

## 장스팬 대형·대공간 구조물의 시공기술

### Large Scale Structure Construction Tech.(1) : Lift-Up Method



최선영\*  
Choi, Sun-Young

#### 1. 머리말

각종 대공간 구조물에 대한 계속되는 수요와 함께 구조시스템 또한 다양화되고, 그 규모는 날로 대형화하는 추세에 있다. 각각의 대형·대공간 구조물은 그 특성과 규모에 따라 적정시스템의 개발과 선정에 많은 투자가 이루어지고 있으나 이러한 구조물의 시공에는 종래의 공법, 즉 대량의 가설대를 설치하여 큰 공간을 차지하고, 고소(高所)에서 조립하는 공법이 차지하는 비중이 대부분이다.

그러나 이러한 기존의 공법은 숙련공의 부족, 고소작업으로 인한 안전성 확보 및 품질관리의 어려움, 가설 자재비의 상승 등 여러 어려움이 상존하고 있어 이를 효율적으로 해결할 신공법의 필요성이 커지고 있다.

특히 돔(Dome), 아트트리움(Atrium) 등 대형·대공간의 건축공사를 성공적으로 수행하기 위해서는 안전성의 확보는 물론 품질, 공정, 원가 등 다양한 조건에 최적의 공법을 선택하는 것이 무엇보다도 중요하다.

본 기사에서는 장스팬 대형·대공간 구조물의 시

공을 위하여 고안되어, 종래의 여러 조건을 개선할 수 있는 공법으로 도입되고 있는 시공법 중 일차로 현재 세계 여러 대공간 구조물 프로젝트에서 적용되고 있는 Lift-Up 공법을 소개하기로 한다.

#### 2. Lift-Up 공법

##### (1) Lift-Up 공법의 도입

Lift-Up 공법은 1913년 미국에서 고안되었으며, 일본에서는 1969년 泰成光學 기숙사에 적용한 것을 시작으로 梅田스카이빌딩 공중정원(오사카, 1992년), 세계최초의 단층래티스 나고야돔(나고야, 1995년)을 시공하는 등 현재에는 공법의 발전과 개선을 통하여 대형 체육시설에서부터 공장, 격납고, 교량에 이르기까지 그 적용범위가 확대일로에 있다.

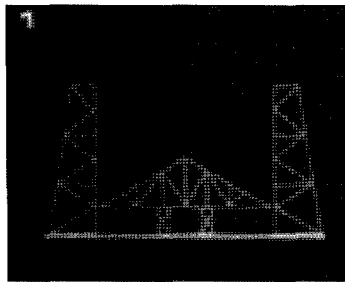
국내에서는 한진중공업이 김포대한항공빌딩의 격납고(1996년)에 최초로 도입한 이후 여객청사, 영종대교 외에 삼성생명종로사옥 등에 적용된 바 있다.

##### (2) Lift-Up 공법의 개요

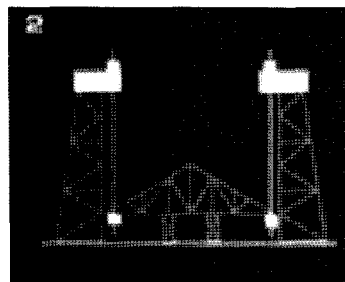
Lift-Up 공법은 장스팬 대형·대공간 구조물 또는

\*정회원, (주)코아텍 기술연구소

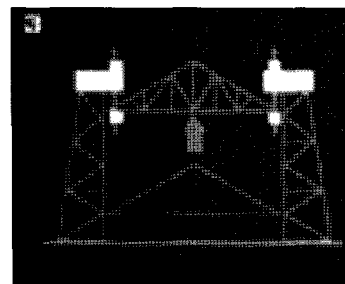
중량 구조물을 지상(또는 일정 높이의 위치)에서 조립하여 미리 시공한 본기둥(또는 가설기둥)을 반력기둥으로 하여 소정의 위치까지 잭(Jack) 등을 이용하여 양중, 조립, 설치하는 공법으로 작업공간이 협소하거나 가설공사 및 장비투입이 어려운 경우에 적용할 수 있는 공법으로 일반공법에 의한 시공에 비하여 작업공간을 확보하고 가설공사 및 장비투입의 문제점을 해결할 수 있다.



