



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

# PVC 창호업체의 효율적인 자재관리를 통한 경쟁력 강화에 관한 연구

A study on strengthening competitive power  
through effective materials handling of PVC window business



2011 년 6 월

한국해양대학교 해사산업대학원  
항만물류학과  
배건진

本 論文을 裴健珍의 物流學碩士 學位論文으로 認准함.

위원장 (인)

위 원 (인)

위 원 (인)



2011 년 6 월 일

한국해양대학교 해사산업대학원

# A study on strengthening competitive power through effective materials handling of PVC window business

Bae, Keon Jin

Department of Port Logistics

Graduate School of Maritime Industrial Studies



## Abstract

Domestic market for PVC window industry has grown rapidly since IMF. This is due to sharp increases in demand for PVC windows resulting from construction companies using more luxurious interior decoration to boost installment sales. However, in recent years construction industry has gone through a big recession with sky rocking raw material prices. Under the circumstances PVC window distributors are faced with changes inevitably. Improvement in quality of products, sales promotion, and organization restructuring are part of the options they have to look into. More importantly how to manage construction materials are one of the key subjects they need to study more closely. Also, we should be aware that corporate profits are directly related to material management.

Construction materials are to be managed efficiently as it is one of the important factors to keep businesses going and to achieve prosperity continuously. It is a common practice that most of the companies in the same industry were forced to cut down the costs of material managements using a variety of methods and strategies.

In summary, we would like to suggest how to improve ways of material managements theoretically in this thesis based on our research into interior and exterior environmental factors in the industry affecting material managements.

# 목 차

## Abstract

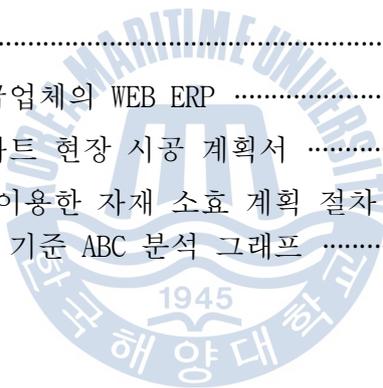
제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구의 배경 및 필요성 .....	1
제 2 절 기존 연구에 대한 고찰 .....	2
제 3 절 논문의 구성 .....	2
제 2 장 PVC 창호 제조업체의 자재 관리 현황 .....	3
제 1 절 자재관리 업무 흐름 .....	3
제 2 절 자재 소요 계획 작성 .....	7
제 3 절 자재 발주 .....	11
제 4 절 자재 재고 관리 .....	13
제 5 절 완제품 출하 .....	14
제 6 절 생산성 저해요인과 자재 관리의 문제점 .....	15
제 3 장 효율적인 자재관리 업무를 위한 대안 .....	17
제 1 절 SCM(Supply Chain Management) 구축 등을 통한 협업 관계 개선 .....	17
제 2 절 수리적 모형을 통한 자재 소요계획 .....	21
제 3 절 효율적인 재고 관리 .....	28
제 4 장 결론 .....	36
참고문헌 .....	37

## 표 목 차

<표2-1> 2009 시공능력평가순위 확인서 .....	3
<표2-2> 자재흐름 순서도 .....	6
<표2-3> 실측리스트 .....	8
<표2-4> 입주자 계약현황 .....	8
<표2-5> 생산지시서 .....	9
<표2-6> 자재절단수량 .....	10
<표2-7> G건설사의 S 현장 창짝 누락 & 파손 .....	15
<표3-1> S공사 복도창 현장 자재 입·출고 내역 .....	18
<표3-2> 최근 4개 현장 절단 치수별 수량 합계 .....	20
<표3-3> 최근 4개 현장 발주 현황 .....	21
<표3-4> w12h5_9274_1의 결과 .....	25
<표3-5> w12h5_10660_1의 결과 .....	26
<표3-6> w28h10_4710_1의 결과 .....	26
<표3-7> w12h2_4808_1의 결과 .....	26
<표3-8> Mixed Cut의 제한이 없는 경우(종합) .....	27
<표3-9> Mixed Cut을 5개로 제한한 경우(종합) .....	27
<표3-10> Mixed Cut을 3개로 제한한 경우(종합) .....	28
<표3-11> K 현장 창호 생산 수량 .....	31
<표3-12> K 현장 창짝 누락분 정리 .....	32
<표3-13> F사 2010년 자재 재고 현황 .....	33

## 그림 목 차

<b>&lt;그림2-1&gt; 실측 방법</b> .....	4
<b>&lt;그림2-2&gt; 창호 도면</b> .....	4
<b>&lt;그림2-3&gt; 원자재 운반 및 적재</b> .....	5
<b>&lt;그림2-4&gt; 완제품 출하</b> .....	6
<b>&lt;그림2-5&gt; 창호 상·하차</b> .....	6
<b>&lt;그림2-6&gt; 3짝 창호 공식</b> .....	7
<b>&lt;그림2-7&gt; 2짝 창호 공식</b> .....	7
<b>&lt;그림2-8&gt; L사의 창호 제조업체 WEB ERP - 1</b> .....	11
<b>&lt;그림2-9&gt; L사의 창호 제조업체 WEB ERP - 2</b> .....	12
<b>&lt;그림2-10&gt; 주문방식 - 1</b> .....	12
<b>&lt;그림2-11&gt; 주문방식 - 2</b> .....	12
<b>&lt;그림3-1&gt; L사의 자재 공급업체의 WEB ERP</b> .....	17
<b>&lt;그림3-2&gt; O건설사의 K아파트 현장 시공 계획서</b> .....	19
<b>&lt;그림3-3&gt; 수리적 모형을 이용한 자재 소효 계획 절차</b> .....	23
<b>&lt;그림3-4&gt; 자재 재고 금액 기준 ABC 분석 그래프</b> .....	34



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 배경 및 필요성

국내 PVC창호는 IMF 이후 급격한 성장세를 이어왔다. 이러한 이유는 주택 건설 업체들이 아파트 분양률을 높이기 위한 일환으로 창호재를 비롯한 인테리어 자재를 고급화하면서 PVC창호재의 선호도가 급격히 높아졌기 때문이다.[1] 하지만 최근 몇 년간 건설업계의 침체와 더불어 원자재 가격의 폭등으로 PVC창호업계에도 변화가 불가피해졌다. 그 변화에는 품질향상, 영업력 증진, 구조조정 등 많은 방법들이 존재하지만 그 중심에는 기업의 이윤과 직결되는 자재관리가 있다.

본 연구의 대상인 PVC창호업체 자재관리는 어느 일반제조업체의 주문방식과 달리 자재 소요량 산출 단계에서부터 손실률을 최소화하여 자재 재고 관리를 무의미하게 해야만 한다. 그 이유는 지속적인 기술 개발과 유행에 따라 창호의 자재가 빠르게 변화하기 때문이다. 다양한 자재와 색상의 결합으로 창호가 생산이 되는데 이로 인해 수많은 경우 수가 존재한다고 할 때, 건물주의 요구는 그 수많은 경우의 수 중에 하나가 될 것이고, 이런 이유로 각각의 건설 현장들이 동일한 자재, 색상을 사용할 가능성은 희박해지게 된다. 따라서 자재 재고 관리보다 초기 자재 소요량 산출 과정이 더욱 중요하게 되는 것이다.

또, 건설 업체들과의 계약된 공사기간 내에 시공을 완료하기 위한 원활한 자재 수급에 있어서도 많은 어려움에 봉착되어 있다. 업계 특성상 건설 업체와 계약 전까지 생산계획을 예측할 수 없고, 계약 내용에 따라 자재 발주에서 완제품 출하까지의 리드 타임이 현장별로 제각각 이루어진다. 이로 인해 공사기간이 짧은 현장일 수록 자재 수급의 불규칙과 생산 일정의 촉박함으로 인한 잔업이 불가피해지는 등의 문제점이 발생하게 되는 것이다.

자재 관리를 함에 있어서도 정해진 레이아웃(LAY-OUT)이 없어서 입고된 원자재를 찾기 위해 팔레트별로 붙여진 분류표를 확인하며 찾는 등의 비효율성이 발생하고 그 결과 생산성이 저하될 뿐 만 아니라, 입출고 내역을 실시간으로 파악할 수 없는 등의 문제점도 가지고 있다.

자재의 효율적인 관리는 기업의 생존과 번영에 있어서 매우 중요한 요소이며, 대다수의 기업들이 자재 관리 비용 절감을 위하여 여러 가지 전략과 관리기법들을 사용해 오고 있다. 따라서 본 논문을 통해 PVC창호업체의 자재 관리에 대한 이론적인 고찰과 기업 내·외적인 많은 환경 요소 중 자재관리에 영향을 미치는 요인들을 분

[1] WINDOOR 2009년 1월호, '2009년 PVC창호 업계는 변화 중'

석하고 개선방법을 찾아 효과를 얻고자 하였다.

## 제 2 절 기존 연구에 대한 고찰

건설자재는 일반적으로 원가 구성비 측면에서 전체 공사 원가의 40%이상을 차지하고 있어 건설 사업의 원활한 수행과 관련이 깊다.(이상범, 2004) 이로 인해 건설자재 비용절감을 위한 선행 연구들이 활발히 이루어져 왔다. 건설자재의 효율적인 관리를 위한 선행 연구들을 살펴보면, 박소현(2008)은 공동주택 건설 분야 전반에서 나타나는 건설자재흐름을 전체적으로 파악하여 건설자재관리에 RFID 적용 방안을 도출한 연구로, 생산에서 시공설치, 유지보수까지의 전 과정에서 나타나는 자재 정보를 통합관리 할 수 있는 방안을 제시하고 있다. 김태형(2007)은 건설현장의 자재 조달 체계의 현황 및 자재 조달 후 자재관리의 문제점을 조사, 분석하여 이에 대한 개선방안을 제시함으로써 향후 효율적인 조달체계 구축을 위한 기초 자료를 제시하고 있다. 정도영(2007) 시스템 접근방법의 절차에 의하여 현장에 투입되기 이전에 원자재 가공과정을 갖는 건설 프로세스를 분석하고 적정 재고관리 전략을 제시하였다.

창호 자재의 상위 개념인 건설 자재에 관한 연구는 다수 존재하지만 PVC창호 자재에 관한 연구가 전무한 실정이다. 따라서 본 논문에서 PVC창호제조업체의 내외적인 문제점을 분석하고 해결점을 모색하기 위해 이론적으로 고찰하고 실증적으로 입증하고자 하였다.

## 제 3 절 논문의 구성

본 연구에서는, 제 1 장에서 본 연구를 진행하게 된 배경과 연구의 필요성을 제시하였으며, PVC창호에 관한 기존연구들을 살펴보았다.

제 2 장에서는 본 논문의 연구 대상인 F사에 관한 소개와 자재 관리의 전반적인 흐름 및 내외적인 문제점을 상세하게 기술하였다.

제 3 장에서는 2장에서 언급한 문제점들을 해결하기 위해 자재 관리와 관련된 이론들을 살펴보며 접목할 수 있는 방안을 모색해보았다.

마지막으로 제 4 장 결론에서는 제시된 문제점과 대안을 요약, 정리하고 본 논문의 향후 연구 과제를 제시하였다.

## 제 2 장 PVC창호 제조업체의 자재 관리 현황

### 제 1 절 자재관리 업무 흐름

본 연구 대상인 F사는 1990년에 설립되어 매년 꾸준한 성장을 통해 국내 창호업계에서 2009년 기준 시공능력평가 순위 30위안에 속하는 PVC창호 제조 전문 중소기업이다. 창호업체는 일반 공업사가 아니면 보통 대기업의 제조 대리점으로 경영되는데, 특정 기업의 제조 대리점으로 등록되면 타사 제품은 제조할 수 없도록 해놓고 있다. 이런 창호업계의 흐름 속에서 F사는 현재, 국내 창호 대기업 L사의 제조 전문 대리점으로 등록되어 있으며, L사에 등록된 전문 대리점 중에서는 최근 3년 동안 시공능력평가순위 1위를 고수하고 있는 업체이다.

<표2-1> 2009 시공능력평가순위 확인서

2009년도 시공능력순위 확인서[2]			
상호	업종	시공능력평가액 (단위: 천원)	전국 순위
F사	금속창호	28,501,212	24/6016

신규 현장의 해당 건설사와 F사의 영업부가 공사기간, 창호 모델 등에 관한 계약을 완료하면, 공사부에서는 건설 현장을 방문하여 창호가 시공될 부위의 실제치수를 측정한다. 건설도면이 있지만 그것은 건물의 유형별 기준도면 이라서 평균 치수를 기입해놓은 것이고, 각 호별 창호 치수는 조금씩 차이가 있기 때문에 창호가 시공될 부위를 줄자 등의 도구로 직접 측정해야 한다.[3]

생산부는 공사부로부터 실측리스트와 입주자와의 계약 현황을 건네받고, 이를 토대로 생산지시서를 작성한다. 생산지시서는 일정한 공식을 바탕으로 작성되는데 창호의 형태에 따라 적용 공식이 달라진다. 공식을 바탕으로 계산하여 작성된 생산지시서의 치수와 수량을 취합하여 자재 소요량을 산출하고 발주를 한다.

