

KOSHA GUIDE

C - 67 - 2016

## F.C.M 교량공사 안전보건작업 지침

2016. 11

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국안전학회 백신원  
개정자 : 한국산업안전보건공단 대구지역본부 김호주
- 제·개정 경과
  - 2012년 10월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
  - 2016년 9월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
  - 최신 교량공학(동명사, 황학주)
  - 도로교 표준시방서(대한토목학회)
  - 교량공사(F.C.M) 시공자료
  - 교량공사 안전점검 Check List : 한국산업안전보건공단 건설안전기술자료
- 관련법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조~제49조(추락에 의한 위험방지)
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제51조(구축물 또는 이와 유사한 시설물 등의 안전유지)
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제133조~제150조(크레인, 이동식 크레인)
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제328조~제 337조(거푸집동바리 등)
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제369조(교량작업)
- 기술지침의 적용 및 문의
  - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr)) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 동 지침 내에서 인용된 관련 규격 및 자료 등에 관하여 최근 개정 내용이 있는 경우 동 지침에 우선하여 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2016년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## F.C.M 교량공사 안전보건작업 지침

### 1. 목 적

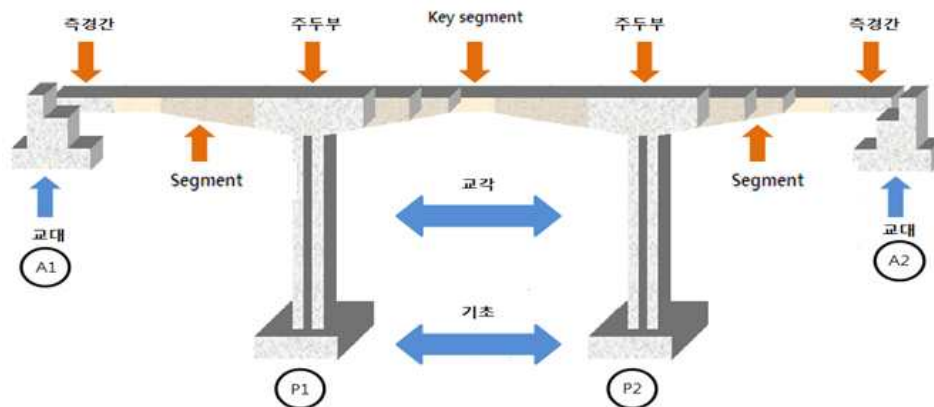
이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제42조~제49조(추락에 의한 위험방지), 제133조~제150조(크레인, 이동식 크레인), 제369조(교량작업), 제328조~제337조(거푸집동바리 등)의 규정에 의거 콘크리트 구조물 교량공사(F.C.M공법)의 안전한 작업방법 및 추락, 낙하, 붕괴, 감전 등의 재해를 예방하기 위하여 필요한 작업 단계별 안전사항 및 안전시설에 관한 기술적 사항 등을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 바닥으로부터 동바리를 사용하지 않고 교각위 주두부(Pier table)를 시공한 후 교각 양쪽의 교축방향으로 특수한 가설장비(F/T, Form traveller)를 이용해 좌·우로 하중의 균형을 맞추면서 세그먼트(Segment)의 콘크리트 타설, 프리스트레싱 도입을 순차적으로 반복하여 교량 상부 구조를 완성하는 현장타설 F.C.M 공법에 적용한다.



<그림 1> F.C.M 교량시공 전경



<그림 2> F.C.M 개념도

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “F.C.M 공법(Free Cantilever Method)”이라 함은 동바리 없이 기 시공되어 있는 교각을 이용하여 교각의 좌·우로 하중의 균형을 맞추면서 이동식 작업대차(Form traveller)나 이동식 가설 트러스(Moving gantry)를 이용하여 3m~5m 길이의 세그먼트(Segment)를 순차적으로 콘크리트 타설, 프리스트레싱(Prestressing) 도입을 반복하여 교각과 교각 사이의 경간 중앙 연결부에 도달하여 교량 상부 구조를 완성하는 공법을 말한다.

(나) “이동식 작업대차(F/T, Form traveller)”라 함은 상부구조를 고정점(교각) 으로부터 점진적으로 가설할 때에 캔틸레버(Cantilever) 끝단에 세그먼트를 시공하기 위한 거푸집과 작업대 등을 지지하는 장치를 말하며, 이 장치는 전·후방으로 쉽게 이동시킬 수 있는 구조이어야 한다. 이동식 작업대차 내에는 각종 유압식 또는 기계식의 잭이나 고정 장치가 설치되어 있으며, 타설되는 콘크리트 무게에 충분히 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

