

비대칭 종거법에서 단파장 궤도틀림 측정 오차의 패턴검토

A Case Study for Pattern of Error According to Asymmetric Versine Method in Short Wavelength Track Irregularity

김귀중*, 여경철**, 정화일†, 정훈**

Kim Gui-Joong*, Yeo Gyung-Chul*, Jung While**†, Jung Hun*

초 록 철도장비를 이용한 연속적인 궤도틀림 정정 작업을 방해하는 장애물 구간은 별도의 인력작업을 필요하다. 장비를 통해 측정된 틀림선형 데이터를 인력작업에 사용하기 위해서, 종거법에 포함된 오차를 제거해야만 한다. 이를 위하여 비대칭 종거법 측정장치를 모델링하고, 과거 측정 데이터를 통해서 모델링을 검증하였다. 단파장 궤도틀림의 실제선형과 측정된 선형간의 데이터를 비교하고, 오차가 제거된 원래 틀림선형을 유추하였다. 이를 인력작업에 의한 틀림정정 구간에 활용하고자 한다.

주요어 : 비대칭종거법, 측정오차, 모델링

1. 서 론

자갈도상 하부를 가로지르는 각종 설비는 철도장비의 연속적인 틀림정정을 방해하는 장애물이 된다. 이러한 작업 누락 구간은 추가적인 인력작업이 필요하다. 종거법을 이용한 궤도선형 측정과정에는 오차가 포함된다. 오차의 종류는 두 가지로, 실제로 존재하지 않는 가상의 틀림과, 실제값과 다르게 측정되는 틀림량이다. 틀림(치짐)위치 전후로 연속적인 정정작업을 수행하는 철도장비에서 가상의 틀림을 구별하고, 실제 틀림량을 파악하는 것은 중요하다. 따라서 기계화 작업에서 확보한 측정 데이터를 인력 작업 구간에 사용하기 위해서는 측정 데이터에 포함된 오차를 제거한 원형(실제선형) 데이터가 필요하다. 이번 연구에서는 장애물에 의한 10m 이내의 면틀림 구간의 실제 선형 정보를 파악하기 위한 방법을 검토하였다. 종거법 측정장치를 모델링하고, 측정장치의 특성을 파악하

여, 모델링의 출력 데이터와 입력 데이터를 비교하고, 오차가 제거된 실제 틀림 선형을 유추한다.

2. 본 론

2.1 측정장치 모델링

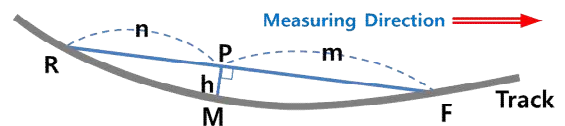


Fig. 1 Versine and Parameters

대표적인 기계식 궤도틀림 측정장치는 Fig. 1의 코드(Chord)를 이용한 종거법(Versine Method)이다. 코드(\overline{RF}) 위에 종거값을 측정하는 센서(Transducer)의 설치 위치(P)에 따라 대칭($m=n$)방식과 비대칭($m \neq n$)방식이 있다. Fig. 2에서 종거량(h)은 M점에서 측정되지만, 측정장비가 이동하면서 실제 틀림이 F, R점에 위치 할 때, 센서에 상대적인 변위를 발생시킨다. 따라서 Fig. 2와 같이 실제 틀림 선형(Real Value)과 측정된 선형(Measured Value)은 차이가 발생한다. Fig. 2에서 z_1, z_2 는 각각

* 서울교통공사 장비관리단

** , † 교신저자 : 서울교통공사 장비2팀
(altandtap@gmail.com)

R, F점 근처에서 나타나는 가상틀림의 최대 값이다.

