

수원민자역사 MEGA TRUSS TRAVELLING 공법

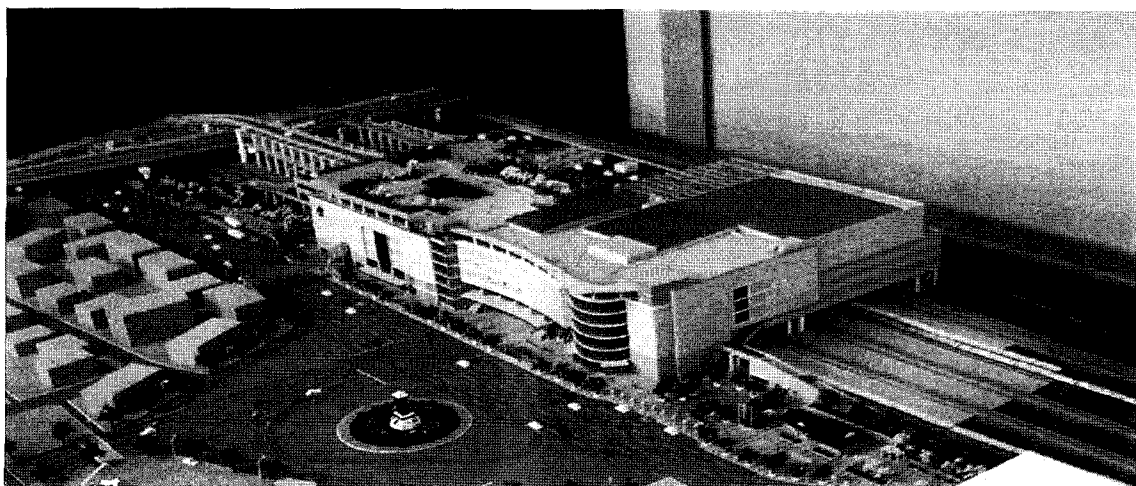
강 석 규* 이 석 휘**

1. TRAVELLING 공법

1.1 공법 개요 및 특성

TRAVELLING 공법은 여러 제약조건으로 인해 제 위치에서 시공하지 않고 다른 장소에서 구조물의 일부 또는 전부를 조립한 후 특수 장비를 이용

하여 제 위치로 이동시켜 구조물을 완성시키는 공법으로서 이번 수원역사 현장에서는 통과 열차가 일일 약 250 여회로서 통과 열차의 운행에 전혀 지장을 주지 않으면서 공사를 해야 하는 제약조건과 안전을 최우선 하여 공사를 하여야 하므로 철로 등에 영향을 주지 않기 위하여 2층 바닥 높이에 임시 조립구대를 설치하여 조립구대 위에서 각 2개



* (주)상원구조 소장
** 한진중공업 수자원민자역사현장 소장

표 1 수원민자역사 개요

구 분	주 요 내 용
공 사 명	수원민자역사 신축공사
용 도	운수시설, 판매시설, 관람집회시설
대 지 면 적	71,574m ² (21,651 평)
건 축 면 적	34,780m ² (10,521 평)
연 면 적	126,730m ² (38,335 평)
최 고 높 이	39.5m
구 조	철골/철근콘크리트/철골 철근 콘크리트구조

표 2 TRAVELLING 공법 개요 및 특성

구 분	주 요 내 용	
공법개요	조 립 구 대	▶자중+TRUSS하중+작업하중 ▶본구조물 보강량
	SKID WAY	▶1,700Ton 이동하중 지지 ▶본구조물 기초 이용 ▶본기둥위 설치로 제한사항 없음
	본 구조 물	▶본구조물 BRACING 소요 ▶정밀시공에 불리
	TRAV. 장비	▶BOGIE 17대 소요
	양 중 장 비	▶고정식 T/C 3대 소요 ▶장비 설치 용이
	소 요 공 기	▶조립구대에서만 조립
	대 관 업 무	▶임찰조건 ▶철도청 기승인
	공법특성	▶조립구대상부에서의 조립으로 열차 안전운행 확보 ▶선로상에서 주야작업으로 작업시간 확보 ▶고소작업의 최소화로 인한 근로자의 안전성 확보 ▶인적안전성 확보에 의한 품질확보 ▶작업시간 확보에 의한 공기단축 및 원가절감

층을 1개의 TRUSS 형태로 조립한 다음 SKID WAY 및 BOGIE SYSTEM 등 각종 장비를 이용하여 소정의 위치로 이동시켜 고정하는 TRAVELLING 공법을 적용하였다.