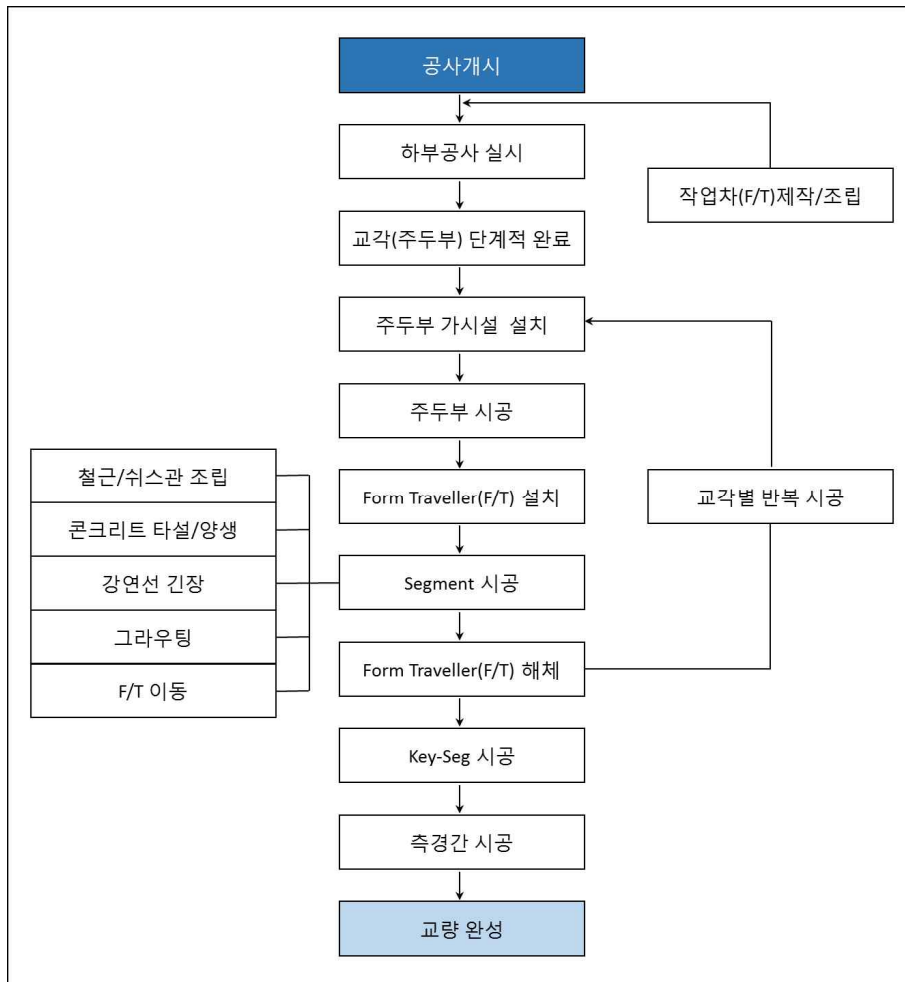
(다) “주두부(Pier table)”라 함은 교량 상부공을 전진 가설하기 위해 주탑에 먼저 시공되는 상부공을 말하며, 이 위에 이동식 작업대차를 설치하여 전진 가설을 시작하게 된다.

- (라) “세그먼트(Segment)”라 함은 교량상부공을 여러 개의 부재를 연결하여 시공하는 경우 한단위의 조각 또는 부재를 말하며, F.C.M 공법에서는 이동식 작업대차에 설치된 거푸집을 이용하여 제작할 수 있다.
- (마) “키 세그먼트(Key segment)”라 함은 서로 다른 형태의 두 교량을 연결하거나, 서로 같은 두 캔틸레버를 연결 시공하는 마지막 세그먼트를 말하며, 클로저 조인트(Closure joint)라고도 말한다. F.C.M 교량에서의 키 세그먼트는 교량 측경간의 F.S.M(Full Staging Method)과 F.C.M을 연결시키는 형태의 앤드스판 키세그먼트(End span key segment)와 중앙 경간의 F.C.M과 F.C.M을 연결시키는 형태의 미드스판 키세그먼트(Mid span key segment) 등으로 분류할 수 있다.
- (바) “포스트텐셔닝(Post tensioning)”이라 함은 콘크리트가 경화 후 사전에 매설한 쉬스관을 통한 PS강재(강선)에 인장력을 주는 것을 말한다. 콘크리트를 양생한 후 적절히 배열된 프리스트레스 텐던(Prestress tendon)을 긴장시킴으로써 구조물에 영구적인 프리스트레스(Prestress)를 도입하는 원리이다.
- (사) “메인 프레임(Main frame)”이라 함은 교량 상부구조(주형)위에 위치하여 거푸집, 철근, 콘크리트 등의 중량을 기 제작된 주형에 전달하는 강재 트러스로서 고정 장치(스크류잭, 앵커잭)에 의해 기 제작된 주형에 정착된 것을 말한다.
- (아) “메인 잭(Main jack)”이라 함은 메인 프레임으로부터 전달되어 온 하중을 지지하는 잭을 말한다.
- (자) “앵커 잭(Anchor jack)”이라 함은 메인 프레임(Main frame)의 뒷부분에 설치되어 콘크리트 타설에 의해 발생하는 양력에 저항하도록 PS강봉을 프리스트레싱하는 잭을 말한다.
- (차) “거푸집 받침잭”이라 함은 이동식 작업대차의 앞부분에 설치되어 있는 현수재의 하단에 부착되어, 거푸집을 지지하고 거푸집의 높낮이를 조절하는 잭을 말한다.

