

# 자동차 공장에 동기화 생산 적용 연구 -중국 H 자동차를 중심으로-

장 청 윤\* · 이 두 용\* · 장 정 환\* · 유 성 희\*\* · 이 창 호\*

\*인하대학교 산업공학과 · \*\*H자동차

## A Study on Application of Synchronized Production System for H Automobile Plant in China

Jing-Lun Zhang\* · Doo-Yong Lee\* · Jung-Hwan Jang\* · Sung-Hee Yoo\*\* · Chang-Ho Lee\*

\*Department of Industrial Engineering, INHA University · \*\*H Motor in China

### Abstract

Automobile market was grown up by 1.7% at the first half of 2012 comparison with 2011 in China and this growth trend will be continued for a while. Under this market environment the China automobile companies expand the production capacity and result in heightening the intense competition for companies. This paper deals with the more efficient production line and production logistics through SPS(Synchronized Production System) with construction of MES(Manufacturing Execution System) in H automobile company in China. In plastic painting line we can simultaneously prepare the production quantity and delivery time according to assembly production plan by introducing MES. We can reduce the excess production and result in extreme reduction of inventory.

**Keywords:** 동기화 생산, 생산물류, SPS(Synchronized Production System), MES(Manufacturing Execution System)

### 1. 서 론

중국 자동차시장은 중국의 경제 발전과 맞물려 성장하였으며 글로벌 자동차업체들은 이에 발맞춰 중국 내 공장 증설을 지속하였다. 중국에 자가용 수요가 급증하고 부동산 투자열기가 식으면서 2011년 1~11월 5.26%로 주춤했던 승용차 판매 증가 속도가 2012년 2분기에 15%로 회복될 전망이다[1][5].

또한 중국 정부는 이번 하반기부터 수요 진작을 위한 경기부양책 및 보조금 지원책을 실시할 계획이다. 우선 지난해 10월 지원 대상을 대폭 축소하였던 에너지절약차량 보조금 지원 정책을 총 60억 위안을 투자하여 확대 적용할 방침이다. 이를 통해 약 200만 대의

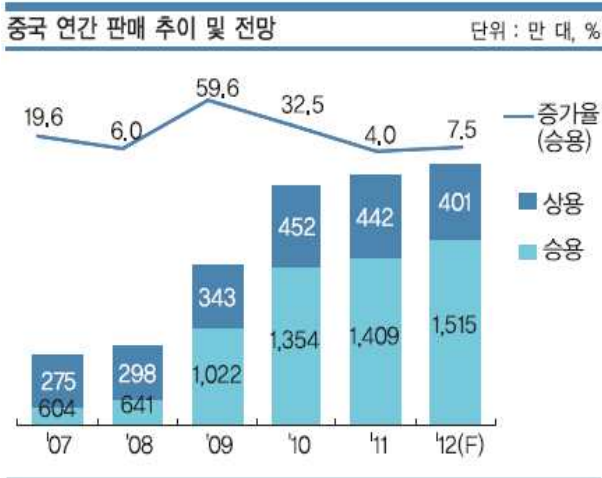
수혜 차량이 발생할 것으로 예상된다. 이에 따라 중국 자동차 시장의 최대 특징으로는 신차 투입 확대가 예상되며 앞으로 자동차 생산업체들의 인센티브 및 가격 경쟁이 심화될 전망이다. 특히 프리미엄 브랜드들의 고급차 가격 인하가 하위 차급까지 영향을 미치면서 전 차급으로 인센티브 경쟁이 확산될 양상이다. 업체 간 가격경쟁 심화는 생산능력 확대에 따른 공급 과잉에서 비롯되는데 하반기에는 베이징현대(40만대), 동평혼다(5만대), 상하이폭스바겐(5만대) 등 업체들의 공급 확대가 지속될 것으로 보여 공급 과잉으로 인한 가격 경쟁이 당분간 격화될 전망이며 중국 자동차 연간 판매 추이 및 전망은 [Figure 1]과 같다.

