

철강산업 린 기반 항만물류프로세스 개선 모델 구현*

김정훈** · 남호기***

요 약

본 연구에서는 항만 물류 프로세스의 현황과 장애요인을 분석하고, Lean이론을 적용한 프로세스의 재설계를 통해 이를 개선하기 위한 방안을 도출하는 한편, 개선된 프로세스를 통한 항만물류시스템을 구축하기 이전 과정을 철강기업 내에 특화된 부두 운영 업무 중 슬라브 관리업무에서 항만물류프로세스의 관련 주체를 선별하고 각 주체간의 관계를 파악하여 부두, 조업, 출하, 공정, 품질, 구매에 이르는 관리업무를 정의하고 각각 개체사이의 정보와 슬라브의 흐름에서 Lean 도구를 사용하여 기존 프로세스 상에 Value added와 Non-Value added를 분석하여 Cycle Time의 감소, 재고감소, 업무전환시간의 감소, 재작업감소, 서비스개선, 낭비 감소 등을 목표로 업무프로세스를 정형화시키고, 항만현장이 항만물류프로세스를 최적의 상황으로 실행 할 수 있도록 환경의 재설계를 통한 항만물류프로세스의 개선된 모델을 제시한다.

A Lean Logistics Model for Improving the Port Logistics in the Steel Industry*

Jung Hoon Kim** · Ho Ki Nam***

ABSTRACT

This research focuses on the process improvement of port logistics by using Lean methodology. On the one hand, we firstly analyze the current situation and weakness of the processes in port logistics, and then re-design the current processes by the principles of Lean discipline. Based on the appropriately changed processes, the improvement scheme of port logistics will be figured out. On the other hand, we construct the port logistics system by implementing the improved processes.

The port logistics' processes accomplished in steel company will be further assorted and identified. The relationship of wharves process, operational process, shipping process, construction process, quality process, and purchasing process are also defined. Every process has been improved by Lean Tools in order to analyze the value added or non-value added processes, to improve the service level, and to reduce the cycle time, inventory, changing time, re-working and waste. Based on above, the appropriate environment that is suitable to Lean process of port logistics will be established and the modeling that can help to implement the improvement scheme will be figured out.

Key words : Lean, Logistics, Process Improvement

* 본 연구는 2006년도 인천대학교 자체연구비지원에 의해 수행되었음.

** 인천대학교 산업경영공학과

*** 인천대학교 산업경영공학과 교수

1. 서 론

항만물류는 곧 국제간의 교역에 있어, 주요 물류수단으로 이용되고 있으며, 이는 국내 전체 물동량의 99.7%를 담당하고 있으며, 2011년까지 9.0%의 증가세를 보이고 있다. 때문에 해외 원자재 수급에 크게 의존하는 국내 철강업체는 원자재의 수급을 원활하게 할 항만물류프로세스를 구축하여야 하며, 기업이 가지고 있는 특수한 물류구조로 인해 막대한 물류비용이 초래되는 철강 산업의 경우에는 근시대의 방식을 편의와 전통으로 인해 개선하지 못한 채 현재까지 유지해 오고 있다. 또한 철강물류비가 전체 매출비중의 14~15%로 전체 물류비중의 1.5배, 일본의 2~3배가 되는 물류비용을 부담하고 있다.

또한, 철강물류관리상의 문제점으로는 물류조직상의 문제, 출하 관리상의 문제, 재고 과다의 문제, 운송상 문제, 제품특성상의 문제, 정보화의 문제, 프로세스의 문제가 존재하며 이에 대한 개선방안 필요한 현실이다.

이에 프로세스상의 불필요한 업무의 제거, 시간의 단축, 가시성의 제고를 통한 관리 향상 및 고객 서비스의 향상을 위한 Lean을 적용한 항만물류프로세스의 개선이 필요하다.

