

# 교량 슬래브 거푸집 해체용 작업대차의 안전기준 연구

이기태 · 이명구\* · 정명진\* · 김영진\*\*

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 · \*서울보건대학 안전보건과 · \*\*삼보기술단

## 1. 서 론

교량가설공법의 종류는 하부구조에서는 시스템폼, 슬립폼 등이 적용되고 있으며, 상부구조를 가설하는 공법은 더욱 다양하여, 제작장에서 제작된 주형을 크레인을 이용하여 설치하는 공법으로서 PSC교, 프리플렉스빔교, 강판형교, 강상형교, 강상판교 등이 있으며, 작업대차 등 특수장치를 이용하여 현장타설함으로서 형성하는 FCM공법, ILM공법, MSS공법 등이 있다.

특히 제작장에서 제작된 주형을 설치하여 가설하는 공법에서는 주형 위에 별도로 교량슬래브를 타설하여야 하기 때문에 교하공간이 높은 경우 또는 하상교량일 경우에는 특수작업차를 제작하여 거푸집 작업을 수행하고 있다. 이러한 특수작업차는 거푸집의 설치·해체용으로 이용되고 있으며, 작업장의 상황에 따라 임의로 제작되고 있어 별도로 안전기준이 마련되어 있지 않은 실정이다.

교량 슬래브 거푸집 해체용 작업대차는 최소한 2~3인의 근로자가 탑승하여 슬래브 거푸집을 해체하고 이들을 임시로 작업대차에 적재하였다가 운반하는 작업을 수행하게 함으로 작업자체가 위험할 뿐만 아니라 중량물을 적재하여야 하기 때문에 제작의 결함을 방지하고 최소한으로 갖추어야 할 안전시설들이 요구된다.

그러나 이러한 것들에 대한 제작기준이 부재하여 현장마다 제각기 제작하여 사용하고 있을 뿐만 아니라 작업대차의 운용에 있어서도 특별한 작업안전기준이 제시되어 있지 않아 현장 안전관리자들의 안전지도 및 점검에 어려움이 존재하고 있다.

따라서 본 연구는 슬래브 거푸집 해체용 작업대차에 대한 제작안전기준 및 작업안전기준을 제시하여 작업대차에서의 재해를 방지하는 것에 그 목적이 있다.

## 2. 작업 대차의 분류

### 2.1 구조형식에 따른 분류

슬래브 거푸집 해체용 작업대차는 구조형식에 따라 그림 1과 같이 분류할 수 있다.

절곡형 작업 대차 Type I은 교각에 상관없이 연속적인 작업을 하기 위하여 상·하부 구조물이 한쪽 방향에서 수직 부재에 연결된 작업 대차로서 하부 구조를 90°회전시켜 교각을 통과하며 캔틸레버 슬래브 거푸집 제거에도 용이하다.

절곡형 작업 대차 Type II는 Type I에 하부 작업대의 길이를 조정할 수 있는 기능

이 추가된 작업 대차로서 교폭이 넓은 교량의 작업에 효율성이 높다.