[2] 대한전문건설협회 경기도회, 시공능력평가 적용기간 : 2009. 07. 31 ~ 2010. 07. 30

[3] L사 창호 가공 표준 기준서, 2008



델의 다양함에 의해 원자재의 종류도 많은데 그 크기와 형태가 다양해 일부 크기가 작은 원자재는 포장방식 특성상 검수를 위해 많은 시간을 필요로 한다. 이로 인해 대부분의 자재 관련 작업자는 원자재 절단 공정이나 외주 공정인 래핑(WRAPPING)작업에서 수량 파악을 하게 되고, 작업 중 발견되는 자재 부족분은 이미 입고일이 일정기간이 지났기 때문에 이와 같은 사실에 대해서는 즉각적인 해결과 책임추궁이 힘들어진다는 문제점이 있다.

창호의 원자재는 종류와 색상 조합의 다양성으로 인해 정확한 레이아웃(LAY-OUT)을 요구한다. 각 현장별로 쓰이는 자재가 대부분 다르므로 해당 자재의 정확한 위치파악은 생산성 향상으로 직결된다. 일일 생산 계획에 맞추어 절단 작업을 하기 위해서는 해당 자재부터 불출하게 되는데 이때, 해당 자재의 정확한 위치를 모르고 있다면 자재를 찾아 헤매는 시간 동안 원자재 절단 관련 작업자는 생산을 할 수 없기 때문이다.

<그림2-3> 원자재 운반 및 적재



생산 완료된 창호는 공사부와 약속된 일정에 따라 출하된다. 출하 작업에는 생산 인력이 동원되며 이로 인해 일일 출하수량과 생산수량은 반비례한다. 출하 단계에 있어서 핵심은 수량 파악이다. 정확한 시스템 없이 인력으로 수량 파악을 한 후, 출하하기 때문에 출하 업체와 하역 업체 간의 수량 차이가 발생했을 때, 책임소재가 애매해지는 문제점이 발생한다. 하지만 어느 단계의 작업 과정에서 오류가 발생했는지 원인파악을 하는 것이 쉽지 않아서 일단, 창호 제작 및 출하 업체에서 부족분에 대한 책임을 지고 보충하고 있다.

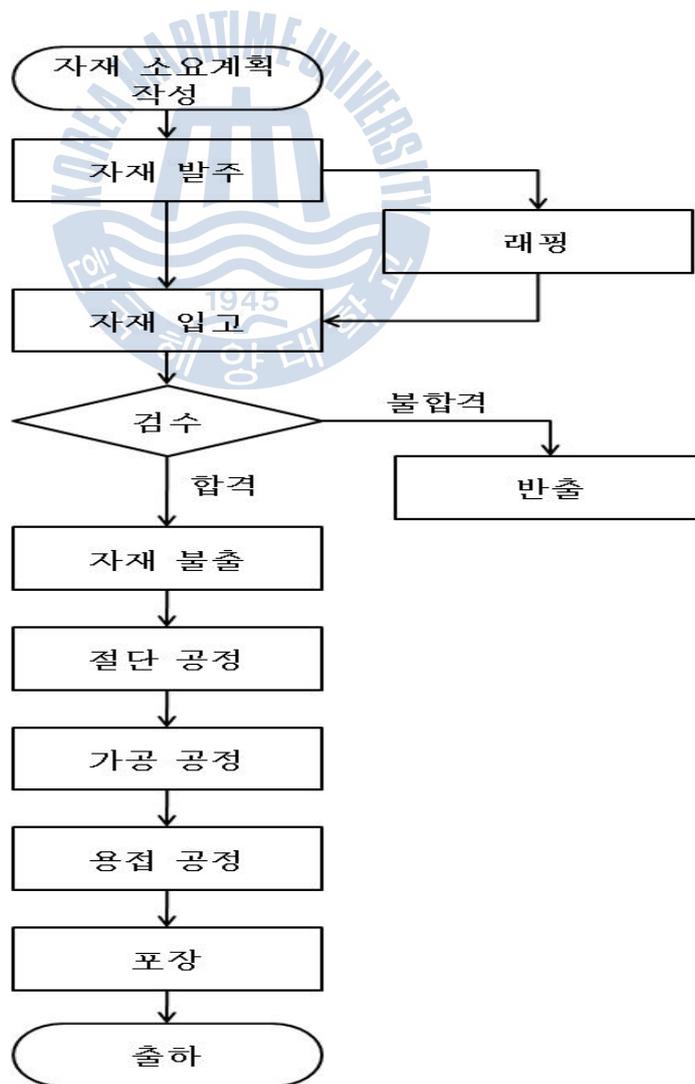
<그림2-4> 완제품 출하



<그림2-5> 창호 상·하차



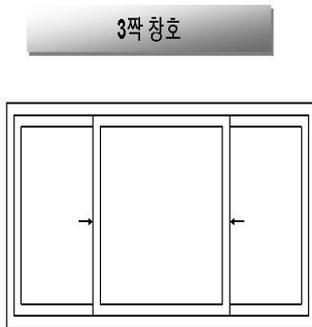
<표2-2> 자재흐름 순서도



## 제 2 절 자재 소요 계획 작성

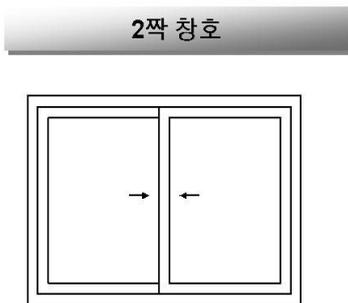
자재 소요량을 산출하기 위해서는 먼저 공사부로부터 실측 리스트와 입주자 계약 현황을 받아 생산지시서를 작성해야한다. 공동 주택 건설 현장에 따라 다르지만 일반적으로 각 호마다 창호의 높이가 다르기 때문에 정확히 실측된 치수를 바탕으로 생산지시서를 작성하게 된다. 생산지시서를 작성할 때는 창호의 형태에 따라 일정한 공식을 사용하는데 그 공식은 다음의 <그림 2-6> 과 <그림 2-7> 과 같다.

<그림2-6> 3짝 창호 공식



- A) 대판 고정 창 너비 = 창호 폭 치수 - 2 \* (창틀 자재 두께) + 용접치수 + 2 \* (창짝 자재 두께) + 홈 깊이 - 2 \* (여닫이 창 크기)
- B) 창짝 높이 = 창호높이 - 2 \* (창틀자재두께) + 용접치수 + 하부 걸림 치수 + 상부 걸림 치수
- [4]

<그림2-7> 2짝 창호 공식



- A) 여닫이 창 너비 = [창호 폭 치수 - 2 \* (창틀자재두께) + 용접치수 + 창짝 자재두께 + 홈 깊이] / 2
- B) 여닫이 창 높이 = 창호높이 - 2 \* (창틀자재두께) + 용접치수 + 하부 걸림 치수 + 상부 걸림 치수

[4] 3짝 창호의 여닫이 창호 너비는 전체 창호의 너비를 고려해 임의로 정함.

<표2-3> 실측리스트

(성남 삼창) 실측리스트						(115동)	(32A 평)	
115동	침실1		거실		안방	침실2		주방
201	2090	× 2200	3890	× 2210	2690 × 2200	2920	× 2210	1700 ×
202	2090	× 2200	3890	× 2200	2690 × 2210	2920	× 2200	1700 ×
301	2090	× 2210	3890	× 2210	2690 × 2210	2990	× 2210	1700 ×
302	2090	× 2210	3890	× 2220	2690 × 2210	2990	× 2200	1700 ×
401	2090	× 2210	3890	× 2210	2690 × 2210	2990	× 2210	1700 ×
402	2090	× 2210	3890	× 2200	2690 × 2200	2990	× 2210	1700 ×
501	2090	× 2210	3890	× 2220	2690 × 2220	2990	× 2210	1700 ×
601	2090	× 2210	3890	× 2210	2690 × 2220	2990	× 2210	1700 ×
602	2090	× 2210	3890	× 2210	2690 × 2220	2990	× 2210	1700 ×
701	2090	× 2200	3890	× 2200	2690 × 2220	2990	× 2200	1700 ×
702	2090	× 2200	3890	× 2200	2690 × 2210	2990	× 2210	1700 ×
801	2090	× 2210	3890	× 2220	2690 × 2220	2990	× 2250	1700 ×

<표2-4> 입주자 계약현황

성남 삼창 발코니샤시 계약현황															
1호				2호				3호				4호			
1	1	1		1	1	1		1	1	1		1	1	1	
1	1	1		1	1	1		1	1	1		1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	기본	2	1	기본				
기본	1	2	3					1	1	1	2				
	1	기본						1	기본		1				
기본	1	기본	2					1	기본	1	2				
1	3	1	1					1	1	1	1				
		1	2					1	1	1	1				
	2	1	1												
		1	1												
1	1	1	1												
1	1	1	1												
	P														
46B 46A 46A 46B 107동(46세대)								23Py 108동(33세대)							

작성된 생산 지시서는 제조 공장에 넘겨주고, 생산지시서의 치수와 수량을 취합하여 자재 소요량을 산출한다. 산출된 자재소요량을 바탕으로 발주가 이루어진다. 원자재는 L사에서 정해진 규격으로만 발주를 할 수 있다. 그 이유는 원자재가 금형을 통해 생산되는 사출물이기 때문이다. 원자재 공급업체에서는 L사로부터 금형을 받아 생산을 하는데, L사에서는 금형을 자재별로 기업마다 독점적으로 배분한다. 이런 자재 공급 시스템에서는 같은 자재를 여러 창호 제조업체에서 동시에 주문했을 때 문제가 발생하는데, 이러한 문제의 보완이 소수의 규격을 정해놓고 선행 생

산을 통해 원활한 자재공급을 하는 것이다. 이런 이유로 정해진 규격에 맞게 절단 손실을 최소화하는 자재 소요 계획서가 작성되어야 하는 것이다.

<표2-5> 생산지시서

종 류 : 47A종		MF 절단치수								MF-126#					
등-교수		1번/중심1		2번/가심		6번/중심2		4번/주받		6번/다들드		6번/중심6		7번/현관	
형태	SW	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량	수량
106등 604종	W	1140	2	1005	4	1005	2	725	2	745	2	1145	2	750	2
	H	1242	2	1252	4	1262	2	1052	2	1062	2	1242	2	1052	2
404	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1242	2	1262	4	1272	2	1062	2	1062	2	1262	2	1062	2
604	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1252	2	1272	4	1262	2	1062	2	1072	2	1262	2	1062	2
1104	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1262	2	1272	4	1272	2	1072	2	1062	2	1262	2	1042	2
1604	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1272	2	1272	4	1262	2	1072	2	1062	2	1262	2	1052	2
1404	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1272	2	1262	4	1262	2	1062	2	1062	2	1262	2	1062	2
1604	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1262	2	1272	4	1262	2	1062	2	1072	2	1262	2	1052	2
1804	W	1140	2	1005	4	1005	2	785	2	805	2	1150	2	845	2
	H	1262	2	1262	4	1242	2	1062	2	1072	2	1262	2	1062	2

원자재의 재료는 PVC (POLYVINYL CHLORIDE)로서 기본은 흰색이다. 소비자의 선호에 따라 색상필름을 입히는데, L사에서 주요 색상으로 정해놓은 80여 가지 색상 외에도 같은 창호 대기업인 K사, H사의 색상필름도 공용으로 사용하고 있다. L사의 현재 주 상품모델은 30여 종<sup>[5]</sup>으로 각 모델과 색상필름은 다양한 조합이 가능하다. 이런 이유로 일반제조업체와 다르게 안전재고를 감안해서 발주해서는 안 된다. 창호의 모델과 색상필름의 조합에 의해 다양한 형태의 경우의 수가 발생하기 때문에 지금 사용되는 자재가 다음 건설 현장의 자재로 사용될지는 알 수가 없기 때문이다. 따라서 자재 소요량을 산출할 때에는 절단 손실뿐 아니라, 자재 재고도 최소화할 수 있게 해야 한다.

