

KOSHA GUIDE

C - 83 - 2013

# PCT거더 교량공사 안전보건작업 지침

2013. 9.

한국산업안전보건공단

## 안전보건작업지침의 개요

- 작성자 : 한국안전학회 백신원
  
- 제·개정 경과
  - 2013년 9월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
  
- 관련규격 및 자료
  - 최신 교량공학(동명사, 황학주)
  - 도로교 표준시방서(대한토목학회)
  - 교량공사(PCT거더공법) 시공자료
  - KS D ISO 10721-2 : 강구조물-제2부 : 조립 및 가설
  
- 관련법규·규칙·고시 등
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제379조~제393조
  
- 작업지침의 적용 및 문의

이 작업지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 10월 2일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## PCT거더 교량공사 안전보건작업지침

### 1. 목 적

이 지침은 교량의 상부구조물 시공방법중 비교적 중량이 가벼운 PCT거더를 크레인공법과 압출공법으로 시공 시 발생하는 떨어짐, 부딪힘, 무너짐, 감전 등의 재해를 예방하기 위하여 필요한 작업 단계별 안전사항 및 안전시설에 관한 기술적 사항 등을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

이 지침은 교량공사중에서 PCT거더를 제작장에서 1세그먼트씩 제작하고 압출하거나 크레인을 이용하여 교각 및 가설벤트에 거치한 후 상부슬래브 및 격벽을 시공하여 교량의 상부 구조물을 완성하는 PCT거더 공법에 적용한다.

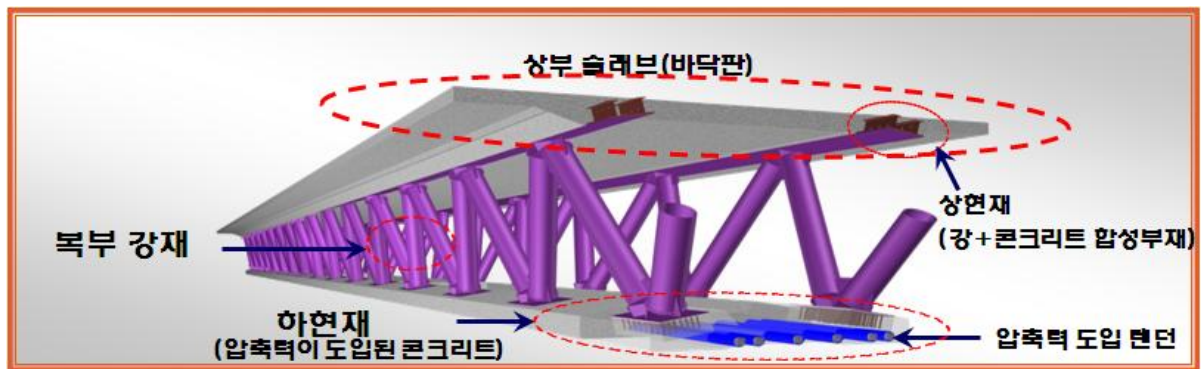


<그림 1> PCT거더 교량

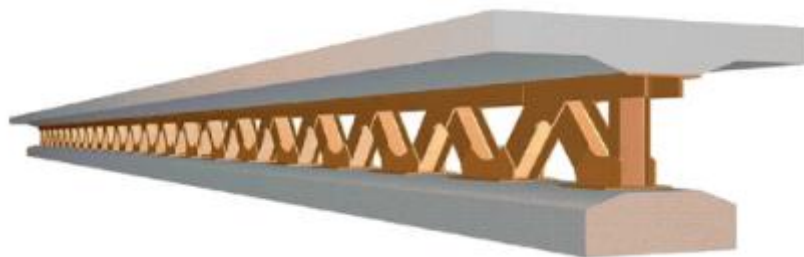
### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “PCT거더교(Prestressed Composite Truss girder bridge)”라 함은 소정의 압축력이 도입된 하현재, 강관으로 만들어진 복부재, 그리고 강콘크리트 합성부재로 형성된 상현재로 구성되는 프리스트레스 복합 트러스 거더형식을 말하며, PCT거더의 종류는 일반적으로 단순거더형 PCT거더와 박스형 PCT거더로 나눌 수 있다. 단순거더형 PCT거더는 기존형식의 합성거더를 대체하는 것을 주 목적으로 고안된 것으로 경간길이 40미터 이하의 크레인에 의해 일괄 가설되는 평면상 직선을 갖는 교량에 주로 적용된다. 박스형 PCT거더는 기존의 강합성박스거더 또는 PSC 박스거더를 대체하기 위하여 고안된 것으로 휨과 비틀림에 대해 매우 큰 강성을 가지고 있어 경간길이 40미터를 초과하는 평면 또는 곡선으로 설계된 교량에 주로 적용된다.



<그림 2> 전형적인 PCT거더



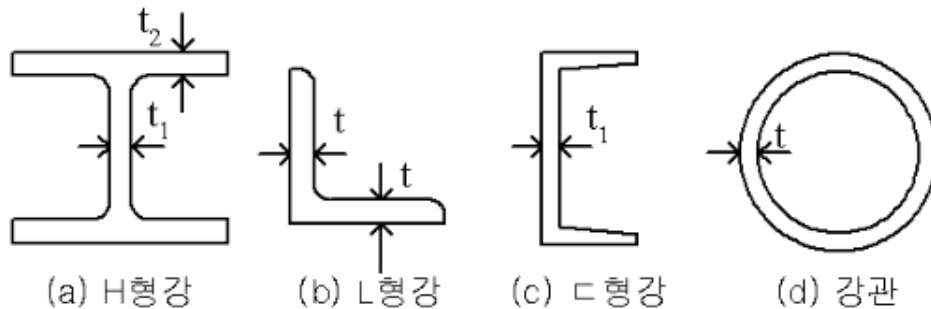
(a) 단순거더형



## (b) 박스형

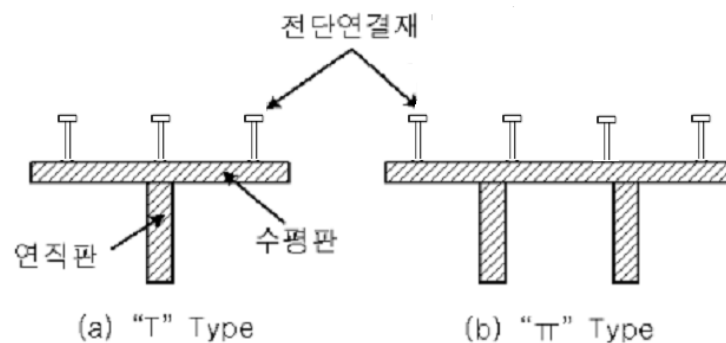
&lt;그림 3&gt; PCT거더 형상 및 종류

- (나) “복부재(Web member)”라 함은 거더에 작용하는 전단력에 저항하는 복부단면을 구성하고 있는 부재를 말하며, PCT거더에서 복부재는 기존의 합성거더에 적용된 판상의 복부구조를 축력을 받는 사재와 연직재로 구성된 축력부재를 말한다. 따라서 PCT거더에는 다양한 형태의 단면형상에 따라 구조용 압연형강 및 강관 등을 적용할 수 있다.