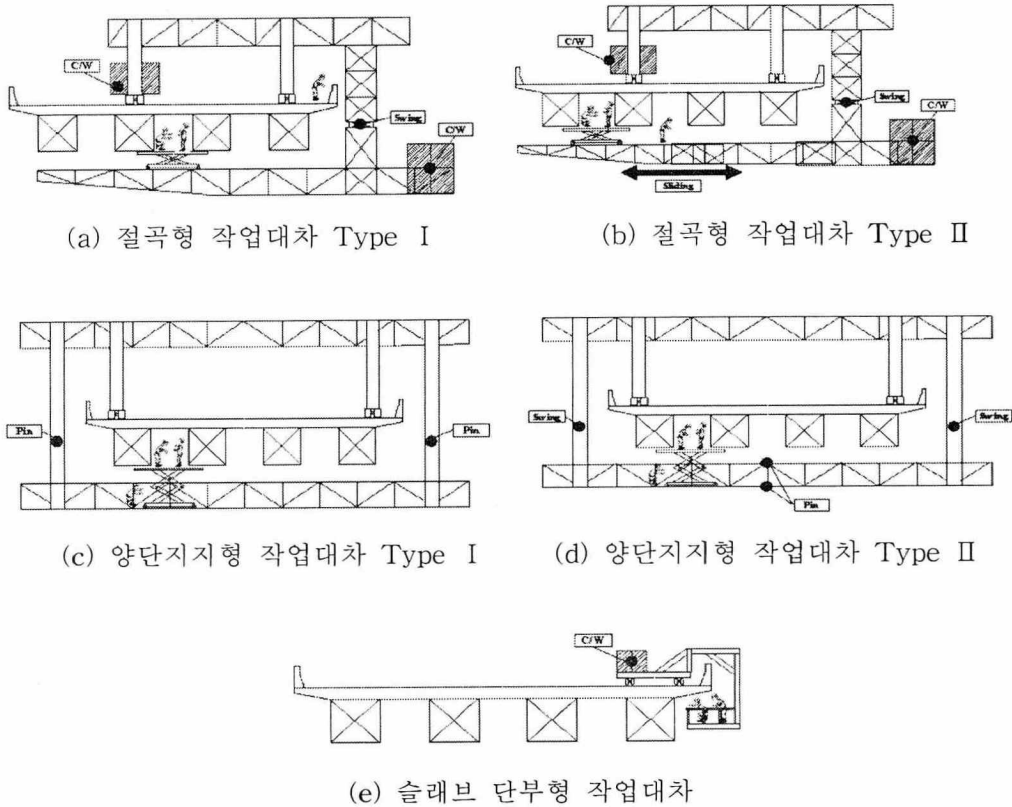


그림 1. 슬래브 거푸집 해체용 작업대차의 구조형식에 따른 분류

양단 지지형 작업 대차 Type I 은 상·하부 구조가 양쪽으로 연결되어 있는 작업 대차로서 교폭이 넓은 교량에 효율적이며 구조적 안전성이 뛰어나다. 상·하부 구조물은 일반적으로 트러스 형태를 취하며 적용 교량의 교폭(차선수)에 따라 트러스의 길이 조절이 가능하다. 절곡형 작업 대차와 달리 교각 통과시 상·하부 구조물을 연결하는 핀(Pin)을 풀어서 상부 구조물의 양쪽에 설치되어 있는 호이스트를 이용하여 하부 작업 대를 바지선 또는 화물차에 적재하여 다음 경간으로 이동한 후 하부 작업대를 인양하여 재조립 후 작업한다.

양단 지지형 작업 대차 Type II 는 하부 작업대의 중앙에 핀이 있으며 상·하부 연결 수직 부재에 회전장치가 있다. 교각 통과시 핀을 뽑고 절곡형 작업 대차와 유사하게 하부 작업대를 양쪽으로 90° 회전시켜 연속 작업이 가능하다.

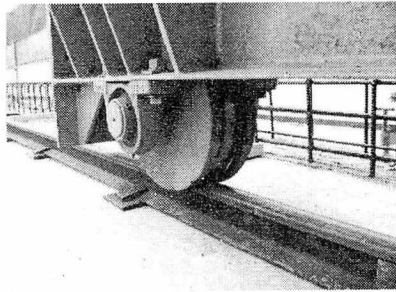
슬래브 단부형 작업 대차는 슬래브 난간부분의 거푸집 해체 전용 작업대차로서 양단 지지형 작업 대차와 혼용하여 쓰이거나 강교의 램프구간에 단독으로 사용된다. 비교적 구조가 간단하고 C/W의 적절한 배치로 구조적 안전성을 높일 수 있는 장점이 있다.

## 2.2 바퀴장치에 따른 분류

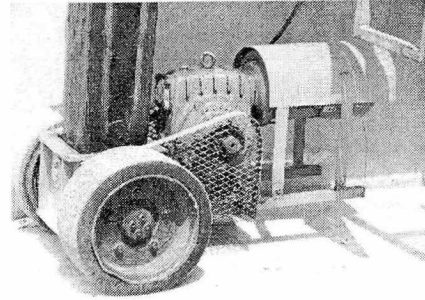
작업대차의 구동장치인 바퀴의 종류는 크게 나누어 레일식과 타이어식이 있으며, 그 종류별 장단점은 표 1과 같다.

