KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

교량 상부공 가설공법의 안전작업에 관한 기술지원규정
D-C-2-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단

○ 개정자 : 영남대학교 전병곤 교수

○ 제・개정경과
- 2010년 10월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2011년 12월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 2024년 11월 건설안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 05 : 2023) ILM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 10 : 2023) FCM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 20 : 2023) MSS 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 25 : 2023) PSM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 교량설계기준(KDS 24 10 10 : 2018) 교량설계 일반사항(일반설계법)
- 교량공학(구미서관, 조효남)
- 최신 교량공학(동명사, 황학주)
- KS D ISO 10721-2 : 강구조물-제2부 : 조립 및 가설
- 토목공학 대사전(Jimmoonsa)

○ 관련 법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편 제6장(추락 또는 붕괴에 의한 위험방지) 및 제2편 제4장(건설작업 등에 의한 위험방지)

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 2

4. 교량 상부공 가설공법 관련 법적 필수사항 ····· 8

4.1 안전보건규칙 ····· 8

4.2 그 밖의 관련 법령 ····· 8

5. 사전 준비 시 검토 사항 ····· 9

5.1 사전조사 및 설계도서의 작성 및 검토 ····· 9

5.2 작업장 주변 조사 및 안전대책 ····· 10

5.3 시공계획 수립 ····· 10

5.4 자재의 반입 및 관리, 점검 ····· 11

5.5 건설장비 및 기계, 기구 사용 계획 ····· 12

5.6 작업 안전 관리 ····· 12

6. 작업 계획 수립 시 검토 사항 ····· 13

6.1 시공 전 준수사항 ····· 13

6.2 시공 중 준수사항 ····· 14

7. PSM 공법 적용 시의 안전 작업 ····· 16

7.1 세그먼트 제작과 운반 ····· 16

7.2 세그먼트 인양 ····· 17

7.3 세그먼트 가설 ····· 18

7.4 강연선 인장 ····· 19

7.5 런칭거더의 조립 및 설치 ····· 21

7.6 런칭거더의 추진 ····· 23

7.7 갠트리 크레인 ····· 26

7.8 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치 ····· 28

8. ILM 공법 적용 시의 안전 작업 ····· 29

8.1 가시설물 제작 및 설치 ····· 30

8.2 세그먼트 제작 및 철근조립 ····· 36

8.3 강선 긴장 및 그라우팅 ····· 37

8.4 압출 및 마감 ····· 38

8.5 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치 ····· 40

9. MSS 공법 적용 시의 안전 작업 ····· 41

9.1 교각 브라켓 및 이동식 비계 ····· 41

9.2 비계보 및 거푸집 ····· 42

9.3 비계의 이동 ····· 43

9.4 해체작업 ····· 44

9.5 부대 안전시설 ····· 45

9.6 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치 ····· 46

10. FCM 공법 적용 시의 안전 작업 ····· 47

10.1 주두부 ····· 47

10.2 이동식 작업대차 ····· 53

10.3 세그먼트 시공 ····· 56

10.4 처짐 안전관리 ····· 61

10.5 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치 ····· 62

교량 상부공 가설공법의 안전작업에 관한 기술지원규정(안) 제안개요

Ⅰ. 제정이유

건설공사 현장에서 굴착작업 등의 위험 방지 규정에 의거 흙막이공사 작업 시 준수하여야 할 안전보건작업에 관한 기술적인 사항에 대한 규정을 제시하여 사업장에서 이를 활용토록 하여 근로자의 안전을 도모하기 위함.

Ⅱ. 제정(안)의 주요내용

1. 교량 상부공 가설 공사관련 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통・폐합

KOSHA Guide	정비유형
교량공사(PSM공법) 안전작업지침	통폐합(개정)
ILM 교량공사 안전보건작업지침	통폐합(폐지)
교량고사의이동식 비계공법(MSS) 안전작업지침	
FCM 교량공사 안전보건작업지침	

2. 교량 상부공 가설공법 중 유사성이 많은 지침 등은 “교량 상부공 가설공법에 대한 안전작업지침”으로 통합
3. 교량공사 지침 중 공통사항 통합
4. 교량 가설공법 특성에 따라 세부사항 현행화
4. 설계기준(KDS 24 10 10), 표준시방(KCS 14 20 53, KCS 24 20 00)의 개정사항 반영
5. 각종 삽화, 사진 등 최신 내용으로 변경

Ⅲ. 관련 법규 및 규격

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편 제6장(추락 또는 붕괴에 의한 위험방지) 및 제2편 제4장(건설작업 등에 의한 위험방지)
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 05 : 2023) ILM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 10 : 2023) FCM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 20 : 2023) MSS 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 표준시방서(KCS 24 20 25 : 2023) PSM 공법
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 교량설계기준(KDS 24 10 10 : 2018) 교량설계 일반사항(일반설계법)

Ⅳ. 산업안전·보건표준제정위원회 심의개요

○ 건설안전분야 전문위원회 심의

- 제 안 자 : 영남대학교 전병곤 교수
- 심 의 일 : 2024년 11월 15일
- 심의위원 : 재적위원 18명 중 10명 참석
- 주요 수정내용 : 교량 상부공 가설공법 중 유사성이 많은 지침 등은 “교량 상부공 가설공법에 대한 안전작업지침”으로 통·폐합 및 현행화, 자구 수정 등

○ 산업안전·보건표준제정위원회 본위원회 심의

- 제 안 자 : 영남대학교 전병곤 교수
- 심 의 일 : 2025년 1월 10일
- 심의위원 : 재적위원 24명 중 20명 참석
- 주요 수정내용 : 교량 상부공 가설공법 중 유사성이 많은 지침 등은 “교량 상부공 가설공법에 대한 안전작업지침”으로 통·폐합 및 현행화, 자구 수정 등

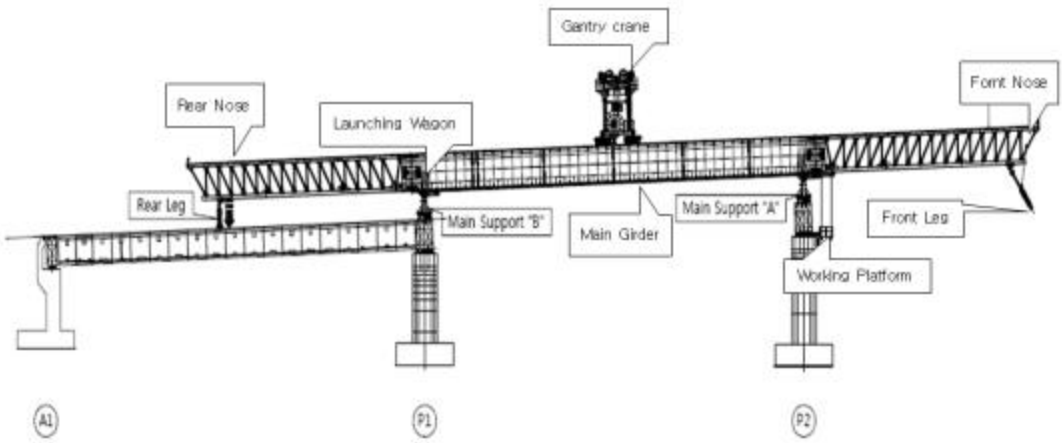
교량 상부공 가설공법의 안전작업에 관한 기술지원규정

1. 목 적

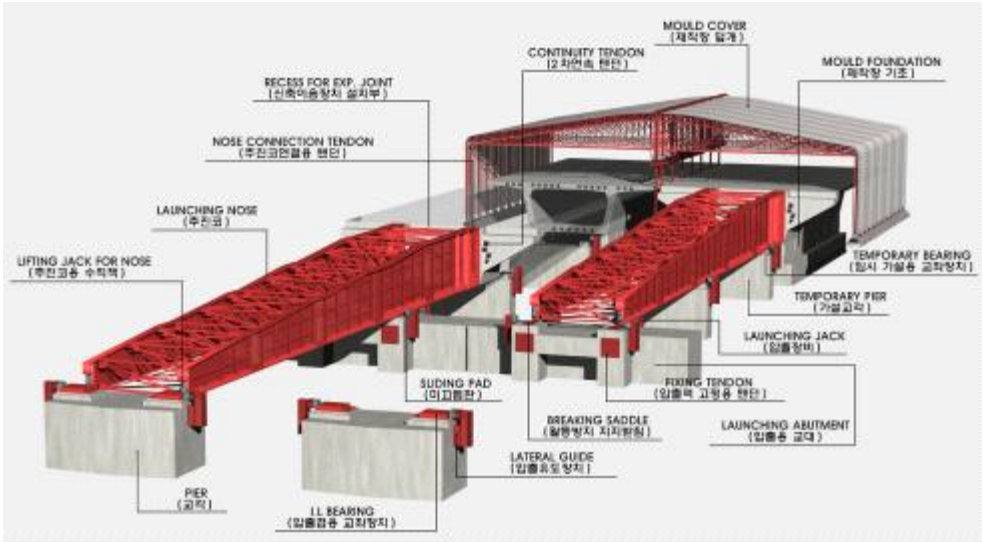
이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 "안전보건규칙"이라 한다.)에 따라 콘크리트 교량의 상부구조물 시공 시 적용하는 PSM(precast segment method), ILM(increment launching method), MSS(movable scaffolding system), FCM(free cantilever method)의 안전한 작업방법 및 추락, 낙하, 붕괴, 감전 등의 재해를 예방하기 위하여, 필요한 작업 단계별 안전사항과 안전시설에 관한 기술적 요구사항을 명시하는 데 목적이 있다.

2. 적용범위

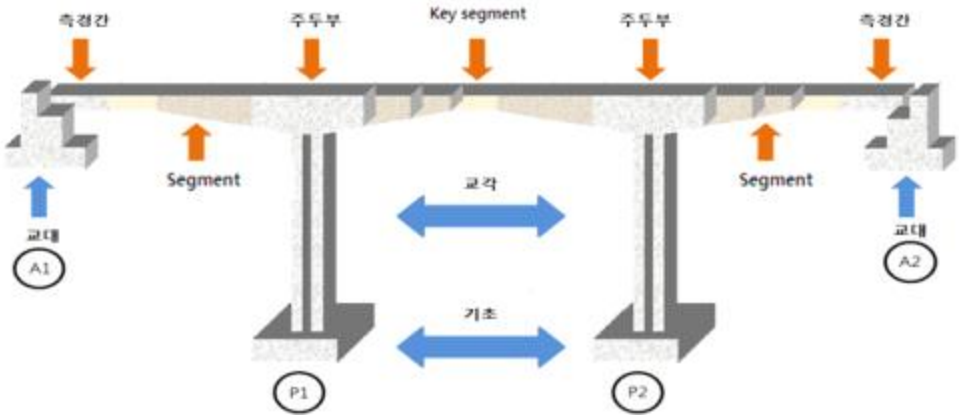
이 규정은 교량공사에서 상부구조의 가설공법 중, 특수교량(사장교, 현수교 등)을 제외한 거더 형식의 일반적인 교량에 적용하는 PSM, ILM, MSS, FCM 가설공법에 대한 것이다. PSM은 교각 구조물 위에 런칭거더를 설치하는 가설공법이다 <그림 1>. ILM은 교대 후방에 설치한 주형 제작장에서 한 세그먼트(Segment)씩 제작하여 프리스트레스에 의해 일체화한 후 전방에 추진코를 부착하여 전방으로 압출하여 상부 구조물을 가설하는 공법이다 <그림 2>. MSS는 콘크리트 현장타설에 의한 프리스트레스트 콘크리트(이하 "PSC"라 한다) 박스, 거더, 교량 상부구조물을 가설할 때 사용하는 이동식 비계의 설치, 이동 및 해체작업에 적용한다. FCM은 교각위 주두부(Pier table)를 시공한 후 교각 양쪽의 교축방향으로 특수한 가설장비(F/T, Form traveller)를 이용해 좌우로 하중의 균형을 맞추면서 세그먼트(Segment)의 콘크리트 타설, 프리스트레싱 도입을 순차적으로 반복하여 교량 상부 구조를 완성하는 공법이다 <그림 3>.



<그림 1> 런칭 거더(Launching Girder)를 사용한 PSM 개요도



<그림 2> ILM 공법 개요도



<그림 3> FCM 개요도

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다

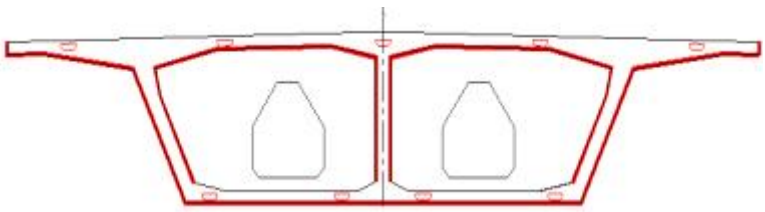
(가) “프리캐스트 세그먼트 공법(Precast segment method)”이라 함은 교량 상부구조 가설공법 중 캔틸레버 공법의 일종으로 일정한 길이로 분할된 세그먼트(Segment)를 별도의 제작장에서 제작·운반하여 인양기계를 이용하여 가설한 후 세그먼트(Segment)를 접합하여 포스트 텐션닝(Post-tensioning)하여 연결함으로서 상부구조를 가설하는 공법이다. 런칭거더를 교각상부에 설치하는 상로(上路)형식과 교각하부에 설치하는 하로(下路)형식으로 대별할 수 있다.

(나) “메인써포트(Main support)”라 함은 메인거더의 지점역할을 하여 세그먼트(Segment) 가설 공사시 한 경간의 콘크리트 중량과 런칭거더(Launching girder) 중량 전체를

지탱하는 역할을 하는 부재로서 전방교각과 후방교각의 피어(Pier) 세그먼트(Segment) 상부에 설치된다.

(다) “갠트리 크레인(Gantry crane)”라 함은 세그먼트(Segment) 인양 장비로 런칭거더 상부에 위치하며, 세그먼트(Segment) 인양 및 추진(Launching) 작업 거더의 전체적인 무게 균형을 잡아주는 역할을 한다.

(라) “PSM에서 세그먼트(Segment)”라 함은 교량 상부구조 가설을 위해 프리캐스트 콘크리트로 제작된 단위 구조체를 말하며 형태별(Typical) 세그먼트(Segment)와 피어 세그먼트(Pier Segment) 등으로 구분한다 <그림 4>.



<그림 5> 세그먼트(Segment) 모형도

(마) “스프레더빔(Spreader beam) 또는 행잉빔(Hanging beam)″ 이라 함은 갠트리 크레인(Gantry crane)에 연결되어 세그먼트(Segment)를 들어 올리고 메인거더에 거치 시 사용하는 부재를 말하며 곡선부에서는 세그먼트(Segment)를 종/횡 방향으로 조정(Tilting)하는 역할을 한다.

(바) “전방지점(Front Leg)”라 함은 런칭거더가 다음 경간으로 이동시 전도를 방지하는 역할을 하며 전방 각 피어(Pier) 세그먼트(Segment) 가설 시 지지를 위하여 수직부재는 높이 조절이 가능하도록 하여야 한다.

(사) “후방지점(Rear Leg)”라 함은 런칭거더가 다음 경간으로 이동시 후방지점 역할을 하며, 후방에서 세그먼트(Segment)가 공급 시 간섭방지를 위해 연결부 핀을 분리하여 중간부재 회전이 가능하도록 한다.

(아) “작업발판(Working platform)”이라 함은 세그먼트(Segment) 인양 완료 후 강선(Tendon) 삽입 및 인장을 하기 위한 작업대를 말한다.

(자) “추진코(Launching nose)”라 함은 교량의 최선단에 부착 고정시켜 장지간 추진 통과시 중량의 콘크리트 박스 구조물이 전방 교각에 도달하기 전에 먼저 도달시켜 중량의 상부구조물에 의한 캔틸레버(Cantilever) 부모멘트를 감소시키는 역할을

하는 가설구조물을 말한다. 일반적으로 추진코는 경량화를 위해 플레이트 거더(Plate girder) 형상으로 제작되며, 교량선형에 맞게 공장에서 제작하고 조립하여 검수를 거친 후 분할해서 현장에 운반한 후 조립 설치된다. 또한 추진코는 본체 구조물이 교각에 도달하기 전에 압출방향을 탐지할 수 있는 추진방향 유도역할을 하기도 한다.

(차) “ILM(Incremental Launching Method)”이라 함은 교량의 상부구조물을 교대후방에 설치한 주형 제작장에서 1세그먼트(Segment)씩 제작하여 교량의 경간을 통과할 수 있는 평형 압축력을 포스트텐션(Post tension)방식에 의하여 제작된 세그먼트(Segment)에 도입시켜 기 제작된 주형과 일체화시킨 후, 압출장치에 의해 주형을 교축방향으로 밀어내는 공법을 말한다.