(a) 구조물의 지상조립



(b) Lift 설비 조립



(c) Lift-Up, 장착

<그림 1> Lift-Up 공법의 개요

### (3) Lift-Up 공법의 특징 및 장 · 단점

Lift-Up 공법은 재래식 가설 Support 방법에 비해 지상작업을 수행하므로 작업조건이 양호하여 작업(조립)능률 및 시공성을 향상시킬 수 있다. 동시에 구조체 하부에 가설구조물이 적으므로 동선확보와 부재의 검사업무가 수월하여 품질확보가 용이하다.

또한 가설자재 및 중장비 사용의 절감으로 공사비를 줄이고, 시공성 향상으로 공기단축이 가능한 경제적 이점과 고소작업의 감소로 안전성 확보, 본공사용 장비의 양중 Load를 경감시키고 장비의 선택이 보다 자유로워진다는 시공상의 이점이 있다.

반면 단점으로는 공사 중에 공법 변경에 의한 Lift-Up 공법을 적용하기가 곤란하므로 리프트 포인트 보강의 문제 등 초기 계획단계에서부터 이를 고려한 구조설계가 필요하고, 리프트용 장치의 임대 등 추가비용이 발생할 수 있으며, 공기면에서는 초기단계에서의 준비, 계획, 제작 등 시간이 필요한 점을 들 수 있다.

#### (4) 구조적 특징 및 고려사항

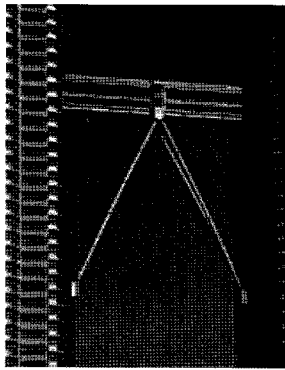
- 리프트 하중의 검토 : 리프트 시에는 완성된 구조체의 사용 시 발생하는 하중의 분포와 상이하므로 반드시 이를 고려한 구조설계가 수행되어야 한다.
- 부재변형 검토 : 리프트 시에 하중의 불균형으로 인한 부재의 변형이 발생할 수 있으므로 그 한계를 예측하고, 하중이 균등하게 분포할 수 있도록 주의하여야 한다.
- 리프트 시 횡하중에 대한 검토 : 리프트 시 바람에 의한 횡하중에 견딜 수 있도록 가설지지물의 설치를 검토하여야 한다.

## 3. Lift-Up 공법의 적용 사례(국외)

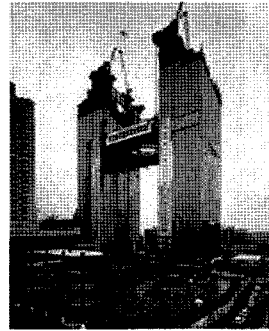
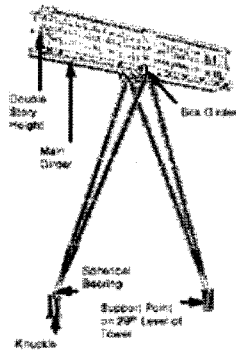
### (1) KLCC Skybridge

5회의 Lift-Up 중 4회는 경사로 들어올리고 나머지 1회는 Lift-Up이 진행되는 동안 양중용 Strand의 각도를 계속 변화하여 시공하였다. Leg는 조립한 것을 2회에 걸쳐 올리는 도중에 세워서 설치하고, 최종 공정에서는 수직으로 가설치 해놓은 2개의 Leg를 Skybridge Center 쪽으로 넘긴 후 Center Block을 Jack Down하여 4개의 Point에서 동시에 결합하여 시공하였다.

