

체결구의 텐션클램프 거동에 관한 연구

A study on the behavior of the tension clamp in the fastener

배석복*, 최신행**, 손병직***, 임남형**†

Seok Bok. Bae*, Sin Hyung Choi**, Byung Jik Son***, Nam Hyoung Lim**†

Abstract A rail fastening spring is one of the most important part for fixing elastically between the sleeper and the rail of the rail bottom. Lateral stress occurred to tracks influences closely on changing compressive stress to tension stress and amount of stress is closely related to initial clamping force in tension clamp. In this study, Stress behavior is analyzed throughout the experiment and FE analysis when the initial clamping of elastic fastening used for concrete sleeper.

Keywords : Tension clamp, Torque, Rail fastening system, Von mises Stress, FE analysis

초 록 레일 체결스프링은 레일 저부에서 레일과 침목 사이를 탄성적으로 고정시키는 가장 중요한 궤도 부품 중 하나이다. 궤도에서 발생하는 횡압은 체결 스프링에 생기는 압축 응력이 인장 응력으로 변환되는 등 텐션 클램프 내 응력에 큰 영향을 미치며 응력의 크기는 초기체결력과 매우 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서는 콘크리트 침목에서 사용되는 탄성 레일 체결장치의 초기체결 시 응력거동을 유한요소해석과 실험을 통하여 비교·분석하였다.

주요어 : 텐션 클램프, 토크, 탄성 레일체결장치, Von mises Stress, 유한요소해석

1. 서 론

탄성 레일체결장치는 레일을 침목이나 슬래브 등의 지지물에 고정하여 궤간을 유지시키는 역할 뿐 아니라 도상진동을 감쇠하고 도상 침하를 감소시키고 소음, 진동 및 승차감 등에 큰 영향을 주는 핵심 장치이다.[1] 또한 스프링 작용에 의해 복진 및 인장, 압축력 등에 저항할 수 있도록 레일 체결장치의 개발이 진행 되어왔다. 현재 레일 체결장치의 기술은 철도 선진국들에 비해 미미한 실정이며 국외의 기술에 크게 의존하고 있는 실정이다.[2] 또한 최근 국내 콘크리트궤도에서 사용되는 레일 체결장치에 파손문제가 대두되는 등 체결구의 거동과 관련된 이해가 요구된다. 본 논문에서는 체결구의 거동 분석을 위한 기초연구로써, 도상과 침목 일체 매립형 콘크리트 도상 궤도구조에 많이 사용되는 system-300 탄성 레일체결구의 응력거동을 살펴보기 위하여 수치해석과 실험을 수행하였다.

† 교신저자: 충남대학교 공과대학 토목공학과(nhr im@cnu.ac.kr)

* 한국철도공사 시설기술단 선로관리처

** 충남대학교 공과대학 토목공학과

*** 건양대학교 건설환경공학과

2. 초기 체결력에 따른 텐션 클램프의 응력분석

2.1 해석적 연구

체결구의 응력분석을 위하여 범용 유한요소 해석 프로그램인 ANSYS Version.13을 사용하여 해석하였다. 해석은 3차원 Solid 요소를 사용하였으며, Screw와 매립전을 제외한 체결장치를 모델링 하였다. 하중은 변위하중으로 재하 하였으며, 탄성해석을 수행하였다. 또한 침목 밀면의 경계조건으로 전 자유도를 구속하였으며, 부품들 간의 접촉조건은 No separation 요소를 사용하여 접선 방향으로 sliding이 허용되는 조건으로 하였다. Table 1은 해석 시 사용된 물성치를 나타내며, Fig. 1은 해석 전경과 하중재하 위치를 나타낸다.

