

## 우리나라 철도교량의 역사와 발전방향에 대한 제언

A study on the history and development direction of railway bridges in  
Korea

백효순\*

최용진\*\*

백진호†

엄종우\*\*\*

Hyo-Soon Baek

Yong-Jin Choi

Jin-Ho Baek

Jong-Woo Eom

## ABSTRACT

Railways are different from other means of transportation, especially in bridges, which is a special condition in which trains with large loads run parallel along parallel tracks.

In the era of high-speed operation, the application of long bridges to bridges is still difficult, and the problems of structural change and long-term deflection and orbital stability due to temperature expansion between trajectories and bridges must be seriously considered.

In this paper, we will examine the history of development by bridge type by classifying the conventional railway bridge in the 1990 's and the modern railway bridge since 1990 before the introduction of the high - speed railway,

We propose the development direction of bridges fitted to the above-mentioned high speed railway while maintaining the direction of future railway bridge and existing vehicle and railway system.

## 1. 서론

국내 우리나라 철도교량은 1899년 9월18일 노량진~제물포 간을 연결한 경인선이 우리나라 철도 노선으로 첫 영업 운영한 이후 강 교량과 콘크리트 교량, PSC 콘크리트 교량 등 다양한 재료를 사용한 교량이 다양한 형식으로 건설되어져 왔다. 그러나 철도건설 초창기부터 세계적으로 일반적인 교량 재료의 개발이 이미 되어있어서 현재와 크게 다르지 않은 강재와 철근콘크리트 등의 사용이 가능하였다. 따라서 대부분의 교량 형식의 변천은 진전된 새로운 연결 재료, 고강도 재료, 강선 등의 등장 등에 의해 조금씩 변경되었다.

† 비회원, 한국철도시설공단, KR연구원 설계기준처, 차장

E-mail : jinolover@kr.or.kr

TEL : (042)607-4743 FAX : (042)607-3449

\* 비회원, 한국철도시설공단, KR연구원 설계기준처, 부장

\*\* 비회원, 한국철도시설공단, KR연구원 설계기준처, 차장

\*\*\* 비회원, 한국철도시설공단, KR연구원 설계기준처, 과장

철도 교량은 도로교량이나 기타 다른 용도의 교량 형식들에 비해 보통 10배 이상 무거운 운행 차량(열차, 화차 등)을 지지해야 하며, 특히 철제 차륜을 일정한 간격으로 평행하게 부설한 궤도 면 위를 달리게 해야 하는 특수한 조건으로 인해 도로 교량에서 이루어진 괄목할 만한 경간장의 연장이나 날렵한 형식으로의 발전과는 매우 달리하는 발전 과정을 거치게 된다.

특히 1990년 이후 현대화 된 시속 200km 이상 고속화 철도와 시속 350km 이상의 초고속 주행 고속 열차를 일정한 궤도 위로 달리게 하는 고속철도의 도입은 고속/초고속 열차 운행에 필수적인 궤도/노반의 변위/진동 제어와 장대레일의 적용과 그 안정 유지의 요구와는 반대로 교량 구조물에 있어서 하중의 동적 충격과 빨라진 운행 열차의 진동에 의해 오히려 더 큰 변형과 공진에 의한 진동 발산의 가능성을 크게 하고 교량과 장대레일의 온도신축 차이로 인해 궤도의 장경간 교량의 적용을 매우 어렵게 만든다. 따라서 현대화 철도의 고속 운행은 특별히 교량에 대해 기술적으로 해결하기 매우 어려운 여러 가지 난제들을 던져주는 계기가 되었다.

이러한 난제들을 해결하여야 하는 교량 구조의 요구는 열차 차축간격에 따른 공진 해소와 고유진동수의 조정, 변형을 정밀하게 제한하고 장대레일과의 상호작용을 정밀하게 제어하는 방향으로 형식 선택에 제한을 가하였고, 그러한 요구는 특히 더 높은 속도를 추구할수록 교량의 변형 억제를 위한 형식적 제한을 운명적으로 더욱 높이게 한다.