표 1. 바퀴장치에 따른 분류

바퀴의 종류		특 징	비고
레일 (Rail) 바퀴	특징	레일을 이용하여 Traveling Saddle에 설치된 Motor를 이용하여 이동	
	장단점	바퀴의 안전성은 뛰어나나 방향 변환이 상대적으로 어렵고 레일을 계속해서 연속적으로 설치하여야 함.	
타이어 (Tire) 바퀴	특징	공기압 또는 통 타이어에 의한 차량식 주행	
	장단점	방향변환이 용이하고 신속하게 이동할 수 있으나 바퀴의 강성이 상대적으로 약함.	



(a) 레일식 바퀴



(b) 타이어식 바퀴

그림 2. 바퀴장치에 따른 분류

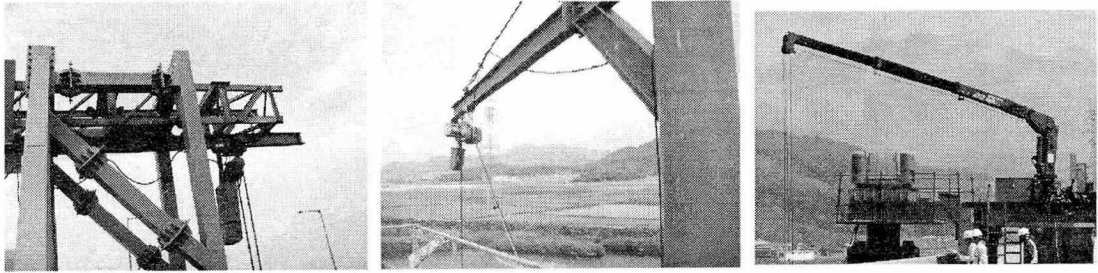
## 2.3 인양장치에 따른 분류

작업대차의 인양장치는 표 2 및 그림 3과 같이 분류된다.

표 2. 인양장치에 따른 분류

자재 인양 방법	특 징	비고
모노레일 (Mono Rail)식 호이스트	비교적 구조가 간단하고 양단 지지형과 Truss Type의 절곡형 작업 대차에 주로 사용됨.	
모노레일 & 회전형	모노레일식 호이스트와 유사하며 회전 장치가 추가되어 자재 하역 작업이 용이함.	
크레인(Crane)	절곡형 작업 대차에 사용되며 작업 효율성이 뛰어나.	

그밖에도 작업대차의 구동장치에 따라 자주식과 피견인식으로 구분된다.



(a) 모노레일식 호이스트

(b) 모노레일 & 회전형

(c) 크레인

그림 3. 인양장치에 따른 분류

### 3. 구조해석

#### 3.1 구조해석의 목적 및 범위

구조해석을 수행함으로써 작업대차의 구조형식별 주요부재를 제시하여 현장 작업자가 작업대차의 안전성을 쉽게 판단할 수 있는 자료를 제공하고자 하였으며, 작업특성을 고려한 해석을 통해 각 부재의 응력거동을 고찰함으로써 주요부재의 점검 기준 및 방법을 제시하는데 구조해석의 목적이 있다. 일련의 구조해석을 통하여 작업대차의 제작상 안전기준을 제시하였다.

작업대차의 해석에 사용된 하중은 사하중, 해체된 거푸집의 작업하중(상·하부 트러스에 구분 적용), 풍하중 등이며, 작업조건에 따라 해석조건을 적용하였다.

