

SCM(Supply Chain Management)에서 최적 생산시스템 모델개발

-The Development of Optimal Production System Model in
SCM(Supply Chain Management)-

김태호*

Kim tae ho

나 승 훈 *

Na seong hun

강 경 식**

Kang Gyung-sic

Abstract

By successful establishment of SCM(Supply Chain Management) System they should make the supply chains speedy and combine production information system with the outcome system and thus they reinforce the competition of the production system of local enterprises in accordance with the rapid decision making.

This study is to develop the most appropriate production system models through the reflection of JIT system in the SCM which is the necessity of the times and its importance. To achieve this goal the researcher diversifies the prerequisites for the success of the business which will be the strategical factors of the production systems.

The objects of this study is to develop the most appropriate production system models and to provide the enterprises with the models which are based on the SCM.

1. 서론

SCM(Supply Chain Management) 시스템의 성공적인 구축은 공급체인의 속도를 신속하고, 생산정보시스템, 판매 및 물류시스템 등을 통합하여 의사결정을 즉각적으로 대

* : 명지전문대학 산업시스템경영과 교수

** : 명지대학교 산업공학과 교수

응 가능케 해야 국내 기업의 생산시스템의 경쟁력 강화 시킨다. 경영혁신 운동과 생산 분야에서 시작된 SCM과 린 생산방식은 EDI(Electronic Data Interchange), 인터넷 등의 인프라스트럭처 정비에 의해 융합되고, 산업의 대대적인 재편성을 유발시키고 있다.

그런데 가장 우선적으로 혁신돼야 할 것은 기업의 경영시스템 모델이며, 그 중에서 생산시스템 모델의 재구축이다. 그리고 이러한 시도에 적극적인 기업만이 앞으로 성장 및 발전하게 될 것이다.

본 연구에서는 시대적인 필요성과 중요성에 의하여 SCM에 대하여 JIT 시스템 등의 재고모델에 대한 연구를 통해 최적의 생산시스템 모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 생산시스템의 전략변수인 성공요인을 고려하여 최적의 생산시스템 모델을 개발하는데 있다.

연구방법으로는 국내 제조업체의 성공요인에 대한 수준과, 효율적인 생산시스템을 저해하는 제약변수를 고려하여 분석하고, 이를 토대로 모델링하여 분석하고자 한다. 본 연구는 기업들이 21세기에 일류기업으로 발전 할 수 있는 경영시스템 모델에 근간이 되는 SCM에서 최적생산시스템 모델을 개발하는데 있다.

SCM이 산업에 미치는 영향은 다음과 같다[1].

1. 인터넷의 급속한 보급으로 택배 등 유통산업의 진보로 판매의 효율이 높아지고 있다.
2. 미국의 자동차산업은 부품 산업을 분리시켜 새로운 최강의 공급망(Supply Chain)을 구축하도록 힘을 결집하고 하나의 기업처럼 움직이는 가상(virtual) 조직체를 구축한다.
4. ERP에서 SCM, SCP(Supply Chain Planning)로 급속하게 변화하고 있다.

SCM을 확대 된 ERP라고 볼 때, 여기서 더욱 발전된 생산계획에 대한 시뮬레이션 기능이 있는 SCP는 다음과 같은 중요성을 갖는다[1].

1. 연속되는 서플라이 체인을 동기화 시켜 일정 시간 내의 작업처리량을 높인다.
2. 공급망 전체 내에서의 병목과 제약조건을 발견하여 중점적으로 대응한다.
3. 공급망 전체의 프로세스로부터 제약 조건을 발견, 중점적으로 대책을 강구하여 생산성 향상을 하게 한다.
4. 수요의 동향을 신속하게 파악하여, 그 동향에 대해 유연성 있게 대응한다.
5. 서플라이 체인 전체의 자원(resource)의 능력을 평준화하여, 과잉능력을 최소화한다.

결국 SCP는 생산시스템을 중심으로 하여 공급망을 가장 효율적으로 최적화 하여 운영할 수 있게 한다. 따라서 기업의 전략적인 정보 시스템에서 SCM을 지원하는 SCP의 역할은 앞으로 크게 증대할 것이다. 기업들은 SCM의 최적 모델을 설정하는 것이 경쟁력을 확보하고 수익성을 확보한다는 전략적인 면에서 매우 중요성 하다는 것을 인식되고 있다.

