

# 경량전철용 I형강 격자바닥판에 관한연구

## A study on Grid deck for LRT

이기승\*      백진기\*\*      구자성\*\*      이안호\*\*\*      성택룡\*\*\*\*  
Lee, Ki-Seung      Beak, Jin-Gi      Koo, Ja-Sung      Lee, An-Ho      Seong, Taek-Ryong

---

### ABSTRACT

The substructure of Light Rail Transit is mainly built on elevated structure that is composed of pier, girder and bridge deck. The bridge deck mostly has been made by field formed reinforced concrete so far. The objectives of the study are to find a method for design and construction of the new bridge deck. I-beam is fabricated to make grid and concrete is poured on it at factory. This type can be used for maintenance of duty line by advantages such as good quality control and short construction time.

---

### 1. 서론

바닥판은 교량에서 교통하중을 직접 지지하여 그것을 주형에 전달하는 역할을 하는 것으로 일반적으로 일반적인 교량에서 모두 설치하고 있다.

바닥판의 대표적인 것으로는 철근콘크리트 바닥판, 강바닥판이 있으며, 강형 격자 바닥판에 콘크리트를 타설한 합성형 바닥판에 사용되고 있다.

본 연구는 선진국에서 사용하고 있는 I형강 격자 바닥판을 국내 현실에 맞는 신형식 바닥판으로 개발하여 일반교량 및 경량전철교량의 바닥판으로 개발하기 위한 것이다.

1차년도에 바닥판의 종류별 특성을 비교 분석하여 I형강 격자 바닥판을 연구대상으로 선정하였고 이에 대한 예비설계를 시행하였다.

본 연구는 2차년도로서 그 범위는 신형식 바닥판에 대한 비교 분석하여 최적 형식을 결정하고 이에 대한 안정성을 검증하고자 한다.

---

\* (재)한국철도기술공사 상무

\*\* (재)한국철도기술공사 대리

\*\*\* 한국철도기술연구원 선임연구원

\*\*\*\* (재)포항산업과학연구원 선임연구원

## 2. 경량 전철 바닥판의 요구조건

경량 전철에서 바닥판은 하중을 충분히 견딜 수 있는 주형의 역할과 다음과 같은 조건을 만족할 수 있어야 한다.

### 2.1 경량 구조

경량전철은 대부분 도심지 고가를 통과하므로 차량 뿐아니라 구조물이 경량으로 최적설계가 되어야 한다. 하부 및 기초의 규모가 커지면 도심지 공사에 따른 시공비가 고가이며 공사 시공성 어렵게 되기 때문이다.

### 2.2 가설이 용이한 구조

경량전철은 도심지 고가에 설치하므로 공사기간에 따라 도시 시민에게 주는 불편이 크며 이에 따라 민원의 야기가 예상된다. 따라서 가설이 단시간내에 쉽고 안전하게 이루어지는 구조이어야 한다.

### 2.3 빠른 시공 속도

공기를 대폭적으로 감소시킬 수 있는 공법, 제작 공정이 단순하고 적용이 용이한 구조이어야 한다. 일반적 콘크리트 타설시 거푸집 조립, 동바리거치, 양생 등 족히 2주일은 소요될 것으로 판단되나 도심지임을 감안하여 공기를 단축시키는 것이 좋다.

### 2.4 경제적 구조

시공비 및 유지관리비가 적게 드는 경제적 구조이어야 한다. 시공비를 줄이기 위하여 구득이 용이하고 품질이 안정된 재료를 사용하고 시공시 특별한 관리가 필요 없는 구조가 좋다. 또한 유지비를 줄이기 위하여 피로수명이 길고 열화, 부식이 적은 재료를 사용하며 정기적 도색 등 관리가 용이한 구조이어야 한다.

### 2.5 표준화 가능 구조

토목구조물은 현장여건에 따라 구조 단면 및 사용재료가 다르게 되는 것이 원칙이겠으나 상판은 일정한 규격으로 표준화 하고 단순화하여 시공시는 물론 유지관리시 교체가 가능하도록 하므로, 생산성 향상 및 시공성 향상을 꾀 할 수 있는 구조이어야 한다.

## 3. I형강 격자 바닥판 사용 예

일본에서는 일반구조용 압연 강재로 제작한 특수치수의 격자 상판용 I형강을 사용한다. 그 치수는 제작사에 따라 약간씩 다르나 높이가 105mm, 130mm, 150mm의 3종류가 주로 사용된다. 복판에는 배력철근을 배치하고 콘크리트 타설 및 부착이 용이하게 하기 위한 구멍을 내어 사용한다.

