Roof Truss Sliding 공법 적용사례 연구
인천국제공항 교통센터 - Great Hall

A Study on the application of Roof Truss Sliding Method in the Incheon International Airport Transportation Center - Great Hall

이 동 렬*
Lee, Dong-Ryul

요 약

인천국제공항 교통센터의 Great Hall은 3차원의 입체적 곡면 Truss로 구성되어 있고, Great Hall Roof Truss는 최대 경간 162m, 480Ton인 Truss을 포함한 13개의 Main Steel Truss로 구성되어 있다. Great Hall Roof Truss는 총 중량 6,300Ton, 9,600 Pieces로 1개의 절점당 최대 13개의 다른 부재가 접합하게 되어 있고, 12개의 Fabric 기초에 의해 지지된다. 경제적인 효과와 공기적 측면을 고려하여 기존 재래식(가설 Bent) 공법보다 Block화 공법 및 Sliding공법을 채택하였다. Roof 구조물은 3,550Ton과 2,700Ton 중량인 두 Block으로 나누고 구조물 외부에 설치 된 Giant Sleigh에 선 조립 후 Tandem Pulling Jack과 Strand를 이용하여 181m를 Sliding하여 본 구조물의 위치에 설치되었다.

키워드: Block, Giant Sleigh, Sliding 공법

1. 서론

1.1 Sliding 공법 도입배경

Great Hall Roof Truss는 총 6300ton, 9600pieces로 이루어져 있으며, 1개의 절점당 최대 13개의 부재가 접합하게 되어 있는 복잡한 3차원 입체형상의 구조물이다. 또한 최대 경간 162m 의 무주 대공간을 형성하게 되어있어 기존 재래식 공법 적용 시 가설, 장비투입 및 품질, 안전 확보에 많은 문제점이 예상되었다.

이에 현장 품질확보 및 공기단축, 시공의 안전성 확보를 위하여 철골 Truss를 공장에서 대 Block화 하여 반입 조립하는 Block화 공법을 채택하였으며, 하부 RC구조물과의 간섭관계, 현장여건과 부재설치를 위한 대형 Crane 작업을 고려하여 Truss를 RC 구조물의 외부에서 설치하여 순차적으로 Truss 구조물을 완성 후 이동시켜 최종 설치하는 연속 Sliding공법을 적용하게 되었다.

1.2 Sliding 공법 개요 및 특징

Sliding 공법이란, 본 구조물공사를 위한 작업공간이 협소하거나 가설공사 및 장비투입이 어려운 경우에 구조물을 원래의 위치가 아닌 건물외부 등에서 구조체를 형성한 후 구조체를 Guide Rail과 유압 Jack; Strand wire를 이용하여 소정의 위치로 수평 이동, 설치하는 공법이다.

Sliding 공법은 일정 장소에서 단순 반복작업이 가능하여 시공성 및 품질 향상에 유리하고, 작업 구대에서 골조/마감의 반복작업 효과에 의한 공기단축이 가능하고. 가설 지보공, 비계 등 가설자재의 절감 및 장비투입의 감소로 원가절감에 유리하고, 장 Span 구조물에 있어 최소한의 가설작업 및 작업공간을 구축 시공함으로서 구조물 작업 시 필요한 가설공사비 절감 할 수 있으며, 지상 및 가설작업 구대 상부에서의 작업함으로서 고소 작업량의 감소로 안전성 확보에 유리하다.

2. Sliding 공법 사전검토사항

* 정회원, 삼성건설 건축기술팀장, 공학박사

2.1 철골 대 Block화

Great Hall Roof Truss는 크게 입체 Truss, 면 Truss 및 단재로 구분된다. Block 계획은 공장에서의 철골 제작, 현장반입을 위한 육상, 해상운송과 현장설치 장비용량 및 시공성을 고려하여 분할계획을 수립하였으며, 특히 현장 용접량의 최소화를 고려하여 40~60 ton, 최대 100 ton 단위로 분할하였다.

V truss는 기존 RC 골조상부에서의 제자리 공법설치를 고려, 설치용 Crane의 용량이 최대 200ton 용량을 넘지 않도록 최대 중량 50ton 미만으로 Block계획을 하였으며, Jewel은 당초 철골 Truss에서 Space Frame으로 변경, 경량화하여 지상조립 완료 후에 Oculus 상부에 설치하였다.

