

CART 분석을 이용한 지하철 마모 영향인자 분석

Analysis of Factors Influencing upon the Metro Wear Using the Classification and Regression Trees

정민철¹⁾·이원우²⁾·김정훈³⁾·공정식⁴⁾

Jeong, Min Chul·Lee, Won Woo·Kim, Jung Hoon·Kong, Jung Sik

일반적으로 레일마모는 열차의 주행안전 및 승차감에 미치는 영향이 크고, 소음·진동의 주요원인으로 작용한다. 또한 레일마모가 발생할 경우 궤도구조의 파괴를 촉진시킴으로써 차량 및 궤도유지보수비를 크게 증가시킨다. 따라서 구간 특성 및 환경 영향 인자 등 현장에서 발생하는 마모 원인을 체계적으로 분석함으로써 마모를 저감할 수 있도록 차량운행 조건과 선로선형 및 궤도구조를 설계하는 것은 중요한 과제이다. CART(Classification And Regression Tree; 분류와 회귀나무) 분석은 패키지화된 좋은 분류 및 예측도구 기법으로 나무의 상위 분리수준에서 일반적으로 나타나는 가장 중요한 입력변수들을 사용하는 등의 입력변수를 선정하는 경우 매우 유용하다.

본 연구에서는 다변수 구간특성 및 환경인자를 고려한 검측 자료 상관관계 분석을 위한 회귀 나무기반 모델(TBM : Tree Based Model) 분석 수행을 위해 지하철 2호선 마모 데이터와 마모 데이터에 영향을 미치는 각종 다변수 구간특성 및 환경인자를 사용하였다. 2호선 지하철의 구간특성 인자 및 환경인자는 레일의 종류, 레일의 위치, 도상, 곡률반경, 캔트 슬랙 및 운행 일수 등으로 구분하였다. 레일의 종류는 ks-50kg 과 ks-60kg 두 종류의 레일이 있으며, 레일의 위치는 지상과 지하로 크게 구분할 수 있다. 도상은 콘크리트 도상, 자갈 도상과 일부 구간의 방진상 콘크리트 도상으로 구분할 수 있으며, 곡률반경은 직선구간과 완화곡선 구간 및 최소 250m부터 627m까지 분포된 원 곡선 구간으로 구분할 수 있다. 캔트 간격은 최소 96cm 부터 120cm 간격으로 구분하며, 슬랙은 5~9cm에 분포하고, 운행 기간은 해당 기간 동안 유지보수 이력이 없는 구간을 선정하여 2005년부터 2006년까지 4번에 걸쳐 검측된 지하철 2호선 내선 마모데이터를 사용하였다. 총 X1부터 X7까지 총 7개의 구간특성 또는 환경특성을 영향인자로 선정하였으며, 이러한 영향인자에 의해 결정되는 종속 인자로 Y1인 직마모와 Y2인 측마모를 선정하여 이 중 실질적으로 지하철 궤도의 성능 평가에 주요 판단 인자로 사용되는 측마모와 구간특성 및 환경영향인자와의 상관관계 분석을 수행하였다. 해당 마모 데이터가 검측되는 기간 동안 유지보수 이력이 없는 12272 point의 데이터를 검출하였고 CART 프로그램을 이용하여 데이터를 분석하였으며, CART 프로그램의 해석을 위해 종속변수인 직마모량은 각 검측 지점의 마모량에 해당하는 등급으로 변환하여 분석을 수행하였다. 레일의 마모에 영향을 미치는 구간특성 및 환경인자와 종속 변수로 사용된 레일의 마모량 사이의 CART를 이용한 상관관계 분석은 실제 구조물에서 영향인자간의 상관 관계와 유사하며, 추후 연구에서는 이를 바탕으로 하여 정량화된 검측 데이터를 종속변수로 하여 구간특성 또는 환경인자 등 외부 영향인자를 고려한 궤도 검측데이터와의 상관관계 분석을 수행할 계획이다.

핵심용어 : 마모데이터, CART 분석, 회귀나무

1) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정·(E-mail : taehwan@yongin.ac.kr)
2) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정
3) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정
4) 정회원, 고려대학교 건축사회환경공학과 부교수(교신저자)