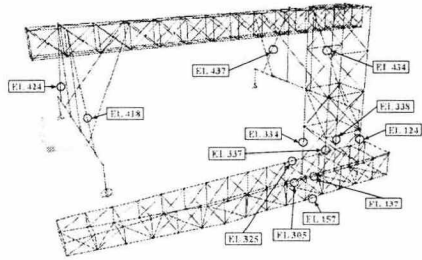
#### 3.2 절곡형 작업대차

절곡형 작업대차는 교량하부 슬래브 거푸집 해체작업을 수행할 때에는 하부작업대가 교축직각방향으로 위치하고 있으나, 슬래브 단부 거푸집 해체 또는 교각 위치를 통과할 때에는 하부작업대가 교축방향으로 위치하게 된다. 따라서 이에 대한 해석을 각각 수행하였다. 그림 4는 하부작업대가 교축직각방향으로 위치하였을 때를 해석한 것이며, 각 하중조건을 고려하여 각 부재들의 응력변화 및 반력 변화를 검토하였다. 그림 4의 (b)는 자중에 의한 반력의 상대적인 크기를 나타낸 것이다. 수직 프레임이 위치하는 축의 반력이 반대축의 반력에 비하여 약 2.3배 높은 것으로 나타났으며, 이는 작업하중의 변화에 따라 부반력이 발생하는 경우도 있기 때문에 작업대차의 전도를 방지하기 위한 밸런스 웨이트가 필요한 것으로 판단된다.

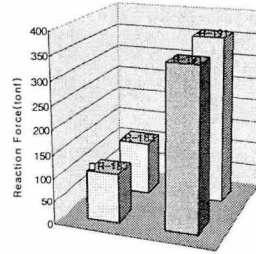
그림 4의 (c)는 해체된 거푸집을 호이스트로 인양하여 상부트러스 구조에 이동하중이 작용하는 예를 나타낸 것이며, 그림 4의 (d)는 슬래브 하부에서 거푸집을 해체하여 이동하는 하중의 예를 나타낸 것이다. 이러한 작업하중의 변화에 대하여 주요부재별 응력변화를 검토한 결과 상대적으로 응력변화가 크게 발생하는 부위는 그림 4의 (e)와 같으며 이 부재가 작업중 또는 유지관리상 주요점검위치가 된다.

절곡형 작업대차는 상·하부 구조물이 한 쪽에서만 연결되기 때문에 편심에 의한 전

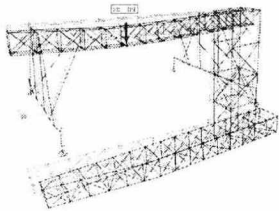
도의 우려가 있어 특히 주의를 요하며, 최악의 하중조합에 대한 안전성을 확보하여야 한다.



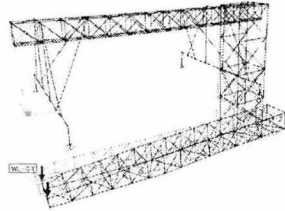
(a) 모델링



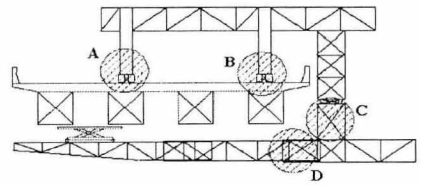
(b) 자중에 의한 반력 상태



(c) 상부트러스 하중



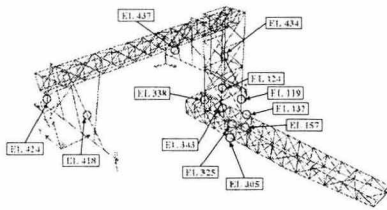
(d) 하부트러스 하중



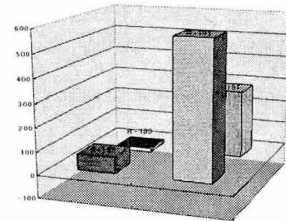
(e) 주요점검부위

그림 4. 하부작업대가 교축직각방향일 때의 절곡형 작업대차

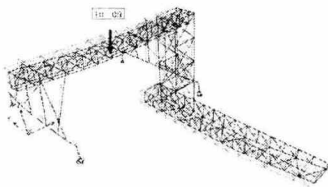
그림 5는 하부작업대가 교축방향으로 위치할 때를 해석한 것으로서 각 하중조건을 고려하여 각 부재들의 응력변화 및 반력 변화를 검토하였다.