본 논문에서는 우리나라 철도교량의 발전 역사를 1990년대 이전의 재래식 철도교량과 1990년대 이후의 현대 철도교량으로 나누어 살펴보고 이를 토대로 향후 발전 방향에 대하여 검토하고자 한다.

## 2. 철도교량 형식의 발전과 그 역사

우리나라 철도교량의 역사는 이제 110년을 겨우 넘었을 정도로 일천하다. 그러나 그 기간 중에도 1990년대 이전과 이후, 즉 고속철도가 도입된 시점의 열차의 운행 속도변화에 따른 교량의 형식적 요구는 재래의 교량의 형식적 요구사항과 특성을 크게 바꾸어 놓았고 따라서 1900년부터 1990년까지의 철도교량과 그 이후 시속 200km를 넘기 시작한 현대화 고속화된 철도교량은 완전히 다른 교량 요구사항을 제시받게 된다. 그러한 연유로 보통 1990년대 이전의 철도교량을 과거의 근대적 재래식 철도교량으로 분류하고 그 이후의 고속화된 철도교량은 현대 철도교량으로 분류할 수도 있다.

### 2.1. 1990년대 이전 재래식 철도교량의 형식의 발전 역사

1990년대 이전의 철도교량 형식의 발전은 대부분 철도하중 특성에 대한 적절한 대응과 재료의 발전과 관련이 있다. 여기서는 강 교량과 강합성형 교량, 콘크리트 교량, 프리스트레스트 콘크리트 교량으로 나누어

그 발전과정을 살펴본다.

### 2.1.1 강 교량 형식의 발전

강 교량은 지난 백 여 년 동안 시대별로 강재의 강도와 재질향상, 강 부재의 연결방법의 변천에 따라 설계 제작상의 기술변화와 발전이 있었다. 강재의 강도와 재질은 일반강에서 고장력강으로의 적용이, 강 부재 연결방법은 강재에 구멍을 뚫어 일일이 덮판을 대어 연결시키던 리벳 이음에서 강과 강을 맞대어 용접용재(용접봉)로 직접 연결시키는 용접이음으로 변화되고 발전되었다. 이는 용접이 가능한 용접용 강재의 개발과 강재 이음부에서 강재보다 강도와 성능이 더 좋은 용접용재(용접봉)의 개발에 의해 가능하게 되었다. 특히 변동하중의 크기가 커서 피로에 매우 취약한 강 철도 교량에서는 강판의 저온에서의 취성화가 피로 수명에 크게 문제가 되었으나 자연 상태에서 실현 가능한 저온에서도 취성화를 방지할 수 있는 혁신적인 강재가 개발됨으로 피로 취약부재에 대해서도 용접 강 교량의 적용이 가능해졌다.

#### 2.1.1.1 리벳 강 교량

리벳 이음을 사용한 강교량은 한국 철도의 초창기부터 1967년 섬진강 철도교에 용접 강교량이 도입 되기 전까지 사용되어 왔으며 대부분의 초기 강 교량은 리벳 강교량으로 적용되었다. 역사적인 교량으로 다음과 같은 교량이 있다.

