하여 봉제기기의 특성을 분석하고, 봉제작업시간을 효율적으로 분석함으로서, 봉제작업에 대한 표준시간을 설정하는데 기초 자료를 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. MTM 동작분석에 봉제기기가 설정속도 까지 도달하는데 소요되는 여유시간을 가산하여 표준시간으로 설정하는 방법으로 작업시간 사전예측을 통해 적중률이 높은 공정분석에 요구되는 시간정보를 제안하고자 한다.

둘째, 봉제공장 생산업무의 봉제작업자 교육프로그램 및 작업표준화 실현을 통해 작업시간 분석방법을 개발하는데 기초 자료를 제공하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법 및 절차

본 연구는 최적의 봉제시간을 분석하기 위하여 봉제공장에 대한 봉제작업양상 및 봉제속도에 관련한 현상분석을 실시하였다. 조사된 작업종류 및 봉제속도 중에서 가장 업체에서 많이 사용되고 있는 솔기길이와 봉제속도를 선정하여 봉제업체에서 사용하고 있는 본봉(lock stitch sewing machine)의 설정 봉제속도까지 도달하는데 소요되는 시간을 분석하고, MTM 동작분석에서 봉제기기가 설정속도까지 도달하는데 소요되는 여유시간을 선정하였다. 이러한 목적을 위해 다음의 2가지 연구방법 및 절차를 실시하였다.

1. 최적 봉제속도 선정을 위한 봉제공장 작업 봉제속도 조사・분석

본 분석실험을 위하여 서울 및 경기도에 소재하고 있는 2개 봉제업체를 무작위로 선정하였다. 분석설비는 봉제공장에서 가장 많이 사용되고 있는 공업용 본봉(lock stitch sewing machine)으로 선정하였으며, 측정도구로는 'Digital Tachometer HT4100'을 채택하였다. 분석에 사용된 시료는 100% cotton 평직 60s를 사용하였고, 분석내용은 봉제업체에서 가장 빈번하게 사용되고 있는 솔기구성의 길이와 봉제속도 R.P.M을 조사・분석하였다. 조사・분석기간은 2002년 10월에서 11월까지였다.

2. 봉제업체에서 사용하고 있는 본봉(lock stitch sewing machine)의 설정 봉제속도까지 도달하는데 소요되는 시간분석

본 실험을 위해서 서울 및 경기도에 소재하고 있는 봉제업체 중 5곳을 무작위 선정하였고, 분석설비로는 공업용 박물본봉 sewing machine 기구를 사용하였다. 분석방법으로 작업시간 측정방법 중에서 '계산법에 의한 시간 설정방법'인 MTM 작업시간측정방법에 봉제기기 특성을 분석하여, 작업시간 계산기준에 대한 가이드를 제시하였다. 실험・분석기간은 2003년 2월에서 4월까지였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 의류업체에서 사용되고 있는 작업특성 및 봉제속도

봉제공장 작업속도를 분석하기 위하여 현재 국내

에서 의류제품을 생산하고 있는 2개 봉제업체에서 작업특성에 따른 숙련자의 봉제속도를 조사·분석하였으며, 측정기기로는 'Digital Tachometer HT4100'을 사용하였다.

그러나 10㎝~20㎝ 직선솔기의 실제 봉제속도 자료를 근거로 작업시간 계산기준을 선정하는 데에는 생산업체에 따라서 동일한 사양의 봉제기기라고 할지라도, 노후여부에 따라 2,500 R.P.M 정상속도에 도

<표 1> A업체 숙련자의 평균 봉제속도

(단위: R.P.M)

솔기 종류와 길이 \ 측정횟수		1회	2회	3회	4회	5회	평균
직선솔기	10㎝ 이하	450	472	503	431	388	**449**
	10㎝~20㎝	2,805	2,349	2,609	2,469	2,488	**2,544**
	20㎝ 이상	2,100	2,480	2,600	2,094	2,442	**2,343**
곡선솔기	만 곡	1,311	1,399	1,811	1,094	1,384	**1,399**
	급 곡	450	470	506	482	477	**477**

