

안전관리<안전을 고려한 대공간 구조물 시공법>

박 재 영 / (주)한진중공업 건설부문 대표이사



1. 개요

국내의 산업발달 및 경제력 향상과 더불어 건설기술력의 발전으로 건설구조물의 대형화, 고층화가 가능하게 되었으며, 이러한 대형구조물은 작업자의 안전을 고려한 공법으로 시공되고 있다.

요약하면 고소작업을 줄이고 작업환경 조건을 안전하게 하여 지상작업으로 근원적인 재해예방 공법으로 당사에서 시공중에 있는 현장에 적용한 Lift-up 공법과 Mega Truss Travelling 공법을 중심으로 기술하고자 한다.

2. Lift-up 공법

2.1 공법 개요

Lift-up 공법은 지상에서 조립한 본 구조물을 미리 시공한 본기둥 또는 가설기둥을 지지점으로 하여 소정의 위치까지 유압잭을 이용하여 양중, 설치하는 공법으로 주로 고공 작업 등 가설구대에 의한 작업이 용이하지 않을 때 주로 이용된다. Lift-up 공법은 현재 국내에서 대공간 구조물에 적용되고 있는 주요공법중 하나로, 김포 대한항공빌딩 Hangar Roof(180m×90m×28m), 인천국제공항 여객터미널 Roof(90m×50m×12m), 영종대교 가설공사 등이 있다.

Lift-up 공법은 기존공법에 비해 다음과 같은 장점이 있는 것으로 평가되고 있다.

1) 시공성 향상

지상에서 본 구조물의 설치 및 조립이 이루어지기 때문에 작업조건이 양호하여 작업능률 및 시공성을 향상시킬 수 있다.

2) 품질 확보

부재의 검사업무가 수월하여 원하는 품질의 확보가 용이하다.

3) 안전성 확보

고소 작업의 감소로 안전성을 확보할 수 있다.

4) 공사비 절감

가설비재 및 중장비 절감으로 공사비를 줄일 수 있다.

5) 공기 단축

시공성 향상으로 동일한 투입 조건하에서 공기 단축이 가능하다.

2.2 공법 적용 현장

본 구조물은 3차원 철골조 입체 트러스로서, 2대의 B747기와 1대의 B727기를 수용할 수 있는 항공기 정비 격납고이다.

공사명	인천국제공항 항공기 정비시설 A 신축공사
용도	항공기 정비시설
건축면적	28,111m ²
연면적	39,696m ²
규모	지하 1층, 지상 3층 Hangar : 180m(폭)×90m(깊이)×39.6m(높이)
구조	철골조, 철근콘크리트조
Lift 높이	24m

2.3 적용 효과

일반적인 가설구대 조립공법과 Lift-up 공법을 비교하면 [표 1]과 같다. 특히 안전측면에서 볼 때 Lift-up 공법은 약 3.5m 정도의 Stillage(가설받침대) 위에 부재를 설치하므로 부재가 설치되는 24m 높이에서 작업을 해야하는 가설구대 조립공법에 비해 작업자의 안전확보가 훨씬 유리하다.

표 1. 가설구대 조립공법과 Lift-up 공법과의 비교

항 목	가설구대 조립공법	Lift-up 공법
공법 특성	가설구대를 설치하고 그 위에서 Crane과 인력 조립	지상에서 본 구조물 조립 후 소정의 높이까지를 Lift-up
장비 사용	대형장비 사용	소형장비 사용
품질 관리	Level유지 및 Camber 조정의 어려움	Camber의 조정이 용이하며, 작업성이 상대적으로 우수하고 부재의 검사업무가 수월
안전 관리	고소작업으로 많은 주의가 필요	추락.낙하.비래.협착 등의 주요재해 원인 배제
공기	고소 인력작업으로 작업능률 저하	경장비 사용 및 지상작업으로 작업능률이 향상
기술력	경험이 많아 적용이 용이	특별한 기술이 필요
종합	작업 경험이 풍부하여 구조물의 안전성은 확보할 수 있으나, 고공작업으로 인한 작업성, 안전성이 떨어짐	Lifting 및 기둥 접합시 특별한 기술이 필요하나, 작업조건이 좋아 품질확보 및 안전성에 유리함