† 본 연구는 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음

† 교신저자: 이창호, 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

M · P: 010-3761-2995, E-mail: lch5601@inha.ac.kr

2012년 10월 20일 접수; 2012년 12월 11일 수정본 접수; 2012년 12월 12일 게재확정



[Figure 1] 중국 연간 판매 추이 및 전망

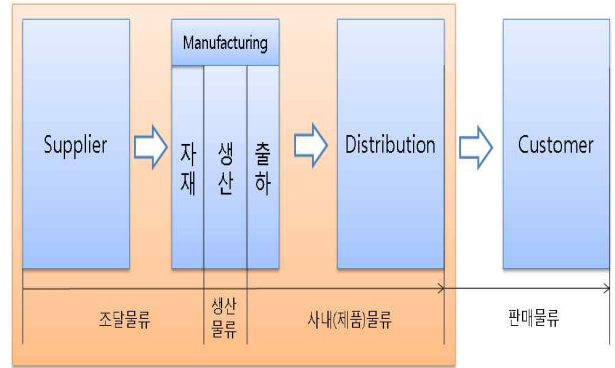
따라서 중국의 급격한 자동차 시장 환경의 변화에 적극적인 대응을 할 수 있는 효율적인 생산 방식을 도입하여 생산현장의 낭비요소를 개선할 필요성이 있다. 생산의 효율화를 위한 방안으로써 동기화 생산과 생산물류의 효율화 또한 필수 요소라 할 수 있다. 동기화 생산과 생산물류의 효율화는 ERP와 같은 정보 시스템 구축을 통해 정보·관리·생산·제품·물류 등에 관련된 손실 비용을 줄임으로써 원가를 낮추고, 고객의 요구에 빠른 대응, 양질의 제품을 신속히 공급할 수 있는 체계를 갖출 수 있다[3].

본 논문에서는 MES 도입을 통해 SPS(Synchronized Production System)를 적용하여 생산물류의 효율화를 추진한 사례를 제시하고자 한다. 사례는 중국 H 자동차 공장의 플라스틱 부품 도장라인에 SPS의 적용과 생산된 부품을 조립라인까지 배송하는 생산물류에서 발생하는 낭비를 생산계획단계에서부터 감소시키고 생산물류의 효율화를 추진하여 개선한 사례를 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 생산물류

물류는 원자재의 조달에서 소비자로의 배송까지 전 단계를 망라한다. 물류 업무는 각 단계를 거침에 따라 다른 형태의 기능 및 역할을 수행하게 되는데, 물류의 영역을 제품의 이동 단계에 따라서 [Figure 2]와 같이 조달물류, 생산물류, 사내(제품)물류, 판매물류 4단계로 나뉜다. 그리고 자동차 공장에서의 SPS 동기화생산 도입은 조달물류, 사내물류, 생산물류 영역을 포함하여 추진해야 하지만, 본 논문에서는 사내물류에서 실시한 내용을 제시하고자 한다.



[Figure 2] 물류의 영역

조달물류란 제품의 생산에 소요되는 원자재가 공급자로부터 운송되어 생산자의 보관창고에 입고된 후, 생산 공정에 투입되기 직전까지의 활동을 포함한다. 이 단계는 원자재 공급자의 입장에서는 판매물류가 되고, 생산자 입장에서는 조달물류가 된다. 조달물류는 향후에 발생하는 물류업무의 시발점으로서 후속업무에 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 후속단계에서의 필요량과 필요시점을 고려하여 적절하게 관리해야 한다.

사내물류는 출하된 완제품이 판매를 위해 보관 창고에 입고되기까지의 활동을 포함한다. 판매를 위한 보관 창고는 생산자가 아닌 소비자의 분포와 관련하여 입지가 결정되고, 사내물류는 항공, 철도, 트럭 등 다양한 운송수단을 이용하여 제품들을 배송한다. 사내물류는 완제품의 형태로 관리되므로 제품물류라고도 한다.