- ① 1900년, 경인선 한강 B선 철도교(단선 단순 강 플랫폼 트러스 경간장 61m 10련, L=630m)
- ② 1904년, 경부선 구미-왜관간 왜관 낙동강철도교(46.5m 경간을 가진 2경간 연속 리벳 강라우텐트 라겔 형식 5련 구조, 단순 리벳 강관형 15.2m 2련 총 연장 506.9m)
- ③ 1904년, 경부선 매표 신탄진간 신탄진 금강철도교(62.0m 경간을 가진 2경간 연속 리벳 강 라우텐 트라겔 형식 총 연장 124m)
- ④ 1905년, 경의선 문산-장단간 임진강 철도교 (단순 리벳 강 복사재 트러스 60.6m 1련, 3경간 연속 리벳 강 평행형복사재트러스 3@62.6m 2련, 단순 리벳 강 복사재트러스 60.6m 1련, 단순 리벳 강 관형 18.3m 10련 총 연장 701.84m)
- ⑤ 1905년, 경의선 평양 대동강 철도교(3경간 연속 리벳 강 페티트트러스 3@62.0m, 186m)
- ⑥ 1911년, 한강 A선 철도교 (한강 B선 철도교와 동일한 구성 및 형식 적용)
- ⑦ 1911년, 압록강 철도교 (단순 리벳 강곡형트러스 총 연장 944m)
- ⑧ 1940년, 중앙선 능내-양수간 북한강철도교(단순 리벳 강와렌트러스 경간 60.0m 3련, 단순 상로 리벳 강관형 30.0m 10련, 단순 리벳 강관형 24.4m 2련 총연장 560m)
- ⑨ 1942년, 중앙선 안동부근 성락천 철도교(단순 상로 리벳 강 트러스)
- ⑩ 1943년, 압록강철도교 상류 70m지점에 복선 3경간 연속 리벳 강복사재트러스 (3@94.2(282.6m) 포함 총 연장 943m)

- ⑪ 1944년, 한강 C선 철도교(경간장 20.0m 복선 3경간 연속 리벳 강관형 4련, 경간장 26.3m 3경간 연속 리벳 강관형 3련, 3경간 연속 리벳 강 복사재트러스(54.95+ 78.5+ 54.95=188.4m) 3련, 단순 강 복사재트러스 62.0m 1련, 총연장 1112.8m)
- ⑫ 1958년, 충북선 목행-동량간 남한강철도교(2경간 연속 리벳강관형 2@24.4 1련, 3경간 연속 리벳 강관형 3@24.4 1련, 3경간연속 리벳 강관형 3@30 2련, 4경간연속 리벳 강관형 4@24.4 1련 총 연장 326.32m)
- ⑬ 1962년, 진주선(경전선) 삼랑진-한림정간 삼랑진 낙동강 철도교 (구교(목교) 상류 200m 위치에 3 경간 연속 리벳 강복사재트러스 3@60.0 5련, 단순 리벳 강 복사재트러스 60.6m 1련 총 연장 996.6m)
- ⑭ 1967년, 경전선 하동-진상간 섬진강철도교 (단순강관형 15.2m 2련, 단순 강관형 24.4m 6련, 단순 하로 강 와렌트러스 60.6m 4련 총 연장 442.1m)
- ⑮ 1969년, 동해남부선 포항종합제철 인입선 형산강 철도교(단순 리벳 강관형 30.0m 15련 총 연장 437.5m)

### 2.1.1.2 강합성형 교량

강 관형 거더 혹은 강 트러스교 등 강교량 형식의 대부분에서 1960년대 중반 이전까지는 바닥판이 별도로 적용되지 않은 강 틀 구조, 즉 강구조체에 직접 레도나 침목을 설치하는 무도상구조가 강 교량에 적용되었다.

1960년대 중반부터 강재에 비해 매우 용이하게 만들 수 있고 구할 수 있으며 저렴한 재료인 콘크리트를 교량 구조체 중 압축력이 지배하는 바닥판에 적용하여 설치 사용함으로써 콘크리트의 압축저항 성능을 최대한 이용한 경제적이고 합리적인 강합성형 교량을 채용하기 시작했다.

강합성형 교량은 특히 문제가 되었던 강교량의 소음, 진동의 감소와 레도의 유지관리가 용이한 부가적인 효과를 얻게 되었고 1967년 강합성형 철도교 설계지침(철도청)이 제정되면서 국내에 철근 콘크리트 바닥판을 설치한 강합성형교가 본격적으로 설계 시공되기 시작하였다.