<그림2-6> 중에서 2짜 창호를 모델명 'B141', 폭을 2,000mm, 높이는 1,100mm이라고 가정하고 자재소요량을 산출한다고 할 때, 창틀의 제작치수는 각각 2,005mm, 1,105mm가 된다.<sup>[6]</sup> 창호의 제작치수는 창호 공식을 적용하면, 폭 999mm, 높이 1,002mm가 된다. 전체 창호를 틀수 기준으로 100틀을 만든다고 했을 때 창틀은 길이 2,005mm 200EA, 1,105mm 200EA 자재가 필요하고, 창짝은 999mm 400EA, 1,002mm 400EA 자재가 필요하다.

[5] L사의 창호 홍보 책자 기준

[6] 창호는 용접으로 결합을 하는데 용접 시, 녹아서 줄어드는 길이가 5(mm)이다.

<표2-6> 자재절단수량

자재명	절단 길이	절단 수량
창틀	폭 : 2005mm	200EA
	높이 : 1105mm	200EA
창짝	폭 : 999mm	400EA
	높이 : 1002mm	400EA

창호 모델 'B141'의 창틀 원자재 규격은 4,600mm, 5,000mm, 5,500mm, 6,000mm, 6,500mm 5가지이다. 6,500mm로 창틀 원자재를 절단하면 100본으로 절단 손실 280mm<sup>[7]</sup>에 제조를 할 수가 있다. 창짝 원자재 규격은 4,500mm, 5,000mm, 6,000mm, 6,500mm 4가지이다. 4가지 규격 안에서 최소의 절단 손실로 제작을 해야 하는데, 다양한 경우의 수가 발생한다. 원자재 규격 5,000mm를 999mm 4EA 절단하고 남은 자재로 1,002mm를 1EA 절단하면 5,000mm 100본과 남은 1,002mm를 절단하기 위해 4,500mm 혹은 6,500mm으로 절단하여 한다. 이때, 절단 손실 길이는 4mm 정도 차이 뿐이지만, 절단 손실로 버려지는 자재가 6,500mm가 25본 적게 버려지므로 6,500mm으로 절단하는 것이 이익이다. 또 다른 경우의 수는 원자재 규격 5,000mm로 999mm 5EA를 절단하여 80분을 주문하고, 6,500mm으로 1,002mm를 절단하기 위하여 67EA를 발주하는 것이다. 이와 같이 자재 소요량 산출에 있어서 많은 경우의 수가 발생하는데, 자재단가와 자재 손실양 등을 확인하여 최소한의 자재로 최대의 이익을 창출할 수 있는 발주가 되어야 한다.

간혹, 정해진 규격으로는 많은 손실이 발생하여 주문을 할 수 없게 되었을 때는 L사에 보고서를 제출하고 임시로 새로운 규격의 자재를 요청할 수 있도록 하고 있다. 단, 이때 손실 금액이 삼백만원을 초과해야한다. 이것은 원자재공급업체에서 정해진 규격으로 선행 생산 작업을 통해 재고를 보관하고 있는 것과 관련 있는데, 그 선행 작업된 재고를 받지 않고 새로운 규격을 만들게 되면 원자재공급업체 입장에서 손실을 보게 되는 것이기 때문에 임시 규격 신청을 쉽사리 할 수 없게 규제해놓은 장치라고 볼 수 있다. 원자재는 금형을 통해 생산되는 사출물이기 때문에 재료배합, 기계예열, 초기 불량품검사 등의 시간이 많이 소요되는 공정으로 이루어지는데, 특정업체의 사정으로 기존에 정해진 규격이 없는 자재를 생산 인정해주는 방법으로 L사가 중간입장에서 손실비용인정금액을 삼백만원으로 정한 것이다.

[7] 업계에서는 손익 기준을 300(mm)으로 보고 있다.

버려지는 손실 자재들은 잘게 분쇄되어 '원/KG'의 계산으로 L사측에서 재구매하고, 이를 원자재 생산할 때 원재료 70%, 분쇄된 손실자재 30% 비율로 사용한다. 이렇게 보면 손실 자재를 재판매하니까 손해를 보는 것이 없어 보이지만 미터(M)당 5,000원에서 비싸게는 9,000원까지 하는 PVC자재가 최고 900원/KG 정도에 판매되는 것을 보면 손실률을 최소화해야 한다는 것을 알 수 있다.

### 제 3 절 자재 발주

자재 소요량을 산출 후, L사에서 관리하는 WEB ERP에 입력을 하는 방식으로 자재 주문을 한다. L사의 청주 공장에서 원자재를 생산하기도 하지만 90% 이상 외주업체에서 생산을 하고 있다. 부자재의 경우는 100% 외주업체에서 생산한다.[8] L사는 실제로 자재공급업체와 창호 제조 대리점 간의 중간에서 물류센터와 같은 역할을 하지만, 서류상으로 공급업체로부터 물건을 받아서 각 창호 제조대리점에 판매하는 사급의 형태를 갖추고 있다.

<그림2-8> L사의 창호 제조업체 WEB ERP - 1

**사외접속시스템 이용안내**

- 사외접속시스템(VPN)의 비밀번호를 변경하고자 하는 경우 아래의 "사용자 비밀번호변경"을 클릭하여 변경 하실 수 있습니다.
- 즐거찾기 버튼(🔍)을 클릭하시면 즐겨찾기 항목에 추가하실 수 있습니다.
- 시스템(VPN) 문의 사항 : 웹포데스크(지역번호 없이 : 1644 - 7119)

**메일**

시스템명	담당자	즐거찾기
Tip-Top	박형섭D (02-3773-7091)	🔍
문서회의(외부사용자용)	홍상의K (02-3773-3373)	🔍

**출산 공장**

시스템명	담당자	즐거찾기
출산기능직협회사급분문	최창환K (052-231-4625)	🔍

**청주 공장**

시스템명	담당자	즐거찾기
환경안전관리시스템	소내섭C (043-261-7102)	🔍

**대리점 시스템**

시스템명	담당자	즐거찾기
대리점 통할주문	김혜진D (02-3773-6848)	🔍
트라올(커튼롤) 견적	오기환D (02-3773-7196)	🔍
협력회사 정보공유	오기환D (02-3773-7196)	🔍
WEB O'SIONS	김찬웅D(02-3773-3975-6)	🔍
견재 영업정보	김찬웅D(02-3773-3975-6)	🔍
Web NICE	황취석S(02-3773-7620)	🔍
시스템 도구 지원시스템	박영진S (02-3773-0989)	🔍
자동차	최창환K (052-231-4625)	🔍
고객지원(VOC)	목지훈K (02-3773-6703)	🔍
전자 잔액 증명	목지훈K (02-3773-6703)	🔍
ERP Web	정원석D (02-3773-6829)	🔍
유리시스템	양호진K(02-3773-6798)	🔍
해외 배송 시스템	박형섭D (02-3773-7091)	🔍
토스텔 협력회사	오기환D (02-3773-7196)	🔍
WINS 시스템	진희창D(02-3773-3975-6)	🔍
커튼롤 관리 시스템	조윤혜S(02-3773-6198)	🔍

**※ VPN에서 i-Messenger의 정상적 사용을 위해서 아래 패치 파일을 반드시 설치해 주시기 바랍니다. (You must install this patch file to use the i-Messenger normally on VPN.)**  
[i-Messenger Patch File Download](#)

**※ ERP 프로그램을 사용하시는 고객께서는 시작 -> 모든 프로그램 -> SAP Front End -> SAPlogon 또는 바탕화면의 SAPlogon을 이용하시기 바랍니다.**

[8] F사 자재 입고 기준

<그림2-9> L사의 창호 제조업체 WEB ERP - 2

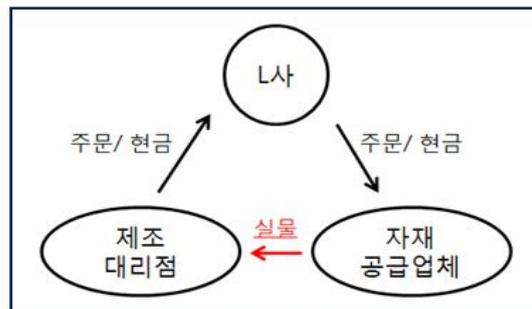
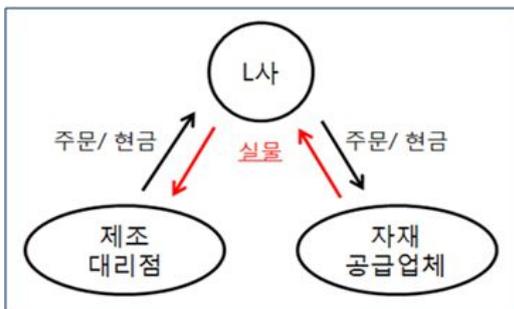


<그림2-10>와 같은 방식이 L사에서 1차적으로 운영하려는 자재 주문시스템이고, 실제 원자재의 경우 50%, 부자재의 경우 90% 이상이 이와 같은 방식으로 운영되고 있다. 제조 대리점에서 L사 WEB ERP를 통해 자재 주문을 하면 L사의 물류센터에서 해당 자재를 공급하고 있는 업체에 ERP를 통해 주문내용을 전달한다. 자재 공급업체는 주문내용을 생산하여 L사의 물류센터에 입고시키면, L사에서는 물류비 등을 감안하여 가까운 하역지 별로 모아서 제조대리점에 공급하고 있다.

자재는 매달 25일 전후에 마감되고, 자재공급업체는 해당 월의 매출액을 L사로부터 받게 된다. 제조 대리점과 L사의 금전관계는 담보로 이루어지는데 대리점 체결 계약할 때, 일정금액을 담보로 자재공급이 이루어짐을 전제로 하고, 전월의 결재금액을 L사로 입금하지 못하였거나 담보금액 이상 자재주문을 하게 되면 주문시스템은 막히고 문제를 해결할 때까지 자재공급을 받지 못하게 된다.

<그림2-10> 주문방식 - 1

<그림2-11> 주문방식 - 2



<그림2-11>와 같은 방식은 2차적으로 운영되는 방식으로 L사의 물류센터와 같이 자체 수·배송 시스템을 갖추고 있는 원자재공급업체와 부자재 중 하나인 보강재를 생산하는 업체들이 이와 같은 방식을 취하고 있다. 보강재는 원자재에 삽입되는 철재 자재로서 지역별로 담당 업체를 분배해 놓고, 즉시 납품될 수 있도록 해놓았다. 주문방식과 대금결재는 <그림2-10>과 같지만, 실물이 직거래된다는 차이가 있다.

#### 제 4 절 자재 재고 관리

창호 제조업에서 자재관리 핵심 역량은 자재 손실을 최소화하는 것이다. 창호는 기술 발전과 유행에 따라 빠르게 변화하고 있다. 이로 인해 기존 자재와 신규 자재 등 다양한 자재와 색상들이 존재하는데 각각의 자재와 색상이 결합해서 건설 현장에 시공된다고 했을 때 수많은 경우의 수가 생기게 되고, 소비자의 선호도와 건설 현장의 사정에 따라 창호가 결정되는 등의 이유로 현실적으로 각 현장별로 같은 조건의 창호가 시공될 가능성은 희박하다. 따라서 건설사와 계약한 공사기간을 지키기 위해서라도 자재 입고 시기가 중요하다. 보통 원자재 공급업체에서는 많이 쓰이는 자재에 한해서 원색의 바(BAR) 형태로 재고를 안고 있기 때문에 색상 필름이 적시에 공급되어 래핑(WRAPPING)을 제시간에 할 수 있다면 자재입고 시기를 지켜 차질 없이 창호 제조 일정을 소화할 수 있게 된다. 하지만, 그 많은 종류의 원자재를 공급업체에서 모두 재고로 갖고 있을 수 없을 뿐더러 색상을 입혀서 자재를 출고해야 할 때, 그 많은 색상 필름의 재고가 없을 경우는 자재 입고 일정의 차질은 물론 공사일정에도 영향을 주어 창호제조업체는 건설사와의 계약위반을 이유로 금전적 피해까지 입게 된다. L사에서는 자재입고일자가 요청일자보다 늦었을 경우, 공급업체에 책임을 물을 수 있도록 신고제를 만들어 놓았지만, 상호협력관계 등의 이유로 유명무실한 제도로 전락했다. 현실적인 대안으로 L사 영업팀의 개입을 통해 해당 자재 우선 생산 등의 방법으로 해결하려고 노력하고 있다.

자재와 색상의 다양함은 입고시기의 문제뿐만 아니라 생산성의 문제와도 결부된다. 보통 공사를 진행하다보면 파손과 분실되는 일이 발생한다. 이를 해결하기 위해 생산부에서 재생산을 하는데, 그때마다 자재를 찾는 데 시간이 많이 소비되는 것이다. 원자재는 형태 특성상, 보관을 위해 넓은 부지와 크고 긴 팔레트를 필요로 하는데, 모델·색상별로 각 팔레트에 보관되어 있는 원자재의 위치를 모르면 자재를 찾는 작업에만 많은 시간을 소비하게 되는 것이다.

