

# 국내 무도상 판형교 적용을 위한 합성침목의 허용범위 산정

## Allowable range calculation of synthetic sleeper for the application of ballastless steel plate girder

이재익\*, 박용걸†, 백인철\*\*, 공현숙\*\*\*, 성덕룡\*\*\*\*

Jaek Lee\*, Yonggul Park†, Inchul Back\*\*, Hyunsuk Kong\*\*\*, Deokyong Sung\*\*\*\*

**초 록** 본 논문에서는 기존 국내 무도상 판형교에 사용되고 있는 교량용 목침목을 대체하기 위한 합성침목 적용시 합성침목 두께의 적정 허용범위 산정에 대한 검토를 수행하였다. 안전성 검토를 위해 침목의 두께와 교량의 경간에 따른 침목응력 계산식을 제시하였으며 이를 침목두께 120~230mm, 교량 경간 6~30M의 경우에 대해 적용하여 계산하였다. 침목에 가해지는 응력의 경우 합성침목의 두께가 작아질수록, 무도상 판형교의 경간이 길어질수록 증가하였다. 따라서 합성침목을 적용한 무도상 판형교 설계시 구조계산을 통한 값과 합성침목의 허용응력 값을 비교하여 침목에서 발생하는 최대 휨응력 이상의 허용 기준 값이 수립되도록 하는 것이 중요하다.

**주요어** : 합성침목, 침목두께, 무도상 판형교, 구조계산

### 1. 서 론

국내에서는 교량용 목침목을 대체하기 위한 고강도 합성침목을 개발 중에 있다. 개발 중인 합성침목은 기존 무도상 판형교에 사용되고 있는 목침목을 대체하기 위함이고, 합성침목의 경우 기존 교량용 목침목에 비해 강도와 내구성이 우수하기 때문에 무도상 판형교 조건을 고려한 구조적 안전성에 대한 검토가 요구된다.

따라서 본 논문에서는 합성침목을 적용한 무도상 판형교에서 침목두께와 교량의 경간에 따른 침목응력 계산식을 제시하였다. 또한 제시한 식을 통해 침목두께 범위 120~230mm, 무도상 판형교 경간 6~30M에 따른 구조계산을 수행하였으며 이를 합성침목 설계기준 허용응력 값과 비교하였다.

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도건설공학과 교수(ygpark@seoultech.ac.kr)  
 \* 서울과학기술대학교 철도건설공학과 석사과정  
 \*\* 서울과학기술대학교 철도건설공학과 박사과정  
 \*\*\* (주)동양이화 차량  
 \*\*\*\* 대원대학교 철도건설과 교수

### 2. 본 론

#### 2.1 합성침목 구조계산 방법

본 논문에서 제시하는 무도상 판형교의 합성침목 구조계산 식은 다음과 같다.

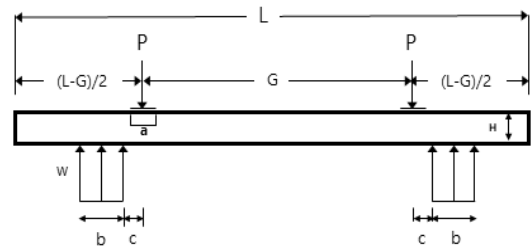


Fig 1. Calculation condition of ballastless steel plate girder sleeper

Fig.1 에서 침목 휨모멘트( $M_a$ )는 다음과 같으며

$$M_a = b \times w \times \left(\frac{b}{2} + c\right) \left[w = \frac{P}{b}\right]$$

이를 이용한 침목 휨응력( $\sigma$ )값은 아래와 같다.

$$\sigma = \frac{M_a}{S_t} \left[S_t = \frac{B \times H^2}{6}\right]$$

여기서 판형교의 순경간별 상부플랜지 폭(b)의 경우 철도청설계사무소 판형교 경간별 표준치수를 참고하여 적용하고, 레일중심에서 상부플랜지까지의 거리(c)는

형중심간 거리(C)와 상부플랜지 폭(b)에 의해 다음과 같이 계산된다.[1]