본 연구는 Lean이론을 적용하여 현 프로세스를 규명하고 문제점을 파악하여 낭비를 제거하고 프로세스의 흐름을 보다 효율적이고 신속한 개선된 미래의 예상되는 프로세스를 도식, 정의하고 현재와 미래를 비교 분석하여 시뮬레이션을 통한 시나리오 테스트 결과 분석 후 Lean을 제조·생산 분야가 아닌 비제조분야인 항만물류에 적용 성과에 대하여 연구를 목적으로 한다.

2. Lean을 적용한 항만물류프로세스 개선 모형 도출

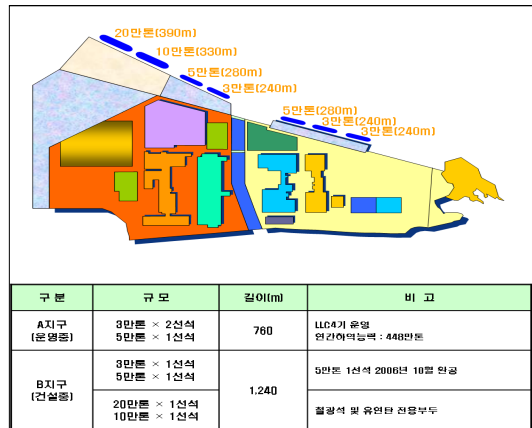
본장에서는 철강업체에 Lean을 적용한 항만물

류프로세스의 개선방안을 단계를 통한 사례를 들어 개선 전의 프로세스와 개선 후의 향상된 측면을 분석하여 이를 바탕으로 항만물류분야에 효과적인 업무프로세스를 구현할 수 있을 것이다. Lean적용 범위는 H제철사의 수입원자재 부문인 슬라브의 부두, 조업, 출하, 공정, 품질, 구매의 프로세스를 대상으로 하였으며, 현재 프로세스를 기반으로 Lean과 Lean Logistics의 이론을 적용하여 프로세스의 낭비를 줄이고 가치를 보다 극대화 시킬 수 있는 개선 모형을 도출하고자 한다.

2.1 현행 환경 분석

급변하는 철강분야 경영환경과 글로벌 경쟁체제 심화 및 슬라브 등 원자재 공급 부족에 대비하여 철강 산업 내에 경쟁력 강화 및 원가절감을 통해 경쟁력을 확보하고자 한다. 이에 전용부두 확보 및 효과적인 항만운영시스템을 구축하려 하고 있으나, 체계적이지 못한 운영으로 인한 비효율적인 운영이 이루어지고 있다. 전사적인 차원으로 전체 프로세스의 낭비요소를 제거하고 끊임 없는 흐름을 유지할 수 있도록 Lean을 적용한 항만물류 프로세스를 구축하여 관리되어야 한다.

철강제조업체인 H사의 사례를 들어 시설 운영 현황을 보면 (그림 1), (그림 2)와 같다.



(그림 1) H사의 부두시설 운영현황

○ 현면시설

구분	면적	비고
안벽	780m (5만톤 1선식, 3만톤 2선식)	-준공일 : 95.3.2
Apron	12,180㎡ (760m × 16m)	
야적장	48,840㎡ (760m × 64m)	

○ 선식

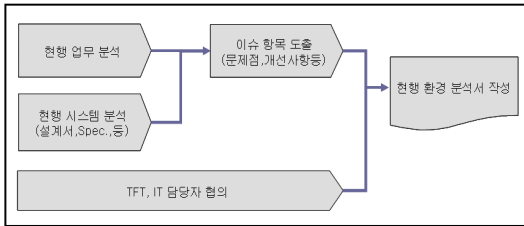
선식명	위치/용도	관련능력(MTI)	선식길이(m)	MTI(ton)	비고
#31	고철, 선철	30,000	240	12.5	제작크레인 2기(중형11990t)
#32	고철, 선철 (3차)	30,000	240	12.5	제작크레인 2기(중형12000t)
#33	OH, 철재물	50,000	280	14.0	-

○ 2006년 예상물동량

회주	회명	연간물량(천톤)	비고
당사	고철, 선철, H/DH	1,300	
A사	H/DH, C/DH	1,000	
B사	H/DH, C/DH	400	
C사	H/DH, P/F	200	
D사	고철, 선철	200	