(카) “횡방향 가이드(Lateral guide)”라 함은 압출 시 주형의 세그먼트(Segment)가 선형을 벗어나는 것을 방지하는 역할과 시공 시 지진, 바람 등에 의해 발생하는 수평력에 대해서 낙교방지 장치로서의 기능을 할 수 있도록 교대, 교각 등의 측면에 텐던(Tendon)을 이용하여 설치된 H형강 구조물을 말한다. 횡방향 가이드는 세그먼트(Segment) 거푸집의 외측면과 동일하게 설치하며, 직선교량의 경우에는 교각 2개마다 1개씩 설치하나, 곡선 교량의 경우에는 매 교각마다 설치한다. 또한 압출완료 후에도 2차 프리스트레싱이나 온도하중 등에 의한 교량의 종·횡방향 이동을 유도 억제하기 위해 받침이 영구받침으로 환원될 때까지 철거해서는 안된다.

(타) “압출장비 고정지지 빔”이라 함은 교대의 교량 구조체 후면에 텐던으로 고정시킨 강재빔으로 보강된 구조물을 말하며, 이 구조물에 압출장비 수평잭을 고정하고 이를 버팀대 삼아 상부구조물 전체를 전방으로 압출 추진시키게 된다. 교대배면에 위치한 이 구조물을 보강하기 위해 H형강으로 지지를 할 때, 교대에 인접한 임시 교각에 고정한다.

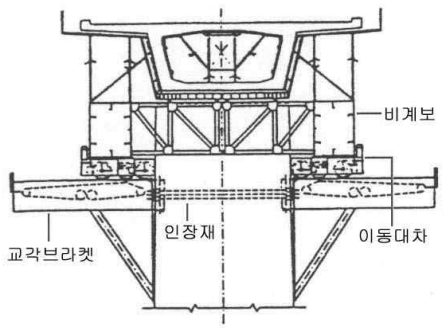
(파) “미끄럼판(Sliding pad)”이라 함은 받침부의 마찰저항을 작게 해서 상부구조물을 원활하게 압출하기 위해 주형하면과 횡방향 가이드에 끼워 넣는 패드를 말한다.

(하) “활동방지 지지받침(Breaking saddle)”이라 함은 압출 시 또는 압출완료시 상부구조물이 전·후로 미끄러지는 것을 방지하기 위해 교대 전면부의 보조 교각위에 설치되는 것을 말한다. 공법의 특성상 주형하면과의 접촉부분은 미끄럼판이 삽입되어 마찰력이 적기 때문에 종단구배에 의해 주형의 수평력이 활동방지 지지받침에 상당히 작용할 수 있어, 활동방지 지지받침의 윗부분을 요철판으로 하여 주형의 미끄러짐을 방지하며, 그 밑에는 고무판을 넣어 압출 반복 작업 시 리프팅 잭

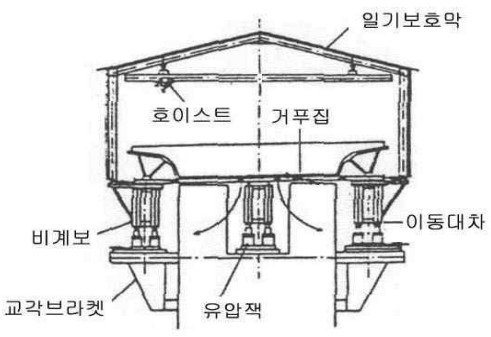
(Lifting jack)이 주형을 내려놓을 때 충격을 감소시키는 역할도 한다.

(거) “증기양생”이라 함은 PSC 박스 거더 세그먼트(Segment) 제작 시 강제 거푸집 조립, 철근조립, 쉬스관 설치, 강선배치 등을 하고 콘크리트를 타설한 후 콘크리트의 소요 강도발현을 위해 보일러를 이용한 양생을 말한다. 일반적으로 증기양생은 콘크리트 타설 후 2~3시간 후에 실시하며 시간당 상승온도를 20℃이하(하강온도도 동일한 방법으로 시간당 20℃이하)로 하여 최대 60℃~70℃까지 실시한다. 이때 온도계를 외부 1곳, 내부 2곳에 설치하여 온도를 측정하고, 증기양생이 끝난 후 양생포를 덮어 직사광선을 차단해야 한다.

(너) “이동식 비계(Movable scaffolding system)”라 함은 콘크리트 현장타설에 의한 PSC 박스 거더 교량 상부구조물을 시공하기 위하여 거푸집이 부착된 특수한 이동식 비계에 추진용 유압시스템을 부착하여 유압시스템의 추진력으로 스스로 이동할 수 있도록 제작된 비계를 말한다. 이동식 비계에는 지지 및 이동방식에 따라 <그림 6>의 2개 비계보 방식과 <그림 7>의 3개 비계보 방식으로 대별할 수 있다.



<그림 6> 2개 비계보 이동식 비계 단면도



<그림 7> 3개 비계보 이동식 비계 단면도

(더) “비계보(Main girder)”라 함은 교량 상부구조물의 콘크리트 중량을 교각에 전달하는 하부 보를 말한다.

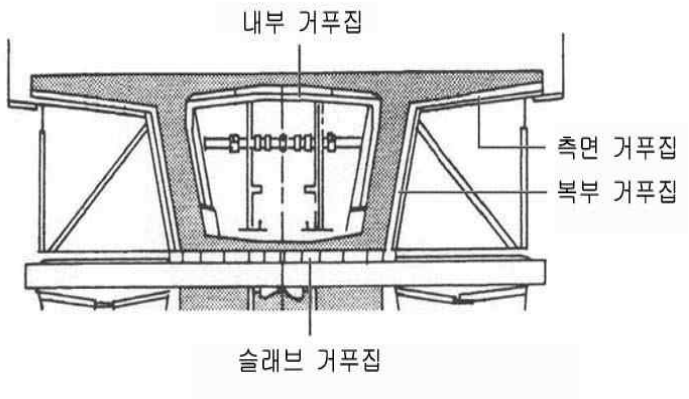
(러) “이동대차(Rolling wagon 또는 Lifting & moving unit)”라 함은 비계보 이동시 사용되는 것으로 2개 차륜 또는 4개 차륜을 부착한 것을 말한다. 2개 비계보 방식의 이동식 비계는 3개 교각의 교각 브라켓 위에 설치된 이동대차 6개로 모두 4점 또는 6점의 지지상태에서 이동하게 되며 이동대차는 교각 브라켓 위에 설치되어 비계보를 지지하고 비계보를 상하・좌우・전후 방향으로 이동시키도록 구성되어 있다. 3개 비계보 방식의 이동식 비계는 전방 이동대차 1대와 후방 이동대차 2대로 모두 3점의 지지상태에서 이동하게 되며, 전방 이동대차는 이동보 위에서 움직이고 후방 이동대차는 타설이 완료된 상부구조물 상부에 설치한 레일 위에서 움직이도록 구성되어 있다.

(머) “브라켓(Bracket)”이라 함은 교각에 부착하여 이동식 비계의 하중을 교각으로 전달하는 하부 구조를 말한다.

(버) “가로보(Transverse beam)”라 함은 양쪽의 비계보를 서로 연결시키고 거푸집을 지지하는 보를 말한다.

(서) “슬래브 거푸집(Slab form)”이라 함은 <그림 3>에서와 같이 상부구조물의 하부 슬래브 아래에 설치하는 외부거푸집을 말한다.

(어) “측면 거푸집(Side form)”이라 함은 <그림 8>에서와 같이 상부구조물의 좌・우측 외팔보(캔틸레버) 아래에 설치하는 외부거푸집을 말한다.



<그림 8> 내부 및 외부 거푸집

(저) “FCM 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.

(처) “이동식 작업대차(F/T, Form traveller)”라 함은 상부구조를 고정점(교각)으로부터 점진적으로 가설할 때에 캔틸레버(Cantilever) 끝단에 세그먼트(Segment)를 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.

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

(터) “키 세그먼트(Key segment)”라 함은 서로 다른 형태의 두 교량을 연결하거나, 서로 같은 두 캔틸레버를 연결 시공하는 마지막 세그먼트(Segment)를 말하며, 클로저 조인트(Closure joint)라고도 말한다. FCM 교량에서의 키 세그먼트(Key Segment)는 교량 측경간의 FSM과 FCM을 연결시키는 형태의 앤드스판 키세그먼트(End span key segment)와 중앙 경간의 FCM과 FCM을 연결시키는 형태의 미드스판 키세그먼트(Mid span key segment) 등으로 분류할 수 있다.

(퍼) “앵커 잭(Anchor jack)”이라 함은 메인 프레임(Main frame)의 뒷부분에 설치되어 콘크리트 타설에 의해 발생하는 양력에 저항하도록 PS강봉을 프리스트레싱하는 잭을 말한다.

(허) “불균형 모멘트(Unbalanced moment)”라 함은 교각 주두부(Pier table)를 중심으로 좌우측 세그먼트(Segment)를 시공함에 있어 자중차이, 시공오차 등으로 인한 하중의 차이로 발생한 모멘트를 말한다.

(고) “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 지지하기위하여 임시로 설치하는 가받침 콘크리트 블록을 말한다.

(2) 그 밖에 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 교량 상부공 가설공법 관련 법적 필수사항

4.1 안전보건규칙

안전보건규칙 제42조(추락의 방지)에 관한 내용은 아래와 같고, 거푸집 및 동바리와 관련된 조항(제328조~355조) 내용을 고려하여 필요한 안전조치를 하여야 한다.

안전보건기준에 관한 규칙 제42조(추락의 방지)

① 사업주는 근로자가 추락하거나 넘어질 위험이 있는 장소[작업발판의 끝·개구부(開口部) 등을 제외한다]또는 기계·설비·선박블록 등에서 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 비계(飛階)를 조립하는 등의 방법으로 작업발판을 설치하여야 한다.

② 사업주는 제1항에 따른 작업발판을 설치하기 곤란한 경우 다음 각 호의 기준에 맞는 추락방호망을 설치해야 한다. 다만, 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락위험을 방지하기 위해 필요한 조치를 해야 한다.

1. 추락방호망의 설치위치는 가능하면 작업면으로부터 가까운 지점에 설치하여야 하며, 작업면으로부터 망의 설치지점까지의 수직거리는 10미터를 초과하지 아니할 것
2. 추락방호망은 수평으로 설치하고, 망의 처짐은 짧은 변 길이의 12퍼센트 이상이 되도록 할 것
3. 건축물 등의 바깥쪽으로 설치하는 경우 추락방호망의 내민 길이는 벽면으로부터 3미터 이상 되도록 할 것. 다만, 그물코가 20밀리미터 이하인 추락방호망을 사용한 경우에는 제14조제3항에 따른 낙하물 방지망을 설치한 것으로 본다.

③ 사업주는 추락방호망을 설치하는 경우에는 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 추락방호망을 사용하여야 한다.

④ 사업주는 제1항 및 제2항에도 불구하고 작업발판 및 추락방호망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자로 하여금 3개 이상의 버팀대를 가지고 지면으로부터 안정적으로 세울 수 있는 구조를 갖춘 이동식 사다리를 사용하여 작업을 하게 할 수 있다. 이 경우 사업주는 근로자가 다음 각 호의 사항을 준수하도록 조치해야 한다.

1. 평탄하고 견고하며 미끄럽지 않은 바닥에 이동식 사다리를 설치할 것
2. 이동식 사다리의 넘어짐을 방지하기 위해 다음 각 목의 어느 하나 이상에 해당하는 조치를 할 것
   가. 이동식 사다리를 견고한 시설물에 연결하여 고정할 것
   나. 아웃트리거(outrigger, 전도방지용 지지대)를 설치하거나 아웃트리거가 붙어있는 이동식 사다리를 설치할 것
   다. 이동식 사다리를 다른 근로자가 지지하여 넘어지지 않도록 할 것
3. 이동식 사다리의 제조사가 정하여 표시한 이동식 사다리의 최대사용하중을 초과하지 않는 범위 내에서만 사용할 것
4. 이동식 사다리를 설치한 바닥면에서 높이 3.5미터 이하의 장소에서만 작업할 것
5. 이동식 사다리의 최상부 발판 및 그 하단 디딤대에 올라서서 작업하지 않을 것. 다만, 높이 1미터 이하의 사다리는 제외한다.
6. 안전모를 착용하되, 작업 높이가 2미터 이상인 경우에는 안전모와 안전대를 함께 착용할 것
7. 이동식 사다리 사용 전 변형 및 이상 유무 등을 점검하여 이상이 발견되면 즉시 수리하거나 그 밖에 필요한 조치를 할 것

4.2 그 밖의 관련 법령

콘크리트공사표준안전작업지침(고용노동부고시 제2020-9호)에서 정한 행정규칙을 참조한다.

5. 사전 준비 시 검토사항

5.1 사전조사 및 설계도서의 작성 및 검토

5.1.1 설계도서 작성 시 설계자의 확인 사항

(1) 교량이 위치할 지역에 대한 상세한 현황 조사를 실시해야 한다. 이는 지형, 환경 조건, 교통 흐름, 하중 조건 등을 포함하며, 교량 건설에 영향을 미칠 수 있는 모든 요소를 평가한다.

(2) 교량의 기초가 놓일 지반의 지질조사와 토질시험을 수행하여 지반의 안정성을 평가하고, 그 결과를 반영하여 상부 구조물 설계를 해야 한다.

(3) 교량이 위치할 지역의 기상 조건, 수문학적 데이터(예: 홍수위, 하천 흐름 등)를 분석하여 설계에 반영해야 한다. 이는 교량의 내구성과 기능성에 직접적인 영향을 미친다.

(4) 구조 해석 결과와 구조 도면, 재료 사양, 시공 방법 등을 포함한 설계도서를 이해하기 쉽게 작성해야 하며, 모든 공사 관계자가 명확히 이해할 수 있도록 해야 한다.

(5) 구조도면에는 교량의 주요 구성 요소(거더, 데크, 슬래브 등)의 재료 종류, 치수, 배치 간격, 시공 순서, 시공 방법 등을 명확히 기록해야 한다.

(6) 교량 시공 중 하중 변화, 기상 변화, 구조적 변형 등으로 인한 위험을 예방하기 위해 필요한 모니터링 항목을 정하고, 이에 대한 계측 계획을 수립해야 한다.

(7) 시공자가 특별히 주의하여 시공해야 하는 사항(예: 복잡한 구조물의 조립, 특정 하중 조건 등)에 대해서는 특기시방서를 작성하거나 설계 도면에 명기하여 안전하고 정확한 시공이 이루어질 수 있도록 한다.

5.1.2 설계도서의 검토 및 이행 확인 사항

(1) 교량 상부 구조물의 설계 내용이 실제 현장 조건과 부합되는지 여부를 공사 과정 중에 설계자가 지속적으로 확인하도록 하여야 하며, 만약 현장 조건과 설계 내용이 불일치할 경우 적절한 대책을 신속히 수립하여야 한다.

(2) 작업 시작 전에 현장 조건이 설계 도서와 일치하는지를 철저히 확인하고, 불일치한 사항이 발견될 경우 즉시 감독 및 감리자에게 보고하여 적절한 대처 방안을 상호

협의하여야 한다.

(3) 감독 및 감리자가 없는 현장일 경우, 현장 조건과 설계 도서가 불일치하는 상황에서는 책임 있는 외부 전문 기술자의 의견을 수렴하여 이를 바탕으로 적절한 조치를 취하여야 한다.

5.2 작업장 주변 조사 및 안전대책

(1) 교량 상부구조물 설치 위치에 가스관, 상·하수도관, 통신선로 등 지하 매설물의 유무를 유관기관의 설계도서를 통해 사전에 조사하고, 필요시 인력 조사나 탐사 장비를 사용하여 정확한 위치를 확인하며, 이설이 필요한 경우 적절한 대책을 수립하여야 한다.

(2) 교량 상부공 공사 작업장 주변에 고압 전선이나 전주가 위치하여 크레인 및 고소작업 시 감전사고의 위험이 있을 경우, 방호관 설치, 방책 설치 및 작업 중 신호수 배치 등 감전사고 예방을 위한 대책을 수립하여야 한다.

(3) 인접하여 다른 구조물 공사나 지하 굴착 작업이 있을 경우, 해당 작업이 교량 상부공 공사에 미칠 영향을 사전에 조사하고, 필요한 경우 진동 및 소음 차단 대책 등을 포함한 안전 대책을 수립하여야 한다.

(4) 교량 상부공 설치 부근의 작업 영역 내에서는 차량의 통행 및 재료 적치를 최소화하도록 계획하고, 부득이하게 적재가 필요할 경우 해당 구역의 하중 및 안정성을 철저히 검토하여 안전성을 확보하여야 한다.

5.3 시공계획 수립

시공계획서를 작성하여 감독 및 감리자에게 제출하고 그의 승인을 얻은 후 작업을 시행하여야 하며, 시공계획서에는 다음과 같은 사항을 반드시 포함하여 작성하여야 한다.