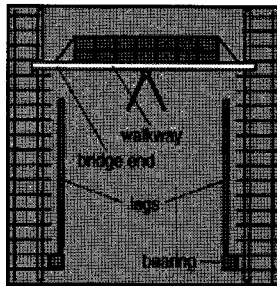
- 위치: Kuala Lumpur, 말레이시아
- 건물의 최고 높이: 451.9 m
- Lift-Up 높이: 약 170 m
- Lift-Up 중량: 약 452 ton



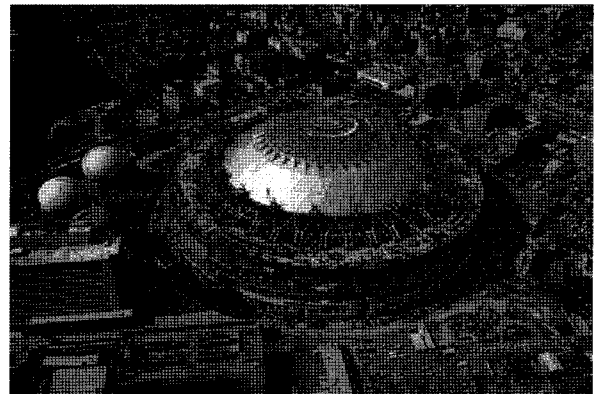
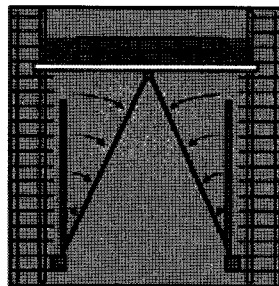
〈그림 2〉 KLCC Skybridge



〈그림 4〉 공중정원 Lift-Up 시공 모습



〈그림 3〉 Leg Lift-Up 및 설치 개요



〈그림 5〉 오사카돔

(2) 梅田 스카이빌딩 공중정원

- 위치: 오사카, 일본
- Lift-Up 높이: 약 150 m
- Lift-Up 중량: 약 1,040 ton

(3) 오사카돔

- 위치: 오사카, 일본
- Lift-Up 높이: 약 49m
- Lift-Up 중량: 약 5,500 ton

(4) 세이부돔

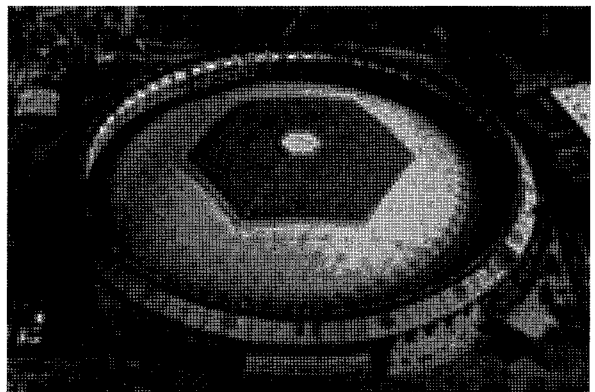
- 위치: 사이타마, 일본
- Lift-Up 높이: 약 27m
- Lift-Up 중량: 약 2,100 ton