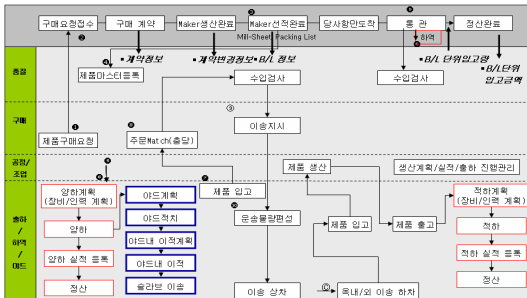
(그림 2) H사의 시설 운영현황

항만에서 들어오는 수입 원자재의 유형은 크게 슬라브와 코일, 고철로 이루어진다. 본 연구에서는 슬라브 관리 업무에 대한 개선을 범위로 하였다.



(그림 3) 현행 업무분석 절차

(그림 3)의 절차를 통해 Lean을 실행하기 전 현행 업무분석과 시스템 분석, Task Force Team을 구성하여 현행 환경 분석서를 작성한다. 위와 같은 절차를 통해 아래의 (그림 4) 현행 업무 분석 프로세스를 도출한다.



(그림 4) 현행업무 분석

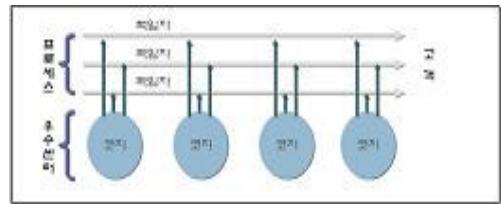
3. Lean 적용 단계 프레임 워크

3.1 Phase 1단계 : 실행조직구성

이 단계에서는 실행 전략과 지원 체계가 구체적으로 정의된다. 또한 Lean원리와 기법이 핵심 인력을 대상으로 교육이 이뤄지며, Lean실행 시 필요한 측정 지표도 개발된다.

야드 업무에 제한된 Lean실행도 타 분야의 도움이 없다면 최대의 결과를 산출할 수 없다. 현장 분야의 Lean실행도 타 분야 구매, 자재, 회계, 생산, 재무 분야와 연관되어 이루어진다. 따라서 타 분야에서도 현재 어떤 일이 벌어지고 있는지에 대한 이해가 있어야 하면, 실제 전환 과정의 팀으로도 협조가 있어야 한다. 또한 우선 임원진에 대한 Lean교육과 그들의 Lean실행에 있어서의 역할에 대한 교육이 이루어져야 한다. 이는 전사적 차원으로 이루어져야 한다.

(그림 5)의 상위 부분은 각 프로세스 책임자와 기업의 프로세스가 고객의 가치를 산출하는 방향으로 정렬되어 있다. 이 도표의 타원은 우수 센터로 사람들의 능력이 개발되고 계속적으로 새롭게 되는 인큐베이터이다. 수직선은 우수 센터에서 프로세스 팀으로 사람들이 배치되는 과정을 나타내고 있다.



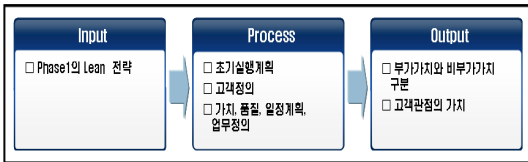
(그림 5) Lean 조직 문화적 이슈

이는 야드 프로세스상의 야드 운영자, 조업자 (항만조합)들의 관계에서 야드 작업을 실행하는 조업자들의 교육을 통해서 새로운 교육과 조직문화 습득해 나가는 과정이 중요하며, 야드 운영자

와 조업자간의 문화교류가 이루어져야 하며, 이는 Lean을 실행하기 앞서서 조직 기반을 다지는 기초가 되어져야 한다.

3.2 Phase 2단계 : 가치정의(그림 6)

이 단계의 초점은 고객의 관점에서 가치를 규명하는 일이다. 실행추진을 위한 초점은 좁은 관점에서 정의되어야 한다. 상황에 따라 전체를 실행 계획 추진지로 선정할 수 있지만, 실행 성공을 위해서는 위험 요소가 따른다.



