논문접수일 : 2014.09.17 심사일 : 2014.10.05 게재확정일 : 2014.10.28

여성 팬츠 생산라인에서 공정편성 연구

A Study on the Process Formation on Women's Pants Production Line

주저자 : 김진선

대구미래대학교 웨딩이벤트과 부교수

Kim, Jin-Sun

Dept. of Wedding & Event, Daegu Future College

교신저자 : 오 순

가천대학교 미술디자인학부 패션디자인전공 교수

Oh, Soon

Fashion Design, Dept. of Art and Design, Gachon University

* 본 논문은 2014년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행된 연구임

목 차

1. 서 론
2. 연구방법 및 절차
2.1 시간측정
2.1.1 측정시가 및 대상
2.1.2 측정 순서 및 절차
2.2. 라인 밸런싱과 공정편성
2.2.1 작업시간 산출
2.2.2 공정편성
2.3 자료 분석
3. 결과 및 고찰
3.1 현장 분석 및 공정분석표 작성
3.2 시간 측정 결과
3.2.1 공정별 작업시간 측정 결과
3.2.2 작업시간 및 순 작업시간 산출 결과
3.2.3 실 작업시간 산출 결과
3.3 생산 라인의 효율성 산출
3.3.1 준비 및 정리공정의 편성효율 산출
3.3.2 부분 및 조립공정의 편성효율 산출
3.4 공정별 인원결정
3.5 공정편성
3.5.1 준비 및 정리공정의 공정편성
3.5.2 부분 및 조립공정의 공정편성
4. 요약 및 결론
참고문헌

논문요약

봉제 라인공정에서 생산효율을 높이기 위해서는 생산라인의 흐름을 일정하게 유지하고, 편성효율을 높이는 것이다. 이를 위하여 팬츠를 선정하고, 품목에 대한 공정 분석, 작업시간의 측정 및 산출을 통하여, 공정을 편성한 결과는 다음과 같다.

현장분석 결과, 업체의 1일 작업시간은 9시간이며, 작업자는 관리자를 포함하여 26명으로 구성되었다. 봉제작업은 스트레이트라인으로 운영되었으며, 일부 특수재봉기 공정은 외주에서 제작하고, 조립은 내부에서 실시하였다. 작업교체는 월평균 2~3회로 다음 작업의 준비나 여유가 부족하여 생산관리에 어려움이 있었다. 팬츠 1매는 83공정으로 구성되었으며, 순 작업시간은 2882.1초였다. 작업자별 평균은 준비 및 정리공정이 166.6초(BPT), 부분 및 조립 봉제공정의 작업자별 평균은 207.4초(BPT)였다. 1차 편성효율에서 기준율 85%를 충족시키지 못하여 재편성이 요구되었으며, 필요인원은 36명이었다. 2차 산출된 편성효율에서, 준비 및 정리공정의 편성효율은 97.3%(손실률 2.7%), 부분 및 조립공정의 편성효율은 87.6%(손실률 12.4%)로 산출되었다.

이상과 같이 라인작업의 공정편성은 작업자의 유휴시간을 최소화하기 위하여 공정을 배분하고, 작업자의 기능수준, 노력도 그리고 작업태도 등을 고려하여 편성함으로서 생산성을 향상시키고, 효율을 높일 수 있으리라 본다.

주제어 : 생산라인, 공정편성, 편성효율

Abstract

This study aims to increase the maximum efficiency carried out process formation by operators evaluation and work improvement. To achieve this, analyzed women's pants production line, measured working time of each processes, and estimated operator's competency.

The results of this study are as follows.

1. The field analysis of an object manufacturer's, one day working hours of company is 9 hours, workers consisted of 26 persons included product manager. Sewing run the straight-line, special sewing machine processes made out of the company and assembly works were progressed with inside. The average work shifts was 2 or 3 times per month, so it made a difficult of production management. because of short time to work preparation or take a break.

2. Time measurement of each process resulted that the pants of 1 piece required for 83 processes, and the net working time was 2882.1s. The real working time was 3005.8s and operator's average working time was 166.6s(BPT) in the arrangement and also it took 207.4s(BPT) in the assembly. The rates of used machines in net working time was 27.4% in arrangement process, 14.7% in special machines process and 57.9% in assembly process.

3. Formation efficiency was 83.1% in the arrangement process and 76.3% in the assembly process. So process reformation is required because all of both dissatisfied the basic rate 85%. Also, needed operators calculated to 36 persons. Observation centering around the first yielded efficiency and required workers, and in order to balanced formation of line, a processes shift and divisions carried out. As a result,

the efficiency of preparation and arrangement process was 97.3%(loss rate : 2.7%) and the efficiency of piece and assembly process was 87.6%(loss rate :12.4%)

Key word : production line, process formation, formation efficiency

1. 서 론

의류 생산방식 중 라인작업은 제품 생산을 위해 구분된 공정에 따라 기계를 배치하고, 작업자는 담당 부분을 작업하여 다음 공정으로 전달하는 일련의 흐름에 따라 완성되는 작업이다. 그러므로 생산라인을 구성하는 공정과 작업자 능력의 균형이 유지되어야 한다. 그러나 다양한 디자인, 소재 그리고 고기능인의 부족으로 작업의 어려움은 증가되고, 생산성은 낮아지므로, 공정편성의 중요성이 대두되고 있다.

공정편성은 2인 이상의 작업자로 구성된 생산라인에서 효율을 높이기 위해 공정을 조사·분석하고 각 공정의 작업자에게 작업량을 균등하게 할당하여 생산성을 높이는 편성 기법이다(김순분 외, 2006). 그러므로 작업자의 능력에 따른 편성을 위해 생산라인을 구성하는 개별 공정(또는 작업장)의 일정한 생산능력을 유지하고 공정 별 소요시간이 균형상태가 되도록 작업순서나 기계를 배열하는 것이 중요하다. 공정편성은 정상적인 가동 조건에서 공정이 편성되므로 공정을 개선하고 작업의 종류, 선후관계, 작업수행에 요구되는 피치타임이나 사이클 타임 등을 알아야 한다(정준열, 1994). 생산 공정에서 라인의 균형은 작업의 원리에 따라 반복되도록 설비를 배치하여 공정간 작업시간의 흐름이 일정하게 유지될 수 있도록 분석해야 한다. 또한 공평하고 효과적으로 작업을 수행할 수 있도록 공정을 분할하고 효율적인 작업흐름과 정체시간 최소화를 통한 생산성 향상이 이루어 질 수 있도록 생산수량, 작업인원, 설비, 공정별 시간이 충분히 고려해야 한다. 한편 라인에서는 공정별 작업량(부하량)이 다르고, 개인적인 기능차이에 의해 애로공정(bottle neck)이 나타난다. 애로공정은 시간이 가장 많이 소요되는 공정으로 작업흐름을 지연시키고 공정의 능률을 저하시킨다. 이를 해결하기 위한 방법으로는 공정별 작업시간의 균등한 배분, 작업방법 개선, 라인의 균형(line balancing) 유지 등이 있으며 이를 통해 능률을 향상시킬 수 있다. 향상된 생산라인은 개별공정의 소요시간이 균형상태가 되도록 전체 흐름을 유지하고 작업지연을 줄여 생산성을 높이게 된다. 그러나 제품 생산 공정은 기계와 노동력뿐만 아니라 작업자의 기능, 노력, 사용기종, 제품스타일의 변화 등 다양한 변수가 많고, 균등한 편성이나 100%의 효율을 기대하기가 어렵기 때문에 공정편성이 필요하다.

