

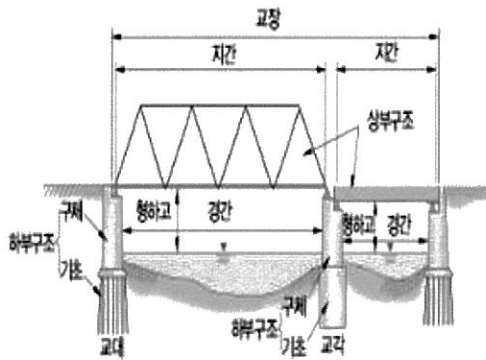
# 교량 상부구조 가설공법 안전

대한산업안전협회 건설안전본부 김진호 대리

## I. 서론

교량이란? 도로, 철도, 계곡, 호수, 해안, 수로, 건물, 시가지 등의 위를 통과하기 위한 수단으로 축조하는 구조물을 말하며, 교량은 자동차나 보행자 등을 직접 지지하는 상부구조와 상부구조를 지지하는 하부구조로 구분되어 진다.

교량공사 시 발생하는 재해는 여러 가지 형태의 재해가 복합적으로 발생하지만 대부분이 고소작업이므로 추락재해 위험성이 가장 높다. 따라서 교량공사에서의 재해예방을 위해서는 상부가설공법을 이해하고 그에 적합한 안전 조치를 행하는 것이 중요하다.



[그림1] 교량 일반도

## II. 교량 가설공법의 종류

(표 1) 교량 가설공법의 종류

동바리를 사용하는 공법	현장타설공법 (FSM)	전체 지지식
		지주 지지식
		거더 지지식
동바리를 사용하지 않는 공법	현장타설공법	캔틸레버공법(FCM)
		이동식비계공법(MSS)
		연속압출공법(LM)
	Precast 공법	Precast Girder 공법
		Precast Segmental 공법(PSM)

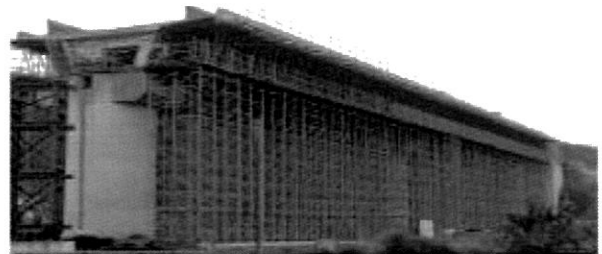


## 1. 동바리를 사용하는 공법

동바리공법(Staging Method)은 철근콘크리트 구조물의 경우에 가장 일반적으로 사용되는 방법으로, 구조물을 가설하는 위치에 거푸집 및 동바리를 설치하고 강재를 재치한 후, 콘크리트를 타설·양생하여 구조물을 건설하는 공법이다.

### 가. 전체지지식(F.S.M)

전체지지식은 여러 개의 조립지주 또는 관지주로 틀을 짜서 상부구조를 지지하는 형식으로 지반이 평탄, 양호하고 교각 높이가 10m 이내인 경우에 적합하다.



[그림2] 전체지지식

### 나. 지주지지식

지주지지식은 상부구조 밑에 Girder를 설치하고 이 Girder를 몇 개의 지주로 지지하는 형식이며, 전체지지식이 부적합 경우 혹은 지주간의 간격이 10m 이내로 될 수 있는 경우에 적합하다.



[그림3] 지주지지식

다. 거더지지식

거더지지식은 지표면 조건이 불량한 하천 등 전체지지식 혹은 지주지지식이 부적당한 경우에 사용된다.



[그림4] 거더지지식

2. 동바리를 사용하지 않는 공법

가. F.C.M(Free Cantilever Method)

F.C.M(Free Cantilever Method) 공법은 기존의 재래식 동바리가 필요 없이 교각 위에서 교각 양쪽의 교축 방향으로 특수한 가설장비(F/T, Form Traveller)를 이용해 한 개의 세크먼트(Segment, 3~4m)씩 콘크리트를 타설하고 Prestress를 도입하여 연결해 나가는 교량상부 가설공법이다.



[그림5] Cantilever 공법

[장점]

- 동바리 설치가 힘든 계곡 및 유량이 많은 하천 등에 유리
- 교통량이 많은 도로 횡단 시 긴 시간으로 시공가능
- 소규모 가설장비(Form Traveller) 사용으로 초기공사비 절감
- 가설장비(Form Traveller)의 사용대수에 따라 공기조절이 용이

[단점]

- 선형관리 및 Camber(솟음)관리 등의 구조적 시스템의 철저한 관리 필요
- 3~4m의 소규모 세크먼트의 현장타설 시공으로 시공속도 느림 (가설장비의 사용대수에 따라 시공속도 조절가능)
- 짧은 시간의 소교량에는 부적합
- 교각마다 양중기 및 건설용 리프트 등 승강기 필요

나. M.S.S(Movable Scaffolding System)

M.S.S(Movable Scaffolding System)공법은 Movable Scaffolding(이동식비계보, MSS Girder 또는

Launching Girder)에 거푸집을 고정시키고 여러 종류의 유압잭을 사용하여 내·외부 거푸집을 상·하·좌·우로 조정하여 교각과 교각사이 1경간씩을 시공토록 고안된 기계화 가설공법이다. 이 공법은 독일 Stabag 사에 의해 개발되었으며, 종류는 Main Girder가 상부 구조물 상단에 위치하는 상부 이동식과 Main Girder가 상부구조물 하부에서 위치하는 하부이동식이 있다.