- ① 1974년, 수도권전철화 구간의 구로-가리봉 구간 수 km 적용
- ② 1980년, 서울지하철 2호선 강변-성내간 잠실철교 (총 연장 1270m)
- ③ 1982년, 경원선 청량리-의정부 복선화전철 다수의 강 합성형 적용

### 2.1.1.3 용접 강교량

국내에서도 용접용 강이 도입되어 상용화되기 시작했고 용접봉의 성능이 확보 된 이후인 1967년 12월 경전선 하동-진상간 섬진강철도교에서 리벳 강교량과 용접 강교량을 모두 적용하여 경제성을 검토 하였

으며 용접 강교량의 강재 소요량이 강 판형에서 5%, 강 트러스에서 19% 절감되는 것으로 확인 되었다. 이후 용접 강 교량의 적용이 가능한 교량에 대해서는 가급적 고장력볼트와 용접으로 강 부재의 이음이 바뀌게 되었으며 시공이 매우 어렵고 강재 중량도 많이 나가는 리벳 강 교량은 완전히 사라지게 되었다.

- ① 1967년, 섬진강 철도교
- ② 1984년, 서울지하철3호선 옥수-압구정간 동호대교 (총 연장 1220m)
- ③ 1984년, 서울지하철4호선 이촌-동작간 동작대교 (총 연장 1320m)
- ④ 1986년, 호남 복선 백양사-신흥리간 월계천 철도교 (단순 하로 용접 강 와렌트러스)

## 2.1.2 석교, 콘크리트 교량 형식의 발전 역사

돌, 콘크리트와 철근 콘크리트를 사용한 철도교량은 한국철도 최초부터 지금까지 사용되어져 왔다. 특이할 만 한 점은 우리나라 철도의 초창기에 철도교량에 석축 아치교가 상당히 적용되었다는 것이다. 뿐만 아니라 일반 무근 콘크리트 아치교의 적용도 적지 않았고 철근 콘크리트 교량 역시 초기 철도교량에서 부터 지속적으로 슬래브교, T형교, 라멘교 등으로 적용되어 왔다.

### 2.1.2.1 석축 아치교

석축 아치교는 우리나라 철도 초창기에 경간 5.0m 이하의 구교와 함께 반원형 5.0m~7.5m 정도의 경간장이 필요한 구간에 상당한 개소에 축조되었다. 이는 아치교량의 특성상 압축지배 구조로만 거동하기 때문에 경간장이 짧은 경우에는 일반 자연석의 압축저항 성능만으로 도 충분히 철도에서도 적용 가능했기 때문이라 할 수 있다. 그러나 자연석을 가공하는 데 시간과 노력이 많이 소요되기도 하고 경간장의 제약으로 말미암아 1945년 이후에는 거의 채용을 하지 않게 되었다.

### 2.1.2.2 무근 콘크리트교

무근 콘크리트교량 역시 인장을 받지 않는 아치형식의 교량에 많이 사용되었다. 대부분 5.0m~7.5m 경간을 가지는 5심 아치로 만들어졌고 2경간 연속, 3경간 연속의 형식으로도 설치되었다. 무근 콘크리트 아치교량은 우리나라 철도의 초창기부터 1960년대 중반까지 꾸준히 채용되었지만 도로의 발달과 폭이 더 넓은 경간장의 필요가 발생한 이후에는 거의 시공되지 않고 있다.

### 2.1.2.3 철근 콘크리트교

철근 콘크리트는 우리나라 철도 초창기부터 일반적으로 적용되어 오던 구조 재료형식으로 슬래브교, T형 단면 거더교, 아치교, 라멘교 등의 다양한 형식으로 채용이 가능하여 1960년대 중반 PSC콘크리트가 도입되기 전까지 대부분의 중소 교량에서 채용하던 교량 형식이다. 이 형식은 콘크리트의 강도 증가와 철근의 고강도화로 점점 장경간의 경향을 보이며 발전한다.