자재 입고에 있어서 또 다른 문제는 소량 발주에 있어서 공급업체의 기피현상이

다. 사실 원자재의 생산을 위해서는 금형 수정, 기계예열 등의 소요시간이 긴 초기 공정이 필요한데, 생산 수량이 적으면 초기 공정의 소요시간에 비해 생산시간은 비교적 짧은 시간에 완료되기 때문에 일일 생산성 등의 문제로 창호제조업체에 취소를 요청하거나, 해당자재의 주문수량이 적정 수준으로 도달할 때까지 생산을 보류하여 자재입고일자를 늦춘다.

자재 입고의 마지막 문제점으로 부자재 중 하나인 보강재이다. 보강재는 원자재에 삽입되는 철재 자재로서 원자재와 마찬가지로 금형을 통해 생산되는 제품이다. 현재는 각 지역별로 하나의 업체만 선정하여 그 지역 창호제조업체에 독점적으로 납품할 수 있도록 되어 있다. 이로 인해 보강재 업체에서는 영업이라는 개념이 사라지면서 신속한 대응력이 상실되고 있다는 것이다. 보강재 역시 치수라는 변수가 있어서 재고를 가져 갈 수 없는 자재이다. 이런 이유로 제조 일정이 긴박하게 진행될 때는 신속한 대응으로 생산에 차질이 없게 해야 함에도 불구하고 공급업체의 사정을 이유로 자재가 적시에 공급되지 않을 때가 있다.

## 제 5 절 완제품 출하

생산제품 출하작업은 공장 인부의 동원으로 100% 인력으로 진행된다. 대부분의 창호제조업체가 출하만 전담하는 인력을 고용하지 않는다. 생산 공정에서 일하는 인부들이 출하가 있을 때, 잠시 투입되어 작업을 하는 것이다. 이러한 작업방식은 생산성의 저하는 물론, 완성된 생산제품의 무게 등의 이유로 인부들이 장기간 출하작업에 노출되었을 때 육체적 고통을 호소하는 문제점을 야기 시킨다.

출하 공정에 있어서 결정적 문제는 수량 확인이다. 창호제조업체에서는 상차를 할 때, 창호의 개수를 인력으로 파악하여 수기 작업으로 출고증을 발행하고, 건설 현장에 시공에 앞서 유리와 결합을 하기 위해 대부분의 경우, 창호를 유리업체로 출하한다. 간혹, 공사 일정이나 사정에 따라 건설 현장으로 바로 출하하는 경우도 있다.

출하된 창호를 유리업체에서 하역 작업 시, 출고증을 보며 일일이 수량을 파악하기 보다는 유리를 결합하는 공정에서 누락된 창호가 발견되면 그때서야 이의를 제기하는 것이다. 이는 시공 기간에도 문제를 줄 뿐 아니라, 창호 자재금액, 가시적 노무비, 생산성 등의 문제점을 야기 시키고 결정적으로 제조업체에서 파악하여 출하한 수량과 유리업체에서 파악한 수량이 다르기 때문에 창호제조업체와 유리제조업체간의 책임 소지 부분에서 끊이지 않는 분쟁거리로 남아 있다.

<표2-7> G건설사의 S 현장 창짝 누락 & 파손

NO.	동	호수	구분	창짝	생산	수량	비고
1	101	1101	거실	대판	창짝, 유리	1	누락
2	102	1504	주방	좌 보조	창짝, 유리	1	누락
2	102	1402	안방	우 보조	창짝, 유리	1	누락
4	102	901	주방	우 보조	창짝, 유리	1	누락
5	104	1302	거실	우 주	창짝, 유리	1	누락
6	105	1302	거실	대판	창짝, 유리	1	누락
7	106	802	거실	대판	창짝	1	파손

<표2-7> 은 유리업체 H사에서 창호제조업체 F사에 S현장 창짝의 누락과 파손 분을 파악하여 통보한 자료로서 창호제조업체에서는 계약기간에 공사를 완료시켜야 하는 등의 이유로 유리업체 H사의 요구대로 재생산을 하고 있는 실정이다.

#### 제 6 절 생산성 저해요인과 자재 관리의 문제점

기존의 건설자재의 적정 재고관리 시스템을 분석하는 과정에서 정도영(2007)<sup>[9]</sup>은 프로세스 상 발생하는 재고관리 문제점을 다음과 같이 도출하고 있다.

먼저 적정재고에 대한 개념이 부족하여 자재의 입·출고가 제조공장 관리자의 경험과 직관에 의존하고 있으므로 일반적으로 과도하게 많은 양의 재고를 보유하여 관리상에 어려움을 겪고 있으며 불필요한 비용이 소비된다.

제조공장 내의 재고보유량을 줄이기 위해서는 수요에 대한 예측이 정확해야 하지만 건설 공사는 환경변화에 따른 위험요소를 많이 내포하고 있으며 공정계획의 변동에 따른 소요량의 변화가 심하기 때문에 수요예측을 위한 현장공구와 제조공장 간의 보다 체계적인 시스템이 필요하다.

자재를 조달하는데 소요되는 리드타임은 원자재 생산 공장의 작업 능력, 수요량, 운반여건 등에 의하여 변동성을 갖게 되므로 이에 따라 제조공장에 입고되는 시기

[9] 정도영, '원자재 가공과정을 갖는 건설공사 프로세스의 적정 자재재고 관리방안에 관한 연구', 연세대학교 대학원, 2007

가 때에 따라 다르다. 현장공구나 제조공장에서 원자재 생산 공장의 상황까지 조절할 수 없지만 이러한 리드타임의 영향을 최소화하기 위하여 자재 입고 요청 시 리드타임의 변동성을 고려하여 적절한 시점을 선택하여야 한다.

또, 원자재 가공품은 주문 후에 정확한 도면에 의해서 생산이 이루어지는 주문생산 방식이기 때문에 미리 작업을 해서 준비해 놓을 수 없고, 따라서 가공품에 대해서는 현장의 예비재고가 필요 없다.

창호도 건설자재의 하위 개념으로서 같은 문제점을 갖고 있다. 창호는 계약자와 사전 협의에 의해 모델과 색상이 정해지는데, 다양한 창호 모델과 수많은 색상의 조합으로 인해 현장별 자재가 똑같은 경우는 드물다. 이로 인해 안전재고는 무의미한 것으로 여겨지며, 파손품이나 불량품에 대한 자재 재고만 관리하면 되는 것이다. 하지만 이런 자재도 여러 현장을 동시에 작업할 때, 정확한 위치 파악이 되어 있지 않으면 자재를 찾기 위한 시간에 인력을 허비하게 되어 생산성이 떨어진다.

창호의 다양한 색상과 조합은 자재 입고 시기에도 영향을 주어 생산 일정에 차질을 빚게 한다. 창호는 같은 현장에 투입되는 다른 건축자재와 색상을 맞추어 색상 필름으로 래핑(WRAPPING)을 하는데, 색상 필름의 재고가 없으면 자재 입고일은 색상 필름 생산 일정만큼 미뤄지게 되는 것이다.

원자재의 생산 방식은 자재 입고 시기 뿐 아니라 기업의 이윤과도 직결된다. 원자재는 창호제조업체에서 요구하는 규격대로 생산되는 것이 아니라 L사에서 배급된 금형으로 생산되는 사출물이다. L사에서 기업체 마다 자재 금형을 하나씩 독점적으로 배분하는 까닭에 여러 창호제조업체에서 동시 다발적으로 자재 주문을 할 경우, 자재 입고 일정에 차질이 생기는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 L사에서 몇 가지 규격을 정해 놓고 자재 공급업체에서 재고를 가져가면서 적절한 대응을 할 수 있도록 하고 있다. 이로 인해 창호 제조업체는 규격에 맞추어 자재 주문을 해야 하는데 이때, 절단 손실률을 최소화 하여 발주하여야 한다.

창호는 공사부와 일정을 협의하여 출하작업이 진행된다. 출하 작업에 있어서 가장 큰 문제점은 수량 파악이다. 현재 F사는 출하 수량을 정확한 시스템 없이 인력에 의존하여 파악하고 있다. 창호를 받아 시공하는 업체는 하역 작업할 때, 신속한 하차를 위해 별도의 수량 파악을 하지 않고, 시공 작업을 진행하면서 수량 파악을 하기 때문에 추후의 수량 부족 문제에 있어서 책임의 소재가 애매하게 되는 문제가 발생한다. 현재 F사는 자체의 전산 시스템 없이 D사에서 운영하는 웹(WEB) 저장 공간을 통해 자료를 주고받고 있다. 이런 이유로 실시간의 상황을 알 수 없으며, 우선 연락을 통해 상황 파악을 하고 있는데 이 또한 담당자 부재 시에는 소통의 어려움을 겪고 있다.

### 제 3 장 효율적인 자재관리 업무를 위한 대안

#### 제 1 절 SCM 구축 등을 통한 협업 관계 개선

생산 계획을 바탕으로 자재 입고 계획을 세우고 안전재고까지 확보하는 일반 제조업체의 발주 방식과 달리 F사는 공사 기간이 확정되면 자재 소요량 산출 후, 자재 입고 일정에 따라 생산 계획이 이루어진다. 자재 발주 시 안전재고를 비롯한 이월재고라는 개념이 없으므로, 자재 발주 시점에 자재공급업체에서 F사가 필요로 하는 자재뿐만 아니라 해당 자재의 규격의 재고를 확보해 놓고 있지 않은 상황이면 각 자재공급업체에 독점적으로 분배된 금형으로 생산되는 원자재의 특성상, 공급업체의 사정에 의해 자재 입고 일정이 달라지는 까닭에 현실적으로 생산 일정은 자재 입고 일정에 따라 결정되는 것이다.

현재 L사에서는 상호자재공급업체와 상호제조업체의 WEB ERP를 따로 운영하고 있다. 상호제조업체 전용 전산망을 통해 주문한 사항을 L사의 구매팀과 물류팀 등은 자재공급업체들과의 전산망을 통해 분배하고 있는 것이다.

<그림3-1> L사의 자재 공급업체의 WEB ERP



현재, L사의 주도로 3개월 정도의 자재 구매 계획서를 창호 제조 대리점으로부터 보고 받아서 취합 후, 각 자재공급업체에 통보를 함으로서 자재 흐름에 문제가 없도록 개선 방안을 만들어 노력하고 있지만, 이것은 기존에 진행하고 있는 현장에 대해서만 대응할 수 있는 미봉책에 지나지 않는다. 제조업체에서 신규 현장이 갑작스럽게 진행되면, 구매 계획에 없던 자재의 주문을 하게 되고, 해당 자재가 공급업체에서 미처 확보 되어 있지 않은 경우에는 납기 일정 지연 등의 문제가 발생하기 때문이다.

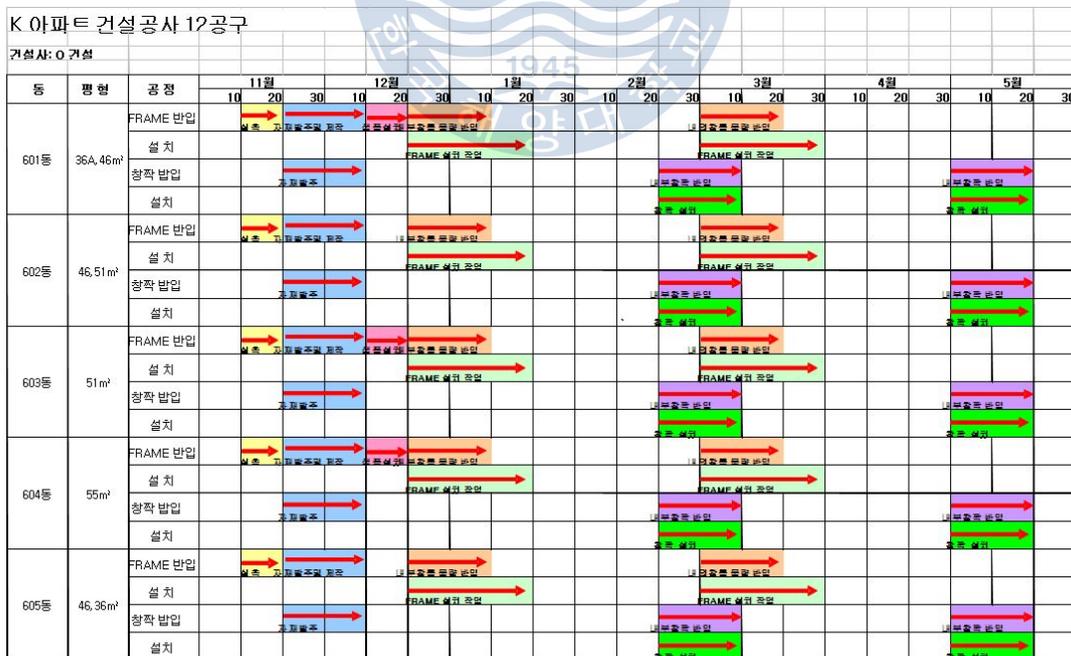
<표3-1> S공사 복도창 현장 자재 입·출고 내역

주문 입력일	자재명	단위	주문량	자재입고일
2009.7.24	MC-115G/WHITE/4.7M	EA	620	2009.7.27
	SF-115GN/WHITE/4.7M	EA	217	2009.7.29
	SF-115GN/WHITE/5.5M	EA	169	2009.8.11
	SF-115GN/WHITE/6.0M	EA	434	2009.7.29
	SF-115GN/WHITE/6.2M	EA	699	2009.8.10
2009.7.27	SF-115GN/WHITE/4.7M	EA	441	2009.8.17
	SF-115GN/WHITE/5.5M	EA	704	2009.8.17
	MC-115G/WHITE/4.7M	EA	219	2009.7.29
	MC-115G/WHITE/5.0M	EA	60	2009.7.29
	CI-115/WHITE/4.7M	EA	105	2009.7.28
	CI-115/WHITE/5.3M	EA	30	2009.7.28
2009.7.31	SF-115GN/WHITE/4.7M	EA	1,190	2009.8.17
	SF-115GN/WHITE/5.5M	EA	963	2009.8.26
	SF-115GN/WHITE/6.0M	EA	466	2009.8.26
	SF-115GN/WHITE/6.2M	EA	533	2009.8.17
	MC-115G/WHITE/4.7M	EA	778	2009.8.17
	MC-115G/WHITE/5.0M	EA	111	2009.8.21
	CI-115/WHITE/4.7M	EA	274	2009.8.11

