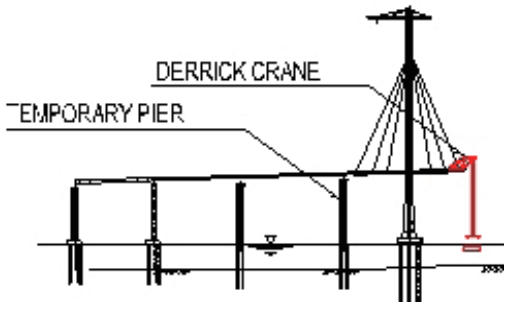


> 주경간 강교 가설공법 비교표

구 분	D/Crane을 이용한 소블럭 가설
개요도	 <p>The diagram shows a cross-section of a bridge under construction. A temporary pier is positioned between the main piers. A derrick crane is mounted on the temporary pier, lifting a cable into place. The main piers are shown on the left and right, with cables fanning out to support the bridge deck. The temporary pier is a smaller structure in the middle, and the derrick crane is a tall, lattice-like structure on top of it.</p>
특 징	<ul style="list-style-type: none">• 대형 선박 입출항에 지장없음• 중량물 양중을 위한 D/Crane 별도 설치 필요• 대선 정점계류방안 수립 필요• 소블럭 가설 선형 정밀관리 필요• 케이블 설치 공정과 병행되어야 함

3.3. 강교 가설 공사

3.3.1 강교 가설 일반

(A) 가설용 가벤트 설치

가설용 가벤트는 주탑(W1)과 교각(W2, W3) 사이에 배치되어 대블럭을 지지하는 구조물로서 가벤트 B1은 주탑으로 부터 측경간 쪽으로 67m, B2는 172m 위치에 설치되었다.

(B) 대형 교량 받침설치

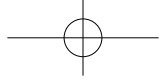
주탑 및 교각 시공중에 받침을 설치하였으며, 그중 주탑 시공중에 받침설치를 위하여 작업 순서 및 작업 요령, 대블럭 가설을 위한 각종 가설 책 및 앵커 등 소요 설비에 대한 계획과 대블럭 가설부터 중앙경간최종 폐합까지의 받침변형, 경계 조건 변화 등을 고려하여 시공하였다.

(C) 타이다운 케이블가설

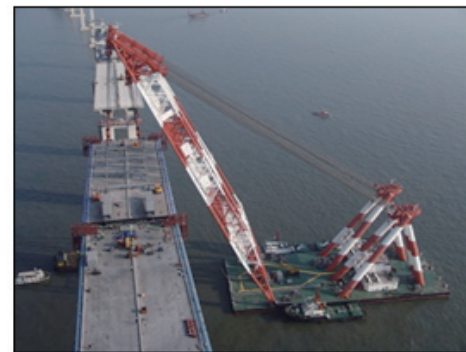
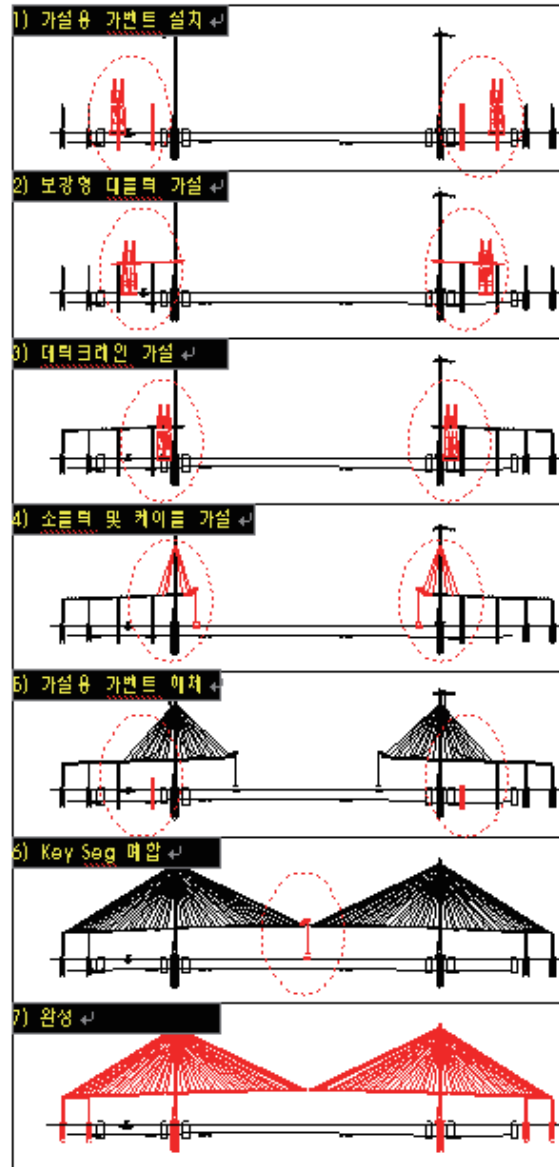
교량의 공용 중 또는 가설 중 교각지점부에 부반력이 발생하는 것을 방지하기 위한 타이다운 케이블은 현장조건을 고려하여 대블럭 가설 후 교각(W2, W3) 하단 맨홀로 가설장비를 인입하여 가설하였다. 케이블 장력도입은 교각 하단 내부에서 실시하였으며 W3와 W2에서의 도입장력은 각각 2200kN과 5100kN이다.

(D) 셋백(Set-back)

설계시 수립된 셋백방법의 효율성을 확인하고보다 안정적인 셋백작업을 위해 추가로 필요한 조치를 보완/강구하였으며 W2와 W3에서 받침에 의한 구속을 유지한 상태로 셋백할 수 있도록 하여 셋백시 교축 직각 방향으로의 거더 이동이 발생할 수 없는 안정적인 방법을 도입하였다.



3.3.2 주요가설 순서도



3.3.3 강교 가설 준비공

1) 측경간 대블럭 가설

측경간 대블럭 가설을 위하여 현장(주탑, 교각, 가벤트)에서 준비한 사항 및 대선에 선적된 대블럭상에 준비 해야 될 사항은 다음과 같다.

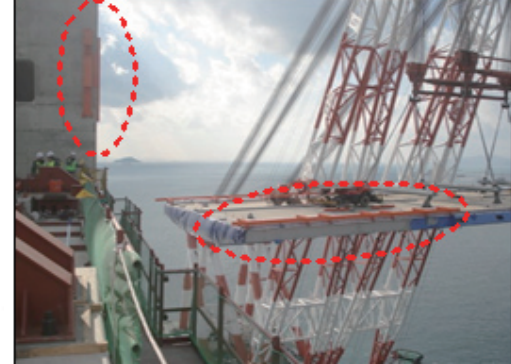
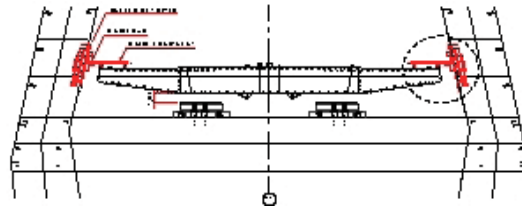
가. 주탑(W1/E1)

① 주탑 보호공 및 주탑 인입 설비

WBB4(EBB4)은 주탑 탑주 사이를 통과하여 가설되어야 하기 때문에 가설 시 F/C의 Mooring Pattern만을 이용하여 주탑 탑주 사이를 약 30m 가량 통과하여야 하므로 고도의 숙련된 F/C Control 기술이 필요하다 하지만 이러한 방법만으로 주탑 내로 대블럭을 인입시키는 작업은 많은 위험요소가 내재되어 있다. 따라서 주탑사이로 대블럭 인입, 이동 시 발생할 가능성이 있는 충돌로부터 주탑을 보호할 목적으로 다음과 같이 진입부 주탑면에 주탑 보호공을 설치하였으며, 보강



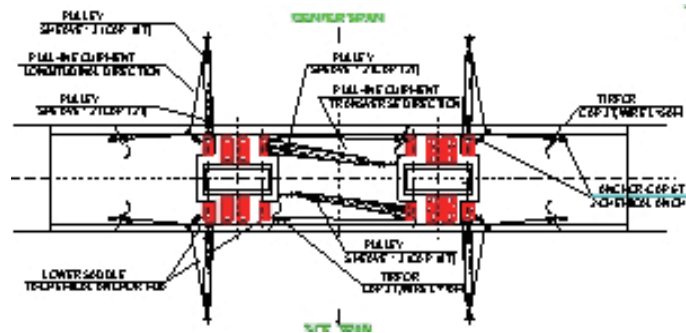
형측에는 주탑과 간격유지 및 가설의 편의를 위해 남/북 방향에 각30m의 인입 설비(Guide Rail)를 설치하였다. 보호공의 재료는 steel plate나 wood를 이용할 수 있으나 당현장은 Steel plate를 사용하였다.