1.2 공법 선정 배경

일일 250여회의 열차 운행이라는 특수한 조건에서 열차의 안전운행을 최우선적으로 확보할 수 있어야 하며 선로상에서 작업시 작업시간의 확보와 작업자의 심리적 위험감 및 안전, 자재관리 및 설치장비의 효율적 운영과 공기단축 등을 종합적으로 고려하여 MEGA TRUSS TRAVELLING 공법

을 선정하게 되었다.

1.3 TRAVELLING 순서

그림 3 참조

2. 구조설계 특징

2.1 일반 사항

- 구 조 : 상부구조 - 철골조
하부구조 - 기존 기둥 기초 RCD PIER
가설 기둥 기초 MICRO PILE

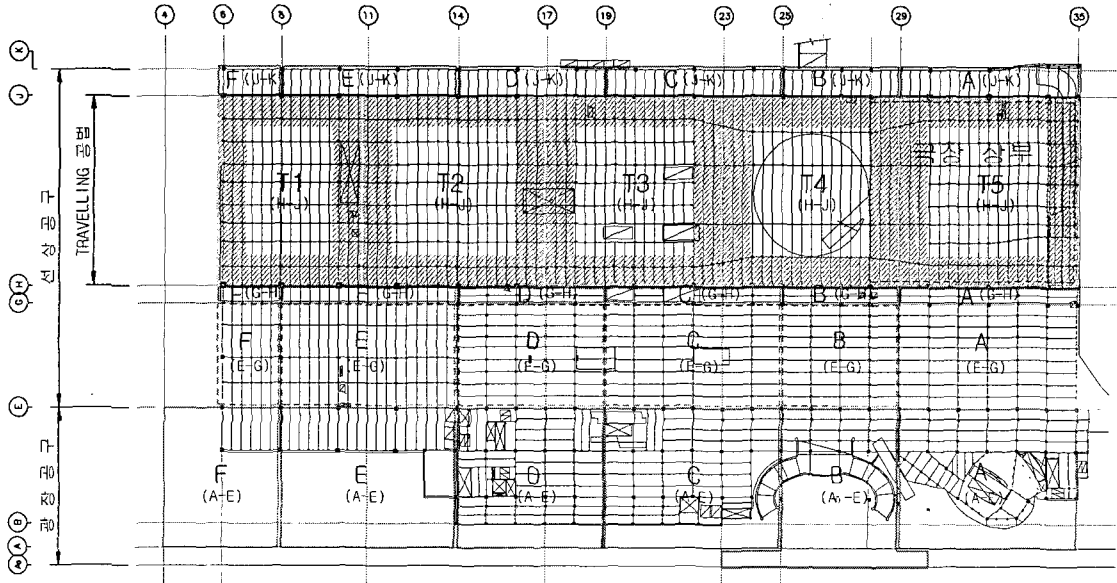


그림 1 TRAVELLING 공법 구간 PLAN

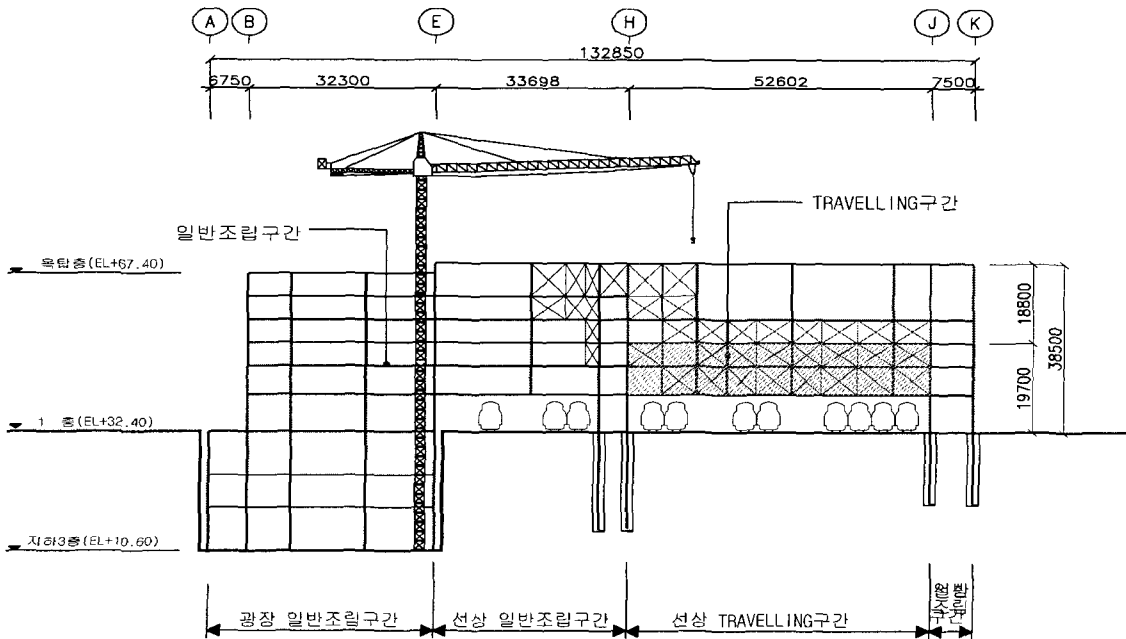


그림 2 시공 개념도

- 콘크리트 : $f_{ck}=240\text{kg}/\text{cm}^2$
- 철 근 : $f_y=4000\text{kg}/\text{cm}^2$ (KSD 3504, SD 40)
- 강 재 : ① 일반구조용 SS 400(KSD 3503)
 용접구조용 SM 490(KSD 3515)
 ② $t \leq 40\text{mm}$ $F_y=2,400\text{kg}/\text{cm}^2$
 $t > 40\text{mm}$ $F_y=2,200\text{kg}/\text{cm}^2$

2.2 조립 구대

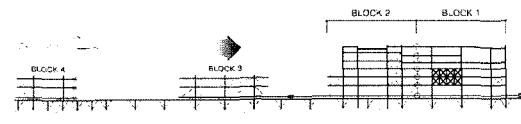
수원민자역사의 조립구대는 본구조물을 BLOCK 단위로 분리하여 조립하기 위한 가시설물로서 51.8m × 53.1m의 규모로 지하2층 높이에 설치되어 하부로는 철로가 지나가므로 본구조물을 5개의 BLOCK

표 3 TRAVELLING공법과 재래식 공법의 비교

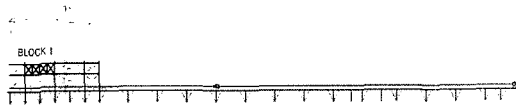
		(1)Mega Truss Travelling 공법	(2)재래식 크레인 공법