I형강의 직각 방향에는 주로 철근을 배치하며 I형강이 덮히도록 콘크리트를 타설하는 Solid Type과 강재의 일부가 노출된 Open Type의 두종류가 있다

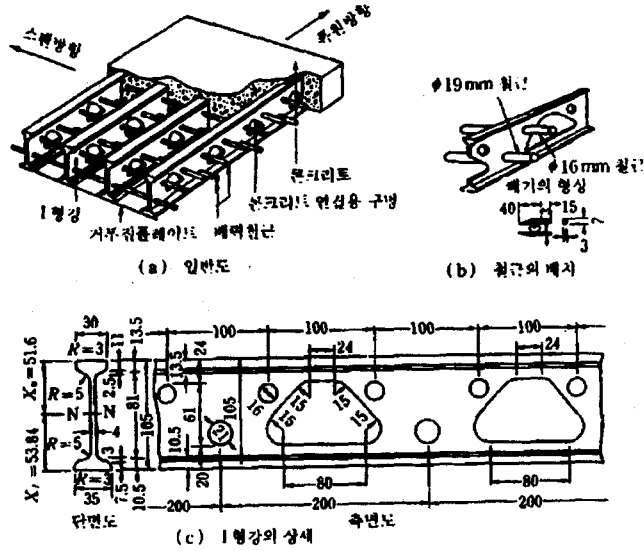


그림1. I형강 격자 바닥판(단위:mm)

미국에서는 Exodermic Bridge Deck, Inc.

IKG Greulich

American Bridge Company

등의 격자 바닥판 설계 및 제조회사 있으며 특수 제작한 I형강과 띠형 강재를 격자로 연결하여 접합하고 전체 혹은 상부에 콘크리트를 타설한 제품이다.

I형강은 높이 130mm 정도이며 간격은 상부하중 및 거더 간격에 따라 6, 8, 10인치로 한다. 미국 IKG에서는 1930년에 개발하여 계속 발전을 거듭하여 왔고 교통량이 많은 도로교에서 약 50년 사용결과 유지보수비가 적고 내구성이 뛰어나임이 입증되었다.

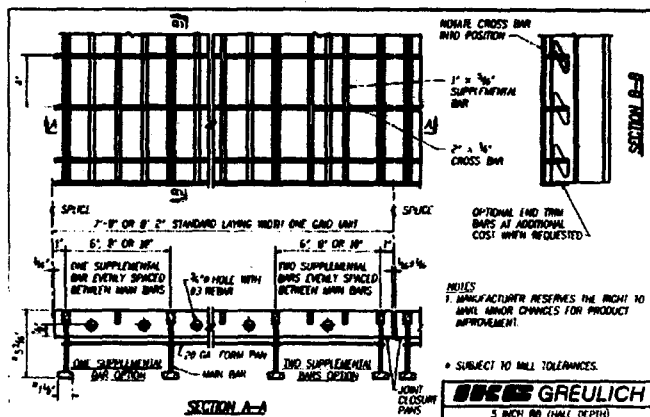
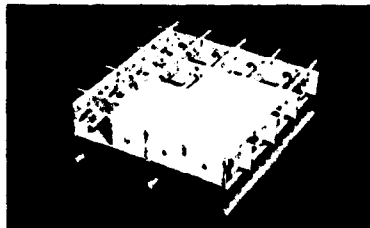


그림2. Grid Reinforced Deck

#### 4. 공장 제작, 현장 시공 비교 검토

대부분의 토목구조물은 현장에서 시공도에 의해 시공하는 것이다. I형강 격자바닥판은 공장에서 제작하여 가설 현장까지 육로 수송하여 설치할 수도 있다.

공장 제작시 다음과 같은 특징이 있어 점차 공장 생산품을 사용하는 것으로 전환되는 추세이다.

##### 4.1 공기 단축

거푸집 조립, 현장 시공시 교각의 시공 완료 및 주빔 설치 완료 후 바닥판 시공하고 콘크리트의 양생까지 시공기간이 상당히 소요되나 공장 제작시에는 별도로 제작하여 주빔 설치 완료 즉시 가설이 가능하므로 공기를 단축할 수 있다.