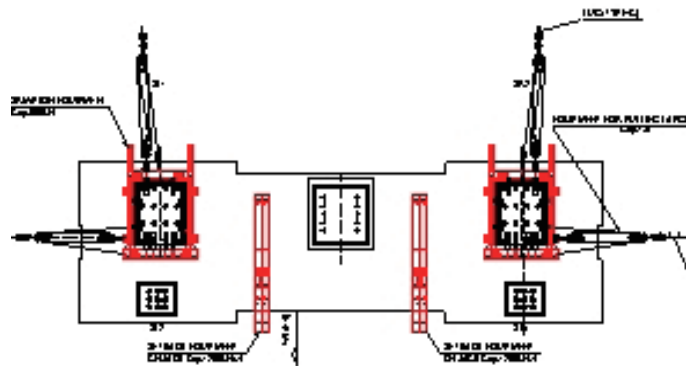
> 주탑보호공 및 인입설비 현황

② Set Back Device 및 Bearing 위치 조정용 가설비

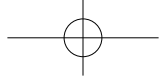
대블럭 가설 후에는 Set Back 설비의 설치가 어려운 점을 고려하여 대블럭 가설 전 Set Back Device를 사전에 설치하고 이를 대블럭 가설시 및 반침 최종 고정시 연직 반침의 위치조정을 위한 반력대 역할을 겸할 수 있게 계획하였다. 모든 가설비는 Chemical Anchor(M30 x 10개)로 고정하여, 계획된 하중을 충분히 부담할 수 있도록 시공하였다.



> Set Back Device 및 Bearing 위치 조정용 가설비_주탑



> Set Back Device 및 Bearing 위치 조정용 가설비_단부



③ 대블럭 설치용 유압잭(수직, 수평)

BB4 가설 시 연직받침의 전단키를 Sole Plate와 맞추고 연직받침의 Set Bolt 및 가볼트 체결을 위해 연직받침 위치 조정 목적으로 수직, 수평잭을 설치한다.

④ 교상 이동용 사다리

주탑가로보에서 작업을 마친 작업원들이 대블럭 상단으로 이동할 수 있도록 사다리 설치

⑤ 가설시 작업원용 작업발판 등

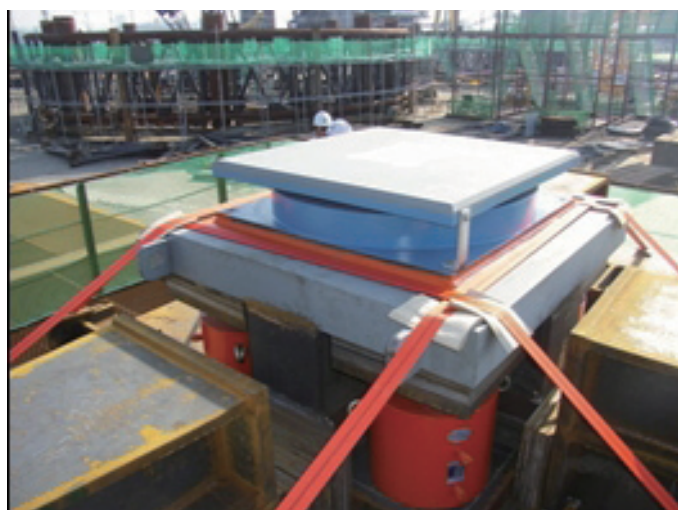
나. 가설용가벤트(W(E)B1/W(E)B2)

① 결합각 조절을 위한 수직잭(500톤 x 8개)

대블럭 가설 시 하부 Flange Splice Plate 본볼트 체결을 위한 Gap 조정과 상부 Flange 용접을 위한 용접 Gap 조정 시 사용한다.

② Pot 받침 위치조정을 위한 수평잭(50톤 x 12개)

가벤트위에 설치되어 있는 Pot 받침의 위치조정을 위해 사용된다.



> 가벤트에 설치된 Pot 받침

다. 단부 및 중간교각(W2,W3,E2,E3)

① 연직받침 위치조정 및 전단변형을 위한 수평잭 및 조정용 가설비

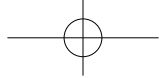
Set Bolt 체결 시 위치조정과 블록 가설 후 연직받침의 전단변형을 위한 수평잭 반력대 역할을 한다. 수평잭 조정용 가설 비는 Chemical Anchor (M20)로 교각에 고정한다.

② 결합각 조절을 위한 수직잭

대블럭 가설 시 하부 Flange Splice Plate 본볼트 체결을 위한 Gap 조정과 상부 Flange 용접을 위한 용접 Gap 조정 시 사용한다.

③ 가설 시 작업인원용 작업발판

대블럭 가설 전 설치하며, 가설시 작업원의 통로 및 대기장소로 사용된다.



라. 대블럭

① 대블럭 상부

- 주탑 인입 설비(BB4))
- Setting Beam(BB1, BB2, BB3)
- Setting Beam Support(BB2, BB3, BB4)
- 미세조정 설비(Pulley, Tirfor 등)
- 결합각 조정 설비(Center Hole Jack, 강봉 등)
- 교상 작업용 장비(H/D Crane 등)
- 교각 ↔ 교상 이동용 사다리
- 유압 펌프(교각 수직잭 작동용)
- 안전난간대
- 발전기
- 기타 작업용 공도구 등

② 보강형 내부

- 작업자 이동 동선에 작업등 설치(폐합구간, Set Bolt 작업공간, 기타 작업위치 등)
- 폐합구간 작업대
- Splice Plate의 적절한 위치 배치
- 연결용 H/T Bolt의 배치(위치별, 길이별, 본볼트/가볼트 용)
- 기타 작업용 공도구

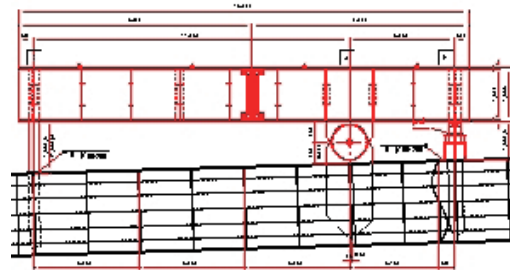
③ 보강형 하부

- 하부 Flange Splice Plate 정위치 고정
- 미세조정 설비(Pulley, Tirfor 등)
- 미세조정 설비 해체용 작업대
- 연결부용 작업대(J6, J12, J19)

위 사항 중 중요한 항목은 다음과 같다.