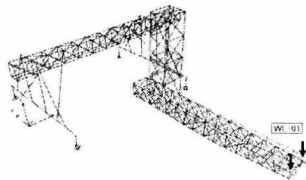
(a) 모델링



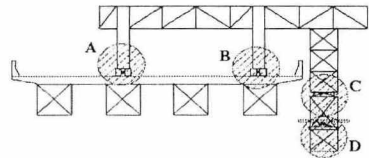
(b) 자중에 의한 반력 상태



(c) 상부트러스 하중



(d) 하부트러스 하중



(e) 주요점검부위

그림 5. 하부작업대가 교축방향일 때의 절곡형 작업대차

그림 5의 (b)에서 보는 바와 같이 자중에만 의해서도 부반력이 발생하고 있어 전도 방지를 위한 밸런스 웨이트의 크기를 주의깊게 검토하여야 하는 것을 알 수 있다.

### 3.3 양단지지형 작업대차

양단지지형 작업대차에 대한 구조해석 결과로부터 그림 6의 (b)에 주요점검부위를 나타내었다. 이는 최대응력변화가 크게 발생되며 위치 A는 하나의 부재가 파손될 경우 하부트러스의 붕괴로 연결되는 구조이므로 특히 주의를 요한다.

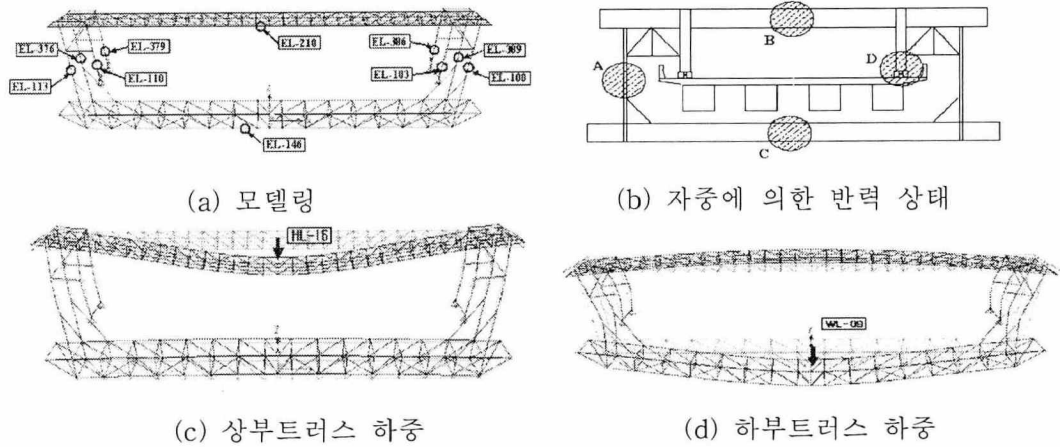


그림 6. 양단지지형 작업대차

## 4. 결론

본 연구에서는 작업대차의 현장실태조사, 설문조사, 구조해석 및 관련 자료조사 등 일련의 연구업무를 수행하여 작업대차에 대한 재해 예방기술들을 정리하였다.

작업 대차를 설계할 때에는 2차원 해석보다는 3차원해석을 수행하여야 비대칭으로 인하여 발생하는 응력변화 및 반력의 변화 상태를 정확히 반영할 수 있을 것으로 판단됨을 알 수 있었다. 또한 각 구조형식별로 유지관리 시 주요점검위치를 제시함으로써 작업대차 관련 재해예방에 기여하고자 하였다.

## 참고문헌

- [1] 건설교통부(1996), 도로교 표준 시방서
- [2] 한국산업안전공단 산업안전보건연구원(2001), 특수 거푸집 동바리 설치기준 연구
- [3] 노동부 고시 제2001-57호(2001), 크레인 제작기준 안전기준 및 검사기준
- [4] 노동부 고시 제2001-58호(2001), 리프트 제작기준 안전기준 및 검사기준
- [5] 조효남(2002), 교량공학, 구미서관
- [6] 손기상(2002), 건설안전공학, 기문당