(그림 6) Phase 2단계 : 가치정의

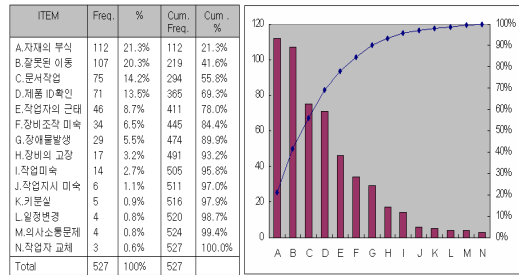
초기실행계획은 제품이나 프로세스가 Lean으로 전환되는 최초의 시발점은 고객과 접하는 최초의 접점 지역이 된다. 초기 프로젝트가 광범위하게 설정된다면 실패할 확률이 높기 때문에 전체 실행에서의 유지 가능한 차원으로 설정해야 하면 본 연구에서도 슬라브 관리 업무에 대한 개선을 범위로 하였다.

Lean의 초점에서 최종 소비자의 요구사항을 만족시켜야 한다. 낭비는 중간 고객이 당연하다고 느끼지만 최종 고객의 입장에서는 낭비조차 최종 고객이 부가해야 할 비용에 포함되어지기 때문에 가치와 비부가 가치의 결정은 최종 고객의 입장에서 이루어진다. 야드 업무 시 중간고객은 생산부서이며, 최종고객은 소비자이다.

또한, 품질, 일정계획, 비용 등의 관점에서 가치가 정의되어야 하며, 가치에 대한 우선순위가 정해져야 한다.

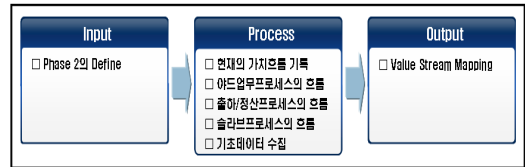
또한 (그림 7)을 통해 각 데이터의 양이 큰 것부터 작은 것의 순서로 배열하여 어떤 원인이 “발생 횟수는 적지만 중요한 것”이고, 어떤 원인이

“발생 횟수는 많지만 사소한 거”인지를 파악하여, 누적 백분율 선을 통하여 각 범주에서 추가된 양을 파악할 수 있도록 해준다.



(그림 7) Pareto Analysis를 통한 문제의 우선 순위 확인

3.3 Phase 3단계 : 가치흐름 분석(그림 8)



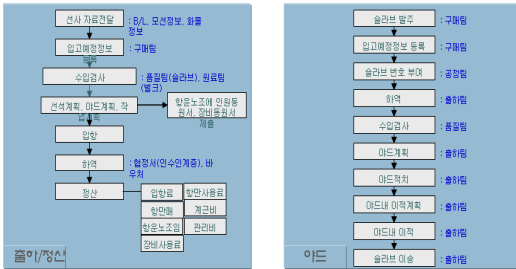
(그림 8) Phase 3 : 가치흐름 분석

이 단계에서는 현재의 맵을 작성함으로써 프로세스의 낭비가 발생하는 지점을 파악한다. 그리하여 제품 및 정보의 흐름을 파악하고, 실제 작업자와 도구, 장비들의 움직임도 함께 파악한다. 이런 현재 데이터의 분석 및 수집은 현재 수준을 파악하고 미래의 개선 효과에 대한 베이스 라인을 제공하는 데이터이다.

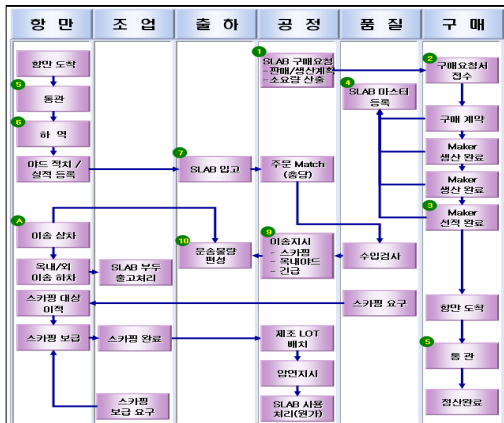
현재의 맵을 그리는 이유는 야드 프로세스에서 낭비가 발생하는 지점을 파악하기 위해서이다. (그림 9)과 (그림 10)은 출하/정산 및 야드, 슬라브 관리업무 프로세스를 맵핑한 것이며 슬라브 원자재의 구매에서 통관, 하역, 적치, 이송, 출하 등의 세부업무이다.