공법개요		조립구대 위에서 트러스를 조립하여 자주식대차(Bogie)를 이용하여 횡이동시켜 소정의 위치에 설치한다.	이동식 크레인 등을 이용하여 지상조립한 철골을 야간에 설치작업을 한다.
장점		<ul style="list-style-type: none"> - 선로상의 작업이 적어 철도선로에 영향을 미칠 위험성이 작다. - 고소작업이 적어 안전성이 높다. - 조립용 크레인을 적게 사용할 수 있다. - 야간작업이 최소화되므로 안전성 확보에 유리하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 특수한 기술과 설비를 필요로 하지 않는다.
단점		<ul style="list-style-type: none"> - 특수한 기술 및 구조검토가 필요하다. - 특수한 설비인 Bogie가 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 장스팬부분의 철골을 선로상에서 가설 할 수 없기 때문에 지상조립하여 설치해야 하며, 작업반경도 크게 되어 대용량의 크레인이 필요하다. - 설치, 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	최소	설치 등 대부분
	공기	○	△
종합평가		◎	○



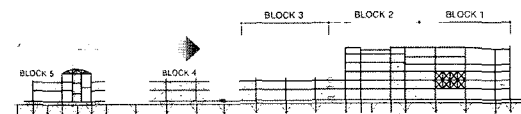
(a) 제1단계 : 조립구대 및 SKID WAY 설치



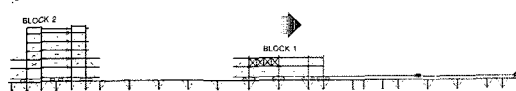
(e) 제5단계 : BLOCK 3 이동, BLOCK 1, BLOCK 2 집합, BLOCK 4 조립



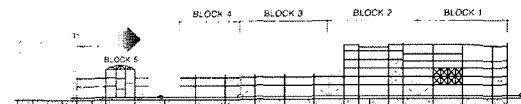
(b) 제2단계 : BLOCK 1 조립



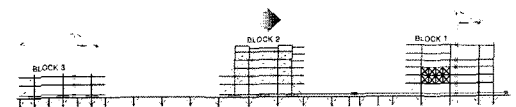
(f) 제6단계 : BLOCK 4 이동, BLOCK2, BLOCK3 집합, BLOCK 5 조립



