

자동차 조립공정 부품공급 작업자별 부하밸런스 평준화 알고리즘 연구

장정환* · 장청윤* · 전욱* · 조용철** · 김유성*** · 배상돈*** · 강두석*** · 이재웅*** · 이창호*
*인하대학교 산업경영공학과 · **한국항만연수원 인천연수원 · ***기아자동차 광주차량생기

A Study on the Improvement of Load Balance for Materials Supply Worker in Automobile Assembly Line

Jung-Hwan Jang* · Jing-Lun Jang* · Yu Quan* · Yong-Chul Jho** · Yu-Seong Kim***

Sang-Don Bae*** · Du-Seok Kang*** · Jae-Woong Lee*** · Chang-Ho Lee*

*Department of Industrial Engineering, INHA University

**Korea Port Training Institute Incheon

***KIA AUTOBILE Kwang-Ju Vehicle Manufacturing Engineering Team

Abstract

The efficiency of the purchasing and procurement logistics is important in automotive industry. The rationalization of production system is directly impact on productivity and quality. For this reason importance of logistics is high. Despite we are continuously making effort, our country are still below the level than developed country on logistics efficiency. Rising labor costs is an important factor in increasing logistics costs. So workforce reduction in logistics department is a large part. We deal with A-company inbound logistics, especially procurement logistics in automotive logistics as research object. So in this study we do research on work load balance about workers.

We do research on 1,475 kinds of components in procurement process. We applied work load balance algorithm on chassis, final, sequence, trim warehouses workers. According to number of workers and average M/H, algorithm is applied in two ways. After applied work load balance algorithm we reduced numbers of workers from 28 to 20 and improved worker load balance rate from 47.1% to 93.7%

Keywords : Load Balance, Automobile Assembly Line, Line Balancing

1. 서론

자동차는 수천 개 이상의 부품으로 이루어져 있으며, 최근 많은 부품들이 모듈화 되어 완성체 업체가 관리해야 할 부품의 종류는 줄어들었지만 여전히 많은 수의 부품을 조달하여 조립하고 있다. 따라서 구매와 조달물류의 효율성이 중요하며, 생산시스템을 포함한 물

류체계의 합리화가 생산성, 품질 등과 직결되기 때문에 물류의 중요성은 매우 높다고 할 수 있다.

하지만 우리나라의 물류효율성은 지속적인 노력을 하였음에도 불구하고 선진국의 수준에는 못 미치고 있다. 2012년 한국교통연구원 발표에 의하면 GDP 대비 국가물류비는 한국이 11.94%로 미국 7.98%, 2010년의 일본 7.46%에 비해 높은 것으로 나타났다.

† 본 논문은 보안상의 이유로 가공된 수치를 사용하였기 때문에 실제현황과는 상이하다.

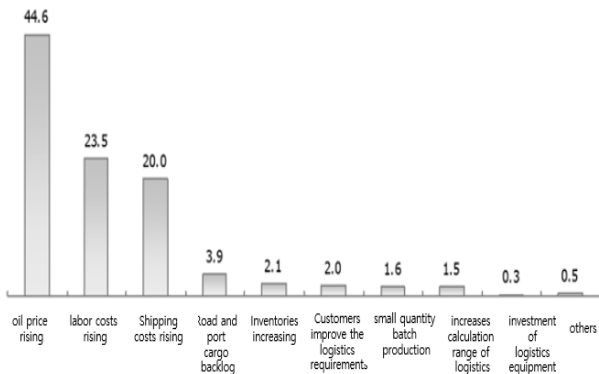
† 본 연구는 현대엔지비 지원에 의하여 연구되었음.

† Corresponding Author : Chang-Ho Lee, Industrial Engineering, INHA UNIVERSITY, 100, inha-ro, Nam-gu, Incheon, E-mail: lch5601@inha.ac.kr

Received October 20, 2016; Revision Received November 19, 2016; Accepted December 11, 2016.