&lt;그림 4&gt; PCT거더 복부재 단면형상

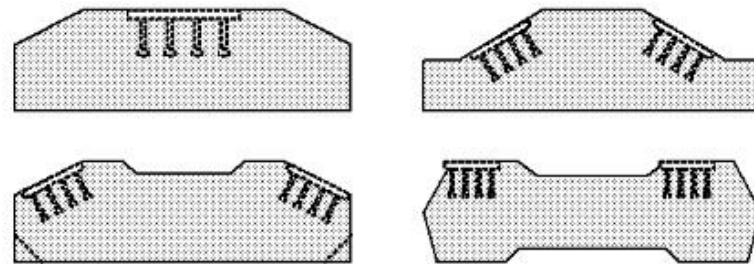
- (다) “상현재(Top flange member)”라 함은 거더에 작용하는 휨모멘트에 저항하는 상부 플랜지를 구성하고 있는 부재를 말하며, PCT거더에서는 복부재와의 결합과 콘크리트 바닥판과의 일체거동을 확보하기 위하여 연직판이 보강된 강재단면이 필요하고 그 단면형상에 따라 T형(T type)과  $\pi$ 형( $\pi$  type)으로 나눌 수 있다.



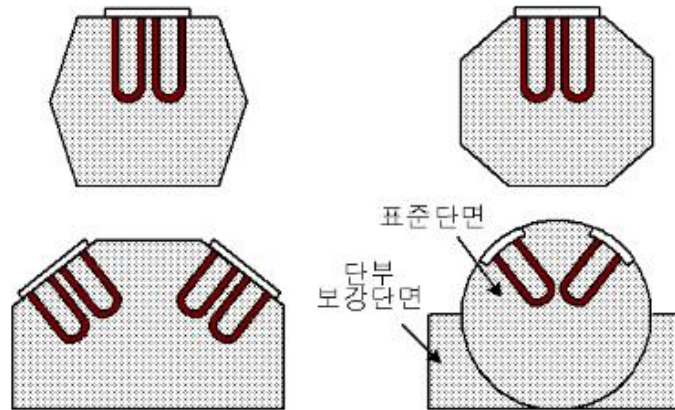
&lt;그림 5&gt; 상현재 단면형상

- (라) “하현재(Bottom flange member)”라 함은 거더에 작용하는 휨모멘트에 저항하는 하부 플랜지를 구성하고 있는 부재를 말하며, PCT거더에서는 복부재와의 연결을 위하여 연결강판을 일정한 간격으로 배치하고 다양한

형상의 콘크리트를 타설한 다음 PSC거더와 마찬가지로 거더의 휨성능 향상을 위해 프리스트레스를 도입하는 부재를 말한다. 특히 하현재는 PCT거더의 높이와 종단형상에 따라 여러 형태로 제작될 수 있다.



(a) 슬래브형



(b) 각형

&lt;그림 6&gt; 하현재 단면형상

(마) “추진코(Launching nose)”라 함은 교량의 최선단에 부착고정시켜 장시간 추진통과시 중량의 PCT거더 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 거친후 분할해서 현장에 운반한 후 조립 설치된다. 또한 추진코는 본체 구조물이 교각에 도달하기 전에 압출방향을 탐지할 수 있는 추진방향 유도역할을 하기도 한다.

(바) “임시 교각(Temporary pier)”이라 함은 상부구조물 압출시 캔틸레버 부모멘트와 처짐을 감소시키기 위해 세그먼트 제작장과 교각 사이에 제작되어진 콘크리트 교각을 말한다. 임시 교각을 설치함으로써 PCT거더를

제작장에서 제작한 후 임시교각으로 이동시켜 압출하기 전에 소요의 강도를 얻기 위한 양생기간을 추가할 수 있고, PCT거더의 이상유무를 사전에 발견할 수 있다.

(사) “횡방향 가이드(Lateral guide)”라 함은 압출시 주형의 세그먼트가 선형을 벗어나는 것을 방지하는 역할과 시공시 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 거푸집의 외측면과 동일하게 설치하며, 직선교량의 경우에는 교각 2개마다 1개씩 설치하나, 곡선교량의 경우에는 매 교각마다 설치한다. 또한 압출 완료 후에도 2차 프리스트레싱이나 온도하중 등에 의한 교량의 중·횡방향 이동을 유도 억제하기 위해 받침이 영구받침으로 환원될 때까지 철거해서는 안된다.

(아) “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 임시교각에 고정한다.

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

(차) “활동방지 지지받침(Breaking saddle)”이라 함은 압출시 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 반복작업시 리프팅 잭(Lifting jack)이 주형을 내려놓을 때 충격을 감소시키는 역할도 한다.

(카) “증기양생시설”이라 함은 PCT거더 세그먼트제작시 강제 거푸집 조립, 철근조립, 쉬스관 설치, 강선배치 등을 하고 콘크리트를 타설한 후 콘크리

트의 소요 강도발현을 위해 실시하는 증기양생을 위한 보일러 시설을 말한다. 일반적으로 증기양생은 콘크리트 타설후 2~3시간후에 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.

(타) “작업장 지붕(Mould cover)”이라 함은 타설된 콘크리트 양생시 대기온도와 외의 차이를 1차적으로 차단시키는 기능과 함께 어느 정도의 강우량에서도 제작시공이 가능하도록 주형제작대 및 강재조립대 주변에 설치하는 가설구조물을 말한다. 지붕설비의 구조형식으로는 철골로 된 고정식과 철골구조 기둥의 하단에 로울러 등을 설치한 이동식으로 나눌 수 있다. 또한 작업장 지붕에는 압출시공중 자재의 운반 등을 위해 현장 조건 및 시공성 등을 고려하여 적절한 형식 및 용량의 하역크레인을 설치할 수 있다.

(하) “추진잭(Launching jack)”이라 함은 PCT거더를 전방으로 밀어내기 위한 장비를 말하며, 일반적으로 수직잭(Lifting jack)과 수평잭(Pushing jack)으로 나눌 수 있다. 수직잭이 활동방지 지지받침에 지지된 상부구조물을 약간 들어 올린 상태에서 수평잭을 작동시켜 1-스트로크(Stroke)만큼 PCT거더를 전방으로 반복 추진시켜 가설하게 된다.

(거) “세그먼트(Segment)”라 함은 강제거푸집을 이용하여 철근을 배근, 강형조립후 콘크리트를 타설하여 만든 1스판의 PCT거더를 말하며, 이를 반복 제작하고 압출하여 PCT거더 교량을 완성하게 된다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법시행령, 같은 법시행규칙 및 안전규칙에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. PCT거더교의 특징 및 가설공법의 종류

(1) PCT거더교의 주요 특징은 다음과 같다.



- (가) 중단 및 평면선형에 제약을 받지 않는다.
- (나) 적용가능한 경간장의 범위가 넓다.(단경간 : 30미터 ~130미터,  
연속교 : 30미터 ~150미터)
- (다) 현장 가설여건에 따라 다양한 가설공법의 적용이 가능하다.(크레인,  
ILM, 가설벤트, FCM, MSS 등)
- (라) 다중 거더 적용시 낮은 형고비가 가능하다.
- (마) 개발형 단면구조로 조망 투과율이 높고, 풍하중에 대한 영향을 적게 받는다.

(2) PCT거더교의 주요 가설공법은 다음과 같다.