##### 4.2 품질 향상

현장 시공시에는 환경 및 기후의 영향을 받게되며 시공시 관리에 정성을 기울여도 품질관리에 소홀이 될 수도 있으나 공장에서 제작하므로 우천의 영향이 거의 없고 정보화, 자동화된 시스템으로 제작이 가능하여 숙련된 기능인력을 사용하므로 고품질의 제품제작이 가능하다.

##### 4.3 시공비 절감

숙련된 기술자에 의해 연속적 생산이 되며 자동화 생산시 제작 공정이 빠르며 생산성이 향상되어 시공비가 절감된다.

##### 4.4 보수시간 단축

사용 중 파손시 공장 제작 또는 예비품을 이용하여 갱환하므로 보수시간이 짧고 열차통행이 없는 야간에 시행하므로 열차운행에 지장이 없다.

## 5. 기본형식 (안)

### 5.1 제1안

국내 생산되는 I형강(I-125×75×5.5×9.5)을 20cm 간격으로 배치하고 상부에 맞게 횡빔(30×6)을 용접 조립한 후 I형강 사이에 종빔(30×6)을 설치하고 종빔 사이에 강판을 거치하며 강판 상부에 75mm의 콘크리트를 타설하는 것으로 역학적 거동은 I형강이 수행하며 횡빔, 종빔, 바닥판은 하중을 I형강에 전달하는 구조이다.

단면구성은 그림3과 같다.

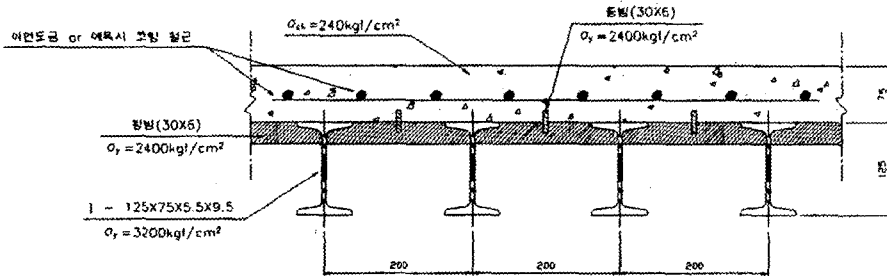


그림3. 단면도(1안)

### 5.2 제2안

국내 생산되는 I형강(I-150×125×8.5×14)을 30cm 간격으로 설치하고 상면을 일치토록 횡빔(30×6)을 50cm 간격으로 설치한 후 I형강 상부 플랜지 및 횡빔이 묻히도록 상부 콘크리트를 타설하는 것으로 I형강 및 횡빔, 콘크리트가 조합하여 하중을 지지하므로 역학적 특성이 좋아진다.

단면구성은 그림4와 같다.

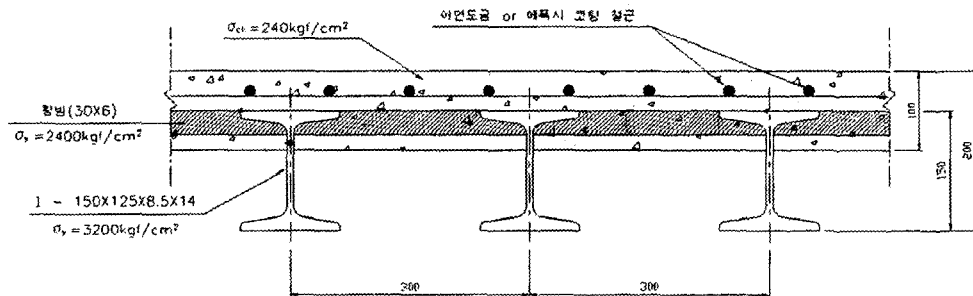


그림4. 단면도(2안)

### 5.3 제3안

격자바다판용 I형강(I-130×30×4.3×11.285)를 20cm 간격으로 설치하고 상부면이 일치하도록 횡빔(30×6)을 설치한 후 I형강 상부 플랜지 및 횡빔이 묻히도록 상부 콘크리트를 타설하는 것으로 2안과 동일한 특징을 갖으며 특수 I형강을 사용한다.

단면구성은 그림5와 같다.