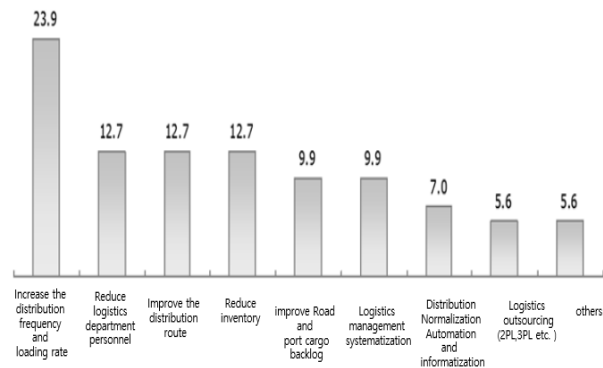
매출액대비 기업물류비는 2011년 기준으로 한국은 8.03%로 집계되어 2009년 집계된 일본의 4.8% 대비 약 2배 정도 높아 여러 면에서 물류효율 향상을 위한 개선이 요구되고 있다.

이에 따라 정부에서는 물류비 절감을 위한 다양한 정책을 시행하고 있으며, 2013년 발표된 국토교통부 중장기 물류 기술 개발 로드맵은 물류시설 및 성능향상을 통해 인건비 40% 감축, 처리속도 2배, 처리용량 2배와 함께 재고관리비 10% 감축 및 매출액 20% 증대를 목표로 하고 있다.



[Figure 1] Causes of Logistics Costs Increase

물류비 절감을 위해서는 물류시설 및 장비의 개선과 함께 물류인원의 공수 관리가 중요하다. [Figure 1]은 물류비 증가 요인을 보여주는데 물류비 증가요인으로 인건비 상승과 [Figure 2]의 감소요인으로 물류부문 인력 감축으로 나타난 것과 같이 인력관리의 필요성을 확인할 수 있다.



[Figure 2] Causes of Logistics Costs Decrease

따라서 본 논문에서는 자동차 물류 중 조달물류에서 조립라인에 자재를 조달하는 A사의 사내 물류부문을 대상으로 하여 일부 불출자에게 편중된 물류작업을 평준화할 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였다.

2. 이론적 배경

2.1 라인밸런싱

라인밸런싱은 작업량의 균등 배정을 통하여 주어진 생산자원을 최대한 활용하고, 따라서 최소의 비용으로 최고의 생산성을 달성할 수 있다는 논리를 바탕으로 한다. 작업배정이 완료되면 생산자원은 모든 요소작업을 수행 할 수 있는 능력이 있는 경우에도 제품의 흐름 속도에 따라 배정된 일정 부분의 작업만을 수행하게 된다. 라인밸런싱에서 각 자원에 할당하는 작업의 양을 시간으로 표현하기 위하여 표준시간이 이용된다. 조립라인을 설계하는 당시에는 어느 작업자가 어떤 작업장을 담당하게 될지 결정되지 않는 상태가 일반적이므로 보통 정도의 숙련도를 가진 작업자가 정상적인 작업환경 하에서 보통의 작업속도로 작업할 때 소요되는 시간인 표준시간을 이용하는 것을 당연하게 생각할 수 있다. 하지만 현실에서 작업자는 숙련도나 개인의 능력 등에 의하여 작업속도에 차이가 난다. 이와 같은 경우는 이론적으로 산출된 라인밸런싱 효율과는 다르게 가장 느린 작업자의 작업속도에 의하여 효율이 결정된다. 또한, 표준시간을 기반으로 결정된 할당의 결과는 유연성의 측면에서도 문제가 있다. 즉, 생산시스템에서의 변동이나 불확실성을 고려하지 않고 있다. 제품의 종류가 점점 다양해지고 수명주기가 단기화 되는 시장 환경에서 생산시스템의 유연성을 갖추는 것이 필연적이다. 또한 이직률이 증가하고 각 자원의 능력이 상이한 경우에 일반적인 상황에서 각 자원의 작업을 고정하여 할당하는 것에 생산성의 손실로 이어지는 경우가 많다. 본 논문에서는 이러한 라인밸런싱의 개념을 물류작업에 적용하였다.

