

50N 레일의 물리적/구조적 특성을 고려한 휨에 따른 응력 검토

박종찬*, 정장우*, 임남형*
*충남대학교 토목공학과
e-mail:mioso@cnu.ac.kr

Stress Review due to Bending Considering the Physical/Structural Characteristics of 50N Rail

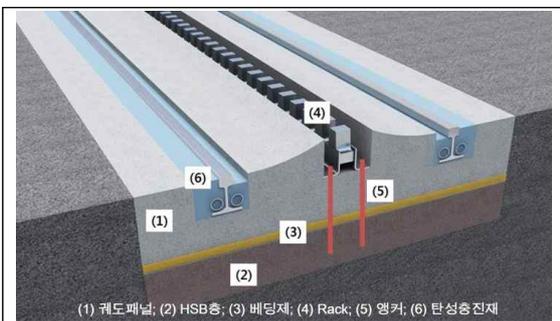
Jong-Chan Park*, Jang-Woo Chung*, Nam-Hyoung Lim*
*Dept. of Civil Engineering, Chungnam University

요약

국내의 산악관광지를 연결하는 도로는 대부분 급경사와 급곡선을 이루고 있어 관광객의 이동 안전성에 위험요인이 많은 문제가 있다. 특히, 산악지역 도로는 겨울철 폭설과 결빙에 따른 통행금지로 인해 산악벽지 주민들은 생활에 큰 어려움이 있으며, 이를 해결하기 위해 지형과 기후에 영향을 받지 않는 국가 차원에서 교통기본권 제공을 위한 전천후 교통수단이 필요한 실정이다. 이를 위해 국내에서는 급경사(최대 180%), 급곡선(최소 R10m) 지역에서 운행 가능한 산악철도 시스템을 개발하고 있다. 이러한 산악철도 시스템에서 궤도에 적용되는 레일은 적용 시 많은 구조적 검토가 필요하다. 그러나 국내에서는 급곡선(R=10m)에 대비할 수 있는 레일의 휨 효과에 대한 연구가 전무한 실정이다. 그리하여 본 논문에서는 산악철도 시스템 구축시 사용되는 50N레일에 대하여 레일 벤딩시 발생하는 응력을 유한요소 해석을 통해 검토해보고자 한다.

1. 서론

국내의 산악관광지를 연결하는 도로는 대부분 급경사와 급곡선을 이루고 있어 관광객의 이동 안전성에 위험요인이 많은 문제가 있다. 특히, 산악지역 도로는 겨울철 폭설과 결빙에 따른 통행금지로 인해 산악벽지 주민들은 생활에 큰 어려움이 있으며, 이를 해결하기 위해 지형과 기후에 영향을 받지 않는 국가 차원에서 교통기본권 제공을 위한 전천후 교통수단이 필요한 실정이다. 이를 위해 국내에서는 급경사(최대 180%), 급곡선(최소 R10m) 지역에서 운행 가능한 산악철도 시스템을 개발하고 있다. (그림 1)

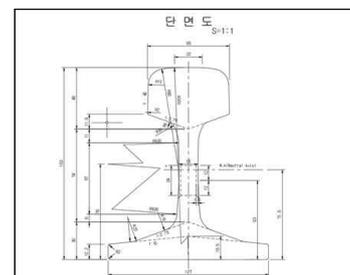


[그림 1] 콘크리트 궤도 매립형 톱니 궤도

이러한 산악철도 시스템에서 궤도에 적용되는 레일은 적용 시 많은 구조적 검토가 필요하다. 그러나 국내에서는 급곡선(R=10m)에 대비할 수 있는 레일의 휨 효과에 대한 연구가 전무한 실정이다. 그리하여 본 논문에서는 산악철도 시스템 구축시 사용되는 50N레일에 대하여 레일 벤딩시 발생하는 응력을 유한요소 해석을 통해 분석해보고자 한다.

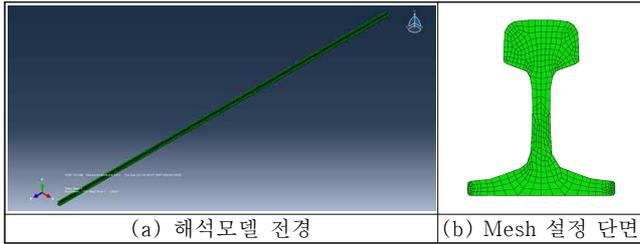
2. F.E. Model

본 연구에서 사용된 레일은 50N 레일이며, 단면은 다음 그림 2와 같으며 유한요소 해석은 Abaqus 2018 ver.로 수행하였으며, Solid 모델로 작성하였다.