(가) 상세한 공사 위치, 사용 기계 및 장비, 공정 계획, 지장물 처리 방법 등

(나) 교량 구조물의 하중 조건, 기상 조건, 수문학적 데이터 등을 고려하여 각 공정 단계에서 충분한 안정성을 확보할 수 있는 시공 계획

(다) 교량 상부 구조물 설치 시 인접 구조물 및 도로와의 관계를 고려하여 발생할 수 있는 영향을 최소화하기 위한 안전 대책

(라) 거더, 데크, 슬래브 등의 주요 부재의 재질, 배치, 치수, 설치 시기, 시공 순서, 시공법, 장비 계획, 지장물 철거 계획, 임시 교량 및 안전 시설 설치 계획 등

(마) 설계도면과 현장 조건이 일치하지 않을 경우, 그 처리 대책으로서 전문 기술인이 작성하고, 공사 감독자가 인정하는 자격을 갖춘 기술인이 서명 날인한 수정 도면, 계산서, 검토서, 시방서 등을 포함하는 설계 검토 보고서

(바) 계측 계획: 교량 시공 중 구조적 변형, 하중 변화 등을 모니터링하기 위한 계측 계획

(사) 교량 시공 중 또는 완료 후 발생할 수 있는 배수 문제 및 구조물의 안정성 확보를 위한 배수 처리 및 부상 방지 대책

(아) 교량 공사로 인한 교통 흐름의 영향을 최소화하기 위한 교통 처리 계획, 교통 안전 요원의 운영 계획 및 관련 기관과 협의된 사항 등이 포함된 교통 처리 계획

(자) 공사 감독자가 필요하다고 인정하여 요구하는 기타 사항

5.4. 자재의 반입 및 관리, 점검

(1) 자재 반입 시 사전 설계도서에서 요구하는 성능 이상의 자재를 사용해야 하며, 자재의 종류, 규격, 수량, 제조사 등을 명기한 자재 승인요청서를 작성하여 감독 및 감리자에게 제출하고 승인을 받은 후 반입한다. 반입된 자재는 현장에서 자체 검수를 실시하고, 감독 및 감리자의 검수를 받아야 한다. 만약 부적격한 자재가 발견될 경우, 즉시 현장 밖으로 반출하여야 한다.

(2) 자재는 가능한 즉시 사용이 가능하도록 필요한 양만큼 순차적으로 반입하며, 장기간 보관이 필요할 경우에는 자재가 양호한 상태로 유지되도록 관리해야 한다. 이를 위해 부식, 마모, 변형 등이 발생하지 않도록 적절한 보관 방법을 적용해야 한다.

(3) 시공 전에 교량상부공의 각 부재가 설계도서에 명시된 규격 및 재질과 일치하는지, 단면 손상 여부, 구부러짐 정도 등을 철저히 점검해야 하며, 이상 유무를 확인해야 한다. 필요한 경우 추가적인 시험이나 검사를 통해 자재의 적합성을 재확인한다.

5.5. 건설장비 및 기계, 기구 사용 계획

(1) 교량상부공 공사에 필요한 장비 사용 시, 장비의 특성, 작업 내용, 장비 사용 방법,

주변 환경 및 운행 경로 등을 종합적으로 고려한 장비 사용 계획을 수립한다. 특히, 크레인, 콘크리트 펌프카 등 양중 장비의 경우, 작업 현장의 제약 조건과 안전성을 충분히 검토하여 효율적이고 안전한 장비 배치를 계획해야 한다.

(2) 용접기, 절단기, 가설 전등, 고압 살수기, 양수기 등 전기 기계·기구 사용에 있어서는 자동 전격 방지기, 접지, 누전 차단기, 분전반, 전등 보호망, 가공 배선 등 감전 방지 조치를 포함한 전기 이용 계획을 철저히 수립한다. 이를 통해 작업자와 장비의 안전을 보장하며, 전기 설비의 점검 및 유지보수를 정기적으로 실시하여 사고를 예방한다.

5.6. 작업 안전관리

(1) 작업 시작 전에 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.

(2) 근로자들에게 안전모, 안전대 등 개인보호구를 점검하게 하고, 작업 전에 보호구의 착용방법 교육을 실시하고, 작업 중에는 착용여부 및 상태를 확인하여야 한다.

(3) 안전한 작업 방법에 대한 교육을 실시하고, 작업 현장에서 작업을 지휘하여 근로자들이 안전 수칙을 준수하도록 한다.

(4) 근로자들이 지시에 따라 안전한 작업 절차를 엄격히 따르도록 한다.

(5) 관리감독자는 건강 상태를 작업 전에 확인하여 작업 배치의 적정성 여부를 결정하여야 한다.

(6) 근로자의 안전을 보장하기 위해 작업장 내 안전시설의 적절한 설치와 보호구 착용 상태를 감시하며, 악천후 시 작업 중지 여부를 결정하고, 관계 근로자 외의 인원의 출입을 통제하는 등의 업무를 수행해야 한다.

(7) 근로자들은 작업 중 항상 필요한 보호구를 착용하고, 불안전한 행동을 하지 않도록 주의해야 한다.

(8) 작업 전에 지상에서 교량 작업 구역까지 접근할 수 있는 안전 통로 계획을 수립해야 하며, 가설 계단이나 안전 로프 등을 설치하여 근로자들이 안전하게 이동할 수 있도록 한다.

(9) 근로자는 작업 중 이상 현상이나 잠재적 위험 요인을 발견하면 즉시 관리감독자에게 보고해야 하며, 관리감독자는 붕괴 등의 위험이 있을 경우 즉각적으로 근로자들을

안전한 장소로 대피시키고, 작업장의 안전성을 지속적으로 유지하여야 한다.

6. 작업계획 수립 시 검토 사항

6.1 시공 전 준수사항

(1) 공사현장의 제반 여건과 설계도서에서 정하고 있는 작업 단계별 작업 방법에 부합하고 공사용 장비 적용상의 문제가 없는지 검토한 후, 상세한 작업 계획을 수립하고 감독관청의 승인을 받아야 한다.

(2) 작업계획서는 공법에 대한 이해와 경험을 갖춘 자가 수립하여야 하며, 공사 중에는 계획서의 내용 이행 여부를 수시로 확인하여야 한다.

(3) 작업 시작 전에 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.

(4) 관리감독자는 작업 시작 전에 위험성 평가를 실시하여 유해 및 위험 요소를 확인하여야 한다. 작업 순서, 방법, 절차, 위험 요인 및 이에 대한 안전 수칙을 근로자에게 숙지시키고, 이행 여부를 확인하여야 한다.

(5) 관리감독자는 재료 및 기구의 결함 유무를 점검하여 불량품을 제거해야 한다. 안전모, 안전대 등 근로자의 개인 보호구 착용 방법을 교육하고, 착용 여부 및 상태를 지속적으로 확인하여야 한다.

(6) 시공자는 고소작업에 따른 위험 요인에 대한 근로자들의 안전을 고려하여 추락 및 낙하물 방지 시설을 설치하여야 한다.

(7) 추락의 위험이 있는 작업 발판에는 근로자가 안전하게 승강할 수 있는 승강설비 및 안전 난간을 갖추어야 한다.

(8) 작업장 내 고압 송전선로, 전기·통신 케이블 등 장애물 현황을 사전에 조사하여 이설하거나 방호시설을 갖추는 등의 안전 조치를 하여야 한다.

(9) 근로자의 건강 상태를 작업 전에 확인하여 작업 배치의 적정 여부를 결정하여야 한다.

(10) 사용 예정 장비는 안전 점검을 실시하여 이상이 발견된 때에는 정상적인 장비로 교체하거나 정비하여 이상이 없음을 확인한 후 사용하도록 한다.

(11) 위험 기계·기구의 방호장치를 점검하고, 이상이 있는 경우에는 정상적인 제품으로 교체하여야 한다.

(12) 화재의 위험이 있는 용접 및 용단 작업 장소에는 소화기, 방화수 등을 비치하여 초기 소화가 가능하도록 해야 하며, 작업장 내 공구 및 자재를 정리정돈하여 낙하 및 비래 등의 재해를 예방해야 한다. 또한, 강풍, 강우 등의 악천후 시에는 작업을 중지하여 안전을 확보하여야 한다.

(13) 공사 차량의 출입로를 확보하고 차량 유도 계획을 수립하여 제3자에게 피해를 주지 않도록 하여야 한다.

(14) 작업 시작 전에 가설 통로, 안전 방망, 안전 난간 등 안전시설의 설치 상태를 확인하여야 한다.

6.2 시공 중 준수사항

(1) 작업계획서의 이행 여부를 수시로 확인하여야 한다.

(2) 중량부재를 크레인으로 인양할 경우에는 부재에 인양용 러그(Lug)를 설치하여 사용하도록 한다.

(3) 중량물 부품을 운반하여 지면에 임시 적재할 때에는 반드시 받침목을 고이고 균형을 잡은 후 적재하여야 한다.

(4) 장비의 반입·반출 등 크레인을 사용하여 조립 및 해체작업을 하는 경우에는 작업방법 및 순서 등이 포함된 중량물 취급 작업계획을 수립하고 이를 당해 근로자에게 주지시켜야 한다.

(5) 작업 후 작업장 및 통로 등의 정리정돈을 철저히 실시하여야 한다.

(6) 작업장 내 공구 및 자재를 정리정돈하여 낙하·비래 등의 재해를 예방하여야 하고, 강풍, 강우 등의 악천 후 시에는 작업을 중지하여야 한다.

(7) 거푸집 설치 및 철근조립 시에는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 거푸집 조립 시 근로자의 추락을 방지하기 위해 안전대 부착시설 및 안전난간을 설치하여야 한다.

(나) 바닥판과 단부측, 지상에서 거푸집 상부측으로 이동할 수 있는 이동용 승강 설비를 설치하여야 한다.

(다) 거푸집 박리제로 인한 미끄러짐을 방지하고, 유압작동 시 유압호스의 파손을 주의하여야 한다.

(라) 내부 거푸집의 윈치 회전부에는 덮개를 설치하여 근로자의 부상을 방지하여야 한다.

(마) 철근 및 강선에 의한 베임 및 찔림에 주의하고, 운반 시 자재의 낙하가 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

(바) 가공 철근 인양작업 시 낙하물이 발생하지 않도록 안전하게 작업하여야 한다.

(사) 철근 배근 및 거푸집 설치 시 추락방지를 위해 작업높이를 감안한 작업발판을 설치하여야 한다.

(8) 콘크리트 타설 및 양생 작업 시에는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 콘크리트 타설 방법 및 순서를 철저히 준수하여야 한다.

(나) 진동다짐기의 감전 방지를 위해 접지 및 누전차단기가 설치된 분전반을 사용하고, 작업 전후로 전선의 상태를 확인하여야 한다.

(다) 콘크리트 타설 시 펌프카는 안정된 지반에 설치하고, 받침목을 사용하여야 한다.

(라) 콘크리트 타설 직후 직사광선이나 바람에 의한 표면건조를 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

(마) 증기양생 시 화상을 방지하고, 보일러의 압력용기 및 배관라인의 증기누출 여부를 확인하여야 한다.

(9) 거푸집 해체 작업 시에는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 거푸집 탈형은 정해진 순서에 따라 진행하며, 임의로 안전시설물을 해체하지 않도록 통제하여야 한다.

(나) 유압호스 및 유압잭 작동 상태를 철저히 점검하여야 한다.

(다) 탈형 전에 상부 자재를 정리하여 낙하, 비래 사고 등을 예방하여야 한다.

7. PSM 공법 적용 시의 안전 작업

PSM 공법에서의 세그먼트(Segment) 작업, 런칭거더 작업, 갠트리 크레인(Gantry crane)의 안전성을 높일 수 있는 다음에 설명하는 각 단계에서 철저한 점검과 예방조치를 통해 사고를 방지하고, 효율적인 작업을 보장해야 한다.

7.1 세그먼트 제작과 운반

(1) 교량상부 런칭거더 가설, 세그먼트(Segment)의 제작・운반, 작업대 추진, 인장작업, 기타작업이 포함된 작업계획서를 수립하여야 한다. <표1>에서 세그먼트(Segment)의 제작, 운반, 가설에 대한 개요를 설명하고 있다.

(2) 작업계획은 직선구간, 곡선구간 등 작업형태 별로 수립하여야 한다.

(3) 제작장에 설치하는 갠트리 크레인(Gantry crane) 및 타워크레인은 설치 사용 전에 안전인증기관부터 안전인증을 받아야 한다.

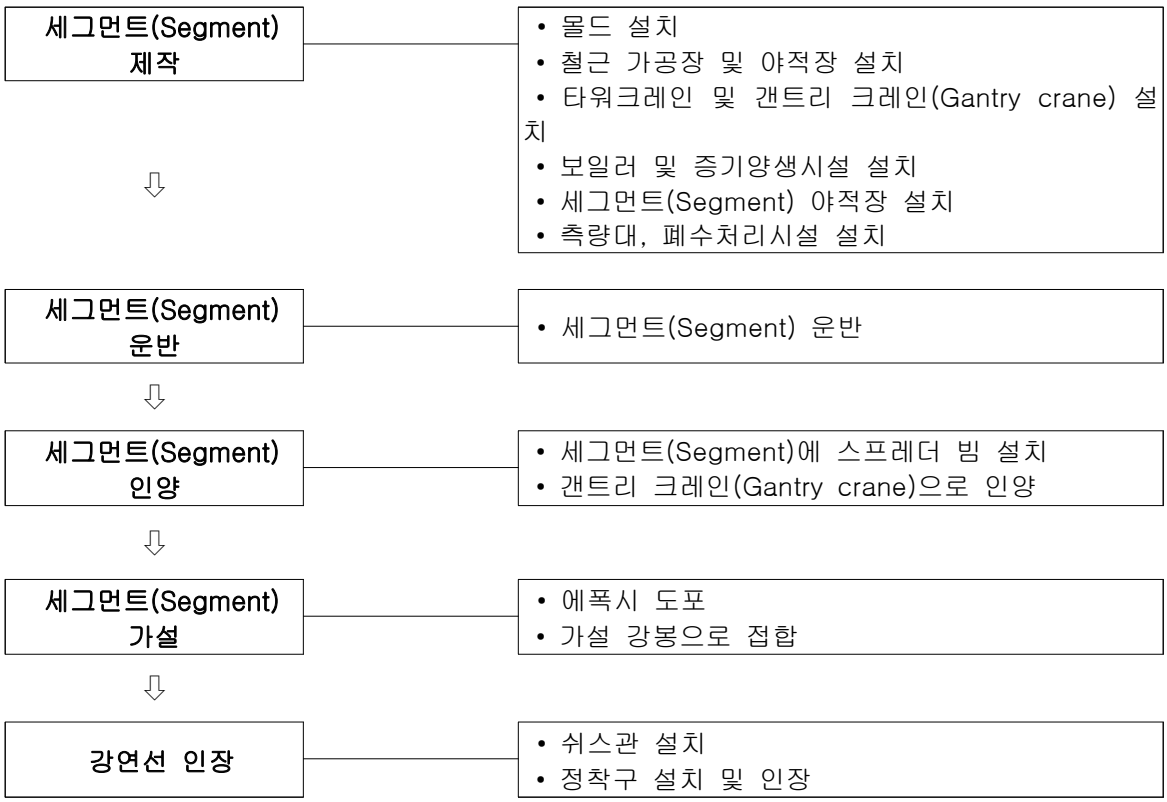
(4) 제작장 내의 근로자 이동통로에는 가설통로를 설치하고 양측 단부에는 안전난간을 설치하는 등 추락위험장소에는 추락방지조치를 하여야 한다.

(5) 제작장 내의 가설전기 시설에 대해 감전 재해를 예방하기 위하여 다음 사항을 점검하여야 한다.

(가) 가설전기 용량의 적정성 및 분・배전반 등 시설 배치의 적정 여부

(나) 누전차단기 설치 및 접지상태 등

<표 1> 세그먼트(Segment) 제작・운반・가설 개요



(6) 제작장에서 단위 세그먼트(Segment)의 횡방향 강연선은 가능한 한 콘크리트에 과대한 인장응력이 발생하지 않도록 단면 도심축에 가까운 강연선을 먼저 긴장하여야 한다.

(7) 세그먼트(Segment) 운반은 운반경로의 등판각도, 회전반경, 회전각도, 적재하중 등을 고려하여 트레일러, 트랜스포터 등의 운반기계를 선정하여야 한다.

(8) 가설도로를 통한 운반작업 시에는 지반 침하로 인한 세그먼트(Segment)의 전도방지를 위해 체인블럭(Chain block) 등을 이용하여 고정하고 가설도로는 평탄성을 유지하여야 하며 가설도로의 다짐도는 95%이상 이어야 한다.

(9) 세그먼트(Segment) 제작 시 높은 작업대나 발판에서 작업이 이루어질 수 있으며, 적절한 안전 난간과 추락 방지 장치가 없을 경우 작업자가 추락할 위험이 있습니다.

(9) 운반기계의 운행속도는 10 km/hr이하로 하여야 한다.