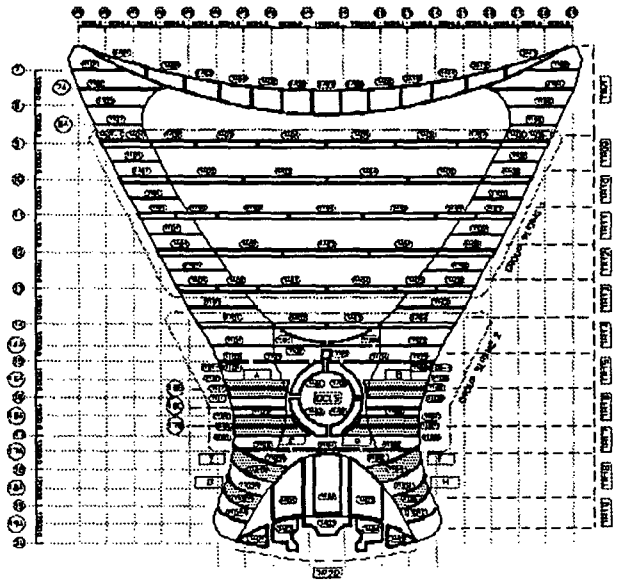

그림 1. Ttuss Block 분할계획

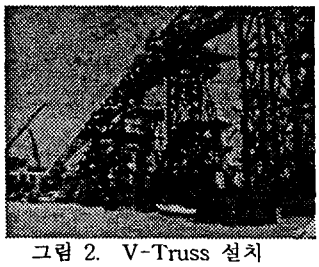

그림 2. V-Truss 설치

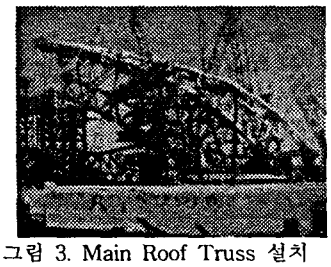

그림 3. Main Roof Truss 설치

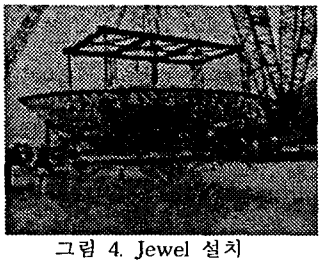

그림 4. Jewel 설치

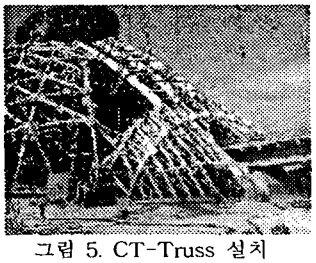

그림 5. CT-Truss 설치

2.2 Block 운송

거제공장에서 제작된 대형철골 Block은 3,000 ton 급 Barge 선을 이용하여 남항까지 해상 운송 후 Crane 또는 Roll Off 방법으로 하역하여 영종도 남항에 야적한 후, 설치일정에 맞추어 현장으로 반입하였으며, 기타 단재 및 소부재는 Trailer를 이용하여 육상운송 하였다.

현장운반은 남항에서 현장까지 150 ton 급 Module Transporter 4대를 가로, 세로 방향으로 조합한 600 ton Module Transportation System을 이용하여 총 32회, 약 6,000 ton의 중량을 이동하였다.

남항에서 현장으로 Block의 반입 시에는 기존 설치 되어 있는 교통표지판 및 가로등의 일부를 임시로 철거하였으며, 남측도로 약 3.5km 구간 및 진입로 약 2.5km 구간은 교통경찰의 지원을 받아 완전 통제 후 운송하였다. 운반시간은 오전 04시부터 06시까지 (약 2시간)이며, 전면 교통통제 시간은 약 40분간이었다.

그림 6. Barge

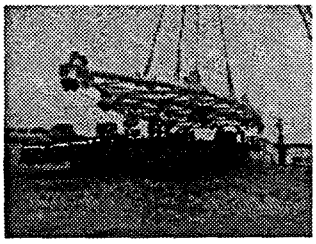

그림 7. Transporter

2.3 가설기초 및 보강

철골공사를 위한 사전 준비작업으로 부지정리, 구대보강기초 및 부재 운송로 준비작업을 하였다. 현장 남측부지에 철골작업장을 조성하여 지조립장, 작업 구대, 가설 Bent 설치부분, Guide Frame 의 기초는 철근 Concrete조로 작업을 하였으며, 특히 Guide Frame 기초작업은 기존매립부지에 대형중량의 철골구조물이 설치되므로 침하방지를 위하여 총 5,825m 의 Steel Pipe 및 일부 제자리 Concrete 말뚝기초 위에 Concrete 기초를 조성하였다.

기초보강작업을 위하여 총 타설된 Concrete 물량은 2,800 m³ 이며, 상기 Concrete 구조물은 부분적으로는 Sliding 완료 후 제거를 하였으며, 전체 제거작업은 철골설치가 완료한 2000년 11월부터 후속작업인 도로공사를 위하여 전부 제거되었다.

야적장 조성 외에 건물내부로 장비진입을 위하여 EL+6,900 Slab 골조를 보강하였으며, 장비가 설치되는 부분은 하부에 대형 Pipe Support 로 하중을 최하층 기초까지 전달되도록 하였다.

