가치흐름분석을 통한 건설자재의 공장화생산 타당성 검토

- 건축공사의 기계설비 공사를 중심으로 -

Feasibility Study in Construction Materials using Value Stream Analysis

- Focused on Mechanical Works -

서 창 용*○ 김 창 덕**
Seo, Chang-Yong Kim, Chang-Duk

요 약

국내 기계설비공사는 현장내의 불필요한 자재 적치 및 현장가공으로 인하여 불필요한 인원과 시간이 소요되는 것으로 조사되었다. 이와 같은 기계설비공사의 작업흐름을 린 생산 원리를 적용하여 가치흐름을 분석하였다.

가치흐름분석(VSA)은 가치흐름맵핑(VSM)을 통하여 기존공법과 공장화생산 공법을 비교하여 낭비요소를 도출하였다.

그 결과 기존공법의 문제점과 공장화생산의 저해요소를 도출하였고 이에 대한 개선 방향에 대하여 제시하였다.

키워드: 린 생산 원리, 가치흐름분석, 가치흐름맵핑, 낭비요소, 공장화생산

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내의 기계설비공사는 현장내의 불필요한 자재 야적 및 가공으로 인해 불필요한 인원과 시간이 소요되고 있는 것으로 조사되었다. 건설 시장 개방에 따른 건설 경쟁력 측면에서도 자재의 공장화 생산을 통하여 자재 적치 공간 및 현장 가공의 최소화로 적시 생산을 통한 공기단축 및 품질증대뿐만 아니라 현장내의 자재 가공으로 인한 안전성의 문제에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 기존기계설비공사와 공장화생산을 통한 기계설비공사의 가치흐름분석을 통하여 기계설비 자재의 생산, 조달, 양중, 설치의 각 단계에서 나타나는 작업들을 가치창출 작업과 비 가치창출 작업으로 분류하고 이를 물리적인 흐름과 정보의 흐름으로 표현하여 보다 쉽게 낭비요소를 파악하고 비교하여 공장화 생산의 타당성을 검토하고 기존작업체계를 개선함으로써 공기단축, 최소비용, 재고감소를 통한 품질증대, 안전성증대 등으로 기계설비공사의 생산성을 향상시키는데 연구의 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

기계설비공사는 건설공사의 적시생산을 위한 양중 및 조달 시스템개발 연구보고서(건설교통부 한국건설기술연구원, 2002)에서 보여 주듯이 건설공사의 전체 마감 공기에 미치는 영향이 매우 큰 것으로 조사되었다.

이에 본 연구에서는 국내 건설현장의 기계설비공사에 대한 현 실태의 분석 및 공장화생산 정도를 파악하고 가치흐름분석을 통해 기존공법과 공장화생산 공법의 비교자료를 제시하여 공장화 생산의 타당성 여부를 검토하고 공장화생산의 개선방향을 제시하고자 한다.

본 연구의 진행 방법은 다음과 같다.

1) 기존 연구를 통해서 가치흐름분석의 방법 및 절차를 고찰한다.

2) 국내 건설현장의 기계설비공사에 대한 현 실태 파악 및 공장화생산 정도에 대해 조사한다.

3) 현재 국내 건설현장의 실무자들과의 면담을 통하여 기계설비공사의 공장화생산에 대한 현 건설현장 실무자들의 생각과 의견을 조사한다.

4) 선정된 사례현장의 가치흐름분석을 통해 기존공법의 기계설비공사와 공장화생산을 통한 기계설비공사를 비교 분석하여 공장화생산 타당성 여부를 검토한다.

5) 기계설비공사의 공장화생산 저해요소를 파악하고 개선 방향을 모색한다.

* 학생회원, 광운대학교 대학원 석사과정
** 종신회원, 광운대학교 건축학부 교수, 공학박사
본 연구는 건설교통부 연구비지원에 의한 연구의 일부임.
과제번호 2001-D05-01.