Table 1 Properties of materials[3, 4]

Materials	Properties	
Tension clamp	Modulus of elasticity (GPa)	210
	Poisson's ratio	0.313
Rail pad	Static stiffness (KN/mm)	500
	Poisson's ratio	0.49
Elastic pad	Static stiffness (KN/mm)	22.5
	Poisson's ratio	0.48

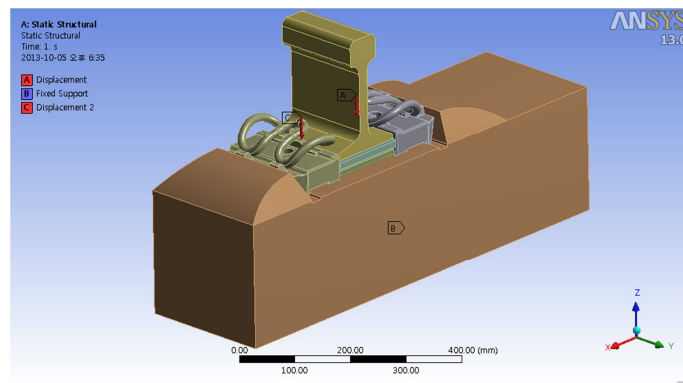


Fig. 2 FE model for System-300

2.2 실험 연구

텐션 클램프에 3축 스트레인 게이지를 축 방향으로 부착하여 변형률을 계측하였다.

3. 분석 결과

Fig. 2와 Table 2는 각각 해석 결과와 실험 결과를 나타낸다.

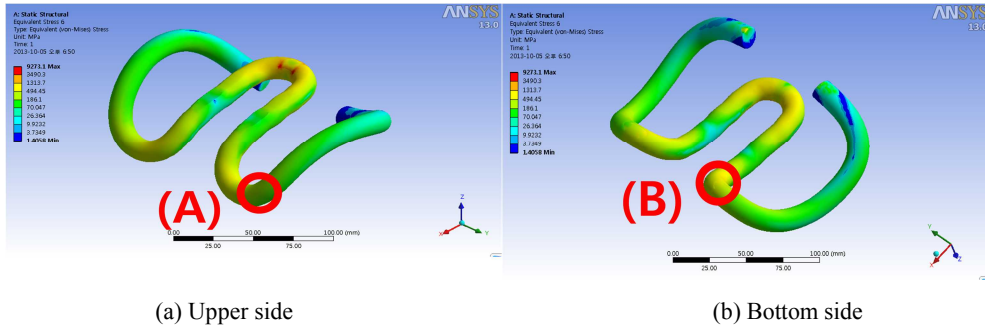


Fig. 2 Result of FE analysis(displacement 4mm)

Table. 2 Results of FE analysis and experiment(4mm, A)

	FEM Analysis	Experiment
Von mises stress (MPa)	338	376

Fig.2의 수치해석결과 하중 재하부분을 제외하고 Middle band와 Spring arm 의 경계인 절곡 부분(B)에서 최대 응력이 발생하였다. 또한 Spring arm방향으로 갈수록 응력이 작게 발생하였다. Table 2에서는 4mm의 변위가 발생하였을 때 (A)지점에서 발생하는 실험, 해석 결과를 나타낸다. 항복 강도등의 상세 재료 특성에 대한 정보가 부족하기 때문에, 탄성영역 내에서 결과를 비교하였다. Von mises stress를 이용한 비교 결과, 약 10%의 응력 차이를 보였다.

3. 결론

본 논문에서는 체결구의 거동 분석을 위한 기초연구로써, 도상과 침목 일체 매립형 콘크리트 도상 궤도구조에 많이 사용되는 system-300 탄성 레일 체결구의 응력거동을 살펴보았다. 이를 위해 유한요소 해석과 실험을 수행하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 수치해석 결과 Middle band와 Spring arm의 경계인 절곡 부분에서 최대 응력이 발생하였다.

(2) 수치해석 결과와 실험결과는 약 10%정도의 응력차이를 나타냈으며, 이는 텐션 클램프의 정확한 재료 물성치에 대한 파악이 되지 않은 이유로 판단된다. 추후, 재료 물성치의 파악과 재료비선형 모델을 고려한 해석을 수행하여 추가 거동분석이 수행되어야 하겠다.

참고문헌

[1] SB. Seo (2006) *Railway engineering*, Bookgallery, Seoul, pp. 147-168.

- [2] HS. Kim, JH. Park, MR. Kim, KG. Park, DJ. Lee(2011), *The Reliability Design Method According to the Experimental Study of Components and Materials of Railway Rail Fastening System*, Journal of Conference & Annual Meeting of the Korean Society for Railway, , pp.2090-2100.
- [3] DIN EN 10089 – *Hot-rolled steels for quenched and tempered springs*.
- [4] Specifications for buy and product track material (chapter4), Ministry of Land, Infrastructure, and Transport.