자재공급관계에서는 불확실한 제품 수요, 공급업체의 선적 지연, 불량 부품이나 불량 원재료 또는 생산 프로세스의 중단과 같은 많은 사건들을 예측할 수 없기 때문에, 불확실한 일들이 언제든지 발생할 수 있다. 하지만, 만약 공급업체가 제조업체에서 원하는 자재에 대한 정확한 정보를 제조업체에서 원하는 시점에서 가지고 있다면 고도의 JIT(Just In Time) 전략을 구현하는 것이 가능할 것이다. 다시 말해, 공급 관계에서 모든 구성원들이 재고수준, 일정, 예측, 배송에 관한 역동적인 정보를 공유 할 수 있다면, 공급업체에서는 조달, 생산, 유통에 관한 계획들을 어떻게 조정할지에 관해 보다 정확한 판단을 할 수가 있다는 것이다.[10]

<표3-1>은 2009년에 F사에서 진행했던 현장으로 자재 입고 일정이 원활하지 않아 시공 시점이 문제되었던 대표적인 현장 중에 하나다. 건물의 골조가 진행되면서 실측도 동시에 이루어지는데, <그림3-2>에서 보듯이 실측 후 3주 정도의 시간 이내에 자재소요량 산출 및 자재 입고에서 창틀제조까지 완성이 되어 출하가 되어야 한다. 창짝은 창틀 생산 지시서를 토대로 일정한 공식을 통해 그 치수를 산출하고, 산출된 치수로 자재 소요량을 계산하여 발주가 이루어지 때문에 창틀 자재 입고 일정만큼 긴박하게 창짝 자재 입고도 진행된다.

<그림3-2> O건설사의 K아파트 현장 시공 계획서[1]



[10] Jane P. Laudon 외, 경영정보시스템의 이해, 2007

이러한 문제들을 해결하기 위한 방안으로 초기 공급사슬관리시스템의 형식인 푸시 기반 모델을 이용할 수 있다. 푸시 기반 모델에서는 생산 관리자가 제품의 수요에 대한 예측 또는 최상의 예상을 기반으로 생산 일정을 수립하며, 이렇게 생산된 제품들은 고객에게 내보내 진다.[11]

이와 마찬가지로 개념으로 창호제조업체에서 최근 몇 년 동안 자주 사용되었던 자재와 그 해당 자재의 규격을 데이터화하여 자재공급업체에 통보하면 공급업체에서도 자재 재고 확보를 함에 있어서 보다 효율적인 생산 선행 작업을 통해 각 제조업체의 입고 요청일자를 맞출 수 있는 출하작업을 진행할 수 있을 것이다. 또한 협력업체 간의 정기적인 회의 등을 통해 기존 현장들의 절단 치수들을 통계 내어 최소 손실률을 달성할 수 있는 신규 규격을 개발함으로써 기업의 이윤 극대화가 가능할 것으로 전망된다.

<표3-2>와 <표3-3>은 자재 공급업체에서 자재 수요량을 예측할 수 있도록 최근 같은 자재가 투입된 현장들이 요구했던 자재의 치수와 창호의 크기를 바탕으로 자재 발주가 되었던 내용들을 정리해놓은 것이다. 이러한 자료들이 보다 활성화 되고 체계적으로 정보가 공유될 때, 기존의 시스템의 최대 문제점인 채적효과가 통제될 수 있고 원활한 자재 공급을 통해 상호 불필요한 비용을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

**<표3-2> 최근 4개 현장 절단 치수별 수량 합계**

자재명 : SF-246B2					
절단 치수(너비)	수량	비율	절단 치수(높이)	수량	비율
0 ~ 500 mm	2604	7%	0 ~ 500 mm	152	0%
500 ~ 1000 mm	18096	52%	500 ~ 1000 mm	2296	7%
1000 ~ 1500 mm	10636	30%	1000 ~ 1500 mm	20768	59%
1500 ~ 2000 mm	2638	8%	1500 ~ 2000 mm	3104	9%
2000 ~ 2500 mm	1080	3%	2000 ~ 2500 mm	8734	25%
합 계	35054	100%	합 계	35054	100%

[11] Jane P. Laudon 외, 경영정보시스템의 이해, 2007

<표3-3> 최근 4개 현장 발주 현황

자재명 : SF-246B2		
규격 (M)	발주량	비율
4.5	1639	9%
4.9	1489	9%
6.0	4415	25%
6.5	9933	57%
합 계	17476	100%

요컨대, 현 시스템에서 벗어나 보다 효과적인 자재 운영을 위해서는 창호제조업체, L사의 물류센터, 자재공급업체간의 ERP를 통합하여 보다 체계적인 SCM을 구축해야 할 것이다. 창호제조업체의 영업부와 건설사간의 계약에 관한 사항부터 SCM에 등록되어 자재공급업체의 자재 생산이 제조업체의 발주보다 선행 작업으로 해당 자재의 재고를 일부 확보를 해놓으면 창호 생산 일정에 있어서도 큰 차질 없이 진행될 수 있을 것이다. 또한 자재의 흐름을 SCM을 통해 알게 되면 창호제조업체의 영업부에서도 자재부에 별도의 문의 없이 건설사에 대응할 수 있을 것이다.

## 제 2 절 수리적 모형을 이용한 자재 소요 계획

자재 발주는 해당 건설현장의 실측리스트와 계약 현황을 바탕으로 작성된 생산지시서를 토대로 진행되는데, 생산 지시서의 절단치수와 수량을 취합하여 자재 손실률을 최소화할 수 있게 발주한다. 자재 소요량 산출 작업은 순수 인력으로 진행되기 때문에 작업자의 능력에 따라 다르지만 평균적으로 1일의 소요시간이 걸린다고 보고 있다.<sup>[12]</sup>

자재 소요량 산출 작업에는 변수가 있다. 상황에 따라 기존에 받아 놓은 창호의 실측이 변경될 수 있다는 것이다. 보통, 건물의 골조물이 만들어 지면서 동시에 실측이 이루어지는데, 건설 현장의 사정에 따라 치수를 변경하는 일이 간혹 생기는 것이다. 이렇게 되면 기존 창호의 치수에 따라 발주 해놓은 자재들은 쓸 수 없는

[12] F사 작업자 기준

일이 발생하게 되고, 다시 산출하여 발주를 해야 한다. 사실 이러한 상황일 때는 골조물이 만들어지고 있는 만큼 실측리스트를 받기 때문에 쓰지 못하는 규격의 자재들은 다음 실측리스트를 받아서 자재 소요량을 산출할 때 그만큼 수량을 빼서 발주를 하면 되기 때문에 금전적인 문제는 발생하지 않지만, 자재 입고 일정에 따라 시공 일정에 차질이 빚어지는 문제가 발생한다. 만약, 건설현장이 급하게 진행되어 기존의 발주 자재로 작업을 해야 할 때는 그만큼 절단에 의한 자재 손실이 발생하게 되어 회사에 금전적 피해를 입히게 된다.

자재 소요량은 L사에서 자재마다 정해 놓은 규격을 기준으로 산출된다. 이로 인해 절단 후 남은 자재 길이가 문제된다. 남은 자재의 길이가 길수록 회사의 금전적 손실도 커지기 때문이다. 그래서 남은 자재는 그 길이 안에 절단될 수 있는 치수를 1개 정도 더 절단하여 손실을 최소화할 수 있게 해야 한다. 이때, 중점 사항은 한 개의 자재에 여러 종류의 절단치수를 넣으면 안된다는 것이다. 예를 들어 규격이 4500mm, 4900mm, 6000mm, 6500mm 가 존재하는 자재를 2300mm, 1200mm, 600mm의 치수로 각각 80EA씩 절단해야 한다고 했을 때, 2300mm을 자재 규격 내에서 절단하려면 4900mm 규격으로 2EA를 절단하고 300mm가 남게 된다. 이때, 자재 손실을 줄이기 위해 2300mm와 1200mm를 각각 2EA, 1EA 씩을 6000mm로 절단하면 200mm가 남게 되어 손실 금액을 줄일 수가 있다. 하지만, 남은 자재의 길이를 더 줄이기 위해 3가지 치수 즉, 2300mm, 1200mm, 600mm를 6500mm의 규격으로 각각 2EA, 1EA, 1EA씩 절단하는 것으로 자재 소요량을 산출하면 안된다. 이것은 절단 작업 효율성에 관한 문제인데, 보통 절단 작업을 할 때에는 하나의 절단 치수를 절단 완료한 후, 다음 치수를 절단한다. 이런 작업 방식 속에서 하나의 자재를 3가지 절단 치수에 이용하려면 두 번의 자재 적재와 찾기의 과정을 반복해야 하므로, 이것은 곧 작업의 효율성을 떨어뜨리는 사항이기 때문이다. 사실 이러한 방법은 자재의 손실 허용 범위 내에서는 손실 금액보다 생산성을 향상 시켜서 노무비 등을 절감하는 것이 더 중요하다고 생각하는 창호제조 시장의 특성이 반영된 결과라고 할 수 있겠다.

F사는 롤러(ROLLER), 보강재 등의 조립을 위한 생산 라인을 너비 라인과 높이 라인으로 나누어 작업을 하고 있다. 이런 공정의 흐름에 맞추기 위해 절단반에서 작업을 할 때, 생산 지시서의 절단 치수별로 작업자 편의대로 전체 수량을 한번에 절단하는 것이 아니라 라인별로 수량을 분류하여 절단하는 것이다. 이로 인해 자재 소요량을 산출할 때도 너비 치수와 높이 치수를 분류하여 계산하여야 한다. 만약 통합하여 산출을 하게 되면, 자재 구매 금액을 절감할 수 있겠지만, 작업의 효율성은 떨어질 것이다. 그 이유는 다음 공정을 위해 손수레에 치수별로 적재하여 운반하는 생산 방식에 있다. 만약 너비 치수와 높이 치수를 동시에 절단한다면 두 개의 손수

레를 놓고 절단하여야 하는데 공사 일정에 쫓겨 급하게 생산을 하면 작업자의 실수로 적재를 잘못하는 등의 문제점이 발생할 가능성이 있기 때문이다.