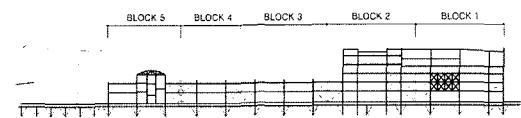
(c) 제3단계 : BLOCK 1 이동, BLOCK 2 조립



(g) 제7단계 : BLOCK 5 이동, BLOCK3, BLOCK4 집합



(d) 제4단계 : BLOCK 2 이동, BLOCK 3 조립



(h) 제8단계 : 조립구대 해체, BLOCK4, BLOCK5 집합

그림 3 TRAVELLING 순서

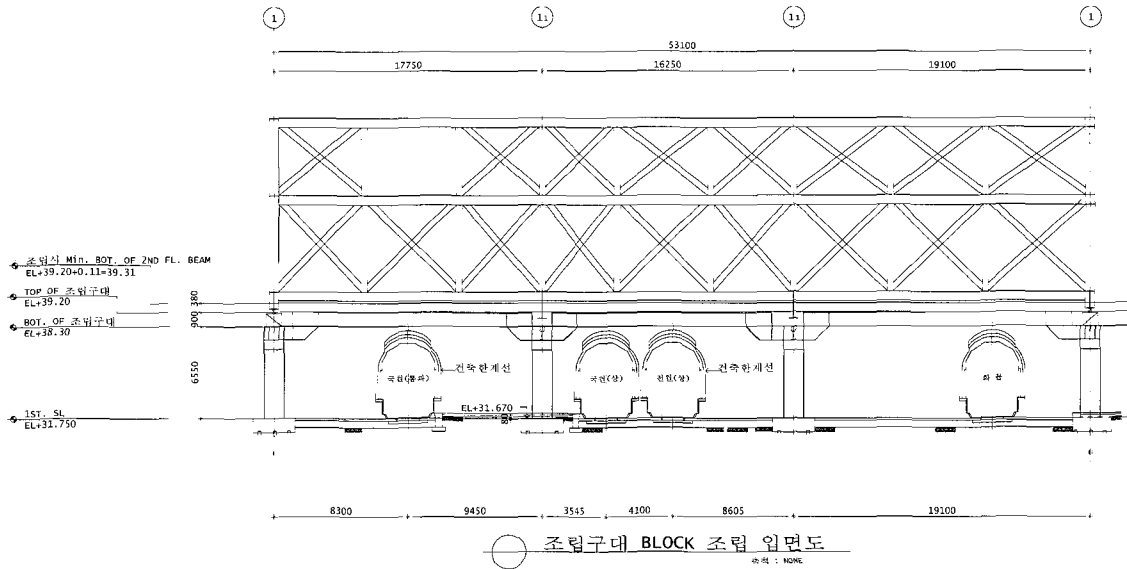


그림 4 조립구대 및 건축한계 입면도

으로 나누어 각 BLOCK 별 하중, 설치시 작업하중, 자재 적재하중 등을 고려하여 설계하였으며 철로 이용승객의 안전성 확보 가능한 위치와 철로의 건축한계, 본구조물의 작업성 등을 고려하였다. 슬래브는 고하중과 탈락 등 안전성과 설치 해체가 용이한 복공판을 사용하였고 기초는 시공성이 용이한 MICRO PILE을 사용하였다.

각 BLOCK의 ERECTION을 위하여 조립구대 위에 JACK SUPPORT가 설치되므로 JACK SUPPORT에 대한 LAYOUT과 현장 여건을 고려하였다.

주요 부재의 제원은 다음과 같다.

- SKID GIRDER : ㄷ - 900×1000×25×40 (SM 490)
- MAIN GIRDER : H - 900×300×16×28

(SM 490)

- COL : □ - 1300x1300x24x24(SM 490)
- 기 초 : MICRO PILE
- S L A B : 복공판 - 750×1990×200 (지하공사용 노면공사용)

2.4 SKID WAY

SKID WAY는 본구조물의 TRAVELLING시 본구조물의 하중을 지지하여 안전하게 최종의 위치로 이동시키는 가시설물로서 안전성 확보는 물론 강성을 확보하여 변형을 제어하도록 설계하고 모든 장비가 부착되는 가시설물로 장비설치가 가능하도록 설계하여야 한다.