생산물류는 물류의 범위에서 자재창고의 출고작업에서부터 생산 공정으로의 운반·하역, 입고 작업까지의 활동을 말한다. 생산물류에서는 이러한 과정을 어떻게 단축하느냐 하는 것이 핵심과제로서 운반, 하역, 창고의 자동화가 가장 중요한 관심의 초점으로 떠오르고 있다[4].

생산물류의 관리는 조달된 원자재를 고객에 대한 판매가 최종적으로 확정되기까지의 전 과정을 관리하는 활동으로 조달된 원자재를 일시적으로 한꺼번에 처리할 수 없기 때문에 제품생산과정에서 발생하는 원자재, 반제품, 재공품, 제품 등의 다양한 형태를 관리하는 것을 말한다. 물자는 정지되어 있는 순간부터 보관비 등의 비용이 발생하므로 재고를 줄이도록 노력해야 하며 공정재고의 제로화, 흐름화 및 평준화, 외주의 적정화를 통해 낭비를 줄여 나가야 한다.

### 2.2 동기화 생산

동기화 생산은 고객 수요량에 따라 각 공정들이 같은 생산 속도를 유지해 나가는 것이다. 동기화 생산의 목적은 생산현장에서의 불필요한 재고와 불필요한 노

동력을 철저히 배제하고, 생산 활동 중 발생하는 각종 낭비 요소를 제거하여 원가를 절감함으로써 기업의 최대 이익을 실현하는 것이다. 이러한 궁극적인 목적을 달성하기 위하여 동기화 생산에서는 원가절감을 가장 기본적인 목표로 삼고 있다. 이때 원가절감을 생산성 향상이라고 바꾸어 생각해도 무방하며, 이러한 기본 목표를 달성하기 위해서 제조현장에서 불필요한 요소를 철저히 배제하는 개선활동이 필요하다[2].

2.2.1 동기화 생산을 통한 낭비 제거

생산현장에서 낭비의 요소 중 과잉생산의 낭비를 해결하기 위해서는 수주에서부터 생산계획, 자재발주, 생산 및 출하에 이르기까지 생산의 전 과정에서 방법이 모색되어야 한다. 과잉생산의 해결방안으로는 준비교체 시간의 단축, 소로트 생산(이상적으로는 1개씩 흘리기), 평준화 생산, 주문 생산방식(Pull 방식, 간판), 품질 및 설비의 안정화 등이 있다. SPS도입을 통해 과잉생산으로 발생하는 낭비 요소를 제거하여 원가를 낮추는 과정을 [Figure 3]과 같이 설명할 수 있다. [Figure 3]을 보면 과잉생산의 낭비를 없애는 것은 팔리는 속도로 생산하는 것이며, 기타 낭비들을 제거하기 위해 최우선 해결해야 할 단계임을 알 수 있다. 그렇기 때문에 SPS에서는 제1차 생산의 낭비를 제거하는 것을 가장 중요한 중심과제로 생각하고 있으며 모든 공정에서 제품 및 부품을 판매 또는 후속공정 속도에 맞추어 만들어 가는 것이 동기화 생산의 가장 기본적인 과제이다. 하지만 많은 기업들은 이러한 인식을 하지 못한 채 [Figure 3]에서 오른쪽의 경로를 따라 과잉생산을 하면서 1차 낭비에서 연쇄된 2차, 3차, 4차의 낭비를 추가로 발생하게 되고 결국 제품원가 증대로 이어지게 되어 최종적으로 경쟁력이 약화되는 현상이 발생하고 있다. 따라서 이러한 낭비를 제거하기 위한 SPS에서는 생산의 평준화가 최우선으로 요구된다[2].