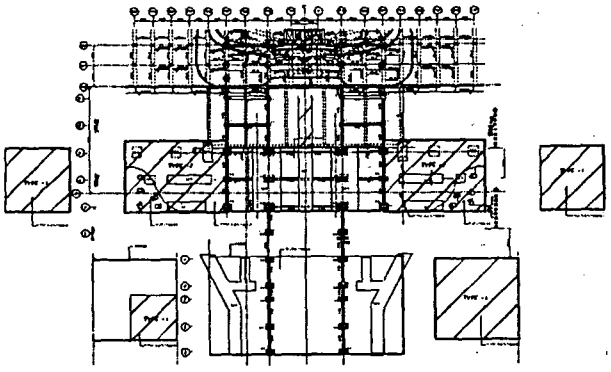

그림 8. 가설기초 도면

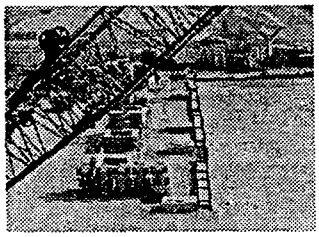

그림 9. 가설기초

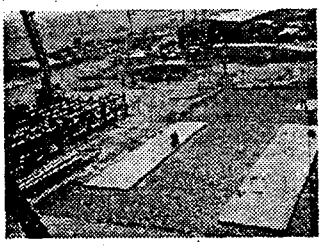

그림 10. 철골야적장

2.4 구조검토

1) 구조재해석

기존 구조해석으로는 Great Hall에 작용하는 횡방향 하중(풍하중, 지진하중)에 대해 정확한 구조물의 거동을 예측할 수 없었고, CATIA 마감좌표 검토에 따른 수정된 철골좌표값의 적용을 위해, 기존에 Half모델로 되어있는 구조해석을 Full 모델로의 수정해석을 실시하였다.

이를 통해, 구조적 안정성을 보완·검증하였고, 특히 시공성을 감안하여 한개의 절점당 최대 13개의 부재가 만나는 것을 9개로 절감하였다. 그리고 경사부재 상호간 간섭관계를 사전에 Check하여 제작 및 설치 시 발생할 수 있는 문제점을 제거하고, 각부재간 시공순서를 정립하였다.

2) 가설구조 검토

Sleigh Frame을 설계하기 위하여 다음과 같은 하중조건을 적용하였다.

- Main Truss 자중의 125%
- Beam 자중의 100%
- Sleigh Support 자중의 100%
- Roof 마감 : 205kg/㎡
- Truss 자중 : 1,752 LB/ft

상기 하중조건에 의해 각각의 Truss에 의한 반력을 계산하여 Sleigh Frame을 설계하였고, Sliding시 주 Truss의 변형을 검토한 결과 처짐이 예상되어 보완 조치하였다.

Sliding Guide Frame은 기존 RC구조물의 기둥상부 또는 Wall 상부에 위치하여 기존골조에 하중의 영향이 최소화되도록 계획하였으며, Truss 조립을 위한 가설 구대는 하부에 별도의 가설 기초를 설치하였다.

기존 RC 구조체중 지하 부분이 돌출 된 지하 IAT 상부의 경우에는 RC Wall 상부에 가설 기초 및 기둥을 설치하였고, Sliding시 하중을 적용하여 검토한 결과 기존의 구조체는 안전한 것으로 나타났으나, Safety Factor 의 개념에서 추가적인 보강 조치 후 Sliding을 실시하였다.

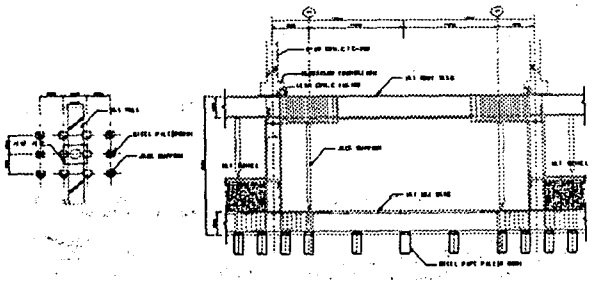

그림 11. IAT 구간 구조보강

3. Sliding System

Sliding을 위한 주요 System으로는 Roof Truss의 설치 및 이동을 위한 Giant Sleigh, Sliding을 연속적으로 하기 위한 Tandem Pulling Jack, Sliding시 마찰계수를 최소화하고 수직 및 횡방향 제어의 역할을 하는 Guide Frame, 정밀도 관리 및 시스템을 제어하는 Control System 및 Sliding후 Truss를 소정의 위치에 Jack Down하기 위한 Lowering System으로 구성된다.

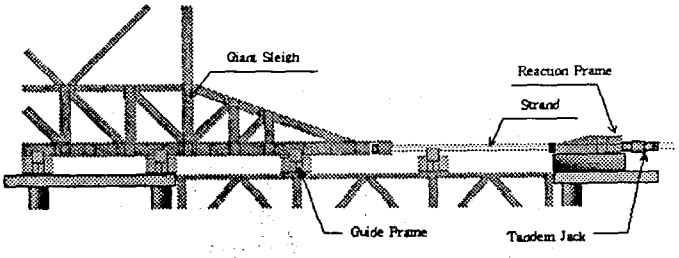

그림 12. Sliding System

3.1 Giant Sleigh

Giant Sleigh는 Truss를 조립 후 Sliding을 하기 위한 가설 Support Frame으로서, Sliding중에 발생하는 Truss의 변형을 제어하고, Truss에 의해 발생하는 수평반력을 Guide Frame에 전달하는 역할을 한다. Giant Sleigh는 측면에서 발생하는 웅력과 수직으로 발생하는 힘을 동시에 견딜 수 있는 시스템이다. Guide Frame과 맞닿는 Sleigh의 하부와 측면에는 Grease를 도포하여 Sliding시 Guide Frame과의 마찰력을 최소화하도록 한다.