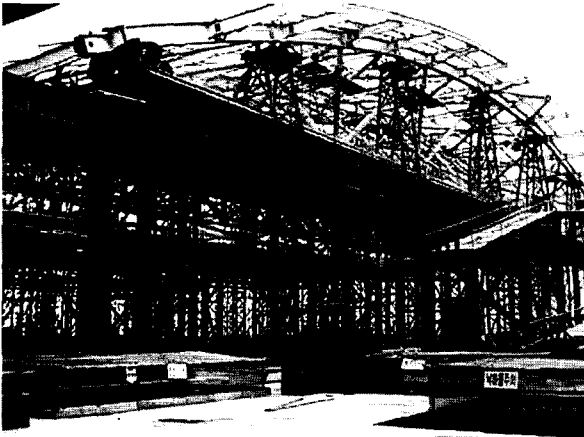


그림 2. 가설구대 조립

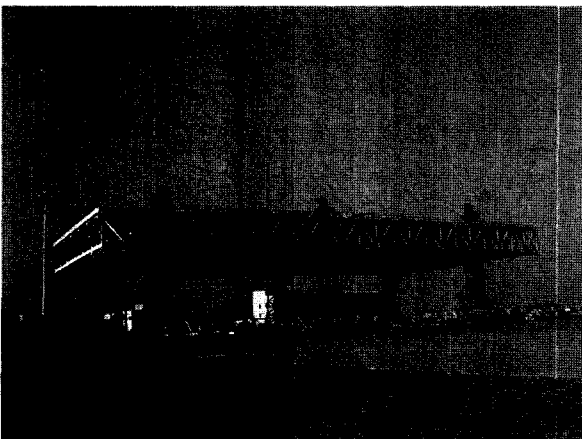


그림 3. 지상조립 후 Lift-up

3. Mega Truss Travelling 공법

3.1 공법 개요

Travelling 공법이란, 여러 제약조건 등에 의해 제위치에서 시공하지 않고, 다른 장소에서 구조물의 일부 또는 전부를 시공(조립)하여 특수장비를 이용하여 제위치로 이동시켜 구조물을 완성시키는 공법을 말하는 것으로 철골블록을 이동시킨다는 의미에서 Travelling 공법이라 한다.

특히, 수원민자역사 신축공사에 적용한 Mega Truss Travelling 공법은 장스팬의 구조물을 구축하는데 있어서 열차운행에 지장을 주지 않기 위하여 지상레벨이 아닌 역사 2층 바닥높이에 조립구대를 설치하여 구조체를 블록별로 조립 및 Skid Way를 설치하고, 조립한 구조체를 Skid Way를 통하여 소정의 위치까지 Winch 등을 이용하여 철로 상공에서 수평 이동시켜 구조물을 완성하는 공법이다.

3.2 공법 적용 현장

유동인구의 증가에 대응하고 역사 이용고객의 편의를 고려하여 오래된 기존 역사를 신축하고, 수원역 주변을 개발하고자 하는 의도에서 민자역사를 건설하는 현장이다.

공사명	수원민자역사 신축공사
발주처	철도청/수원역사(주)
용도	운수시설, 판매시설, 관람집회시설, 주차시설
대지면적	71,574m ² (21,651평)
건축면적	34,780m ² (10,521평)
연면적	126,730m ² (38,335평)
규모	지하 3층, 지상 6층 (최고높이 : 39.5m)
구조	철골조, 철근콘크리트조

3.3 적용 효과

열차의 운행에 지장을 주지 않아야 하는 역사공사라는 제약으로 인해 재래식 크레인 공법으로 시공할 경우 작업시간의 제한 및 작업자의 안전확보에 어려움이 많이 있다. 이로 인해 당 현장에서는 승객에게 지장을 주지 않는 위치에 철골부재 조립 작업장이 되는 조립구대를 설치하여 그 상부에서 대단위 블록으로 조립함으로써 열차운행에 상관없이 작업을 진행할 수 있고, 또한 크레인 공법에 비해 상대적으로 고소작업이 줄어들어 작업자의 안전확보에 유리하다.