- (카) “불균형 모멘트(Unbalanced moment)”라 함은 교각 주두부(Pier table)를 중심으로 좌우측 세그먼트를 시공함에 있어 자중차이, 시공오차 등으로 인한 하중의 차이로 발생한 모멘트를 말한다.
- (타) “가고정 강봉(Fixation bar)”이라 함은 교각 주두부 시공 후 좌우측 세그먼트(Segment)의 시공에 따라 불균형 하중으로 인한 모멘트(Moment)에 저항하기 위해 교각 두부(코핑)와 주두부를 고정하기 위하여 임시로 설치하는 강봉을 말한다.
- (파) “가고정 콘크리트 블록”이라 함은 교각 주두부 시공 후 좌우측 세그먼트(Segment)의 시공에 따라 불균형 하중으로 인한 모멘트(Moment)에 저항하기 위해 교각 두부(코핑)와 주두부 사이에 하중을 지지하기 위하여 임시로 설치하는 가받침 콘크리트 블록을 말한다.
- (2) 그 밖의 용어의 뜻은 이 지침에서 규정하는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은법 시행령, 같은법 시행규칙, 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

#### 4. F.C.M공법 작업절차

F.C.M공법의 시공순서는 아래의 <그림 3>과 같으며, F.C.M공법을 이용한 교량공사의 시공사진은 아래의 <그림 4>와 같다.



<그림 3> F.C.M공법의 시공순서



2) 주두부 가지설 설치 및 시공



3) 이동식 작업대차 설치



4) 거푸집, 철근, 쉬스관 조립



5) 콘크리트 타설, 양생



6) 강연선 인장



7) 그라우팅







<그림 4> F.C.M공법의 시공순서 사진

## 5. 공통적인 안전조치사항

- (1) 관리감독자는 작업시작 전, 근로자에게 안전 작업순서, 방법, 절차 등을 숙지시켜야 한다.
- (2) 시공자는 고소작업에 따른 위험요인에 대한 근로자들의 안전을 고려하여 추락 및 낙하물 방지시설을 설치하여야 한다.
- (3) 추락의 위험이 있는 작업발판에는 근로자가 안전하게 승강할 수 있는 승강설비 및 안전난간을 갖추어야 한다.
- (4) 관리감독자는 작업계획을 수립하고 작업시작 전 또는 작업 중 다음 사항을 준수하여야 한다.
  - (가) 재료 . 기구의 결함 유무를 점검하고 불량품을 제거
  - (나) 올바른 작업 방법 및 순서를 근로자들에게 교육
  - (다) 작업방법을 지휘하고 이를 감시

(라) 근로자의 보호구 착용상태를 감시

- (5) 작업전 관리감독자는 위험성평가를 실시하여 유해·위험요소를 확인하고 작업 중에도 관리감독을 철저히 하여 재해예방을 하여야 한다.
- (6) 주두부 및 측경간부 시공시 동바리 설치방법, 콘크리트 타설방법, 시공순서 등에 대해 세밀하게 검토하여 안전 작업계획을 수립해야 한다.
- (7) 화재의 위험이 있는 용접 및 용단 작업장소에는 소화기, 방화수 등을 비치하여 초기 소화할 수 있도록 하여야 한다.
- (8) 크레인 작업시에는 KOSHA GUIDE C-48-2012 (건설기계 안전보건작업 지침)과 KOSHA GUIDE C-99-2015(이동식 크레인 양중작업의 안정성 검토 지침), KOSHA GUIDE C-102-2014[건설현장의 중량물 취급 작업계획서(이동식 크레인) 작성지침]를 준수하여야 하고, 근로자에게 이를 교육시켜야 한다.
- (9) 강풍 발생시 자재 등의 낙하 및 비래 예방조치를 하여야 한다.
- (10) 작업 후 작업장 및 통로등의 정리정돈을 실시하여야 한다.

## 6. 주두부 안전작업

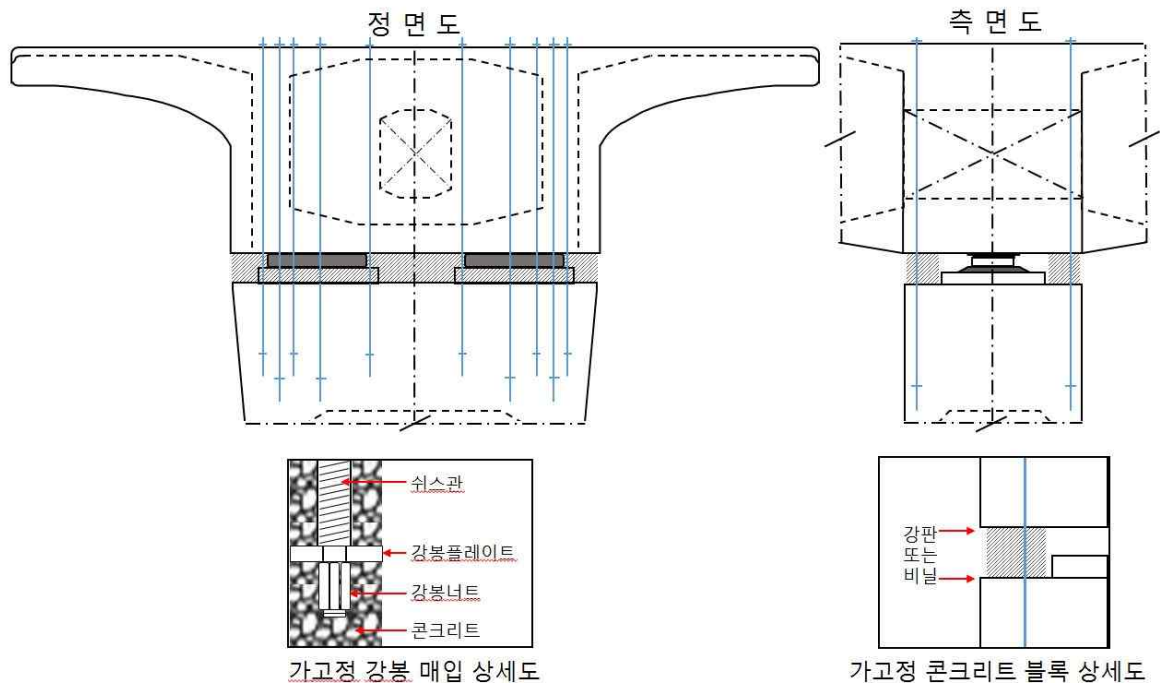
주두부 공사의 전경은 <그림 5>와 같으며 시공시 유의사항은 다음과 같다.