#### ① 슬래브교

우리나라 철도의 초창기부터 경간장 5.0~6.0m 구간에 단순 철근콘크리트 슬래브가 많이 사용되어 왔으며 1980년 철도청 정규도 및 표준도에서 단순 경간장 5.0m~10.0m 및 6.0m, 8.0m, 10.0m 경간장을 갖는 3경간 연속 슬래브 교량이 제정되어 사용되었다.

#### ② T형단면 거더교

역시 우리나라 철도 초창기부터 1960년대까지 경간장 6.0m~12.0m 구간에는 단순 T형단면 거더교량이 많이 채용되었다. 1968년 정규도 및 표준도에서 경간 6.0m~18.0m의 단순 T형단면 거더교가, 1980년 정규도 및 표준도에서는 경간 9.0m~18.0m 로 점차 장경간화 되기 시작한다. 이는 콘크리트의 강도 향상이 주요 원인이라 볼 수 있다. 그러나 1960년대 중반 시공이 용이하고 장경간 적용이 가능한 PSC콘크리트 거더교량의 보급으로 1980년대 이후에는 거의 가설되지 않고 있다.

#### ③ 아치교

철근콘크리트 아치교량은 아치 라이스비가 작은 장경간 구간에 적용 할 수 있으나 지점부 응력의 복잡성과 가설의 어려움 등으로 1990년 이전 재래식 철도교량에는 거의 적용 실적이 없다.

#### ④ 라멘교

라멘교량 역시 우리나라 철도 초창기부터 경간장 6.0m, 8.0m, 12.0m 등의 단순지간 혹은 연속지간 형식으로 널리 사용되었다. 특히 1970년대 말부터 철도건설 및 개량에 따른 용지매수의 어려움으로 철도의 고가화가 활발해 짐에 따라 높이가 낮은 교량 소요구간에 라멘교를 많이 적용하게 되었다. 1965년 가설된 정선선(태백선) 예미-조동간 다층 다경간 철근 콘크리트 라멘교는 이러한 연속 다층 라멘교량의 대표적 교량이다.

### 2.1.2.4 PSC 형교

1963년, 영월제2화력발전소 인입선 발전교 (단순 PSC 콘크리트교량 15m 20련)를 시작으로 우리나라 철도교량의 대부분을 차지하는 형식의 교량으로 발전한 교량 형식이다. 특히 이 시기부터 콘크리트의 강도가 고강도화 되기 시작하고 철근역시 고강도 철근이 생산되기 시작하면서 강재에 비해 가격이 매우 저렴한 콘크리트의 압축저항성능을 최대한 이용하는 구조로써 크게 각광 받게 된다.

① I형 단면 포스트텐션방식 PSC거더교

1963년 최초의 PSC거더교량 발전교가 이 형식이었으나 이후에는 곧 이어 나오는 PSC 합성형교에 밀려 적용 사례가 없다.

② I형 단면 프리텐션방식 PSC거더교

1960년대 후반기 경간장 9.0m~15.0m의 공장제작 형식으로 용산역 구내의 옥천교(1969), 휘경동 무연탄 하화장, 반야월 무연탄 하화장 등에 가설되었으나 이후 적용 사례가 없다.

③ I형 단면 포스트텐션방식 PSC합성거더교

1960년대 중반부터 현재까지 단순 I형단면 포스트텐션방식 PSC합성형 거더교는 경간장 18.0m~35.0m까지 가장 활발하게 사용되어져 왔으며, 가설공법의 간편성과 경제적 유리함 등이 특징이다.

④ 상자단면 포스트텐션방식 PSC합성형교

1987년 광양만 제2철도교를 시작으로 1980년대 말부터 일반철도교량에 채용되기 시작하였다. 단순형, 연속형교에 공히 적용되었고 비틀림 저항 성능이 일반 I-거더에 비해 300배 이상 크고 휨 변형 저항 성능도 커서 특히 1990년대 이후 현대화 고속화 철도 등의 변위 제한이 엄격한 교량 등에 대하여 채용된다.