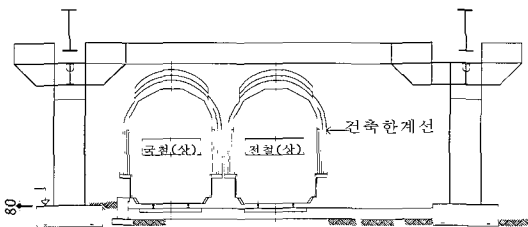


그림 5 조립구대 및 건축한계 확대

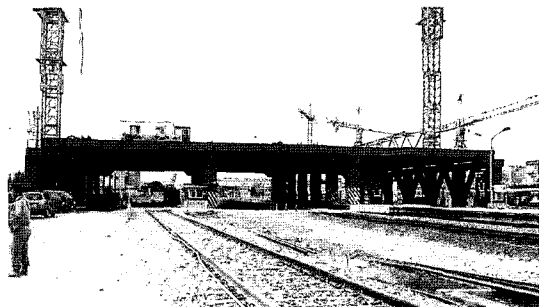


그림 6 조립구대 전경

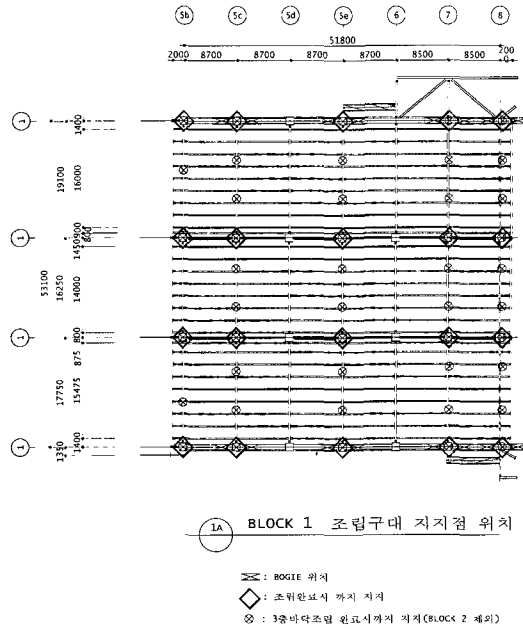


그림 7 조립구대 지지점 위치

본 수원민자역사의 경우 BOGIE가 이동할 SKID WAY를 본기둥 위에 설치하고 이동시의 수직 및 수평하중등을 고려하여 본기둥을 보강하였으며 수

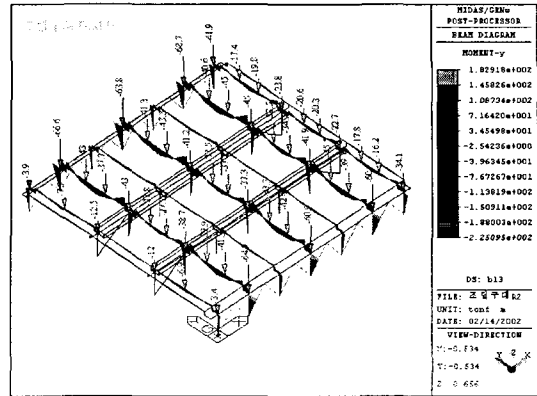


그림 8 조립구대 B.M.D

평브레이스를 설치하여 횡방향 하중에 대하여 저항하도록 하였으며 이렇게 본기둥을 이용함으로써 별도의 가설 기둥을 설치하지 않아도 되었다.

하중조건은 본구조물의 각 단계별 하중 및 변형 조건을 이용하였으며 수직하중은 충격을 고려하여 자중의 30%를 할증하고 수평하중은 진행방향으로 자중의 15%, 진행 직각방향으로 자중의 10%를 각각 취하여 설계하였다. 해석은 MIDAS - GEN 의 MOVING LOAD ANALYSIS를 이용하여 시간에