(가) 크레인공법

- ① 경간장에 맞게 PCT거더를 지상에서 미리 조립 및 제작
- ② 인양용 와이어로프를 연직재의 중심축선상에 위치한 상연재에 부착된  
연결고리에 고정
- ③ 두 대의 크레인을 이용하여 양 단부를 동시에 인양하여 거치
- ④ 상현재 거푸집 설치, 철근배근, 콘크리트 타설

(나) 압출공법

- ① 제작장에서 1세그먼트의 PCT거더 조립 및 제작
- ② 추진코(Nose) 제작 및 부착
- ③ 압출하여 거치
- ④ 상현재 거푸집 설치, 철근배근, 콘크리트 타설

(다) 가설벤트공법

- ① 소정의 길이로 PCT거더를 지상에서 미리 조립 및 제작
- ② 가설벤트 조립 및 설치
- ③ 크레인을 이용하여 PCT거더 인양 거치
- ④ 상현재 거푸집 설치, 철근배근, 콘크리트 타설

(3) 본 안전보건작업 지침은 PCT거더 주요 가설공법중 지상에서의 크레인공법 및 압출공법에 대한 주요 내용이며, 해상에서의 작업 및 타 가설공법을 적용하는 경우에는 해당 작업지침을 참고하여야 한다.

## 5. 작업계획 수립 시 주요 검토사항

- (1) 안전보건총괄책임자는 각 세부공정별로 위험성평가를 실시하고 위험등급에 따른 관리대상 공정을 정하여 재해예방대책을 수립하고 작업하여야 한다.
- (2) 공사현장의 제반여건과 설계도서에서 정하고 있는 작업단계별 작업방법이 부합하고 공사용 장비 적용상의 문제가 없는지 검토한 후 구체적인 작업계획을 수립하여야 한다.
- (3) 작업계획서는 본 공법에 대한 이해와 경험을 갖춘 자가 수립하여야 한다.
- (4) 기 제작된 PCT거더 구성부재, 추진코(Nose) 및 강제 거푸집 등은 반입해서 사용하기 전에 구조 전문가가 구조적 안전성 및 부재의 결함·손상여부를 확인하여야 한다.
- (5) 크레인을 사용하여 장비의 반입·반출, 부재의 조립 및 해체작업을 하는 경우에는 작업방법 및 순서 등이 포함된 중량물 취급 작업계획을 수립하여야 한다.

## 6. 시공전 공통 안전사항

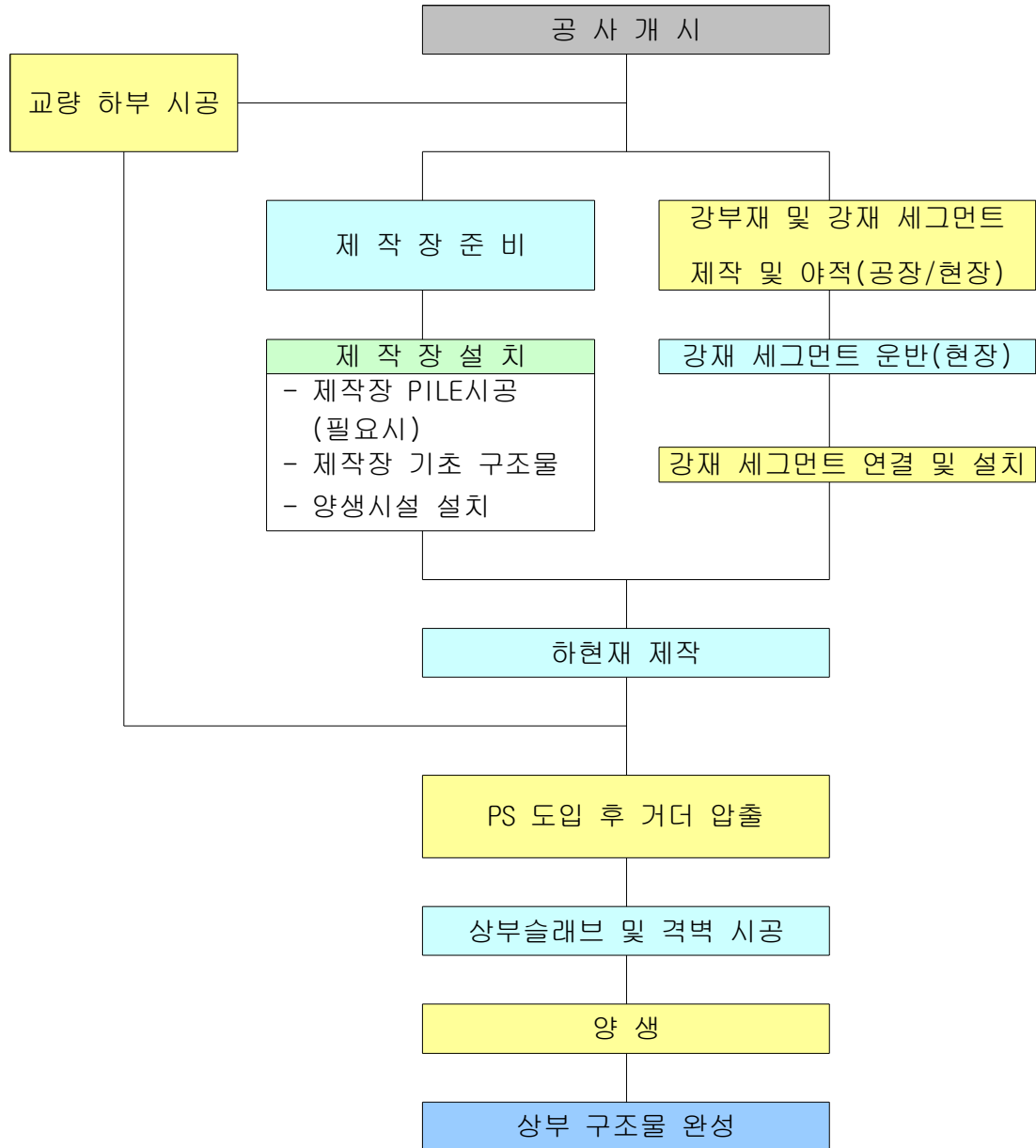
- (1) PCT 거더교의 공사에 관련된 공사계약내용 및 계약서의 내용, 교량설계도 및 설계서의 내용, 공사시방서의 내용 등을 파악하여 이에 따른 준비를 하여야 하고 설계도서의 시공순서를 준수하여야 한다. 다만, 현장여건과 일치하지 않아 설계를 변경할 경우 관련 구조전문가의 검토를 통해 시공단계별 안전성이 확보되어야 한다.
- (2) 강재의 규격 및 수량, 품질확인, 조달방법 및 인수장소, 사전조사 등 제작공사에 준비할 사항을 계획하여 관리감독자 및 감리자에게 제출한 후 추진하여야 한다.
- (3) 교량제작을 함에 있어 안전하고 효율적으로 작업을 하기 위해 시공계획서를 작성하기 전에 다음 사항과 같은 사전조사를 실시하여야 한다.
  - (가) 강제 생산공장 및 제작공장 위치
  - (나) 강제 인수장소 및 제작공장까지 운송수단, 운송로
  - (다) 강재인수 후 보관장소