2.2 관련연구

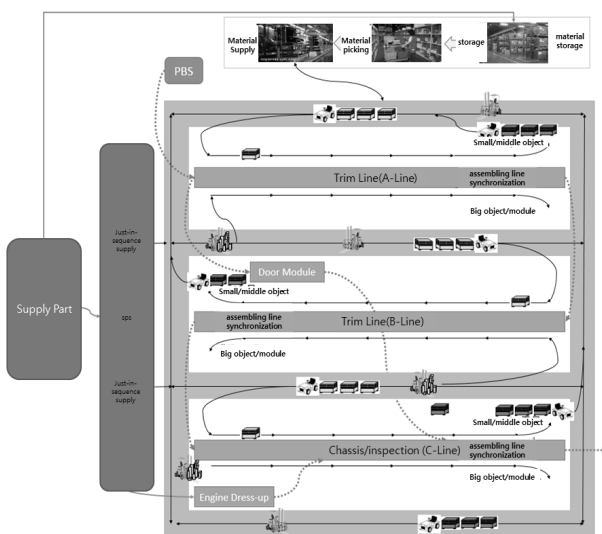
라인밸런싱에 관한 연구는 특정한 작업장을 대상으로 하여 작업부하를 분배하는 방향의 연구가 주를 이루고 있다. 대부분 연구는 작업장에서의 사이클타임 감소, 작업자 최소화, 편성효율 증대를 주목적으로 진행하였고, 일부 연구는 작업자의 작업부하를 줄이기 위한 것으로도 이루어졌다. 대표적으로 혼합모델 조립라인에서 작업부하의 평활화를 위한 유전알고리즘 연구에서는 혼합모델 조립라인에서 발견된 정보를 유전 연산자와 결합시켜 새로운 유전알고리즘을 적용하여 작업수와 작업장 수가 많은 경우에 특화하여 기존의 알고리즘보다 향상된 결과를 보여주었다. 유전알고리즘을 이용한 블록조립공장의 생산일정계획 연구에서는 마찬가지로 유전알고리즘을 적용

하여 다수의 작업부서에서 계획기간에 걸친 조립장 전체의 작업량을 평균화하고, 전체 작업기간에 따라 작업량을 배분하는 연구를 진행하여 실행시간 측면에서 작업부하 평균화의 가능성을 확인하였다. 작업자의 육체적인 부하를 고려한 연구로는 작업시간과 육체적인 작업부하를 고려한 혼합모델 조립공정의 라인밸런싱 연구가 있다. 해당 연구에서는 작업시간과 작업부하를 동시에 고려하여 라인밸런싱 모델에 Chebyshev목표계획법을 적용하여 두 가지 요인들의 비중을 조절하여 밸런싱 결과를 도출하는 방안을 연구하였다.

3. 본론

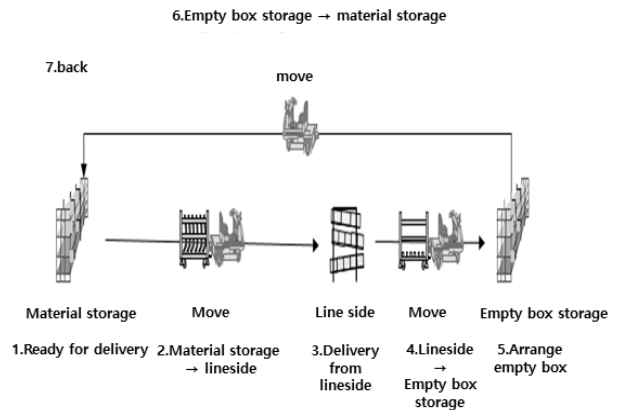
3.1 자재조달 물류의 프로세스 및 작업

자동차 공장의 조립라인에서 자재조달 물류 프로세스는 [Figure 3]과 같다.



