

레일의 응력에 따른 바크하우젠 잡음(Barkhausen Noise)의 반응

Response of the Magnetic Barkhausen Noise of Rail according to the Axial Stress

민경환*, 오순재**, 김세용***, 지기환*** 손대락**** 임남형**†
 Kyung-Hwan Min*, Soon-Jae Oh**, Se-Yong Kim***, Kee-Hwan Jee***,
 Derac Son****, Nam-Hyoung Lim**†

초 록 열차의 운행이나 기후 변화, 궤도 상태의 결함 등으로 인해 레일 온도가 초기 부설 시의 레일 온도와 동일함에도 불구하고 축력이 발생하게 된다. 이러한 중립 온도의 변동으로 인해 장대 레일의 좌굴 및 파단의 위험성이 초기 부설 시에 비해 급격하게 증가한다. 레일은 강자성체인 철(Fe)로 제작이 되어있기 때문에 레일의 역학적인 변화에 의하여 자기적인 특성의 변화가 발생하기 때문에, 그 역으로 자기적방법으로 특성을 관측하여 역학적인 변화를 관찰하는 것이 좋은 방법일 수 있다. 본 연구에서는 현장에서 빠른 시간 내에 자기적 특성을 이용하여 비파괴적인 측정을 목표로 하였고, 바크하우젠 잡음(magnetic Barkhausen noise, MBN)을 측정하였다. 2000kN UTM을 이용하여 UIC60 레일에 종방향으로 압축력을 재하하고, Rollscan 장비를 통해 250MPa까지의 각 응력에 따른 MBN 응답을 평가하였다.

주요어 : 바크하우젠 잡음, 장대레일, 레일 축력, 비파괴 시험

1. 서 론

본 연구에서는 현장에서 빠른 시간 내에 자기적 특성을 이용하여 비파괴적인 측정을 목표로 하였고, 바크하우젠 잡음(MBN)을 측정하였다. 2000kN UTM을 이용하여 UIC60 레일에 종방향으로 압축력을 재하하고, Rollscan 장비를 통해 0~250MPa까지의 각 응력에 따른 MBN 응답을 평가하였다.

2. 실험 결과

2.1 실험 레일의 자화 상태 측정

실험용으로 1.2m의 길이로 절단된 레일의 두부와 복부, 목 부분의 자화세기 측정하였고, 각각

1.7, 0.3, 2.6G(gauss)로 측정되었다. 따라서 절단면에 비해 측정 부분인 레일의 중앙부분에서 자기장이 크지 않아서 별도의 탈자 과정 없이 복부와 목부분 쪽에서 MBN을 측정을 진행하였다.

2.2 축방향 하중에 따른 MBN 측정

레일의 축방향 하중은 2000kN급 UTM 장비를 활용하여 25MPa의 응력 단계별로 재하하였다. UTM과 가압부의 철제 지그의 자기장의 영향이 레일에 미치는 것을 최소화 하기 위해 20mm의 알루미늄 판을 레일 양단에 설치하였다. Rollscan 장비를 통해 MBN 값을 측정하였고, 각 하중에 대해서 15회 이상의 반복 측정을 통해 약 200개의 MBN 값을 획득하였다.

2.3 응력에 따른 MBN 반응

Rollscan의 자동 측정 데이터는 RMS average, Peak average, FWHM(반치전폭), Coercivity(포화보자력), Remanence(잔류 자

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

* 충남대학교 철도연구소

** 충남대학교 토목공학과

*** (주)케이엠티엘 기술연구소

**** (주)센서피아

기), Permeability(투과율), Integral area (적분면적), Spectrum area (스펙트럼 면적), Pulse count(펄스 숫자) 등이다.

Table 1 Response of MBN

Compressive stress (MPa)	RMS average	Peak average
0	176.9	266.0
25	166.4	248.8
50	155.2	230.6
75	145.1	214.9
100	136.8	203.2
125	129.4	192.5
150	124.1	184.2
175	120.1	178.0
200	116.6	175.0
225	114.5	172.0
246	112.6	168.8

측정된 데이터 중 계산하기 쉽고, 동일한 압축력에 대해 값의 변동이 적으며, 압축력의 변화에 대해 변동폭이 큰 데이터 선택하였고, 따라서 RMS average와 Peak average를 구하여, 이를 그래프로 도시화 하였다. 이 중 RMS 값은 보자력에서 발생하는 각각의 MBN 데이터 파형을 RMS 한 후 전체 평균한 값과 거의 유사한 것으로 나타났다.

3. 결론

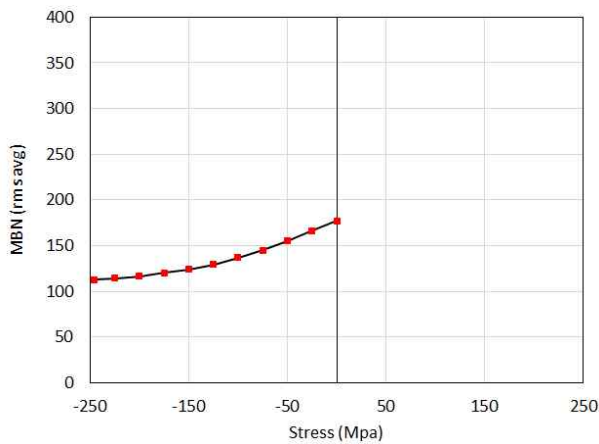
본 연구에서는 Rollscan 장비를 통해 0~250MPa까지의 압축응력에 따른 MBN 응답을 측정하였다. MBN 반응 중 가장 명확한 RMS average와 Peak average를 구하였고, RMS 값은 보자력에서 발생하는 각각의 MBN 데이터 파형을 RMS 한 후 전체 평균한 값과 거의 유사한 것으로 나타났다.

감사의 글

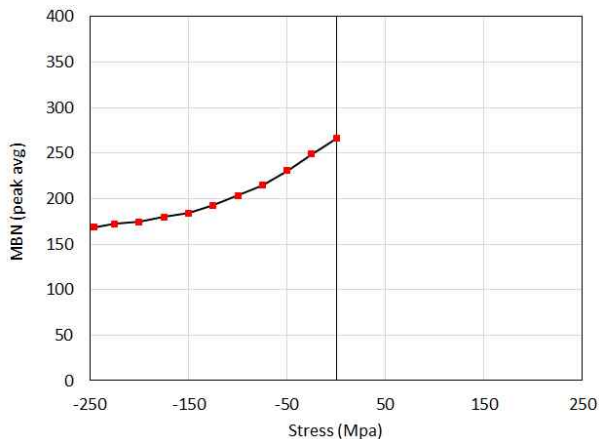
본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(18RTRP-B113566-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] DRDC (2014) Rapid Non-Destructive Residual Stress Analysis of Steel Structures Phase 2, Assessment and Testing of the Prototype Magnetic Barkhausen Noise Analysis System, DRDC Atlantic CR 2013-202, Defence R&D Canada.
- [2] P. McNairnay (2014) Magnetic Barkhausen Noise Measurements Using Tetrapole Probe Designs, Master Thesis, Queen's University, Canada.



(a) RMS average



(b) Peak average with 10p moving average

Fig. 1 MBN response on rail by compressive stress