<표 2> B업체 숙련자의 평균 봉제속도

(단위: R.P.M)

솔기 종류와 길이 \ 측정횟수		1회	2회	3회	4회	5회	평균
직선솔기	10㎝ 이하	470	462	498	531	408	**474**
	10㎝~20㎝	2,423	2,649	2,649	2,409	2,470	**2,520**
	20㎝ 이상	2,471	2,180	2,790	2,801	2,748	**2,598**
곡선솔기	만 곡	1,398	1,310	1,079	1,884	1,300	**1,394**
	급 곡	471	450	500	476	483	**476**

분석결과, 봉제업체의 솔기구성에서는 10~20㎝ 범위에 속하는 솔기길이가 가장 많이 작업되고 있었으며, 봉제작업에서 가장 많이 수행되고 있는 10~20㎝ 솔기구성속도는 2,500 R.P.M으로 작업되고 있는 것으로 조사되었다. 무작위로 선정한 두개 업체의 숙련된 작업자의 솔기 종류 및 길이에 따른 봉제작업 속도를 분석한 결과, 두 업체간의 봉제속도에 대한 유의한 차이는 없는 것으로 분석되었다.

10㎝ 이하의 직선솔기는 450~480 R.P.M으로, 10㎝~20㎝에 속하는 직선 솔기와 20㎝ 이상에 속하는 직선솔기는 2,500 수준의 R.P.M으로 작업되고 있는 것으로 분석되었다. 곡선솔기 중에서 만곡인 경우에는 1,300 수준의 R.P.M으로, 급곡인 작업물의 경우에는 470 수준의 R.P.M으로 작업하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 의류생산 공정분석을 위한 표준시간 설정에서 솔기 길이 및 솔기 유형에 따라 작업시간을 달리 계산해야 하는 것으로 분석되었다.

달하는 40㎝ 봉제구간 이전에는 각양각색의 다양한 시간분포를 지녔다는 한계점이 있어서 표준시간 기준으로 선정하기에는 무리가 있었기에, 본 연구에서 사용될 '계산법에 의한 시간설정방법'인 MTM 작업시간 측정방법에서 봉제기기 특성을 분석한 작업시간 계산기준을 제시를 위해서 봉제속도 2,500 R.P.M를 기준으로 하여, 정상속도까지의 봉제구간에 대해 실험하는 것으로 선정하였다.

2. 봉제업체에서 사용하고 있는 본봉(lock stitch sewing machine)의 설정 봉제속도까지 도달하는데 소요되는 시간분석 결과

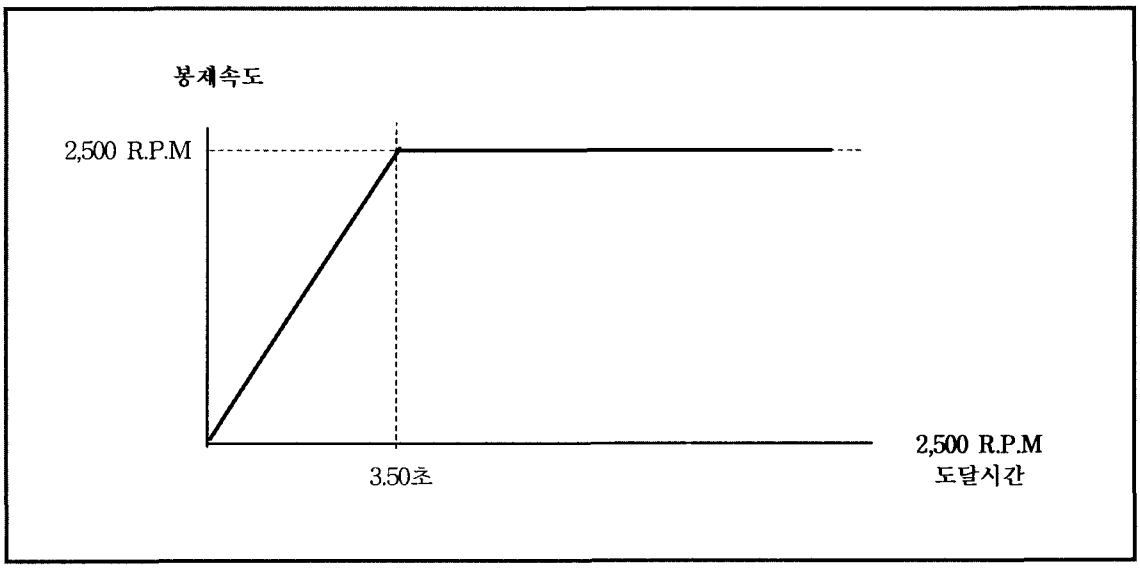
봉제업체에서 사용하고 있는 본봉의 설정을 위해 5개 봉제업체를 무작위로 선정하여, 각 업체의 봉제작업 숙련자 5명이 선정 봉제속도 2,500 R.P.M까지

