

초고층 건축 공사의 효과적인 양중 제안

- 설비공사 양중부하 분배 개선 방안

A Study of the High-rise building's Lift-up Management
- through Division of Loading Factors of Equipment materials

정연우*○ 김은상* 서현아* 김창덕**
Chung Yun-Woo, Kim Eun-Sang, Suh Hyun-Ah, Kim Chang-Duk

요 약

최근 건축물의 대형화, 고층화 경향에 따라, 현장에서 취급되는 자재의 종류는 갈수록 다양해지며, 자재의 양도 방대해 지고 있다. 세분화된 공정으로 인해 서로 다른 공정이 동시 다발적으로 진행되기 때문에 현장에서 작업동선 및 물류의 이동이 매우 복잡해진다. 이에 따라, 효율적인 자재 반입 및 양중이 필요하다. 특히 마감 공사 시에 마감자재와 설비자재와의 반입 충돌과 공정상의 불일치로 인해 건물에 양중 문제가 발생하고 있다. 본 논문은 이를 분석하고 문제점에 영향을 미치는 요소들을 파악하여 효과적인 자재 양중방향을 제시한다.

Key Word : 양중, 설비자재, 최대양중부하, Package, 공장화생산

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설공사의 경향이 대형화, 고층화로 변화하면서 자재, 인원, 장비 등을 어떻게 효율적으로 관리할 것인가가 주요쟁점사항이 되고 있다. 특히 도심지공사의 경우 짧은 공사기간 내에 수행되어야 하므로 자재를 운반과 양중을 고려한 Unit단위로 처리하여 입고와 동시에 양중하고 빠른 시간 내에 시공하기를 바라는 시대적 요구에 대처 할 필요가 있다.

또한 최근에 설비는 건축물의 고급화, 첨단화되는 추세에 있고, 특히 초고층 주거건축의 냉, 난방설비 등의 자동화로 전체 공정에서 차지하는 양중 및 양중부하의 비중이 매우 커지고 있는 실정이다.¹⁾

따라서 본 논문은 초고층 건축 공사에서 양중 부하 중심의 작업 내용을 분석하고 효과적인 양중 분배를 위한 개선방안을 제시하는 데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 초고층 건축 공사에 있어서의 양중에 관한 조사를 마감 공사 시에 많은 부분을 담당하고 있는 기계설비자재를 중심으로 하여 설비자재 양중에 관한 이론적 고찰 및 연구동향을 살피고 국내 초고층 공사 현황을 조사하여 설비자재 양중에 관련한 문제점들을 찾아내어 문제점들을 개선하는 연구로 진행한다. 이에 따른 양중 장비의 공정단계별로 사용현황을 분석하여 Peak시에 발생하는 양중부하를 효과적으로 분배할 수 있는 방안을 제안한다.

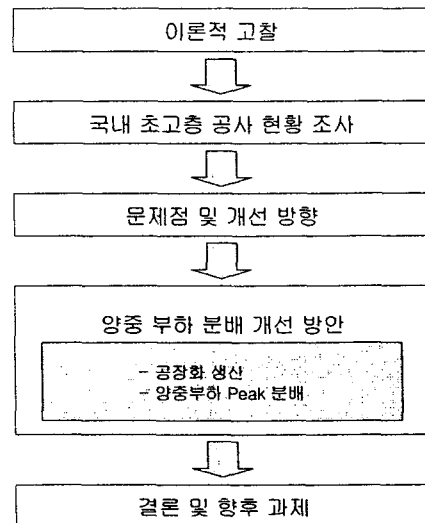


그림1. 연구의 방법과절차

* 학생회원, 광운대학교 건축학부, 학사과정

** 종신회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

1) 안병주, 초고층건물 공사 마감자재의 수직/수평이동계획의 통합된 의사결정모델, 2001.5

2 이론적 고찰

2.1 양중의 이해

양중은 공사계획 단계에서 거의 모든 것이 결정되며, 일단 공사가 시작되면 이 계획의 내용을 변경하는 것이 매우 어렵거나 또는 비용과 시간이 많이 소요되는 특징이 있다. 양중 장비 선정은 각 Activity들의 공정속도, 전체공기, 공사비용 등과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 고층건물일수록 그 중요성이 높아진다.