- (라) 제작공장 설비상태 및 제작능력
  - (마) 제작과정별 검사 및 품질관리 체계
  - (바) 관련법규 및 관계기관과의 협의할 사항 등
- (4) 사전조사 후 재료조달 및 제작 후 가설현장으로 운송하는데 공공에 피해가 없도록 하고, 부재에 변형이나 손상이 없도록 안전하게 운송하여야 한다.
- (5) 공사용 진입도로는 다음 사항을 고려하여야 한다.
- (가) 공사용 진입도로는 로폭, 경사도, 노면, 다짐도, 주위의 교통상황 등을 고려하여 작업차량이 안전하게 진출입이 가능한 위치에 두어야 한다.
  - (나) 공사구역에 연결하기 위해서는 공사초기에 설치할 도로의 노반과 보조기층을 깔고 공사기간중에 사용할 수 있는 임시진입도로를 건설해서 유지관리하여야 한다.
  - (다) 진입도로의 마감처리는 모든 운반작업의 출입에 지장이 없고 악천후에 사용할 수 있고 시공작업이 용이하도록 하고, 현장내 및 주위에도 가설 도로를 설치하고 마감면처리를 하여야 한다.
  - (라) 작업진행에 따라 필요하면 연장하거나 이설해야 하며, 교통정체를 없게 하기 위해서는 필요한 우회도로를 두어야 한다.
  - (마) 차량이 현장구역외 지역 및 시가도로에 진입하기 전에 차륜에서 뿜어나 오물 등을 제거할 수 있는 세륜·세차설비를 갖추어야 한다.
- (6) 공사표지판은 다음 사항을 고려하여야 한다.
- (가) 공사표지판은 발주자가 지정하는 크기, 재료, 색상 및 방법으로 제작하여야 한다.
  - (나) 표지판에는 공사명, 발주자, 감리원 및 시공자와 주요 하수급자, 공사기간 등을 명시하여야 한다.
  - (다) 표지판은 현장에서 감리자가 지정한 위치에 설치해야 하며, 감리자의 허가없이 다른 표지판을 설치해서는 안된다.

## 7. 압출공법 안전작업

### 7.1 압출공법 시공순서

(1) 압출공법에 의해 PCT거더를 설치하는 시공순서는 다음과 같다.



<그림 7> 압출공법 시공순서도

(2) 본 작업지침에서 언급되지 않은 기타 압출공법에 대한 사항은 KOSHA GUIDE C-10-2011(교량공사(I.L.M공법) 안전보건작업 지침)에 따른다.

## 7.2 압출전 시공

## 7.2.1 제작장

- (1) 제작장의 위치는 설계단계에서 압출진행방향, 인접한 도로상황, 추진코 및 경간의 길이, 제작장의 길이, 거더의 전도에 대한 안전성 등을 종합적으로 고려하여 적절하게 결정하여야 한다.
- (2) 제작장은 거더 제작과 야적에 충분한 면적을 확보된 곳이어야 하며, 자재의 반입·반출이 용이한 곳이어야 하고, 강우 등으로 인한 배수가 충분히 이루어지는 곳이어야 한다.
- (3) 제작장은 평탄성을 유지하여야 하며 부등침하가 발생하지 않도록 충분한 기초지반의 지지력이 확보되어야 한다.
- (4) 각 세그먼트가 일정한 규격대로 시공될 수 있도록 기초구조물은 암반에 파일로 지지된 충분한 내력을 지닌 콘크리트 기초구조물이 되어야 한다.
- (5) 공법의 특성상 동일장소에서 1세그먼트씩 반복하여 제작 시공하므로 제작장의 위치오차는 거더가 제작될 수록 누적되어 전체 교량의 선형에 영향을 미치므로 슬라이딩 레일(Sliding rail) 설치 시 오차가 발생되지 않도록 주의하여야 한다.
- (6) 파일 향타 및 장비 작업 시 회전 및 이동에 의한 협착재해를 예방하기 위하여 구획을 설정 근로자를 통제하고 감시자를 배치하여야 한다.
- (7) 파일 향타기의 해머비트 낙하로 인한 재해방지를 위해 시공 전 와이어 로프 상태를 점검하여야 한다.
- (8) 버림 콘크리트 타설시 지내력을 확보된 곳에 펌프카를 설치하며, 받침목도 설치하여야 한다.
- (9) 제작장 내의 근로자 이동통로에는 가설통로를 설치하고 양측단부에는 안전난간을 설치하는 등 추락위험장소에는 추락방지조치를 하여야 한다.
- (10) 제작장 내의 가설전기시설에 대해 감전재해를 예방하기 위하여 다음사항

을 점검하여야 한다.

(가) 가설전기 용량의 적정성 및 분·배전반 등 시설배치의 적정여부

(나) 누전차단기 설치 및 접지상태 등

(11) 제작장 내에는 외기 및 바람을 차단하고 양생을 효과적으로 할 수 있는 작업장 지붕(Mould cover)를 설치하여야 한다.

(12) 작업장 지붕은 제작장 길이 및 작업성을 고려하여 몇 개로 분리하여 제작할 수 있는데, 이때 이음부 간격은 최소가 되어야 하고, 하부의 물러는 이동에 지장이 없도록 관리되어야 한다.

(13) 제작장에 설치하는 무빙크레인 설치 사용 전에 관계기관으로부터 안전인증을 받아야 하고, 작업시 적절한 와이어로프를 사용하고, 작업반경내 근로자의 접근을 금지시켜야 한다.

### 7.2.2 증기양생 시설

(1) 보일러 용량은 양생면적에 적합한 규격을 선택해야 하며, 고장에 대비하기 위해 예비 보일러를 구비하여야 한다.

(2) 보일러 가동 전 안전밸브, 압력제한 스위치, 압력계, 자동경보장치 등의 정상 작동여부를 확인하여야 한다.

(3) 비상시를 대비하여 비상용 수조를 설치하여야 한다.

(4) 콘크리트 타설후 급격한 온도변화 방지를 위해 보일러 가동이 중단되지 않도록 주의해야 한다.

(5) 보일러의 압력용기가 규정압력인지를 확인하고, 배관라인의 증기노출도 확인하여야 한다.

### 7.2.3 가교각

(1) 압출공법에서 압출교대와 제작장 사이의 리드(Lead) 구간에는 일반적으로

다음과 같은 목적으로 임시 가교각을 설치하여야 한다.

- (가) 최종(Last) 압출시 PCT거더 구조물의 캔틸레버(Cantilever) 길이 축소
- (나) 강도발현이 낮은 초기재령의 세그먼트 압출
- (다) 압출진행 발생 유도를 위한 횡방향 가이드(Lateral guide) 설치

(2) 가교각의 제작 및 해체 시 다음사항을 고려하여야 한다.

- (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) 압출시 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 여유공간이 있는지의 여부
- (사) 가교각 제작, 해체 등의 고공작업시 안전설비가 되어 있는지의 여부
- (아) 가교각의 해체를 용이하게 할 수 있는 구조로 되어 있는지의 여부
- (자) 가교각의 기초가 안전한지의 여부

#### 7.2.4 횡방향 가이드(Lateral guide)

- (1) 가교각 및 교각시공시 강연선 텐던으로 횡방향 가이드를 설치할 수 있도록 미리 쉬스관(강연선 텐던용 슬리브)을 매설하여야 한다.
- (2) 횡방향 가이드의 폭은 계획 종단상의 중심선(Center line)에 박스 폭 및 미끄럼판의 두께를 더한 길이에 약간의 여유를 두어 설치하여야 한다.
- (3) 횡방향 가이드 설치 및 해체시에는 안전성 확보를 위해 충분한 용량의 크레인을 사용하여야 하며, 횡방향 가이드 고정 시 여유있는 인장재를 이용하여 설계 인장력이 확보될 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 압출시 횡방향 가이드에 과도한 횡압력 및 마찰력이 작용하여 스트랜드(Strand)의 릴렉сей션(Relaxation)이 발생하지 않도록 수시로 확인 점검하여야 한다.