도달하는데 소요되는 시간을 측정한 결과는 <표 3> 및 <그림 2>와 같다.

<표 3> 2,500 R.P.M까지 도달하는데 걸리는 시간

(단위: 초)

바늘땀길이 \ 업체	업체 A	업체 B	업체 C	업체 D	업체 E	평균
3.0㎜	3.56	3.82	3.42	3.70	3.33	3.57
	3.44	3.45	3.33	3.65	3.44	
	3.58	3.70	3.48	3.65	3.58	
	3.77	3.75	3.50	3.49	3.77	
	3.20	3.54	3.56	3.78	3.20	
	3.51	3.65	3.46	3.65	3.46	
2.5㎜	3.48	3.68	3.38	3.68	3.38	3.52
	3.55	3.52	3.59	3.56	3.22	
	3.40	3.50	3.56	3.63	3.60	
	3.51	3.65	3.44	3.55	3.55	
	3.49	3.34	3.38	3.68	3.26	
	3.49	3.54	3.47	3.62	3.40	



<그림 2> 봉제속도와 2,500 R.P.M 도달시간과의 관계

분석결과, 각 업체의 봉제작업 숙련자 5명이 공업용 박물본봉 sewing machine으로 작업을 시작해서 선정 봉제속도인 2,500 R.P.M까지 도달하는데 걸리는 시간은 평균 3.5초가 소요되는 것으로 분석되었다. 따라서 작업시간 측정방법 중에서 '계산법에 의한 시간 설정방법'인 MTM 작업시간 측정방법 중 봉제길이에 따른 작업시간 계산기준에서 봉제작업 선정속도인 2,500 R.P.M까지 도달하는데 걸리는 평균작업시간 3.5초에 대한 여유시간계산이 요구되는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과를 통해 다음 MTM 작업시간 측정방법 중 봉제길이에 따른 작업시간 계산기준 분석에서는 '작업을 시작한 후 선정 봉제속도까지 도달하는데 소요되는 3.5초에 대한 봉제작업 길이'를 분석하는 것으로 선정하고 그 결과를

계산을 통해 추정하고자 하였다.

3. 2,500 R.P.M에 도달하는데 소요되는 3.5초 동안의 봉제작업길이 분석결과

본 실험에서는 작업자 특성에 따른 변인을 객관화하기 위해 어테치먼트를 이용해서 작업자의 작업 숙련도에 대한 차이가 없도록 무인봉제를 실시하였으며, 봉제속도측정기와 타이머를 동시에 starting하여 2,500 R.P.M에 이르는 시간인 3.50초까지 봉제한 후 봉제길이를 측정하였다. 동일한 실험조건으로 10회 반복시험 하였으며 실험결과는 <표 4>와 같다. 정확한 봉제시간 3.50초에 봉제작업 stopping을 조정하는 것이 용이하지 않았으므로 최대한 실험조건에 타당한 결과분석을 위해 2,500 R.P.M에 이르지 못한 3.50초 이하에서 0.20초 오차범위 안에 존재하는 봉제시간으로 실험된 시험결과만을 분석 자료로 이용하였다.