[그림6] 이동식비계공법

[장점]

- 고도의 기계화 구동장치로 신속·안전·정확하게 시공 가능
- 교량 하부지반 조건에 관계없이 시공 가능
- 반복 작업이므로 시공관리·품질관리가 용이
- 이동식비계는 유사교량 전용 시 경제적임

[단점]

- Launching Girder가 중량이 큰 대형장비이므로 제작비가 과다
- 고가의 제작비를 소요하므로 전용성을 고려하여 제작
- 교량이 짧을 경우 비경제적임

다. P.S.M(Precast Segmental Method)

P.S.M(Precast Segmental Method)공법은 일정한 길이로 분할된 상부구조체인 Segment를 제작장에서 제작 후 가설현장으로 운반, 가설용 트러스(Launching Truss Girder) 등의 가설장비를 사용하여 거치한 후 강연선 및 정착장치를 이용한 인장작업으로 상부구조를 완성하는 공법이다.



[그림7] P.S.M 공법

**[장점]**

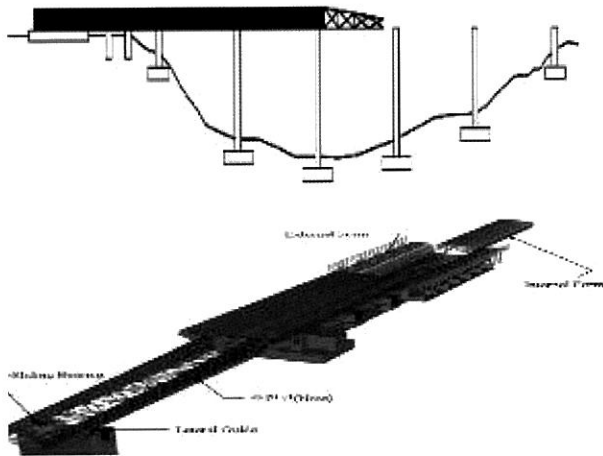
- 미관을 고려한 복잡형상의 구조물도 세크먼트 분할 시공 가능
- 공장에서 연속제작 → 공기단축 및 품질/인력관리 용이
- 기상조건에 관계없이 전천후 시공 가능
- 건설공해가 적어 도심지 공사에 유리
- 가설 후 건조수축에 의한 프리스트레스 감소가 적음
- 장대교량 적용 시 경제성, 시공성 우수

**[단점]**

- 세크먼트의 제작 - 운반 - 가설 시 고도의 품질관리기술 필요
- 대규모 제작장 및 운반/가설을 위한 대규모 장비 필요
- 제작장 및 대형가설장비 등 초기투자비 과다

**라. I.L.M(Incremental Launching Method)**

I.L.M(Incremental Launching Method)공법은 1960년대 독일에서 개발된 공법으로 교대 후방의 제작장에서 15~25m 길이의 Segment를 제작 후 Prestress를 도입하여 완성한 교량상부 구조물을 압출장비를 이용하여 연속적으로 밀어내면서 교량을 가설하는 공법이다.



[그림8] 압출공법

**[장점]**

- 동바리와 비계 없이 시공 가능(산악 및 하천 지역에 적합)
- 장대교량에 적합
- 대형의 거치장비가 필요 없어 초기 투입비용이 절감
- 작업장 덮개설치 및 증기양생 시공으로 전천후 시공 가능
- 표준화된 반복 작업에 의한 품질확보 용이
- 공사기간의 단축이 용이

**[단점]**

- 교량선형에 따른 제한성(곡선교량 - 곡률반경 변화 대응 불가)
- 콘크리트의 단면이 일정해야 됨
- 콘크리트 타설시 엄격한 품질관리 필요
- 별도의 제작장을 조성

**III. 교량상부구조 가설공법별 위험요인**

**1. 거푸집동바리를 사용하는 공법(전체지지식, 지주지지식, 거더지지식)**

- 거푸집동바리 붕괴, 전도
- 거푸집동바리, 철근 등의 조립·해체 작업 중 추락
- 크레인으로 자재류 인양, 운반 중 자재낙하, 크레인 전도
- 강연선에 Prestress 도입 시 강연선 파단, 잭 이탈로 충돌
- 돌출된 강연성, 철근의 단부에 찢림
- 지상에서 상부공으로 이동 중 추락
- 상부공 작업 중 지상으로 자재류 낙하·비래
- 콘크리트 바이브레이터 등 전기기계·기구 사용 중 감전