따라서 본 연구는 여성 팬츠 생산라인에서 봉제공정의 흐름을 관찰하고, 생산라인의 능률이 최대가 될 수 있는 공정을 편성하기 위하여, 첫째, 현장의 작업관리 및 작업 중인 생산 공정을 분석하고, 둘째, 공정별 작업시간을 측정한다. 셋째, 측정된 시간에 숙련도와 노력도를 추가하여 실 작업시간과 작업에서 요구되는 인원을 산출하고 효율적인 공정편성을 실시하여 생산관리의 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법 및 절차

2.1 시간측정

2.1.1 측정시기 및 대상

측정은 2009년 7월 27일부터 8월 4일까지이며, 서울시내에 위치한 여성복 제조업체에서 봉제를 중심으로 실시하였다. 작업은 공정분석표에 따라 진행되었으며, 측정은 요소동작(집고-박고-놓기)에 따라 행하여지는 작업시간을 스톱워치(SEIKO S056)를 이용하여 측정하였다. 생산을 위한 제품의 분류(assortment)에 따른 수량은 2사이즈에 2칼라이며 554매의 팬츠(그림 1, 표 1 참조)를 2009년 8월 8일까지 납품예정이다.

(주 : 작업지시서(OLIVE DES OLIVE).(2009). style no. OW9A-L305-s)

[그림 1] 팬츠 디자인

대상 품목인 [그림 1]의 팬츠 디자인 및 패턴의 특징은 활동성을 강조한 카브라와 벨트, 옆 솔기선, 요크, 포켓에 상침을 넣어 캐주얼 스타일을 강조하고, 주머니 입구에 장식단추로 포인트를 주었다. 또한 봉제공정은 겉감에 다트, 주머니, 요크, 포켓, 카브라, 안감 등 부속과 조각이 많아 1일 생산량과 효

율은 높지 않을 것으로 예상된다.

어소트먼트				원·부자재(단위:㎝)		
컬러 / 사이즈	네이비	브라운	합계	자재	규격	소요량
				겉감	147.3	77.0
				안감	111.8	65.0
01(55)	202	158	360	심	111.8	56.0
				테잎	10.0㎜	210.3
02(66)	110	84	194	걸고리	-	1
				양면지퍼	22.9	1
Total	312	242	554	단추	21㎜	2

(주 : 작업지시서(OLIVE DES OLIVE). (2009). style no. OW9A-L305-s)

[표 1] 생산량과 원·부자재 내역

2.1.2 측정순서 및 절차

작업은 [표 2]의 봉제 공정분석표에 따라 진행되었으며, 공정별 작업시간을 측정하기 위하여 선행연구의 방법과 순서(김진선, 2008)를 참조하여 진행하였다.

① 팬츠의 작업 내용 즉, 원·부자재, 설비, 공정순서, 작업방법과 라인의 작업자 및 관리, 감독자 등에 관하여 검토를 실시하였다.

② 다품종소량생산에 따라 작업에 적응할 시간적인 여유가 없으므로 표준작업방법 설정을 생략하고, 진행되는 작업방식과 방법을 유지하면서 측정하였다.

공정번호	공정명	장비 및 도구	공정번호	공정명	장비 및 도구
1	심부착	스팀다리미	43	지퍼 고정 박음	1본침재봉기
2	앞몸판 주머니감 결합	1본침재봉기	44	지퍼정리	가위
3	시접정리	가위	45	벨트 고리감 박기	1본침재봉기
4	뒤집고 정리	스팀다리미	46	뒤집기	철사고리
5	주머니 입구 상침	1본침재봉기	47	정리	스팀다리미
6	옆솔기 주름잡기	1본침재봉기	48	중앙에 상침	1본침재봉기
7	주머니 속봉합	1본침재봉기	49	정리	스팀다리미
8	오버록(주머니,앞중심,인심)	오버록본봉기	50	길이로 재단	가위
9	뒤옆판의 다트박기	1본침재봉기	51	앞판주름,벨트고리박기	1본침재봉기
10	뒤몸판과 뒤옆판 결합	1본침재봉기	52	벨트에 심 접착	스팀다리미
11	결합 후 정리	스팀다리미	53	겉 벨트에 테이프부착	스팀다리미, 가위
12	오버록(결합부위, 인심)	오버록재봉기	54	시접꺾기	스팀다리미
13	정리	스팀다리미	55	라벨 부착	1본침재봉기
14	뒤판 밑위 오버록	오버록본봉기	56	안 벨트 결합	1본침재봉기
15	요크에테잎부착	다리미	57	정리	스팀다리미
16	플랩 심 접착	스팀다리미	58	테이프 부착	스팀다리미, 가위
17	플랩박기	1본침재봉기	59	겉과 안의 벨트 결합	1본침재봉기
18	시접정리	가위	60	밸트 안쪽에 스티치	1본침재봉기
19	뒤집고 정리	스팀다리미	61	벨트 정리	스팀다리미
20	상침	1본침재봉기	62	표시 및 길이조정	가위, 쵸크
21	바텍(상침 끝에)	바텍재봉기	63	벨트 몸판에 결합	1본침재봉기
22	몸판과 결합(플랩)	1본침본봉기	64	벨트 양끝 뒤집고정리	송곳, 스팀다리미
23	뒷면 오버록	오버록재봉기	65	고정박기	1본침재봉기
24	시접위로 꺽고 상침	1본침재봉기	66	고리 고정박기	1본침재봉기
25	앞 뒤판 옆솔기 봉제	1본침재봉기	67	양끝에 고정박기	1본침본봉기
26	옆솔기 오버록	오버록재봉기	68	단추구멍치기	단추구멍재봉기
27	시접뒤쪽으로꺽고 상침	1본침재봉기	69	바텍	바텍재봉기
28	인심 봉제	1본침본봉기	70	단추위치표시	쵸크연필
29	정리	스팀다리미	71	단추달기	단추달이재봉기
30	앞판 접기	스팀다리미	72	앞판밑위 박기	스팀다리미
31	뒤판 접기	스팀다리미	73	앞중심 말아박기	스팀다리미
32	앞뒤판 아웃심 박기	1본침재봉기	74	겉솔기 박기	인터록재봉기
33	앞뒤판 아웃심에 상침	1본침재봉기	75	안솔기 박기	인터록재봉기
34	앞뒤판 인심 박기	1본침재봉기	76	뒤집고 정리	쪽가위
35	밑단 오버록	오버록재봉기	77	솔기 꺾어 다리기	스팀다리미
36	몸판에 카부라 결합	1본침재봉기	78	앞뒤 밑길이박기	1본침재봉기
37	카부라 봉합	1본침재봉기	79	밑단 말아박기	1본침재봉기
38	밑길이 봉제	1본침재봉기	80	허리에 주름잡기	1본침재봉기
39	앞가리개 밑단 박기	1본침본봉기	81	몸판과 안감 결합	1본침본봉기
40	뒤집고 오버록	오버록재봉기	82	넘버링 제거	수작업
41	앞가리개 부착	1본침재봉기	83	뒤집고 정리	수작업
42	지퍼달기, 뎅고고정	1본침재봉기		-	

[표 2] 팬츠의 봉제공정 분석표

③ 측정은 작업을 시작하고 조건이 충족된 30분 이후부터 작업자로부터 1.5~2.0m 떨어진 위치에서 하고, 요소(집고-박고-놓기)작업을 구분하여 30회를 측정하였다.