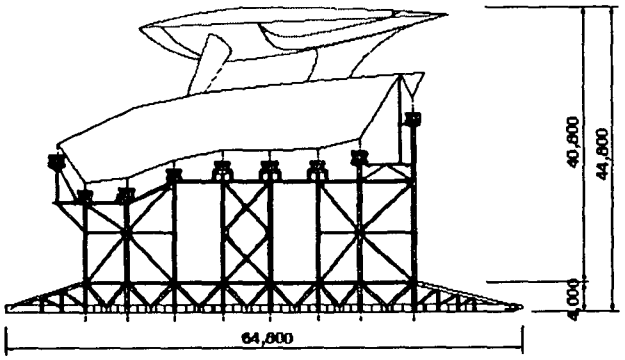

그림 13. Giant Sleigh 2
(Oculus & Jewel : 2,700 Ton)

그림 14. Giant Sleigh 1

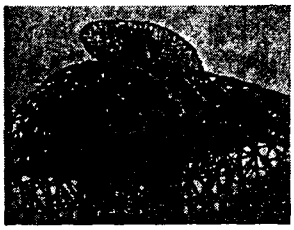

그림 15. Giant Sleigh 2

3.2 Guide Frame

Guide Frame은 Roof Truss Sliding의 가장 핵심적인 Engineering 사항으로, 철골 Sliding 시 발생하는 수직 및 수평력에 의한 하중을 분산하고, Giant Sleigh와 만나는 부위에는 Sliding Pad를 설치하여 마찰력을 최소화함으로써 적은 힘으로 Sliding이 되도록 하였다.

Sliding 작업용 Pad는 PE (Polyethylene), PTFE (Tepron) 계를 사용하였고, 접촉되는 철표면의 마찰계수 감소를 위하여 SUS Plate를 Beam 표면에 부착하고 접촉면에 Grease 를 도포하여 Polished Steel이 되도록 하였다. 적용 마찰계수는 10% 로 이는, Sliding 구조물 중량의 10%에 해당하는 용량의 Jack으로 Sliding이 가능하다는 것을 의미한다.

Guide Frame의 간격은 기존 RC 구조물의 기둥위치로 되어있어 Guide Frame 1개소에서 부담하는 하중에 따라서 Sliding Pad의 Size가 산출되었으며, Sliding Pad는 압축력과 마찰력을 동시에 받으므로 Pad가 받는 전단력을 줄이기 위해 Silicon계 Grease를 사용하여 Pad면의 평활도 유지를 하였다.

24m 단위 Sliding시 Guide Frame의 Lateral Pad로 사용하였던 PE Pad는 Sliding 중량이 커서 횡마찰력에 제대로 대응하지 못하였기 때문에, 1차 Group Sliding시에는 Guide Frame에 P.E Pad 대신 SUS Plate, Roller Skid를 적용하여 Sliding을 실시하였다.

표 1. Sliding Pad 종류 및 규격

구분	Pad 종류	규격	접촉면	적용마찰계수	
				정지 상태	이동 상태
Vertical Support	PTFE (Tepron)	450×400×16T	SUS Plate	0.08	0.04
Lateral Support	PE (Polyethylene)	250×200×16T	Raw Steel	0.27	0.15
	Polished SUS Plate	-	Raw Steel	-	0.7~0.12
	Roller Skid	-	Raw Steel	-	0.7~0.12

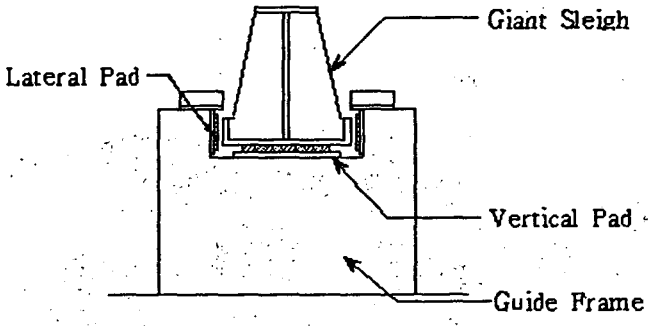

그림 16. Sliding Pad Detail

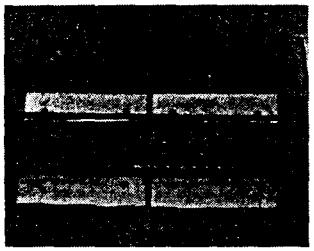

그림 17. Vertical Pad(PTFE)