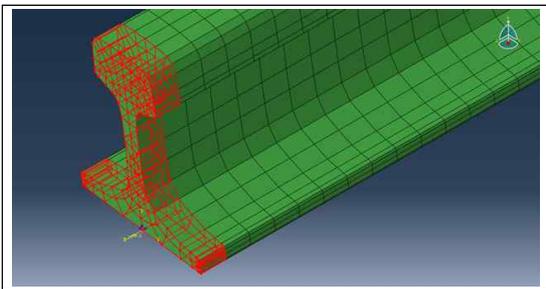
[그림 2] 50N 레일 단면

레일의 길이는 15.7m로 설정하였으며, 이는 R=10m 일 때 호의 길이의 1/4이다.(그림 3(a)) Mesh는 정밀한 컨투어 확인을 위해 0.5의 크기로 설정하여 해석을 수행하였다.(그림 3(b))



[그림 3] 50N 레일 단면

하중은 레일 양쪽 단면에 회전하중으로 재하 하였다.(그림 4)

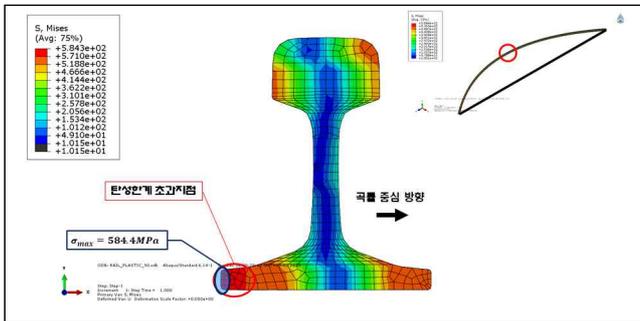


[그림 4] 하중 재하 위치

3. 해석결과

3.1 R=10m 해석결과

탄소성 물성치 및 잔류응력 적용 시 해석결과 R=10m 일 때 최대 응력 584MPa으로 도출되었다. 소성 거동으로 인한 많은 응력 감소가 있었으나, 항복강도 571MPa는 초과하는 결과가 도출되었다. (그림 5)



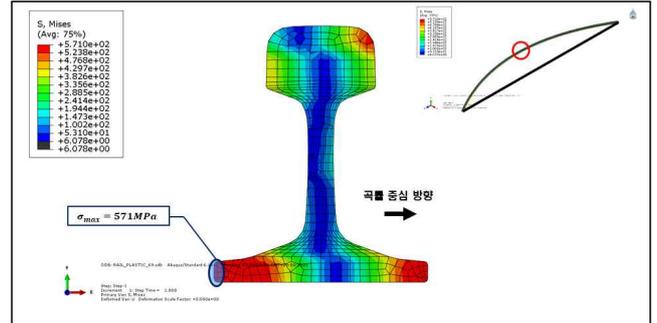
[그림 5] R=10m 해석결과

3.2 R=13.24m 해석결과

탄소성 물성치 및 잔류응력을 고려한 50N레일의 항복강도

571MPa를 만족하기 위한 곡률을 알아보기 위해 변수해석을 수행한 결과 R=13.24m이상일 때 항복강도를 만족하는 것을 알 수 있었다.

R=13.24m의 해석결과는 다음 그림 6과 같다.



[그림 6] R=13.24m 해석결과

50N레일의 유한요소 해석을 통한 곡률의 영향을 검토한 결과 일반적인 50N레일의 경우 R=13.24m 이상 확보되어야 하며, 이와 같은 결과는 항복강도를 기준으로 산정된다. 이는 안전율 및 사용하중이 고려되지 않은 결과이므로, 추가적인 검토를 통해 더 큰 곡률을 확보해야 된다.

감사의글

본 연구는 국토교통부 산악벽지용 친환경 전기열차 기술 개발의 연구비지원(21SGRP-B159271-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 국토교통부, “장대레일 종방향 레일축력 측정장치 개발 최종 보고서”, 국토교통부, 12월, 2020년.
- [2] ABAQUS, “ABAQUS/Standard User’s Manual Version 6.13”, ABAQUS, Inc., 2013년