7.2 세그먼트 인양

(1) 작업시작 전에 중량물(세그먼트) 취급 작업계획서를 수립하고 이를 준수하여야 한다.

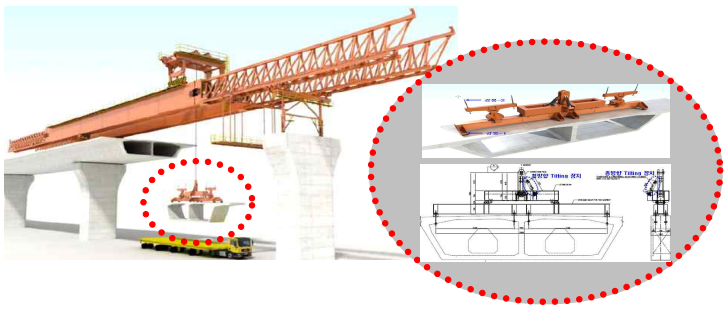
(2) 갠트리 크레인(Gantry crane)으로 세그먼트(Segment)를 인양하기 전에 달기로프 및 훅, 연결도구를 점검하고 스프레더빔(Spreader beam) 또는 행잉빔(Hanging beam) 등에 견고하게 연결하여야 한다.

(3) 갠트리 크레인(Gantry crane) 운전원과 하부작업자간 원활한 작업을 위하여 사전에 신호체계를 수립하고 신호수를 배치하여 신호수의 신호에 따라 작업이 이루어지도록 한다.

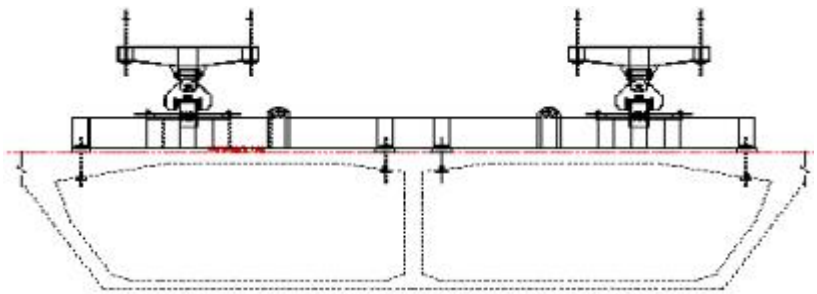
(4) 세그먼트(Segment)를 인양하기 위한 스프레더 빔(Spreader beam)은 <그림 9>, <그림 10>과 같이 세그먼트(Segment)에 수평으로 체결하여야 한다.

(5) 갠트리 크레인(Gantry crane)의 운전원은 사전에 충분한 교육 및 조작능력 습득 후 작업에 투입하여야 한다. 필요시 자체적으로 일정한 자격 기준을 마련하여 운영한다.

(6) 갠트리 크레인(Gantry crane)으로 인양작업 외에 가설트러스 거더에 고정 연결된 지주(Support) 등을 수평으로 이동하는 등 회전모멘트를 발생시킬 수 있는 작업을 원천적으로 하지 않도록 하여야 한다.



<그림 9> 세그먼트(Segment) 인양 개요도



<그림 10> 스프레더 빔(Spreader Beam)과 세그먼트(Segment) 체결 상태

7.3 세그먼트 가설

(1) 세그먼트(Segment) 가설에 사용되는 강봉은 제조사의 매뉴얼에 따라 재사용 기준을

정하고 작업 전·후 강봉의 균열, 변형, 마모상태를 육안으로 1차 점검하고 필요시 비파괴 검사 등을 통해 폐기 또는 보강하여 사용하여야 한다.

(2) 세그먼트(Segment) 가설 강봉은 가능한 한 콘크리트에 과대한 인장응력이 발생하지 않도록 <그림 11>과 같이 단면 도심축에 가까운 강봉을 먼저 긴장하고 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 인장 시 작업자는 강봉 후면에 위치 금지

(나) 인장 완료 시 너트를 확실하게 체결 후 잭 해체

(다) 잭 인장 작업자와 펌프 조작 작업자간의 신호 철저



<그림 11> 세그먼트(Segment) 강봉 인장 순서

(3) 키(Key) 세그먼트(Segment) 가설 후 접합 콘크리트 세그먼트(Segment) 제작 콘크리트와 동종제품을 사용하고 다음사항을 준수한다.

(가) 키 세그먼트(Segment) 홈에 발 빠짐 주의

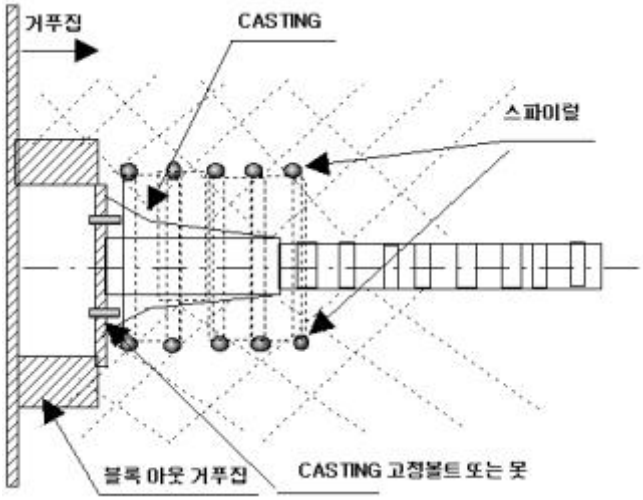
(나) 바이브레이터 사용 시 전기 감전주의

(다) 믹서트럭 이동 중 협착주의

7.4 강연선 인장

(1) 종 방향 강연선 인장은 설계도서에 따라 안전하게 작업한다. <그림 12>는 강연선 인장 개요도를 나타내고 있다.

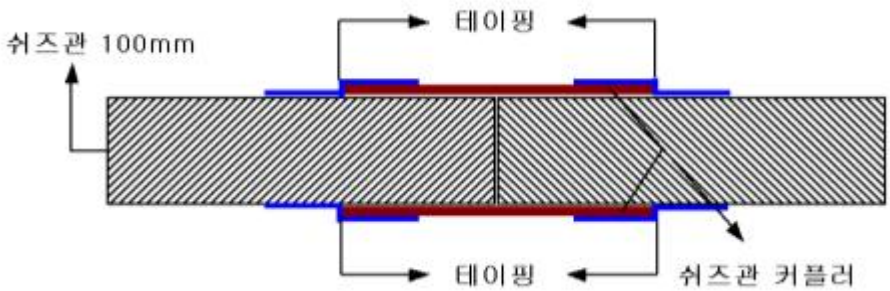
(2) 정착구 케이싱(Casing) 전면은 인장(Tendon)축에 수직을 유지하도록 하며 케이싱과 쉬즈관은 테이핑 하여 모르타르(Mortar)가 흘러 들어가지 않도록 한다.



<그림 12> 강연선 인장 개요도

(3) 강연선 설치 시 케이싱 면에서 인장단의 거리가 지압판과 인장잭의 거치 시 지장이 없도록 1 m 이상 여유장을 두어 설치한다.

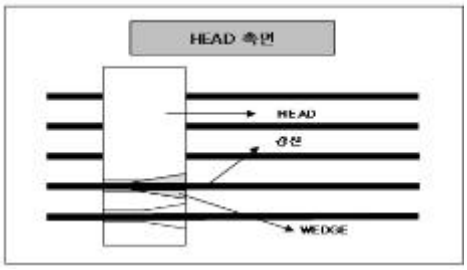
(4) 커플러(Coupler)로 쉬즈관 연결부는 <그림 13>과 같이 테이프로 밀봉하여 이 물질이 들어가지 않도록 한다.



<그림 13> 쉬스관 연결보강

(5) 인장 두부(Head) 및 웨지(Wedge) 설치 시, 두부 내 이물질이 들어가지 않도록 주의하고 웨지는 녹슬지 않도록 관리하며, <그림 14>와 같이 설치 시 두 개의 웨지가 대칭이 되도록 설치한다.

(6) 인장(Tendon)축 내의 그라우트재를 주입하며 배출구로 나오는 그라우트가 믹서에 있는 그라우트와 균등할 때 배출구를 막는다. (공기 및 인장축 내의 있는 잔류수가 모두 빠진 뒤에 배출구를 막는다.)



<그림 14> 인장두부 보강도

7.5 런칭거더의 조립 및 설치

(1) 런칭거더(Launching girder) 조립 및 설치순서는 <그림 15>와 같다



<그림 15> 런칭거더(Launching girder) 조립 및 설치순서

(2) 런칭거더(Launching girder)와 교각 등과의 고정부는 정하중에 의한 안정성뿐만 아니라 동적 하중에 대해서도 충분한 안정성을 고려하여야 한다.

(3) 런칭거더 설치 후 본 작업 이전에 시험운영을 통해 다음 사항을 점검하여야 한다.

(가) 각종 유압시스템의 작동확인

(나) 순 방향 추진(Launching) 및 역 방향 추진 실시

(다) 처짐량 확인

(라) 전·후방지점 등 부속자재 성능확인

(4) 갠트리 크레인(Gantry crane) 설치 후 본 작업 이전에 안전인증을 받고 시험운영을 통해 다음 사항을 점검하여야 한다.

(가) 리모컨 조작반에 의한 정상 작동상태 확인

(나) 세그먼트(Segment) 시험인양 실시(인양 능력 및 인양속도 점검)

(다) 갠트리 크레인 레일 (Gantry crane rail) 주행성능 확보

(라) 스토퍼(Stopper) 및 근접 접근금지 시스템 확인

(마) 브레이크(Break) 시스템 설정 (회로설정)

(바) 미세조정(Inching operation) 성능 확인

(5) 지상 조립장은 평탄성을 유지하여야 하며 부등침하가 발생하지 않도록 다짐 또는 가 포장을 실시하여 사용하도록 한다.

(6) 런칭거더 지상조립 시 부재의 전도방지에 대비하여 버팀목 또는 로프를 이용하여 고정하여야 한다.

(7) 작업 전에 중량물 취급 작업계획서를 수립하고 이를 준수하여야 한다.

(8) 런칭거더 위에 설치되는 갠트리 크레인(Gantry crane)은 세크먼트 등 인양부재의 중량뿐만 아니라 지진, 풍화중 등을 고려하여 선정하여야 한다.

(9) 이동식 크레인은 인양부재의 중량을 고려하여 인양 정격하중이 충분한 크레인을 선정하여야 하며 크레인 2대 이상으로 협력작업을 하는 경우 가급적 동일한 회사의 제품을 사용하도록 한다.

(10) 런칭거더 힌지(hinge)부, 노즈(Nose) 힌지(hinge)부, 스토퍼(Stopper), 유압 잭(Jack) 등 주요부재에 대해서는 사용전 육안으로 사전점검하고 필요시 비파괴 검사 등을 통해 이상 유무를 점검하여야 한다.

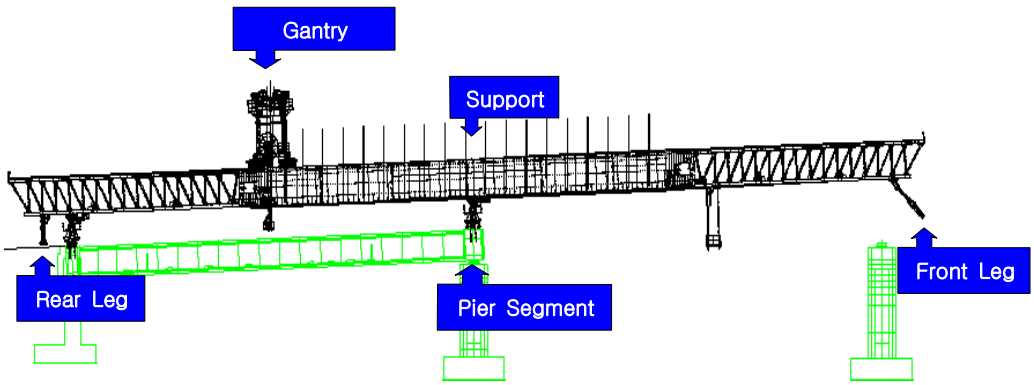
(11) 런칭거더에 대해서는 월 1회 이상 정기점검을 실시하여 주요부의 접합상태, 손상 유무, 성능유지 상태 등에 대하여 기록하여야 한다.

7.6 런칭거더의 추진

(1) 런칭거더는 <그림 16>과 같이 구성되며 추진(Launching) 작업단계별 작업절차 및 작업방법에 대한 매뉴얼을 작성하고 사전에 근로자에 충분히 주지시켜야 하며 근로자가 잘 보이는 곳에 게시하여야 한다.

(2) 런칭거더는 <표 2>의 순서에 의해 추진된다.

(3) 갠트리 크레인(Gantry crane)의 운전원과 작업반장 또는 전담신호수 사이 수신호 및 무선 신호체계를 구비하여 인적 오류(Human error)를 예방하여야 한다.



<그림 16> 런칭거더 추진 개요도

<표 2> 런칭거더 추진순서

런칭 준비	• 갠트리 크레인(Gantry crane) 후방으로 이동 • Rear Leg 상향고정 • Front Leg 상향고정
⇩	
1차 런칭	• 유압장비 연결 • 1차 런칭
⇩	
Front Leg 설치	• Front Leg 고정 • 설치
⇩	
Pier Segment 가설	• Flat Jack 설치 • Pier Segment 인양 • 설치
⇩	
Support 이동설치	• Rear Leg 설치 • Support 이동설치
⇩	
2차 런칭	• 갠트리 크레인(Gantry crane) 전방으로 이동 • Front Leg 상향고정 • Rear Leg 상향고정 • 2차 런칭 • Rear Leg 고정설치

(4) 갠트리 크레인(Gantry crane)의 이동속도는 5km/hr 이하로 제한하고 단부에는 스토퍼(Stopper)를 설치하여 안전구간을 이탈하지 않도록 하여야 한다.

(5) 런칭작업을 위하여 갠트리 크레인(Gantry crane)을 후방으로 이동하거나 전방으로 이동할 위치를 표시하고 이동한 후에는 움직이지 않도록 브레이크(Brake)를 반드시 체결하여야 한다.

(6) 강풍으로 인한 런칭거더의 전도붕괴 방지를 위해 풍속별로 안전조치 계획을 수립하고 특히, 순간 풍속이 20 m/sec 이상인 경우에는 작업을 중지하고 갠트리 크레인(Gantry crane)을 안전한 위치로 이동하여 브레이크 체결 및 체인 블럭을 이용하여 고정하여야 한다.

(7) 유압장치, 모터, 볼트, 용접부위 등 주요장치에 대해서는 점검주기를 정하여 육안검사, 비파괴검사 등의 방법으로 점검하여야 한다.

(8) 런칭작업 전에 유압장비를 연결하고 다음사항을 점검하여야 한다.

(가) 유압장치 전원상태 및 파손여부

(나) 유압호스 누수여부

(다) 유압장치 다이얼 게이지 이상 유무 확인

(라) 잭 연결용 핀 상태 확인 (이탈방지 고정핀 등)

(9) 런칭작업 전에 왜건(Wagon) 장치에 대하여 다음 사항을 점검하여야 한다.

(가) 왜건 고정볼트의 이상여부

(나) 가이드 플레이트(Guide plate)의 이상여부

(다) 슬라이딩 그리스 주입 및 테프론 미끄럼판 안착상태 등

(10) 런칭작업 시 유압잭(Jack)의 푸싱 핀 고정, 브레이크 핀 해제, 고정 시 푸싱 핀 해제, 브레이크 핀 고정상태를 반드시 확인하고 후속작업을 진행하여야 한다.

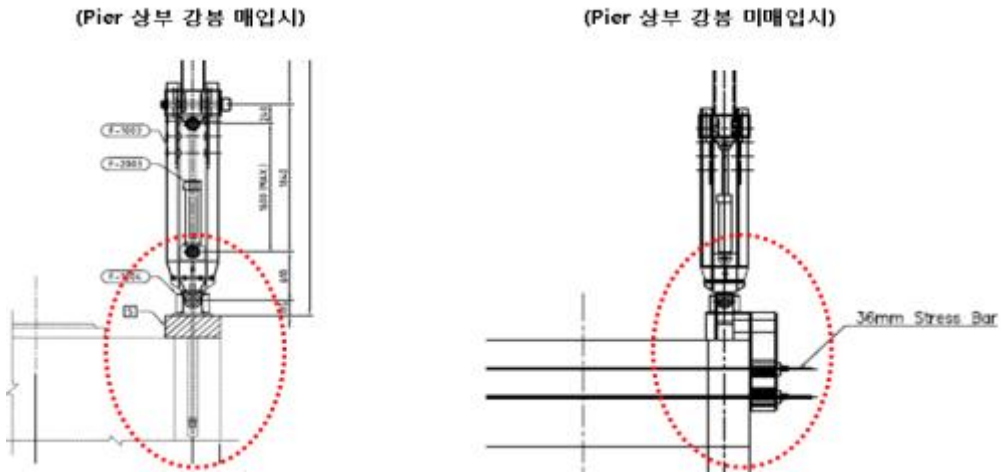
(11) 런칭거더 추진 작업단계마다 메인써포트, 전방지점(Front leg), 후방지점(Rear leg)

등 주요부재에 대해서는 수직·수평상태를 확인한 후 후속작업을 진행하도록 하고 수직·수평도를 1%이내로 유지토록 한다.