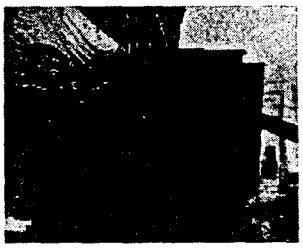

그림 18. Giant SleighVertical Pad 접촉상태

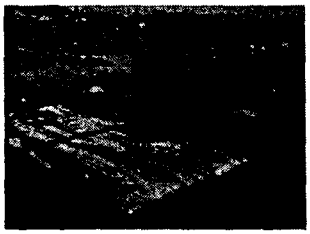

그림 19. Lateral Pad (PE)

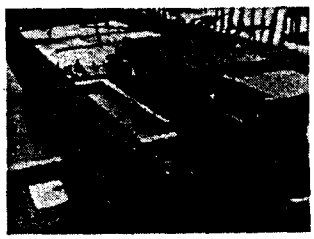

그림 20. Lateral Pad(SUS Plate, Guide Roller)

3.3 Jack & Control System

Sliding용 Jack은 Pulling 작업이 연속적으로 이루어지도록 하기 위해 Jack 2대를 연결한 Tandem Pulling Jack (TPU-330)이 사용되었다. 1차 Group Sliding 3,550 ton, 2차 Group Sliding 2,700 ton은 10% 마찰계수를 적용하여, 각각 300Ton 용량의 Jack 2대를 사용하여 Sliding 하였으

며, Control Room에 있는 Control Unit (CU-TPU)을 통해 Tandem Pulling Unit (TPU-330)과 Hydraulic Pump (EHPS-23 MS)를 조정하며 Sliding 속도를 조절하였다.

양측 Sleigh의 위치 및 속도조절은 2대의 Laser Sensor가 Sleigh 앞에 설치된 Target Box의 Reflector와의 거리를 수시로 측정하여 양측 Giant Sleigh의 Sliding 진행거리를 수시로 비교하였다.

양측 Sleigh 이동량의 차이가 15mm(1차 Group Sliding시), 20mm(2차 Group Sliding시)보다 큰 경우 짧은측 Pulling Unit이 자동적으로 속도를 줄이고, 양측 Sleigh 이동량의 차이가 30mm(1차 Group Sliding시), 20mm(2차 Group Sliding시)보다 큰 경우 조정이 자동적으로 중단된 후 Single Control Mode로 작동하여 원위치로 이동하게끔 계획하였으나, 실제 모든 Sliding 작업은 양쪽 Sleigh의 이동량의 편차를 15mm 이내에서 조절하면서 작업을 하였다.

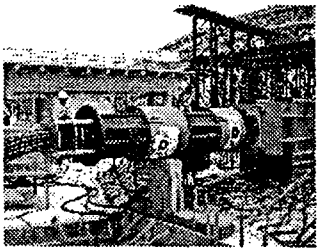

그림 21. Tandem Pulling Jack

그림 22. Hydraulic Pump

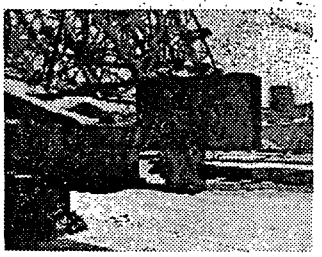

그림 23. Laser Target Box

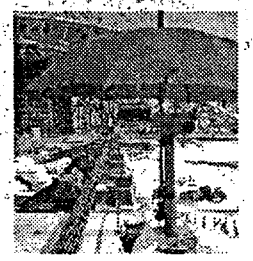

그림 24. Laser Distance Sensor

3.4 Lowering System

원 Level에서 100mm 높여서 설치 및 Sliding 작업을 완료한 구조물을 기 매설된 Anchor Base에 설치하기 위하여, Giant Sleigh 하부에 설치된 대형 Hydraulic Jack 을 이용하여 100mm Lowering 작업을 실시하였다.

1차 Giant Sleigh는 Truss의 처짐이 각 Truss 별로 상이하였으며, Base Plate의 높이도 약간의 편차가 발생하여 Lowering Step은 각 위치별로 Jack이 부담하고 있는 하중 및 기둥부분의 밀착 상태 등 전체적인 Truss 구조의 형태를 관리하며 각 부위별 치수를 진행하였다.

2차 Sleigh 는 기둥이 TR15 1개소만 있으므로 전체적으로 동일하게 소정의 높이로 Lowering을 실시하였다.

Lowering System 은 완전 자동화된 동조 (Synchronized Lowering) System 과 Lock Nut Cylinder를 이용하여 Lowering 높이를 조정하며 Lowering하는 방식이 있으며, 당 현장에서는 Lock Nut Cylinder를 이용하여 Lowering 작업을 하였다.