따라서 양중 장비 계획은 초고층 건물공사의 핵심이며, 이것이 결정되지 않았다면 공사계획 전체가 결정되지 않았다고도 할 수 있다.

2.2 자재별 양중 장비 분류

다음 <표1>은 양중 부하를 형식, 중량별로 분류한 것으로, 이 형식에 따라 양중자재 및 그에 따른 양중기 선정의 기준으로 삼는다.²⁾

<표 1> 양중형식, 중량별 양중기 분류 및 양중 내용

항목		대형양중	중형양중	소형양중
양중재료	치수	길이 length > 4m	1.8m < length ≤ 4m	length ≤ 1.8m
		넓이 wide > 1.5m	1.2m < wide ≤ 1.5m	wide ≤ 1.2m
	중량	weight > 2ton	weight ≤ 2 ton	weight ≤ 1ton
종류	철판, deck plate, pc판, 커튼월 자재, 와이어매쉬, 철골계단, 열교환기 등 설비기계, alc판, 엘리베이터	경량형강, 목재, door, 석고보드, access floor, duct 및 파이프류, 각종 설비공사 fixture, 육조, 번기 등 소형설비재료, 등 기구	벽지, 손운반 가능 자재	
예상 양중기	타워크레인	Long Span Lift	Hoist	

2.3 최대양중 부하

양중 부하란 양중 장비의 수직이동 횟수를 의미한다. 이것은 각 Activity에 소요되는 각종 자재량, 공사후의 잔재량, 작업원수 등에 의해서 결정된다.

최대양중부하란 일정 기간별로 구분하여 취합한 마감자재의 양중부하들 중에서 가장 큰 값으로써 양중장비계획의 적정성을 판별할 수 있는 중요한 요소이다. 양중 장비계획은 공정계획과 설계도서 등에 의해서 결정되는 최대양중부하를 감당할 수 있어야만 한다. 만약 양중 장비계획이 최대양중부하를 감당할 수 없을 경우에는 공정계획을 수정하여 자원을 평준화함으로써 양중장비계획이 최대양중부하를 감당할 수 있도록, 또는 양중장비계획을 수정하여 최대양중부하를

2) 현대건설, 양중계획서

감당할 수 있도록 해야만 한다.

3. 국내 초고층 공사 현황 조사

현재 국내에 건축되어 있는 초고층 건축을 조사하여, 양중 실태를 분석하였다. 개요는 <표2>의 내용과 같다.²⁾

<표 2> 현장개요 및 양중 장비 사용현황

구분	층수	연면적	양중 장비 사용현황
도곡동 A현장	지상: 37층 지하: 6층	28,908평	Tower crain - 5 Lift - 5, 7
삼성동 H현장	지상: 54층 지하: 2층	32,273평	Lift - 2 Hoist - 1
분당 T현장	지상: 37층 지하: 3층	70,098평	Tower crain - 3, 1, 1 Hoist - 2, 1

3.1 현장 실무자 면담조사

국내 건설 현장의 실무자와의 면담 및 현장조사를 통하여 현재의 양중 형태와 계획을 조사하고 분석하였다.

<표3> 사례현장 조사내용

분류	질문	답변
양중 시점 분류	기계설비자재중 반입되어서 바로 설치위치로 양중되어지는 자재와 반입 후 가공 등을 위해 보관되어지는 자재의 종류	바로 양중되는 자재 ▶장비류, 덕트기구류, 위생기구, 방열기 임시 보관되는 자재 ▶강관 및 특수관류, 퍼팅류, 강판류, 보온재
양중장비 해체시점에 따른 자재 분류	TOWER CRAIN과 HOIST 해체 이전에 양중 작업이 이루어지는 것과 해체 후에 엘리베이터로 양중되어지는 자재의 종류	TOWER CRAIN과 HOIST해체이전 ▶냉각탑 및 물 탱크자재 비상엘리베이터 양중 ▶위생기구, 방열기
자재반입 계획 고려사항	설비자재의 1일 및 주간 단위의 자재반입 계획시 층별 또는 세대별 물량 계획을 기준하는 사항	▶운송방법 및 자재부피 등을 고려하여 층별 물량 산출 후 인력수급 등을 고려하여 반입 특히 선/후 공정을 감안하여서 계획