2. 가치흐름분석(VSA)에 대한 예비적 고찰

2.1 가치분석

가치 정의를 이동 · 대기 · 처리 · 검사의 4가지 형태로 구분하여 건설생산과정을 구성하는 모든 작업을 분류하여 분석하는 것이다. 건설생산과정에 투입되는 작업과 자원을 분석하여 부가가치를 창출하는 작업과 낭비를 유발하는 요소들을 분석하는 것으로 가치흐름분석하기 전에 이루어지는 것이다. 이때 낭비의 7가지 부분인 제품결함, 수요 없는 제품의 과잉생산, 재고, 불필요한 제품처리, 불필요한 인력이동, 불필요한 자재 제품이동, 대기 등을 집중적으로 분석하여 각 생산단계 생산요소로 분류하여 조사하는 것이다.

2.2 가치흐름 맵핑(Value Stream Mapping)

(1) 가치흐름맵핑 정의

Learning to See(Rother and Shook, 1999)에서 "가치흐름이란 현재 모든 생산물을 생산하는 과정의 주요 흐름들을 통한 후속작업(공정)이 요구하는 현재의 모든 활동들(가치창출, 비 가치창출)에 대한 흐름을 의미하는 것으로써 사용자에게 자원을 공급하는 생산흐름의 모든 활동을 의미한다."고 정의 하였다.

이런 가치흐름을 통한 작업들에 대해 자재흐름과 정보흐름을 이해하기 쉽도록 하는 것이 가치흐름맵핑이다. 이 기법은 제조 산업에 적용된 예로써 건설 산업에 적용 가능한 방법으로 변형할 수 있다.

(2) 가치흐름맵핑 목적

1) 가치흐름을 볼 수 있도록 한다.

2) 낭비요소를 찾는데 도움을 준다.

3) 물리적인 흐름과 정보의 흐름을 보여준다.

4) 린 원리를 통한 측정전과 측정 후의 개선방향을 제시한다.

5) 가치흐름맵핑은 공사 전체 흐름이 어떻게 운영되는지를 보여주는 린 원리 수행의 청사진으로 볼 수가 있다.

(3) 가치흐름맵핑 절차

가치흐름맵핑 절차는 우선 가치를 분석할 대상을 선정하여 가치의 기준을 선정한 후 현재의 진행상태를 물리적인 흐름과 정보의 흐름으로 묘사한다. 이러한 현재상태의 분석을 통해 개선하는 것으로 WIP(Work in Process, 이하 WIP)감소, CT(Cycle Time, 이하 CT)감소, 평준화, 흐름생산을 통한 지속적인 개선단계인 미래생산맵핑으로 이루어진다.

가치흐름 맵핑		
가치흐름맵핑 생산물 선정	현재상태맵핑 (CSM / as-is)	미래상태맵핑 (FSM / to-be)
-가치의 기준 선정 -대상물 선정 -린 방책 설정	-현재상태 조사 -물리적 흐름과 정보흐름 묘사 -재고량, CT조사 -Lead Time 조사	-WIP감소 -CT감소 -준비시간단축 -공정개선 -지속적인개선

그림 1. 가치흐름 맵핑 절차

(4) 가치흐름맵핑 도구

가치흐름을 시각적으로 볼 수 있도록 직접 그림으로 그려냄으로써 각 작업 단계를 분석하는데 보충 자료의 역할을 해주는 도구로써 가치흐름을 시각화해 주며 프로세스를 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 사용되는 도구들이다.

여기에서 제시하는 도구는 현장의 작업자가 이해하고, 표현하기 쉬운 도구여야 한다. 아래 <그림 2>에서 제시하는 도구 이외에 가치흐름을 맵핑하는 도구는 분석자에 따라 적절히 변형하여 사용할 수 있다.

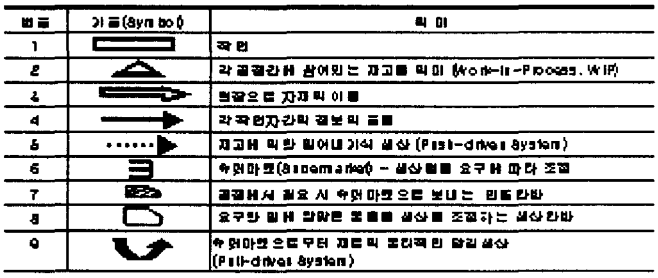

그림 2. 가치흐름 맵핑 도구

3. 공장화 생산 타당성 검토

3.1 가치분석

(1) 기계설비자재의 공업화 생산 필요성

기존공법으로의 현장 자재의 현장 가공은 다음 <그림 3>와 같은 문제점이 조사되었고 이에 대한 해결방법의 하나로 공장화 제작을 통한 개선 방법을 제시하고자 한다.