**2. 거푸집동바리를 사용하지 않는 공법**

**가. 켈틸레버공법(F.C.M)**

- 크레인으로 자재류 양중작업 중 자재 낙하
- 크레인 전도
- 건설용 리프트의 설치, 사용, 해체 중 리프트 전도, 근로자 협착, 추락
- 강연선에 Prestress 도입 시 강연선 파단, 잭 이탈로 충돌
- 완성된 상부공 단부에서 추락, 낙하
- 지상에서 상부공으로 이동 중 추락
- 주두부 작업용 브라켓 및 빔 설치·해체 시 추락

**나. 이동식비계공법(M.S.S)**

- 이동식 비계의 조립, 이동, 해체 작업 중 붕괴 낙하
- 이동식 비계에서 근로자 추락, 협착, 자재류 낙하
- 크레인으로 자재류 양중작업 중 자재 낙하, 크레인 전도
- 철근, 강연선 단부에 찢림
- 완성된 상부공 단부에서 추락, 낙하
- 지상에서 상부공으로 이동 중 추락

**다. 연속 압출공법(I.L.M)**

- 주형 제작장의 거푸집동바리 붕괴
- 주형 거푸집의 단부, 제작된 주형의 단부에서 추락, 낙하
- 크레인으로 자재류 인양, 운반 중 자재류 낙하, 크레인 전도
- 강연선, 철근의 단부에 찢림
- 강연선에 Prestress 도입 시 강연선 파단, 잭 이탈로 충돌
- 상부공 압출작업 중 주형의 불시 미끄러짐, 충돌, 낙하
- 압출 시 각 교각의 상단에서 미끄러짐판 끼우기 작업 근로자 추락
- 압출된 상부공에서 추락, 낙하
- 지상에서 상부공으로 이동 중 추락

**라. P.S.M공법**

(1) 가설장소

- 교각 측면에 Assembly Girder를 지지하는 브라켓설치 시 브라켓 인양크레인의 전도, 브라켓 낙하, 근로자 추락
- Assembly Girder 설치, 작업 중 이동, 사용 후 해체 작업 중 붕괴, 낙하, 전도, 근로자 추락
- Precast Segment 운반, 배열 시 운반 크레인의 전도, 충돌 Precast Segment 낙하, 근로자 협착, 추락
- 강연선에 Stress 도입 시 강연선 파단, 잭 이탈로 충돌
- 돌출된 강연선 단부에 찢림

(2) Precast Segment 제작장

- 거푸집동바리 붕괴
- 거푸집 조립·해체 중 협착, 추락
- 철근, 거푸집 운반 크레인의 전도, 철근, 거푸집 등의 낙하
- 철근의 가공 중 협착, 감전, 철근 조립 중 철근 단부에 찢림
- 콘크리트 타설 중 바이브레이터에 감전

- 콘크리트 양생막 내부에서 질식
- 제작된 Segment 운반 중 Segment 전도, 운반 크레인 전도

**IV. 공법 선정 시 고려사항**

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| 1. 안전성        | 5. 교량구조형식, 거더의 중량    |
| 2. 시공성        | 6. 지형, 지질, 수심        |
| 3. 경제성        | 7. 주변 환경, 교통장애, 건설공해 |
| 4. 하부공간 이용 여부 | 8. 민원발생              |

**V. 안전대책**

1. 안전담당자의 지정, 지휘 하에 작업 실시
2. 작업 반경 내 작업자 이외의 출입을 금지시키고 안전 표지는 적절하게 부착
3. 강풍, 호우, 폭설 등 악천후 시에는 즉시 작업 중지
4. 고소작업 시 추락방지용 방망 설치 및 안전대를 사용하여 추락재해방지
5. 낙하물 방호선반 설치 및 비계 위 자재적치 금지
6. 건설기계, 장비와의 충돌, 협착 방지위하여 장비 유도자 배치
7. 건설기계의 전도방지를 위하여 전도방지 밀받침을 견고히 하고 무리한 작업금지
8. 동바리, 거푸집의 붕괴, 도괴방지를 위하여 지반강화 및 깔목, 깔판 등을 충분히 사용
9. 상하 동시 작업 시 상호연락 및 협조 하에 작업
10. 현장을 정리정돈 하여 작업자의 전도 및 추락방지, 안전한 이동통로 확보

**VI. 결론**

교량가설공법은 공사비절감, 공기단축 등 다양한 목적으로 활발히 연구가 진행되고 있으며, 새롭게 연구 개발된 신공법들이 실제 건설현장에 적용되고 있다. 현장의 안전관리자 또한 안전한 현장관리를 위해서는 신공법에 대한 이해가 우선되어야 할 것이다. ☺