3.2 문제점 도출

3.2.1 자재 양중의 문제점

초고층 건물의 시공에 있어서 보다 빠르게, 보다 많이, 보다 효율적으로 양중작업을 하는 것이 그 건물의 공정관리의 전부를 결정한다고 하여도 과언이 아니다. 이에 따라 발생 되는 일반적인 문제점들은 다음과 같다.

- 기계설비자재와 마감자재의 양중이 동시에 발생
- 마감공정에서 재료의 연속적인 중첩
- 부가재의 증가, 설치 시 2차 가공에 의한 부가적 쓰레기 발생 (폐자재)

3.2.2 양중 장비 선정에 따른 문제점

대개의 경우 고층 빌딩 공사에서는 양중부하 산정 시 인원과 자재양만을 고려한다. 그리고 예상하지 못한 양중부하가 발생했을 때에는 야간작업 등을 통해 극복하고 있다.

일반 현장에서 야간 양중 작업은 작업시간이외의 시간대에서 수행된 양중작업을 의미하여, 이로 인해 발생한 추가 인건비는 공사비에 상당한 부분을 차지하고 있다고 한다.

또한 투입된 양중 장비의 저효율 문제가 지적될 수 있다. 공사 현장들에 투입된 리프트들의 가동률을 분석해 보면, 평균가동률의 차이는 1.2%에서 50%까지이며, Peak 시의 가동률의 차이는 11.4%에서 98.7%까지로 분석되었다. 이러한 급격한 차이는 양중 부하의 평균화작업을 실시하지 않았거나, 실시했다 하더라도 그 결과를 공정계획에 반영하지 않은 것에 기인한다.

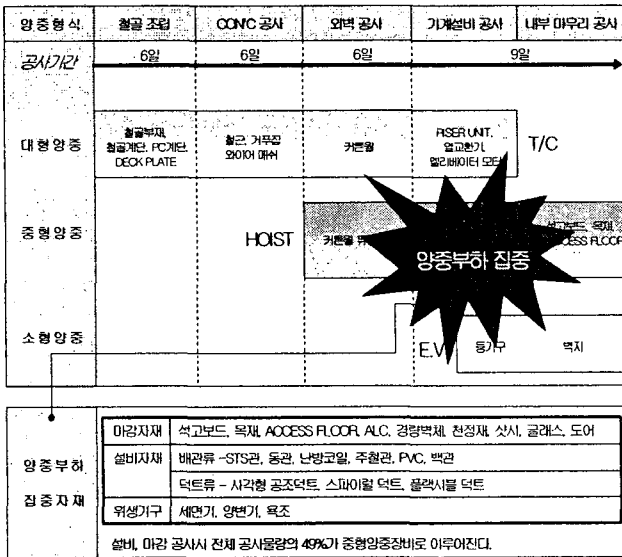


그림2. 양중 부하 형태 (성남시T형장N층공정)

4. 양중 부하 개선 방안

초고층 건설현장의 양중부하 개선 방안으로 공장화 생산과 양중부하 분배계획을 제안한다.

4.1 공장화 생산

현재의 많은 시공현장에서는 자재 반입 이후에 현장 가공이라는 공정상의 한 단계를 더 거치게 되어 공사 기간 증가와 양중 혼잡 등 많은 문제를 야기한다.

이를 해결할 수 있는 방안으로 공장생산화 방법이 있는데 이는 불필요한 자재적치 및 가공으로 인한 낭비요소를 줄이고 동시에 양중 후 설치로 인한 잔재의 제거로서 자재절약 및 양중부하를 줄이는 효과가 있다.³⁾

3) 건설교통부 한국건설기술연구원, 건설공사의 적시생산을 위한 양중 및 조달 시스템개발 연구보고서, 2003.1

<표4>는 기존 공법과 비교한 공장화생산 공법의 효과를 보여주고 있다.