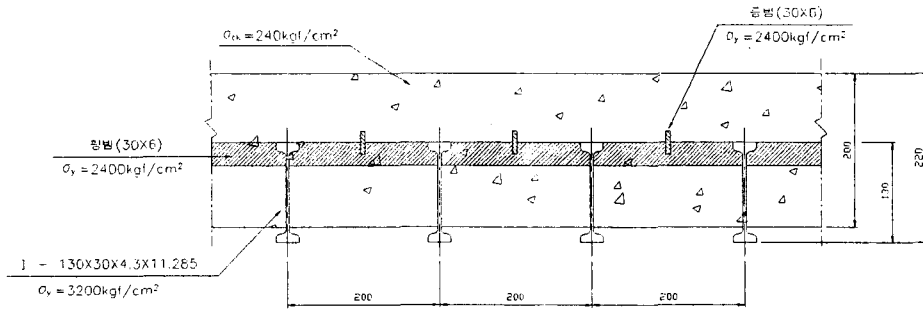


그림5. 단면도(3안)

#### 5.4 제4안

T형강(CT-124×124×5×8)을 뒤집어 플랜지가 주거더 상면에 부착하도록 30cm간격으로 설치하고 횡범(30×6)을 용접하여 격자로 만든 구조이며 상부 콘크리트를 타설 일체로 만든 구조이며 차량하중을 받는 상부면에 콘크리트 타설을 한다.

단면구성은 그림6과 같다.

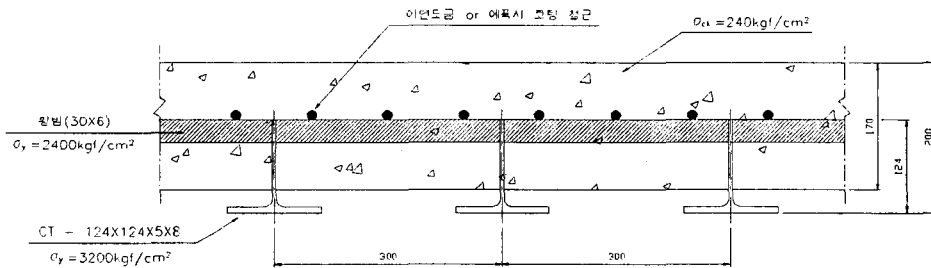


그림6. 단면도(4안)

#### 5.5 제5안

T형강(CT-124×124×5×8)을 뒤집어 사용하는 것은 4안과 같으며 콘크리트를 T형강이 덮히도록 두껍게 타설한 구조이며 하부의 빈 공간을 콘크리트로 채워 격자 바닥판 보다는 강함성 바닥판의 기능을 하도록 한다.

단면구성은 그림7과 같다.

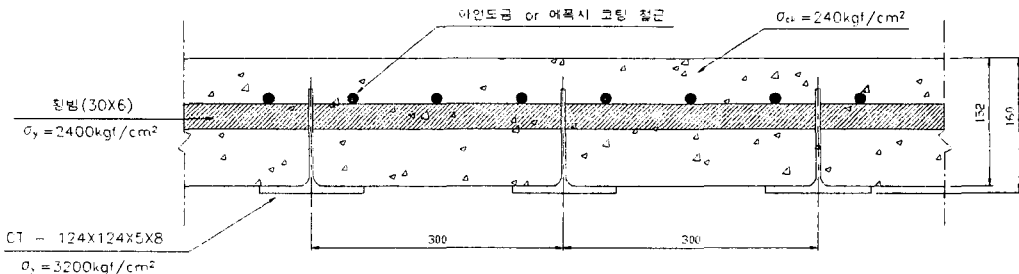


그림7. 단면도(5안)

## 5.6 제6안

복부에 철근 배근을 위한 공간이 있는 I형강(I-150×35×4.8×11.5)를 20cm 간격으로 배치하고 가로방향으로 철근을 배근하여 콘크리트 타설한 구조이며 철근은 일체화 및 균열방지를 위한 것이며 차량하중은 I형강 및 콘크리트가 지지하며, I형강의 복부는 휨모멘트에 큰 영향이 없으므로 천공하여도 문제점이 없음.

단면구성은 그림8과 같다.