<그림 5> 교각위 주두부 설치사진

- (1) 주두부 콘크리트에 프리스트레스를 도입할 경우 거푸집 및 동바리는 콘크리트의 탄성변형을 구속하지 않도록 시공하여야 한다.
- (2) 교각에 주두부의 거푸집 및 작업발판 등의 연직하중에 내구성을 갖는 강도의 앵커(Anchor)를 설치하여야 한다. 이때 앵커를 설치하기 위한 슬리브(Sleeve)는 교각의 콘크리트 타설 전에 매입하여 두어야 한다.
- (3) 스�크류 잭(Screw jack)을 설치할 때에는 앵커체 위에 고장력 볼트의 체결을 원칙으로 하고, 거푸집, 작업발판, 콘크리트 자중 등 연직하중에 충분히 견딜 수 있는 용량을 확보하였는지 확인하여야 한다.
- (4) 주두부에는 세그먼트 시공 중 양측 캔틸레버의 자중차이(콘크리트 타설 및 시공오차), 가설하중의 편재하, 양측 캔틸레버부 중 한쪽 세그먼트의 선 시공, F/T 위치 차이, 양측 캔틸레버에 작용하는 풍하중에 의한 상향력 차이, 교축 직각방향 풍하중의 차이, 가설 중 지진하중 등 여러 가지 원인으로 인한 불균형 모멘트 및 변형이 발생하게 되는데 이러한 불균형 모멘트를 관리하기 위하여 교량의 상부공 시공방법에 따라 세그먼트 시공시 가벤프(Bent) 설치, 스테이 케이블(Stay cable) 설치, 가고정 콘크리트 블록 설치,

가고정 강봉 설치 등이 있으나 일반적으로 사용하는 가고정 콘크리트 블록 및 가고정 강봉의 설치시 구조검토와 시공계획에 따른 시공여부(강봉의 경우 커플러와의 체결상태, 긴장력 확보)를 철저히 확인하여 불균형 모멘트에 대처하여야 한다.



<그림 6> 가고정 강봉 및 가고정 콘크리트 블록 설치사진

- (5) 이동식 작업대차를 조립하기 위해 교각 위에 설치하는 주두부의 시공은 현장 여건, 지반의 특성, 교각 높이, 주두부의 크기 및 구조를 고려하여 동바리 형식을 결정하여야 한다.
- (6) 거푸집 및 동바리는 시공 중 변형이 발생되지 않도록 강성과 정밀도를 확보하여야 한다.
- (7) 교각을 관통하거나 요철 부위에 H형강 등을 매립하여 동바리 받침으로 사용할 경우, 주두부 시공 완료 후 H형강을 제거하고 콘크리트나 모르타르로 그라우팅(Grouting)을 실시하여야 한다. 교각에 앵커 또는 강봉을 매립한 뒤 브라켓을 설치하여 동바리 받침으로 사용하는 경우 앵커의 매입 길이, 직경, 개수에 대한 구조 검토 후에 설치하여야 한다.

- (8) 콘크리트 타설 시에는 편심 하중 발생을 최소화하여야 하며, 동바리는 작업 하중 및 주두부 경사면에 의해 발생하는 수평하중에 대해 안전하도록 설치하여야 한다.
- (9) 교각 브라켓(Bracket) 설치시 추락재해예방을 위한 안전시설을 설치하여야 한다.
- (10) 교각 상부로 이동할 수 있는 건설용 리프트나 승강통로 등을 설치하여야 하며, 추락 및 낙하물 등에 의한 재해를 예방하기 위한 안전시설물을 설치하여야 한다.



<그림 7> 상부 이동 건설용 리프트

- (11) 자재 및 구조물 등의 낙하위험이 있는 구간에는 하부에 근로자들의 출입 통제 조치를 실시하여야 한다.
- (12) 주두부 작업발판 및 안전난간 등은 최대한 지상에서 조립한 후 인양하여 설치하는 방법으로 진행하여, 추락 등의 위험이 있는 고소에서 작업을 최소화하여야 한다.