1) Synchronized Lowering System

- Jack : Double Action Cylinder
- System : 1개의 Pump Unit에 최대 24개의 Cylinder를 설치하여 각 Cylinder의 Displacement Sensor와Computer를 이용한 Control Unit 로 조정
- 장단점 : 정확도 유지 (편차 1mm)
  단시간 및 소수 인력
  대용량의 Pump 필요
  System 사용에 고가

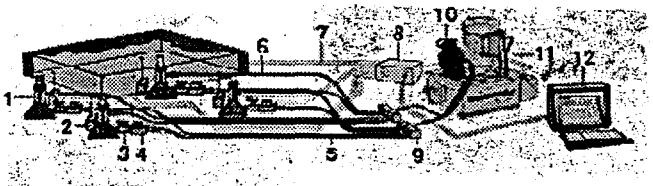

그림 25. Synchronized Lowering System

1 Hydraulic Cylinder	5 Hydraulic hose	9 Manifold
2 Displacement sensor	6 Hydraulic hose	10 Control valve
3 Check valve	7 Electrical cable	11 Pump unit
4 Control valve	8 Junction box	12 Control unit

2) Direct Control System

- Jack : Single Action / Safety Lock Nut
- System : 1개의 Pump Unit에 4개의 Cylinder를 설치 하고 각 Pump 에 설치된 Control Panel을 별도의 Main Control Panel에 연결하여 동시에 조정하며 Lowering 높이는 Lock Nut로 사전에 조정 (약 10 mm 정도)한다.
- 장단점 : System이 간단, 저가
  장시간 소요, 다수인력이 필요
  Lowering 높이에 대한 구조안전성 확인

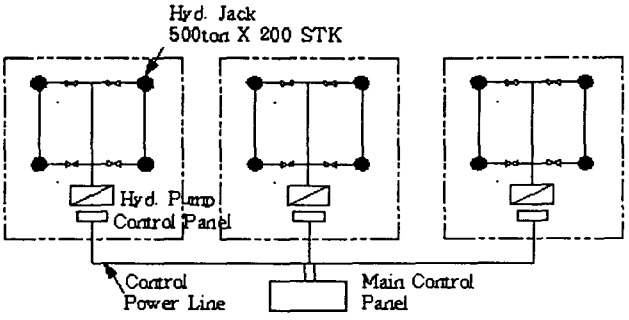

그림 26. Direct Control System

그림 27. 500Ton Lowering Jack

그림 28. Single Action Lock Nut Cylinder

3.5 Anchor Base

Basic 도면에 표기된 Anchor Bolt 설치 방법은 선 매립형 Anchor Bolt 방식으로 Sliding System 적용 시 Base Plate의 정확한 위치 관리가 불가능하여 Sliding System에 적용 가능한 후 매립형 Anchor Bolt 방식으로 변경하였다.

구조해석결과 Anchor Bolt는 하중부담보다는 철골 설치용으로 사용되도록 설계가 되어있으며, Anchor Bolt의 수량을 줄이기 위하여 대형 Anchor Bolt로 설계 변경 후 설치하였다. 기초 Concrete 타설 전 Base Frame 및 Sleeve를 매입하였으며, 매입한 Sleeve는 Anchor Bolt 설치 전 제거를 하였다.

그림 29. Truss 하부 Anchor Base

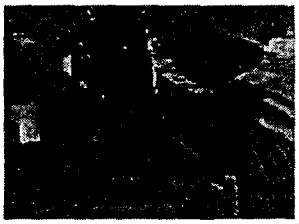

그림 30. Lowering 전

그림 31. Lowering 후

그림 32. Anchor Base 용접

4. Group Sliding

4.1 부분 Sliding 및 철골설치 작업

Great Hall Roof Truss중 TR09, TR10, TR11 Truss를 설치 후 5월 17일부터 24m 부분 Sliding 를 실시하였다.

1차 부분Sliding 후 전체 구조해석에 따른 측력 (Lateral Force) 증가에 대한 보강작업으로 Guide Frame내 Pad를 Roller 및 SUS Pad로 변경을 하였으며, 추가로 Strut 설치, Guide Frame 개수 증가 및 Sleigh Frame에 대한 보강 작업을 하였다.

Giant Sleigh 상부에 TR09, TR10, TR11 Truss 조립을 완료하고, 사전 작성된 Check List에 따라 마무리 작업을 진행하였다. Truss 조립을 위하여 Bent 상부에 설치되었던 Jack을 내리는 Jack Down 작업은 Sliding 작업 설계시 정해진 Jack Down 순서에 따라 최대한 동시에 작업이 되도록 하였다.

Truss의 설치정도관리 및 안전성 확인을 위한 측량작업을 Truss 연결부 용접 완료 후 Jack Down전 (Truss가 Bent에 지지된 상태)과 Jack Down 후 (Truss 가 Giant Sleigh 지지된 상태) 변형을 측량하였으며, 24m Sliding후 후속 Truss 설치를 위하여 최종적으로 위치조정을 하여 전체 Truss 형상을 유지하도록 하였다. 측량결과, 구조 계산상 예상 치수와 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다.