④ 측정한 작업시간에서 이상시간을 제거하여 순 작업시간을 구하고, 작업자별 숙련도와 노력도에 대한 평준화계수를 이용하여 실 작업시간을 산출하였다.

⑤ 실 작업시간을 이용하여 편성효율을 구하고 최적의 공정을 편성한다.

2.2. 라인 밸런싱과 공정편성

2.2.1 작업시간 산출

다품종소량생산체제는 생산량이 적고, 빠른 작업교체로 품목에 대한 작업숙지와 공정 이해의 부족으로 다양한 작업 지연요인이 발생되므로 이상 시간(값)이 나타난다. 이상 값은 평균시간의 범위에서 많이 벗어나는 시간이므로 총 작업시간을 증가시켜, 정확한 시간 산출에 방해요인이 되므로, 본 연구에서는 관리한계(control limit, $\bar{X} \pm 2\sigma$, σ: std value)(정병용, 2003)를 설정하여 이를 제거한 순 작업시간을 산출한다.

라인작업은 작업자들이 제품을 협력하여 완성하므로 공정별 시간이 균형상태가 되고, 유휴시간이 없어야 한다. 그러나 작업자의 개인 능력, 경험 등의 요인에 따라 유휴시간의 발생은 필연적이다. 그러므로 개인적인 차이를 완화시키고, 평균적인 기능을 가진 작업자라면 달성 가능한 객관적인 시간이 요구된다. 이를 위해서 작업자의 숙련, 노력, 작업조건, 작업의 일관성을 중심으로 작업 수행도를 평가하여야 한다. 개인의 작업능력 평가는 숙련도와 노력도(권미세, 1974)를 평준화계수로 환산하여 작업자의 숙련도와 노력도를 평가하게 된다.

숙련계수		등급	노력계수	
T & S	기준(sd)		기준(sd합계)	T & S
A :+0.13	0.00~1.50	a	0.11~	A :+0.12
B :+0.08	1.51~3.00	b	0.04~ 0.10	B :+0.08
C :+0.03	3.01~4.50	c	0.01~ 0.03	C :+0.02
D : 0.00	4.51~6.00	d	0.00~-0.10	D : 0.00
E : -0.05	6.01~8.00	e	-0.11~-0.20	E : -0.04
F : -0.16	8.01~	f	-0.21 ~	F : -0.12

T & S : Time and Study의 작업성적 평정표에서 발췌.

[표 3] 레이팅 계수

평가 대상은 기술과 노력이 주요 요인이며, 평가자의 판단오차를 최소화하기 위해 공정별 순 작업시간을 산출하고, 이를 이용하여 합계, 평균, 표준편차, 분산을 구하였다. 분산은 작업간의 시간차이이며, 작업의 균일성을 나타내며, 숙련된 작업자일수록 작업이 정확하고 빠르며, 일정한 속도로 작업을 처리 할 수 있는 능력의 소유자이다. 그리고 숙련도와 노력도의 레이팅계수를 산출하기 위하여 공정별 측정시간으로 표준편차를 구하였다. [표 3]의 숙련계수 기준은 Time & Motion Study(S.M. Lowry et al., 1940)의 12등급 중 A2, B2, C2, D, E1, F1을 선택하여, 표준편차를 기준으로 a, b, c, d, e, f등급으로 나누고, 각 계수 값을 설정하였다. 또한 노력계수는 숙련도와 관계가 있다고 판단하여 개인의 숙련도 계수의 합을 이용하여 각 작업자에게 적용하고, 숙련계수에서와 같이 6등급으로 나누고, 계수 값을 부여하였다.

2.2.2 공정편성

생산라인의 효율을 높이고 작업자에게 작업량을 균등하게 분배하기 위해, 측정한 시간을 이용하여, 적정인원 산출, 공정편성을 위하여 다음과 같은 순서를 따랐다.

① 산출된 작업자별 실 작업시간을 이용하여, 공정별 편성효율을 구하기 위해 시간부하가 많은 작업자를 애로공정으로 하여 1차 생산라인의 효율을 산출한다.

② 시간부하가 많고, 고기능이 필요한 공정을 중심으로 소요시간과 평균시간을 산출하여 작업에 요구되는 인원과 부위별 필요인원을 산출한다.

③ 최적의 라인구성과 공정편성을 위하여 1차 산출된 효율과 부위별 필요인원을 중심으로 공정의 분할과 재배치 등을 실시하여, 2차 편성효율을 산출한다.

2.3 자료 분석

자료 분석은 2007 EXCEL을 사용하였으며, 공정별 시간측정치의 합계로 평균, 최대값, 최소값, 표준편차 그리고 분산을 구하고, 작업자의 기능의 정도를 평가하고, 각 공식과 계산을 통하여 실 작업시간과 편성효율을 구하고, 분석하였다.