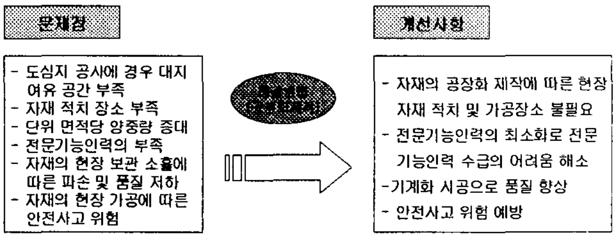

그림 3. 기존공법의 문제점 및 해결방법

(2) 기계설비공사의 종류와 방식

기계설비공사의 일반적인 종류와 방식은 다음 <표 1>와 같다.

표 1. 기계설비자재의 종류 및 방식

구분	종류	방식
기계설비	급수설비	수도직결, 고가수조, 압력수조, 수조 없는 부스터
	난방설비	증기난방, 온수난방
	오 · 배수설비	중력식, 기계식, 간접배수, 특수배수
	소방설비	소화설비, 경보설비, 피난설비
	공기조화설비	공기조화(공기방식, 공기 · 물방식, 냉매 · 물방식), 환기설비(중앙식, 개별식)
	위생설비	위생기구설비

이 중에서 전체 공정에 연계하여 계속적인 조달 및 양

중이 많이 이루어지는 배관설비 중 입상배관 공사를 중심으로 자재의 설계, 발주, 생산, 운반, 반입, 양중, 설치의 각 단계를 가치흐름분석을 통하여 기존공법과 공장화생산 공법을 비교하여 낭비요소를 파악하고 개선방안을 모색하도록 하겠다.

3.2 국내 건설현장의 사례조사

(1) 사례현장 개요

사례현장으로는 국내 건설현장의 기계설비공사의 공장화제작 정도를 파악하기 위해서 <표 2>에서와 같이 도심지 고층공사가 이루어지고 있는 4개 건설현장을 조사대상으로 선정하였다.

표 2. 사례현장 개요

구분	도곡동 T현장	목동 A현장	잠실동 G현장
대지면적	6,263평	1,615.38평	7,145.19평
건축개요	E동 55층, F동 55층	지하6층 지상 46층/2개동,지상32층/1개동	아파트 지하 5층,지상46층 /3개동

(2) 국내 건설 현장의 공장화 제작 현황

조사된 사례 현장의 경우 다음 <표 3>에서와 같이 기계설비공사에 대한 자재의 공장화 제작이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

표 3. 공장화제작 자재

구분	도곡동 T현장	목동 A현장	잠실동 G현장
공장화제작 자재	PFP PFE 스프링쿨러	PFP PIPE BLOCK	PFP PFE 스프링클러 By Pass

공장화 생산 자재 중 PFP공법에 대해서 작업흐름을 조사 분석하였다.

1) PFP공법의 개요

입상 배관을 4개층 단위로 UNIT화하며 공장에서 가공, 조립, 제작하여 현장으로 반입 후 보조 CRANE과 T/C로 양중하여 조립 설치하는 배관 공법

2) PFP 설치순서

PFP의 설치순서는 다음 <그림 4>에서와 같이 7단계로 이루어진다.