또한, 제품과 정보의 흐름 및 작업자의 흐름, 도구의 흐름을 파악하기 위해서 Phase 2단계의 산출

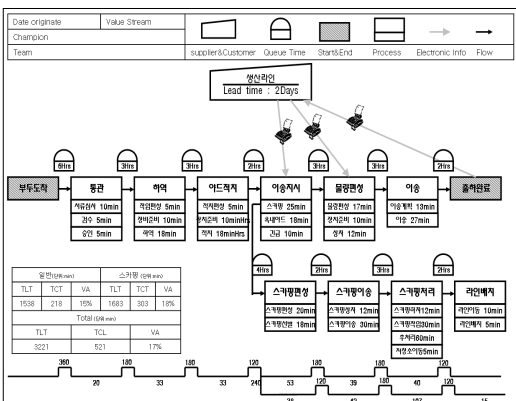
물과 현장조사, 설문조사 등을 통하여 현재의 가치 흐름 맵핑을 작성한다.



(그림 9) 출하/정산, 야드의 업무 프로세스



(그림 10) 슬라브 관리업무 프로세스

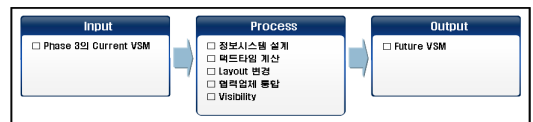


(그림 11) 현재의 가치흐름맵핑

(그림 11)의 현재 가치흐름맵핑을 분석해 보면 대부분의 시간이 (그림 7)의 파레토분석 결과처럼 자재의 부식으로 인한 스카핑 작업 추가 및 각 프로세스 이동 간 이루어지는 서류작업, 일정의 불균형 등으로 인한 Non-Value Added가 필요이상으로 많이 발생하고 있다는 것을 알 수 있다.

3.4 Phase 4단계 : 시스템 설계(그림 12)

이 단계에서 주로 하는 일은 상위 수준에서의 시스템을 디자인 하는 것이다. 보다 상세한 시스템 디자인은 Phase 5단계 에서 이루어지며, 이 단계에서는 전체적인 관점에서 시스템을 검증하고, 시스템의 현 위치와 전개될 방법에 대해 생각해 보는 것이다.



(그림 12) Phase 4 : 시스템설계

현재의 가치흐름 맵핑을 바탕으로 미래의 가치 흐름 맵핑을 그리는 단계이며 Lean 패러다임을 실행했을 경우 미래의 모습이 어떠해야 하는지를 그려낸다. 현재의 가치흐름 맵핑에서 비 부가가치요소 중 제거해야 할 대상을 선정한다. 여기에서는 스카핑 작업을 낭비요소로 판단하고 슬라브의 하역에서 출하에 이르는 프로세스 중 스카핑 작업을 제거하기 위해 스카핑 작업을 해야 하는 원인 규명하였다. 오랜 시간 바닷가에 염기를 접하면서 적시에 출하되지 못한 슬라브에 부식되면서 품질이 떨어지는 현상을 처리하기 위해 스카핑 작업을 한다. 이에 현재 슬라브 적치 알고리즘을 분석하여 선입선출의 슬라브 구조를 구축하여야 한다.