<그림 8> 주두부 브라켓에 작업발판 및 안전난간

- (13) 거푸집 인양시 타워크레인 마스터 및 본 구조물과의 충돌을 방지할 수 있도록, 신호 체계 및 작업 계획을 수립하고 준수하여야 한다.



<그림 9> 주두부 브라켓에 설치된 거푸집

- (14) 작업대는 이동 및 작업에 충분한 공간을 확보하여 설치하여야 한다.
- (15) 크레인의 훅 해지장치 등 방호장치 이상유무를 확인하여야 한다.
- (16) 타워크레인 및 건설용 리프트는 안전인증 및 안전검사를 받아야 한다.
- (17) 거푸집 및 브라켓 해체시 추락방지 시설을 설치하여야 하고 H형강 해체작업 시에는 근로자가 추락하지 않도록 대피공간을 확보하여야 한다.

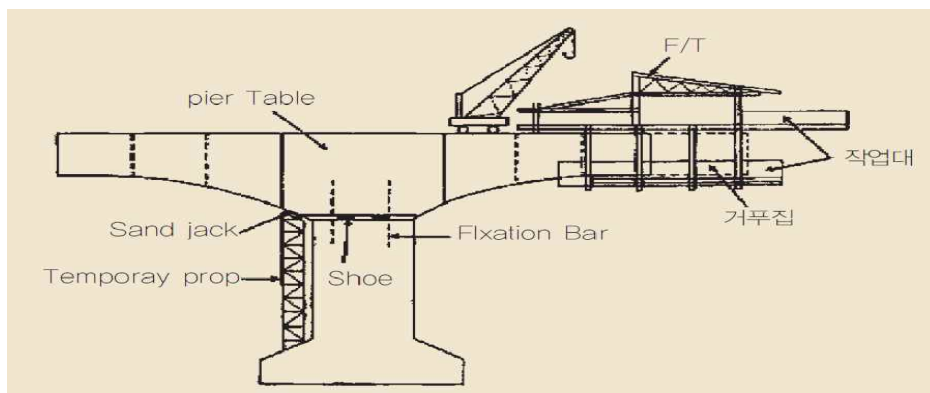
- (18) 브라켓 등을 해체작업에 사용하는 와이어로프는 작업 전에 손상유무를 확인하여야 하고, 인양 등의 작업시 이탈되지 않도록 견고히 결속하여야 한다.



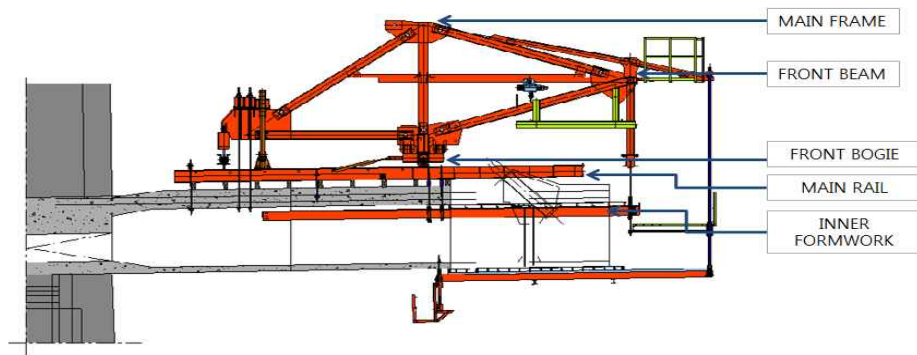
<그림 10> 주두부 브라켓 해체시 근로자 추락 위험 사진

- (19) 주로 산간계곡, 바다, 하천을 통과하는 FCM 교량의 특성상 순간풍속이 초당 10미터를 초과하거나 눈, 비 등 외적 환경요인이 악화되는 경우에는 거푸집동바리의 설치, 해체작업을 중지하여야 한다.
- (20) FCM 주두부 가시설은 주두부 완성후 세그먼트(Segment) 시공을 위한 이동식 작업대차(Form traveller) 설치를 위하여 해체작업이 선행되어야하며, 해체 시에는 설치 시와는 달리 시공된 주두부로 인하여 작업공간 협소 및 시거가 불량해지고, 고소작업 여건 등으로 인하여 하부 신호수, 상부 H형강 해체 작업자, 크레인 운전자 등과의 신호불일치가 발생하지 않도록 관리하여야 한다.

## 7. 이동식 작업대차 안전작업



<그림 11> 이동식 작업대차



<그림 12> 이동식 작업대차 세부 구성요소 명칭



<그림 13> F.C.M 공법의 현장 전경 및 이동식 작업대차

- (1) 이동식 작업대차 부재 인양시 타워크레인 마스터 및 본 구조물과의 충돌을 방지할 수 있도록, 신호 체계 및 작업 계획을 수립하고 준수하여야 한다.
- (2) 이동식 작업대차의 메인프레임은 세그먼트 시공 중 발생하는 모든 하중을 앵커잭(기 타설된 세그먼트에 부착) 등의 고정 장치에 안전하게 전달할 수 있는 구조로 설치하여야 한다.
- (3) 이동식 작업대차는 콘크리트 타설을 포함한 모든 작업하중에 대해서 안전성 확보하여야 한다.
- (4) 이동식 작업대차를 주두부에 거치시 추락 재해를 예방하기 위한 안전시설(안전난간, 안전대 부착설비) 등을 설치하여야 한다.