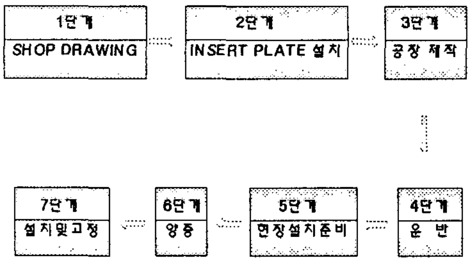

그림 4. PFP 설치 순서

3.3 가치흐름맵핑을 통한 낭비요소 파악

(1) 기존공법의 현재상태맵핑(CSM)

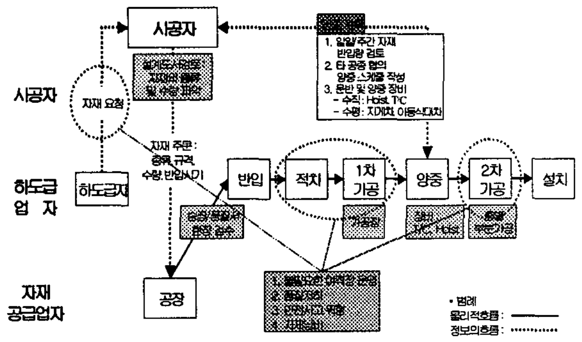

그림 5. 기존공법의 CSM

위의 <그림 5>과 같이 현장 자재 적치 및 가공으로 인한 문제점이 파악되었고 불필요한 여러 작업이 현장에서 이루어지므로 공기에 영향을 준다.

(2) 공장화생산 공법을 통한 미래상태맵핑(FSM)

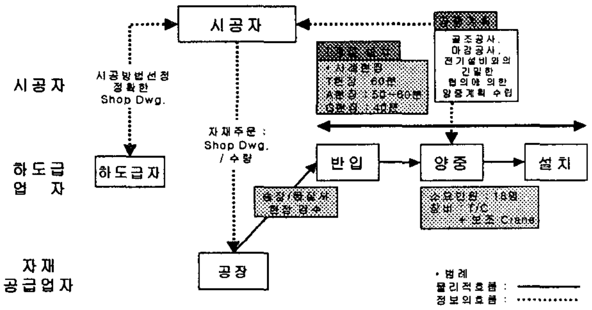

그림 6. PFP공법의 FSM

위의 <그림 6>과 같이 기존공법에 의한 불필요한 자재적치 및 가공으로 인한 낭비요소가 줄어들었고 공장의 기계화 생산으로 인하여 품질향상, 안전사고 위험이 감소되었으며 공정의 간소화로 공기를 단축하였다.

4. 분석 및 고찰

4.1 기존공법과 공장화생산 공법의 비교

국내 건설 현장의 실무자와의 면담 및 현장 조사를 통하여 공장화 제작이 이루어지는 자재를 조사하고 이중에서 대표자재를 선정하여 기존 공법과 공장화 제작을 통한 공법을 비교 분석하였다.

(1) 기존공법과 공장화생산(PFP)의 비교

표 4. 기존공법과 공장화생산(PFP)의 비교

구분	기존공법	공장화 생산
인력 관리	-불필요한 인력투입 문제 -전문기능인력 확보 어려움	-현장의 전문 기능인력 투입 최소화
자재 관리	-자재의 별도 야적장 필요 -별도의 자재의 현장가공 장소 필요	-불필요한 야적 및 가공 공간 해소
품질 관리	-협소한 공간, 많은 용접으로 하자 발생 큼 -일반 절단기에 의한 pipe 변형, 부식	-기계화, 자동화로 품질 향상
안전 관리	-현장 용접에 의한 화재위험 -고소작업에 의한 추락위험	-무용접으로 인한 화재 위험 감소 -현장조립에 대한 안전사고 감소

(2) PFP공법의 현장적용 사례

표 5. PFP공법의 현장적용 사례

구분		도곡동 T현장	목동 A현장	잠실동 G현장
정량적인 비교	공기	단축	단축	단축
	비용	5% 감소	5% 증가 (장비 비용)	5% 증가 (장비 비용)
	품질	향상	향상	향상

4.2 공장화생산 저해요소 및 개선방향

공장화생산의 가장 큰 저해요소는 <표 6>에서와 같이 건축골조공사와 기계설비공사의 SHOP DWG.의 불일치, 긴밀한 공정협의 어려움 등으로 조사되었다.