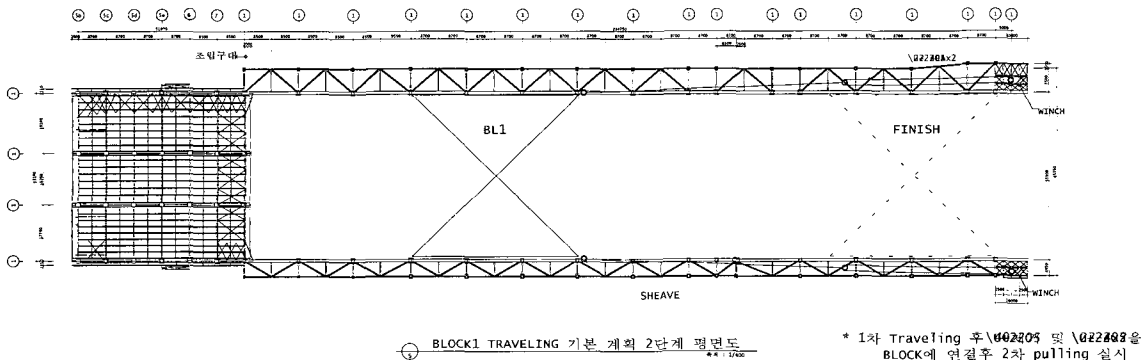


그림 9 SKID WAY에서의 BLOCK 이동 평면

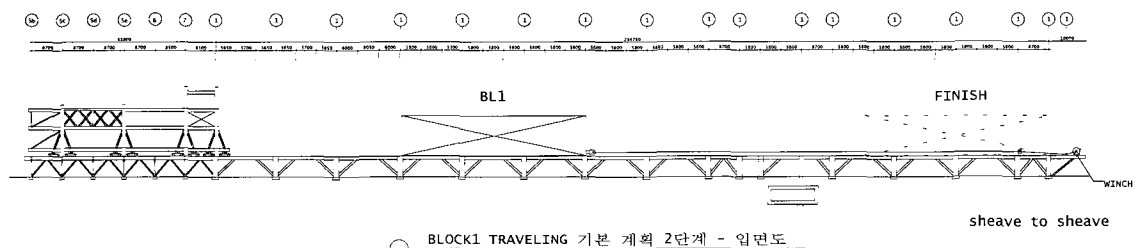


그림 10 SKID WAY 에서의 BLOCK 이동 입면

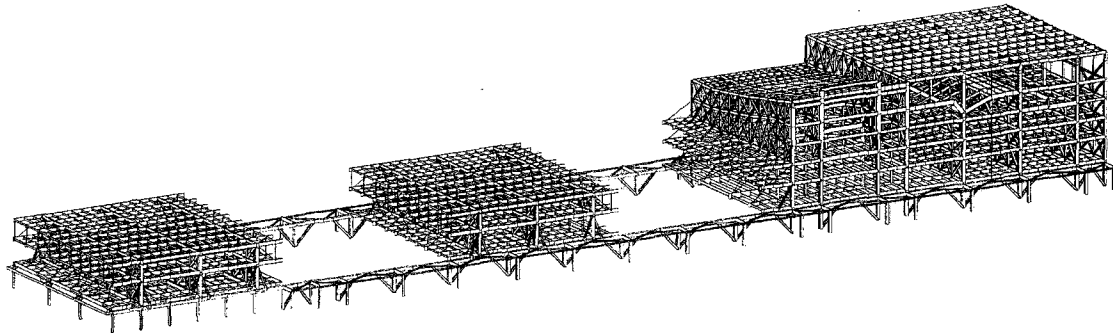


그림 11 SKID WAY에서의 BLOCK #3 이동

대한 이동하중의 영향을 고려하였다.

- SKID WAY 65.55m×234.75m의 주요 제원
- SKID BEAM : 표 - 900×1000×25×40(SM 490)
- COLUMN : 본구조물 COLUMN 이용
- BRACE : H-300×300×10×15