- (5) 이동식 작업대차의 이동 및 재설치 시에는 다음 사항에 유의하여야 한다.
- (가) 매설 정착부 및 레일을 정확하게 배치하여야 한다.
  - (나) 레일의 정착부를 수시로 점검하여 이동 시 인발이 생기지 않도록 하여야 한다.
  - (다) 모든 거푸집의 해체여부를 확인하여야 한다.
  - (라) 이동식 작업대차를 궤도에 설치하거나 해체할 때에는 이동식 작업대차가 기울지 않도록 좌우의 잭을 균등하게 조작하여야 한다.
  - (마) 이동식 작업대차를 이동할 경우에는 기울지 않도록 이동식 작업대차의 좌 . 우 프레임을 균등하게 조정하여야 한다.
  - (바) 시공구간에 돌출되어 있는 PS강재 및 철근은 보호캡을 씌우고 위험표시를 하여야 한다.
  - (사) 이동식 작업대차는 수평으로 설치하여야 하며, 앵커에는 설계에 따른 프리스트레스를 도입하여야 한다.
- (6) 이동식 작업대차는 정기 및 수시 점검을 통하여 이상유무를 확인하여야 하며, 주요 점검항목은 다음과 같다.
- (가) 잭(jack)의 작동부
  - (나) 앵커 장치
  - (다) 접속부의 볼트
  - (라) 거푸집의 행거장치
  - (마) 프레임의 변형유무
- (7) 거푸집 및 작업대는 이동식 작업대차 메인프레임에 연결된 수직의 현수재에 견고하게 부착되어야 한다.
- (8) 이동식 작업대차용 레일은 세그먼트에 레일 앵커를 이용하여 견고하게 고정시켜야 하며, 교량에 고저차가 있는 경우에는 레일의 높이를 조정하여 이동식 작업대차의 수평을 유지하여야 한다.
- (9) 단위 작업(세그먼트 설치)을 마친 이동식 작업대차를 다음 작업 장소로 이동 후에는 즉시 앵커용 강봉으로 세그먼트에 고정시켜야 한다.
- (10) 앵커용 강봉은 포스트텐서닝을 위한 강선과 간섭되지 않는 장소에 설치하여야 하고, 설계에 따른 프리스트레스를 도입하여 긴장시켜 고정하여야 하

며, 모든 작업하중에 대한 안전성을 확보하여야 한다.

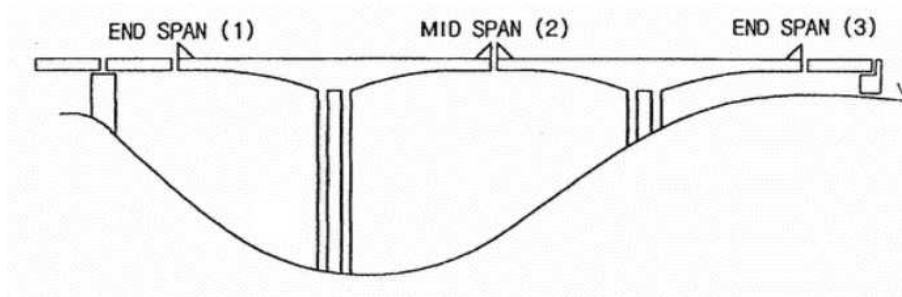
- (11) 이동식 작업대차를 이동할 때에는 안전한 작업방법 및 순서를 결정한 후에 작업지휘자의 지시에 따라 작업하여야 한다.
- (12) 이동식 작업대차를 설치 완료 또는 이동 완료하였을 때에는 이동식 작업대차의 비틀림 여부, PS강봉의 변형 유무, 이음부 볼트 체결 이상 유무, 작업대 표면의 결함 유무, 작업대 안전난간 이상 유무 등을 확인하여야 한다.
- (13) 이동식 작업대차는 풍하중 등의 수평하중에 대한 안전성을 확보하여야 하며, 10m/sec이상의 강풍시에는 이동식 작업대차의 이동 등의 작업을 행하여서는 안된다.



<그림 14> 이동식 작업대차 이동

## 8. 세그먼트(Segment) 및 키 세그먼트(Key segment) 시공시 안전작업

### 8.1 시공계획 수립시 고려사항



(1),(3) : End Span Key Segment

(2) : Mid Span Key Segment

<그림 15> 키 세그먼트 위치도



<그림 16> 키 세그먼트 거푸집 설치

세그먼트(Segment) 시공계획 수립시 다음과 같은 사항에 관하여 검토를 하여야 한다.

- (1) 세그먼트의 길이는 콘크리트의 1일 타설 능력과 이동식 작업대차의 크기 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- (2) 캔틸레버 가설시 신규 콘크리트 사이의 이음부에 단차가 발생하지 않도록 이음부 거푸집은 견고하게 설치하여야 한다.
- (3) 이동식 작업대차의 자중, 작업하중, 타설하중 등에 의해서 이동식 작업대차에 발생하는 모든 변형량을 설계자는 검토해야 하고, 시공 시 처짐 관리가

용이한 방법 등을 고려하여야 한다.