<표 5>에서 볼 수 있듯이 실험에서 3.30~3.50초(0.20초 오차범위 안에 있는 시간) 동안 봉제한 후 봉제길이를 측정한 결과, 3.45초 봉제하였을 때 봉제길이가 42.2㎝로 분석되었다. 따라서 의류제품 생산공정에서 42㎝ 이하 봉제 작업물에 대한 표준작업시간 설정은 2,500 R.P.M에 이르지 못한 상태에서의 작업시간인 3.45초를 기준으로 표준시간을 재구성하여야 하는 것으로 분석되었다.

또한 분석결과 42㎝ 이하 작업물에서의 실제 봉제작업길이는 기존의 작업시간 산출방법으로 계산된 봉제작업길이보다 1.5㎝ 정도 작은 것으로 나타났다. 따라서 봉제공정에서의 봉제작업길이에 대한 표준작업시간을 계산 할 때, 계산된 표준작업시간의 3%정도를 봉제기가 설정속도 R.P.M에 도달하는데 소요되는 여유시간으로 부가하여 생산라인을 설계해야 하는 것으로 분석되었다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 의류제품의 봉제표준화를 위한 봉제기기 분석에 따른 작업시간의 분석방법을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 최적 봉제속도 선정을 위한 봉제공장 작업 봉제속도 분석 방법과 봉제업체에서 사용하고 있는 본봉의 설정 봉제속도까지 도달하는데 소요되는 시간분석을 위한 실험방법을 사용하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

<표 4> 2,500 R.P.M까지 도달하는데 소요되는 봉제작업길이

측정횟수	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회	평균
소요시간	3.38초	3.42초	3.48초	3.47초	3.42초	3.49초	3.45초	3.49초	3.38초	3.48초	3.44초
봉제작업길이	41.4㎝	41.8㎝	42.5㎝	42.5㎝	42.6㎝	42.9㎝	42.1㎝	42.6㎝	41.3㎝	42.5㎝	42.19㎝

<표 5> 설정 봉제속도 2,500 R.P.M에 대한 실제 표준작업시간 계산

3.45초 ⇨ 42.2㎝ 봉제
3.45초 동안 바늘땀 3.0㎜로 42.2㎝ 봉제를 위한 회전 수 - 140.7회전
140.7회전 / 3.45초
40.8회전 / 1초
2446.4회전 / 60초 ≒ 2450 R.P.M

<표 6> 기존 작업시간의 계산

재봉속도 × 바늘땀길이 = 봉제작업길이(60초 동안 봉제작업길이)	
60초 동안 봉제작업길이	2,500 R.P.M × 3㎜ = 7,500㎜
1초 동안 봉제작업길이	7,500㎜ ÷ 60초 = 125㎜
3.5초 동안 봉제작업길이	125㎜ × 3.5초 ≒ 438㎜

첫째, 국내 봉제업체의 솔기구성에서는 10~20㎝ 범위의 봉제라인이 가장 많이 작업되고 있었으며, 10~20㎝ 솔기구성에서는 약 2,500 R.P.M으로 작업하는 것으로 분석되었다.

둘째, 봉제기에 설정된 2,500 R.P.M 정상속도까지 걸리는 시간은 3.50초로 나타났다. 바늘땀 2.5㎜ 와 3.0㎜를 구분해서 실험한 결과, 바늘땀 차에 따른 봉제기 정상속도 R.P.M까지 걸리는 시간은 유의한 차가 없는 것으로 나타났다.

셋째, 2,500 R.P.M 정상속도까지 걸리는 시간 3.50초까지의 봉제거리와 실제 R.P.M을 찾기 위한 분석결과는 다음과 같이 나타났다. 따라서 3.45초 봉제하였을 때 실제 봉제길이는 42.2㎝이며 실제 계산된 작업길이인 43.8㎝ 보다는 적은 것으로 분석되었다. 즉 봉제기기가 140.7회전하였을 때 시간이 3.45초라고 하였을 때, 1초 동안에는 40.8회전하며, 60초 동안에는 2446.4회전하는 것으로 분석되어 실제 2,500 R.P.M으로 봉제속도가 설정되어있는 봉제기기의 실제 봉제속도는 2,450 R.P.M으로 작업되고 있는 것을 나타났다.