SCM(Supply Chain Management) 시스템의 성공적인 구축은 공급체인의 속도를 신속하고, 생산정보시스템, 판매 및 물류시스템 등을 통합하여 의사결정을 즉각적으로 대응 가능케 해야 국내 기업의 생산시스템의 경쟁력 강화 시킨다. 그리고 SCM에서는 제조업의 부품 및 재료 공급업체, 그리고 소매업의 소비자에 이르기까지 직결되어 상품, 정보, 자금의 흐름까지 공유하여, 최고의 효율성을 추구한다. SCM의 구축은 다음과 같은 점에서 기업경영의 우위에 선다[1].

- ① 새로운 가치 창조와 경쟁력 향상을 위한 차별화
- ② 이익을 산출하는 경영시스템 구축
- ③ 비즈니스 프로세스의 전체 생산성 향상

공급망 전체의 효율 향상을 위한 각 부문의 역할이 강화되어야 한다. 생산시스템 내에 존재하는 비효율적인 낭비적 시간 요인을 제거하고 철저한 설계와 생산 부문의 효율성과 더불어 수익 향상을 실현하는 역할도 완수해야 한다. 이를 위해서 SCM에서 JIT(Just In Time) 생산이 생산시스템 내에서 이루어져 최소한의 재고로 대응하고, 생산일정에 대한 가능성을 SCP에 의해 시뮬레이션으로 검토하면서 계획을 수립할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 SCM에 대하여 JIT 시스템 등의 적용에 대한 연구를 통해 최적의 생산시스템 모델을 개발하고자 한다. SCM에서 최적의 생산시스템 모델 개발은 부품의 공급, 생산시스템의 생산률과 일정계획, 재고관리시스템의 여러 가지 제약 조건과 고려하고, 최적의 생산 시스템 모델을 구하고자 한다. 생산계획 및 일정관리시스템과 재고 시스템 등의 생산시스템과 공급체계를 판매·물류·생산계획을 일원화하여 전체 목적에 가장 적합한 생산시스템 모델을 구하는 데 있다.

본 연구에서는 생산시스템의 전략변수인 재고와 생산리드타임을 고려하여 국내 자동차 등의 제조업체를 중심으로 하여 최적의 생산시스템 모델을 개발하는 데 있다. 이

렇게 하여 생산리드타임을 대폭적으로 단축하고, 월 다회(多回) 생산 방식인 평준화 생산방식을 적용할 수 있게 한다. 그리고 JIT(Just In Time)방식과 정보시스템이 통합하여 운영될 수 있도록 전자간판시스템이나 자동간판시스템의 적용방법을 검토하고자 한다.

2. 최적 생산시스템 모델

SCM에서 생산시스템에 대한 모델은 다음의 (그림 2-1) 과 같이 나타낼 수 있다.

S_i : 협력업체 재고 ($i=1\sim n$)

$\frac{Q_i}{2}$: 협력업체 평균재고 ($i=1\sim n$)

M_I : 원자재 재고

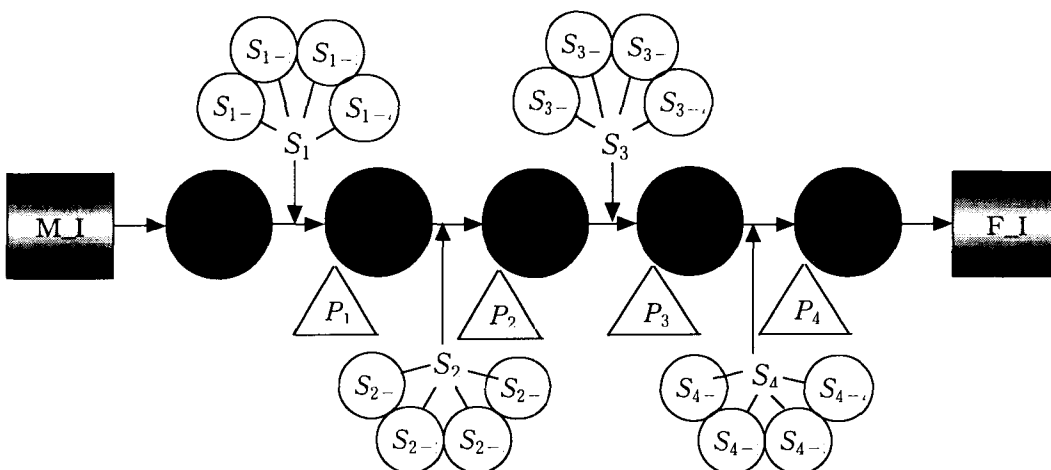
F_I : 완제품 재고

$p_i I$: 재공재고(WIP)