(5) 나고야돔

- 위치: 나고야, 일본
- 지붕중량: 약 10,300 ton
- Lift-Up 높이: 지상 6층 정도 높이



〈그림 6〉 세이부돔



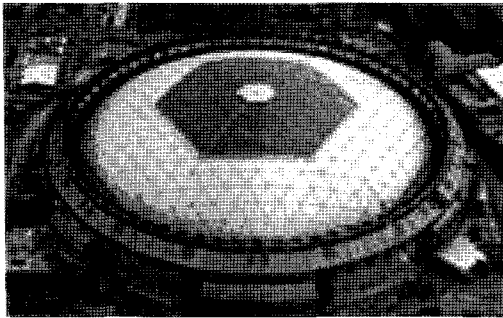
〈그림 7〉 나고야돔 지붕의 지상조립 모습

#### 4. Lift-Up 공법의 적용 사례(국내)

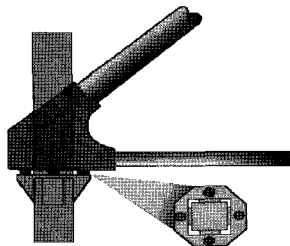
##### (1) 김포대한항공빌딩 격납고

본 건물은 보조동과 정비고가 일체로 된 건물로 보조 동의 선 시공이 필요하였고, 정비고 지붕 설치 시, 보조동으로 인한 크레인 작업이 어려워 지붕구조체를 둘러싸는 부속건축물을 먼저 시공하고, 이 부속건축물의 내측에 본 구조물의 일부가 되는 주기둥들을 반력기둥으로 하여 지상에서 조립 완료된 지붕구조체를 Lift-Up 하였다.

- 위치: 서울 강서구 공항동
- 구조: 철골조(더블 아치 트러스)
- 지붕중량: 약 5,100 ton
- Lift 중량: 약 4,800 ton
- Lift-Up 높이: 28m



〈그림 8〉 나고야돔 지붕의 Lift-Up 후 정착



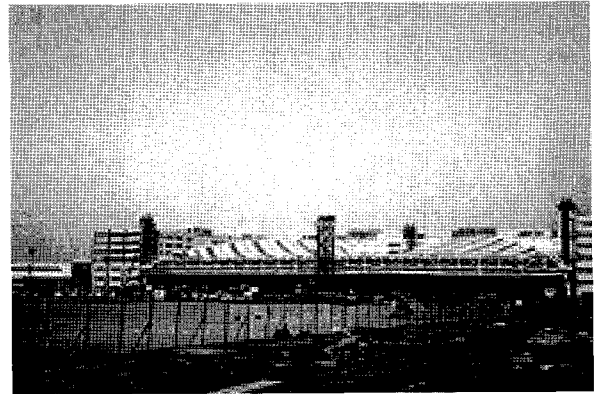
〈그림 9〉 김포대한항공빌딩 격납고 지붕의 리프팅에 사용된 너클

##### (2) 종로 삼성생명 Top Cloud

삼우설계와 RVA(미)의 설계로 삼성물산(주)가 시공(1998년)하였다. 자중을 고려한 적정 규모의 유압잭을 선정하고, 이에 적합한 반력을 산정하여 총 16개소의 Lifting Point를 선정하여 지상 22층 골조 공사 완료 후 1차 Lift-Up한 후 외장재, 유리 및

전기설비 마감작업까지 완료한 후 최종 높이까지 2차 Lift-Up을 실시하였다.

- 위치: 서울시 종로구
- 구조: 철골조
- Lift-Up 중량: 1차 1,700ton, 2차 3,200ton
- Lift-Up 높이: (22층 슬래브로부터) 30m



〈그림 10〉 격납고 지붕의 1차 Lift-Up



〈그림 11〉 격납고 지붕의 1차 Lift-Up



〈그림 12〉 삼성생명 종로사옥

## 5. 맺음말

Lift-Up 공법은 구조물 조립에 따르는 위험작업의 감소 및 안전관리의 용이함으로 빈발하는 안전사고를 방지하기 위한 시설에 대한 투자비와 건설노무비용을 절감하고, 재래공법에 비해 공기단축과 작업성 및 품질향상을 통한 비용절감 등 경제적 파급효과가 큰 것으로 알려져 있다.

기술적인 면에서 Lift-Up 공법은 대형 지붕구조체를 포함한 장스팬 대형·대공간 구조물의 설계

의도를 만족시키는 엔지니어링 및 시공기술력 확보, 건설기술 경쟁력 확보 등 시공기술을 일보 전진시키는 효과를 가진다.

특히 장스팬 대형·대공간 구조의 시공을 위한 신기술/신공법의 도입 및 적용은 현재, 활발하게 이루어지는 우주대공간 구조시스템 등의 개발과 함께 적용효과가 크게 기대되고 있으며 본 기사에서는 우선 Lift-Up 공법의 특성과 적용사례에 대해서 기술하였다.