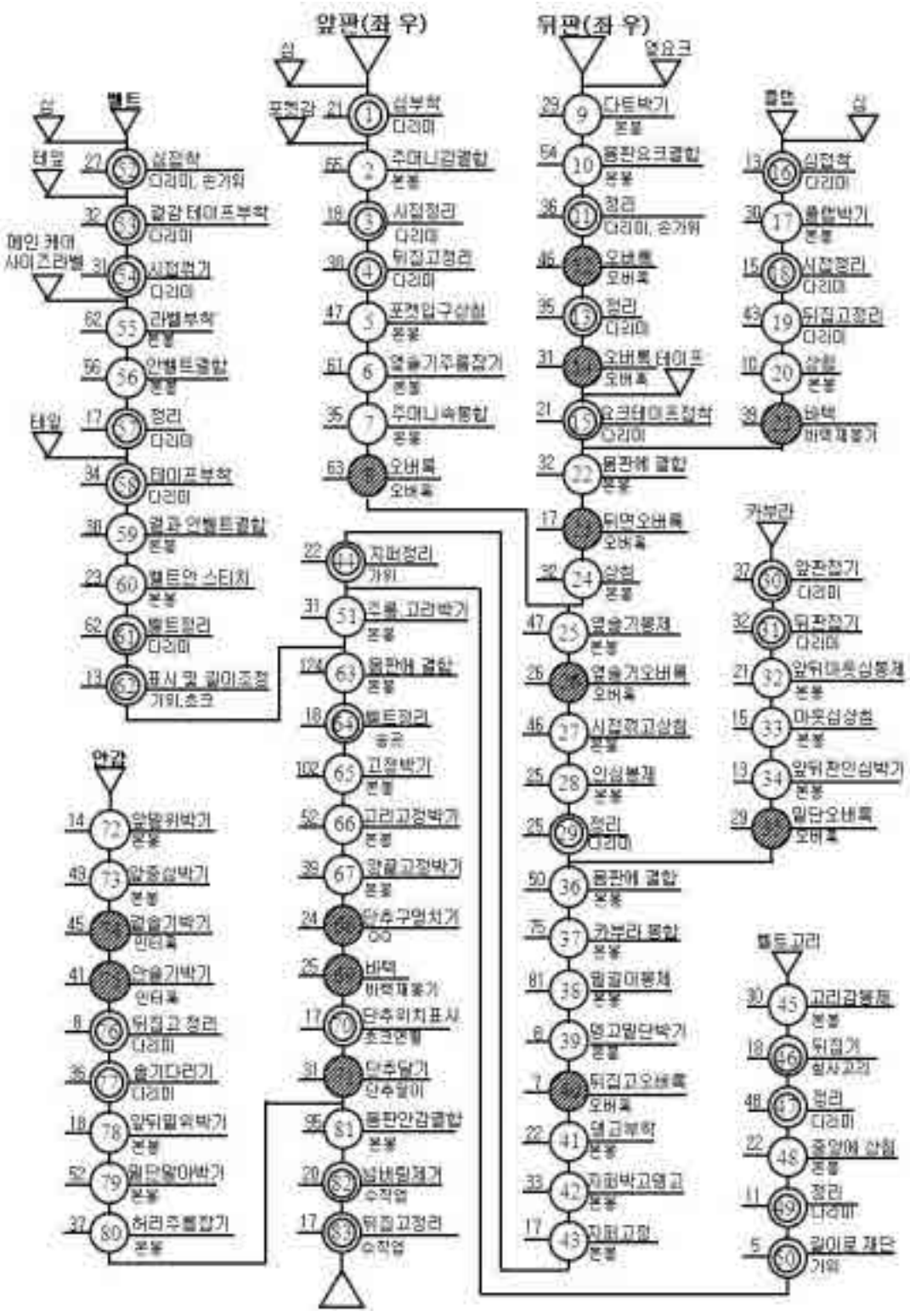
3. 결과 및 고찰

3.1 현장 분석 및 공정분석표 작성

대상 업체의 1일 작업시간은 9시간이며, 작업자 구성은 재단공정 2명, 봉제공정 15명, 완성공정 6명 그리고 생산관리자와 기타 2명 등 26명이었다. 생산 품목은 팬츠이며, 바택과 단추 구멍(QQ) 등 부분공정

은 외주에서 제작하고, 조립은 내부에서 실시하였다. 작업라인은 스트레이트라인이었으며, 작업교체가 빠르게 진행되므로 다음 작업준비를 체계적으로 진행할 여유나 준비단계가 없었다.

팬츠의 봉제공정(표 2)은 앞·뒤판 부분공정, 안감, 벨트 등의 부속품공정 그리고 조립공정을 거쳐 완성된다. 작업은 생산관리자의 지시와 봉제순서에 따라 준비 및 정리 작업, 부분 및 조립작업이 시작된다. 준비 및 정리 작업은 5명으로 구성되었으며, 부분 및 조립작업 전·후에서 스팀다리미, 송곳, 손 가위 등을 이용하여 작업을 진행하였다. 부분 및 조립작업은 1 본침 본봉재봉기, 바늘은 11번, 재봉사는 T/C 재봉사를 11땀/2.54㎝의 조건으로 준비작업 등 보조



[그림 2] 팬츠의 봉제공정도

의 도움을 받아 10명의 작업자가 실시하였으며, 생산관리자는 공정지도, 기술지도, 진도관리 등 수정작업을 하였다. 팬츠의 봉제작업은 심 접착, 앞·뒤판 다트 및 부속 제작, 옆선과 인심봉제, 밑위봉제, 지퍼달기, 벨트 결합, 겉감과 안감 합봉, 밑단정리, 단추달기 및 마무리공정 순서로 진행되었다.

그리고 작업자별 작업 공정 수, 작업소요시간을 [표 4]와 [표 5]에 제시하였다.

작업시간의 준비 및 정리공정(표4 참조)에서 6개 공정을 작업한 A는 158.5초, 7개 공정을 작업한 B는 199.7초, 6개 공정을 작업한 C는 173.1초 그리고 D는 5개 공정을 작업하였으며, 작업시간은 282.2초였다.

작업자	공정 번호	작업 시간	순작업 시간	표준 편차	숙련도		노력도		실작업 시간	1차 편성	2차 편성	작업자 시간합계
					레이팅	계수.	레이팅	계수				
A	3	20.3	18.5	3.8	c	0.03	b	0.08	20.5	-	-	158.5
	18	15.9	15.3	2.4	b	0.08		0.08	17.7	-	-	142.8
	19	48.8	43.4	4.3	c	0.03		0.08	48.2	-	-	161.1
	35	33.4	28.9	4.0	c	0.03		0.08	32.1	-	-	-
	46	18.9	18.3	2.7	b	0.08		0.08	21.3	-	-	-
	78	21.3	18.5	1.8	b	0.08		0.08	21.4	-	-	
B	4	42.1	38.4	3.9	c	0.03	c	0.02	40.3	-	-	
	16	13.2	13.2	0.0	d	0.00		0.02	13.4	-	-	199.7
	47	50.7	47.6	7.4	e	-0.05		0.02	46.2	-	-	182.9
	49	11.9	10.9	2.1	b	0.08		0.02	12.0	-	-	188.6
	50	7.0	5.2	1.9	b	0.08		0.02	5.7	-	-	-
	53	33.5	31.7	3.6	c	0.03		0.02	33.3	-	-	169.7
	77(/2)	41.3	35.9	3.2	c	0.03		0.02	37.7	-	18.9	
C	1	20.8	20.8	0.0	d	0.00	e	-0.04	20.0	-	-	
	11	36.7	36.0	4.6	d	0.00		-0.04	34.5	-	-	173.1
	13	37.6	35.0	6.1	e	-0.05		-0.04	31.9	-	-	156.9
	15	22.2	21.0	1.8	b	0.08		-0.04	21.8	-	-	147.6
	52	32.1	26.8	10.2	f	-0.16		-0.04	21.4	-	-	-
	70	23.6	17.4	1.8	b	0.08		-0.04	18.1	-	-	166.5
	77(/2)										18.9	
D	**29**						f			29.2	-	282.2
	44	26.8	22.4	3.0	b	0.08		-0.12	21.6	-	-	166.6
	54	70.8	30.6	10.9	f	-0.16		-0.12	22.1	-	-	134.9
	57	65.6	17.3	2.9	b	0.08		-0.12	16.6	-	-	164.1
	58	41.7	33.9	5.2	d	0.00		-0.12	29.8	-	-	-
	61	77.3	62.3	8.3	f	-0.16		-0.12	44.9	-	-	
E	**29**	26.1	25.3	3.4	c	0.03	a	0.12	29.2			189.0
	30	40.1	37.2	2.4	b	0.08		0.12	44.6	-	-	169.7
	31	36.9	32.0	3.4	c	0.03		0.12	36.8	-	-	200.4
	62	16.6	12.6	1.7	b	0.08		0.12	15.1	-	-	171.2
	64	19.6	17.8	4.5	c	0.03		0.12	20.4	-	-	-
	76	9.0	8.3	3.3	c	0.03		0.12	9.5	-	-	
	82	21.4	19.6	2.3	b	0.08		0.12	23.5	-	-	
	83	19.3	17.0	1.2	a	0.13		0.12	21.2	-	-	
합 계		1002.4	818.9	-	-	-	-	-	832.7	-	-	-

