

연약지반 도상자갈 두께에 따른 도상횡저항력 특성 연구

Characteristics study of Lateral resistance according to Ballast thickness on the soft ground.

권세곤*[†] · 김영철* · 박성백* · 손의식*

Se-gon Kwon, Young-chol Kim, Sung-back Park, Eui-sik Son

Abstract Recently the roadbed settlement is occurring to the soft ground CWR track. It is repeatedly performed in order to secure train safety and maintenance for ensuring lateral resistance and track linear management. But the review of the adequacy of the ballast thickness to continue to enforce ballast supplement is required. In this study, soft ground CWR track of some sections analyzed the impact of the lateral resistance in accordance to and shoulder height. Forward roadbed settlement of the case to be continued is suggested alternatives in operational and maintenance

Keywords : soft ground, roadbed settlement, lateral resistance, ballast thickness

초 록 최근 연약지반 장대레일 구간에서 노반침하 발생으로 열차안전운행을 위한 도상횡저항력 확보, 궤도선형관리 등 유지보수를 반복적으로 시행하고 있으나 반복적인 도상자갈 보충에 따른 증가된 도상두께의 적정성에 대한 검토가 요구되고 있다. 본 연구에서는 연약지반 장대레일 일부구간을 대상으로 도상두께 및 어깨높이에 따른 도상횡저항력의 영향을 분석하고, 향후 노반침하가 지속 될 경우의 운영 및 유지관리 입장에서 대책을 제시하였다.

주요어 : 연약지반, 노반침하, 도상횡저항력, 도상두께

1. 서 론

최근 기후변화 등 하절기 기온 급상승에 따른 선로안전관리에 대한 중요성이 부각되고 있다. 특히 장대레일 관리는 열차안전운행과 직결되는 사항으로 매년 장대레일 안전관리 대책을 수립하여 시행 중에 있다. 장대레일 안전 확보에 있어 도상자갈은 레일축력에 저항하는 중요 재료로써 충분한 도상횡저항력을 확보하여야 안전이 보장된다.

최근 개통된 연약지반 장대레일 부설 일부구간에서 성토노반의 소성변형에 따른 노반침하가 진행되고 있으며, 열차안전운행확보를 위해 도상자갈 추가 보충 및 장비작업을 시행하고 있으나 도상두께 과다로 인한 열차안전 및 유지관리 문제점에 대한 검토가 요구되었다. 따라서 본 연구에서는 경전선의 연약지반 장대레일 일부구간을 대상으로 도상횡저항력을 측정하여 도상두께에 따른 영향을 분석하고, 향후 노반침하가 계속 진행 될 경우의 유지관리 대책방안을 제시하고자 하였다.

[†] 교신저자: 한국철도공사 연구원(tibobkr@korail.com)

* 한국철도공사 연구원

2. 본 론

2.1 연약지반 노반침하 현황

연약지반이란 연약토로 이루어진 지반으로 점토나 실트 등과 같은 미세한 입자의 흙이나 간극이 큰 유기질토, 이탄, 느슨한 모래 등으로 형성되어 있으며, 지하수위가 높아 건설공사시 별도의 대책과 각별한 주의가 필요하다. 최근 개통된 경전선 연약지반 일부구간에서 지속적인 선로침하(300mm이상)가 발생하고 있는데 이는 주변 습지지역의 연약지반에 부설된 성토노반의 특성에 기인하며, 이러한 문제는 건설당시 지반조건에 대한 충분한 검토와 연약지반 대책공법 적용 등 고성토 구간은 성토하중을 고려한 세심한 품질시공이 선행되었어야 했다. 결국 개통 이후에도 성토하중 외 열차하중, 진동 등의 복합적인 원인에 의해 노반침하는 계속되어 현재 유지관리 대책으로 주기적인 선로 레벨측량과 침하개소에 대한 자갈보충을 시행하고 있으며, 근본 원인 해소를 위한 건설시행 주체와 하자보수를 협의 중에 있다.