2.2.2 생산의 평준화

종래의 생산은 만들 수 있는 물건을 가능한 때 가능한 만큼 생산하는, 고객부재의 불요불급한 물건까지 만들어 버리는 계획생산이었다. 따라서 완제품이 많이 있어도 납기가 지연되고 결손품을 발생시키며 곳곳에 재고, 설비, 인원 등의 과잉 현상이 발생한다[2]. 이러한 현상을 개선하기 위해 생산 평준화가 필요한데 생산 평준화란 인원, 설비, 자재 등 모든 자원을 평균적으로 운영하고자 하는 것을 말한다. 일반적인 계획생산은 가능하면 월 생산물량을 한 로트에 편성하여 생산을 함으로써 준비교체 시간을 줄일 수 있는 반면 평균 재고는 증가한다. 평준화 생산에서는 가능하면 월 생산물량을 최대한 나누어 생산함으로써 고객의 요구에 신속하게 대응하고 재고가 감소하는 효과를 볼 수 있다. 일반적 계획생산과 평준화 생산의 차이는 [Table 1]과 같다.

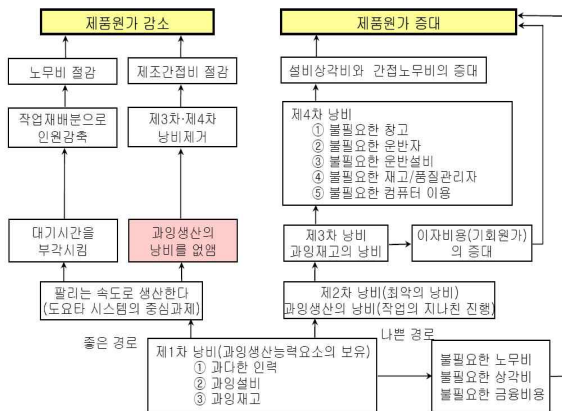
[Table 1] 일반적 계획생산과 평준화 생산 비교

일반적 계획생산		평준화 생산	
일반적 계획생산		평준화 생산	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가능하면 월 생산물량을 한 LOT에 생산</li> <li>- 준비교체의 횟수가 적음</li> <li>- 재고 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가능하면 월 생산물량을 최대한 나누어 생산</li> <li>- 준비교체의 횟수가 많음</li> <li>- 재고 감소</li> </ul>

후 공정은 선 공정으로부터 필요한 부품을 필요한 시간에 필요한 만큼 가져가는데 이 가져가는 것의 변동 폭이 크다면 후 공정은 최적의 재공재고를 항상 유지해야 한다. 이러한 적정 재고 유지를 위해서는 수요의 변화에 유연한 대응이 필요하다[6].

3. H 자동차 공장의 동기화 생산 체계 구축

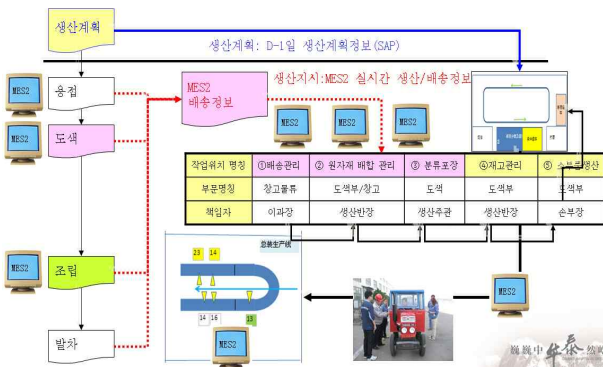
중국 H 자동차 공장에서는 기존의 조립공장에서는 부품 편성장 운영을 통해 생산 라인에 투입될 부품을 재고로 확보해 두는 형태로 운영되었다. 범퍼와 같은 플라스틱 부품의 경우 도장라인에서 생산된 부품을 가져와 조립 후 [Figure 5]의 1번 창고와 2번 부품 편성장 에 적재해두는 형태로 운영되었다. 조립공장에 투입되는 부품들은 로트의 크기와 부품별 소진 시점이 달라 일부 부품의 재고를 증가시킨다. 이러한 재고 증가로 인한 낭비 발생을 줄이고자 H 자동차는 SPS를 적용하여 낭비를 줄이기 위한 활동을 진행하였다.