[표 4] 봉제작업의 준비 및 정리공정의 측정치 (단위 : 초)

3.2 시간 측정 결과

3.2.1 공정별 작업시간 측정 결과

봉제작업의 진행은 준비 및 정리공정, 부분 및 조립 봉제공정으로 나누어 진행되었다. 팬츠는 제작에 83공정(표 2, 그림 2)이 요구되었으며, 1매의 측정시간은 3509.5초로 나타났다.

3.2.2 작업시간 및 순 작업시간 산출 결과

작업은 [표 2]의 공정분석표에 따라 진행되었으며, 공정별 요소작업시간을 측정하고 평균시간을 산출하였다. E는 8개 공정을 189.0초 동안 작업하였다. 따라서 준비 및 정리공정은 32개 공정에 1002.4초가 소요되었으며, 작업자별 평균시간은 200.5초였다. 그리고 부분 및 조립공정(표 5 참조)은 바택(bar-tack)작업자를 포함하여 11명이 작업하였다. 작업자별 소요시간은 6개 공정을 작업한 K는 206.5초 동안 작업하였으며, 4개 공정을 작업한 L은 302.0초, M은 5개 공정을 작업하였으며, 소요시간은 258.9초였다. 그리고 N은 8개 공정에 265.6초, O는 6개 공정에 263.4초였으며, P는 3

개 공정에 270.6초, Q는 6개 공정에 180.2초, 4개 공정을 작업한 R은 264.5초, S는 3개 공정에 187.2초, T는 3개 공정에 196.2초, 그리고 특수재봉기인 바택 재봉기 작업자는 3개 공정에 112.6초가 소요되었다. 그 결과 부분 및 조립공정은 51공정에 2507.9초가 소요되었으며, 작업자별 평균 소요시간은 228.0초였다. 따라서 공정분석표의 공정순서에 따라 작업한 팬츠의 봉제공정은 83공정이었으며, 작업시간의 합계는 3510.3초였으며, 공정별 평균은 42.3초, 작업자별 소요시간은 219.4초였다.

관리한계를 설정하여 이상 값을 제거하고 산출한 순 작업시간은 공정별 평균시간을 [그림 2]에 제시하여 공정도를 작성하였다. 순 작업시간(표 4 참조)에 나타난 준비 및 정리공정에서 818.9초(28.41%), 부분 및 조립공정에서 2063.2초(71.59%)로 1매 제작에 2882.1초였다.

따라서 여유시간이 포함된 작업시간과 관리한계를 설정하여 이상 값을 제거한 순 작업시간의 차이는 준비 및 정리공정에서 183.5초 그리고 부분 및 조립공정에서의 차이는 444.7초를 보였으며, 합계 628.2초였다. 이는 총 작업시간에서 17.9%를 점유하며, 본 작업에서 작업자들에게 작업 중에 요구되는 여유시간으로 보아야 할 것으로 본다.

3.2.3 실 작업시간 산출 결과

실 작업시간은 순 작업시간에 숙련과 노력계수를 적용(실 작업시간=공정별 순 작업시간×(1+숙련계수+노력계수))하여 산출하였으며, 그 결과는 [표 4], [표 5]에 제시되었다.

작업자 5명이 담당한 준비 및 정리 봉제공정의 실 작업시간 합계는 832.7초이며, 작업자별 평균은 166.6초, 공정(32개 공정)별 평균은 26.0초로 나타났다. 그리고 작업자별 순 작업시간의 합계와 실 작업시간의 합계를 비교해 보면, A는 142.8초 : 161.1초, B는 182.9초 : 188.6초, C는 156.9초 : 147.6초, D는 166.6초 : 134.9초, E는 169.7초 : 200.4초였으며, 숙련도 차이는 E(0.49)〉 A(0.33)〉 B(0.20)〉 C(-0.05)〉 D(-0.16)였다. 그 결과, 작업에 소요된 시간은 E, B가 많았으며, D, C는 작업에 대한 집중과, 숙련을 위한 노력이 요구되었다. 외주작업(바텍 작업)을 포함하여 11명이 담당한 부분 및 조립 봉제공정의 실 작업시간 산출 결과, 시간의 합계는 2173.1초이며, 작업자별 평균은 197.6초, 공정(51개 공정)별 평균은 42.6초였다. 그리고 작업자별 순 작업시간의 합계와 실 작업시간의 합계를 비교해 보면, K는 185.0초 : 195.3초, L은 196.1초 : 186.0초, M은 213.0초 : 214.4초, N은 234.9초 : 258.4초, O는 201.3초 : 210.8초, P는 214.2초 : 215.2초, Q는 161.4초 : 186.3초, R은 239.5초 : 271.7초, S는 166.7초 : 167.9초, T는 163.8초 : 167.8초, 바텍은 87.3초 : 99.3초로 나타났다. 숙련도의 차이는 N(0.36)〉 Q(0.35)〉 K(0.30)〉 R(0.27)〉 O(0.22)〉 바텍(0.19)〉 M(0.04)〉 P=S(0.03)〉 T(0.01)〉 L(-0.02)의 순이었다.

그 결과, 작업시간이 평균이상인 작업자는 M, N, O, P, R이었으며, L(4개 공정), S(3개 공정), T(3개 공정)는 작업 공정수도 적고, 숙련도가 낮아 노력이 요구되는 작업자로 나타났다. 따라서 숙련도는 정상작업자를 기준으로 할 때, 정상보다 우수한 작업자(E, A, B / N, Q, K, R, O, 바텍)에게는 높게, 정상보다 낮은 작업자(C, D / M, P, S, T, L)에게는 낮게 숙련도를 결정함으로서 작업자의 숙련을 평가할 수 있으며, 공정별 측정시간의 표준편차가 작업속도의 일정함과 작업의 균일성을 평가할 수 있었으며, 공정편성의 기준인 피치타임(pitch time)을 준비 및 정리공정에서 166.6초, 부분 및 조립공정(바텍 작업 제외)은 207.4초로 결정하였다.