2.2 연약지반 도상횡저항력 측정 개요

도상 횡저항력이란 도상자갈중의 궤광을 궤도와 평행방향으로 수평이동하려할 때 침목과 도상자갈 사이에 생기는 1m당의 최대저항력(kgf/m)으로서, 침목이 2mm이동시 측정되는 저항력(kgf/m)을 말한다. 도상횡저항력(r) 측정 계산은 다음 식으로 계산 할 수 있다.

$$r = P / 2a \quad (r : \text{도상 횡저항력(kgf/m)}, P : \text{침목 저항력(kgf)}, a : \text{침목간격(m)})$$

선로유지관리지침에서는 PC침목 부설구간 도상횡저항력은 일반철도 500kgf/m 이상, 고속철도 900kgf/m 이상이 되도록 도상폭 및 두께 확보와 필요시 장대레일 설정 전 도상저항치를 확인하도록 규정하고 있어 철도운영기관에서는 선로유지보수의 중요한 항목으로 관리되고 있다. 따라서 본 연구에서 현장계측은 연약지반 장대레일 구간의 도상횡저항력은 경전선에서 노반침하가 심하게 진행되고 있는 3개 구간을 선정하여 현장계측을 시행하였으며, 정확한 계측결과를 얻기 위하여 동일 선로구간 최초 측정지점에서 10m 이상 이격하여 측정하였다. 또한 도상횡저항력 측정 후 측정위치별 도상자갈 저면폭, 어깨폭, 어깨높이, 도상두께 측량을 시행하여 도상자갈 높이(H), 도상어깨(h)와 도상횡저항력과의 상관관계를 분석하였다.

2.3 측정결과 분석

2.3.1 장비작업에 따른 도상횡저항력 영향 분석

대상구간은 최근 자갈살포에 따른 궤도 안정화를 위해 장비작업(1종)을 시행한 개소로써 도상횡저항력 측정결과 선로유지관리기준에서 제시한 도상저항력(500kgf/m)을 확보하고 있었으며, 장비작업 10일 이상 경과시 대부분 도상저항력을 1,000kgf/m 이상 확보, 10일 이내는 일부 개소가 1,000kgf/m 이하로 분석되었다.

특이 사항으로 장비작업 10일 이내인 구조물 접속부 2개소의 경우에는 장비작업 및 강성

차에 의한 부등침하로 도상 횡저항력이 713kgf/m 이하로 분석되어 유지관리상 주의가 필요함을 확인 할 수 있었다.

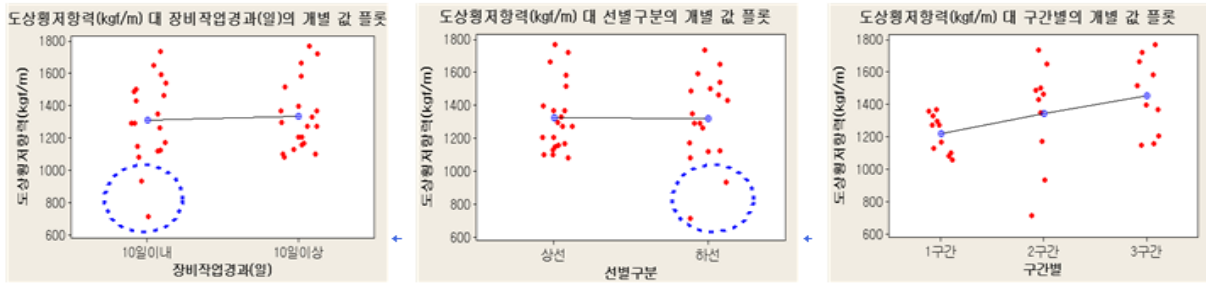


Fig. 1 장비작업 경과, 선별, 구간별 도상횡저항력(kgf/m)

2.3.2 도상 어깨높이(h) 및 도상높이(H)와 도상횡저항력 영향 분석

도상 어깨높이(h)에 따른 도상횡저항력의 영향 분석 결과, 구간별 기준치(500kgf/m)는 만족하였으나 도상 어깨높이가 낮을수록 도상횡저항력이 전반적으로 낮아지는 경향을 보이고 있어 설계 기준 이상의 충분한 도상어깨 확보의 필요성을 확인할 수 있었다.