[Figure 3] Material supply in automobile factory

조달물류는 크게 일반불출로 이루어지는 부품과 서열화 작업 후 불출되는 서열부품을 대상으로 하는 물류로 분류된다. 본 논문에서는 일반불출로 이루어지는 부품 1,475가지 품목의 부품을 대상으로 진행하였으며 일반 불출 물류 작업의 프로세스는 [Figure 4]와 같이 부품창고에서 이루어지는 불출준비부터 부품을 라인사이드에 배송하고 다시 자재 창고로 복귀하는 순서로 이루어지고 있다.



[Figure 4] Material supply process in A automobile factory

3.2 부하 평균화의 필요성

완성차 조립생산 라인의 부품 불출작업자수는 새시 창고에 7명, 화이날 창고에 9명, 서열창고에 3명, 트림 창고에 9명으로 총 28명이 배치되어 작업 하고 있다. 전체 불출자의 공수 평균은 0.797이고 작업자별 부하 밸런스율은 47.1%로 수치상으로 문제가 있어 보이기 때문에 불출자별로 분석하여 문제점을 파악할 수 있다. 여기서 말하는 작업자별 부하 밸런스율은 라인 밸런스율을 참고로 하여 정의할 수 있다. 라인밸런스 효율 (LOB, Line of Balance)은 흐름공정에서 각 작업자별 작업시간의 균형을 표시하는 지수로 이용되며 계산식은 다음과 같다.

$$LOB = \frac{\text{각 공정시간의 합계}}{\text{(가장 큰 공정의 시간} \times \text{공정수)}}$$

이에 본 논문에서는 각 작업자별 작업시간의 균형을 표시하는 지수로 작업자별 부하 밸런스율로 정의 하고 다음의 계산식에 따라 산출하였다.

$$\text{작업자별 부하 밸런스율} = \frac{\text{전체 M/H합계}}{\text{(불출자 중 M/H 최대 값} \times \text{불출자수)}}$$

<Table 1> Workers' Load Balance

stock-out process	number of stock-out assistant	stock-out assistant	workload banlancing	total number of stock-out
Chassis	7	C1	0.28	28
		C2	0.21	
		C3	0.30	
		C4	0.63	
		C5	0.43	
		C6	0.52	
		C7	0.50	
final	9	F1	1.69	
		F2	1.26	
		F3	0.51	
		F4	0.80	
		F5	1.43	
		F6	1.65	
		F7	0.39	
		F8	0.48	
		F9	0.56	
sequence parts	3	K1	1.48	
		K2	1.24	
		K3	0.48	
trim	9	T1	0.82	
		T2	0.99	
		T3	0.83	
		T4	0.83	
		T5	0.94	
		T6	1.58	
		T7	0.48	
		T8	0.44	
		T9	0.57	

<Table 1>은 불출자별로 공수를 계산한 결과이다. C(새시) 창고의 불출자들을 보면 대부분 불출자의 공수가 0.5M/H 이하로 작업 부하가 없으며 오히려 여유롭게 작업하고 있음을 알 수 있다. F(화이날) 창고의 경우 F1, F2, F5, F6 불출자는 공수가 1M/H 이상으로 작업 부하가 심한 반면 F3, F4, F7, F8, F9 불출자는 공수가 상대적으로 낮으며 작업의 부하가 일부 작업자에게 편중 된 것을 알 수 있다. K(서열) 창고에서는 K1, K2 불출자에 작업 부하가 편중되었으며, T(트림) 창고에서는 T6 불출자에게 작업 부하가 편중 된 것을 알 수 있다.

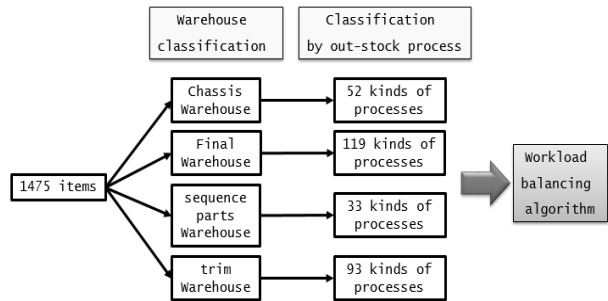
이와 같이 일부 작업자에게 작업 부하가 편중 되거나 작업량이 적어 여유가 많은 불출자가 있기 때문에 작업 부하의 평준화를 위한 작업의 재분배가 필요한 것을 알 수 있다.