IQ : 총 재고

CT = 싸이클 수

(그림2-1) SCM에서 재고모델



(표 2-1) 재고 구분

재고 구분			평균재고
원자재 재고		M_I	$\frac{M-I}{2}$
완제품 재고		F_I	$\frac{F-I}{2}$
재공 재고	P ₁ -P ₂ 사이	P ₁ I	-
	P ₂ -P ₃ 사이	P ₂ I	
	P ₃ -P ₄ 사이	P ₃ I	
	P ₄ -P ₅ 사이	P ₄ I	

원자재 재고와 완제품 재고는 평균재고로 생산시스템 내에서 남아있다. 반면에 재공 재고는 일정한 수량이 유지된다.

$$\text{총 재고} = \frac{1}{CT}(\text{원자재 재고} + \text{협력업체 재고} + \text{완제품 재고}) + \text{재공재고(WIP)}$$

$$IQ = \frac{1}{CT} \left(\frac{M-I}{2} + \sum_{i=1}^4 \frac{Q_i}{2} + \frac{F-I}{2} \right) + \sum_{i=1}^4 P_i I \text{----- (1)}$$

따라서 사이클 수에 따라 원자재 재고, 협력업체 재고, 완제품 재고는 감소한다. 원자재 재고의 평균재고는 $\frac{M-I}{2}$ 이고, 완제품 재고의 평균재고는 $\frac{F-I}{2}$ 이다. 그리고 협력업체의 평균재고도 $\frac{Q_i}{2}$ 로 나타낸다.

3. 최적 SCM 재고모델

(1) 다사이클 생산 시 재고의 변화

생산평준화의 목적은 생산능력과 작업부하를 일치시키는 데 있다. 최종공정을 지원하는 모든 작업장에 균일한 부하를 유지하기 위하여 생산의 평준화가 필요하다. 최종 라인부터 생산의 주기를 여러 번에 나누어 일정하게 생산할 수 있다. 이렇게 여러 번에 나누어 일정하게 생산하는 것이 생산평준화라고 한다. 이를 좀더 쉽게 표현하면 한

번에 1달치 또는 2주일 치를 생산하지 않고 여러 번에 나누어 생산하는 것을 생산평준화라 한다. 생산시스템 내에서 다 사이클 생산이 되기 위해서는 품종교체 시 소요되는 준비시간이 단축되어야 한다. 준비작업은 도장라인인 경우는 공구장치, 페인트 교환 등이 소요되고, 프레스 라인인 경우는 금형교환이 이에 해당한다.

다 사이클 생산 시에는 사이클 수에 따라 생산량이 감소한다. 1라인에서 2종류 이상의 제품을 생산하는 혼류생산의 경우에는 준비비용과 재고유지비용을 고려하여 경제적 생산량(EPQ)을 결정하여 생산해야 한다.

다음의 <표3-1>은 다 사이클 생산을 하는 경우에 예를 나타낸 것이다. 여러 번 나누어 다 사이클로 생산하는 경우에 1회 생산 수량이 감소하고 생산시스템 내에 존재하는 재고도 크게 감소하는 것을 나타낸다.

<표3-1> 다 사이클 생산에서 생산량

종류	생산 비율(%)	연간 생산량	월간 생산량	주간 생산량	1일	4cycle /1일	8cycle /1일	16cycle /1일	32cycle /1일
Type A	70	23만	19,167	4,791	799	200	100	50	25
Type B	30	7만	5,833	1,458	243	61	31	15	8

월 생산일수 : 24일 기준

주 생산일수 : 6일 기준

1일 생산시간 : 20시간 기준

다음의 <표3-2>는 생산 평준화에 따른 다 사이클 생산 시에 생산시스템 내에서 존재하는 재고의 보유시간을 나타낸 것이다.