3.3 생산 라인의 효율성 산출

편성효율(formation efficiency)은 애로공정 시간측정값 대비 일인당 기초피치타임(BPT)의 비율을 나타내며, 작업라인에서 공정흐름의 균형을 파악하고 그 작업의 적합여부를 판정하는 수단으로 활용된다. 대량생산시스템에서 편성효율의 기준은 단순 조립공정에서는 90~95%, 어렵거나 특수한 공정의 경우는 80~90% 정도이므로 본 연구 대상인 의류는 흐름작업이므로 85%정도가 한도(한국봉제과학연구소, 1993)이며, 편성효율이 70%면 곳곳에 정체로 인하여 작업대기 현상이 일어나며 작업대기자가 자신의 능력을 발휘하지 못하고 낭비하는 여력이 30%임을 의미하므로 재편성해야 한다.

$$E = \frac{\sum cpt}{bpt \times n} = \frac{1\text{인당 } BPT}{bpt} \quad \cdots\cdots\cdots \ ①$$

$$EL = \frac{(bpt \times m) - \sum cpt}{(bpt \times n)} \times 100 \quad \cdots\cdots \ ②$$

E: 편성효율, *EL:* 편성 손실율

$\sum cpt$ *:* 실작업시간 합계

bpt : 애로공정 시간 , *n :* 작업인원

작업자	공정 번호	작업 시간	순작업 시간	표준 편차	숙련도		노력도		실작업 시간	1차 편성	2차 편성	작업자 시간합계
					레이팅	계수.	레이팅	계수.				
K	2	72.4	65.2	5.6	d	0.00	c	0.02	66.5	-	-	
	9	30.1	28.9	4.1	c	0.03		0.02	30.4	-	-	206.5
	32	25.6	21.3	2.7	b	0.08		0.02	23.4	-	-	185.0
	43	18.2	16.8	2.2	b	0.08		0.02	18.5	-	-	195.3
	45	36.1	30.5	3.1	c	0.03		0.02	32.0	-	-	-
	48	24.1	22.2	2.9	b	0.08		0.02	24.5	-	-	
L	6	66.6	60.9	6.2	e	-0.05	e	-0.04	55.4	-	-	302.0
	7	38.4	35.0	6.0	d	0.00		-0.04	33.6	-	-	196.1
	28	29.0	25.3	3.2	c	0.03		-0.04	25.1	-	-	186.0
	37	168.0	74.9	5.1	d	0.00		-0.04	71.9	-	-	-
M	5	58.6	47.3	6.2	e	-0.05	d	0.00	44.9	-	-	258.9
	17	35.5	30.5	3.2	c	0.03		0.00	31.4	-	-	213.0
	73	58.1	48.9	4.2	c	0.03		0.00	50.4	-	-	214.4
	74	49.5	45.3	3.7	c	0.03		0.00	46.7	-	-	-
	75	57.3	41.1	5.0	d	0.00		0.00	41.1	-	-	
N	8	70.2	62.8	7.3	e	-0.05	b	0.08	64.7	-	-	
	12	47.2	45.6	4.5	c	0.03		0.08	50.6	-	-	
	14	40.1	31.5	4.0	c	0.03		0.08	34.9	-	-	265.6
	23	17.7	16.7	3.1	c	0.03		0.08	18.6	-	-	234.9
	26	27.0	25.8	3.0	b	0.08		0.08	30.0	-	-	258.4
	33	23.6	14.7	1.5	b	0.08		0.08	17.1	-	-	224.3
	40	7.2	6.9	1.5	a	0.13		0.08	8.4	-	-	
	71	32.7	30.8	3.3	c	0.03		0.08	34.1	-		
O	10	84.2	54.4	4.7	d	0.00	c	0.02	55.5	-	-	
	20	14.7	10.4	1.9	b	0.08		0.02	11.5	-	-	263.4
	24	35.6	31.8	5.1	d	0.00		0.02	32.5	-	-	201.3
	59	36.2	29.9	2.7	b	0.08		0.02	32.9	-	-	210.8
	60	34.6	22.8	4.0	c	0.03		0.02	23.9	-	-	-
	66	58.1	52.0	3.3	c	0.03		0.02	54.6	-	-	
P	38	88.2	81.3	4.8	d	0.00	d	0.00	81.3	-	-	270.6
	51	63.6	31.1	3.3	c	0.03		0.00	32.0	-	-	214.2
	65	118.9	101.8	4.8	d	0.00		0.00	101.8	-	-	215.2
												-
Q	25	53.1	47.1	3.9	c	0.03	a	0.12	54.2	-	-	
	27	52.0	46.2	4.8	d	0.00		0.12	51.7	-	-	180.2
	34	14.8	13.4	1.9	b	0.08		0.12	16.1	-	-	161.4
	39	8.3	7.9	1.1	a	0.13		0.12	9.8	-	-	186.3
	42	35.6	32.6	3.3	c	0.03		0.12	37.5	-	-	-
	72	16.4	14.2	1.6	b	0.08		0.12	17.0	-	-	
R	41	24.4	22.5	1.7	b	0.08	b	0.08	26.1	-	-	264.5
	56	66.7	55.8	3.0	b	0.08		0.08	64.7	-	-	239.5
	63(/2)	134.0	124.1	3.7	c	0.03		0.08	137.7	68.9	-	271.7
	80	39.4	37.2	3.0	b	0.08		0.08	43.2	-	-	202.8
S	22	33.4	32.3	5.8	d	0.00	d	0.00	32.3	-	-	187.2
	67	45.2	39.4	4.0	c	0.03		0.00	40.6	-	-	166.7
	71										34.1	167.9
	81	108.6	95.0	5.3	d	0.00		0.00	95.0	-	-	202.0
T	36	57.1	50.0	3.7	c	0.03	c	0.02	52.5	-	-	196.2
	55	71.3	62.1	4.1	c	0.03		0.02	65.2	-	-	163.8
	63(/2)									68.9	-	167.8
	79	67.8	51.6	6.3	e	-0.05		0.02	50.1	-	-	236.7
바택	21	45.8	38.9	4.2	c	0.03	b	0.08	43.2	-	-	112.6
	68	24.1	23.7	2.4	b	0.08		0.08	27.5	-	-	87.3
	69	42.7	24.6	2.9	b	0.08		0.08	28.6	-	-	99.3
												-
합 계		2507.9	2063.2	-	-	-		-	2173.1	-	-	-

[표 5] 봉제작업의 부분 및 조립공정의 측정치 (단위: 초)

3.3.1 준비 및 정리공정의 편성효율 산출

편성효율 산출을 위한 작업자별 실 작업시간(BPT)의 합계는 각각 161.1초(A), 188.6초(B), 147.6초(C), 134.9초(D), 200.4초(E)로 나타났다. 애로공정(그림 3 참조)은 시간부하가 가장 많은 작업자(E)로 하였으며, 작업자별 작업시간의 차이(E와 D)는 65.5초로 나타났다. 이 차이는 기초피치타임(BPT)으로 환산한 결과, 점유율 39.3%(65.5/166.6)을 나타냈다. 따라서 애로공정(E)을 ①식에 적용하여 산출한 편성효율은 83.1%였으며, 손실률은 16.9%였다.