(4) 세그먼트 작업시에는 다음 사항을 점검하여 이상유무를 확인하여야 한다.

(가) 세그먼트의 처짐

(나) 교각 기초의 침하, 교각의 크리프 건조수축에 의한 영향

(다) 이동식 작업대차 각 부재의 변형

(라) 세그먼트의 횡방향 변형

(5) 세그먼트 사이의 시공 이음부는 표면처리를 철저히 하여 접착강도가 충분히 발휘될 수 있도록 하여야 한다.

(6) 아래의 내용을 포함한 안전작업방법을 수립하여 준수하여야 한다.

(가) 교축방향의 일치 및 수직 방향의 상대변위 방지 대책

(나) 교축직각방향의 상대변위 방지 대책

(다) 콘크리트 타설시 변위 방지 및 타설 후의 처짐 방지 대책

(라) 키 세그먼트 콘크리트 타설 후 기 완성된 F.C.M 구간의 건조수축 및 온도변화에 의한 균열 방지대책

(마) 키 세그먼트 긴장시 거동의 변화로 인한 간섭 방지대책

(바) 키 세그먼트 접합 종료 후 빔(Beam)해체를 위한 작업구 설치 계획

(7) 중앙 키 세그먼트의 시공순서는 다음과 같다.

(가) 이동식 작업대차에 의하여 캔틸레버 단부의 상대변위 및 단차를 조정한다.

(나) 수평버팀대(H형강)를 복부 헌치에 설치 고정한다.

(다) 외측 바닥판과 거푸집을 설치한다.

(라) 철근 및 쉬스관을 조립한다.

(마) 내측거푸집을 설치한다.

(바) 콘크리트 치기 후 양생한다.

(사) 중앙연결 텐던을 설계도서 순서대로 긴장한다.

(8) 교량단부의 키 세그먼트는 외측 바닥판 및 거푸집의 설치를 위하여 동바리를 이용할 수 있으며, 시공순서는 중앙 키 세그먼트 시공순서에 따른다.

## 8.2 철근, 콘크리트 타설 및 양생 시 안전작업

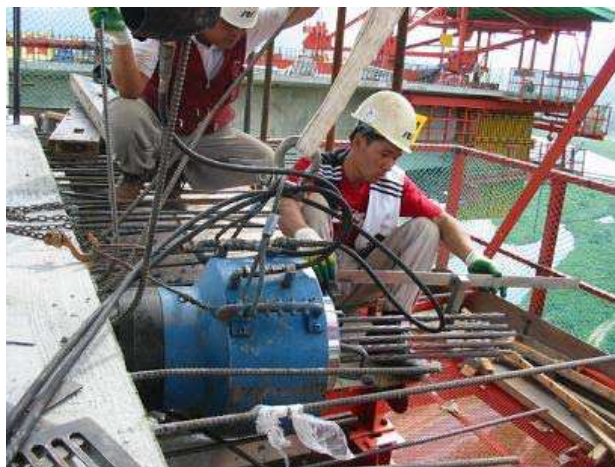


<그림 17> 세그먼트 철근조립 및 쉬스관 설치

- (1) 작업 전에 추락, 낙하, 전도 등의 위험요인에 따른 재해예방계획을 수립하여야 한다. 또한 거푸집의 현치(Hunch)부, 캔틸레버(Cantilever)부 등은 경사로 인한 미끄러짐 재해의 위험을 방지하기 위한 조치를 실시하여야 한다.
- (2) 철근작업 근로자들의 추락방지를 위해 작업 높이를 고려하여 견고한 구조의 작업발판을 설치하여야 한다. 또한 작업발판에는 승·하강용 설비와 추락 방지용 안전난간을 설치하여야 한다.
- (3) 노출된 철근 및 강선에는 보호캡을 씌우고 위험표시를 하여야 한다.
- (4) 철근의 인양 및 운반 시 2줄 걸이 등의 안전한 방법으로 실시하고, 필요시 달포대 또는 인양박스를 사용하여야 한다.
- (5) 추락 위험이 있는 장소에서 콘크리트 타설 작업 시에는 안전모, 안전대 등의 보호구를 항상 착용하여야 한다.
- (6) 전기기계·기구의 배선은 통로 바닥에 배선되지 않도록 하고, 부득이 바닥에 배선해야 할 경우에는 보호관 등을 설치하여야 한다.
- (7) 콘크리트 타설시 콘크리트믹서 트럭에 의한 재해예방을 위하여 차량 유도를 위한 신호수를 고정 배치한다.