표 6. 공장화생산 저해요소 및 개선방향

구분		내용
저해요소		(1) 건축골조와 설비공사와의 설계도면이 정확 하지 않음 (2) 잦은 설계 변경 (3) 건축공사 중 골조공사의 부정확한 시공 (4) 건축공사와 설비공사의 공정 협의의 어려움
개선방향	설계	(1) 공사 초기에 시공방법의 확정 및 정확한 SHOP DWG (2) 설비 작업 사용 자재의 선정 및 규격 검토 (3) 설비 배관 작업시 접합부 시공공법 검토 (4) 요구 성능 기준 설정 - 기밀, 수밀, 내화, 차음, 단열 등
	발주	(1) 공정표에 따른 자재의 분할 반입 시기 및 물량 파악 (2) 자재의 종류, 규격, 수량, 반입시기, 포장 방법 고려 (3) 자재의 운송차량 크기 고려 (4) 자재의 종류별 분류 관리 (기성품 및 공장 주문 생산품) (5) 국내자재와 수입자재를 분류하여 관리
	양중	(1) 일일 및 주간 자재 반입량 검토 (2) 타 공종과의 협의에 따른 양중 계획 (양중 순서 및 시간) (3) 운반 및 양중 소요인원, 장비계획 (타 공종과 협의) (4) 운반 및 양중 장비 - 수직 : 가설리프트, Tower Crane, 보조 Crane - 수평 : 지게차, 이동식 대차, 핸드 팔레트
	공정	(1) 작업 시기에 따른 타 공종과의 선.후행 관계 파악 - 골조, 마감, 전기공사와의 간섭 및 선·후행 작업고려 (2) 설비 자재 설치 시점별 작업내용 및 고려사항 검토 (3) 설비 자재 설치 작업별로 소요 인원 및 장비 계획

이러한 문제를 해결하기 위해서는 설계, 발주, 양중, 공정의 각 단계에서 주기적인 공정회의를 통한 공종간의 긴밀한 협조와 철저한 관리가 필요하다.

5. 결론 및 향후 연구방향

기계설비자재의 공장화생산을 통하여 기존공법에서 발생되는 불필요한 자재적치로 인한 별도 야적장 필요, 자재의 현장가공으로 인한 품질저하 및 안전사고 위험 등의 문제점들이 개선되었다. 기계설비공사에서 무엇보다 중요한 것은 설계단계에서의 건축 골조공사, 협력업체 등과의 긴밀한 협의에 의한 공정계획 및 정확한 SHOP DWG.이 이루어져야하며 골조공사, 마감공사, 전기설비와 같은 다른 공종과의 계속적인 유기적인 협조가 필요하다.

본 연구에서 제시한 VSA는 건설공사에서 발생되는 문제점을 파악하고 개선하는데 매우 효과적인 기법이라 할 수 있다. 따라서 건설공사의 다른 많은 공종에서도 기존공법의 문제점을 분석하여 공장화생산이 이루어질 수 있는 자재를 조사하고 공장화생산의 타당성 분석 및 적용방안에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 문정문, 가치흐름분석을 통한 건설 프로세스의 낭비제거 방법 : 철골공사를 중심으로, 광운대학교 대학원 석사논문, 2001.
2. 김창덕, 건설생산시스템의 새 지평, 건축 3월호, 대한건축학회, 2000.3.
3. 김창덕, A New Construction Production Paradigm, 광운대학교 건설관리 연구실, 2000.2.
4. 박신, 이진화, 건설공사의 공업화를 위한 시스템 거푸집의 평가 및 발전 방안에 관한 연구, 동아대학교, 2000.
5. 기계설비 시방서 : 건설 기술 연구소 연구사례, (주)예종종합건축사사무소, 2002.
6. Womack and Jones, "Lean thinking" Banish waste and create wealth in your corporation, 1996.

Abstract

Local Mechanical work is researched which spending unnecessary labors and time due to unnecessary material accumulation and fabricated on site. Accordingly, this study analyzes the work process of mechanical equipments by Lean Production principles.

Value Stream Analysis(VSA) uncovers waste factor of the existing method and manufactory production method using Value Stream Mapping(VSM).

In the results, this study presents improvement of the existing method problems and negative factors of manufactory production.

Keywords : Lean Production Principle, Value Stream Analysis(VSA), Value Stream Mapping(VSM), Work Effect, Manufactory Production