표 2. 부분 Sliding

구 분	내 용
1) Sliding 일자	1차 : 2000. 05. 15 2차 : 2000. 05. 17
2) Sliding 거리	24M
3) Sliding 소요시간	4시간
4) Sliding 중량	약 1,900Ton (Truss : 1,600Ton, 가설 : 300Ton)
5) Jack Pressure	100~110Ton
6) Strand Elongation	약 5.42cm
7) Sliding 방법	Initial Start전에 Center Rail측에 30Ton의 Pre Jacking 실시. Initial Start는 Slow Speed로 약 1~1.5m 진행 후 문제가 없으면 보통 Speed로 진행

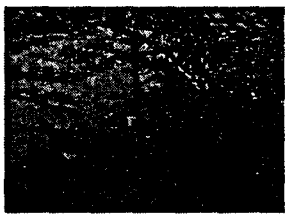

그림 33. 부분 Sliding

그림 34. Jack Down 작업

당초 Frame Weight의 증가 계수를 α=1.25에서 계산하였으나, 최종 Shop 도면에 따른 물량산출 결과 α=1.6으로 산출되었다. 최종 구조계산에 의한 Thrust (측력)가 TR09에 111.4 ton, TR10에 102.2 Ton이 작용하여 Safety Factor를 1.15로 고려 시 설계용 Thrust 가 130Ton으로 원 설계 값과 차이가 발생하여, Sleigh의 일부부재에 대한 보강 작업을 하였다.

Guide Frame에 대해서는 Sliding 중 발생하는 소음을 줄이기 위해 Stainless Lateral Pad에 Guide Roller를 추가 설치하였고, Guide Roller가 하중을 균등히 분담하기 위하여 Rubber Pad 설치 사용하였다.

1차 부분 Sliding을 완료한 후 TR10 ~ TR13간 잔여구간의 철골을 Giant Sleigh 설치와 병행하여 실시하였다. 설치는 1차 부분 Sliding시 사용한 작업 구대를 이용하였으며, 철골 Truss 의 형상에 따라 상부 Bent로 높이 조정을 하였다.

4.2 1차 Group Sliding

부분 Sliding후 TR12, TR13 Truss를 순차적으로 조립하여 7월 1일부터 8일까지 총 3,100 ton의 중량을 157m에 대하여 1차 Group Sliding 후, 500 ton Jack 12 대를 이용하여 Lowering 작업을 7월 18일 실시하여 최종위치에 고정하였다.

기둥의 압축응력을 계산한 결과, 평균 13.4kg/㎡, 최대 33.4kg/㎡으로서 안정된 값을 보 Sliding시 하부 구조체중 그 하중이 통과하는 지점인 지하1층 주차장 기둥의 양측 축방향으로 Strain Gauge를 설치하여, Sliding 시 해당지점을 통과할때 그 기둥의 축방향에 걸리는 최대하중에 따라 변화하는 Column 의 응력을 계산하기 위해 Strain 계측을 실시하였다.
였고, 경사변위는 최대치가 0.448 Degree로서 아주 미미하여 Sliding으로 인한 구조체에 발생한 손상은 거의 없을 것으로 판단되었다.

표 3. 1차 Group Sliding

구 분	내 용
1) Sliding 일자	2000. 07. 01~07. 08
2) Sliding 거리	158m (45m+33m+77+3m)
3) Sliding 소요시간	총 24.5 시간 (5.5+7.5+10+1.5)
4) Sliding 중량	약 3,100Ton (Truss:2,500, 가설:400, 잡철 및 외장:200
5) Jack Pressure	100~110Ton
6) Strand Elongation	약 5.42cm
7) Sliding 방법	Initial Start는 Slow Speed로 약 1~1.5m 진행후 보통 Speed로 진행. 풍속 10cm/sec 이하, 강우량 시간당 1mm이하 조건
8) 구조물 안전성 확인	Strain Gauge : RC 기둥의 축압에 대한 변위량 측정 Inclinometer : Steel Support의 수평하중에 대한 변위량 측정

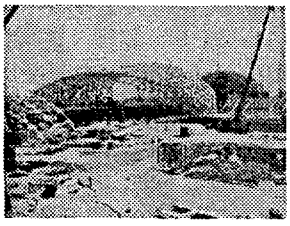

그림 35. 1차 Sliding 전

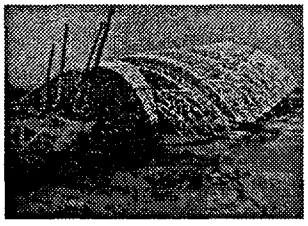

그림 36. 1차 Sliding 후

4.3 2차 Group Sliding

2차 Group Sliding 구간인 Oculus Truss는 2000년 4월 중순부터 철골조립을 착수하여 총 중량 2,000Ton 규모의 철골을 8월 24일부터 8월 30일까지 전체길이 167m를 Sliding 하여 설치하였다.

원 위치로 Sliding 작업이 완료된 후, 500 ton Hydro Jack 12대를 이용하여 Lowering 작업을 9월 4일 실시하여 최종위치에 고정하였다. 2차 구간의 가설 Frame 해체 작업은 Great Hall의 구조상 제자리 설치 구간인 CT Truss 및 1차 Sliding 구간과 완전히 연결된 후 11월 10일부터 착수하였다.