또한, 정보의 흐름을 원활하게 하기 위하여 Legacy System에 추가적인 향만운영시스템을 구축하여 무선 웹기반으로 야드에서 활동하는 장치와 야드맨 그리고, 향만관계자들과의 실시간 정보의 흐름을 통

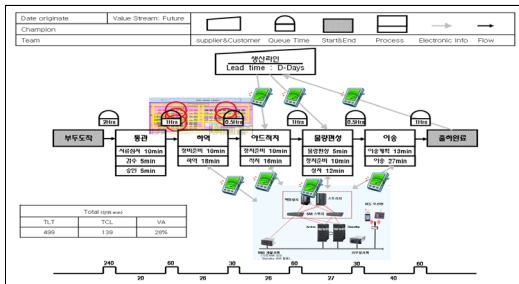
하여 신속한 정보처리로 대기시간을 최소화 하여야 한다.

Lean을 적용한 미래의 가치흐름 맵은 (그림 13)과 같다. 미래의 가치흐름 맵핑을 바탕으로 야드 업무를 시스템을 통해 모두가 쉽게 의사소통할 수 있도록 관리 시스템을 구축하는 일이다. 또한 야드의 Visibility를 향상시키기 위하여 야드 현장의 재설계 또한 필요하다.

또한 RFID의 기술의 발전으로 금속형 RFID가 개발됨에 따라 금속형 자재(Steel)에 RFID태그를 통한 물류 전 과정의 모든 정보를 알 수 있도록 하며, 당사 뿐만 아니라 협력업체들과의 정보의 공유를 통한 공동 물류관리를 할 수 있다.

제품이 업체에 도착했을 때 어느 위치에 어떻게 적재돼야 가장 효과적인지, 최종 가공업체에 도착한 이후에도 적재위치를 선별하고, 각 가공공정에 적합한 제품을 찾아주는 등 물류에 관련된 모든 사항에 대해 최적의 정보를 제공할 수 있다. RFID기반의 정보시스템을 도입하였을때, 생산성 향상정도를 측정해 본 결과 입고 및 적재, 소재선별 과정의 업무에서만 기존 12명이 3일간 수행해야 할 업무를 6명이 3시간만에 마칠 정도의 업무 효율 향상성을 갖는다.

현재의 가치흐름 맵핑과 미래의 가치흐름 맵핑을 비교 분석하면, 총 리드타임은 1693분에서 실제 택트타임인 303분을 나누게 되면 실제 프로세스 상에서의 Value %가 19%에서 개선 후 총 리드타임은 499분으로 60% 이상 단축하였으며, 총 Value % 또한 28%로 60% 이상의 향상효과가 있는 것으로 분석되었다.



(그림 13) 미래의 가치흐름 맵핑

3.5 Phase 5단계 : 실행 플로우

이 단계는 As-Is를 To-Be 시스템으로 전환하는 단계이다. 표준화와 실수 방지 방법이 구축되면 프로세스가 통계적으로 안정적인 상태에 구축이 되도록 하며, 통제가 가능하다는 말은 프로세스가 예측 가능성을 나타내며 실행능력을 측정할 수 있다. 또한 측정을 가능하게 함으로써 낭비를 찾아내어 제거 할 수 있다.

첫째, 장비와 작업자의 최적 이동경로를 설계하여 정해진 루트의 흐름이 이루어지도록 해야 한다. 이는 업무의 효율성을 위해 비효율적인 이동을 제거하며 장비와 작업자와의 구분하여 사고의 위험을 제거하여야 한다. 철강 산업의 특성상 중량급 자재이므로 사고 시 대형 사고를 초래할 수 있다.

둘째, 작업의 효율성을 높이기 위한 Visibility를 향상해야 한다. 즉, 슬라브를 적치하기위해 동, 열, 번지간의 눈의 띄기 쉬운 표식을 함으로써 작업자가 손쉽게 위치를 파악하여 작업을 신속하게 진행할 수 있게 하며, 눈에 보이는 관리를 할 수 있게 한다.

셋째, Pull방식을 확립하여 중간고객인 생산라인과 칸반(Kanban)방식을 사용하여 슬라브의 과잉이동 및 생산라인의 중간저장소에 불필요한 과잉재고를 가져가지 않도록 한다. 실제 라인에서는 야드 부서에 출하 지시 후 리드타임이 2일이 걸리지만 보다 신속한 흐름을 위해 당일출하를 하여 출하완료까지를 목표로 한다.