(12) 런칭거더 추진방향 맨 앞쪽의 전방지점(Front leg)은 추진시 교각과 충돌 등 간섭이 발생하지 않도록 높이 조절 폭(Stroke)을 50 cm 이상으로 하고 후방지점에 받침을 설치하여 높이를 조절하는 등의 작업은 가급적 피하여야 한다.

(13) 전방지점 설치 후 교각에 매입된 앵커 등을 <그림 17>과 같이 견고하게 고정하여야 한다.

(14) 런칭거더의 지지기둥(Support)은 탄성 슈(Elastic Shoe)위에 설치함으로서 처짐 현상이 발생하지 않도록 하여야 한다.



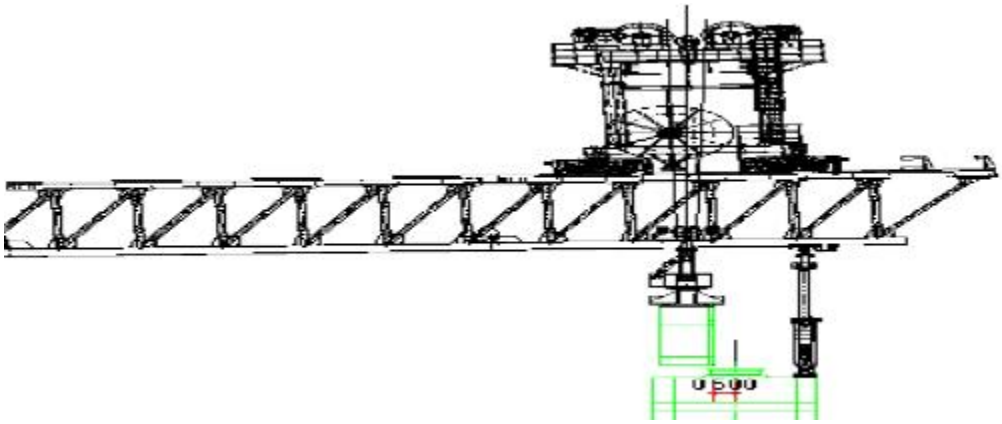
<그림 17> 전방지점 고정

(15) 피어 세그먼트(Pier Segment) 가설 시 교량의 본 슈(Shoe)의 보호를 위해 <그림 18>과 같이 편평한 잭(Flat jack)을 설치하여야 한다.



<그림 18> 잭(Jack) 설치의 예

(16) <그림 19>와 같이 전방지점(Front leg)이 설치된 교각에 피어 세그먼트(Segment)를 설치할 때에 충돌로 인한 사고를 예방하기 위하여 갠트리 크레인(Gantry crane) 속도 제한 및 전방지점에 근접해서는 체인블럭 등을 이용한 미세조정으로 작업하여야 한다.



<그림 19> 전방지점(Front leg) 설치교각에 피어 세그먼트(Segment) 설치

7.7 갠트리 크레인

(1) 갠트리 크레인(Gantry crane)에 대해서는 작업 전 안전인증을 받아야 하며 주기적으로 전문기관을 통하여 안전검사를 받도록 한다.

(2) 공사 중 인양하중을 고려하여 크레인 용량을 검토하되 외국 제품의 경우 국내외 정격하중 기준이 다를 수 있으므로 유의하여야 한다.

(3) 갠트리 크레인(Gantry crane) 관련 작업에는 신호수를 배치하고 운전원과 신호수간 신호를 통일하여 운영하여야 한다.

(4) 갠트리 크레인(Gantry crane)을 이용하여 세그먼트(Segment) 인양작업 시 브레이커 고정상태 확인 및 작업반경 하부에는 신호수를 배치하여 관계 근로자 출입을 통제하여야 한다.

(5) 갠트리 크레인(Gantry crane)은 인양용도로만 사용하도록 하고, <그림 20>의 안전장치를 설치하도록 한다.

(6) 낙뢰에 대비하여 추가적으로 피뢰설비를 설치하여야 한다.

(7) 크레인 운전원은 다음의 안전수칙을 준수하여야 한다.

(가) 크레인 사용은 지정된 운전원이 하여야 한다.

(나) 크레인 운전원은 장비제원을 숙지하고 운전지침에 따라 운전하여야 한다.

(다) 크레인 운전원의 개인보호구 및 장비는 무선조종기 조작장치와 간섭되지 않도록 유의하여야 한다.

(라) 무선조종기 전원스위치의 ON/OFF 상태를 확인한 후 크레인을 운전한다.

(마) 크레인의 안전장치를 임의로 제거 또는 변경해서는 아니 된다.

(바) 크레인 사용 시 급운행, 급정지, 급하강, 급상승을 하지 않는다.

(사) 크레인의 정격 인양 하중을 준수한다.

(아) 크레인 조작 운전원은 안전벨트 등 개인 보호구를 착용하고 부착설비에 부착한 후에 작업하도록 한다.

(자) 크레인 이동 레일주위에 자재 및 공구 등 장애물을 적재하여서는 아니 된다.

(차) 크레인을 이동하는 경우에는 신호수 배치 및 신호수의 유도를 받고 이동하여야 한다.



적외선 Emergency Switch



Brake Limit Switch



Digital Anemometer



과부하방지 Limit Switch



Emergency Switch



권과방지장치



Limit Switch

<그림 20> 갠트리 크레인(Gantry crane)의 안전장치

(8) 크레인 운전원에 대해서는 <그림 21>과 같은 무선조종기 매뉴얼 숙지여부를 수시로 확인하여야 한다.



<그림 21> 갠트리 크레인(Gantry crane) 무선조종기의 예

7.8 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치

(1) 런칭 거더에 설치하는 작업발판, 통로, 안전난간 등 안전시설은 고정형으로 설치하는 것을 원칙으로 하여야 한다.

(2) 야간작업을 위하여 전등 등 조명기구를 가설트러스 등 강재 구조체에 설치하는 경우에는 절연재를 설치하여 감전재해를 예방하여야 한다.

(3) 런칭거더 상부와 노즈에는 연속된 작업발판과 단부에는 안전난간을 설치하여야 한다.

(4) 런칭거더에 각 부분에 설치된 고정형 승강 사다리에는 등받이 울을 설치하도록 한다.

(5) 다음 개구부에는 추락재해방지를 위하여 개구부 덮개를 설치하여야 한다.

(가) 노즈 이음부

(나) 트러스(Truss) 노즈 개구부

(다) 노즈 상단 개구부

(라) 노즈 이음부 상단 개구부 등

(6) 다음 개구부에는 추락재해 방지를 위하야 안전난간을 설치하여야 한다.

(가) 써포트(Support) 측면 작업발판 단부

(나) 고정형 승강계단 단부

(다) 힌지 작업대 단부

(라) 노즈 끝 단부

(마) 갠트리 크레인(Gantry crane) 이동구간 내·외부 단부

(7) 세그먼트(Segment) 접합을 위하여 에폭시(Epoxy)를 도포하는 경우 작업 근로자의 피부 손상 등 건강장해 방지를 위해 안전장갑, 방독마스크 등 개인보호구를 착용토록 하여야 한다.

(8) 단위 작업반 내에서 의사소통이 미흡한 경우 위험상황을 초래할 수 있으므로 작업반 구성 시 외국인 근로자가 포함되는 경우 원활한 의사소통을 위하여 사전에 교육·훈련을 실시하여야 한다.

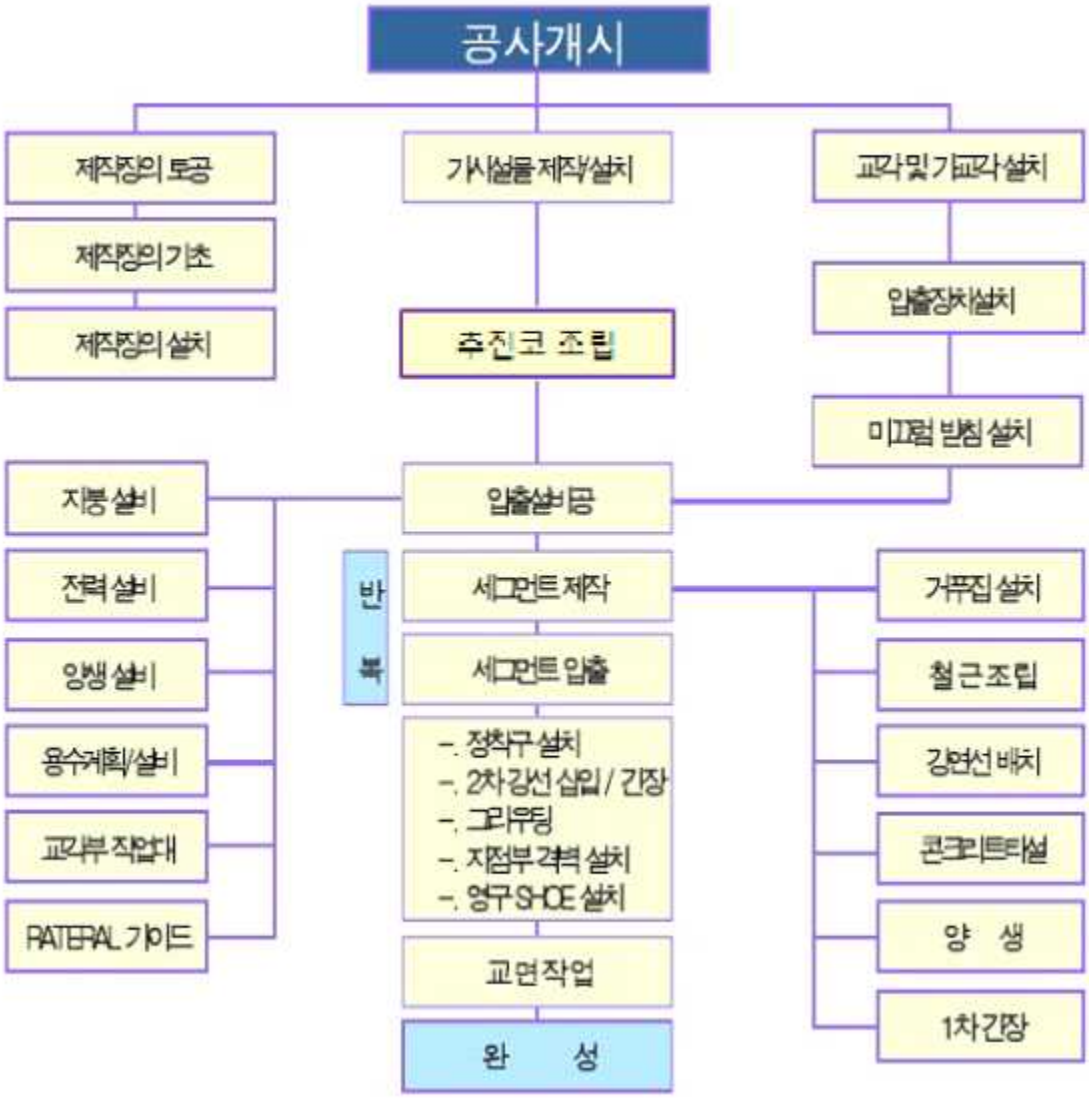
(9) 교량 상부 위험작업 시 하부에 안전지대를 구획하고 신호수 배치 및 차량 및 보행자를 통제하여 급박한 위험상황에 대비하여야 한다.

(10) 이동식 기계기구 등 주기적으로 안전점검을 주기적으로 실시하며, 이상이 발견되면 정상적인 장비로 교체하거나 정비하여 이상이 없음을 확인한 후 사용하여야 한다.

(11) 위험기계·기구의 방호장치를 점검하고 이상이 있는 경우에는 정상적인 제품으로 교체하여야 한다.

8. ILM 공법 적용 시의 안전 작업

다음은 ILM 공법의 주요 작업 단계를 따라 각 단계에서의 안전을 보장하기 위한 조치를 포함하고 있다. ILM의 시공 순서는 <그림22>와 같고, 이 공법을 적용 시에는 추진코(Nose) 및 강제 거푸집 등을 반입해서 사용하기 전에 전문가가 구조적 안전성 및 부재의 결함과 손상 여부를 확인하여야 한다.



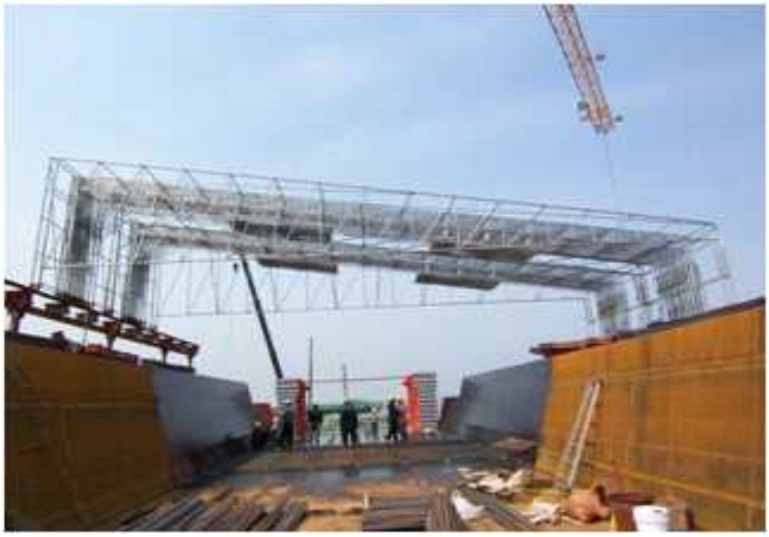
<그림 22> ILM공법의 시공순서

8.1 가시설물 제작 및 설치

8.1.1 제작장

(1) 세그먼트(Segment) 길이 2~3배(1개 스판 50%)의 평탄하고 견고한 지반 위에 가설교각, 압출장비 등을 설치하여야 한다.

(2) <그림 23>과 같은 주형 제작장의 위치는 설계단계에서 압출진행방향, 인접한 도로상황, 추진코 및 경간의 길이, 제작장의 길이, 주형의 전도에 대한 안전성 등을 종합적으로 고려하여 적절하게 결정하여야 한다.



<그림 23> 주형 제작장

(3) 제작장은 평탄성을 유지하여야 하며 부등침하가 발생하지 않도록 충분한 기초지반의 지지력이 확보되어야 한다.

(4) 공법의 특성상 동일 장소에서 1세그먼트(Segment)씩 반복하여 제작 시공하므로 제작장의 위치오차는 주형이 제작될수록 누적되어 전체 교량의 선형에 영향을 미치므로 슬라이딩 레일(Sliding rail) 설치 시 오차가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 파일항타 및 장비 작업 시 회전 및 이동에 의한 협착재해를 예방하기 위하여 구획을 설정 근로자를 통제하고 관리감독자를 배치하여야 한다.

(6) 되메우기 시에도 장비 작업반경 등을 고려하여 구획을 설정하고 관리감독자를 배치하여야 한다.

(7) 버림 콘크리트 타설시 지내력을 확보된 곳에 펌프카를 설치하며, 받침목도 설치하여야 한다.

(8) 제작장 내의 근로자 이동통로에는 가설통로를 설치하고 양측단부에는 안전난간을 설치하는 등 떨어짐 위험 장소에는 추락방지조치를 하여야 한다.

(9) 제작장 내의 가설전기시설에 대해 감전재해를 예방하기 위하여 다음사항을 점검하여야 한다.

(가) 가설전기 용량의 적정성 및 분·배전반 등 시설배치의 적정여부

(나) 누전차단기 설치 및 접지상태 등

(10) 제작장에 설치하는 타워크레인은 설치 사용 전에 관계기관으로부터 안전인증(정격하중 3톤 미만, 산업안전보건법) 또는 정기검사(정격하중 3톤 이상, 건설기계관리법)를 받아야 하고, 작업 시 인양하중에 적절한 와이어로프를 사용하고, 작업반경내 근로자의 접근을 금지시켜야 한다.

8.1.2 강제 거푸집



<그림 24> 강제 거푸집(하부 및 외측 거푸집)

(1) 압출공법에 사용하는 강제 거푸집은 반복 작용에 의하여 압출에 영향을 주는 변형이 발생하지 않을 정도의 충분한 강성을 가져야 한다.

(2) <그림 24>와 같은 강제 거푸집은 다음과 같은 구조적 기능을 구비하여야 한다.

(가) 거푸집의 구조는 유압잭 등에 의해 기계화된 구조

(나) 내부거푸집은 축 방향으로 용이하게 이동 가능한 구조

(다) 외측거푸집은 고정거푸집으로 하고 회전과 높이 조정이 가능한 구조

(3) 거푸집 제작 시 거푸집 단부 측에 안전난간을 일체형으로 제작 설치하여야 한다.