3.3.2 부분 및 조립공정의 편성효율 산출

부분 및 조립공정에서 작업자별 소요시간을 살펴보면, K는 195.3초, L은 186.0초, M은 214.4초, N은 258.4초, O는 210.8초, P는 215.2초, Q는 186.3초, R은 271.7초, S는 167.9초, T는 167.8초, 바텍 작업은 99.3초로 나타났다. 시간부하가 가장 많은 R(271.7초)을 애로공정(그림 4 참조)으로 하여 ①식에 적용하여 산출한 편성효율(바택 공정 제외)은 76.3%, 손실률은 23.7%로 산출되었다. 그리고 작업자 간 시간부하의 차이(R과 T)는 103.9초 나타났다. 이 차이는 부분 및 조립공정 기초피치타임(BPT)의 50.1% (103.9/ 207.4초)를 점유하였다.

따라서 준비 및 정리공정의 편성효율은 83.1%(손실률 16.9%)로 라인작업의 편성효율의 기준인 85%를 충족하지 못하였으며, 작업자 간 시간차이(65.5초)가 크게 나타났다. 또한 부분 및 조립공정의 편성효율은 76.3%(손실률 23.7%)였으며, 작업자 간 시간차이(103.9초)도 매우 크게 나타났다. 그 결과 준비 및 정리공정과 부분 및 조립공정 모두 라인작업의 편성효율의 한도인 85%를 충족하지 못하였으므로 공정의 재편성이 요구되었다.

3.4 공정별 인원결정

공정별 인원 결정을 위하여 사전공정분석으로 공정별 실 작업시간의 평균을 산출하고, 시간이 많이 소요되고 고기능이 필요한 공정을 선정하였다. 선정된 공정(표 6 참조)은 소요시간이 60초 이상으로, 고기능이 필요한 공정(2, 6, 8, 37, 38, 55, 61, 63, 65, 81)을 선정하였다. 그리고 선정된 공정의 소요시간을 이용하여 평균(79초)을 산출하였다.

또한 공정별 작업에 요구되는 필요인원(표 7 참조)을 산출하기 위하여 ①식에 적용한 결과, 다음과 같은 ③식을 얻었으며 $n = \sum cpt/(bpt \times E)$, 필요인원은 36명이었다. 산출된 36명을 공정별 평균시간의 점유

공정명	(공정 번호)	시간
1. 암몸판 주머니감 결합	(2)	65.2
2. 옆솔기 주름잡기	(6)	60.9
3. 오버록(주머니, 앞중심, 인심)	(8)	62.8
4. 카부라 봉합	(37)	74.9
5. 밑길이 봉제	(38)	81.3
6. 라벨부착	(55)	62.1
7. 벨트정리	(61)	62.3
8. 벨트 몸판에 결합	(63)	124.1
9. 고정박기	(65)	101.8
10. 몸판과 안감 결합	(81)	95.0
시간합계(평균) = 790.5초 (≒ 79초)		

[표 6] 주요공정의 시간 (단위 : 초)

비율을 이용하여 산출한 결과, 앞판에 4.4명(12.1%), 뒤판에 4.2명(11.6%), 플랩에 1.9명(5.3%), 카브라에 1.8명(5.1%), 벨트 고리에 1.7명(4.7%), 밴드에 4.8명(13.4%), 안감에 3.8명(10.4%) 그리고 조립 27공정에 13.5명(37.5%)이 각각 산출되었다.

부위명	공정수	총시간(초) 점유율(%) 평균시간	필요인원	인원편성(명) 계산	편성	소요기계
앞 판	8	348.9 43.6	12.1 4.4	2.0	2	본봉 2, 다 1, 보 1
뒤 판	10	333.2 33.3	11.6 4.2	2.0	3	본봉 2, 다 1, 보 1
플 랩	6	151.7 25.3	5.3 1.9	0.5		
고 리	6	134.8 22.5	4.7 1.7	0.5	2	본봉 1, 다 1, 보 1
벨 트	11	385.8 35.1	13.4 4.8	2.0		
카브라	6	147.5 24.6	5.1 1.8	0.5	2	본봉 1, 다 1, 보 1
안 감	9	300.9 33.4	10.4 3.8	1.5		
조 립	27	1079.4 40.0	37.5 13.5	6.0	6	본봉 4, 다 2, 보 2
계	83	2882.1 34.7	100.0 36.0	15.0	15	본봉10, 다 6, 보 6

■ 필요인원 산출 = 시간합계/주요공정 평균시간
= 2882.1초/79.1초 = 36.4 ≒ 36명
■ 본봉 : 본봉재봉기, 다 : 다리미, 보 : 보조대

[표 7] 부위별 인원편성

그러나 대상 업체는 여성복 팬츠의 전문생산업체로 다품종소량생산체제의 미니라인을 운영하는 업체이며, 봉제작업 투입인원이 준비 및 정리공정이 5명, 부분 및 조립공정이 10명이므로 합계 15명을 기준으로 각 부위별 인원(표 7 참조)을 부위별 시간의 점유율에 따라 인원을 계산하였으며, 최적의 인원편성은

앞판 2명, 뒤판과 플랩 3명, 고리와 벨트 2명, 카브라와 안감 2명 그리고 조립공정에 6명이 산출되었다. 또한 소요기계 및 설비는 본봉재봉기 10대, 다리미 6개, 보조대 6대 등을 필요로 하였다.

3.5 공정편성

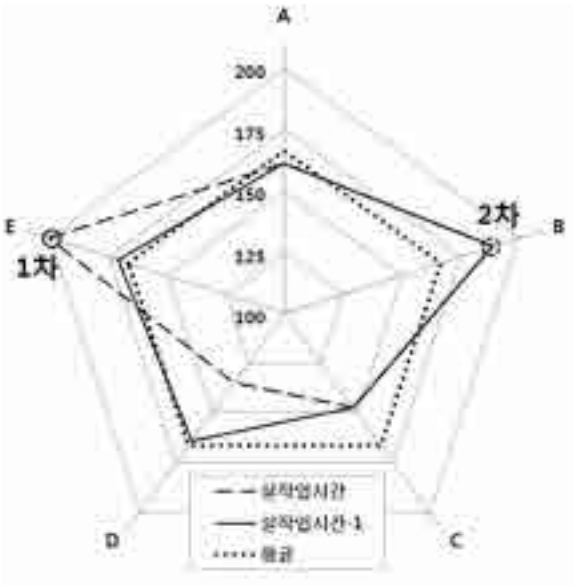
라인작업에서 피치타임은 작업시간이 가장 많은 공정에 의해 결정된다. 그러므로 애로공정이 피치타임이 된다. 흐름생산에서 생산량을 늘리기 위해서는 애로공정에 걸리는 작업부하를 줄여야 한다. 이를 위해서 공정별 소요시간이 균형상태가 되도록 작업순서나 설비를 배치하여, 노동력과 생산설비를 최대한 이용하고, 제품별 배치에서는 공정 간의 작업시간이 균형을 이루어 유휴시간을 최소화하기 위하여 공정 간 작업 활동시간을 배분하는 것이다.