<표3-2> 평준화 생산에서 재고보유시간

1일 생산 사이클 수	완제품재고	원자재 재고	협력업체 재고
1	20시간 재고	20시간 재고+안전재고	20시간 재고+안전재고
2	10시간 재고	10시간 재고+안전재고	10시간 재고+안전재고
4	5시간 재고	5시간 재고 +안전재고	5시간 재고 +안전재고
8	2.5시간 재고	2.5시간 재고 +안전재고	2.5시간 재고 +안전재고
16	1.25시간 재고	1.25시간 재고 +안전재고	1.25시간 재고 +안전재고
32	37.5분 재고	37.5분 재고 +안전재고	37.5분 재고 +안전재고
64	18.75분 재고	18.75분 재고 +안전재고	18.75분 재고 +안전재고

안전재고는 수요의 불안정, 납입 리드타임의 길이, 생산시스템의 불안전 등에 직접적으로 영향을 받는다. 간판생산방식을 적용하는 경우, 이러한 불안정한 요소가 많을 시에 간판운영매수의 증가를 가져온다.

(2) 흐름생산에서 총 작업시간의 계산

SCM의 가장 중요한 로직은 생산시스템에 있다. 왜냐하면 기준일정계획(MPS)에 따라 완제품 재고, 원자재 재고, 협력업체 재고도 크게 좌우하기 때문이다. 특히 재공품 재고(WIP)는 생산로트 크기에 따라 공정간에 로트대기 시간의 증가로 총 가공시간이 증가한다[3]. 흐름생산시스템에서 총 작업시간(T_{PT})은 다음과 같은 절차에 의하여 정확하게 유도될 수 있다. 따라서 다음과 같은 공식을 통해 SCM의 생산시스템 내에서의 해당 작업시간을 최소화할 수 있는 최적 생산시스템 모델을 만들 수 있다. 여기서 한 로트는 한 개의 제품으로 간주하고 작업시간을 계산하면 된다. 공식(2)을 이용하면 흐름생산 공정에서 총 작업시간을 정확하게 구할 수 있다.

n = 로트크기

P_i = 각 공정별 가공시간 ($i=1, \dots, k$)

N = 총 생산량

$\frac{N}{n}$ = 준비작업회수(생산량/로트크기)

(일정기간 생산량)

T_{PT} = 총작업시간

S_i = 준비작업시간

T_{PT} = 운반시간 - 로트가공시간 + 준비작업시간

= (총가공시간 - 병목공정가공시간 +
병목공정 \times 로트크기 \times 준비작업회수) + 준비작업시간

$$T_{PT} = (n \sum_{i=1}^k P_i - n \text{MAX}(P_1, \dots, P_k)$$

$$+ \text{MAX}(P_1, \dots, P_k) \times n \times \frac{N}{n}) + S_i$$

$$\begin{aligned}
&= n \left\{ \sum_{i=1}^k P_i - \text{MAX}(P_1, \dots, P_k) \right. \\
&\quad \left. + \text{MAX}(P_1, \dots, P_k) \times \frac{N}{n} \right\} + S_i \\
&= n \left\{ \sum_{i=1}^k P_i + \text{MAX}(P_1, \dots, P_k) \right. \\
&\quad \left. \left(\frac{N}{n} - 1 \right) \right\} + S_i \\
&= n \left\{ \sum_{i=1}^k P_i + \text{MAX}(P_i) \left(\frac{N}{n} - 1 \right) \right\} + S_i
\end{aligned}$$

그러므로 총 작업시간은 다음과 같다.

$$T_{PT} = n \left\{ \sum_{i=1}^n P_i + \text{MAX}(P_i) \left(\frac{N}{n} - 1 \right) \right\} + S_i \text{-----} (2)$$

($i=1, \dots, n, i=\text{공정}$)

흐름생산에서 로트크기를 줄이면 로트대기 시간이 감소하므로 공정간에 간판방식에 의해 간판카드로 재고를 제한하면 전 공정에 재고가 연동하여 감소한다. 그리고 생산시스템 내에서 로트생산을 하는 흐름생산인 경우는 생산로트 크기결정을 준비시간 대한 비용을 함께 고려하여야 한다.

4. 결론

SCM에서 최적 생산시스템 모델을 수립하기 위해서는 우선 생산시스템에서 평준화가 되어야 한다. 생산평준화에 의한 다사이클 생산이 되기 위해서는 준비작업시간의 단축이 전제가 되어야 한다. 혼류생산에 의한 다사이클 생산은 생산시스템을 최적으로 갖는 재고모델이 분석되고 설정된 후에 적용하여야 한다. SCM에서도 경쟁력을 갖는 요인은 생산시스템의 최적모델을 설정하는 데 있다.