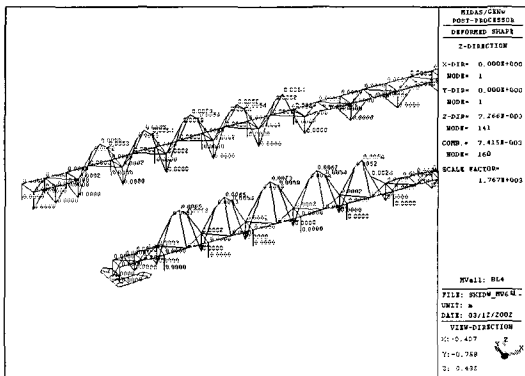


그림 12 BLOCK#4 이동시 처짐

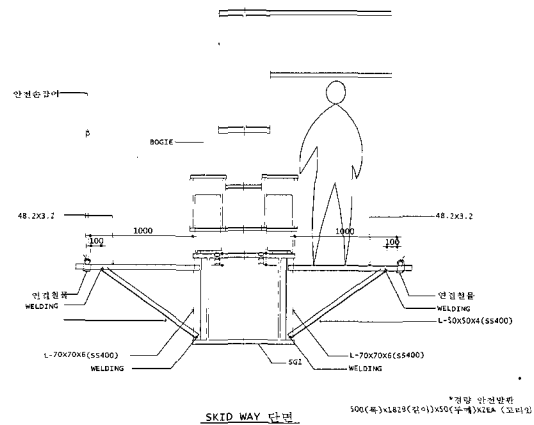


그림 14 SKID BEAM SECTION

2.5 본구조물 BLOCK

BLOCK 단위의 본구조물은 TRAVELLING 시 WINCH 속도의 불균형에 의한 비틀림 발생과 이에 대한 대처 방법이 중요하게 된다. 본 수원역사 TRAVELLING의 경우 MIDAS-GEN PROGRAM의 강제 변위 기법을 이용하여 본구조물 BLOCK 양 끝단의 변위차를 주어 응력을 체크한 다음 실제 TRAVELLING시 그 변위차 만큼만 허용 변위를 주되 허용범위 초과시 WINCH 작동을 멈추고 한쪽 WINCH 로써 양 끝단을 평행하게 맞춘 후 TRAVELLING을 재시작 하는 방법으로 해결하였다. 수원역사의 경우 양단의 편차를 5cm 이내로 제한하였다.

비틀림 방지를 위하여 PLAN BRACE를 설치하여 본구조물을 보강 하였으며 형태는 기차 형식을 취하였다.



그림 13 SKID WAY 전경

표 4 TRAVELLING시 H, J 열 허용편차

BLOCK NO.	X변위 (cm)	반력(ton)			Y반력/ Z반력(%)	CODE CHEKING	비고
		X	Y	Z			
1	5.0	11.2	16.9	148.2	0.84	0.68	OK
2	5.0	13.8	17.7	193.7	0.88	0.72	OK
3	5.0	5.1	9.8	150.0	0.49	0.49	OK
4	5.0	8.1	14.4	189.8	0.71	0.71	OK
5	5.0	5.3	7.45	187.3	0.37	0.59	OK

표 5 구간별 BLOCK 규격 및 중량

구분	규격(m)	중량 (Ton)	견인길이 (m)
조립구대	51.8×53.1×6.45	2,000	
(T1, BLOCK 1)	52.2×53.1×12.4	1,506	234.7
(T2, BLOCK 2)	52.2×53.1×30.0	1,706	182.5
(T3, BLOCK 3)	52.2×53.1×12.4	1,369	130.3
(T4, BLOCK 4)	52.2×53.1×12.4	1,502	78.1
(T5, BLOCK 5)	42.5×53.1×12.4	890	25.5
계		8,973	

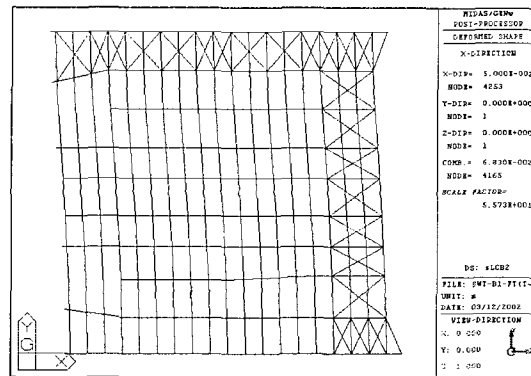


그림 17 H LINE 5cm 강제변위

■ BLOCK #1(TYP.)

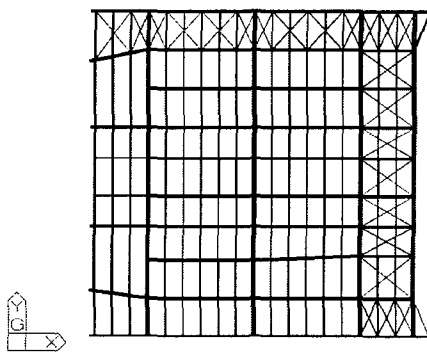


그림 15 BLOCK #1, 2층 평면

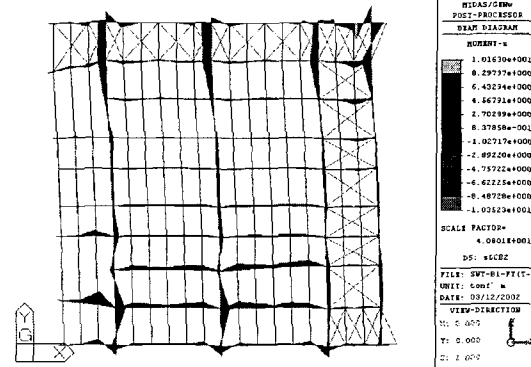


그림 18 H LINE 5cm 강제변위시 B.M.D

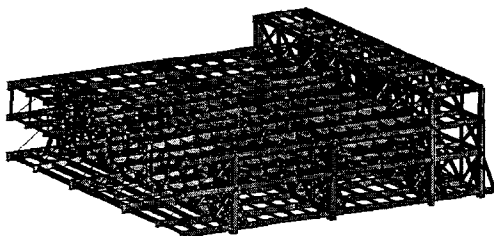


그림 16 BLOCK #1 MODELING

2.6 TRAVELLING SYSTEM

TRAVELLING을 위한 주요 시스템으로는 MEGA TRUSS를 운반할 BOGIE, WINCH, JACK&부속 장치, WIRE ROPE 등으로 구성된다.