넷째, 3.45초까지의 실제 봉제작업길이는 약 42.2㎝ 이며, 2,500 R.P.M 정상속도까지 걸리는 시간인 3.50초까지의 실제 봉제작업길이는 약 42.8㎝ 인 것으로 나타났다. 뿐 만 아니라 3.50초 이하의 작업에서는 봉제속도가 정상속도인 2,500 R.P.M이 아니었으며, 실제 봉제속도는 2450 R.P.M으로 계산되었다. 따라서 표준화작업시 봉제시간을 분석할 때, 특히 봉제작업길이 42.2㎝ 이하의 작업물을 봉제 할 경우, 2,450 R.P.M으로 봉제작업시간을 계산해야 하는 것으로 분석되었다.

본 연구의 기대효과로는 의류산업 및 봉제공정을 요하는 산업체의 공장책임자, 생산관리자가 표준화된 작업시간을 보다 더 정확하게 분석하여 효율적으로 적용시킴으로서 제 3국에 위치하고 있는 봉제하청공장으로 봉제 생산기술을 이전하고 국내 봉제업체의 생산성 분석에 기초 자료가 될 수 있음을 들 수 있을 것이다.

연구의 제한점으로는 3.50초 이하의 작업에서 2,500 R.P.M에 도달하기 전의 봉제속도를 평균치로 제시였으며, 이를 위한 분석은 후속연구에서 더 연구되어야 할 것이다. 또한 효율적인 작업동작 분석을 통한 작업표준화 작업도 반드시 이뤄져야 할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 생산공장에서의 공정분석에 대한 내용에 대해서만 연구되었으나, 품질관리 파트에 대한 연구도 추후 이뤄져야 할 것이며, 숙련자와 미숙련자의 작업시간 가산 기준설정 관련 연구 및 봉제자동화기기에 대한 시간분석 등에 대한 후속연구도 이뤄지는 것이 바람직 할 것이다.

참고문헌

1) Lee D. H., & Kim, Y. D. (2000). Loading algorithms for flexible manufacturing systems with partially grouped machines. *IIE Transactions, 32*(1), pp. 33-47.
2) Jeong, K. C., & Kim, Y. D. (1998). A real-time scheduling mechanism for a flexible manufacturing system: Using simulation and dispatching rules. *International Journal of Production Research, 36*(9), pp. 2609-2626.
3) Andersen D. F., Deal R. M., Roberts N., & Shaffer W. A. (1983). *Introduction to computer simulation: A system dynamics modeling approach,* Productivity Press.
4) Corporation Information: 1997 Annual Meeting. General Electric Company. retrieved September 15, 2002, from http://www.ge.com
5) Ruth E. G., & Grace I. K. (1990). *Manufacturing product analysis,* Mac-millan Publishing, pp. 143-144.
6) Antis W., Honeycutt J. M. Jr., & Koch E. N.(1973). *The basic motions of MTM* (4th ed.). Florida: The Maynard Foundation.
7) 장승옥 (2001). **봉제공정의 품질관리**, 산학연 합동공개강좌. p. 1.
8) 김동원, 강미영 (1993). 셔츠봉제작업을 위한 표준시간 자료의 개발. **산업공학**, 6(2), p. 91.
9) Kim, M. H., & Kim, Y. D. (1994). Simulation based real time scheduling in a flexible manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems, 13*(2), pp. 85-93.
10) 김승진, 안철우, 오애경 (1991). 섬유산업에서의 Data-base system의 응용(3) - 봉제용, 직물생산공정에서의 응용. **한국섬유공학회지**, 28(5), pp. 303-314.
11) 장승옥 (1999). 계측 및 자동화/기술논문 : 봉제공정의 자동화기술-고부가가치 QR 여성복 생산공장의 자동화기술. **섬유기술과 산업**, 3(1), pp. 37-48.