<표4> 공장화생산 적용 사례

	기존공법	공장화생산 공법
UBR	-습식공법의 시공과정이 복잡 -각 공정별로 기능공이 투입되어 현장관리가 어려움	-조립화, 경량화 -경량화로 공정 단축 및 운반관리 용이
공기	기존공법: 21일	공장화생산 공법: 4일
PPF/PIPE BLOCK	-Bulk 상태로 현장보관 -공기단축 어려움 -현장제작으로서 품질의 저하	-제작공장에서 설치 및 보관 -PPF일괄 양중 (양중시간 단축) -공기단축 -공장제작으로 고품질 확보
공기	기존공법: 204일	공장화생산 공법: 12일

PPF공법은 공장화생산을 통해 수직배관을 집약시켜 대형양중을 이용, 전체 공기 단축 및 양중부하를 분배하였다. 또한 UBR공법은 화장실자체를 일체화함으로써 기존에 따로 반입되었던 자재들의 양중횟수를 줄여 공기단축에 큰 효과를 볼 뿐만 아니라 중형장비가 부담해야할 양중의 자재수를 근본적으로 감소시켰다.

이처럼 앞으로도 공장화 생산이 가능한 자재를 연구, 개발하여 양중 부하를 효과적으로 줄일 수 있는 방안이 지속적으로 연구되어야 한다.

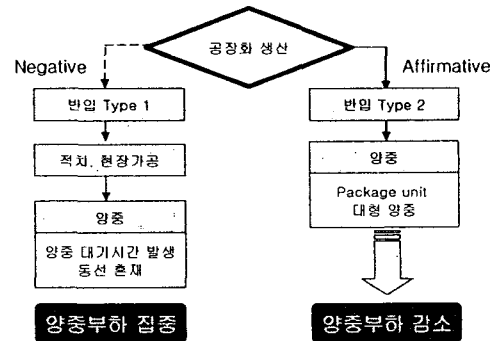


그림3. 공장화생산을 통한 양중부하 감소

4.2 양중 부하 분배 계획

양중부하 집중에 대한 분배는 다음 두 가지로 계획할 수 있다.

첫 번째 방법은 사용시간의 분배이다.

기계설비·마감 공사와 같이 양중이 집중된 공정에 효율적인 양중장비의 사용시간조절에 의한 분배이다. 전체공사의 선행·후행 작업을 분석하여 각 작업별 양중 가능한 자재를 조사하여 마감공정 대부분의 양중을 부담하는 호이스트의 부하를 줄이고 효율성을 극대화 시키는 것이다.

두 번째 방법은 양중장비의 분배이다.

공장 생산된 자재를 대형양중에 적합한 형태로 패키징하여 타워크레인 등의 장비로 양중하여 각 층별로 운반하는 형식이다. <그림4>, <표5>와 같이 설비 및 마감공정시 발생하는 중형양중장비의 최대양중부

하를 대형양중장비로 분배하여 중형장비가 부담해야 할 양중의 자재수를 감소시키고 기계설비공사의 주요 자재인 파이프, 덕트류와 같이 양중부하가 큰 자재들을 공장화생산을 통하여 unit화하여 호이스트에 집중된 양중을 줄이는 방법이다.

중 설비자재를 선정, 효과적인 설비자재의 양중 방향을 제안하였다. 우선 기존의 이론적 고찰을 통하여 양중형식, 중량별 형태를 분석하고 국내 초고층 공사 현황을 조사하여 발생되었던 문제점들과 개선 방향을 제시하였다.

개선방안으로서 제안된 내용은 다음과 같다.

1) 공장화 생산 : 불필요한 자재적치 및 가공으로 인한 낭비요소를 줄이고 공장의 기계화 생산으로 품질향상 및 안전사고 위험 감소 등 많은 이점을 산출할 수 있다. 동시에 양중 후 설치로 인한 잔재의 제거로서 자재절약 및 양중부하를 줄이는 효과가 있다.