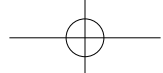
◆ Setting Beam 및 Support

블록 연결 시 Level 조정과 선형 조정을 위한 설비



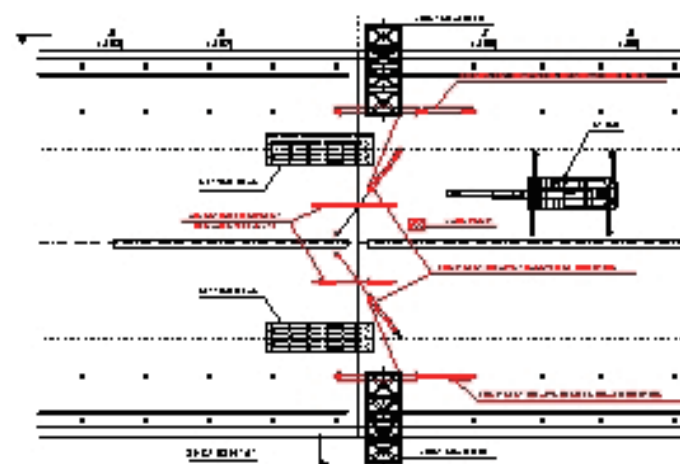
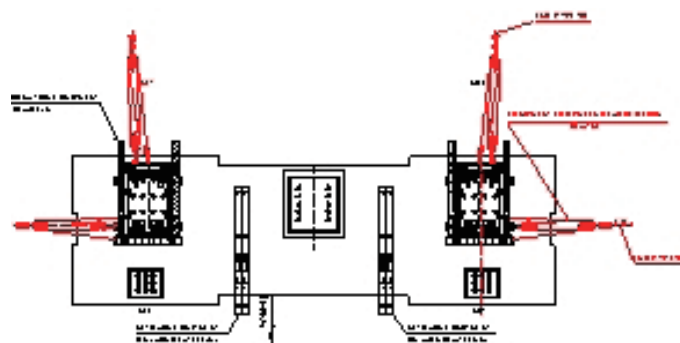
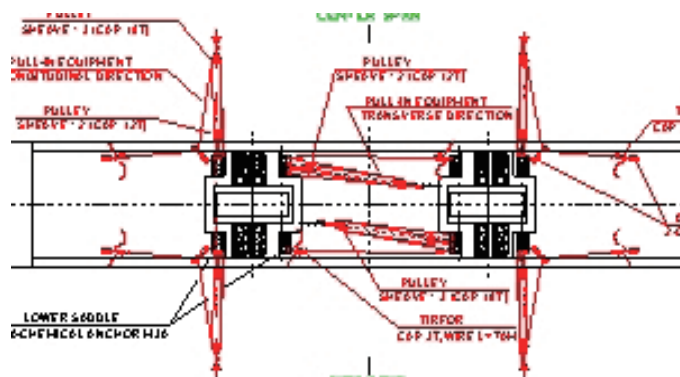
> Setting Beam 현황





◆ 보강형 하부 미세조정 설비

대블록을 설치위치로 유도하기 위한 설비(교축/교축직각방향 미세조정)



> 미세조정 설비_주탑 및 단부, 보강형

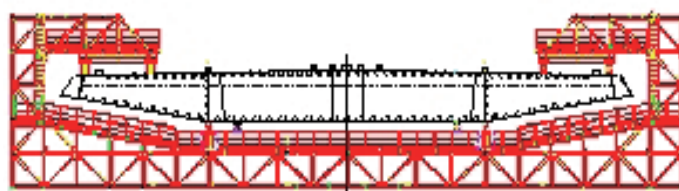
◆ 연결부용 작업대(Joint Scaffolding)

대블록 연결 시 하부 Flange 볼트 체결 및 도장 작업을 위한 작업대로 사용된다. 해상 설치 및 해체작업, 투입 원가 절감 등을 고려하여 설계되었으며, 전용사용을 고려하였다. 이 결과 총 6Joint 중 5조만 제작하였다.



> 작업대 제원

구 분	Joint Scaffolding
규 모	42,300m * 3,500m * 10,000m
특기사항	• 35 ton/기 • 작업인원 : 동시 10인 + 작업용 공도구 1 식
설치해체	• 설치 : 가설전 설치 (Barge) 가설후 설치(교상 Crane) • 해체 : 교상 Crane(250+160 H/Crane)



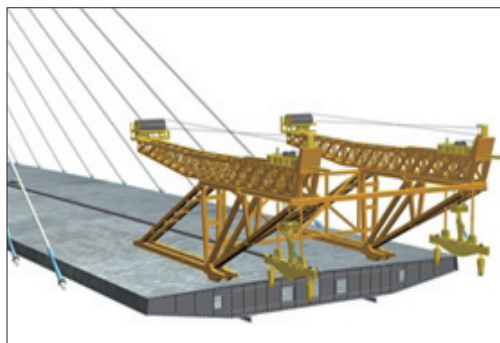
> 작업대 형상

2) 주경간 소블럭 가설

주경간 소블럭 가설을 위하여 현장(橋上, Barge船上)에서 준비한 사항은 다음과 같다.

가. Derrick Crane

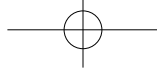
소블럭 인양에 사용할 데릭크레인은 규정하중 300ton, 양정고 83m의 능력을 가지며, 소블럭 운반 바지의 계류위치 오차와 조류에 의한 동요 대응 및 접합시의 접합면 맞춤 작업 등을 고려한 구조로 설계되었다. 크레인의 이동은 교상에 배치된 레일을 따라 이동하는 선로방식으로 하고, 소블럭에 용접부착된 인양용 러그를 크레인 고정용 러그로 활용하며, 핀 형식으로 고정된다. 가설상판 인양시에 발생하는 부반력은 데릭크레인 자중에 의해 최대한 분산되고, 잔여 부반력은 선로상판레일을 통해 본체에 전달되는 구조로 하였다.



> 데릭크레인을 이용한 소블럭 가설

> 데릭

구 분	Derrick Crane
최대인양하중	345Ton(15%할증)
인양속도, 높이	0 ~ 2 m/min, 83m
이동속도	0 ~ 1 m/min



외 형	폭 17.5m 길이 3.75m
Stroke	전후 : ±750mm, 좌우 : ±200mm
풍속조건	작업시 : 18m/sec 이동시 : 15m/sec 태풍시 : 45m/sec(대기상태)

나. 주경간 작업차

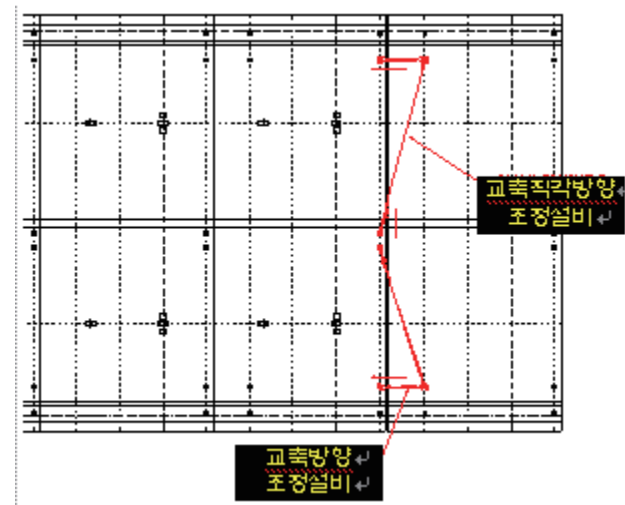
주경간 작업차는 다음과 같은 용도와 목적으로 사용된다.

- ① 가설블럭을 인양한 후 가설블럭과의 연결작업이 가능하도록 이동하여 작업공간 확보가 가능하도록 한다.
- ② 소블럭 연결이 완료된 후 케이블 인입작업 및 장력 도입 작업이 가능하도록 한다.

다. 소블럭 결합각 조정 설비

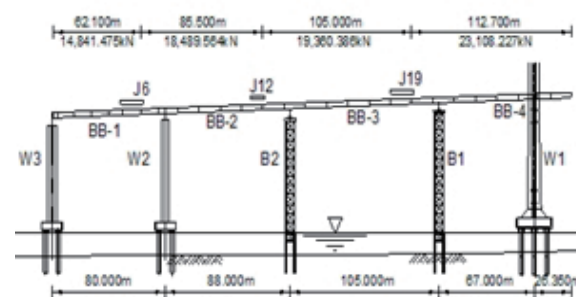
소블럭 접합 결합각을 조정하기 위한 설비가 데크 위에 다음과 같이 배치된다.