지금 미국의 자동차업체는 다음과 같이 SCM 시스템을 재 구축하고자 사력을 다하고 있다.

- ① 계층별의 적절한 역할 분담에 의해서 전체적인 시스템의 강화를 도모한다.
- ② 자동차 업체는 부담 없는 상태에서 오직 개발 속도의 향상과 자산 회전을 향상에 전력 투구한다.

- ③ 장기적 신뢰를 토대로 확실한 신용그룹으로서의 품질, 가격, 납기 확보를 꾀한다.
- ④ 각 부품 업체에 적절한 경쟁 원리를 가하여, 협력업체의 노력에 의한 체질 강화를 유도한다.

과거 자동차 산업의 수직 통합형 공급망이 붕괴되고 있다. 일본의 일부 자동차 업체들도 몰락의 길에 들어서고 있다. 이와 같이 급변하는 시대적 흐름 속에서 글로벌 SCM을 구축할 수 있는 기업은 이에 대해 공급체계를 혁신으로 기업의 경쟁력은 강화된다. 우리 나라 자동차 및 가전 생산업체도 SCM에서 최적의 생산시스템 모델을 설정하여 적용하지 못하면 경쟁력 상실로 인하여 매우 위험한 시기가 도래할 것으로 판단된다. 자동차 산업은 향후 2년이 도약을 위한 매우 중요한 분기점이 될 것으로 판단된다. 전사적 이익관리 차원에서 기업은 생산시스템의 최적의 알고리즘을 확보하고 수익성 중심으로 계속적으로 경영혁신 및 생산혁신을 필사적으로 실시해야 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] 한국능률협회컨설팅역, 福鳥美明, SCM 경영혁명, 21세기북, 1999
- [2] 이노우에하루키, 실천 SCM경영혁명, 민미디어(구), 1999.
- [3] 김태호, 한국형 JIT 생산시스템 설정, 명지대학교, 박사학위 논문
- [4] e 生産革命, 동양경제신문사, 2000.
- [5] 기아경제연구소역, 門田安弘著, 新도요다 시스템, 1992.
- [6] 金田秀治, 新 도요다 생산방식(POST TOYOTA), 한국능률협회컨설팅, 1993.
- [7] 한국능률협회컨설팅역, 武田 仁, 同期生産시스템, 1993,
- [8] 한국능률협회컨설팅역, 武田 仁, 混流生産시스템, 1993.
- [9] 한국능률협회컨설팅역, 平野裕之, Just In Time 생산방식, 1992.
- [10] 門田安弘, 新トヨタシステム(New Toyota System), 講談社, 1991.
- [11] 柳川佳也, 宮崎茂次, 太田 宏, かんぱん方式おけるの混裁部品の最適輸送計劃, 日本經營工學會誌 Vol.40, No.6, 1990, pp.407-413.
- [12] Hopp, W. J., Spearman, M.L., *Factory Physics*, IRWIN, 1996.

- [13] Kim, T. M., Just-In-Time Manufacturing System: a Periodic Pull System, INT. J. of PROD. RES., Vol.35, No.9, March, 1985, pp.1070-1091.
- [17] Philipoom, P. R., Rees, L. R., Taylor, B.W., Huang, P. Y., A mathematical Programming approach for determining workcentre lotsizes in just-in-time system with signal Kanban, INT. J. PROD. RES., Vol.28, No.1, 1990.
- [18] G. R. Parija., B.R. Sarker, Operations planning in supply chain system with fixed-interval deliveries of finished goods to multiple customers, IIE transactions 31, 1999.
- [19] Silver. E.A., Pyke. D.F., Peterson. R., Inventory Management and Production Planning and Scheduling, Wiley, 1998.

저 자 소 개

김태호 : 명지대학교 산업공학과 졸업

명지대학교 경영학과 석사

명지대학교 산업공학과 박사학위 취득

현 명지대전문대학 부교수

나승훈 : 명지대학교 산업공학과 졸업

오레곤 주립대학 산업공학과 석사

명지대학교 산업공학과 박사학위 취득

현 명지전문대학 조교수

강경식 : 현 명지대학교 산업공학과 정교수.

명지대학교 산업안전센터 소장 및 안전경영과학회 회장

관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전