[Figure 3] 과잉생산의 낭비 해결 방안

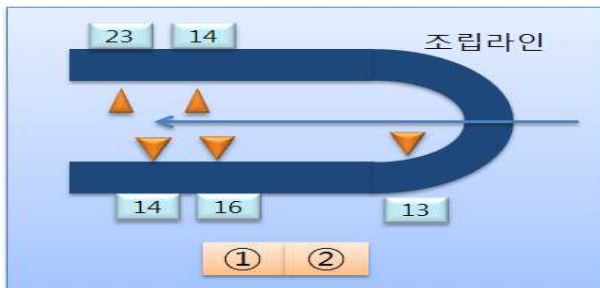
3.1 동기화 생산 시스템 적용

H 자동차에서는 당일 생산계획에 따라 차체공장, 도장공장, 조립공장 순서로 차량바디가 생산되며, MES를 도입하여 도장공장에서 차량 색상 정보가 실시간으로 플라스틱 부품 도장라인까지 제공된다. 조립공장까지 부품을 공급할 수 있도록 배송관리를 실시하였으며 생산 및 배송정보와 부품의 흐름도는 [Figure 4]와 같다. 이러한 시스템 도입을 통해 플라스틱 부품 도장라인에서는 조립라인에서 필요한 부품의 종류와, 필요 시점, 필요량을 실시간으로 파악할 수 있도록 하였다.

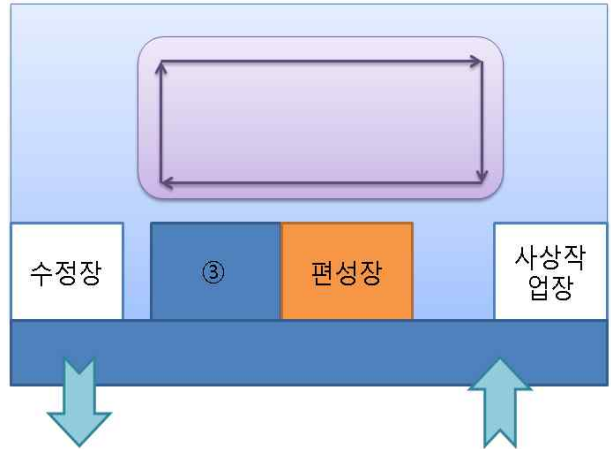


[Figure 4] 생산 및 배송정보와 부품의 흐름도

이와 함께 비효율적인 공정 또한 개선하였다. 기존에는 반제품인 플라스틱 부품을 플라스틱 부품 도장라인에서 가져와 [Figure 5]의 조립라인에서 조립 후 조립공장에 투입하는 형태였다. 이를 개선하기 위해 플라스틱 도장라인에 [Figure 6]의 3번에 해당하는 플라스틱 부품 조립장을 신설하였다. 플라스틱 부품 도장라인은 생산계획(MRP)에 따라 입력된 정보를 바탕으로 완성품 생산라인에서 필요한 부품을 바로 옆에 위치한 조립장에서 조립 후 조립공장에 위치한 부품 편성장으로 보내도록 개선하였기 때문에 MES 정보에 의해 실시간으로 생산계획, 생산지시, 배료관리, 배송관리를 동기화시킬 수 있었다.



[Figure 5] 조립라인



[Figure 6] 신플라스틱 도장 공장

조립 라인에서는 신플라스틱 도장공장에서 생산된 리어범퍼를 의장반 14작업장에서 조립한다. 번호판은 의장반 16작업장에서 조립, 프런트 그릴은 새시반 13작업장에서 조립, 프런트 범퍼는 완성반 14작업장에서 조립, 실사이드 프로텍터는 완성반 23작업장에서 조립하며, 부품은 조립라인 사이트에 로케이션별로 부품이 공급되며, 부품 편성장 운영은 조립공장 생산라인에서 생산한 만큼 신플라스틱 도장공장에서 배송되어 서열 순서대로 부품 편성장에 보관된다. SPS를 통해 조립라인에서 필요한 수량에 따라 필요한 시점에 생산된 부품들은 적시에 부품 편성장으로 보내기 위한 배송 주기와 배송량의 개선 또한 이루어졌다. 각각의 부품들은 [Figure 7]과 같이 로트의 크기가 프런트 범퍼와 리어범퍼는 최소 6~12개(차량 6~12대 조립 분량), 실사이드 프로텍터, 프런트 그릴, 번호판은 28~72개(차량 28~72대 조립 분량)로 기존 방식대로 배송한다면 조립라인에서 필요한 재고량을 초과하여 재고비용이 발생한다.