8.1.3 가교각

(1) <그림 25>와 같은 가교각의 해체 및 조립 시 다음 사항을 점검하여야 한다.



<그림 25> 가교각

(가) 가교각의 각 부분에 있어서의 내력이 충분한지의 여부

(나) 작업지휘자를 선임해서 작업을 직접 지휘하고 있는지의 여부

(다) 유자격자 및 경험자가 작업을 행하고 있는지의 여부

(라) 압출 시 수평력에 저항하는 교각상부의 이음내력은 충분한지의 여부

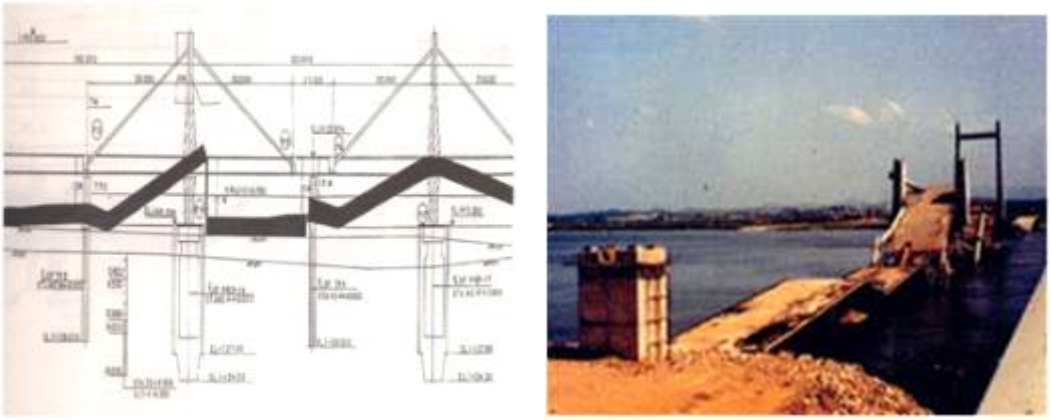
(마) 가교각의 위치, 전후좌우의 각도 등을 압출작업 전후에 점검해서 기록을 보존하고 있는지의 여부

(바) 가교각 상부에 안전작업을 수행하기 위하여 충분한 여유 공간이 있는지의 여부

(사) 가교각의 조립, 해체 등의 고공작업 시 안전설비가 되어 있는지의 여부

(아) 가교각의 해체를 용이하게 할 수 있는 구조로 되어 있는지의 여부

(자) 제작장의 가교각 및 하천과 해수면내 가교각 기초(우물통 등)가 부등침하에 안전한지의 여부와 사장교 등의 공법과 무리한 조합작업 여부(<그림 26> 참조)



<그림 26> 행주대교 우물통 침하 교량 무너짐

8.1.4 횡방향 가이드

(1) 교량 상부구조물 압출작업시 선형성유지, 이탈방지를 위하여 교각 측면에 횡방향 가이드(<그림 27> 참조)를 설치하여야 한다.



<그림 27> 횡방향 가이드

(2) 횡방향 가이드의 폭은 계획 종단상의 중심선(Center line)에 박스 폭 및 미끄럼판의 두께를 더한 길이에 약간의 여유를 두어 설치하여야 한다.

(3) 압출 시 횡방향 가이드에 과도한 횡압력, 마찰력이 작용하여 스트랜드(Strand)의 릴렉세이션(Relaxation)이 발생하지 않도록 수시로 확인 점검하여야 한다.

8.1.5 압출장비 고정지지 빔

(1) 압출장비 고정지지 빔(<그림 28> 참조)은 교량 상부공 전체에 대해 압출 추진할 때 수평력이 가해져도 변위가 발생하지 않도록 충분한 강성이 있어야 하며, 확실하게

고정되어 있어야 한다.



<그림 28> 압출장비 고정지지 빔

8.1.6 증기양생 시설

(1) 보일러 용량은 양생 면적에 적합한 규격을 선택해야 하며, 최소한 1.0톤 이상의 규격의 보일러를 사용하여야 한다.

(2) 비상용 수조를 설치하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 후 급격한 온도변화 방지를 위해 보일러 가동이 중단되지 않도록 해야 한다.

8.1.7 추진코

(1) 부모멘트와 처짐방지를 위하여 선단부에 세그먼트(Segment) 길이의 60~ 70%를 조립하여 연결하는 철골 트러스이며 선단부에 유압잭을 설치하여 압출선단의 처짐량을 조정하여야 한다.

(2) 집중적인 프리스트레스의 작용단면이 발생하지 않도록 분할배치 시공하여야 한다.

(3) 추진코(<그림 29> 참조)와 본체 구조물 연결부는 충분한 전단력을 발휘할 수 있는 체결방식이어야 한다.

(4) 추진코의 제작 조립거치 시 추진코의 하단과 본체 구조물의 하단이 정확히 동일평면에 있어야 하고, 거더의 추진에 지장이 없도록 충분한 정밀도를 가져야 한다.

(5) 추진코 부재 반입 시 안전설비 부착 유무를 확인하여야 한다.

(6) 추진코의 전도방지를 위한 지주 설치 등 전도방지 조치를 실시하여야 한다.



<그림 29> 추진코

(7) 크레인으로 인양 및 조립·해체작업 시 전도방지를 위한 다음과 같은 조치를 하여야 한다.

(가) 지반다짐 및 평탄 작업

(나) 아웃트리거 하부에 받침목 설치

(다) 필요시 콘크리트 타설 및 철판 사용

(8) 추진코가 안전하게 위치할 때까지 크레인으로 고정하며, 볼트체결이 완료된 후에 인양로프를 해체하여야 한다.

(9) 추진코 상부에는 이동용 수평통로 및 승강설비를 설치하여야 한다.

(10) 추진코 상부 작업 시 추락방지를 위한 안전시설(안전난간, 안전대 부착설비 등)을 설치하여야 한다.

8.2 세그먼트 제작・시공

8.2.1 거푸집 설치 및 철근 조립

(1) 거푸집 설치(Setting)시 유압작동에 의한 유압호스의 파손에 주의하여야 한다.

(2) 근로자의 부상방지를 위해 내부거푸집의 윈치 회전부에 덮개를 설치하여야 한다.

(3) 철근 및 강선에 의한 베임 및 찔림에 주의하고, 운반 시 넘어지거나 자재의 낙하가

일어나지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 가공 철근 인양작업 시 낙하물이 발생하지 않도록 2줄 걸이로 하며, 달줄·달포대를 사용하여야 한다.

8.2.2 콘크리트 타설 및 양생

(1) 진동다짐기의 감전방지를 위하여 접지 및 누전차단기가 설치된 분전반의 전원을 사용하고, 작업 전선도 피복손상 유무를 확인하며, 사용 후에는 분해해서 깨끗하게 청소하여야 한다.

(2) 콘크리트 타설시 지반 다짐 및 평편도가 유지된 곳에 펌프카를 설치하며, 받침목도 설치하여야 한다.

(3) 콘크리트 타설 직후 직사광선이나 바람으로 인한 표면건조로 초기균열이 발생하는 것을 방지하기 위한 조치를 해야 한다.

(4) 증기양생 시 콘크리트에 접근을 금지시키며, 화상에 주의하여야 한다.

(5) 보일러의 압력용기가 규정 압력인지를 확인하고, 배관라인의 증기누출 여부도 확인하여야 한다.

8.2.3 거푸집 해체

(1) 거푸집 탈형은 하부 거푸집, 외부, 내부 거푸집 순으로 실시하며, 반드시 탈형 순서를 준수하여야 한다.

(2) 거푸집 탈형 시 거푸집 위에 근로자의 출입을 철저히 통제하며, 임의로 안전시설물을 해체하는 것을 금지하여야 한다.

(3) 작업 전 유압호스의 이상 유무 및 유압잭 작동 상태 등을 철저히 점검하여야 한다.

8.3. 강선(Tendon) 긴장 및 그라우팅

(1) 강선(Tendon)은 세그먼트(Segment) 구조물이 설계 기준강도 85% 이상일 때 긴장하여 즉시 그라우팅 하고, 세그먼트(Segment)와 연결하여 가설중의 사하중, 작업하중에 저항하고 전교량이 압출 완료된 후 전체적으로 2차 강선(Continuity tendon)을

긴장하여 활하중에 저항하여야 한다

(2) 긴장작업은 사전에 감리자가 승인한 긴장 계획서에 따라 수행하여야 한다.

(3) 각 강선(Tendon)의 긴장순서는 가능한 한 구조물에 대칭이 되도록 실시하여 구조물에 편심에 의한 프리스트레스가 도입되지 않도록 주의하여야 한다.

(4) 강선(Tendon)의 양단에 정착구가 있는 경우에는 긴장단의 반대편에 점검요원을 배치시켜 긴장작업 시 이상 유무를 확인하여야 한다.

(5) 긴장 시 인장잭 배면에 보호벽을 설치하거나, 근로자의 접근을 금지시켜야 한다.

(6) 긴장작업 완료 후에는 감리자의 승인을 득한 후 그라우팅을 실시하여야 한다.

(7) 그라우팅 믹서기의 회전부에 덮개를 설치하여야 한다.

(8) 그라우팅 믹서기의 감전방지를 위한 감전예방 조치(접지, 누전차단기 설치 등)를 하여야 한다.

8.4 압출 및 마감

(1) 교량 상부저판과 교좌장치 사이에 미끄럼판(sliding pad)와 그리스 오일(grease oil)을 도포하여 마찰력을 5%이하로 유지한 후, 교량 상부구조물을 10cm/mim 속도로 추진방향으로 밀어내는 작업이며 유압잭을 사용하는 Lift & Pushing Up 방법과 강선을 사용하는 Pulling 방법이 있다.



<그림 30> 압출잭(Lift & Pushing Up)

(2) 압출장치는 거더를 지지하고 원활하게 압출할 수 있도록, 구조물과의 접촉면에서

수직 및 수평력의 전달이 안전하게 고려되어야 한다.

(3) 압출장치는 압출 시의 계산 외에 비틀림 및 휨 모멘트가 작용하지 않도록 압출 시의 받침 높이를 조정할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.

(4) 압출 시 잭의 압출용량이 충분한지를 확인하고, 압출력 및 압출상태 등 압출장비에 대한 이상유무도 점검하여야 한다.

(5) 압출이 시작되면 교량 상부저판과 교좌장치 사이로 동시에 삽입하는 미끄럼판(Sliding Pad)은 앞뒤의 재질이 다르므로 미끄럼 재질이 뒤집어 들어가지 않도록 특별히 주의를 요하며, 무전기, 비상벨 등을 사용하여 긴급시 유압잭 조정자에게 연락이 되도록 하여야 한다.

(6) 가설받침, 겸용받침, 영구받침의 고정작업과 압출 시 미끄럼판의 교체 등을 위하여 교대, 교각 및 가교각 등에 수직통로 및 작업발판, 안전난간을 설치하여야 한다.

(7) 압출잭 작동 근로자는 압출 총책임자의 통제를 반드시 따라야 하며, 추진코나 교각 등에 이상이 발생한 경우에는 압출작업을 중단하여야 한다.

(8) 압출 작업 전에 작업원을 충분히 교육시켜 압출 시 부주의 혹은 과도한 수평력에 의한 구조물의 손상이 일어나지 않도록 하여야 한다.

(9) 거더 압출 시 손가락 협착 등을 방지하기 위한 미끄럼판(Sliding Pad) 삽입방법 등을 사전에 철저히 교육시켜야 한다.

(10) 압출이 완료된 후에는 슈에 보호커버를 하여 온도하강, 습기 등에 의한 고착현상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

(11) 강박스 외부도장 및 염해방지 작업시에는 압출지점 하부에 비계 등을 사용하여 안전하게 작업발판을 설치한 후 작업하여야 한다.

(12) 추진코 처짐 방지를 위해 실시간 모니터링 시스템을 도입하여 압출 과정 중의 처짐을 실시간으로 감시하고, 이상 발생 시 즉각적으로 대응할 수 있도록 한다.

(13) 압출 전 구조적 분석 및 시뮬레이션을 통해 다양한 하중 조건에서의 추진코 처짐을 예측하고, 필요시 보강재를 사용하여 처짐에 대한 저항성을 강화한다.

(14) 추진코의 설계와 형태를 최적화하여 처짐을 최소화하고, 작업 전후로 추진코 및 관련 구조물의 철저한 점검을 하여 작은 균열이나 변형도 조기에 발견하여 대응할 수 있도록 한다.

8.5 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치

(1) 공사 중 인양하중을 고려하여 크레인 용량을 검토하되 외국 제품의 경우 국내의 정격하중 기준이 다를 수 있으므로 유의하여야 한다.

(2) 크레인 작업에는 신호수를 배치하고 운전원과 신호수간 신호를 통일하여 운영하여야 한다.

(3) 크레인에는 낙뢰에 대비하여 추가적으로 피뢰설비를 설치하여야 한다.

(4) 크레인 운전원은 다음의 안전수칙을 준수하여야 한다.

(가) 크레인 사용은 지정된 운전원이 하여야 한다.

(나) 크레인 운전원의 개인보호구 및 장비는 무선조종기 조작장치와 간섭되지 않도록 유의하여야 한다.

(다) 크레인의 안전장치를 임의로 제거 또는 변경해서는 안된다.

(라) 크레인 사용 시 급운전, 급정지, 급강하, 급상승을 하여서는 안된다.

(마) 크레인의 정격 인양하중을 준수한다.

(8) 본 공법에 사용되는 기계기구 등은 주기적으로 안전검검을 실시하여 이상이 발견된 때에는 정상적인 장비로 교체하거나 정비하여 이상이 없음을 확인한 후 사용하여야 한다.

(9) 위험기계·기구의 방호장비를 점검하고 이상이 있는 경우에는 정상적인 제품으로 교체하여야 한다.

(10) 교각, 교대, 가교각 등에 설치되는 안전난간, 사다리 등의 안전시설은 고정형으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(11) 단위 작업반 내에서 의사소통이 미흡한 경우 위험 상황을 초래할 수 있으므로 작업반 구성 시 외국인 근로자가 포함되는 경우 원활한 의사소통을 위하여 사전에 교육・훈련을 실시하여야 한다.

9. MSS 공법 적용 시의 안전 작업

9.1 교각 브라켓 및 이동식 비계

(1) 브라켓을 크레인 등으로 인양하여 교각에 설치할 때에는 고강도 강봉 등의 인장재로 교각에 견고하게 고정하여야 한다.

(2) 브라켓의 측면 작업발판과 연결통로는 제작장에서 제작・설치되어야 한다.

(3) 이동식 비계의 하중을 교각으로 전달하는 형태인 부착형 교각 브라켓을 설치할 때에는 브라켓 구조에 따라 교각에 고정할 수 있도록 홈을 설치하여야 한다.

(4) 이동식 비계의 하중을 지주를 통하여 교각의 기초로 전달하는 형태인 지주형 브라켓은 교각의 양쪽에 설치하고 교각을 감싸는 형태로 보강재 또는 고강도 강봉 등의 인장재로 교각에 견고하게 고정하여야 한다.

(5) 이동식 비계는 이동식 비계에 작용하는 하중을 고려하여 안전성 여부를 검토하고, 이동식 비계의 설치, 이동, 해체작업 단계별 작업방법과 순서, 안전작업 매뉴얼, 근로자와 장비에 대한 안전조치 사항 등이 포함된 작업계획서를 수립하여야 한다.

(6) 이동식 비계의 각 부재를 크레인으로 인양할 때에는 인양용 와이어로프를 부재의 2지점 이상에 결속하고 별도의 유도 로프를 설치하여 안전하게 유도하여야 하고, 공중에서 연결할 때는 작업이 종료될 때까지 크레인에 부재를 확실하게 매달고 있어야 한다.

(7) 이동식 비계에 사용되는 부재의 재질 및 용접상태, 볼트 등의 이상유무를 사전에 확인하여야 한다.

(8) 이동식 비계의 본체 및 유압시스템의 전동기 외함에는 접지를 하여야 한다.

9.2 비계보 및 거푸집

(1) 지상에서 비계보의 각 분절(Segment)을 모두 연결하여 조립한 비계보를 설치할 때에는 전·후 교각의 이동대차 위에 안전하게 지지되도록 설치하여야 한다.

(2) 비계보는 설치 즉시 이동을 방지하기 위하여 로프 등으로 교각에 결속하여야 한다.

(3) 비계보를 설치하기 위하여 전·후방 교각 사이에 가 벤트(Bent)를 설치할 때에는 가 벤트에 작용하는 비계보 하중과 지반 지지력을 검토하여 안전한 구조로 설치하여야 한다.

(4) 비계보 분절을 크레인으로 인양하여 공중에서 연결할 때에는 작업대(Cage)를 설치하여 작업하도록 하는 등 추락재해 예방조치를 하여야 한다.