⑤ I형단면 프리플렉스 합성형교

1984년 벨기에에서 도입되어 1987년 프리플렉스합성형 철도교표준시방서(대한토목학회)가 제정되면서 경간장 18.0m~32.0m의 형하고가 낮은 특수부 경간에 적용되고 있다.

### 2.1.3 기타 교량 형식의 역사

우리나라 초창기 철도에서는 이 외에도 목교가 적용된 예도 있다. 물론 이들 교량은 지속적인 유지관리의 어려움으로 지금은 모두 없어지거나 대체되었지만 교량 역사적으로는 중요한 가치를 가지고 있다.

① 1905년, 경전선 삼랑진-한림정간 삼랑진낙동강철도교

② 1906년 경의선 청천강 철도교

### 2.2. 1990년대 이후 현대 철도교량의 형식

1990년대 이후의 철도교량은 큰 변혁을 겪는다. 바로 고속철도의 등장 때문이다. 고속철도는 지금까지의 철도교량과는 다른 특별한 요구사항을 제시하였다. 고속의 열차가 궤도 위를 달려야 하고 그 궤도는 매우

엄격한 변형제한을 요구한다. 그 고속주행 열차가 달리는 노반 중에서 가장 취약한 부분은 모든 하중에 대해 구조물 변형이 반드시 발생하는 교량이었기에 고속열차의 정상적인 주행은 교량의 변위 억제 방안 혹은 그 제어 기술이 가장 중요한 점이 되었다.

게다가 1990년대 이후의 신설철도들은 대부분 시속 200km 이상의 고속화 철도로 가설하거나 속도를 증속할 수 있게 요구하여 모든 교량에 대한 주행안전성을 검토하기에 이르렀다. 고속철도 교량의 경우는 매우 엄격한 변위 억제구조를 적용하기 위해 대부분의 교량을 비틀림에 강하고 상대적으로 휨 강성이 큰 박스형 단면을 가진 25m~50m 경간을 가진 PSC 거더교량으로 채용하였으며 일반 고속화철도 역시 강성이 큰 PSC 합성거더를 사용하였다. 일부 경간장이 40m~55m 정도로 길어지고 도로를 통과하는 등의 가설이 어려운 지장물이 있는 교량에 대해서는 고속철도의 경우 박스형 정도의 비틀림 저항성능을 가지는 극후판 강합성 소수주형교량을 고속화교량구간에 대해서는 보강된 강합성형 박스거더 구조를 채용하였으며 그 이상의 경간장에 대해서는 강 아치교 또는 강 트러스교, 철근콘크리트 아치교 등을 채용하였다.

### 2.2.1 강합성 교량 및 강교량 형식

강 교량은 현대화 철도에서 시속 200km 이상의 고속화로 인하여 몇 가지 반드시 해결해야 할 문제가 발생했다. 바로 속도 대역의 대폭 증가로 말미암은 구조물 진동의 공진 가능성이 커진 것이며 이로 인해 박판인 강판의 고주파 소음진동, 좌굴 가능성, 응력범위의 증가로 인한 피로저항 성능의 확보, 피로파괴와 관계된 저온 취성화 문제의 해결 등이 선결과제가 되었다.

이로 인해 우선은 용접부위를 최소화 하여 피로파괴의 요인을 최소화하고 응력집중부를 제거함으로써 응력 변동치를 최소화하기 위해 강 부재의 상세 형상의 적용이 매우 엄격해졌고 박판고주파진동을 제거하기 위해 가급적 두꺼운 극후판 강판을 사용하게 되었으며 저온취성화를 회피하기 위해 저온충격흡수 에너지가 큰 강재를 개발하여 사용하기 시작하였다. 뿐만 아니라 아치교나 트러스교에서도 피로파괴를 회피하기 위한 강부재의 구조 상세를 엄격하게 제한해야했으며 아치 행어 등은 휨으로 인한 응력 변화량 증가를 막기 위해 순수 인장부재로 만들기 위한 상세로 설치하여 휨이 발생하지 않는 완전한 핀 형식으로 적용할 수 있도록 하였다.