3.3 부하 평준화 방법

3.3.1 제약조건

일반 불출 물류 작업으로 분류된 1,475가지 품목의 부품은 새시, 화이날, 서열, 트림창고에 보관되어 있다. 새시창고에는 52가지 공정으로 불출되고, 화이날 창고에서는 119가지 공정으로 불출, 서열 창고에서는 33가지 공정으로 불출, 트림창고에서는 93가지 공정으로 불

출된다. [Figure 5]과 같이 1,457가지의 아이TEM은 부하 평준화 알고리즘으로 계산하기 위해 다음의 제약 조건을 가진다.



[Figure 5] Storage release Process

1,475가지 아이TEM을 불출하는 불출자는 현재 새시창고에 7명, 화이날 창고에 9명, 서열 창고에 3명, 트림 창고에 9명으로 총 28명이 배치되어 있다. 각각의 아이TEM이 불출 될 공정과 용도는 정해져 있기 때문에 창고 지간에는 물량을 전달할 수 없다. 따라서 새시창고에서 처리해야할 물량은 새시창고에 배치된 7명 지간에서만 이동할 수 있으며, 나머지 창고 또한 동일한 조건을 가지게 된다.

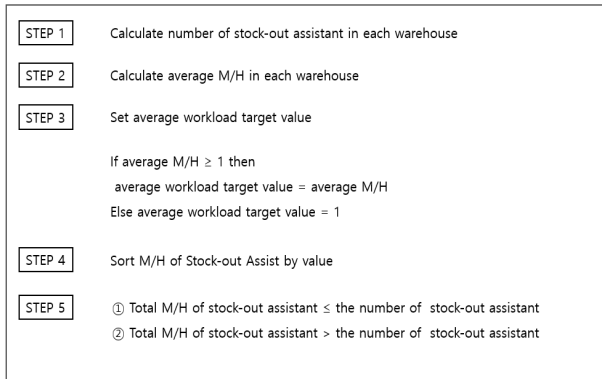
또한 하나의 공정에는 여러 종류의 아이TEM이 동시에 투입되기 때문에 동일공정에 투입되는 아이TEM 묶음 단위로 불출자에 분배하게 된다. 아이TEM 품목 단위로 불출자에게 분배하게 되면 불출시 경유해야하는 공정이 많아져 오히려 공수가 증가하기 때문이다.

3.3.2 부하 평준화 알고리즘

본 논문에서 부하 평준화 알고리즘은 크게 두 가지의 경우의 조건에 따라 달리 적용 된다.

첫 번째 경우는 창고 내 불출자들의 공수 합보다 실제 불출자수가 많은 경우이다. 새시창고를 예로 들면 불출자수는 7명이고, 공수의 총 합은 2.9M/H이다. 이 경우에는 최대의 공수를 가진 불출자에게 최소 공수를 가진 불출자의 물량을 이관하여 불출자를 제거해 나가는 알고리즘을 적용한다. 공수의 총 합이 실제 불출자보다 작기 때문에 작업 인원을 줄이는 것이 가능하다.

두 번째 경우는 창고 내 불출자들의 공수 합보다 실제 불출자수가 적은 경우이다. 서열창고를 예로 들면 불출자수는 3명이고, 공수의 합계는 3.2M/H이다. 이 경우에는 최대값의 공수를 가진 불출자의 물량을 줄이고 다른 작업자에게 채워가는 알고리즘을 적용하게 된다. 공수의 총 합이 실제 불출자보다 크기 때문에 작업 인원을 줄이는 것 보다는 작업을 평준화시키는 것이 가능하다.



[Figure 6] Load Balance Algorithm (1)

[Figure 6]은 부하 평준화 알고리즘에서 창고별 공수 평균에 따라 작업평준화 목표 값을 설정하고, 첫 번째와 두 번째 경우에 따라 다른 알고리즘을 적용하기 위해 판별하는 부분을 나타낸다.