부품명	공법장비 수량(배송라인 옆)	2Bin 시스템 (최소최대)	수요시간 (최소최대)	4시간 기준(오전) (T/T:4,60개 배송횟수)	배송시간
1. 프런트 범퍼	6개X2set	6개/12개	24분/48분	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	배송: 20분 복귀: 10분 (30분)
2. 리어 범퍼	6개X2set	6개/12개	24분/48분	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	→ 오전 8회 배송
3. 실사이드 프로텍터 (Rh, Lh)	6x5=30개X2set 6x5=30개X2set	30개/60개 30개/60개	120분/240분 120분/240분	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	--- 배송: 40분 복귀: 5분 (15분)
4. 프런트 그릴	6X6=36개X2set	36개/72개	144분/288분	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	→ 오전 16회 배송
5. 번호판	4X7=28개X2set	28개/56개	112분/224분	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	

[Figure 7] 파렛트 운반 수량

따라서 동기화된 생산을 통해 만들어진 부품들 또한 조립공장에서 필요한 시점에 배송하는 것이 재고 감소에 도움이 된다. 각각 다른 부품의 로트와 조립 시 소진되는 부품의 수량을 고려하여 [Figure 8]과 같이 배송 시점을 개선하였다. 리어 범퍼와 프런트 범퍼는 부피가 크기 때문에 수납 수가 6개인 파렛트를 사용하였고 나머지 부품들은 부피가 작으므로 두 배 이상의 로트 크기로 배송할 수 있었다. 리어 범퍼와 프런트 범퍼, 번호판이 배송되고 조립이 이루어지는 동안 다음 공정에 필요한 실사이드 프로텍터와 프런트 그릴이 배송되도록 개선하였다. 이러한 개선을 통해 조립라인에 위치한 부품 편성장에 제로 재고량 수준으로 유지할 수 있게 되었다.

부품명	완성품 조립여	주기	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	비고
1. 리어 범퍼			■	■	■	■	■	■	■	■	■	10회
2. 프런트 범퍼			■	■	■	■	■	■	■	■	■	10회
3. 실사이드 프로텍터(우)				■			■					2회
4. 실사이드 프로텍터(좌)				■			■					2회
5. 프런트 그릴				■					■			2회
6. 번호판			■			■				■		3회
운반해야 할 파렛트 수량			5	5	2	3	4	3	3	2	2	29회

[Figure 8] 개선 후 배송 방식

### 3.2 개선 후 효과

제조현장에서 생산방식 및 시스템 체크하는 유효한 수단이 ‘재고’ 이고, 이 재고는 생산리드타임 단축을 저해시키는 주 요인기도 하며, 업무의 복잡화를 초래하기도 한다. H 자동차는 SPS를 도입하여 차체공장, 도장공장, 조립공장의 생산라인과 신플라스틱 공장 간에 동기화 생산을 추진하였으며, 현장 정보계 MES가 실시간으로 운영되어 생산, 정보, 물류 등 3가지를 통합운영 할 수 있었다. 이는 적은 인원과 설비로 후 공정이 필요한 만큼, 필요할 때 제조함으로써 생산의 흐름을 빠르게 했으며, 아직 정량적인 개선효과는 파악되지 않았지만 생산 중 발생하는 불필요 재고 및 낭비에 대한 개선이 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 우선 많은 재고가 쌓여 창고와 같이 사용되고 있던 부품 편성장이 부품이 생산라인에 투입되기 전 배송주기와 신플라스틱 공장에서 공급하는 운송주기를 조절해 주는 편성장 원래의 기능을 회복하였으며 동기화 생산을 적용함으

로써 조립라인에 미리 생산된 플라스틱 부품을 보관하던 창고를 제거해 불필요한 재고를 줄였다. 정량적인 효과 파악은 지속적으로 이루어지고 있다.