>그림 3.3.8 소블럭 결합각 조정 설비 배치도



3.3.4 측경간 대블럭 가설

1) 가설일반



> 측경간 거더 가설단위 분할도



측경간 보강형은 「Floating Crane을 이용한 대블럭 가설방법」으로 가설하며 이를 위해 가설 위치에는 보강형을 지지하기 위한 2기의 해상벤트(B1,B2)가 필요하다. 측경간은 총 4개의 대블럭으로 분할되어 있으며 가설 수량은 동/서측 포함하여 총 8 Block이다.

가설순서는 주탑측에서 부터 BB4 → BB3 → BB2 → BB1 순서로 가설한다. 최초 가설되는 BB4는 주탑(W1)과 Bent(B1)에 서 지지되므로 접합 작업이 필요 없으나, 주탑의 탐주 사이를 통과하여 블럭을 설치하는 작업이 필요하므로 정확한 조선 기술(Floating Crane 조정기술)이 요구된다. 나머지 세개블럭(BB-3~BB-1)은 기 가설 거더와의 접합작업이 필요하며 인천대교의 조건에서는 Floating Crane으로 인양하고 있는 상태에서의 접합은 힘들것으로 예상되어 기설블럭과 가설블럭에 Setting Beam을 설치하여 임시지지 시킨 후 연결부 결합각을 조정하였다

가설계산에 따르면 거더의 처짐각 차이로 인해 접합될 두 블럭의 연결부 각도차는 최대 2.7 mrad으로 예상된다. 이 정도의 각도 차이는 두 블럭 플랜지 사이의 이격거리로 환산해도 8.1mm정도의 매우 작은 값이기 때문에 Drift Pin만을 이용해도 접합할 수 있을 가능성이 높다. 그러나, 제작 오차와 가설 당일의 온도차나 가설 계산시 강성과 하중 오차등으로 각도차가 계산치 보다 커질 수 있으므로 이와 같은 경우에는 벤트와 교각에서 보강형을 Jack Up하여 연결면의 각도를 맞춘 후 접합할 수 있도록 계획하였다.

측경간 대블럭 가설은 3000Ton급 Floting Crane(이하 F/C)을 이용하여 주탑에서 단부까지 순차적으로 총 4개 Block을 가설하였으며, 각 Block별 제원은 다음과 같다.

> 측경간 대블럭 제원

Name	Dimesion(m) (L*B*H)	Weight(Ton)
WBB4 / EBB4	112.7*35.8*3.0	2,450
WBB3 / EBB3	105.0*35.8*3.0	2,100
WBB2 / EBB2	85.5*35.8*3.0	2,000
WBB1 / EBB1	62.1*35.8*3.0	1,350

2) 가설절차

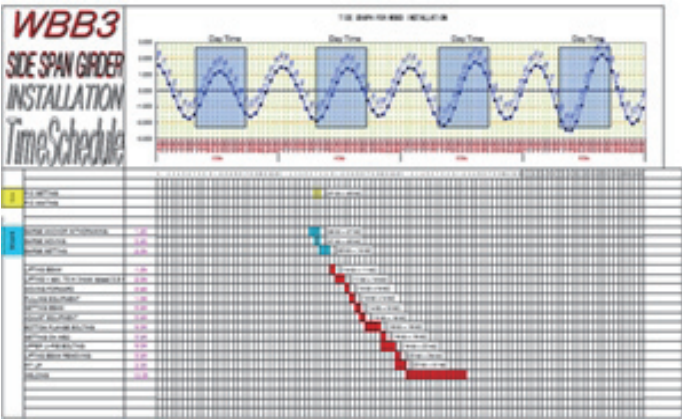
BB4 대블럭에 대한 가설절차를 예로 들어 아래에 전체적인 가설절차를 보였다.





3) Time Schedule

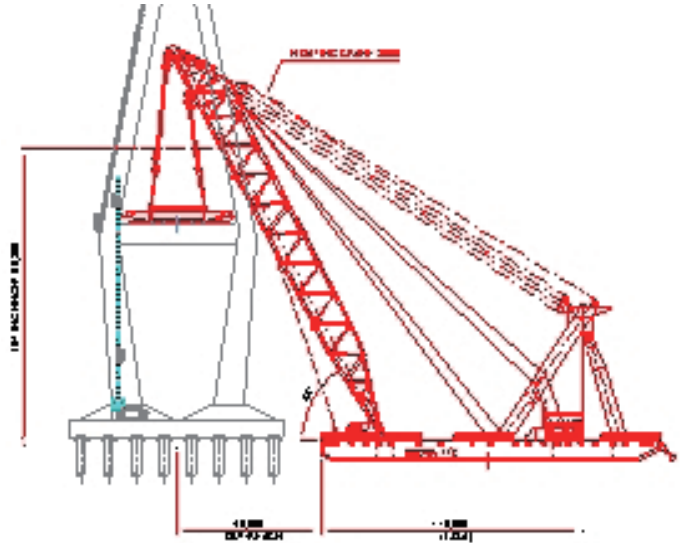
서해안 지역의 9m에 이르는 간만의 차로 대형 해상크레인을 이용한 가설작업 시 작업의 안전성 및 정밀도 확보를 위해서는 반드시 밀물과 썰물이 교차되는 정조시간에 작업을 수행해야 한다. 이를 위해 세부적인 Time Schedule을 아래와 같이 작성하여 관리하였다.



> 작업 Time Schedule

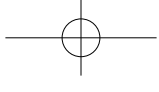
4) 가설장비 (F/C)

보강형 대블럭의 중량 및 인양조건을 만족시키는 F/C는 국내에 단 2대 뿐이었으며, F/C 가동일정 및 현장일정을 고려하여 선정하였다. 투입장비의 제원은 아래와 같다.