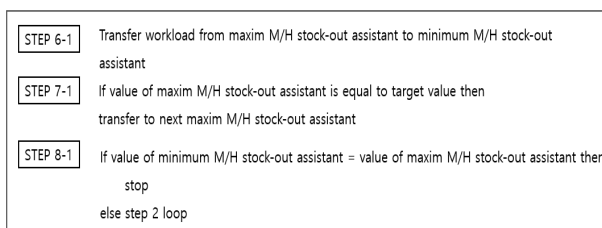
STEP 1에서는 창고별로 창고내의 불출자수를 계산하여 인원수를 파악한다.

STEP 2에서는 불출자별 표준공수 합을 구하고, 창고 내 불출자들의 표준공수의 평균을 구한다.

STEP 3에서는 작업 평준화 목표 값을 설정한다. 목표 값은 창고별 공수의 평균값을 1M/H를 기준으로 하여 판별한다. 공수 평균값이 1M/H 보다 크거나 같을 경우 목표 값은 공수 평균값으로 설정되고, 1M/H 보다 작을 경우 1M/H로 설정된다.

STEP 4에서는 창고 내 불출자의 공수가 높은 순으로 나열한다. 이는 첫 번째와 두 번째 경우에 적용되는 알고리즘 모두 최대 공수를 가진 불출자를 시작점으로 하여 물량을 이관하기 때문이다.

STEP 5에서는 두 가지 경우에 따라 어떠한 알고리즘을 적용할 것인지 판별하는 단계이다. 판별은 창고 내 불출자들의 공수 합이 실제 불출자수 보다 크거나 작은지에 따라 판별한다.



[Figure 7] Load Balance Algorithm (2)

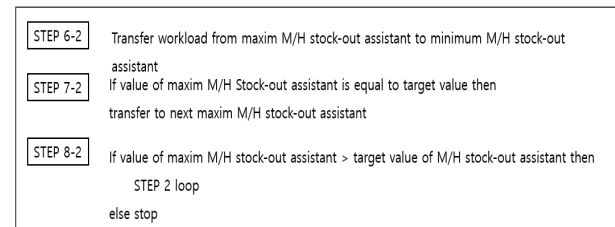
[Figure 7]은 창고 내 불출자들의 공수 합보다 실제 불출자수가 많을 경우 적용되는 알고리즘을 나타낸다.

STEP 6-1에서는 최대 공수를 가진 불출자에게 최

소 공수를 가진 불출자의 물량을 이관한다. 이러한 방식으로 최소 공수를 가진 불출자로부터 물량을 줄여나가면서 불출자를 줄인다.

STEP 7-1에서는 최대 공수를 가진 불출자의 공수가 작업평준화 목표 값과 같거나 크면 다음 순서의 최대 공수를 가진 불출자에게도 STEP 6-1의 방법을 적용한다.

STEP 8-1에서는 계산의 종료 지점을 설정하는 단계이다. 최대와 최소 공수 값을 가진 불출자가 동일하면 알고리즘을 종료하고, 아니면 STEP 2로 돌아가 반복 계산을 하게 된다.



[Figure 8] Load Balance Algorithm (3)

[Figure 8]는 창고 내 불출자들의 공수 합보다 실제 불출자수가 적을 경우 적용되는 알고리즘을 나타낸다.

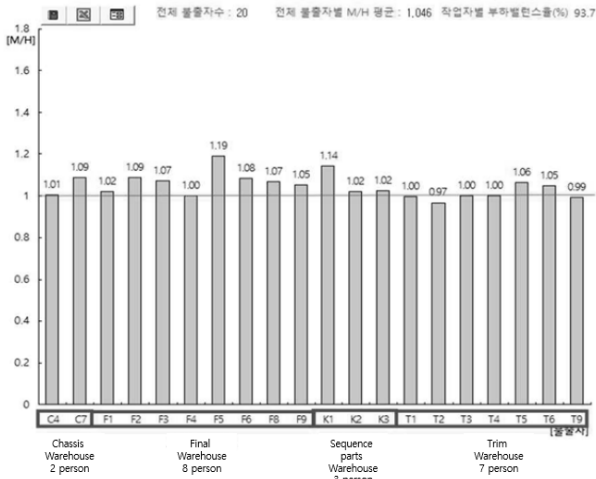
STEP 6-2에서는 최대 공수를 가진 불출자의 물량을 최소 공수를 가진 불출자에게 이관한다. 이러한 방식으로 최대 공수를 가진 불출자부터 물량을 줄여나가 평준화 하여 나간다.