### 4. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 중국의 H 자동차의 공장에서 조립라인과 플라스틱 도장라인에서 SPS 도입으로 생산, 정보, 물류를 통합 운영한 생산물류의 개선 사례를 소개하였다.

경쟁이 치열한 중국의 자동차 시장에서 경쟁력을 확보하기 위한 방안으로 중국 내 자동차 생산 업체들은 생산원가를 줄이는 방안을 도입하고 있다. 이러한 상황에서 H자동차 공장 또한 생산원가를 줄이는 노력의 일환으로 MES를 도입하여 과잉생산을 방지하고 생산 공정 중 재고를 감소시키기 위한 개선활동을 진행하였다. 개선활동의 일환으로 SPS를 도입하여 생산 공정과 생산물류에서 발생하는 재고를 감소시킴으로써 원가 절감을 꾀하고 있다. 이러한 개선활동을 통해 생산계획에 따른 부품 생산으로 과잉 생산을 방지하였고 부품의 배송 시점을 개선하여 조립라인에 위치한 부품 편성장에 제로 재고량 수준으로 유지할 수 있게 되었으며 플라스틱 부품을 보관하던 창고에서는 MES 서열정보에 의한 재고관리로 불필요한 재고를 줄일 수 있었다.

추후 연구로서는 이러한 개선활동을 실행하여 개선된 사항의 정량적 평가와 MES 실시간 생산정보를 생산물류 영역에 적용한 개선활동을 사내물류, 조달물류 등 다른 공정으로 확대할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다.

### 5. 참고 문헌

- [1] 김령, “中, 2012년 자동차 시장 예측”, Kotra, 2012. 01. 10.
- [2] Kwon Bo Sig, Kim Kyung Sup, Lee Chong Ha, “Synchronized Production System for Automotive Assembly Line Control”, Journal of the Engineering Research Institute, Yonsei. 1998.
- [3] 이형실, “자동차산업”, 신영증권, 2011. 09. 05.
- [4] 진현웅, “공급사슬관리의 주요개념과 활용”, 도서출판청람, 2011.
- [5] 조철, “Automotive review”, Korea Automotive Research Institute, 2012. 07.
- [6] J.C. LEE, “생산 평준화”, 한국생산성본부, 2004. 08.

### 저 자 소 개

#### 장 청 윤



남서울대학교 산업경영공학과 학사 취득. 인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.  
관심분야 : SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발 등.

주소 : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

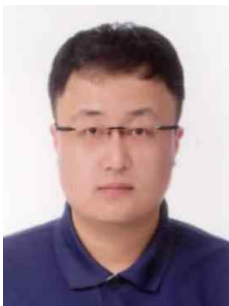
#### 이 두 용



인하대학교 산업공학과 학사 취득. 인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.  
관심분야 : RFID 기반 물류 관리 시스템, SCM, LBS 등

주소 : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

#### 장 정 환



한라대학교 산업경영공학과 학사 취득. 인하대학교 산업공학과 석사 취득. 현재 동 대학원 산업공학과 박사과정 중.  
관심분야 : RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, LBS 등

주소 : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

#### 유 성 희



인하대학교 기계공학과 학사 취득. 한양대학교 산업공학과 석사 취득. 인하대학교 산업공학과 박사 취득. 현재 중국 H 자동차 재직 중.  
관심분야 : SCM, 경영혁신, 흐름화 공장 제조전략, 공정개선 등.

주소 : 중국 산둥성 영성시 관해중로 111호

#### 이 창 호



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

주소 : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과