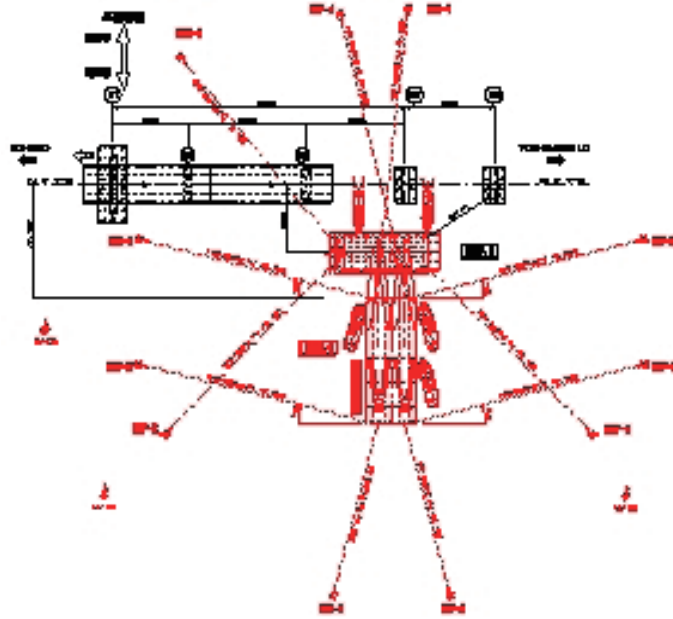
> 가설장비(F/C) 제원

장비명	최대 인양중량	최대 인양높이
삼성1호	3000 Ton	95.3m

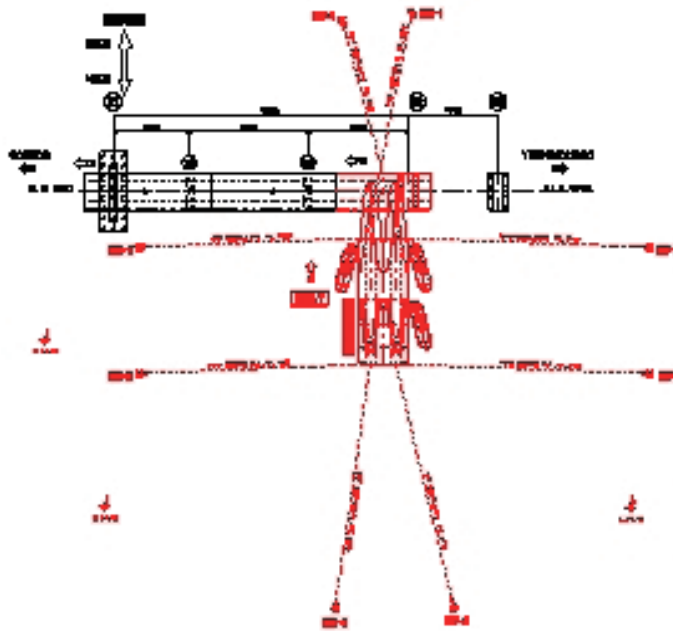


5) F/C 계류 및 대블럭 인양

3000 Ton F/C의 8개 Mooring Anchor를 이용하여 가설예정위치에 계류(Setting) 한 후 정조시간에 맞추어 운송되어 온 블럭을 인양한다.

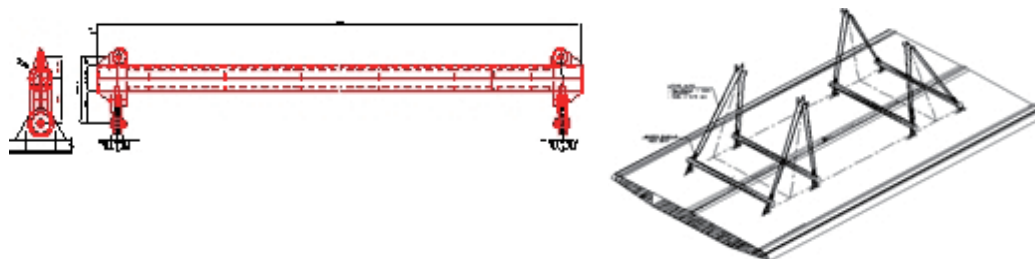
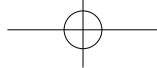


> 3000 Ton F/C 계류 및 대블럭 인양



> 3000 Ton F/C 가설을 위한 정위치 진입

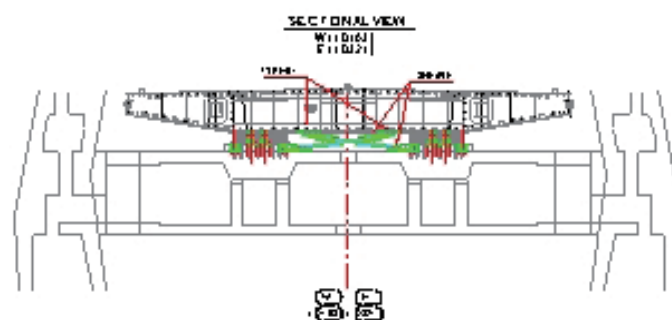
인양을 위한 Lifting Device는 사전에 전용 계획을 수립하여 제작하였으며, 제작 및 설치 오차에 대응할 수 있도록, 강교 제작시에 체결하였다.



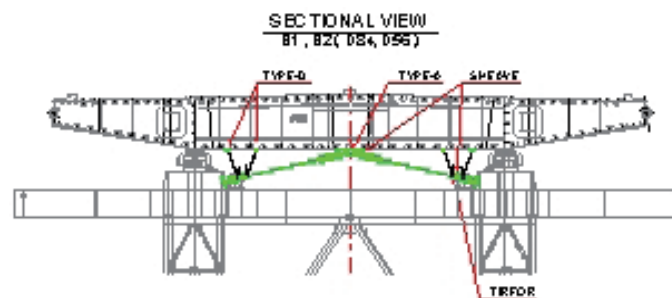
> Lifting Device & Sling

6) 미세조정

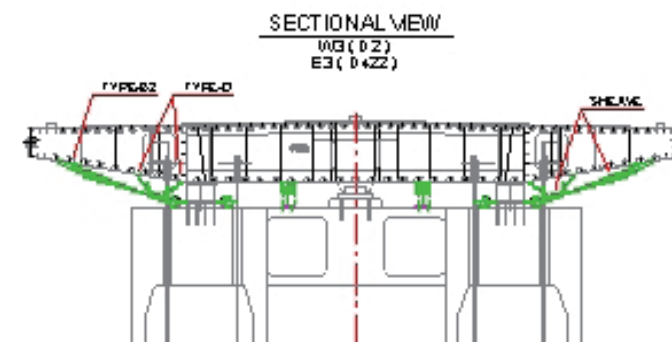
정확한 설치 위치로 유도하기 위하여 아래 그림과 같이 각 블럭의 하부 플랜지 소정의 위치에 미세조정을 위한 Pulling Equipment를 설치하였다. 이 설비는 블럭을 인양하기 전 바지에서 사전에 설치하였으며, 교각이나 벤트에 설치된 러그에 체결하는 작업이 용이하도록 거더 하부 플랜지에 러그를 배치하였으며, 이 러그를 이용하여 각종 설비를 매달아 두었다.



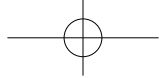
> 주탑부 Pulling Equipment



> Bent부 Pulling Equipment



> 단부 Pulling Equipment



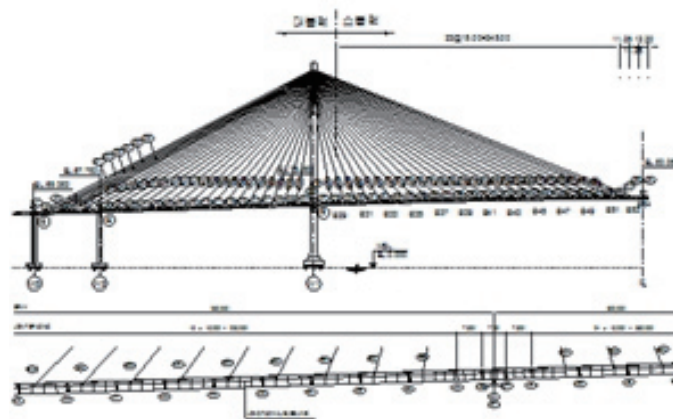
7) 결합각 조정 및 대블럭 연결

측경간 대블럭은 Setting Beam으로 지지한 상태에서 ① 연결부 결합각 조정, ② 고장력 볼트를 이용한 가/본 볼트 체결, ③ Deck PL용접, ④ 고장력 볼트 본 체결 순으로 이루어 졌으며, 접합부 품질확보를 위해서 고장력 볼트체결과 용접 및 도장 작업의 시공관리를 확실하게 실시할 필요가 있으며, 강교 가설 및 케이블 시공중의 일관된 캠퍼 관리를 위해 특히 유의하며 작업을 시행하였다.

하지만 인천대교 강상판은 넓은 폭(b)에 비해 높이가 낮은($h \approx b/10$) 매우 유연한 단면이며, 특히 측경간 대블럭은 약 100m 길이의 매우 세장한 구조로 지점부 위치 및 하중재하조건, 온도 등에 따라 처짐형상 및 결합각이 달라진다. 신설블럭과 기설블럭의 결합부에서 F/C하중 해방전에는 신설블럭의 단부가 처지는 형상을 보이며, 기설블럭은 두개의 지지점을 갖는 보 형식 혹은 연속보 형식으로 중앙부가 처지고, 단부가 올라가는 형상을 보이는 것이 일반적이다. 이 경우 무리없이 접합이 가능한 이상적인 결합형태라 할 수 있으나, 이 외의 결합형태 발생시에는 장비 및 설비를 이용해 대처하여야 한다.

