

이동평균법 원리를 적용한 차량 이동식 궤도검측기 개발

Development of Vehicle towing Track inspector using Moving average method

김동률*†, 제현민*, 송봉환**, 조한권**

Dong-ryul Kim *†, Hyun-min Je *, Bong-hwan. Song, Han-kwon Cho

초 록 궤도 틀림 측정은 철도의 고속화, 다양화에 따라 다양한 원인에 의해 변화되고 있는 실정으로 대부분 외산 검측기에 의존하고 있는 현실이다. 따라서 본 연구에서는 기술적, 환경적 요구에 의해서 레일의 궤간, 수준, 선형 좌/우, 고저 좌/우, 평면성 등 궤도 비틀림을 측정할 수 있는 차량 이동식 궤도 검측기를 개발하였다. 개발 검측기의 신뢰성을 확보하기 위하여 상용 제품과 측정 비교 테스트 및 반복 시험을 수행하였고 우수한 정밀도 및 재현성을 검증하였다. 또한 레일의 틀림 기준선 설정하는데 기존 절대 편차 방식보다 선로유지보수에 유리한 이동평균법을 적용하여 개발하였다.

주요어 : 궤도 검측, 이동평균법, 궤도 비틀림, 기준선 보정, 선로유지보수

1. 서 론

궤도 검측은 인력 점검과 기계 검측으로 구분되며, 다시 기계 검측은 검측 속도에 따라 고속 검측차, 차량 이동식 검측기, 소형 궤도 검측기로 구분할 수 있다. 고속 검측차는 다양한 검측기 가능하나 보수 후 확인이 불편하고 고가이며, 소형 궤도 검측기는 형태이기 때문에 검측 속도가 느리고 장거리 검측이 힘든 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 검측이 용이하고, 장거리 검측이 가능한 차량 이동식 궤도 검측기를 개발하였다.

2. 본 론

2.1 차량 이동식 궤도 검측기 개발

2.1.1 검측기의 구성

검측기의 기본 구성은 대차 하부에 검측틀을 연결하는 형식을 채용하였다. 검측기는 크게 센서부, 검측틀, 검측대차로 구분되며,

센서부는 궤도 비틀림 측정을 위한 2차원 레이저 변위 센서, 자이로 센서로, 검측틀은 데이터 수집 장치, 연산 PC 등으로 검측대차는 대차, 축상 등으로 구성된다(Fig. 1).

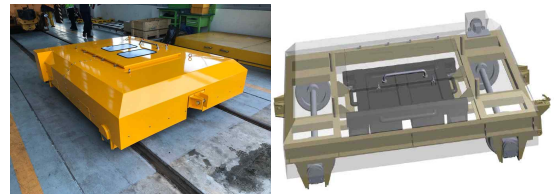
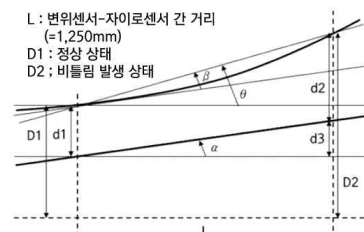


Fig. 1 Shape of Track Inspector

2.1.2 검측 원리

Fig. 2와 같은 레일에서 비틀림량은 2차원 변위 센서($D1$, $D2$) 및 자이로 센서(α , θ)의 측정값을 이용하여 계산할 수 있으며, 이를 통해서 레일의 궤간, 수준, 선형 좌/우, 고저 좌/우, 평면성을 계산한다.



† 교신저자: (주)렉터슨 기술연구소(drkim@rectuson.com)

* 렉터슨 기술연구소

** 공항철도(주) 시설처

Fig. 2 Principle of Track inspection

2.1.3 개발 검측기 주요 사양

본 검측기의 주요 사양은 Table 1과 같다.

Table 1 Main specification

item	Specification
Measurement	linear level left/right, longitudinal level left/right, cant, gauge
Interval	0.25m
Moving speed	45km/h
Measuring speed	30km/h
Accuracy	linear level 0.02mm longitudinal level 0.01mm Gauge 0.05mm cant 0.3mm

2.1.4 검측 및 분석 소프트웨어 개발

본 시스템을 위하여 Fig. 3과 같이 검측 및 분석 소프트웨어를 개발하였다.

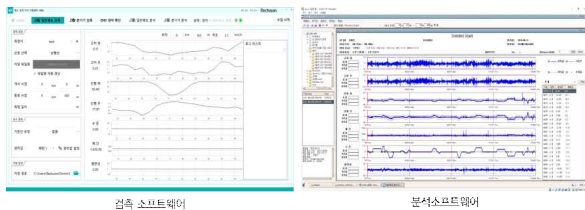


Fig. 3 Inspection and analysis Software

2.2 이동평균을 통한 궤도 틀림 산출 개념

계획보수 이전의 우선보수는 그 구간의 보수를 최적화하고 인근 구간과의 편차를 최소화할 수 있는 이동평균을 적용하여 설계선 보정을 해야 하며, 본 검측기에는 10m, 18+12m, 24m, 24+18m, 42+30m의 이동평균 기법을 적용하였다.

2.3 신뢰성 검증 시험

개발 검측기의 신뢰성 검증을 위해서 정밀도 및 재현성 시험을 수행하였으며, 검증 구간은 공항철도 하본선 58km180m ~ 58km520m(L=370, R=500), 하본선 59km400m ~ 46km688m(총 18,712m)에 대해서 수행하였다.

2.3.1 정밀도 시험 결과

동일 지점에 대해 국산 개발 검측기 5회 반복 검측 평균값과 비교 검측기(건인식 궤도 검측기 LR-100)와의 오차에 대한 표준편차를 비교하였으며, 전체 측정 항목 중 최대 0.979mm의 오차의 결과를 얻었다.

2.3.2 재현성 시험 결과

검측구간 5회 반복 검측 후 5회 측정 평균값과의 오차들의 표준편차를 측정하였으며, 시험 결과 최대 오차율 0.475mm의 결과를 얻었다.



Fig. 4 Accuracy and Repeatability test result

3. 결론

본 연구에서는 레일 비틀림을 측정하여 선로 유지보수에 기여 위하여 차량 이동식 궤도 검측기를 개발하였고, 개발품에 대한 정밀도 및 재현성 테스트 결과 우수한 결과를 도출하여 각 오차율 $\pm 1\text{mm}$, $\pm 0.5\text{mm}$ 이내를 만족하였다. 또한 기준선 보정에서 이동평균법을 적용하여 효율적인 선로 유지보수에 기여할 것으로 예상된다.

후 기

본 개발품의 자이로 센서를 이용한 검측량 연산 기술은 일본 JR 동해의 특허를 인용하여 개발하였습니다.

참고문헌

- [1] 조한권, 이지하, 송봉환, 김동률 (2014) 이동평균법을 이용한 궤도틀림 분석기법 연구, 한국철도학회 추계학술대회 논문집
- [2] 김정환, 최일운, 박용걸 (2013) 현방식 방향틀림 검측치의 기준선 보정 방안에 관한 연구, 한국철도학회 추계학술대회 논문집