2.6.1 BOGIE

BOGIE 는 이동시 마찰을 최소화할 수 있는 바퀴식의 장비(마찰계수 0.01)로 상부에 2개의 유압

재를 부착하였으며 개수는 한쪽 SKID BEAM에 최대 8개, 총 16개를 사용하였다.


- 용도 : 조립 장소에서 본구조물을 지지하여 최종의 위치로 이동시키는 ROLLER 역할
- 사양 : 용량 500 Ton/자체 중량 - 약 3.5 Ton
크기 3062x1011x735/speed -2.5/5m/min

2.6.2 WINCH(ELECTRIC WINCH)

MEGA TRUSS BLOCK에 연결된 WIRE를 끌어주는 주된 장치로 양쪽 SKID BEAM LINE에 각각 1개씩 설치하였다.

- 용도 : 본 구조물을 이동시키는 장치
- 기종 : 35/17.5Ton×2.5/5m/min ELECTRIC WINCH
- 활차 : 3활차×4 EA/SHEAVE : 4 WAY

2.6.3 JACK & 부속장치

- HYDRAULICK JACK : 본 구조물과 분리시 JACK UP, TRAVELLING 시 균형유지 용량 - 250Ton, 크기 - $\phi 215 \times 150$ ST(외경 275mm) SPEED - 10.7/1.4Cm/min.
- SCREW JACK(DH150) : 분리 접합시 본 구조물지지 후 HYDRAULICK JACK 조정 용량 150 Ton/SCREW 

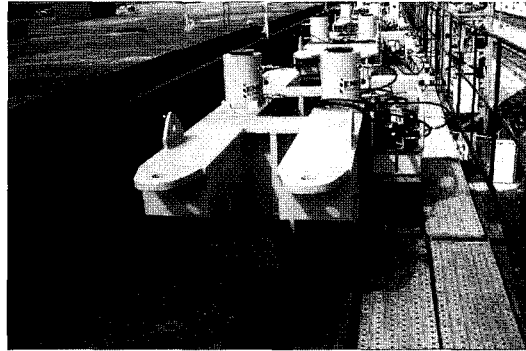


그림 20 BOGIE & HYD. JACK

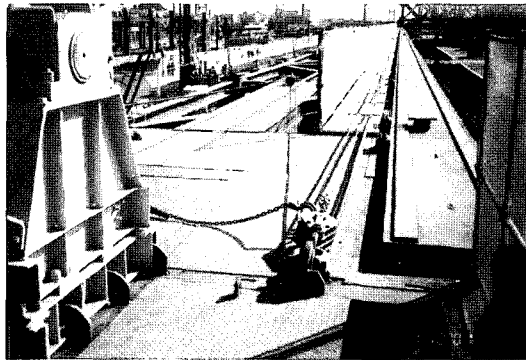


그림 21 SHEAVE & LUG

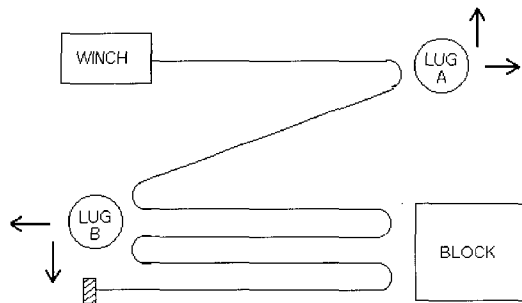


그림 19 TRAVELLING SYSTEM 개념도

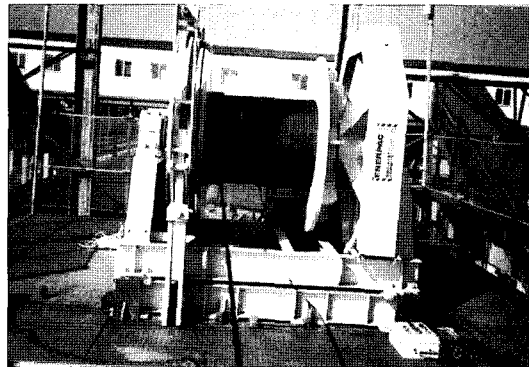


그림 22 WINCH SYSTEM