"^"형태 결합각에서는 신설블럭 F/C하중을 떨어뜨리면서, 기설블럭 지점부의 Jack을 올려주어 결합각을 맞추고, "v" 형태 결합각에서는 신설블럭 F/C하중을 유지한 채, 기설블럭 지점부의 Jack을 내려주고, 셋팅빔을 이용해 형상을 맞추어 접합작업이 가능한 결합형태를 구현한다.

3.3.5 주경간 소블럭 가설



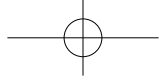
> 소블럭 분할도

1) 가설일반

주경간은 일반블럭 23개(15m)와 단블럭 2개(11.25m), 그리고 폐합블럭 1개(12.3m)를 포함하여 동/서측 모두 51개의 소블럭으로 분할되어 있다. 각각의 소블럭 길이와 중량은 다음 표와 같다.

> 소블럭 제원

Name	Length(m)	Weight(tonf)
B29(B79)	15	279
B30(B78)	15	266
B31(B77)	15	257
B32(B76)	15	255
B33(B75)	15	255
B34(B74)	15	255



B35(B73)	15	265
B36(B72)	15	264
B37(B71)	15	264
B38(B70)	15	264
B39(B69)	15	265
B40(B68)	15	268
B41(B67)	15	266
B42(B66)	15	266
B43(B65)	15	267
B44(B64)	15	267
B45(B63)	15	263
B46(B62)	15	261
B47(B61)	15	262
B48(B60)	15	262
B49(B59)	15	263
B50(B58)	15	263
B51(B57)	15	264
B52(B56)	11.25	206
B53(B55)	11.25	206
B54(key seg)	12.3	192

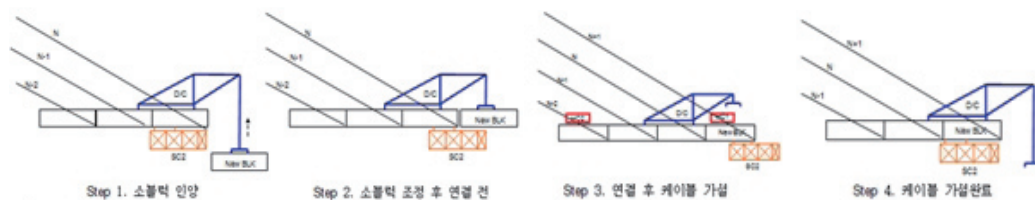
소블럭은 가설지점 직하 위치까지 대선으로 운반한 후 300톤 데릭 크레인으로 인양하였으며, 시공중인 충돌방지공과의 간섭을 피하기 위하여 J28 Joint에 최초로 설치되는 소블럭은 사전에 대블럭에 연결하여 가설하였다. 충돌방지공의 착수 시기가 유동적인 상황이었어서, 아래와 같은 시나리오를 수립하였으나, 소블럭 가설중에는 직접적으로 간섭이 발생하는 경우는 생기지 않았다.

① 충돌방지공과 간섭 되지 않을 경우

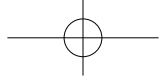
: 소블럭을 데릭크레인 직하위치까지 대선으로 운반하여 인양한다.

② 충돌방지공과 간섭되는 경우

: Floating Crane으로 충돌방지공 위에 가적치하고 데릭 크레인으로 인양한다. 이 경우 충돌방지공 위에 블럭을 가적치 하기 위한 별도 가시설을 배치하게 되며, 충돌방지공은 가시설 설치가 가능한 형태까지 시공되어 있어야 한다.



> 중앙경간 소블럭 및 케이블 가설 Step도



2) 가설절차

소블럭 가설절차 및 소요시간은 아래와 같이 정리된다.

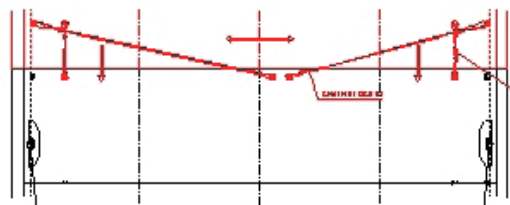
> 소블럭 제원

데리크크레인 및 운반Barge Setting	0.5~1.0hr
Lifting Device 체결	0.5hr
블럭 인양	1.0hr
평면선형 조정	2.0hr
중앙경간 작업차 전진	0.1hr
접합부 Bolting	2.0hr
접합부 단차조정	0.5hr
접합부 용접	6.0hr
데리크크레인 하중 해방	0.5hr

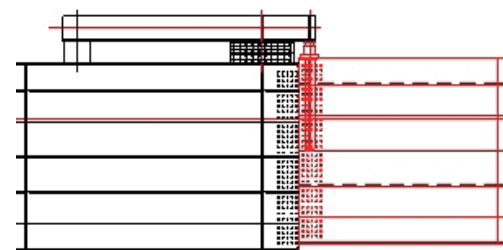
3) 운송 및 계류 / 인양

소블럭 가설은 인양/측량/접합 작업의 특성에 따라 시야확보가 가능해야 하므로 주간에 작업을 실시하여야 하며, 소블럭이 대선에서 인양되는 순간 크게 흔들릴 우려도 있으며, 항주파의 영향으로 안전사고의 위험도 상존하여 있다. 따라서 제반 여건을 고려한 결과 오전 중 정조시간을 기준시간으로 설정하고 모든 블럭의 인양전일 합동회의를 통해 인양여부 및 시간을 결정하였다. 또한 이 결과를 총 7개의 유관부서에 통보하여 협조를 구하였다.

4) 연결을 위한 거더 미세조정



> 소블럭 평면 결함각 조정 설비



> 소블럭 종단 결함각 조정 설비

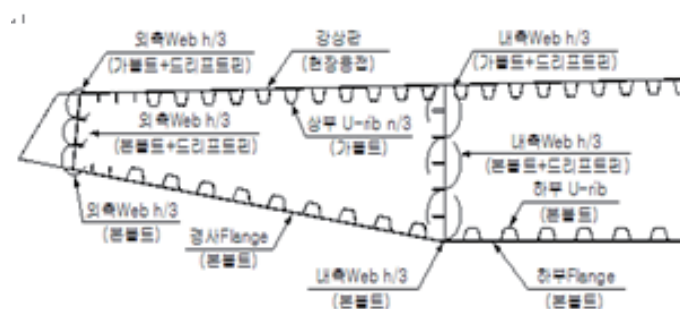
인양 블럭의 위치 및 캠버는 데리크 크레인으로 조정이 가능하나 접합면의 미세한 위치 조정을 위해 추가 설비를 계획하였다. 또한, 기설 거더 선단부는 데리크크레인의 반력을 받고 있는 상태(하향력을 받고 있는 상태)이기 때문에 아래로 오목한 형태의 변형이 발생 하나 인양된 가설 블럭은 데리크 크레인에 매달려 있어(상향력을 받고 있어) 위로 오목한 형태의 변형이 발생하므로 두블럭의 접합면을 맞추기 위해서는 강제 변형을 시켜야 하므로 내측 웹 위치에 Adjusting Beam과 Jack 설비를 계획하였다.



5) 소블럭 연결작업

데리크레인을 이용하여 인양된 소블럭을 연결하기 위하여 다음과 같은 순서로 작업을 시행한다.