STEP 7-2에서는 최대 공수를 가진 불출자의 공수가 작업평준화 목표 값과 같거나 작으면 다음 순서의 최대 공수 값을 가진 불출자에게도 STEP 6-2의 방법을 적용한다.

STEP 8-2에서는 계산의 종료 지점을 설정하는 단계이다. 최대 공수 값을 가진 불출자가 작업평준화 목표 값 보다 작으면 STEP 2로 돌아가 반복 계산을 하게 되고 반대의 경우 알고리즘을 종료한다.

3.4 부하 평준화 알고리즘 적용 결과

[Table 1]에서와 같이 작업평준화 전 전체 불출자수는 28명이고 평균 공수는 0.797M/H이며, 작업자별 부하밸런스는 47.1%로 계산되었다. 작업 평준화 알고리즘을 적용한 결과 [Figure 9]와 같이 전체 불출자수는 8명이 감소된 20명으로 되었고, 평균공수는 1.046M/H, 작업자별 부하밸런스는 93.7%로 개선된 것을 알 수 있다.



[Figure 9] After Load Balance Algorithm

<Table 2>에서 작업 평준화 전과 후를 비교하여 보면 새시창고 불출자수는 7명에서 2명으로, 화이날 창고는 9명에서 8명으로, 트림창고는 9명에서 7명으로 감소한 것을 알 수 있다. 서열 창고만 인원은 그대로 유지하고 공수만 약 1 정도로 평준화 되었다.

<Table 2> Before & After Load Balance Algorithm

AS-IS						TO-BE			
total number of stock-out	stock-out process	number of stock-out	stock-out assistant	workload balancing	average M/H	average M/H	workload balancing	number of stock-out assistant	total number of stock-out
28	Chassis	7	C1	0.28	0.80	1.05	0	2	20
			C2	0.21					
			C3	0.30					
			C4	0.63					
			C5	0.43					
			C6	0.52					
			C7	0.50					
	final	9	F1	1.69			1.02		
			F2	1.26			1.09		
			F3	0.51			1.07		
			F4	0.80			1.00		
			F5	1.43			1.19		
			F6	1.65			1.08		
			F7	0.39			1.07		
			F8	0.48			1.05		
			F9	0.56			0		
	sequence part	3	K1	1.48			1.14		
			K2	1.24			1.02		
			K3	0.48			1.02		
trim	9	T1	0.82	1.00					
		T2	0.99	0.97					
		T3	0.83	1.00					
		T4	0.83	1.00					
		T5	0.94	1.06					
		T6	1.58	1.05					
		T7	0.48	0.99					
		T8	0.44	0					
		T9	0.57	0					

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 자동차 산업에 대한 조달물류의 중요성과 생산시스템을 포함한 물류체계의 합리화 생산 필요성을 인식하고 A자동차의 사내물류인 조달물류에서 조립라인으로 자재를 조달하는 물류작업을 평준화할 수 있는 알고리즘을 적용하여 분석하였다. 평준화 알고리즘에서는 표준공수의 목표 값을 설정하고 불출자들의 공수 합이 실제 불출자수보다 큰 경우와 작은 경우

를 고려하여 분석하였다. 그 결과 평준화 알고리즘 적용 후 불출자가 줄어든 것과 부하밸런스가 개선된 것을 확인할 수 있었지만 물량을 이관할 때 물량의 단위가 하나의 품목이 아니라 동일공정으로 이동하는 품목이기 때문에 목표 값에 정확히 맞추다 보면 매우 작은 공수를 가진 작업자가 생성될 수 있으므로 공수를 정확히 맞추기는 어렵다.