(5) 교대 후방의 지상에서 비계보 전체길이를 조립하여 이동·설치할 때에는 추진코 등 모든 부재를 조립하여 이동시킬 수 있도록 이동용 레일의 길이를 충분하게 설치하여야 한다.

(6) 비계보를 조립할 때에는 이동용 레일 위에 로울러를 설치한 다음 그 위에서 비계보를 조립하도록 하고, 이때 비계보 이동에 장애가 되지 않는 다른 부재도 함께 설치하도록 하여야 한다.

(7) 비계보 조립 중에 로울러가 불시에 이동하지 않도록 각 로울러 앞·뒤에는 구름방지 조치를 하여야 한다.

(8) 조립이 완료된 비계보는 윈치 또는 유압 실린더 등을 사용하여 교량 상부구조물을 가설하여야 할 위치로 천천히 이동시켜야 한다.

(9) 가로보 및 추진코를 크레인 등으로 인양하여 공중에서 비계보에 조립할 때에는 작업대 등을 설치하여 추락재해를 예방하여야 한다.

(10) 외부 거푸집 조립시에는 측면 거푸집의 작업발판 단부에 미리 지상에서 표준안전난간을 설치한 후 인양하여 조립하여야 한다.

(11) 외부 거푸집을 크레인으로 인양하여 설치할 경우에는 신호수를 배치하고 하부의 근로자를 대피시킨 상태에서 하부의 지주 연결핀을 체결하여야 한다.

(12) 후방 가로보를 설치하기 전에 설치장소의 콘크리트 강도 및 교량 상부 구조물의 강연선 인장작업 완료여부를 확인하여야 한다.

(13) 교량 상부 슬래브 하부에 있는 비계보를 고강도의 강봉 등 현수재로 후방 가로보에 매다는 작업시에는 교량 상부 슬래브에 손상을 주지 않도록 유의하여야 한다.

9.3 비계의 이동

(1) 작업시작 전에 이동작업의 작업방법, 작업순서 및 안전조치 사항에 대하여 근로자에게 주지시켜야 한다.

(2) 최소 1주일 이상의 장기 일기예보를 파악하여 강풍·강우 등의 악천후가 없는 기간에 작업을 완료할 수 있도록 작업계획을 수립하여야 한다.

(3) 이동식 비계를 교량 상부구조물 가설높이에서 이동높이까지 내릴 때(약 100mm정도)에는 콘크리트 구조물이 파손되지 않도록 이동식 비계의 균형을 유지하여야 한다.

(4) 이동식 비계를 다음 작업 경간으로 이동할 때에는 이동작업 방법과 순서에 따라 천천히 이동시켜야 한다.

(5) 유압시스템 작동시 시스템 조작자와 각 브라켓의 유도원 사이에 신호체제를 유지하여 이동식 비계의 본체가 균형을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

(6) 강풍이 예보되면 이동식 비계의 이동작업을 중지하고 강풍에 의하여 전도되지 않도록 비계보를 서로 결속하는 보강재를 설치한 후 교각에 견고히 고정하여야 한다.

(7) 이동대차의 슬라이딩 부분에는 그리스 주입 및 테프론 미끄럼판 안착상태를 확인하여야 한다.

(8) 비계를 이동하는 동안에는 교각 및 브라켓에 충돌하지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 종단구배를 가진 공사구간에서 이동식 비계를 이동할 때에는 추진용유압 실린더가 비계보로부터 분리되어 있을 때 이동식 비계가 중력에 의하여 불시에 이동하지 않도록 이동식 비계의 본체를 항상 수평으로 유지·이동시켜야 한다.

9.4 해체작업

(1) 작업시작 전에 해체작업의 작업방법, 작업순서 및 안전조치 사항을 근로자에게 주지시켜야 한다.

(2) 해체작업순서는 설치순서의 역순으로 실시하여야 한다.

(3) 후방 가로보, 추진코, 가로보 등의 부재를 해체할 때에는 크레인 등 인양기계에 매단 상태에서 부재를 연결하고 있는 연결핀 또는 볼트를 해체하여 완전히 분리시킨 후 지상으로 내려야 한다.

(4) 부재를 해체하여 지면으로 내릴 때에는 신호수를 배치하여 신호하고 해체작업장 하부에는 근로자의 출입을 금지하여야 한다.

(5) 거푸집을 크레인으로 인양하여 지상으로 내릴 때에는 해체되지 않은 다른 부재와 충돌하지 않도록 유도용 로프를 설치하여 유도하여야 한다.

(6) 비계보에서 가로보 해체 시에는 가로보 하부에 부착된 작업발판 위에서 연결핀 또는 볼트를 제거하지 않도록 하여야 한다.

(7) 비계보 해체 시에는 비계보의 이동을 방지하기 위해 크레인에 비계보를 매단 상태에서 비계보와 이동대차를 연결하고 있는 추진용 유압 실린더를 해체하여야 한다.

(8) 비계보를 해체하기 위하여 전·후방 교각 사이에 가 벤트를 설치할 때는 상부에 작용하는 비계보 하중과 지반 지지력을 검토하여 안전한 구조로 설치하여야 한다.

(9) 해체할 비계보를 지면으로 내리기 위하여 크레인으로 인양할 때는 와이어로프를 비계보의 2지점 이상 결속하고 유도 로프를 설치하여 유도하여야 한다.

(10) 이동대차 해체 시에는 이동대차의 차륜 전·후에 구름방지장치를 설치하여 고정된 상태에서 이동대차와 브라켓을 연결하고 있는 유압 실린더를 해체하여야 한다.

(11) 교각에 설치된 브라켓을 해체할 때는 서로 결속하고 있는 인장재를 풀기 전에 브라켓을 와이어로프 등으로 교각 상부에 고정하거나, 크레인 등 인양기계에 매달고 있어야 한다.

9.5 부대 안전시설

(1) 이동식 비계에 설치하는 작업발판, 통로, 안전난간 등 안전시설은 고정형으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 이동식 비계 제작공장에서 설치할 안전시설은 운반 및 보관하는 동안 손상되지 않도록 관리하고, 운반 시 손상을 방지하기 위하여 안전시설을 분리할 때는 인양하여 설치하기 전에 지상에서 미리 부착하여야 한다.

(3) 추락 및 낙하·비래 재해예방을 위한 안전방망은 부재의 조립·해체 등 고소작업을 시작하기 전에 고소작업장 하부 전체에 걸쳐 견실하게 설치하여야 한다.

(4) 이동식 비계에 설치할 고정형 작업발판은 <표 3>과 같다.

<표 3> 작업발판의 설치

구 분	설 치 위 치	비 고
브라켓	교각 브라켓 양쪽	-
비계보	비계보의 상부	비계보 전체에 연속하여 설치
가로보	가로보의 하부	가로보 전체에 연속하여 설치 (단, 양측 비계보의 하부에 천정크레인 형태로 이동하는 이동식 작업대를 설치할 경우 작업발판을 설치하지 않을 수 있음)
추진코	추진코의 상부 또는 하부	추진코 전체에 연속하여 설치
공중작업장소	작업장소별 작업대 설치	작업대에 진출입이 가능하도록 사다리 설치

(5) 이동식 비계에 설치할 고정형 가설통로는 <표 4>와 같다.

<표 4> 가설통로의 설치

구 분	설 치 위 치	비 고
브라켓	지면과 브라켓 사이	-
이동대차	브라켓과 이동대차 사이	-
비계보	이동대차에서 비계보 상부사이	-
	비계보 상부에서 가로보 하부 작업발판 사이	-
추진코	비계보 상부에서 추진코 하부작업발판 사이	-
거푸집	상부구조물 단부의 슬래브 거푸집과 측면 거푸집 상부사이	-

(6) 이동식 비계의 설치, 이동 및 해체 작업시 추락 및 낙하·비래 위험이 있는 장소에 설치할 안전방망은 <표 5>와 같다.

<표 5> 안전방망의 설치

구 분	설치위치	비 고
비계보	양측 비계보 사이 하부	가로보 및 거푸집 설치·해체 작업시 추락 및 낙하물방지
측면 거푸집	양측 측면 거푸집의 하부	측면 거푸집의 설치·해체작업시 추락 및 낙하물방지
도로횡단구간	이동식 비계의 하부	낙하물로부터 통행차량을 보호하기 위하여 안전방망 또는 방호선반 설치

(7) 이동식 비계의 설치, 이동 및 해체 작업 시에 근로자가 추락할 위험이 있는 개구부와 작업발판의 단부에 설치할 안전난간은 <표 6>과 같다

<표 6> 안전난간의 설치

구 분	설 치 위 치	비 고
브라켓	브라켓 작업발판 단부	
교각	교각 상부의 단부	
가 벤트	가 벤트상부의 단부	
가설통로	가설통로 양측	가설계단 및 경사로 양측
거푸집	거푸집 단부	
비계보	비계보 단부	
기타	임시 개구부	소형 바닥 개구부에는 덮개 설치

9.6 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치

(1) 작업 시작 전에 안전담당자를 지정하여 작업을 지휘하도록 한다.

(2) 근로자의 건강 상태를 작업 전에 확인하고, 작업 배치의 적정성을 결정한다.

(3) 안전모, 안전대 등 개인보호구의 상태를 점검하고, 착용 방법을 교육하며, 작업 중에는 착용 여부 및 상태를 확인한다.

(4) 사용되는 모든 기계와 장비에 대해 주기적으로 안전점검을 실시하며, 이상이 발견되면 장비를 교체하거나 정비하여 이상이 없음을 확인한 후 사용한다.

(5) MSS 구조물 및 관련 작업 공간에는 안전난간, 작업발판 등 고정형 안전시설을 설치하여 추락 위험을 최소화한다.

(6) 작업 구역과 이동 경로를 명확히 구획하고, 근로자 외의 인원의 접근을 제한하여 부딪힘 및 끼임 사고를 예방한다.

(7) 크레인 및 기타 이동 장비 작업 시 신호수를 배치하고, 운전원과 신호수 간의 신호를 통일하여 명확한 의사소통을 유지한다.

(8) 야간 작업 시 충분한 조명을 설치하여 작업 구역의 시야를 확보하고, 감전 위험을 방지하기 위해 전기 설비는 절연 처리한다.

(9) 근로자에게 작업 전 안전 교육을 실시하여 작업 절차와 안전수칙을 숙지시킨다. 외국인 근로자가 포함된 경우, 원활한 의사소통을 위한 언어 교육을 추가로 실시한다.

(10) 작업 중 발생할 수 있는 비상 상황에 대비한 대응 계획을 수립하고, 근로자들에게 이를 교육하여 신속한 대응이 가능하도록 한다.

10. FCM 공법 적용 시의 안전 작업

FCM의 시공순서는 아래의 <그림 31>과 같으며, FCM공법을 이용한 교량공사의 시공사진은 아래의 <그림 32>와 같다. 주두부 및 측경간부 시공시 동바리 설치방법, 콘크리트 타설방법, 시공순서 등에 대해 세밀하게 검토하여 안전 작업계획을 수립해야 한다.

10.1 주두부

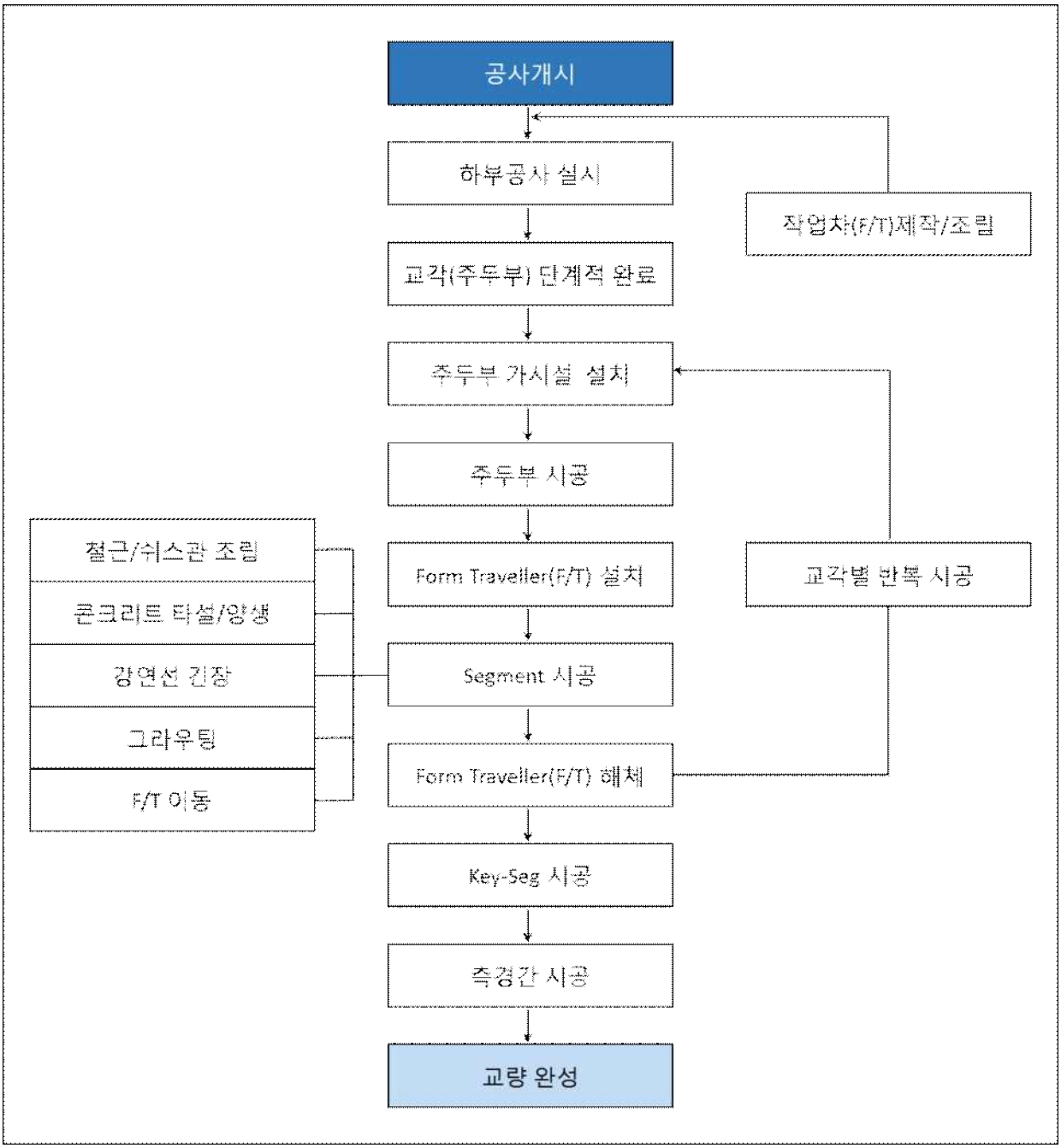
주두부 공사의 전경은 <그림 33>과 같으며 시공 시 유의사항은 다음과 같다.

(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) 스큐류 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.



<그림 31> FCM공법의 시공순서

1) 하부공사	2) 주두부 가시설 설치 및 시공	
		

3) 이동식 작업대차 설치	4) 거푸집, 철근, 쉬스관 조립
	

5) 콘크리트 타설, 양생		6) 강연선 인장
		

7) 그라우팅	8) 키 세그먼트 설치	9) 이동식 작업대차 해체
		

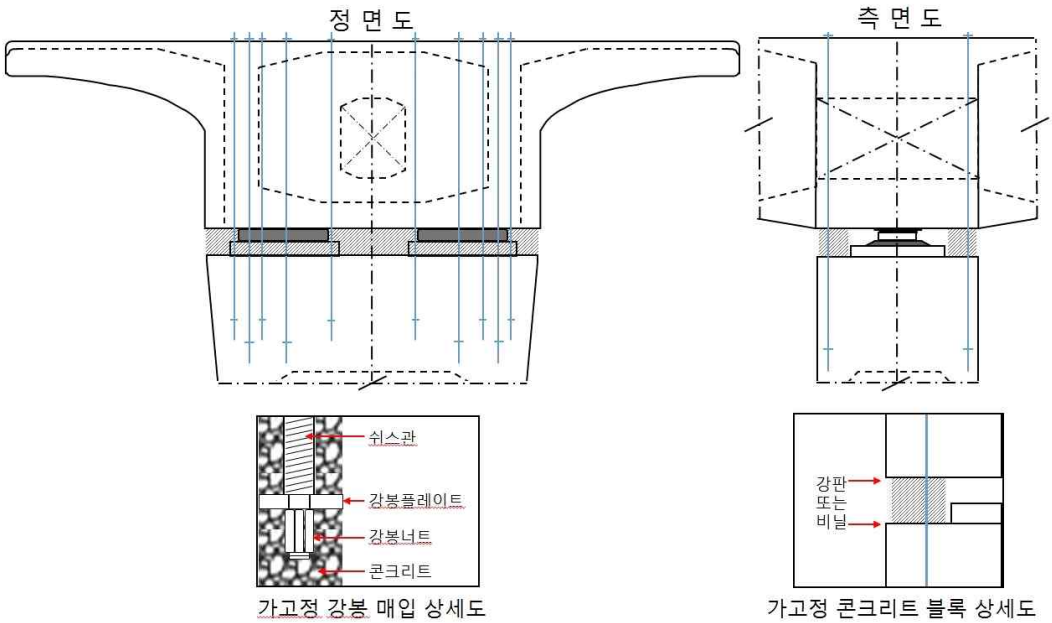
10) 측경간 세그먼트 설치	11) FCM 교량 완성
	

<그림 32> FCM공법의 시공순서 사진



<그림 33> 교각위 주두부 설치사진

(4) 주두부에는 세그먼트(Segment) 시공 중 양측 캔틸레버의 자중차이(콘크리트 타설 및 시공오차), 가설하중의 편재하, 양측 캔틸레버부 중 한쪽 세그먼트(Segment)의 선 시공, F/T 위치 차이, 양측 캔틸레버에 작용하는 풍하중에 의한 상향력 차이, 교축직각방향 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(Segment) 시공시 가벤트(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 34> 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 모르타르(Mortar)로 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 발생되는 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 35> 상부 이동 건설용 리프트

(11) 자재 및 구조물 등의 낙하위험이 있는 구간에는 하부에 근로자들의 출입통제 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 36> 주두부 브라켓에 작업발판 및 안전난간

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

(14) 작업대는 이동 및 작업에 충분한 공간을 확보하여 설치하여야 한다.