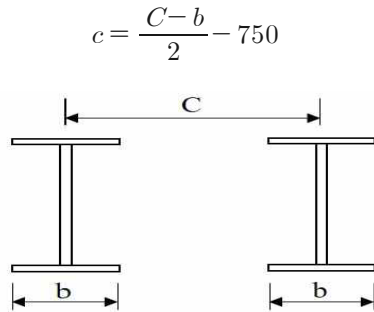


Fig 2. Standard dimension of steel plate girder

무도상 판형교의 합성침목 구조 계산시 앞서 제시한 식을 이용해 침목의 휨응력을 계산하며, 이를 합성침목 허용응력 값과 비교해 기준치 내에 들어오도록 해야 한다.

## 2.2 합성침목 구조계산 결과

앞서 제시한 방법을 통해 합성침목 두께 120~230mm, 교량 경간 6~30m 인 경우에 대해 침목에 가해지는 응력을 계산하였으며, 이를 「ISO 12856-1, JIS E 1203」 [2]의 합성침목 허용응력 설계 기준값인 28MPa과 비교하였다. 여기서 적용한 궤도조건은 아래와 같다.

Table 1. Material properties [3]

Materials	Properties	
Rail (kg/m)	60	-
Distance between rail (mm)	1500	G
Rail bottom width (mm)	250	a
Sleeper length (mm)	3000	L
Sleeper width (mm)	230	B
Sleeper thickness (mm)	120~230	H
Bridge span (m)	6~30	-

하중조건 P의 경우 KRL-2012 표준활하중을 참고하여 140km/h 화물열차에 동적활중계수를 고려한 하중값 220kN을 사용하였으며, 무도상 판형교의 경우 철도청설계사무소 판형교 경간별 표준치수를 참고하여 적용하였다.[1,4,5] 이에 따른 분석결과를 그래프로 나타내면 다음과 같다.

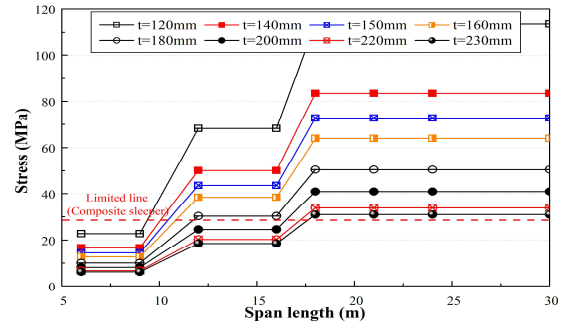


Fig 2. Maximum sleeper bending stress in accordance to sleeper thickness

분석결과 침목 허용응력 기준 값(28MPa)을 만족하기 위해서는 16m 이하 판형교의 경우 침목 두께 200mm이상, 9m 이하에서는 침목 두께 120mm 이상 사용시 허용응력 값을 만족하였다.

## 3. 결론

국내 무도상판형교의 합성침목 적용을 위한 허용범위 산정시 합성침목의 두께가 작아질수록, 무도상 판형교의 경간이 길어질수록 침목이 받는 응력의 크기는 증가하였다.

이를 바탕으로 무도상 판형교 설계시 앞서 제시한 구조계산 방법을 통해 침목에서 발생하는 최대 휨응력 이상의 허용 기준 값이 수립되도록 설계해야 한다.

## 참고문헌

- [1] Korea Railroad, Steel girder standard (L-22) (in Korean)
- [2] International Standard ISO 12856-1(2014) , JIS E 1203, Plastics – Plastic railway sleepers for railway application - Synthetic sleepers - Made from fiber reinforced foamed urethane
- [3] Korean railway standards, KRS TR 0007-15 (R)(2015), Wooden sleeper
- [4] Korea Rail Network Authority (2014) KR-C 14030, Ballast track structure, Daejeon, Korea, pp. 22-25 (in Korean).
- [5] Korea Rail Network Authority (2014) KR-C 08010, Bridge construction, Daejeon, Korea, pp. 72 (in Korean).