- (5) 압출 완료 후에도 횡방향 가이드가 2차 인장작업이나 신축하는 장기간 교량의 종횡방향 이동에 대한 방향을 유도하거나 억제시키는 역할을 하기 때문에 PCT거더의 상부구조물이 영구 교좌장치에 의한 베어링(Bearing) 기능을 할 때까지는 횡방향 가이드를 철거해서는 아니된다.
- (6) 횡방향 가이드를 해체시에는 기존 구조물에 손상이 없도록 주의하여야 하며, 쉬스관 매설로 만들어진 덕트(Duct)는 그라우팅을 하여야 한다.
- (7) 크레인으로 횡방향 가이드 설치 및 해체 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) 크레인으로 횡방향 가이드 설치 및 해체 시에는 적정의 인양용 와이어로프를 사용하여야 하며, 사용 전에 미리 인양용 와이어로프 및 인양고리 등을 점검하여야 한다.
- (9) 크레인으로 횡방향 가이드 설치 및 해체 시에는 신호수를 배치하고 작업반 경내에는 근로자의 출입금지 조치를 실시하여야 한다.

### 7.2.5 압출교대



<그림 8> 압출교대

- (1) 압출교대는 교량 상부공 전체를 압출 추진하기 위해 수평력을 가할 때 변위가 발생하지 않도록 충분한 내력을 가진 구조물이 되어야 한다.



- (2) 압출장비 고정도 교량 상부공 전체를 압출 추진하기 위해 수평력을 가할 때 변위가 발생하지 않도록 충분한 강성과 고정이 되어 있어야 한다.

### 7.3 PCT거더 세그먼트(Segment) 제작



<그림 9> PCT거더 세그먼트 제작순서

#### 7.3.1 PCT거더 거푸집

- (1) 압출공법에 사용하는 거푸집은 장기간에 걸쳐 반복해서 조립, 해체가 이루어지므로 변형이 발생하지 않을 정도의 충분한 강성을 가져야 하고, 거푸집을 고정시킨 구조물의 침하가 발생하지 않아야 한다.
- (2) 거푸집은 제작 설치에 따른 점검사항은 다음과 같다.
- (가) 설계도면의 시공성 검토 및 수정
  - (나) 각 부재의 절단 및 조립 치수
  - (다) 주요 프레임 고정용 철물 설치 확인
  - (라) 현장 설치기준용 슬라이딩 레일(Sliding rail)의 선형 및 시공 정밀도
  - (마) 바닥거푸집, 측벽거푸집의 단면형성 레벨, 선형, 변화부 표고 등

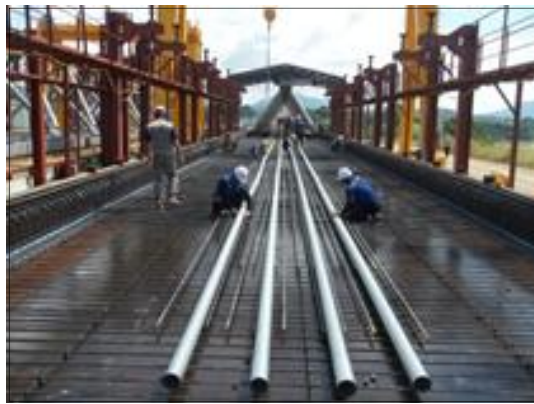
- (3) 거푸집은 반복해서 조립되고 사용되므로 매 사용시마다 거푸집의 변형 등을 점검하여야 하고, 거푸집 조립이 완료된 후에도 정밀도 및 이격거리 확보 등을 점검하여야 한다.
- (4) 거푸집 조립작업중 근로자의 추락방지를 위한 안전대 부착시설을 설치하여야 한다
- (5) 거푸집 반입시 거푸집 단부측에 안전난간의 설치여부를 확인하여야 한다.
- (6) 바닥판과 단부측, 지상에서 거푸집 상부측으로 이동할 수 있는 이동용 승강 설비를 설치하여야 한다.
- (7) 거푸집 박리제로 인한 작업자의 미끄러짐이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.
- (8) 거푸집 셋팅(Setting)시 유압작동에 의한 유압호스의 파손에 주의하여야 한다.
- (9) 그라인더로 거푸집 면 정리 시 감전재해를 예방하기 위해 사용 전 접지 및 전선피복을 점검하여야 한다.
- (10) 거푸집 바닥의 개구부는 근로자의 추락방지를 위해 덮개를 설치하여야 한다.

### 7.3.2 철근 조립

- (1) 철근 절단기 및 절곡기에 감전사고 예방을 위해 접지를 하고 누전차단기를 설치한다.
- (2) 철근 적치 시에는 전도재해를 예방하기 위해 받침목을 설치하여야 한다.
- (3) 근로자들의 근골격계질환을 예방하기 위해 철근 소운반 시 운반량을 25키로그램으로 제한하여야 한다.
- (4) 가공 철근 인양작업시 낙하물이 발생하지 않도록 2줄 걸이로 하고, 달줄·달

포대를 사용하여야 하며, 하부 및 부근에는 관계근로자 이외의 근로자들의 출입을 금지시켜야 한다.

- (5) 돌출된 철근 단부에는 근로자들이 찢리지 않도록 캡 등을 씌워야 한다.
- (6) 철근 배근 및 거푸집 설치 시 추락방지를 위해 작업높이를 감안한 안전난간이 부착된 작업대를 설치하여야 하고, 안전난간이 없는 높이 2미터 이상의 작업의 경우에는 반드시 안전대를 착용하여야 한다.



<그림 10> PCT거더 철근배근 및 쉬스관 매설

### 7.3.3 복부 강재 조립 및 설치

- (1) PCT거더에 쓰이는 강형의 제작시에는 재료의 검사, 용접검사외에 특히 강형의 높이, 솟음에 대하여 검측을 실시하여야 한다.
- (2) 여러 부재의 조립이나 용접 시 변형이나 처짐 등이 없어야 하며, 반복적인 조립진행작업은 조립대 위에서 하여야 한다.
- (3) 용접전에 철판과 철판사이는 정확히 검측하여야 하고, 조립을 위해 사용되는 볼트나 이형강봉을 사용하는 각 부재도 정확히 검측하여야 한다.
- (4) 가조립 점검에서 중요한 결점이 발견된 강형구조물과 용접부분에 변형이 발생된 강형구조물은 사용해서는 안된다.
- (5) 가조립은 가조립부재에 의해 침하가 발생되지 않는 지지대에서 각 부재가

무응력상태가 되도록 가조립을 하여야 한다.

- (6) 가조립검사의 정확성을 확보하기 위해 기준점을 정하여야 하며, 이 기준점을 근거로 하여 교량의 솟음, 비틀림, 각 격점의 위치, 저판의 중심간 길이 높이 등의 허용차를 검측하여야 한다.
- (7) 가조립검사 시 시간과 기온을 기록하여 현장설치시 참고하여야 한다.
- (8) 가조립 해체는 가조립의 역순으로 하여야 하며, 변형 또는 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (9) 화염과 불꽃(Spark)을 이용한 용접 및 절단작업을 할 때에는 다음의 조치를 하여야 한다.
  - (가) 근로자는 해당 작업에 숙련된 자
  - (나) 소화설비가 작업지역 근처에 있어야 하고 언제나 긴급 상황에 대처할 수 있게 준비상태를 유지
  - (다) 산소와 아세틸렌 호스 정리정돈 및 연료원의 방호조치
  - (라) 불티, 불꽃의 유입을 방지하기 위한 비산방지 방염포 설치
  - (마) 전기배선 등의 작업은 전기담당자가 실시하고 정기적으로 점검
- (10) 강형부재의 조립완료검사는 다음 사항을 확인하여야 한다.
  - (가) 휨 및 솟음 계측
  - (나) 이음부 구멍의 정도
  - (다) 이음 부재사이의 표면간격
  - (라) 각 항목별 오차 측정 및 정밀도 기준비교
- (11) 강형부재의 인양 및 하역작업시에는 와이어로프를 2줄걸이로 인양 및 하역 작업을 하여야 한다.
- (12) 강형부재 적치불량으로 인한 넘어짐 재해를 예방하기 위하여 자재하역 전 하역장소의 평탄성을 확인하고 받침목 설치상태를 확인하여야 한다.
- (13) 강형부재의 인양 및 하역작업시에는 신호수를 배치하고 작업반경내에는 근로자의 출입금지 조치를 실시하여야 한다.