$$EOB = \sum cpt / Bct \times n$$

(Bct : 애로공정 시간, n : 인원)

3.5.1 준비 및 정리공정의 공정편성

1차 산출한 편성효율을 중심으로 공정의 흐름을 관찰하고, 작업량이 집중된 E의 작업량 중 일부(29공정)를 작업량이 적은 작업자(D)에게 재배치하였다. 그 결과 88.3%(손실률은 11.7%)의 편성효율이 산출되었다. 1차 편성 결과, 효율은 85% 이상이 산출되



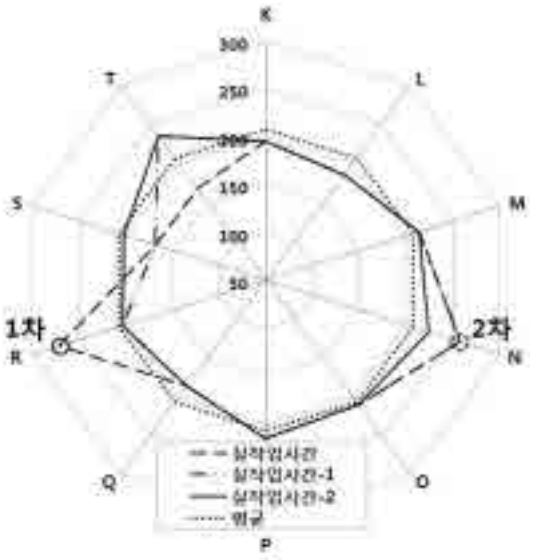
[그림 3] 준비 및 정리공정의 피치 다이어그램

었으나, 작업자간의 시간의 범위는 41초(188.6초-147.6초)로 넓었으므로 이를 줄이고, 균등한 편성을 하기 위하여 B의 77공정을 분할(1/2)하여 C에게 분배하였다.

그 결과 작업자간의 시간 범위는 65.5초에서 10.1(171.2-161.1)초로 좁아졌으며, 편성효율은 97.3%(손실률 2.7%)로 산출되었다. 그리고 제품 제작시 작업량이 균등하게 할당되도록 공정을 편성하기 위하여 업체에 대한 사전분석 후, 시간측정에 따른 연구자료를 분석하여 개선시킨 1, 2차 개인별 실 작업시간의 변화를 [그림 3]에 제시하였다.

3.5.2 부분 및 조립 봉제의 공정편성

1차 편성 결과, 기준효율인 85%를 충족시키지 못하였으므로 산출한 편성효율을 중심으로 공정의 흐름을 관찰하고, 작업자들 간의 시간 범위가 90.6초(258.4초-167.8초)로 넓었으므로 이를 줄이고, 균등한 편성을 하기 위하여 N(258.4초)의 71공정을 작업량이 적은 S에게 편성하였다.



[그림 4] 부분 및 조립공정의 피치 다이어그램

그 결과 작업자간의 시간 범위는 50.7초로 좁아졌으며, 편성효율은 87.6%(손실률 12.4%)로 산출되었다. 그리고 제품 제작시 작업량이 균등하게 할당되도록 공정을 편성하기 위하여 업체에 대한 사전분석 후, 시간측정에 따른 연구 자료를 분석하여 개선시킨 1, 2차 개인별 실 작업시간의 변화를 [그림 4]에 제시하였다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서 봉제 생산라인의 일관된 흐름 유지를 하기 위하여 팬츠의 공정 분석, 작업시간 측정 그

리고 실 작업시간을 산출하여, 공정을 편성한 결과는 다음과 같다.

1. 현장분석 결과, 업체의 1일 작업시간은 9시간이며, 작업자는 관리자를 포함하여 26명으로 구성되었다. 봉제작업은 스트레이트라인으로 운영되었으며, 일부 특수재봉기 공정은 외주에서 제작하고, 조립은 내부에서 실시하였다. 작업교체는 월평균 2~3회로 다음 작업의 준비나 여유가 부족하여 생산관리에 어려움이 있었다.

2. 시간측정 결과, 팬츠 1매는 83공정으로 구성되었으며, 작업시간은 3509.5초가 소요되었다. 작업 중에 발생되는 작업자의 여유행동을 제거하기 위하여 관리한계를 설정하여 산출한 순 작업시간은 2882.1초였다. 또한 작업시간과 순 작업시간의 차이는 628.2초였으며, 총 작업시간의 17.9%를 점유하였다. 그리고 공정별 측정시간에 작업자의 숙련도와 노력계수를 적용한 실 작업시간은 3005.8초였으며, 작업자별 평균은 준비 및 정리공정이 166.6초(BPT), 부분 및 조립 봉제공정의 작업자별 평균은 207.4초(BPT)였다.

3. 편성효율은 준비 및 정리공정에서 83.1%, 부분 및 조립 봉제공정에서 76.3%였으므로, 기준율 85%를 충족시키지 못하여 재편성이 요구되었다. 또한 애로공정과 주요공정을 이용하여 산출한 필요인원은 36명이었다. 1차 산출된 편성효율과 필요인원을 중심으로 관찰하고, 집중된 작업자의 작업량 중 일부 공정을 이동과 분할을 실시한 결과, 준비 및 정리공정의 편성효율은 97.3%(손실률 2.7%), 부분 및 조립공정의 편성효율은 87.6%(손실률 12.4%)로 산출되었다.

이상과 같이 라인작업의 공정편성은 작업자의 유휴시간을 최소화하고, 작업자의 기능수준, 노력도 그리고 작업태도 등을 고려하여 편성함으로서 생산성을 향상시키고, 효율을 높일 수 있으리라 본다.

또한 본 연구는 특정지역, 특정업체의 특정 디자인을 대상으로 연구하였으므로 의류 전체로 확대하여 해석하는 것은 신중을 기해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김순분, 김진선, 남윤자, 이형숙, 최경미 (2006). 『의류 생산관리전문가 훈련과정 ①』. 서울: 한국섬유 산업 연합. 179~181.
- 김진선 (2008). 여성 재킷 생산을 위한 작업관리연구. 『대구미래대학 논문집』, 26, 75-90.
- 권미세 (1974). 봉제공정의 라인밸런싱을 위한 통계적 연구. 『의류텍스타일 연구』, 4, 72.
- 생산지시서(OLIVE DES OLIVE). (2009). style no. OW9A-L305-s.
- 정병용 (2003). 『작업 분석 및 관리』. 서울 : 한성학대학교 출판부.
- 정준열 (1994). 『다품종 소량생산과 조기대응시스템 (의류제품을 중심으로)』. 서울 : 중소기업진흥공단.
- 한국봉제과학연구소 (1993).『봉제과학(생산관리 기본기술편)』, 62.
- Lowry, S. M., Maynard, H. B., & Stepemerten, G. J. (1940). 『Time and Motion Study』, New York : McGraw-Hill co Inc.