향후 연구로는 작업 평준화 목표 값을 정확히 맞추어 새로운 작업자가 생성되는 것을 고려하여 작업자의 부하율을 낮추고 새로 생성된 작업자를 포함한 부하 평준화에 대한 알고리즘 개발과 분석이 필요하다.

5. References

- [1] Dong-Su Kang.(2013), “Case Studies on Operation Effects of Integrated Local Autoparts Supply Logistics”, Dong-Eui University Master’s Thesis.
- [2] Du-Ri Kim.(2014), “A Comparative Study on Logistics Outsourcing Types in the Automotive Company”, Chung-ang University Master’s Thesis.
- [3] Hee-Young Kang, (2007), “Effectiveness Analysis of Bucket Brigade in Manufacturing and Logistics Systems”, Pukyong National University Master’s Thesis.
- [4] Jae dong, Lee, Yu shin, Hong.(1994), “A Production Schedule for Load Leveling in a Block Assembly Shop”, IE interfaces, 7(2).
- [5] Pyong-Hoe Ku, Hee-Yong Kang.(2006), “Application of Bucket Brigade in Manufacturing and Logistics Systems”, Collection of Dissertations in Spring Conference, Korean Institute of Industrial Engineers, 2006(5).
- [6] Pyong-Hoe Ku.(2009), “Application of Bucket Brigades in Assembly Cells for Self Work Balancing”, IE Interfaces, 22(2).
- [7] Soo-Min Lim, Ju-Yeon Lee, Hyoung-Seok Kang, Sang-Do Noh, Chu-Yol Kim, Chul-Ho Hwang.(2010), “A Study on the Automated Material Flow(Area/Flow) Analysis in Automotive Press Shop”, Transactions of Society of CAD/CAM Engineers, 2010(1).
- [8] Sung Min Moon, Keunseob Kwon, Gyunghyun

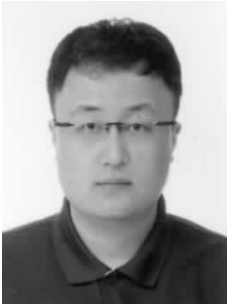
Choi.(2004), "Line Balancing for the Mixed Model Assembly Line Considering Processing Time and Physical Workloads", IE interfaces, 17(3).

[9] Yeo Keun Kim, Soo Yeon Lee, Yong Ju

Kim.(1997), "A Genetic Algorithm for Improving the Workload Smoothness in Mixed Model Assembly Lines", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 23(3).

저자 소개

장정환



한라대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 인하대학교 산업공학과 박사과정 중.
관심분야 : RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발 등

김유성



조선대학교 학사 취득.
기아자동차광주차량생기팀 재직 중.
관심분야 : 생산기술

장청윤



남서울대학교 산업경영공학과 공학사 취득. 인하대학교 산업공학과 석사 및 박사취득.
관심분야 : SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발 등

배상돈



전남대학교 학사 취득.
기아자동차광주차량생기팀 재직 중.
관심분야 : 생산기술

전욱



중국 길림건축공정대학교 공학사 취득. 중국 연변대학교 석사 취득. 현재 인하대학교 산업경영공학과 박사과정 중.
관심분야 : 물류, SCM, ERP 등

강두석



전남대학교 학사 취득.
기아자동차광주차량생기팀 재직 중.
관심분야 : 생산기술

이재용



전남대학교 학사 취득.
기아자동차광주차량생기팀 재직 중.
관심분야 : 생산기술

이창호



인하대학교 산업공학과 학사 취득.
한국과학기술원 산업공학과 석사, 경영과학과 공학박사 취득.
현재 인하대학교 교수로 재직 중.
관심분야 : 물류, RFID, SCM 등

조용철



인하대학교 산업공학과 공학사,
공학석사 취득. 동 대학원에서 공
학박사 취득. 현재 한국항만연수
원 인천연수원 교수로 재직 중.
관심분야 : ERP, SCM, 항만물류,
RFID, EPCglobal Network