- (8) 콘크리트의 자중에 의한 거푸집의 붕괴를 예방하기 위하여 콘크리트의 편중 타설을 금지하여야 한다.
- (9) 콘크리트 압송관 설치 시 견고한 구조물에 고정하여야 한다.
- (10) 감전재해예방을 위하여 진동다짐기 사용 시 작업 전에 전선의 피복 손상 여부를 확인하고, 전원은 접지된 분전반의 누전차단기에서 인출하여야 한다.
- (11) 콘크리트는 타설 후 습윤양생을 하며, 양생 후 접합면을 칩핑(Chipping)하고, 에어 컴프레서(Air compressor)로 접합면의 이물질을 완전히 제거한 후 신 콘크리트를 타설하여야 한다.
- (12) 콘크리트 타설 직후 직사광선이나 바람으로 인한 표면 건조로 인한 초기 균열 발생 방지 조치를 하여야 한다.
- (13) 동절기에는 콘크리트 양생 작업 시 가열기(갈탄 난로, 온풍기 등)의 사용에 따라 유해가스 및 산소결핍에 의한 중독·질식 재해발생의 우려가 높으므로, 양생을 위한 가열 장소(밀폐 공간 또는 환기가 불충분한 장소)에는 출입하기 전에 환기 및 급기 실시, 필요 시 호흡용 보호구 착용, 감시인 배치, 관계 근로자 외 출입금지 등의 조치를 취하여야 한다.

### 8.3 프리스트레싱(Prestressing) 작업시 안전작업

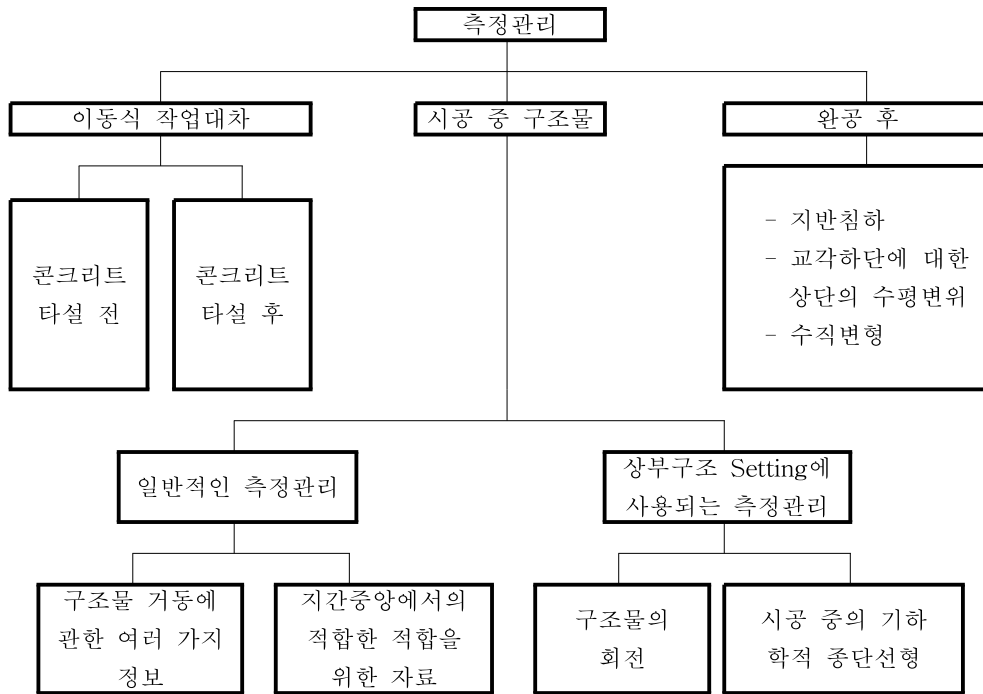


<그림 18> 세그먼트 강연선 인장작업

- (1) 긴장 작업전 작업절차 및 신호방법 등에 대하여 작업자들에게 사전교육을 실시하여야 한다.
- (2) 긴장 작업은 설계도의 순서에 따라 실시하여야 하며, 설계 기준의 정확한 값을 확인한 후 실시하여야 한다.
- (3) 긴장 작업전 부재 콘크리트와 동일 조건으로 양생된 공시체의 압축강도를 측정하여 설계도의 값 이상이 된 것을 확인한 후 긴장작업을 실시하여야 한다.
- (4) 긴장 작업시 잭(Jack) 후면과 주변은 근로자 외의 출입을 통제하여야 한다.
- (5) 전동 펌프(Pump)는 감전재해 예방을 위한 안전조치를 실시하여야 한다.
- (6) 긴장 작업시 비정상적인 소음이 들리거나 신장률이 너무 적게 발생하는 경우에는 작업 중단 후, 관리감독자에게 알려야 한다.
- (7) 긴장후 PS강연선의 말단은 구조적인 영향이 없는 길이를 고려하여 절단하여야 한다.

## 9. 처짐 안전관리(Camber control)

- (1) F.C.M 공법 적용 교량의 처짐 관리는 계획 종단선형과 키 세그먼트의 접합 등 종합적인 시공 상황을 고려하여야 한다. 거푸집 조립시 세그먼트 레벨(Segment level)의 상향 솟음값은 콘크리트 타설 후 콘크리트 자중 및 건조수축(Drying shrinkage), 크리프(Creep), 온도응력에 의해서 발생하는 처짐을 반영하여 설정하여야 한다.
- (2) 콘크리트 탄성변형, 크리프 변형, 건조수축, 프리스트레스 손실(Prestress loss), 세그먼트 자중, 이동식 작업대차 자중 등에 의해 발생하는 처짐은 현장에서 실측하여 설계 계산값과 비교평가를 한 후 조정하여야 한다.
- (3) <그림 19>을 참고로 처짐을 지속적으로 관리하여야 한다.



<그림 19> 처짐 측정관리 흐름도