3.6 Phase 6단계 : 지속적 실행방안(그림 14)

이 단계는 Lean실행을 지속하기 위한 끊임없는 개선과 피드백을 위한 단계이다 전 단계에서 사용·활용되었던 Lean툴과 기법들은 다음 단계로 업그레이드를 위해서 반복되고 재정립되어야 한다. Lean실행으로 달성목표를 삼았던 측정지표들이 재검토 및 재결정되어야 하는 단계이다.

위의 같은 6단계의 실행방법을 토대로 항만물류 프로세스에 Lean을 적용하여 7가지 낭비요소를 살펴보면,

첫째, 과잉생산이다. 정보의 잘못으로 인한 과잉이나 시기가 바르지 못한 생산으로 인한 남은 제품의 또 다른 재고문제를 야기하게 된다.

둘째는 불량이다. 서류상의 오류, 제품의 낮은 품질, 납기의 낮은 품질 등의 품질문제.

셋째는 재고문제이다. 보통 많이 사면 많이 깎아주는 것을 몰량할인(Quantity Discount)라고 부른다. 그런데 철강업체에 주로 사용되는 원자재는 사정이 다르다. 오히려 정반대로 움직인다. 많이 사고자 하면 더 비싼 가격을 주어야 한다. 이유는 다음과 같다. 원자재는 자급자족이 안 되기 때문이다. 또한 원자재의 대부분은 생산이 안되기 때문에 규모의 경제가 실현되지 않는다.

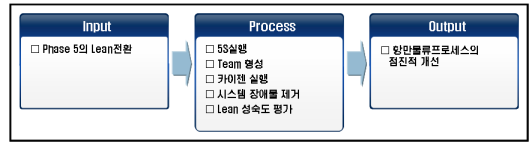
넷째, 공정문제. 잘못된 공구, 절차, 기법의 사용 문제.

다섯째는 이동으로 사람 및 정보 제품의 무절제한 이동.

여섯째는 대기로 인한 시간의 낭비를 제거하는 것이며,

마지막으로 동작이다. 작업 현장의 잘못된 설계로 인한 필요이상의 작업동작은 낭비를 초래한다. 위의 같이 7가지 낭비요소를 관리·통제·제거함으로써 기존의 항만물류프로세스의 비 부가가치를 뺀 날씬한 항만물류프로세스를 구현함으로써 신속·효율·핵심적인 항만 물류프로세스를 구현할 수 있다.

위의 Lean의 개선모형을 통해 구현된 프로세스가 지속적인 개선모형으로 진화하기 위해 5S활동을 통한 지속적인 개선이 필요하며, (그림 15)의 그림과 같이 관리 대상을 선정 후, 해당 항목의 개선 이행여부를 확인하여 불이행 및 추가 적용문제를 해결할 수 있도록 하여야 한다.



(그림 14) Phase 6 : 지속적 실행방안

No.	관리대상	담당업무	No.	관리대상	담당업무
1	물류센터 확립(도색, 단열)		20	Rack/제출 표시 구분	
2	지게차 주차 위치 표시		21	계통징치	
3	지게차 충전소 지정		22	소화기 위치 설정	
4	항공비행 계획서 파일		23	소화기 관리	
5	화물창고 표시		24	소화장	
6	수시 이동물체 주차선		25	공회배트	
7	주차장 표시		26	부착물류 보합소	
8	Dock		27	용접차차 용구(구급상자)	
9	Dock 구역선		28	소화기 불회차기함	
10	물류센터 적용적용 구역선		29	침소로문/침소로문함	
11	반 고정물체 주차선		30	배상/장선 정리	
12	징위 수취지		31	작업의 질 보조장구 착용	
13	보합대		32	뽀인트말	
14	물류구역 설정		33	계단사다리 활용	
15	침소로문/침소로문 표시구분		34	계단 보행선 표시	
16	장비로색(지게차, 대차 등)		35	차량 정렬	
17	작업 안전수칙/표지판		36	계시판	
18	포장(주보)		37	물서보합	
19	화물실 방열		38	화포	

(그림 15) 5S 관리대상 선정



(그림 16) 5S 활동 사례(28)

4. 결 론

본 연구에서는 철강 산업에서의 Lean을 적용한 항만물류프로세스 개선에 대하여 사례를 적용하여 실행 모형을 제시하였다.