### 2.2.2 콘크리트 교량 형식

콘크리트 교량 형식 역시 변위억제를 위한 교량형상의 변화를 가져 왔다. 기본적으로 교량이 받을 수 있는 모든 속도대의 대폭 넓어진 주파수대에 대한 궤도 안정성 확보를 위한 교량 상판의 변형 제한이 가능해야 했으며, 반드시 채용되어야 할 장대레일의 적용을 위해 교량의 장대레일 상호작용에 대한 정밀한 검토와 조정이 필요하게 되었다.



이를 위해 모든 교량의 휨 강성과 비틀림 강성의 열차 주행에 따른 각 속도별 요구치를 만족하도록 하였으며 상당한 교량 상부구조의 강성 발현이 요구되었고 하부구조의 수평저항성능의 안정성이 요구되었다.

### 2.2.2.1 철근 콘크리트교

현대화 철도의 철근 콘크리트 교량은 정거장 또는 그 전 후 구간의 분기거나 건널선 구간 등 매우 엄격한 궤도 요구조건이 필요한 구간의 안정성 확보를 위해 매우 엄격한 변위 조절구조로써 다수 채택되었다. 정거장 인접구간에 다차 부정정 라멘구조를 적용하거나 다경간 아치구조(언양고가교, 중궤고가교, 모량고가 등)를 적용하였다.

또한 높이가 높지 않은 교량 구간 일부에는 다차 부정정 라멘구조를 적용한 예가 있다.

### 2.2.2.2 PSC거더교

상자형 PSC거더형식 교량은 상대적으로 I형 거더보다 비틀림 강성이 300배 이상 높고 휨 강성이 크므로 경부고속철도, 호남고속철도 구간의 대부분의 교량에 채용되었다.

경부고속철도에 주로 사용된 교량의 경간형식은 2@40.0m 3@25.0m 1@40.0m 1@50.0m 의 경간구성을 가지고 있으며 정거장 인접구간의 건널선이나 정밀궤도제어 구간에 대해 연속형 구조를 두고 REJ를 사용한 경우도 있다.

호남고속철도 노선에는 PSM(PreCast Span Method)공법을 적용하기 위해 1@35m 경간장구성을 주로 하였으며 일부 조정된 길이와 연속형을 둔 경우도 있다.

일반철도 교량에는 I형 거더가 사용되었는데 I형 거더 교량은 기본적으로 비틀림강성이 적고 휨강성이 상자형거더에 비해 적으므로 고속화구간에 적용하기 위해서는 언제나 엄격한 변형검토를 거치도록 하여야 하고 필요한 경우 보강을 하여야 함이 원칙이다.

경부고속철도 2단계구간과 호남고속철도 이후 최근에는 교량구간에 콘크리트 도상을 적용하는 예가 많아졌으며 이때는 PSC 거더 자체의 문제인 장기변형거동을 제어하기 위한 검토를 반드시 하여야 하며 상대적으로 휨강성이 큰 박스거더형식을 사용하되 상부거더 형고가 높은 형식을 적용하여야 함이 원칙이다.

일반철도 고속화구간 일부구간에 I형단면 프리플렉스류의 합성형교가 적용되기 있기는 하지만 거더의 형고가 낮아 상대적으로 휨강성과 비틀림강성이 매우 작아서 궤도 유지관리시 매우 엄격한 점검이 필요할 수 있으므로 형고의 문제로 어쩔 수 없는 경우 이외에는 필요한 형고를 확보하도록 설치하여야 함이 원칙이다.

## 3. 결론 : 앞으로의 철도교량 형식의 발전 방향

열차가 고속으로 주행하는 철도 교량이 특히 제한사항이 많고 어려운 이유는 교량에 실리는 그 열차가

자중 또한 매우 크고 뿐만 아니라 그 열차가 여전히 철제 궤도 위를 달려야 한다는 것 때문이다.