- (14) 강형부재의 조립 및 용접 작업 시 적절한 작업대를 설치하는 등의 근로자 떨어짐 방지조치를 하여야 한다.



<그림 11> 강형 조립

#### 7.3.4 콘크리트 타설 및 양생

- (1) 콘크리트 타설방법 및 순서를 준수하여야 한다.
- (2) 콘크리트 호스 이동중 근로자가 철근에 발이 걸려 넘어지는 재해를 예방하기 위해 콘크리트 타설경로를 따라 임시 작업발판을 설치하여야 한다.
- (3) 거푸집의 변형 및 파손, 편심하중 방지하기 위해 한 곳에 집중 타설하는 것을 금지하여야 한다.
- (4) 진동다짐기의 감전방지를 위해 접지 및 누전차단기가 설치된 분전반의 전원을 사용하고, 작업전선도 피복손상 유무를 확인하며, 사용후에는 깨끗하게 청소하여야 한다.
- (5) 콘크리트 타설시 지반 다짐 및 평면도가 유지된 곳에 펌프카를 설치하며, 받침목도 설치하여야 한다.
- (6) 콘크리트 타설직후 직사광선이나 바람으로 인한 표면건조로 초기균열이 발생하는 것을 방지하기 위한 조치를 해야 한다.

(7) 증기양생시 콘크리트에 접근을 금지시키며, 화상에 주의하여야 한다.

### 7.3.5 거푸집 해체

- (1) 거푸집 탈형은 하부거푸집, 측벽거푸집, 내부 거푸집순으로 실시하며, 반드시 탈형순서를 준수하여야 한다.
- (2) 거푸집 탈형시 거푸집위에 근로자의 출입을 철저히 통제하며, 임의로 안전 시설물을 해체하는 것을 금지하여야 한다.
- (3) 작업전 유압호스의 이상 유무 및 유압잭 작동 상태 등을 철저히 점검하여야 한다.
- (4) 탈형 전에 맞음 재해 등을 예방하기 위해 상부 자재 등을 미리 정리하여야 한다.

### 7.3.6 긴장작업 및 그라우팅 작업

- (1) 긴장작업은 사전에 감리자가 승인한 긴장 계획서에 의거하여 수행하여야 한다.
- (2) 돌출된 강연선 단부에는 근로자들이 찢리지 않도록 캡 등을 씌워야 한다.
- (3) 강연선 설치 작업대에는 근로자들의 추락방지를 위해 단부에는 안전난간을 설치하여야 한다.
- (4) 인장잭은 중량물이므로 인장잭의 낙하로 인한 근로자부상 방지를 위해 주의하여 취급하여야 한다.
- (5) 각 텐던의 긴장작업 순서는 가능한 한 구조물에 대칭이 되도록 실시하여 구조물에 편심에 의한 프리스트레스가 도입되지 않도록 주의하여야 한다.
- (6) 텐던의 양단에 정착구가 있는 경우에는 긴장단의 반대편에 점검요원을 배

치시켜 긴장작업시 이상유무를 확인하여야 한다.

- (7) 긴장작업시 강선의 파단으로 인한 근로자들의 부상방지를 위해 인장책 배면에 보호벽을 설치하거나, 현장 근로자의 출입을 금지시켜야 한다.
- (8) 긴장작업 완료 후에는 감리자의 승인을 득한 후 그라우팅을 실시하여야 한다.
- (9) 그라우팅 믹서기의 회전부에 덮개를 설치하여야 한다.
- (10) 그라우팅 믹서기의 감전방지를 위한 감전예방 조치(접지, 누전차단기 설치 등)를 하여야 한다.

#### 7.4 추진코



<그림 12> 추진코

- (1) 집중적인 프리스트레스의 작용단면이 발생하지 않도록 분할 배치 시공하여야 한다.
- (2) 추진코와 본체 구조물 연결부는 충분한 전단력을 발휘할 수 있는 체결방식이어야 한다.
- (3) 추진코의 제작 조립거치시 추진코의 하단과 본체 구조물의 하단이 정확히 동일평면에 있어야 하고, 거더의 추진에 지장이 없도록 충분한 정밀도를 가

저야 한다.

- (4) 추진코 부재 반입시 안전설비 부착 유무를 확인하여야 한다.
- (5) 추진코의 전도방지를 위한 지주 설치 등 전도방지 조치를 실시하여야 한다.
- (6) 크레인으로 추진코 설치 및 해체 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
- (7) 크레인으로 추진코 설치 및 해체 시에는 적정의 인양용 와이어로프를 사용 하여야 하며, 사용 전에 미리 인양용 와이어로프 및 인양고리 등을 점검하 여야 한다.
- (8) 크레인으로 추진코 설치 및 해체 시에는 신호수를 배치하고 작업반경내에 는 근로자의 출입금지 조치를 실시하여야 한다.
- (9) 추진코가 안전하게 위치할 때까지 크레인으로 고정하며, 볼트체결이 완료된 후에 인양로프를 해체하여야 한다.
- (10) 추진코 상부에 수평통로 및 이동용 승강설비를 설치하여야 한다.
- (11) 추진코 상부 작업시 추락방지를 위한 안전시설(안전난간, 안전대 부착설비 등)을 설치하여야 한다.

## 7.5 슬라이딩 패드(Sliding pad)

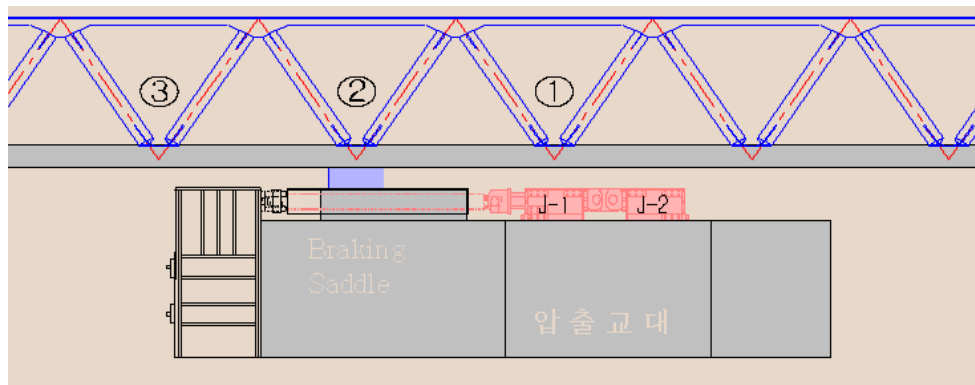
- (1) 슬라이딩 패드는 제작장, 횡방향가이드, 교대 및 교각, 추진코 연결거더 등 에 맞는 적정규격 제품을 사용하여야 한다.
- (2) PCT거더는 격점 구조이므로 슬라이딩 패드 삽입 시 근로자들에게 공사전



에 충분한 교육을 실시하여야 한다.