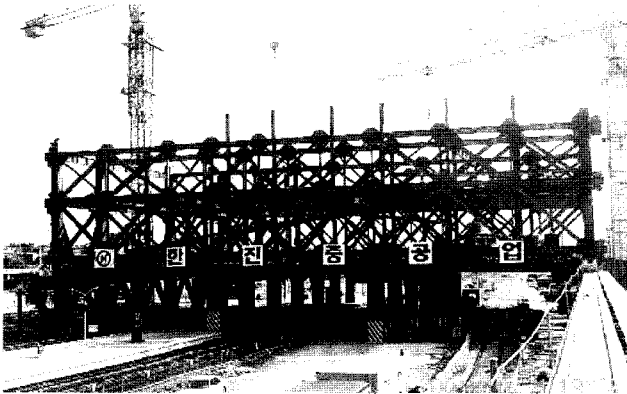


그림 6. 조립구대 상부에 Block 조립전경



그림 7. Travelling 진행중

표 2. Mega Truss Travelling 공법과 크레인 공법의 비교

		Mega Truss Travelling 공법
공법개요		조립구대 위에서 트러스를 조립하여 대차(Bogie)를 이용하여 횡이동시켜 소정의 위치에 설치한다.
장점		<ul style="list-style-type: none"> - 선로상의 작업이 적어 철도선로에 영향을 미칠 위험성이 작다. - 고소작업이 적어 안전성이 높다. - 조립용 크레인을 적게 사용할 수 있다. - 야간작업이 최소화되므로 안전성 확보에 유리하다.
단점		<ul style="list-style-type: none"> - 특수한 기술 및 구조검토가 필요하다. - 특수한 설비인 Bogie가 필요하다.
평가	안전성	○
	경제성	○
	야간공사	최소
	공기	○
종합평가		◎

		크레인 공법
공법개요		크롤러 크레인 등을 이용하여 지상조립한 철골을 야간에 세우기 작업한다.
장점		<ul style="list-style-type: none"> - 특수한 기술과 설비를 필요로 하지 않는다.
단점		<ul style="list-style-type: none"> - 장스팬부분의 철골을 선로상에서 가설할 수 없기 때문에 지상조립하여 세우기 해야 하며, 작업반경도 크게 되어 대용량의 크레인이 필요하다. - 세우기, 용접, 테크플레이트 부착작업 모두가 선로상의 작업이 된다. - 작업시간에 제한을 받기 때문에 공기가 길어진다. - 야간작업으로 인해 안전성확보에 불리하다. - 지상조립이 가능한 공간이 필요하다.
평가	안전성	×
	경제성	×
	야간공사	세우기 등 대부분
	공기	△
종합평가		○

4. 신공법 적용에 따른 안전관리 효과

지상으로부터 멀어질수록 유동체가 많을수록 사고의 빈도가 증가하고 사고의 강도가 커진다.

인천국제공항 항공기 정비시설은 지상으로부터 약 24m높이에서 부재를 설치해야 하는 작업이기 때문에 Lift-up공법을 적용 지상으로부터 약 3.5m정도의 Stillage(가설받침대)위에 부재를 설치 사고방지에 큰 효과를 봐 착공부터 준공까지 무재해 7배를 달성하는 기여를 토했다.

또한 수원민자역사현장은 경부선과 국철이 운행되는 구간으로 현장 근로자에 대한 안전사고 예방도 중요하지만 시민의 통행이 빈번해 시민과 열차운행에 지장을 주지 않기 위해 역사 2층 바닥 높이에 조립구대를 설치 소정의 위치까지 Winch등을 이용하여 철로 상공에서 수평이동

시키는 Travelling공법을 적용 무재해 3배를 달성했다.

신공법 적용에 따른 안전관리 효과를 정량적으로 분석해보면 그 중요성을 인식할 수 있다.

4.3 현장 재해예방 인원에 따른 손실예방 이익금

현장 재해예방 인원 * 국내건설 재해자 1인당 손실액

1) 인천국제공항 항공기 정비시설 현장

17.4명 × 1억6천 = 27억 8천만원

2) 수원민자역사 현장

16명 × 1억6천 = 25억 6천만원

4.4 현장 매출이익대비 손실방지비율

매출의 10%를 이윤으로 잡는다고 가정하면

1) 인천국제공항 항공기 정비시설 현장

27억8천 / 73억 × 100 = 38%

2) 수원민자역사 현장

25억6천 / 84억 × 100 = 30%

2001년 국내건설 매출액 약 71조원, 국내건설 재해자수 16,771명,
국내건설 재해자 1인당 매출액 42억, 직.간접 비용으로 인한 총손실액(1:4 적용) 2조7675억원,
국내건설 재해자 1인당 손실액 1억6천만원

4.1 기준발생 재해자수

현장매출액 / 국내건설재해자 1인당 매출액

1) 인천국제공항 항공기 정비시설 현장

730억 / 42억 = 17.4명

2) 수원민자역사 현장

841억 / 42억 = 20명

4.2 현장 재해예방 인원

기준발생 재해자수 - 현장재해건수

1) 인천국제공항 항공기 정비시설 현장

17.4명 - 0명 = 17.4명

2) 수원민자역사 현장

20명 - 4명 = 16명

4.5

향후 모든 유해위험 공사에서 재해발생 빈도가 많은 공법부터 근원적인 재해예방공법으로 작업환경조건을 개선한다면 재해 발생이 감소 되며, 경제적인 안전경영에 한걸음 다가설 수 있음.