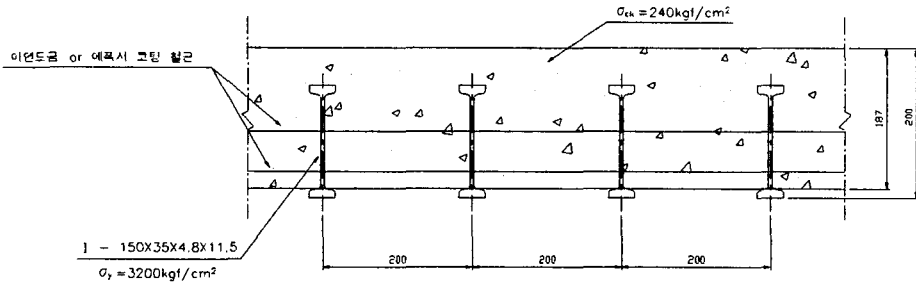


그림8. 단면도(6안)

## 6. 해석결과

### 6.1 하중조건

도표1. 각 안별 하중조건

하 중 구 분		단 위	하 중(단위m당)					
			1안	2안	3안	4안	5안	6안
P <sub>1</sub>	측벽자중, 안내레일, 제3궤조, 방수공	kgf/m	1237.5	1237.5	1237.5	1237.5	1237.5	1237.5
P <sub>2</sub>	점검통로, 안내레일	kgf/m	355.0	355.0	355.0	355.0	355.0	355.0
W <sub>1</sub>	주행노반 (레일포함)	kgf/m	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0
W <sub>0</sub>	바닥판 (I형강+콘크리트)	kgf/m <sup>2</sup>	235.5	409.3	549.5	481.3	436.3	529.7
P <sub>t</sub>	AGT 철제차륜 열차축중	tonf	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
	충격계수(i = 0.446) 고려	tonf	7.8	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

## 6.2 해석결과 및 비교

도표2. 각 안별 해석결과 및 비교

구 분	1안	2안	3안	4안	5안	6안	비 고	
재료구입성	국내생산 가능	국내생산 가능	특수제작	국내생산 가능	국내생산 가능	특수제작		
제작성	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근 · 콘크리트 타설시 철판필요	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근	· I형강가공 필요 · 횡빔가공 필요 · 철근배근	-	
운반성 가설용이성	현장타설 필요	· 트레일러 운반 · 크레인 가설	· 트레일러 운반 · 크레인 가설	· 트레일러 운반 · 크레인 가설	· 트레일러 운반 · 크레인 가설	현장타설 필요		
유지관리성	양호	양호	양호	양호	양호	양호		
개환가능성	곤란	가능	가능	가능	가능	곤란		
두께	20cm	20cm	22cm	20cm	16cm	20cm		
중량	235.5kgf/m <sup>2</sup>	409.3kgf/m <sup>2</sup>	549.5kgf/m <sup>2</sup>	481.3kgf/m <sup>2</sup>	436.3kgf/m <sup>2</sup>	529.7kgf/m <sup>2</sup>		
휨응력	1833.5 kgf/cm <sup>2</sup>	1488.2 kgf/cm <sup>2</sup>	1874.2 kgf/cm <sup>2</sup>	1865.3 kgf/cm <sup>2</sup>	1896.2 kgf/cm <sup>2</sup>	1810.3 kgf/cm <sup>2</sup>	≤ $\sigma_a=1900$ kgf/cm <sup>2</sup>	
전단응력	306.3kgf/cm <sup>2</sup>	342.2kgf/cm <sup>2</sup>	744.3kgf/cm <sup>2</sup>	710.2kgf/cm <sup>2</sup>	706.2kgf/cm <sup>2</sup>	576.9kgf/cm <sup>2</sup>	≤ $\tau_a=1100$ kgf/cm <sup>2</sup>	
기타	-	-	-	콘크리트의 인장력 발생	콘크리트의 인장력 발생	-		
가격	86,000원	150,000원	138,000원	70,000원	68,000원	165,000원	폭(1m)×길이(1m)에 대한 개략적인 가격	

## 7. 결 론

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 현장 시공보다 공장제작 가설방법이 시공성 및 품질관리상 유리함.
- 2) I형강과 콘크리트 상판이 일체로 하는 것이 유리함.
- 3) 신상판구조에서는 복선의 경량전철에서 2주형 거더를 사용하여도 두께 20cm의 상판이 가능하다. 앞으로 체결방법 및 온도 변화에 따른 신축처리 방법은 더 연구 되어져야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 정학사 건축학술부(1998년), "강도로교설계편람", 정학사.
2. 방명석(1999년), "강교설계의 기초", 도서출판 건설도서.
3. (사)한국강구조학회, "강구조편람③ 강구조건축물의 설계", 구미서관.