- ① 블럭간 높이와 구배 조정
- ② 미세조정설비 셋팅 및 미세조정_평면결합각
- ③ 외측웹브 고장력 볼트 체결_가/본볼트
- ④ 미세조정설비 셋팅 및 미세조정_종단결합각
- ⑤ 내측웹브 고장력 볼트 체결_가/본볼트
- ⑥ 하플랜지(U-Rib) 고장력 볼트 체결_본볼트
- ⑦ 상부 U-Rib 고장력 볼트 체결_가볼트
- ⑧ Deck Plate 용접
- ⑨ 데리크레인 하중 해방

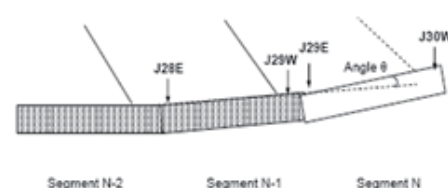
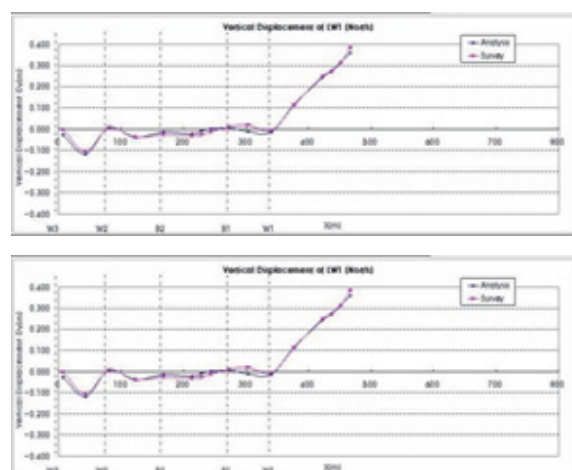


> 소블럭 연결방법

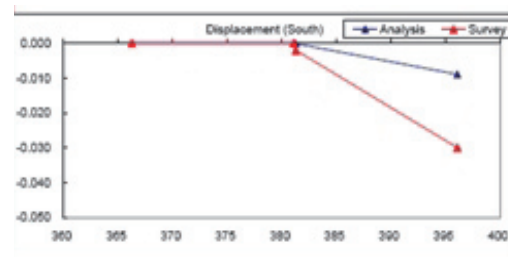
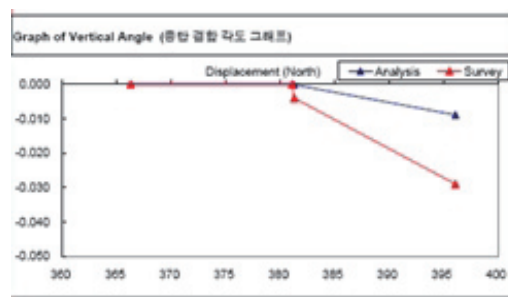
6) 가설 중 선형관리

주간에 이루어 지는 소블럭 가설작업시에는 국부적인 측량을 통해 기존 설치 블럭과의 종단 결합각을 확인하여 관리한 게 이내에서 관리될 수 있도록 작업한다. 소블럭 접합의 한 Cycle은 케이블 가설과 병행해서 이루어 지며, 케이블에 도입 하는 장력은 소블럭의 종단선형에 큰 영향을 주므로, 소블럭의 선형관리도 케이블의 형상관리와 병행해서 이루어 질 수 밖에 없다.

소블럭 및 케이블 가설 시 매 스텝마다 전체 선형이 변화하게 되므로 야간에 이루어지는 케이블 장력 도입 및 형상관리 시 전체 선형의 측량값과 해석값을 비교 분석한 후 케이블의 장력조정을 통해 목표 선형을 구현해 낸다.



> 소블럭 종단 결합각 관리 Sheet_Global 변위



> 소블럭 중단 결합각 관리 Sheet_Local 범위

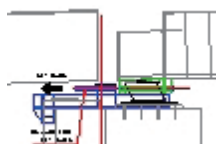
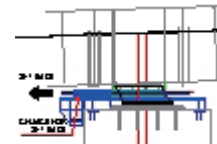
3.3.6 Set-Back

1) 공법 개요

사장교를 캔틸레버 가설공법에 의해 시공하는 경우 중앙경간 폐합직전 거더를 단부측으로 이동시켜 폐합블럭 설치를 위한 공간을 확보해야 하며 이러한 작업을 Set-Back이라 한다.

인천대교의 경우 중간 및 단부교각 지점에서 거더의 교축직각방향 구속을 유지할 수 있으며 셋백에 필요한 하중을 중간 및 단부 교각에서 부담하는 방법으로 계획을 수립하였다.

> 셋백 방법 요약

구분	주요 내용	
개요		
	단부교각	중간교각
하중	3,824 kN(수평반력) [956kN × 4ea Jack]	3,824 kN(수평반력) [956kN × 4ea Jack]
슈	전단변형	전단변형
Tie-Down	긴장	긴장
방법	<ul style="list-style-type: none">• W1 받침하면 볼트 해체 후 slip 유도(필요시 수평잭 사용)• W2, W3 받침이 전단변형이 발생하도록 센터홀잭을 이용하여 셋백	

2) 셋백 절차






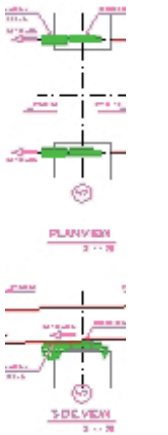
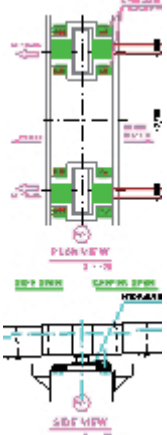
3) Set-Back 량 산정

Set-Back량은 폐합 불력을 제외한 모든 불력의 가설이 종료된 이후 정밀한 측량에 의해 결정되며, 측량에 의한 결 작업을 위한 여유 공간 및 주탑 교축 방향 구속해방에 따른 이동량 등을 감안하여야 하나, 사전에 설치되는 브라켓, 반력대 및 Jack 용량 결정을 위하여 아래와 같이 최대 수준으로 가정하여 산정하였다.

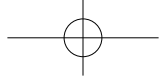
> 셋백량산정

구 분	가 정(mm)	실 작 업(mm)
작업공간	100	케이블 가설 완료 이후 측정을 통해 결정
온 도 차	158 (거더온도 35℃경우)	
교축이동	89	
계	347	

> 교각별 Set-Back 설비 배치계획

단부교각	중간교각	주 탑
3,824 kN(수평반력) [956kN ×4ea Jack]	3,824 kN(수평반력) [956kN ×4ea Jack]	2,136 kN (수평마찰력 $\mu=0.7$) [534kN ×4ea Jack]
– Centerhole Jack 160t×4(H) – Set Back Anchor (1 LS) – P.T Bar $\phi 75$ mm (1 LS)	– Centerhole Jack 100t×4(H) – Set Back Anchor (1 LS) – P.T Bar $\phi 40$ mm (1 LS)	– Cylinder Jack 100t×4(H) – Support Beam (1 LS) – Sleeper Saddle (1LS) * 예비 Jack:300t×4(H)–East :500t×4(H)–West
		

Set-Back시 상기와 같이 가정하여 설치한 설비 용량 초과시 대체 수단으로 주탑부에 여분의 잭을 배치하여 대비한다.