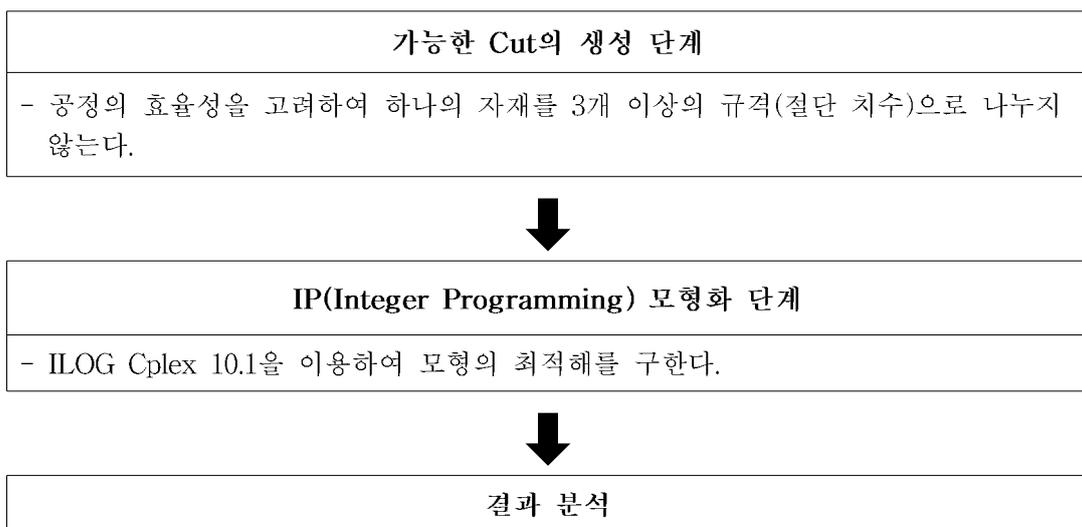
절단 순서는 절단할 때 자재의 규격을 중심으로 절단하는 것이 아니라 절단 치수를 중심으로 작업을 한다. 예를 들어 6.5M 규격의 자재로 절단할 수 있는 치수를 먼저 절단하는 것이 아니라, 남은 자재를 활용하기 쉽게 하려고 절단치수가 큰 것들을 먼저 작업을 하는 것이다. 절단 치수가 큰 것부터 절단하므로 필요한 규격의 자재입고가 완료되어야 순조로운 작업이 진행된다.

2010년에 F사가 참여한 건설 현장이 10여 곳이다. 자재 소요량 산출표는 실측리스트를 받으면서 진행되는데, 골조물이 올라가는 것에 따라 한번에 전량을 받을 수도 있고 몇 번에 걸쳐서 나누어 받는 경우도 있다. 현장별로 적게는 1번 많게는 3,4번 한다는 것을 가정했을 때, 일년에 15번에서 20번 가량 자재소요량 산출 작업을 한다고 할 수 있다.

절단 후 남은 자재는 일정 금액을 받고 L사로 되팔게 되어 있는데, 이것은 L사에서 자사 자재의 재료가 다른 업체로 흘러들어가는 것을 막기 위해 시행하는 것으로서 창호 제조 대리점 입장에서는 손실 금액을 줄일 수 있다는 장점이 있는데 사실, 자재 소요량을 산출하는 것은 순수 인력으로 작업하는 것으로서 이렇게 손실 자재의 판매로 인한 이익까지 감안하여 계산하지 못하는 문제점을 안고 있다.

이에 본 논문에서는 수리적 모형을 이용한 보다 효율적인 자재 소요 계획 방법을 제안하고자 한다.

그림<3-3> 수리적 모형을 이용한 자재 소요 계획 절차



위의 그림과 같이 3단계의 절차로 구성되며 처음 가능한 Cut을 모두 생성한다. 이 때 앞서 설명한 것과 같이 하나의 자재를 여러 규격의 절단 치수로 자르게 되면 공정의 효율성이 떨어지게 되므로, 하나의 자재는 최대 2가지 규격으로 절단 된다. 생성된 Cut이 하나의 변수가 되고, 정수 계획법(Integer Programming)으로 모형화 한다. 모형화 된 문제는 ILOG CPLEX10.1을 이용하여 최적해를 구한다. 구한 최적해를 현장에서 실시한 계획과 비교하여 최종 자재 소요 계획을 확정한다.

수리적 모형을 위한 모수와 변수는 다음과 같다.

**Parameter**

- $n$  : cut의 총 개수
- $m$  : 요구되는 창들의 종류
- $c_i$  :  $i$  cut에 사용된 자재의 가격
- $l_i$  :  $i$  cut에 사용된 원자재 길이
- $d_j$  :  $j$  창들의 요구량
- $D$  : 총 수요의 합계
- $a_{ij}$  :  $i$  cut에서  $j$  창들의 규격 산출량



**Decision Variables**

- $x_i$  :  $i$  cut의 사용량

**(Model 1) Mixed cut의 제한이 없는 경우**

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=0}^n c_i x_i - p \left( \sum_{i=1}^n l_i x_i - D \right) \tag{1-1}$$

S.T

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq d_j \quad j = 1, 2, \dots, m \tag{1-2}$$

$$x_i \geq 0, \quad x_i \text{ is integer} \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{1-3}$$

※ 두 가지 규격으로 구성된 cut  $i$ 에 대해  $c_i$ 에 패널티를 부과하여 Mixed cut이 생성되는 것을 조절 할 수 있다.

Mixed cut의 제한이 없는 경우는 위와 같이 모형화 할 수 있다. (1-1)번은 목적 함수로 전체 자재비용에서 남은 자재의 가치를 뺀 것을 최소화 하는 수식이다. (1-2)번은 모든 규격의 창틀 수요를 만족시켜야 하는 것을 의미한다. 모든  $x_i$ 는 0 보다 크고 정수이다.

(Model 2) Mixed cut의 제한이 있는 경우

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=0}^n c_i x_i - p \left( \sum_{i=1}^n l_i x_i - D \right) \quad (2-1)$$

S.T

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq d_j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2-2)$$

$$x_i \leq M y_i \quad i \in MC \quad (2-3)$$

$$\sum_{i \in MC} y_i \leq K \quad i \in MC \quad (2-4)$$

$$x_i \geq 0, \quad x_i \text{ is integer} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2-5)$$

$$y_i \text{ is binary} \quad i \in MC \quad (2-6)$$

$K$  : 전체 Mixed cut의 수

$y_i$  : Mixed cut  $i$ 가 선택되면, 1

그렇지 않으면, 0

Mixed cut의 제한이 있는 경우는 위와 같이 모형화 할 수 있다. (2-1)번과 (2-2)번은 각각 목적함수와 수요 만족 제약으로 첫 번째 모형과 동일하다. (2-3)번은 새로운 이진 변수  $y_i$ 에 의하여 Mixed cut  $i$ 의 선택여부를 결정하고, 그 수를 제한하는 수식이다. (2-4)는  $K$ 에 의해서 최적 해에 포함되는 전체 Mixed cut의 개수를 제한하게 된다.

위에서 설명한 두 모형은 정수 계획법(Integer Programming)으로 변수의 개수(cut의 개수)가 많이 질수록 최적 해를 구하는데 걸리는 시간이 기하급수적으로 늘어나는 특징을 가진다. 하지만 ILOG CPLEX 10.1을 이용하여 실제 사례의 문제를 실험해본 결과 변수가 16000개의 경우에도 1분 이내에 간단히 풀 수 있었다.

Mixed cut을 제한하는 경우에는 계산시간이 조금씩 늘어나면서 2시간이상 수행한 결과 최적해를 구할 수 없는 경우도 있었다. 대체적으로 변수의 개수가 많을수록 최적해를 구하는 시간이 길어졌지만, 변수의 개수가 적어도 계산시간이 길어지는 경우가 있었다. 실험은 CPU 펜티엄 4 프로세서에 메모리 2Gbytes인 컴퓨터에서 수행되었다. 실험결과는 다음과 같다.

<표3-4> w12h5\_9274\_1의 결과

규격	단가	발주량A	발주량B	발주량C
4,500	28,292	291	5	90
4,900	30,806	812	2,562	1,993
6,000	37,722	2,083	1,650	2,156
6,500	40,866	3,052	64	4
총 주문비용		236,543,974	143,923,156	145,434,734

<표 3-4>에서 w12h5\_9274\_1은 너비 방향의 치수가 12가지, 높이 방향의 치수가 5가지, 총 요구량(창틀 개수)은 9274개를 의미한다. 발주량A는 각각 현장에서의 계산결과, B는 창틀의 가로, 세로 구분 없이 한 번에 계산한 결과, C는 창틀의 가로, 세로를 구분하여 따로 계산한 결과이다. 결과를 살펴보면 총 주문비용이 대략 40% 정도 감소하였다. 발주량의 형태도 현장의 계산결과와 많은 차이를 보였다.

<표3-5> w12h5\_10660\_1의 결과

규격	단가	발주량A	발주량B	발주량C
4,500	28,640	323	137	4
4,900	31,180	405	308	258
6,000	38,180	248	907	637
6,500	41,360	1,521	1,045	1,436
총 주문비용		94,255,820	91,377,580	91,872,620

<표3-6> w28h10\_4710\_1의 결과

규격	단가	발주량A	발주량B	발주량C
4,500	26,940	140	2	789
4,900	29,330	240	2,575	2,665
6,000	35,920	1,069	743	862
6,500	38,910	2,690	1,231	583
총 주문비용		153,877,180	150,165,400	153,067,680

<표3-7> w12h2\_4808\_1의 결과

규격	단가	발주량A	발주량B	발주량C
4,500	27,420	312	158	103
4,900	29,860	32	1	6
6,000	36,560	771	917	558
6,500	39,610	1,312	1,279	1,665
총 주문비용		89,666,640	88,548,930	88,958,450

발주량 C의 경우 가로, 세로를 구분하여 모형을 사용한 해법을 두 번 시행한 결과를 합산하였기 때문에 주문비용이 발주량 B에 비해서 조금 높지만 발주량 A보다는 좋은 결과를 보여주고 있다.

<표3-8> Mixed Cut의 제한이 없는 경우(종합)

문제 번호	발주량A	발주량B	발주량C	감소량(C)	계산시간(C)
w12h5_9274_1	236,545,402	143,923,156	145,434,734	38.52 %	22166 ms
w12h5_10660_1	153,877,180	150,165,400	153,067,400	0.53 %	649 ms
w28h10_4710_1	94,255,820	91,377,580	91,872,620	2.53 %	158357 ms
w12h2_4808_1	89,666,640	88,548,930	88,958,450	0.79 %	3290 ms
w10h3_5152_1	78,820,860	77,524,270	77,587,710	1.56 %	4508 ms
w10h3_7408_1	66,929,320	66,359,190	66,379,190	0.82 %	6 ms
w10h3_6620_1	59,448,580	57,948,750	58,052,640	2.35 %	172256 ms

<표3-8>에서 감소량(C)는 발주량A(현장 계산)대비 발주량C의 비용 감소량이고, 계산시간(C)는 발주량C를 구한 계산시간으로 가로, 세로를 따로 계산할 때 걸리는 시간을 합한 결과이다. w28h10\_4710\_1와 w10h3\_6620\_1의 경우 시간이 조금 더 걸렸지만 전체적으로 계산시간은 매우 빠른 편이다. 현장에서 직접 계산한 경우는 앞서 설명한 것과 같이 아주 많은 시간이 소요되기 때문에 수리적 모형은 계산시간 측면에서 효율성이 아주 높다.

<표3-9> Mixed Cut을 5개로 제한한 경우(종합)

문제 번호	발주량A	발주량B	감소량(C)	계산시간(C)
w12h5_9274_2	236,545,402	144,059,622	39.09 %	1039749 ms
w12h5_10660_2	153,877,180	150,328,250	2.31 %	1255494 ms
w28h10_4710_2	94,255,820	-	-	-
w12h2_4808_2	89,666,640	-	-	-
w10h3_5152_2	78,820,860	77,620,960	1.56 %	32977 ms
w10h3_7408_2	66,929,320	66,378,760	0.82 %	11578 ms
w10h3_6620_2	59,448,580	-	-	-

<표3-9>과 <표3-10>는 각각 Mixed Cut을 5개와 3개로 제한한 경우의 계산 결과이다. Mixed Cut이 없는 경우보다 다소 계산시간이 늘어났고 경우에 따라 최적해를

구할 수 없는 문제도 있었다. 최적해를 구할 수 없는 경우는 변수의 정수 제약을 실수 제약으로 바꾸어서 풀거나, 최적해는 아니지만 현재까지 탐색한 가장 좋은 해를 사용하는 방법이 있다.

<표3-10> Mixed Cut을 3개로 제한한 경우(종합)

문제 번호	발주량A	발주량B	감소량(C)	계산시간(C)
w12h5_9274_3	236,545,402	144,293,588	38.99 %	554975 ms
w12h5_10660_3	153,877,180	150,571,760	2.15 %	484737 ms
w28h10_4710_3	94,255,820	-	-	-
w12h2_4808_3	89,666,640	89,185,770	0.54 %	24955 ms
w10h3_5152_3	78,820,860	-	-	-
w10h3_7408_3	66,929,320	66,451,650	0.71 %	43090 ms
w10h3_6620_3	59,448,580	-	-	-

### 제 3 절 효율적인 재고 관리

창호 원자재는 바(BAR)의 형태로 그 규격은 4.6M에서 6.5M까지 중 4가지 혹은 5가지 정도의 길이로 존재한다. 또, 색상은 L사에서 선호하는 80가지 외에도 경쟁업체의 색상도 공용으로 고루 사용되므로 그 가지 수는 가늠할 수 없다. L사의 주력 창호 제품은 30여 종류로, 각 현장별로 자재와 색상이 다양한 방법으로 조합되어 사용된다면 제조업체의 자재 재고는 정확하고 세밀한 정리를 요구할 것이다. 그렇지 않으면, 제작을 위해 자재를 찾아다니는 소요시간은 길어질 것이고, 이것은 곧 생산성 저하를 야기하기 때문이다.