첫째, 현재의 프로세스를 가치흐름 맵핑을 통하여 분석하여 한눈에 보이게 함으로써 국부적이 아닌 전체적으로 문제점을 인식하여 비 부가가치요소를 쉽게 규명할 수 있고 개선할 방향을 제시한다.

둘째, 프로세스상의 비 부가가치요소를 제거하여 전체 프로세스를 가치 중심으로 개선하였다.

예를 들면, 슬라브의 스카핑 작업 원인을 철저히 제거함으로써 스카핑 작업 비용과 시간의 낭비 요소를 제거하였다.

셋째, 프로세스측면 외에도 야드 현장에서의 Lean 패러다임을 적용한 Visibility를 향상시키는 방법을 실행함으로써 작업자와 장비 자재의 흐름을 신속하고 효율적으로 개선하였으며, 작업 시 위험요소를 고려한 동선을 이용 시 안전사고율도 크게 줄일 수 있다.

이렇게 제조분야에서 적용하던 Lean을 비 제조분야 특히, 오랫동안 방치되어오던 항만분야에 정보화 시스템과 함께 적용함으로써 비 부가가치 요소를 제거와 함께 신속한 정보 및 자재의 흐름으로 상당한 비용절감 및 경쟁력 확보할 수 있게 된다.

향후 연구과제로는 프로세스의 개선과 함께 입선 계획과 생산계획, 적치계획을 토대로 Schedule과 Planning을 통한 전체 항만업무 Flow에서의 낭비를 원천적으로 제거가 필요하다. 적절한 Schedule과 Planning을 통해 근본적인 원자재 재고의 최적화, 이동 간 Buffer의 최소화, Order의 정확성이 증가되어 이번 연구와 함께 문제를 보다 효과적으로 해결할 수 있는 방안연구가 필요하다.

참 고 문 헌

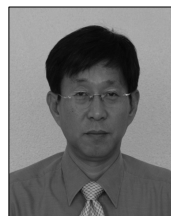
[1] Michel Baudin, "Lean Logistics", Productivity, 2004.
 [2] Howard Smith외, "프로세스 경영과 정보기술의 미래", 2004.
 [3] James P. Womack, "Lean Solutions : How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together", Free Press, 2005.
 [4] James P. Womack and Daniel T. Jones, "Lean Thinking", Free Press, 2006.

[5] Jeffrey P.Wincel, "Lean Supply Chain Management", Productivity, 2004.
 [6] Thomas Goldby외, "Lean Six Sigma Logistics", Jrosspub, 2005.
 [7] Michel L.George, "Lean Six Sigma for Service", McGraw-Hill, 2006.
 [8] Michel L.George, "Lean Six Sigma Pocket Toolkit", McGraw-Hill, 2006.
 [9] Don Tapping, "The Lean Pocket Guide", MCS Media, 2003.
 [10] Kenneth Dailey, "The Lean Manufacturing Pocket Handbook", DW Publishing Company, 2007.
 [11] Jamie Flinchbaugh, "The Hitchhiker's Guide to Lean: Lessons from the Road", Society of Manufacturing Engineers, 2005.
 [12] Kirk D. Zylstra, "Lean Distribution : Applying Lean Manufacturing to Distribution, Logistics, and Supply Chain", Wiley, 2005.



김 정 훈

2006년 인천대학교 산업공학과 (공학사, 물류학사)
 2008년 인천대학교 산업경영 공학과(공학석사)



남 호 기

1979년 한양대학교 산업공학 (공학사)
 1985년 Polytechnic대학 산업공학 (공학석사)
 1988년 Polytechnic대학 산업공학 (공학석사)

1987년~현재 인천대학교 산업경영공학과 교수