- (3) 슬라이딩 패드에는 미끄럼이 원활하도록 압출 전 하면에 그리스(Grease)를 고르게 칠하여야 하고, 압출 후 보관 시에는 이물질이 묻지 않도록 비닐 등으로 보호하여야 한다.
- (4) 슬라이딩 패드의 파손이 발견되면 즉시 새로운 패드로 교체하여야 한다.
- (5) 슬라이딩 패드는 사용 가능한 것과 파손된 것을 분리 보관하여야 하며, 파손된 패드는 다시 삽입되지 않도록 폐기하여야 한다.
- (7) 압출시 슬라이딩 패드 부족으로 인한 작업중단이 발생하지 않도록 슬라이딩 패드 여유분을 항상 비치하여야 한다.
- (8) 슬라이딩 패드 삽입 근로자를 위해 가교각, 교각, 교대 등에 작업통로가 확보되어야 한다.

## 7.6 압출작업



<그림 13> 압출작

- (1) 교량 길이, 구조, 형상 등을 고려하여 Lift & Push System, Pulling System, 병행 System 등을 적용하여야 한다.
- (2) 일반적으로 교량 상부구조물을 연속 압출공법(I.L.M)으로 가설할 경우 상부 구조물 전체를 압출 추진시키기 위한 압출장비의 소요 수평력은 다음 식에

의하여 결정하여야 한다.(도로교 설계기준 4.15.6.5)

$$F_h = \sum W \times (\mu_0 \pm i)$$

여기서,  $F_h$  : 구조물 전체를 추진시키기 위한 소요 수평력

$\sum W$  : 압출시키기 위한 상부 구조물 총중량

$\mu_0$  : 평균마찰계수(0.04)

$i$  : 상부 구조물의 종단 구배( $i = \frac{\text{종단구배}}{100}(\%)$ )

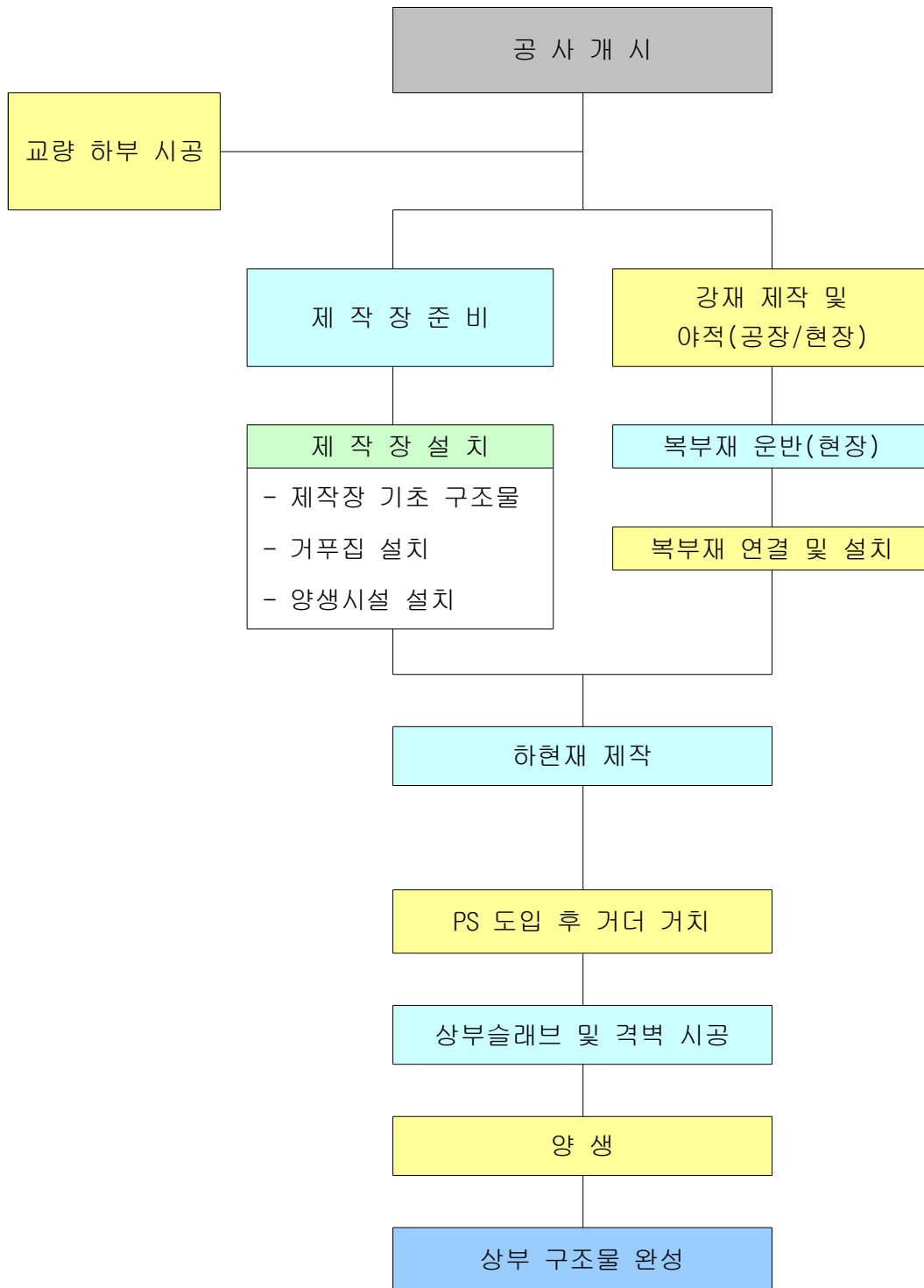
( $+i$ :상향 압출시,  $-i$ :하향 압출시)

- (3) 압출시 잭의 압출용량이 충분한지를 확인하고, 압출력 및 압출상태 등 압출 장비에 대한 이상유무도 점검하여야 한다.
- (4) 가설받침, 겸용받침, 영구받침의 고정작업 및 압출시 슬라이딩 패드의 삽입 등을 위해 교각 및 교대 등에 설치되는 작업대에는 반드시 안전난간을 설치하여야 하고, 추락 방지망 및 낙하물 방지망도 설치하여야 한다.
- (5) 압출 총책임자는 압출잭 작동 근로자를 정확하게 통제하여야 하며, 추진코나 교각 등에 이상이 발생한 경우에는 압출작업을 중단하여야 한다.
- (6) 압출작업전에 압출작업원을 충분히 교육시켜 압출시 부주의 혹은 과도한 수평력에 의한 구조물의 손상이 일어나지 않도록 하여야 한다.
- (7) 거더 압출시 손가락 협착 등을 방지하기 위한 슬라이딩 패드 삽입방법 등을 사전에 철저히 교육시켜야 한다.
- (8) 압출시 슬라이딩 패드가 손상되어 압출에 문제가 발생하면 즉시 압출을 중지하여야 한다.
- (9) 압출이 완료된 후에는 슈에 보호커버를 하여 온도하강, 습기 등에 의한 고착현상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

## 8. 크레인공법 안전작업

## 8.1 크레인공법 시공순서

(1) 크레인공법에 의해 PCT거더를 설치하는 시공순서는 다음과 같다.



&lt;그림 14&gt; 크레인공법 시공순서도



&lt;그림 1&gt; 전형적인 크레인공법

- (2) 본 작업지침에서 언급되지 않은 기타 크레인공법에 대한 사항은 KOSHA GUIDE C-69-2012(이동식 크레인작업 안전보건 작업지침)에 따른다.

## 8.2 PCT거더 제작

- (1) 크레인공법의 PCT거더는 공장이나 현장의 제작장에서 제작할 수 있다. 이때 PCT거더 제작시 안전작업은 앞에서 기술한 7.3절 PCT거더 세그먼트 제작과 동일함으로 이에 따른다.
- (2) PCT거더 제작 시 PCT거더 인양을 위한 Lug 위치 및 개수 등을 확인하고 설치하여야 한다.