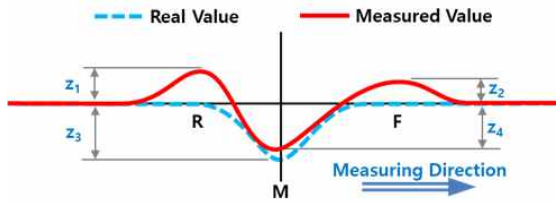
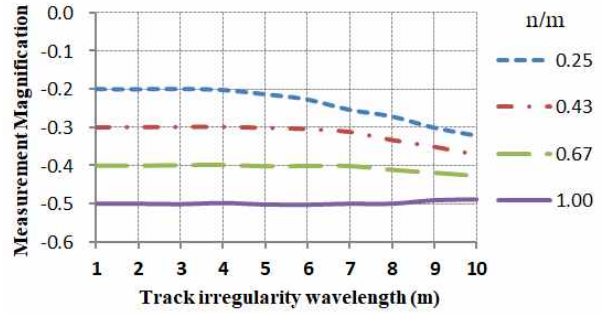


Fig. 2 Comparison of the Real and Measured Value

기존의 종거법에 대한 연구[1, 2]에서 M점에서 실제선형(Real Value)에서 값(z_3)과 측정선형(Measured Value)에서의 측정값(z_4)의 차이 (Measurement Magnification, Fig. 3의 z_4/z_3 , 이하 측정 배율)가 종거법 측정 장치를 구성하는 장치의 크기(Fig. 2의 m, n 값)와 틀림 선형의 파장(Wavelength)에 영향을 받는다고 하였다.[1]

1년 점검주기로 관리하고 있는 우리공사의 자갈도상구간의 과거 10년간의 측정 자료 중, 장애물(자갈도상 내부와 도상 하부에 설치된 각종 시설물)에 의한 10m이하 범위에서 레도면틀림은 하나(파장: 4~6m)의 처짐(혹은 솟음) 형태로 나타나는 경우가 많았다. 과거의 측정 데이터를 근거로 실제선형이 종거법 측정장



(c) Measured Value(z_2) / Measured Value(z_4)

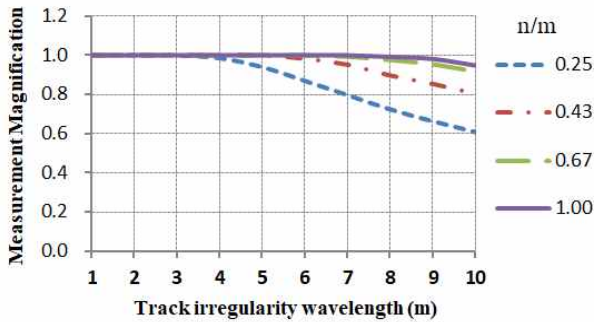
Fig. 3 Measurement Magnification

치를 거치면서 오차가 포함되어 왜곡되는지를 모델링하였다. 파장의 범위는 10m 이내로 제한하고, 모델링의 입력파형은 확률밀도함수형상으로 하였다.

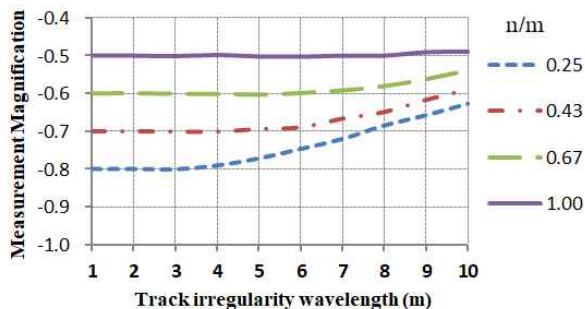
Fig.1의 종거량(h)의 측정 위치(m, n 값) 및 파장에 따른 측정배율을 Fig.3의 그래프에 표시하였다. Fig. 3의 (a)에서 n/m 의 값이 1(=대칭종거법)에 가까울수록 실제값과 차이가 작고, 10m이내의 단파장틀림의 경우 측정배율이 1에 근접했다. Fig. 3의 (b), (c)에서 F와 R위치에서 나타나는 가상의 틀림값의 측정배율은 0.5에 가까웠다.