<그림 37> 주두부 브라켓에 설치된 거푸집

(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.

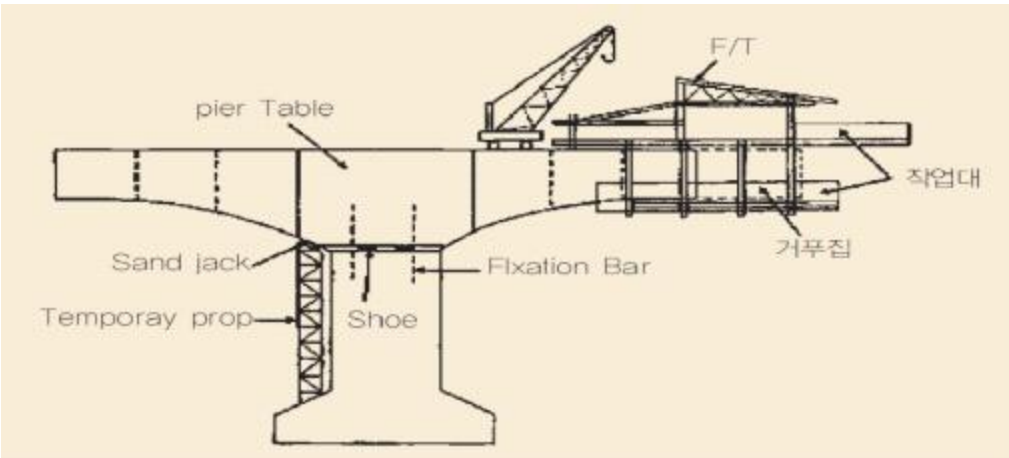


<그림 38> 주두부 브라켓 해체시 근로자 추락 위험 사진

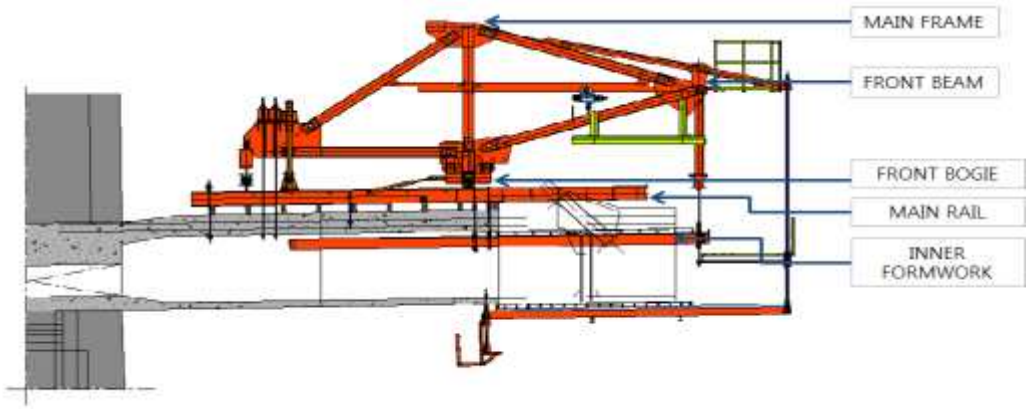
(19) 주로 산간계곡, 바다, 하천을 통과하는 FCM 교량의 특성상 순간풍속이 초당 10미터를 초과하거나 눈, 비 등 외적 환경요인이 악화되는 경우에는 거푸집동바리의 설치, 해체작업을 중지하여야 한다.

(20) FCM 주두부 가시설은 주두부 완성후 세그먼트(Segment) 시공을 위한 이동식 작업대차(Form traveller) 설치를 위하여 해체작업이 선행되어야하며, 해체 시에는 설치시와는 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.

10.2 이동식 작업대차 안전작업



<그림 39> 이동식 작업대차



<그림 40> 이동식 작업대차 세부 구성요소 명칭



<그림 41> FCM 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(Segment) 시공 중 발생하는 모든 하중을 앵커잭(기 타설된 세그먼트(Segment)에 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 세그먼트(Segment)에 레일 앵커를 이용하여 견고하게 고정시켜야 하며, 교량에 고저차가 있는 경우에는 레일의 높이를 조정하여 이동식 작업대차의 수평을 유지하여야 한다.

(9) 단위 작업(세그먼트(Segment) 설치)을 마친 이동식 작업대차를 다음 작업 장소로 이동 후에는 즉시 앵커용 강봉으로 세그먼트(Segment)에 고정시켜야 한다.

(10) 앵커용 강봉은 포스트텐셔닝을 위한 강선과 간섭되지 않는 장소에 설치하여야 하고, 설계에 따른 프리스트레스를 도입하여 긴장시켜 고정하여야 하며, 모든 작업하중에 대한 안전성을 확보하여야 한다.



<그림 42> 이동식 작업대차 이동

(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 볼트체결 이상 유무, 작업대 표면의 결함 유무, 작업대 안전난간 이상 유무 등을 확인하여야 한다.

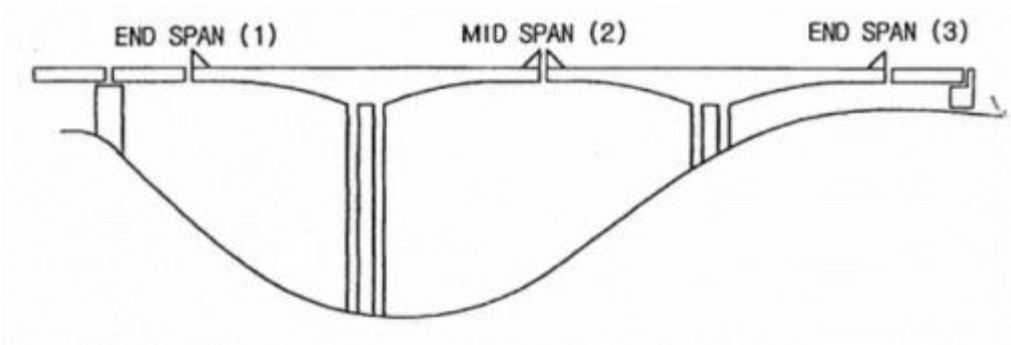
(13) 이동식 작업대차는 풍하중 등의 수평하중에 대한 안전성을 확보하여야 하며, 10 m/sec이상의 강풍시에는 이동식 작업대차의 이동 등의 작업을 행하여서는 안된다.

10.3 세그먼트 시공

10.3.1 시공계획 시 고려사항

(1) 세그먼트(Segment)의 길이(<그림 43> 참조)는 콘크리트의 1일 타설 능력과 이동식

작업대차의 크기 등을 고려하여 결정하여야 한다.



(1),(3) : End Span Key Segment
(2) : Mid Span Key Segment
<그림 43> 키 세그먼트(Segment) 위치도

(2) 캔틸레버 가설 시 신구 콘크리트 사이의 이음부에 단차가 발생하지 않도록 이음부 거푸집(<그림 44> 참조)은 견고하게 설치하여야 한다.



<그림 44> 키 세그먼트(Segment) 거푸집 설치

(3) 이동식 작업대차의 자중, 작업하중, 타설하중 등에 의해서 이동식 작업대차에 발생되는 모든 변형량을 설계자는 검토해야 하고, 시공 시 처짐 관리가 용이한 방법 등을 고려하여야 한다.

(4) 세그먼트(Segment) 작업시에는 다음 사항을 점검하여 이상 유무를 확인하여야 한다.

(가) 세그먼트(Segment)의 처짐

(나) 교각 기초의 침하, 교각의 크리프 건조수축에 의한 영향

(다) 이동식 작업대차 각 부재의 변형

(라) 세그먼트(Segment)의 횡방향 변형

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

(마) 키 세그먼트(Segment) 긴장시 거동의 변화로 인한 간섭 방지대책

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

(7) 중앙 키 세그먼트(Segment)의 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 세그먼트(Segment)는 외측 바닥판 및 거푸집의 설치를 위하여 동바리를 이용할 수 있으며, 시공순서는 중앙 키 세그먼트(Segment) 시공순서에 따른다.

10.3.2 철근, 콘크리트 타설 및 양생 시 안전작업

(1) 작업 전에 추락, 낙하, 전도 등의 위험요인에 따른 재해예방계획을 수립하여야 한다. 또한 거푸집의 헌치(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.



<그림 45> 세그먼트(Segment) 철근조립 및 쉬스관 설치

(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 컴푸레서(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 재해 발생의 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 출입 금지 등의 조치를 취하여야 한다.

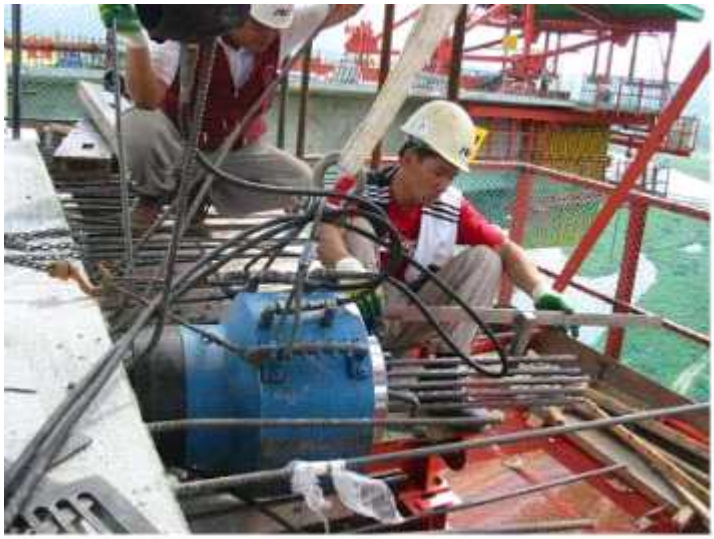
(14) 가열 장소에서 산소 및 유해 가스 농도를 정기적으로 측정하여야 하며, 이를 위한 측정 장비를 사용하여 안전 기준에 맞는 농도를 유지하여야 한다. 농도가 기준치를 초과할 경우 즉시 경보를 발하고 적절한 조치를 취하여야 한다.

10.3.3 프리스트레싱 작업 시 안전작업

(1) 긴장 작업전 작업절차 및 신호방법 등에 대하여 작업자들에게 사전교육을 실시하여야 한다.

(2) 긴장 작업(<그림 46> 참조)은 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.



<그림 46> 세그먼트(Segment) 강연선 인장작업

(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 발생되는 경우에는 작업 중단 후, 관리 감독자에게 알려야 한다.

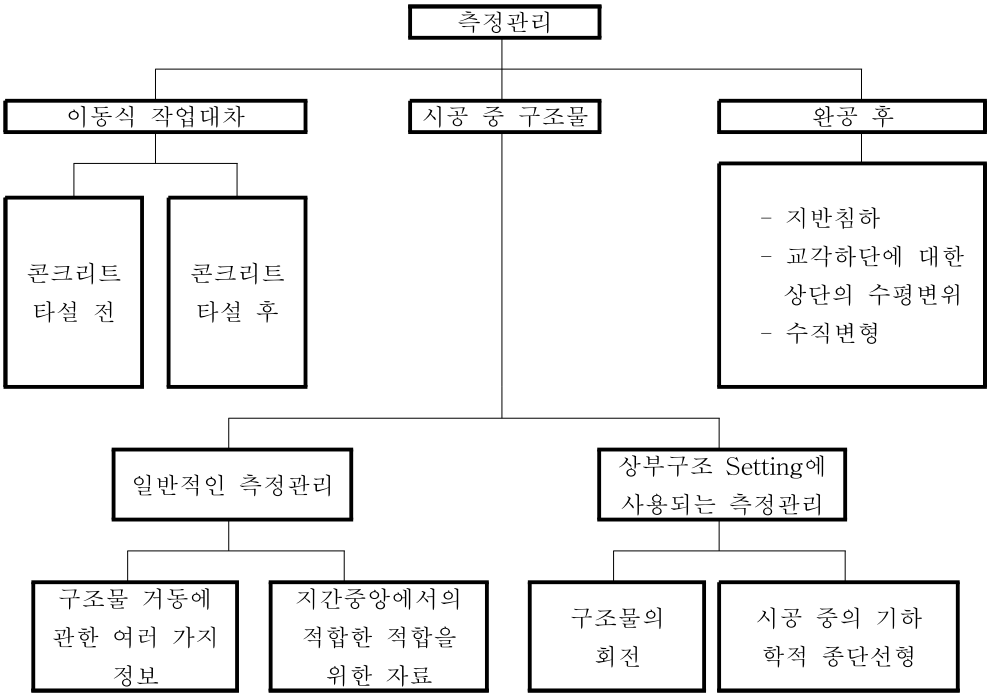
(7) 긴장후 PS강연선의 말단은 구조적인 영향이 없는 길이를 고려하여 절단하여야 한다.

10.4 처짐 안전관리

(1) FCM 공법 적용 교량의 처짐 관리는 계획 종단선형과 키 세그먼트(Segment)의 접합 등 종합적인 시공 상황을 고려하여야 한다. 거푸집 조립시 세그먼트(Segment) 레벨(Segment level)의 상향 솟음값은 콘크리트 타설 후 콘크리트 자중 및 건조수축(Drying shrinkage), 크리프(Creep), 온도응력에 의해서 발생되는 처짐을 반영하여 설정하여야 한다.

(2) 콘크리트 탄성변형, 크리프 변형, 건조수축, 프리스트레스 손실(Prestress loss), 세그먼트(Segment) 자중, 이동식 작업대차 자중 등에 의해 발생하는 처짐은 현장에서 실측하여 설계 계산값과 비교평가를 한 후 조정하여야 한다.

(3) <그림 47>을 참고로 처짐을 지속적으로 관리하여야 한다.



<그림 47> 처짐 측정관리 흐름도

10.5 추락, 끼임, 부딪힘 등의 재해 방지를 위한 기타 안전조치

(1) FCM 구조물 및 관련 작업 공간에는 안전난간, 작업발판 등 고정형 안전시설을 설치하여 추락 위험을 최소화한다.

(2) 작업 구역과 이동 경로를 명확히 구획하고, 근로자 외의 인원의 접근을 제한하여 부딪힘 및 끼임 사고를 예방한다.

(3) 크레인 및 기타 이동 장비 작업 시 신호수를 배치하고, 운전원과 신호수 간의 신호를 통일하여 명확한 의사소통을 유지한다. 모든 운전원은 안전수칙을 준수하고, 지정된 운전원만 장비를 조작한다.

(4) 야간 작업 시 충분한 조명을 설치하여 작업 구역의 시야를 확보하고, 감전 위험을 방지하기 위해 모든 전기 설비는 절연 처리한다.

기술지원규정 제·개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 영남대학교 전병곤 교수

○ 개정사유 : 교량 상부공 가설공법 중 유사성이 많은 지침 등은 “교량 상부공 가설공법에 대한 안전작업지침”으로 통합

○ 주요 개정내용

- 교량 상부공 가설 공사관련 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 통·폐합

KOSHA Guide	정비유형
교량공사(PSM공법) 안전작업지침	통폐합(개정)
ILM 교량공사 안전보건작업지침	통폐합(폐지)
교량공사의이동식 비계공법(MSS) 안전작업지침	
FCM 교량공사 안전보건작업지침	

- 교량공사 지침 중 공통사항 통합
- 교량 가설공법 특성에 따라 세부사항 현행화
- 설계기준(KDS 24 10 10), 표준시방(KCS 14 20 53, KCS 24 20 00)의 개정사항 반영
- 각종 삽화, 사진 등 최신 내용으로 변경

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : D-C-2-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.