현재 F사는 제대로 된 레이아웃(LAY-OUT)없이 자재 재고 관리를 하고 있으며, 이로 인해 자재 입·출고를 담당하는 인력이 자리를 비우게 되면 그 외 사람들이 필요한 자재를 찾기 위해서는 많은 시간을 소비해야 한다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 ABC 분석(ABC Analysis)을 통해 재고 금액이 많은 원자재를 중심으로 RFID(Radio-Frequency Identification)를 이용한 자재관리 방법을 검토해보려 한다.

RFID는 각 상품에 바코드 대신에 초소형 마이크로 반도체 태그를 부착하고 주파수 리더와 데이터를 주고받을 수 있는 개념이다. RFID 시스템은 크게 리더 무선 자원을 송·

수신 할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 및 네트워크 등으로 구성된다. 각 부분의 기능으로는 리더는 RFID 태그에 읽기와 쓰기가 가능하도록 하는 장치이고, 안테나는 정의된 주파수와 프로토콜로 태그에 저장된 데이터를 교환하도록 하는 장치이며, 태그는 데이터를 저장하는 RFID의 핵심 기능을 담당한다.[13]

RFID 기술을 도입하면 자재 입·출고가 실시간으로 관리되어 입고된 제품의 유무조차 알 수가 없어서 자재입고전표를 찾는 등의 비효율적인 기존 업무 방식에서 벗어날 수 있고, 정확한 레이아웃(LAY-OUT)을 기초로 RFID가 운영된다면 담당자 외 생산 인력이 절단 작업을 할 때도 자재 파악이 쉬워져 생산성 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

현재 창고는 공사 일정에 맞추어 건설 현장 혹은 유리업체에 출하된다. 출하된 창고는 유리와 함께 시공된다. 이때 유리는 창호제조업체에서 발주를 하고 유리업체에서 창호 출하 일정에 맞추어 생산을 하게 된다. F사의 창호는 수기 작성된 송장과 함께 출하되는데, 유리업체에서는 하역할 때 송장과 수량을 비교·확인을 하지 않고 유리를 창호와 결합하는 과정이나 결합 후 시공하는 과정에서 파악을 하는데 이로 인해 창호의 손실분에 대해서는 책임 문제가 발생하게 된다. 이 때, RFID의 도입은 출하 작업과 관련된 문제를 해결할 수 있게 한다. 창호업체의 출하 수량과 유리업체의 하역 수량이 실시간으로 파악되어 부족분에 대한 책임을 서로에게 전가시키는 등의 분쟁 소지를 없앨 수 있고, 정확한 위치 파악으로 완제품을 분실할 가능성을 배제함으로써 자재 손실로 인한 피해를 줄일 수 있게 할 것이다.

창호 자재 흐름에 있어서 구체적인 RFID의 활용 방안은 박소현(2009)[14]의 RFID 적용을 통한 자재 관리 효율성 및 생산성 향상에 기여할 수 있는 연구에서 시스템 창호를 한 가지 예로 설명한 것을 살펴 볼 필요가 있다.[15]

창호의 제조공정 프로세스를 3가지 단계로 분류하여 설명 하면, 먼저 생산 및 제작단계에서는 설계단계에서 제작된 도면과 주문내역에 따라 계획되고, 제작 오더가 되면 원자재와 부자재의 제작이 이루어진다. 이때 원자재 재단 시 수많은 자재의 이력과 위치, 수량 파악을 위해 라벨 형식으로 되어 있는 RFID 태그(TAG)를 부착한다. 원자재와 부자재 제작 시 RFID 리딩(READING)을 통해 검수를 하고 가공 및 조립과 글레이지 공정이 끝나면, 품질 검사를 통해 시스템 창호 제작이 완료가 된다. 완성된 제품에 영구형 RFID 태그를 부착하고 포장과 자재 출하 단계를 거쳐 현장으로 운반 된다. 시공단계의 프로세스는 현장에 창호가 반입, 검수, 하역, 동별 운반, 층별 운반, 세대별 확인, 시공, 최종검수, 완료

[13] 조대진, RFID 이론과 응용, 2005

[14] 박소현, RFID를 적용한 공동주택 건설자재정보 통합관리 방안 연구, 남서울대학교 대학원, 2009

[15] 시스템 창호와 일반창호는 그 기능과 자재의 형태는 다르지만, 전반적인 제조·시공 과정은 비슷하게 진행된다.

단계로 업무가 진행된다.

시공단계에서 시스템 창호는 각 유닛과 실에 맞는 창호가 제작되어 현장에 반입이 되기 때문에 알맞은 위치에 자재를 배치하는 것은 공기를 단축하며 정확한 시공을 할 수 있는 기본적인 환경조성에 영향을 미친다. RFID 활용 방안을 살펴보면 자재가 반입 될 때 RFID 리딩을 통한 자재 검수가 이루어진다. 검수 후 하역되고, 동별로 알맞은 자재가 배치되기 위해 RFID 리딩을 통하여 정보를 확인하고 자재는 각 층의 각 실에 투입이 된다. 투입된 자재의 확인을 위해 RFID 리딩이 이루어진 후 시공이 이루어진다.

마지막 유지관리 단계에서는 관리자와 거주자 입장으로 나누어 볼 수 있으며, 관리자에 의한 유지관리는 자재 수명주기별 정기검사를 통해 자재에 부착되어 있는 RFID 리딩을 통한 자재의 이력을 확인하여 보수작업을 한 뒤 재 작업된 자재에 RFID 자재 정보를 저장한다.

정보의 흐름은 PMIS(Project Management Information System)의 정보를 중심으로 자재에 부착된 RFID를 통해 이루어진다. 각 주체별 즉, 건설사, 생산업체, 시공업체, 관리자-거주자의 관점에서 정보의 흐름이 연속적으로 통합관리되며, 생산 및 제작단계에서 유지관리까지 단계에서 발생하는 정보와 공유되어지는 정보의 흐름이 원활하게 이루어짐에 따라 각자의 관점에서 다른 주체에서 일어나고 있는 정보를 알 수 있어 정보의 중복, 누락, 오류 없이 실시간 확인이 가능하다. 이를 통하여 정보 활용 측면에서의 효율성이 증대되며, 투명한 정보 관리로 생산 체계를 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만, 창호 자재 흐름에 있어서 RFID 도입에 있어서 해결해야할 문제가 몇 가지 있다. 먼저, RFID는 금속이나 물의 영향을 받아 태그의 기능이 저하된다는 문제점이 있다. 물의 큰 영향을 받는 것은 2.45GHz대의 무선 태그이다. 2.45GHz대의 전파는 주차장에서의 자동차-트럭의 출입 관리, 전자레인지 등에 이용되고 있으며 물에 잘 흡수 된다. 예를 들면 무에 무선 태그를 붙이고 뒤에서 리더를 갖다 대면 통신을 할 수 없다. 무의 주성분이 물이기 때문에 상자에 들어있는 무를 여러 방향의 각도로 리더를 갖다 대어도 중앙부에 태그는 읽어 들일 수 없게 된다. 팔레트-아이템 관리나 도서관 입·퇴실 관리 등에 사용되는 13.56GHz대의 무선 태그는 리더가 발생 시키는 자계에 의해 기전력을 얻는다. 그 태그가 금속에 붙어 있으면 태그가 흐르는 전류가 자계에 의해 금속에도 발생한다. 이 전류가 태그의 자계를 상쇄하는 방향으로 흐르기 때문에 태그는 기전력을 거의 얻을 수 없게 된다.[16]

이러한 문제점은 외부와 접촉하는 창호에 있어서 치명적이다. 제조 완료 후 적재하는 동안이나 현장에 출하되어 시공하기 전까지는 외부 공간에 노출되어 비 등으로 인해 물과 접촉할 가능성이 많아서 정확한 정보 전달이 되지 않을 가능성이 높

[16] 일경 BP RFID 기술 편집부, 유비쿼터스 기술의 핵심 RFID 태그의 모든 것, 2005

다. 이런 이유로 창호 내부에 태그를 부착하게 될 경우, 내구성을 위해 보강재라는 철재 부자재를 창호 내부에 조립하는 가공 특성상 태그의 오류 가능성을 배제할 수가 없다.

다음으로, RFID 도입에 있어서 비용에 따른 손익을 살펴볼 필요가 있다. 창호에 사용될 태그는 해당 창호의 정보들을 포함하여 영구적으로 부착되어야 하는데 이때의 태그 가격이 RFID 도입에 결정적인 역할을 할 것이기 때문이다.

<표3-11> K 현장 창호 생산 수량

동	창작 수량 (EA)	방충망 수량 (EA)
101	530	413
102	531	406
103	536	383
104	501	396
105	138	197
106	296	331
107	573	444
108	1204	465
109	1809	701
110	1696	620
111	407	393
112	573	453
113	256	301
114	1087	408
115	466	414
116	704	605
117	762	652
합계	12069	7582

<표3-11>은 F사에서 생산하였던 K현장의 생산 수량을 나타내고 있다. <표3-12>는 해당 현장에서 파악한 창호의 누락분 수량인데, 이때 K현장 파손 창호의 평균 치수가 가로 2000mm 세로 2000mm로서 L사의 단가를 기준으로 한 창작당 약 9만원의 자재 금액이 측정되었다고 했을 때, 불확실한 이유로 인해 누락으로 파악된 창호의 총 금액은 약 3백만원이 되고, 이는 곧 기업의 손실로 이어진다. 이런 문제를 해결하기 위해 RFID를 도입하려고 한다면, RFID의 설치로 인해 지출되는 비용이 문제가 될 것이다. 예를 들어 <표3-11> 총수량 12,069 EA의 창작에 모두 태그를 붙인다고 했을 때, 가격이 250원 이상의 태그를 붙이게 되면 안테나를 포함한 리더기 설치와

상관없이 이미 손실 금액을 넘게 된다.

<표3-12> K 현장 창작 누락분 정리

날짜	동·호수	위치	수량	상태	비고
2009.08.20	104동 403호	7번 (내부창)	2	누락	
	106동 1103호	8번 (내부창)	2	누락	
	107동 1204호	2번 (단창)	3	누락	
	107동 2604호	6번 (단창)	2	누락	
	112동 1903호	7번 (내부창)	2	누락	
	115동 1203호	7번 (내부창)	2	누락	
	115동 2804호	5번 (단창)	2	누락	
2009.09.14	107동 3102호	5번 (단창)	3	누락	
	103동 1101호	6번 (단창)	2	누락	
	114동 504호	8번 (내부창)	2	누락	
	109동 2903호	2번 (단창)	3	누락	
	109동 3304호	5번 (외부창)	1	누락	
2009.12.23	101동 2302호	6번 (단창)	2	누락	
	107동 2203호	6번 (외부창)	1	누락	
2009.12.24	111동 1802호	4번 (단창)	2	누락	
2010.01.05	117동 603호	6번 (단창)	2	누락	
합계			33		

또, 창호의 흐름에 있어서 RFID 도입은 창호의 입·출고 뿐 아니라 생산흐름에 있어서도 활용이 되어야 하는데, 이때 RFID 관련 설치 비용과 태그 회수에 대한 문제가 발생한다. 원활한 생산을 위하여 원자재 위치 등의 정보를 실시간 파악하는 방법으로 RFID를 설치하는 것이 자재공급업체와 각 창호 대리점, 혹은 대리점들을 관리하고 있는 대기업 중에 어느 업체의 책임인지의 판단에 따라 비용 부담자가 달라질 것이고 이 문제를 해결하기 위한 논의가 진행되어야 할 것으로 보인다. 그리고 원자재 위치 등의 정보를 포함하고 있던 태그는 절단 공정에서 탈착될 것인데, 탈착된 태그를 회수하는 문제와 공정 추가에 따른 생산성 저하의 문제도 발생하게 된다. 태그의 100% 회수율에 관한 방법과 태그 재고 관리 및 불규칙적인 자재 발주의 특성상 태그의 수량이 부족할 상황에 대한 대비책이 마련되어야 할 것이다.