2.2 측정 데이터 패턴

과거 측정 데이터 중에서 장애물 구간의 틀림 데이터를 검토하여 비슷한 형태의 틀림선형을 분류하고, 모델링을 이용하여 측정선형이 나오는 실제선형을 역으로 유추하였다. 장애물 구간의 틀림은 4~8m 길이 틀림 형태가 많았으며, Fig. 2의 기본 모형을 기준으로 틀림선형을 3가지의 패턴으로 정리하였다. Fig. 4 (a)는 M점의 실제 틀림(q , 처짐)에 앞뒤(F, R)위치에서 가상의 틀림(솟음) $p(=qm/(m+n))$, $r(=qn/(m+n))$ 이 나타나는 형태이다. Fig. 4 (b)는 q 값에 비해 p, r 값이 크다. 이 경우 p, r 값의 위치에 실제 틀림(솟음)이 존재 하므로, p, r 중 큰 값에 맞춰 RF구간의 정정 작업이 필요하다. M점의 틀림 파장은 m 값과 비슷했다. Fig. 4 (c)는 q 값에 비해 p, r 값이 작은 경우인데, F와 R위치 실제틀림($\approx 0.5q$)이 존재한다. 모델링에서 계산한 값과, 과거 데이터를 비교하면, 값의 차이가 있었는데, 이것은 모델링



(a) Measured Value(z_4) / Real Value(z_3)



(b) Measured Value(z_1) / Measured Value(z_4)

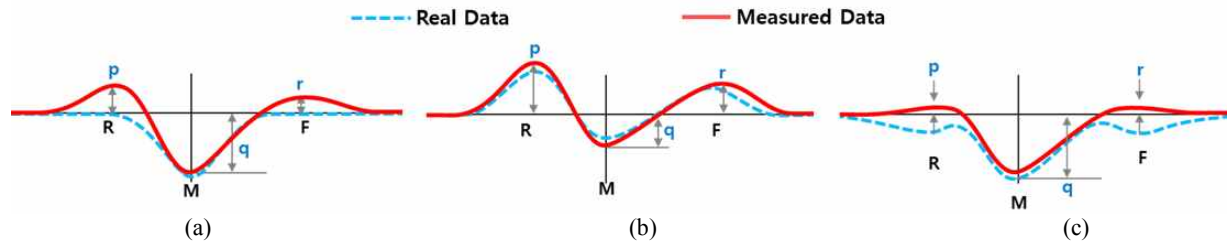


Fig. 4 Patterns of the Measured Data

의 샘플링 간격(0.1m)과 실제 측정 장치의 샘플링간격(1m)이 다르기 때문이다.

3. 결론

인력작업에 의한 장애물구간의 틀림정정에 철도장비의 측정데이터를 활용하기 위하여 종거법 측정장치를 통해 얻어진 선형데이터에서 오차를 제거하기 위한 방법을 검토하였다. 종거법 측정장치를 모델링하고, 측정장치 현의 길이(m, n값)와 파장에 따라 왜곡되는 측정장치의 특성을 파악하고, 단파장(10m이하) 틀림선형의 실제 선형을 유추하였다. 인력작업의 정적틀림 측정치를 기준으로 보수하는 경우보다 정확한 틀림정보를 확보할 수 있다. 미리 파악해둔 장애물 구간 정보를 바탕으로 철도장비를 통한 정정작업에서 누락된 구간의 인력작업을 동시에 수행하여 선형 개선작업의 효율화를 기대한다.

참고문헌

- [1] Stuart L. Grassie (1996) Wear 191, Measurement of railhead longitudinal profiles: a comparison of different techniques, pp. 245-251.
- [2] Shigeaki Ono, Takehiko Ukai (2008) JR EAST Techninal Review. No.12-Summer.2008, Development of a track management method for shinkansen speed increases, pp.70-75.