이 때문에 더욱 고속화 될 미래의 철도교량 역시 장경간의 교량 설치는 여전히 어렵고 구조물 변형과 장기 처짐, 궤도와 구조물간의 온도 신축에 의한 궤도안정성 문제 역시 더 심각하고 더 크게 발생하게 될 것으로 예상된다.

지금까지 사용하고 있는 철도와 차량과 그 시스템을 그대로 유지한 채 앞으로 이 문제를 해결할 수 있는 방안이라면 공사비의 증가를 최소화하면서 대폭 커진 휨 강성을 갖는 교량형식의 채용이나 도로용 차량 정도로 가벼운 초경량차량을 개발하는 것, 궤도와 구조물간의 신축차이를 해결할 수 있는 특수한 궤도를 개발하는 방법 정도다.

### 3.1 교량 형식의 변화

향후 우리나라 철도는 더욱 고속화되고 궤도구조 역시 콘크리트 궤도 혹은 슬래브 궤도로 적용될 가능성이 높으므로 이에 맞추어 주어진 하중에 대해 더욱 변형량이 작은 고 강성을 가진 교량의 형식으로 변화하여야 할 것이다. 속도 증가는 반드시 더욱 엄격한 변형억제를 요구하므로 보다 정밀한 변형억제 기구를 교량에 도입해야 하는데 이는 교량의 강성 증가와 공사비의 증가를 요구할 수 있다.

그러나 보통의 경우 강성의 증가가 공사비의 증가를 의미하지만 다른 시각으로 본다면 교량의 발생응력적인 측면에서는 응력여유치가 커진다는 것을 의미하므로 강성을 높이고 발생응력을 유지하는 방향으로의 교량 형식을 개선시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

이러한 교량으로 제시될 수 있는 형식은 지금까지 적용된 대부분의 교량형식과는 다른 하로 튜브형 박스 단면을 갖는 교량으로 만들어 전 단면이 효율적으로 휨 변형에 저항하고, 단부의 꺾임각에 의한 단차를 최소화 할 수 있는 교량 등을 개발하거나 변형억제를 효과적으로 할 수 있는 다중 프레임을 갖는 연속 아치형을 적용한 교량이 개발되어 적용 할 수도 있다.

### 3.2 열차와 궤도 형식의 변화

또한 초고속 열차를 개발하여 운행하기 위해서는 현재의 궤도 시스템으로는 아무래도 적용이 제한적이므로 자기부상궤도 등 궤도구조의 획기적인 변화 혹은 튜브형 진공 상태 주행궤도가 도입되어야 할 것이다. 이 때 구동바퀴에 의한 현재의 고중량의 열차가 아닌 자기부상 초경량 열차가 적용될 경우 변형을 대폭 줄일 수 있어 초고속 주행도 가능하게 될 수 있다.

진공튜브형 철도의 개발 등 새로운 형태의 철도시스템이 개발되기 위해서는 그에 따른 새로운 개념의 교량이 필요하고 탄성계수가 매우 높은 재료, 크리프현상 등의 장기 변형이 최소화 될 수 있는 효과적인 구조 재료, 진공을 확보 할 수 있는 신축이음의 특별한 설계과 개발 등 새로운 재료의 개발과 교량 부속 장치의 개발도 함께 이루어져야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 박덕상, “한국 철도교량 역사(略史)(1) -한국 토목학회 사료(史料)정리를 위하여-, 한국토목학회지, 제 49권 제2호, 2001.2.
2. 박덕상, “한국 철도교량 역사(略史)(2) -한국 토목학회 사료(史料)정리를 위하여-, 한국토목학회지, 제 49권 제3호, 2001.3.
3. 박덕상, “한국 철도교량 역사(略史)(3) -한국 토목학회 사료(史料)정리를 위하여-, 한국토목학회지, 제 49권 제4호, 2001.4.