## 8.3 가설벤트 설치(필요시)

- (1) 가설벤트 설치공사 시에는 사전에 다음 사항에 대해 검토하여야 한다.
- (가) 구조검토 실시
  - (나) 가설벤트 위치의 지반 지내력 확인
- (2) 가설벤트는 작업시의 하중을 고려하여 구조검토를 실시하고 조립도를 작성하여 조립도의 순서에 따라 조립하여야 한다.
- (3) 가설벤트 재료의 이상 유무를 확인하여 균열, 부식, 휨 및 단면 부족 등의 결함이 있는 자재는 사용해서는 안된다.

- (4) 가설벤트의 부등침하 방지를 위하여 지반은 철저히 다짐을 실시하거나 콘크리트를 타설하여야 한다.
- (5) 기초가 경사진 경우에는 가설벤트의 미끄럼 방지조치를 하여야 한다.
- (6) 최종적으로 가설벤트가 조립, 설치된 경우에는 레벨을 측정 점검하고 볼트의 체결상태 및 위치를 점검하여야 한다.
- (7) 가설벤트 작업대 단부에는 근로자들의 추락 등에 의한 위험을 방지하기 위한 안전난간을 설치하여야 하고, 안전난간 하부에는 낙하물을 방지하기 위한 발끝막이판(Toe board)을 설치하여야 한다.
- (8) 작업시작 전에 작업통로, 안전방망, 안전난간 등 안전시설의 설치상태와 이상유무를 확인하여야 한다.

#### 8.4 PCT거더 거치

- (1) PCT거더 인양 시작 전에는 작업방법, 순서, 안전조치사항 등을 근로자에게 주지시키고, 다음과 같은 사항을 점검하여야 한다.
  - (가) 작업 인원수와 근로자 건강상태
  - (나) 작업신호와 통신시설 상태
  - (다) 고소작업용 안전대 등 개인보호구 상태
  - (라) 낙하물 방지망, 추락 방지망, 안전난간 등과 같은 가시설 설치상태
  - (마) 양중장비의 양중능력을 고려한 정격속도
  - (바) 근로자들에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 근로자들의 출입을 금지하는 등의 위험 방지조치 실시
  - (사) 인양 Lug, 샤클, 와이어 등 줄걸이 기구에 대한 적정성 확인
- (2) 이동식 크레인 작업조건, 주변의 환경, 공간확보, 제작사의 사용기준 등을 사전에 검토하여 적합한 장비를 선정하여야 한다.
- (3) 이동식 크레인을 사용하여 설치·해체 등의 작업을 하는 때에는 이동식 크레인의 전도를 방지하기 위하여 충분한 넓이와 지내력이 확보된 작업장을 조성하여야 한다.

- (4) 이동식 크레인을 사용하여 작업을 하는 경우 다음 각 호의 조치를 준수하고, 그 작업에 종사하는 관계 근로자가 그 조치를 준수하도록 하여야 한다.
- (가) 인양할 하물을 끌어당기거나 밀어내는 작업을 하지 아니할 것.
  - (나) 운반 도중에 떨어져 폭발하거나 누출될 가능성이 있는 위험물 용기는 보관함(또는 보관고)에 담아 안전하게 매달아 운반할 것.
  - (다) 고정된 물체를 직접 분리·제거하는 작업을 하지 아니할 것.
  - (라) 미리 근로자의 출입을 통제하여 인양중인 하물이 근로자의 머리 위로 통과하지 않도록 할 것.
  - (마) 인양할 하물이 보이지 아니하는 경우에는 어떠한 동작도 하지 아니할 것.
- (5) PCT거더 거치 후 상부슬래브에 콘크리트 타설시 자중에 의한 파괴를 방지하기 위해 구조 전문가에 의한 구조검토를 통한 안전한 작업임을 확인한 후 PCT거더를 인양 거치하여야 한다.

## 9. 상부슬래브 및 격벽 시공

- (1) 거푸집 주변과 작업발판 위에는 발화물질의 적재 및 화기의 사용을 금하여야 한다.
- (2) 가공 철근 인양작업시 낙하물이 발생하지 않도록 2줄 걸이로 하고, 달줄·달포대를 사용하여야 하며, 하부 및 부근에는 관계근로자 이외의 근로자들의 출입을 금지시켜야 한다.
- (3) 돌출된 철근 단부에는 근로자들이 찢리지 않도록 캡 등을 씌워야 한다.
- (4) 근로자들이 철근 조립작업중 바닥 철근에 걸려 전도할 우려가 있어 조립된 철근 상부에 안전한 통로를 설치하여야 한다.
- (5) 슬래브의 양쪽에는 안전난간 설치기준에 따라 안전난간 등 추락방지시설을 하여야 한다.
- (6) 차량 통행구간에는 슬래브 하부에 낙하물 방호선반을 설치하여야 한다.

- (7) 콘크리트 펌프카를 이용하여 콘크리트를 타설하는 경우 전도재해 방지를 위한 조치를 취하여야 한다.
- (8) 콘크리트 펌프카를 이용하여 콘크리트를 타설시 배관단부에 부착된 호스를 직접 잡고 움직여서는 안되며, 이동을 위한 안내줄(Guy rope)을 사용하여야 한다.
- (9) 진동다짐기의 감전방지를 위해 접지 및 누전차단기가 설치된 분전반의 전원을 사용하고, 작업전전도 피복손상 유무를 확인하며, 사용후에는 분해해서 깨끗하게 청소하여야 한다.

## 10. 제작장 해체

- (1) 제작장 해체작업 시작 전 근로자에게 작업순서 및 위험에 대한 교육을 실시한 후 당해 작업을 실시하여야 한다.
- (2) 산소절단에 의한 제작장 해체작업 시 불꽃으로 인한 점화원이 화재로 연결되지 않도록 충분한 안전조치를 취하여야 한다.
- (3) 되메우기 시에도 장비 작업반경 등을 고려하여 구획을 설정하고 안전담당자를 배치하여야 한다.

## 11. 기타 안전조치 사항

- (1) 작업시작전에 관리감독자를 지정하여 작업을 지휘하도록 하여야 한다.
- (2) 근로자의 건강상태를 작업전에 확인하여 작업배치 적정여부를 결정하여야 한다.
- (3) 공사중 인양하중을 고려하여 크레인 용량을 검토하여야 한다.
- (4) 크레인 작업에는 신호수를 배치하고 운전원과 신호수간 신호를 통일하여

운영하여야 한다.

- (5) 크레인에는 낙뢰에 대비하여 추가적으로 피뢰설비를 설치하여야 한다.
- (6) 크레인 운전원은 다음의 안전수칙을 준수하여야 한다.
  - (가) 크레인 운전은 지정된 운전원이 하여야 한다.
  - (나) 크레인 운전원의 개인보호구 및 장비는 무선조종기 조작장치와 간섭되지 않도록 유의하여야 한다.
  - (다) 크레인의 안전장치를 임의로 제거 또는 변경해서는 아니된다.
  - (라) 크레인 사용시 급운전, 급정지, 급강하, 급상승을 하여서는 아니된다.
  - (마) 크레인의 정격 인양하중을 준수한다.
- (7) 안전모, 안전대 등 근로자의 개인보호구를 점검하고 작업전에 보호구의 착용방법 교육을 실시하고 작업중에는 착용여부 및 상태를 확인하여야 한다.
- (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 위험상황을 초래할 수 있으므로 작업반 구성시 외국인 근로자가 포함되는 경우 원활한 의사소통을 위하여 사전에 교육·훈련을 실시하여야 한다.