이렇게 RFID 기술의 도입에 있어서 비용에 대한 문제점을 보완하기 위해 ABC분석을 살펴 볼 필요가 있는데, ABC분석은 재고 관리에 있어서 가치에 따른 노력의 투입으로 중점관리의 사상으로써 수량은 적으나 비용이 많이 드는 것을 A급 품목 집

단, 품목 수는 많으나 비용이 적게 드는 것을 B급 품목 집단에 그리고 품목수량은 더욱 많으나 비용이 가장 적게 드는 것을 C급 품목 집단에 등급별로 집계하여 이에 따라 관리 방식을 세밀하게 또는 간소하게 차별을 두어 실시하는 것을 말한다. 대부분의 회사의 경우 자재 품목수가 많다는 것과 품목마다 소비 금액이 동일하지 않다는 두 가지 성격이 있다. 이러 점들을 이용하여 취급 품목은 적으나 소비 금액이 많은 품목에 관리의 중점을 두고 정밀하게 관리하고, 소비 금액이 낮은 품목에 대하여 소비 금액이 많은 품목에 비하여 간편한 방법으로 관리하는 것이 오히려 경제적이다. 즉, 중점적으로 관리하는 품목과 비 중점적으로 관리하는 품목에 대한 판단 기준을 위한 도구가 ABC 분석이라고 할 수 있다.[17]

먼저, F사의 부자재 같은 경우는 95% 이상 박스 혹은 묶음 단위로 입고되기 때문에 자재 창고를 두어 선입선출을 원칙으로 재고관리를 할 수 있으므로 적용대상에서 제외한다.

원자재는 L사에서 제공하는 철 소재의 팔레트에 담겨서 보관되며, 이런 보관 방법으로 인해 창고가 아닌 회사 내부의 넓은 적재 공간을 요구한다.

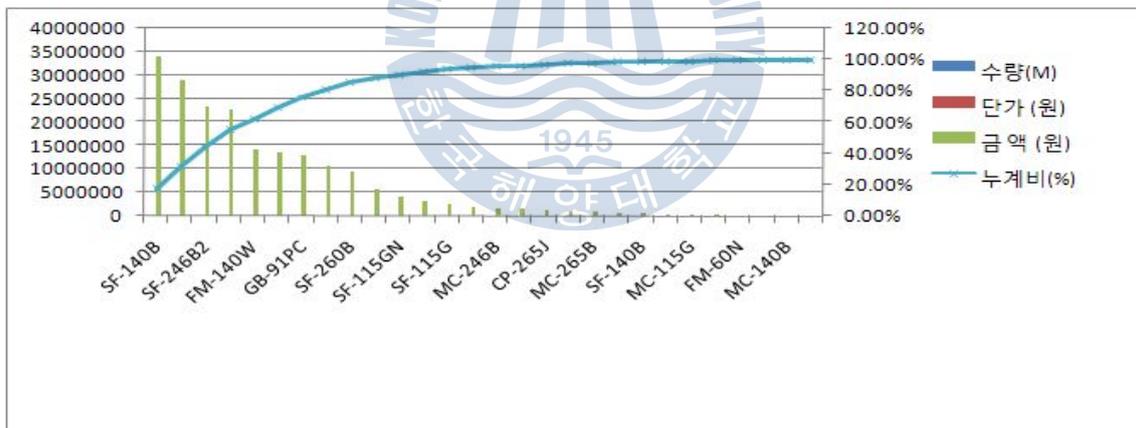
<표3-13> F사 2010년 자재 재고 현황

구분	자재명	수량 (M)	단가 (원)	금액(원)	등급
창 짝	SF-140B	5735	5,945	34,094,575	A
창 짝	SF-160V	3426	8,452	28,956,552	A
창 짝	SF-246B2	4467.5	5,215	23,298,013	A
창 짝	TD-140W	4128	5,532	22,836,096	A
창 틀	FM-140W	2116.7	6,769	14,327,942	B
창 틀	BF-265RB	1135.7	12,071	13,709,035	B
창호마감	GB-91PC	17100	756	12,927,600	B
창 짝	SF-140MB	2051.5	5,175	10,617,302	B
창 짝	SF-260B	1580	6,110	9,653,800	B
창호마감	MC-160H	2610	2,153	5,619,330	C
창 짝	SF-115GN	1200	3,353	4,023,600	C
창 짝	SF-115	1220	2,746	3,350,120	C
창 짝	SF-115G	662.4	3,958	2,621,779	C
창호마감	MC-260B	1080	1,911	2,063,880	C
창호마감	MC-246B	900	1,913	1,721,700	C

[17] 김성규, '효율적 자재관리를 위한 다기준 ABC 분석 모형의 개발' 금오공과대학교 산업대학원 : 산업시스템공학과 2001

창호마감	CB-100	225	7,344	1,652,400	C
창호마감	CP-265J	630	2,044	1,287,720	C
창호마감	CP-265L	640	1,840	1,177,600	C
창호마감	MC-265B	414	2,289	947,646	C
창호마감	GB-60K-24	550	1,310	720,500	C
창호마감	MC-115	455.8	1,155	526,449	C
창호마감	MC-115G	300	1,580	474,000	C
창호마감	CB-90	105	3,732	391,860	C
창틀	FM-60N	48.8	4,323	210,962	C
창 짝	FF-60N	36	5,465	196,740	C
창호마감	MC-140B	90	1,993	179,370	C
창호마감	CI-115	53	1,491	79,000	C
총 금액				197,665,571	

<그림3-4> 자재 재고 금액 기준 ABC 분석 그래프

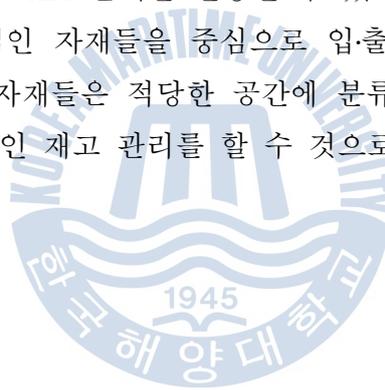


회사 내부의 적재 공간을 많이 활용하는 원자재 특성상 자재의 금액별로 보다 효율적인 관리를 통해 회사의 손실을 최소화 하여야 한다. <표3-13>을 살펴보면 창호 원자재를 창틀, 창짝, 마감 원자재 3가지로 분류하여 분석이 가능한데, 창틀과 창짝 자재는 창호 제작에서 있어서 가장 기본이 되는 자재이면서도 그 종류의 다양함과 색상 조합에 의해 입·출고 문제로 제일 어려운 자재이기도 하다. 그 이유는 일반 조립 공정의 자재이면 생산 계획만큼 불출하면 되는 문제이지만, 공사 일정에 따른 변수로 인해 입고된 자재들부터 자재 소요 계획서에 따라 규격에 맞추어 먼저 절단하고 남은 자재는 보관하였다가 필요한 시점에서 재사용하는 과정이 반복되는데, 이때 제대로 갖추고 있지 않은 레이아웃(LAY-OUT)이 문제가 되는 것이다.

F사의 원자재 절단 소요시간은 10EA/분으로서 자재 찾는 시간이 짧게는 3분, 비슷한 색상과 자재로 인해 식별의 어려울 때는 최대 10분이 소요된다고 추정된다고 했을 때<sup>[18]</sup>, 한번 자재를 찾기 위해 소비되는 시간으로 인한 하루의 원자재 절단량의 손실은 수치상 최대 100EA가 된다. F사의 시간당 1인 생산수량이 평균적으로 3EA임을 감안했을 때<sup>[19]</sup>, 자재 찾는 시간만 줄여도 더 많은 생산량으로 건설 현장에 빠른 대응을 할 수가 있게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 A등급의 자재들을 중점적으로 태그를 부착하여 재고 관리를 하는 것이다. A등급은 창틀과 창짝 자재로 구성이 되며, 이 자재들은 초기 공정부터 활용되는 자재로서 창호 구성에 많은 비중을 차지하고 있다. 이렇게 중점관리가 필요한 자재들에만 태그를 붙여 주면 관리적 차원에서는 재고 관리가 용이해서 효율적이고, 주자재에만 태그를 붙임으로서 당초 계획했던 비용보다 절감되고 생산성 부분에서도 탈·부착 과정이 줄어들어 이득이 되는 것이다.

또, 자재 적재에 있어서도 ABC 분석을 활용할 수 있다. 원자재 특성상 넓은 적재 공간을 요구하는데, 중점적인 자재들을 중심으로 입·출고가 용이하게 공간을 확보해서 정리를 해두고 기타 자재들은 적당한 공간에 분류하여 정리를 해둠으로서 좁은 공간에서도 보다 효율적인 재고 관리를 할 수 것으로 판단된다.



[18] F사 생산부 절단반 인터뷰 및 실제 측정 기준.

[19] F사 월말 생산 분석표 기준.

## 제 4 장 결론

PVC 창호 업계는 최근 몇 년간 원자재 가격의 급격한 상승에 의해 자재 관리 방식의 변화가 요구되고 있다. 현재의 구시대적인 자재 관리 방법에서 벗어나 현실적으로 비용을 절감할 수 있는 구체적인 방법을 찾아야 하는 것이다.

그 첫 번째 방법으로 협력 관계에 놓여 있는 업체들 간의 정보 공유이다. 불규칙적인 자재 주문과 다양한 자재로 인해 자재 입고 일정에 생산 일정이 맞춰지는 방식에서 벗어나 창호제조업체에서 기존 현장들의 데이터를 분석하면 자재공급업체에서는 이를 토대로 향후 자재 주문을 예측하여 원활한 자재 공급이 이루어질 수 있도록 하고, 공사 일정이나 자재와 관련된 계약 내용들을 협력 업체 간의 공유를 통해 보다 신속한 대응력을 기를 수 있게 해야 할 것이다.

두 번째로 수리적 모형을 이용한 자재 소요 계획 산출법 도입이다. 현재의 계산 작업에 있어서 인력으로 진행하는 방식을 버리고 컴퓨터 프로그램 등을 활용한 자재 소요량 산출법을 찾는 것이다. 이러한 프로그래밍의 도입을 통해 자재 손실을 최소화하고 절단 방법을 최적화 시키는데 작업 시간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 줄어든 작업시간에 의해 인력을 보다 다양하게 활용할 수 있게 된다.

마지막으로 자재 관리와 관련된 이론의 섭렵으로 재고 관리 방식을 개선하는 것이다. 정해진 레이아웃도 없어서 기존의 작업자가 자리를 비우면 대체 인력이 자재 찾는데 소요시간이 길어져 생산성이 저하 되는 등의 문제점을 해결할 수 있는 방법 등을 모색하는 것이다. 예를 들어 ABC 분석 등을 통해 보다 중요하고 활용도가 높은 자재들을 중점적으로 관리하여 현재의 작업 환경에서 효율적인 작업이 이루어질 수 있게 하는 것이다. 또, RFID의 도입을 통하여 정확한 입·출고 파악이 가능케 하는 것이다. 이러한 방법으로 협력 업체 간의 분쟁을 줄이고, 일정에도 차질이 없도록 공사 진행을 할 수 있게 될 것이다.

현재 창호 업계는 시장의 발전도에 비해 자재 관리가 구시대적 방식에서 벗어나지 못하고 있다. 효율적인 자재 관리를 통해 비용을 절감하는 등의 이윤이 창출될 수 있는 체계적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

먼저 협력 업체 간의 정보 공유를 위해 ERP시스템 구축에 대한 연구가 꾸준히 이루어져야 할 것이다. 또한 RFID의 가격 대비 활용도를 분석하여 도입에 있어서 최적화할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 김성규(2001), “효율적 자재관리를 위한 다기준 ABC 분석 모형의 개발”, 금오공과대학교 산업대학원 석사학위논문
- 김태형(2007), “건설 현장의 초과자재물량발생에 대한 문제 분석 및 개선 방안에 대한 연구”, 한양 대학교 대학원 석사학위논문
- 박소현(2009), “RFID를 적용한 공동주택 건설자재정보 통합관리 방안 연구”, 남서울대학교 대학원 석사학위논문
- 이상범(2004), “건설자재의 적정 리드타임 산정에 관한 연구”, 한국건축시공학회논문집, 제4권, 제1호, pp.105-110
- 정도영(2007), “원자재 가공과정을 갖는 건설공사 프로세스의 적정 자재재고 관리방안에 관한 연구”, 연세대학교 대학원 석사학위논문
- 조대진(2005), “RFID 이론과 응용”, 홍릉과학출판사
- 일경 BP RFID 기술 편집부(2005), “유비쿼터스 기술의 핵심 RFID 태그의 모든 것”
- L사 창호 가공 표준 기준서, 2008
- WINDOOR 2009년 1월호, “2009년 PVC창호 업계는 변화중”
- Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon(2007), “경영정보시스템의 이해”, 사이텍미디어
- Hamdy a. Taha(2007), “Operations Research: An Introduction, Eighth Edition”, Pearson Prentice Hall