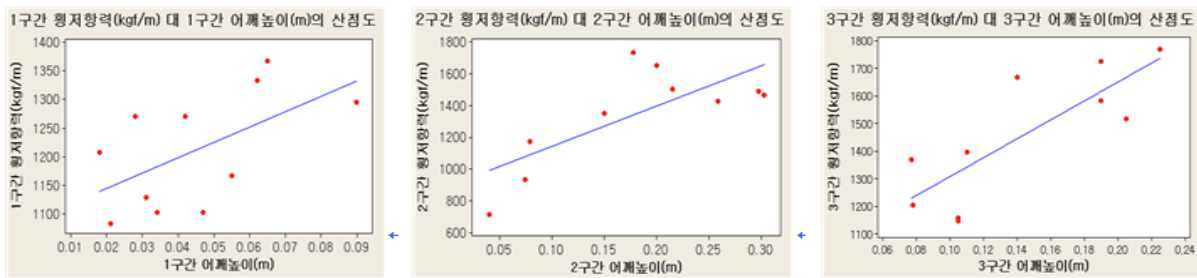


Fig. 2 구간별 어깨높이(h)와 도상횡저항력(kgf/m)AA

장비작업 경과일 도상높이(H)와 도상횡저항력의 영향을 분석한 결과, 기준치(500kgf/m)는 만족하였으나 도상높이가 높은 구간에서 전반적으로 도상횡저항력이 낮아지는 경향을 보이고 있는데 이는 도상높이가 높아질수록 노반부족으로 이어져 도상어깨 확보에 어려움이 있을 것이라 판단된다.

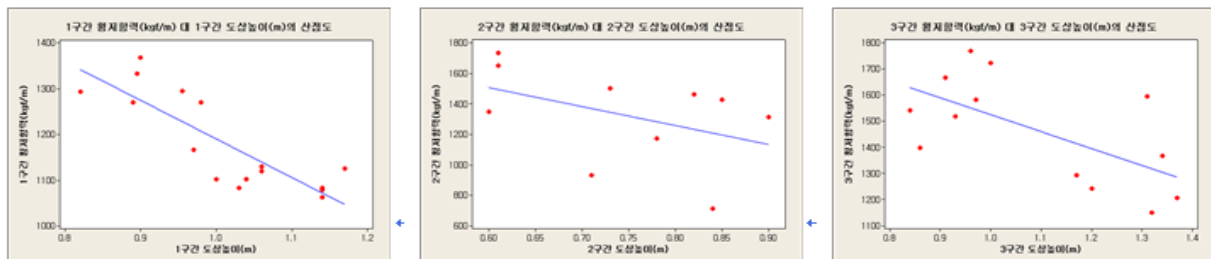


Fig. 3 구간별 도상높이(H)와 도상횡저항력(kgf/m)

3. 결 론

본 연구에서는 경전선의 연약지반 장대레일 일부구간을 대상으로 도상횡저항력을 측정하여 도상두께에 따른 영향을 분석하였다. 분석결과 노반침하가 발생된 측정구간의 도상횡저항력은 기준값 이상으로 충분한 도상저항력을 확보하였으나, 도상높이 증가는 도상어깨 부족으로 이어져 도상횡저항력 감소가 우려되므로 유지보수 작업시 충분한 도상어깨를 확보의 중요성을 확인하였으며, 노반폭 부족개소의 경우 배수에 지장이 없는 계비온옹벽 설치 등 노반폭 확대 방안을 검토 할 필요가 있음을 확인 할 수 있었다.

어깨높이와 도상횡저항력은 높은 상관성이 있어 향후 유지보수 작업(1·2종기계, 침목교환 등) 후 충분한 도상어깨를 반드시 유지해야 하며, 특히 하절기 이전에 도상어깨 부족개소 점검으로 도상어깨 확보가 요구된다. 또한 측정구간은 자갈입도가 양호한 구간으로 도상횡저항력 기준값을 만족하였으나, 향후 누적 통과톤수 증가에 따른 도상세립화로 횡저항력의 감소가 예상되므로 주기적인 도상횡저항력 측정관리가 필요함을 확인 할 수 있었다.

위 결과를 종합해 볼 때 측정구간은 노반침하가 현재 진행중이기 때문에 노반침하에 대한 지속적인 계측(침하계 설치)이 필요하며, 적절한 지반 및 노반보강, 도상보충 등에 필요한 자료 확보가 이루어져야 함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 선로유지관리지침(2015.3.19)