표 4. 2차 Group Sliding

구 분	내 용
1) Sliding 일자	2000. 08. 24~08. 30
2) Sliding 거리	168m (1차 : 91m, 2차 : 78m)
3) Sliding 소요시간	총 19 시간
4) Sliding 중량	약 2,700Ton (Truss : 2,000, 가설 : 600, Jewel : 100
5) Jack Pressure	50~70Ton
6) Strand Elongation	약 6.6cm
7) Sliding 방법	Sliding Speed : 10~20m/hr 풍속 10m/sec 이하, 강우량 시간당 1mm이하 조건

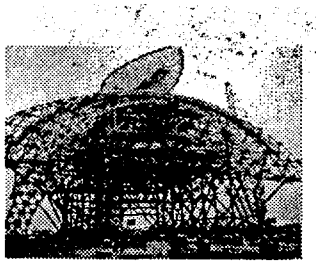

그림 37. 2차 Sliding 전

그림 38. 2차 Sliding 후

4.4 2차 Lowering

Group Sliding 완료 후 최종위치에서 제자리 설치를 위한 Truss에 대한 측량작업을 하였으며, 기존 Base와의 높이 Check를 하여 최종 Lowering 치수를 결정하였다.

1차 Sliding Group은 각 Truss 의 처짐이 다르고 Base Plate와 접하는 면의 틈이 달라서 10mm 씩 Lowering 높이를 각 Step 별로 10mm 씩 작업을 하였으나, 2차 Sliding Group은 처짐이 없는 상태의 안정한 구조물로 각 Step 별 Lowering 높이를 20mm로 결정하여, 1차 20 mm → 2 차 20 mm → 3 차 20 mm 순으로 작업을 완료하였다.

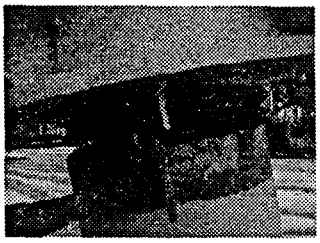

그림 39. Lowering 전

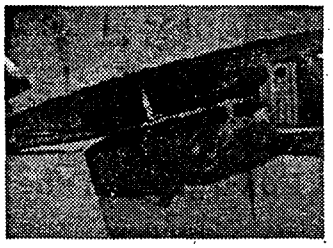

그림 40. Lowering 후

4.4 Grouting

Lowering 완료된 Truss 는 최종위치 확인 후, Base Plate 가접합 고정 → Column 연결부 Fit Up 및 검사 → Column 연결부 용접 → Base Plate 용접 → Grouting 작업순으로 연결작업을 하였다. 하부 Base Plate 와 Anchor Frame과의 용접 전 Shear Plate 와 Base Plate 간의 틈을 확인하여 3mm 이상되는 부분에는 Shim Plate를 삽입한 후 용접을 하였다.

Base Plate부분은 무수축 Grouting을 Mixer Drum 및 Screw 압출 방식으로 압송 타설 하였으며 양생 후 Epoxy Grouting으로 미진한 부분 재 충진 하였다.

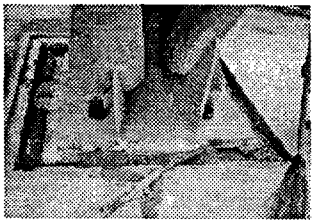

그림 41. 무수축 Grouting 충진

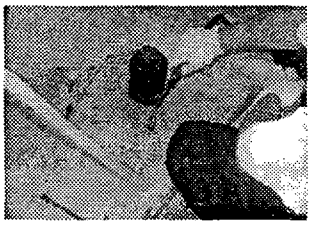

그림 42. Epoxy Grouting

5. Sliding 공법 적용 효과

5.1 품질확보

철골 대Block화로 현장 용접작업을 최소화할 수 있었고, 철골 조립 시 고정 Stage상에서의 반복작업으로 시공의 정도관리를 향상하였다. 또한 Block 조립 및 Sliding후 Truss 변위량에 대한 사전 Engineering을 통해 변형의 발생을 최소화하였다.

5.2 작업자 안전확보

기존의 공법으로는 고소작업을 해야만 하는 많은 부분들을 공장 제작으로 대체 할 수 있으며, 가설물의 설치 및 해체에 대한 작업량의 감소와 고정 Stage상에서 작업이 이루어지므로 안전성 확보가 가능하였다.

5.3 공기단축

Sliding 공법 적용시 철골을 골조외부에서 설치함으로써, RC 골조공사와 병행할 수 있고, Great Hall을 Zone별로 설치 및 Sliding 함으로써, 재래식공법대비 철골설치 일정에서 5개월의 공기를 단축하였다.

Abstract

The Great Hall of Incheon International Airport Transportation Center has irregular curved roof structure. The structure consists of 13 main steel trusses. (the longest span of 162m, 480ton) The total weight of the truss is 6,300ton and the whole truss is made of 9,600 pieces which has the joint connected to maximum 13 different parts at one point and Roof Truss is supported by 12 Fabric Foundation. Considering the economical efficiency and the schedule, the Sliding Construction Method was used other than conventional erection method. The roof truss structure was divided into two blocks, 3,550ton and 2,700ton, each block was pre-erected on the Giant Sleigh off the site and was pulled 181m by using Tandem Pulling Jack and Strand to be set in place.

Key word : Block, Giant Sleigh, Sliding Construction Method