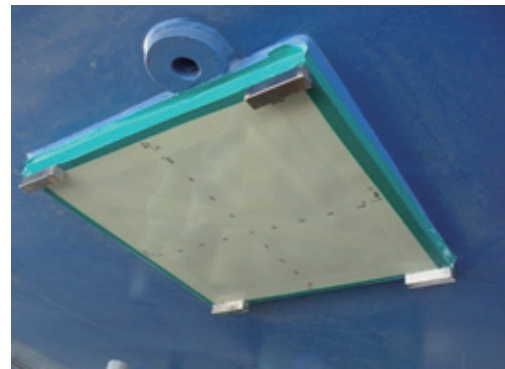
> Key Seg 가설전 전경



> 셋백 설비 _ 단부교각 Jack 설비



> 셋백 설비 _ 주탑 Jack 설비



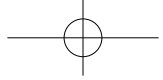
> 셋백 설비 _ 이동량 측정 자료

3.3.7 거더 폐합

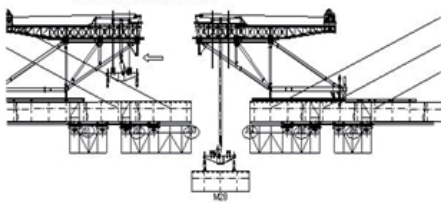
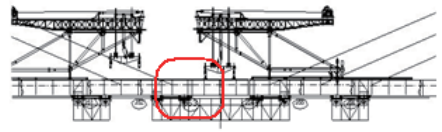
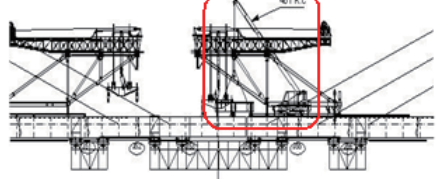
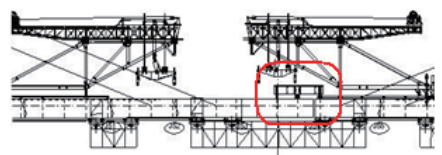
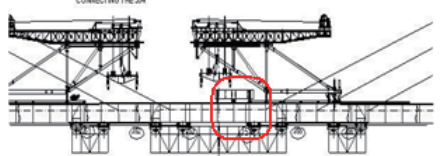
1) 작업절차

중양경간 Key seg 가설순서는 다음과 같다.





2) Key seg 가설 상세

<p>STEP 1</p> <p>LIFTING THE GIRDER(MS) BY DERRICK CRANE BACKING THE DERRICK CRANE OF W1 SIDE</p> 	<p>STEP 2</p> <p>CONNECTING THE J53</p> 
<p>[Set-Back #1단계]</p> <p>서측 데릭 크레인을 사전에 결정된 위치로 후진시킨 후 동측 데릭 크레인을 이용하여 폐합블럭을 인양한다.</p>	<p>[Set-Back #2단계]</p> <p>동측 데릭 크레인으로 인양한 상태에서 서측 J53 조인트를 접합한다.</p>
<p>STEP 3</p> <p>ASSEMBLING THE EQUIPMENT (SETTING BEAM) AT THE DERRICK CRANE</p> 	<p>STEP 4</p> <p>LIBERATING THE GIRDER(MS) AT THE DERRICK CRANE</p> 
<p>[Set-Back #3단계]</p> <p>J53 조인트 접합 후 서측 45ton 크레인으로 폐합블럭 상면에 셋팅빔을 설치하고, 센터홀잭과 체인블럭 등 J54 미세조정을 위한 설비들을 설치한다.</p>	<p>[Set-Back #4단계]</p> <p>동측 데릭 크레인을 해방하여 양측 거더가 셋팅빔에 의해 지지되도록 한다.</p>
<p>STEP 5</p> <p>SET FOR THE MAIN ORDER</p> <p>STEP 6</p> <p>CONNECTING THE J54</p> 	
<p>[Set-Back #5단계]</p> <p>셋포를 실시하면서 조정용 설비들을 이용하여 미세조정하여 J54를 접합한다.</p>	

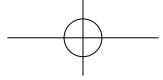


3) 발생 가능한 오차의 종류 및 조정방안

오차종류		수정 Tool	방 법
교축직각 방향	교축 CL 어긋남	Transversal Tensioning Equip	Chain Block으로 조정
	수평 결합각	Tensioning Equip	C/H Jack 긴장
교축방향	거더간 거리	Set Back, Forward	Set Forward량으로 조정
수직방향	종단 결합각	Main Cable Tensioning Equipment Loading	주케이블 장력 조정 크레인등 상판 장비 위치이동
	거더간 높이차	Setting Beam Equipment Loading	셋팅빔의 Jack조정 크레인등 상판 장비 위치이동
	횡단경사 차이	Main Cable Tensioning Equipment Loading	주케이블 장력 조정 크레인등 상판 장비 위치이동

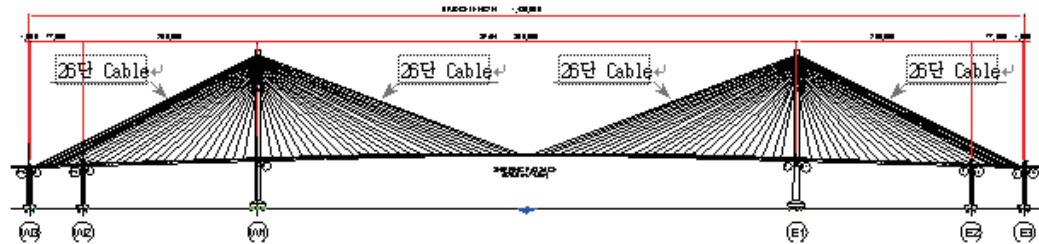
- ① 실 가설시 발생하는 오차는 상기 오차종류가 복합적으로 작용할 것으로 예상된다.
- ② 상기 오차별 수정 방안 외에 태양의 방향에 따라 상판의 거동을 이용하여 종단 및 수평 결합각을 조정하는 방법을 사용하는 방법이 추가적인 오차 조정 방법이며 일본에서 다수 적용된 방법이다.

오차종류	生口橋	鶴見燕さ橋	名港西橋
교축 CL 어긋남	158 mm Cross Wire로 조정	55 mm Jack Jig로 조정	42 mm Cross Wire로 조정
종단 결합각	0.0145, 0.0113 rad 케이블 장력, 장비이동, 온도차 이용	- Tensioning 설비, 온도차 이용	0.0003, 0.0001 rad 케이블 장력, 장비이동, 온도 차 이용
거더간 높이차	- Setting Beam 조정	31 mm Setting Beam 조정	395 mm Setting Beam 조정
수평 결합각	0.0002 rad 온도차 이용, Tensioning 설비	- 온도차 이용, Tensioning 설비	0.0008 rad 온도차 이용, Jacking 설비
거더간 거리	198 mm Set Forward 조정	-	267 mm Set Forward 조정



제4절 | 케이블 가설 공사

4.1. 케이블 개요



> 사장교 케이블 수량 및 배치현황도

○ 케이블 배치 간격 :

- 중앙경간 : $2 \times (26+26) = 104\text{Cable}$ - 측 경 간 : $2 \times (26+26) = 104\text{Cable}$

4.2. 사장교 케이블 특성

인천대교의 사장교는 중앙경간장이 800m로 길기 때문에 케이블에 작용하는 풍하중의 영향이 크며, 교축 직각방향으로 작용하는 풍하중 강도 중 30%를 차지한다. 그렇기 때문에 가설공법에 따라 각기 장단점이 있지만, 케이블 형식으로서 투영면적이 작은 NPWS(New Parallel Wire Strand) 케이블 로 설계되었다.

케이블 제진대책으로 0.5%의 감쇠상수를 확보할 수 있도록 감쇠장치를 배치하도록 되어 있으며, 이때 고려하고 있는 진동은 풍우진동과 와류진동이다. 와류진동에 대해서는 풍우진동을 일으키지 않는 감쇠를 확보하게 되면, 진동이 발생하지 않으므로 풍우진동에 대비 다음의 감쇠장치를 설치한다.

- 풍우진동을 최대한 억제하기 위해 케이블 표면을 뎀플형식으로 가공하고 진동에 대비해 케이블 정착부에 추가 감쇠장치를 병용한다.
- 감쇠장치는 보강형측 케이블 정착점에 설치한다. 인천대교는 최장 케이블이 약 420m로 상당히 길기 때문에 정착강관 감쇠부에 감쇠장치를 삽입하는 형식으로는 목표로 하는 감쇠값을 얻기가 곤란하므로 외부장착형식으로 적용한다.
- 긴 케이블에서는 케이블 새그, 각 꺾임으로 인한 변형이 크고, 각 꺾임 완충장치는 정착강관에 케이블이 접촉하지 않도록 하는 역할을 한다.



> NPWS 케이블 표면형상