2) 양중 부하 분배 방안이란, 사용시간의 분배와 양중장비의 분배를 통하여 후반기 공정 대부분의 양중을 부담하는 호이스트의 부하를 줄이고 사용시간을 극대화 시키는 것이다. 또한 양중부재형상에 제약이 있을 경우 크레인양중을 도입하여 호이스트에 집중된 양중을 줄일 수 있게 된다.

본 논문에서 제시된 개선방안을 향후 지속적인 연구를 통해 Package Unit의 개발과 건설현장에서의 활용가능성 향상에 노력해야 할 것이다.

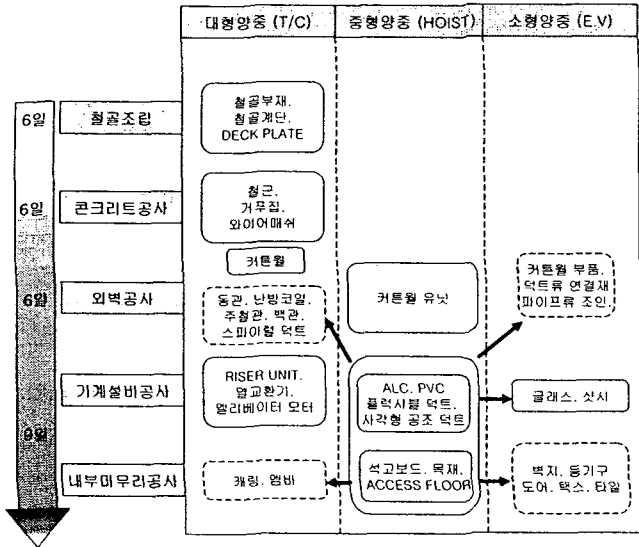


그림4. 양중부하 분배 개념도

<표5> 양중부하 분배방안

장비	적용 자재 종류	고려사항	방법
T/C	동관, 난방코일, 주철관, 백관, 스파이럴 덕트	외기조건고려, 공장화생산, package	커튼월 시공전 중량이 큰 부재의 크레인 양중, loading deck
Hoist	ALC, PVC, 플렉시블 덕트, 사각형공조덕트	공중의 선후관계파악, 양중의 계획작성	자재종류의 감소
E/V	위생기구, 덕트연결재, 벽지, 등기구, 도어, 텍스, 타일	E/V 조기설치 계획수립	조기개봉으로 hoist 양중 부하 경감

5. 결론

본 논문에서는 최근 고층건축공사에서 주요문제로 부각된 건설자재 양중부하문제를 연구하여 대표자재

6. 감사의 글

물심양면으로 도와주신 김창덕 교수님께 감사드리며, 부족한 저희들을 끝까지 지도편달 해주신 21세기 건설연구실 서창용 선배님께도 감사드립니다.

참고문헌

- 안병주, 초고층건물 공사 마감자재의 수직/수평이동 계획이 통합된 의사결정모델, 2001.5
- 현대건설, 양중 계획서 2002.3
- 건설교통부 한국건설기술연구원, 건설공사의 적시생산을 위한 양중 및 조달 시스템개발 연구보고서, 2003.1
- 기계 설비 시방서, 건설 기술 연구소 연구사례, 2002.
- 서창용, 가치흐름분석을 통한 건설자재의 공장화생산 타당성 검토 2002.10
- 정용찬, 고층건축공사의 리프트 양중계획 합리화 방안 2004.4

Abstract

Nowadays, High-rise building becomes higher and bigger than ever. As a result, lots of construction materials are needed at the same times. Because of divided diverse process of construction, several different processes concur simultaneously with complexity of procurement. So, effective construction material supply and lift-up are essential part of the spot. Especially, when ending part of construction, there are much conflict between finishing and equipment materials also problems of folding lift-up. The purpose of this paper is suggesting better effective lift-up system through analysis of loading factors.

Keywords : Lift-up, Procurement, Equipment materials, Maximum Loading Factors, Peak, Package