

드론 탑재형 열화상카메라를 이용한 콘크리트궤도 균열 검출 기법 연구 Study on Detection of Crack on Concrete Track Using Thermal Imaging Camera on Drone

박재학*, 박경수*, 지상현*, 여인권*, 조호진*[†]

Jaehak Park*, Kyungsu Park*, Sanghyun Ji*, Inkwon Yeo*, Hojin Cho**[†]

초 록 최근 철도의 고속화 추세에 따라 높은 수준의 요구사항을 만족하기 위해 콘크리트궤도를 적용하는 사례가 증가하고 있다. 콘크리트궤도의 경우 자갈궤도에 비해 유지관리 측면에서 효율적이라고 평가되지만, 일부 구간에서는 초기 시공불량 등의 이유로 콘크리트 도상 및 침목 사이의 경계면 균열 및 재료분리 등 다수의 결함이 발생하고 있다. 특히, 다수의 결함 중 콘크리트궤도에서 발생하는 균열의 경우, 철도 운행에 의한 지속적인 반복하중이 재하 될 경우 심각한 궤도 손상을 초래할 수 있다. 그러나, 현재 콘크리트궤도 유지관리 측면에서의 균열 발생여부를 측정하는 방법은 인력투입에 의한 육안점검을 기본으로 하고 있어, 정량화된 점검 결과를 도출하는데 한계가 있어 보인다. 따라서, 본 연구에서는 콘크리트궤도 상부에서 발생하는 균열을 열화상카메라가 탑재된 드론을 활용하여 정확하고, 빠르게 측정할 수 있는 기술의 적용 가능성을 확인하였다.

주요어 : 콘크리트궤도, 균열, 드론, 열화상카메라, 비파괴탐지

1. 서 론

최근 「철도건설선 고속화 실행계획 수립방안 연구」를 통해 철도의 기존선 및 신규노선의 지속적인 고속화 추세를 나타낼 것으로 보인다.

이에 따른 철도설계 상의 높은 요구조건을 만족하기 위한 대안으로 콘크리트궤도를 적용하는 노선이 증가할 것으로 예상된다.

콘크리트궤도의 경우, 자갈궤도에 비해 초기시공 비용이 높지만 유지관리 측면에서 효율적이라고 평가되고 있어 고속구간에서는 최적의 대안으로 판단하고 있다.

그러나, 콘크리트궤도 부석구간에서는 초기 시공 불량 및 다짐불량 등의 이유로 콘크리트 도상 및 침목 사이의 경계면 균열 및 재료분리 등 다수의 결함이 발생하고 있다.

여기에 콘크리트궤도 유지관리 측면에서의 균열 발생여부를 측정하는 방법은 인력투입에 의한 육안 점검을 기본으로 하고 있어, 정량화된 점검 결과를

도출하는데 한계가 있다.

따라서, 본 연구에서는 콘크리트궤도 상부에서 발생하는 균열을 열화상카메라가 탑재된 드론을 활용하여 정확하고, 빠르게 측정할 수 있는 기술의 적용 가능성을 확인하고자 한다.

2. 열화상카메라를 활용한 균열 검측 사례

국내에서는 「적외선 열화상기법을 이용한 균열 깊이에 따른 온도특성에 관한 연구(정주영외 3명, 2018)」를 통해 시편의 균열 여부에 따라 시편 표면 온도분포가 입사 에너지의 단일, 다중 반사로 인해 다르게 변화함을 확인하고, 균열깊이에 따라 온도가 선형적으로 감소하고 있음을 확인하였다.

이를 통해, 열화상 카메라를 활용하여 콘크리트에서 발생하는 균열의 정확한 진단 가능성을 제시하였다.

여기에 미국 드렉셀 대학(Drexel Univ)에서는 교량의 노후화 조사를 위해 열화상카메라를 드론에 탑재하여 균열 검측 실험을 진행하였다.

Mock-up 교량을 부설한 뒤 열화상카메라를 드론 및 카트에 설치하여 관측 위치 변화에 따른 균열 측정 가능여부를 확인하였다.

[†] 교신저자: 주식회사 지에스지 대표
(hojin@igsg.co.kr)

* 주식회사 지에스지

시험결과 콘크리트 상부에서 발생한 균열을 열화상 카메라로 촬영한 결과, 정상부분에 비해 높은 온도를 나타내는 것을 확인하였고, 드론 및 카트에 설치하여 관측위치 변화에도 해당 위치의 온도가 유사한 특성을 보이는 것을 확인하였다.

따라서, 열화상 카메라를 드론에 탑재하여 콘크리트궤도상에서 발생한 균열의 상세 측정의 가능성을 제시하였다.

3. 콘크리트궤도 균열 진단용 드론 구성

Fig 1은 탑재 중량 7kg 수준으로 자체 제작한 드론에 콘크리트궤도 균열 검출용 열화상 카메라 (DJI XT2)를 탑재한 형태이다.

균열측정 시 자세 안정성 확보를 위해 바람의 영향을 최소화할 수 있는 듀얼 프로펠러 형식의 옥토큄터 방식을 적용하고, GPS 및 IMU센서를 각각 3개씩 적용 하였다.

콘크리트궤도 균열 검출용 드론의 기능 사양으로 열화상카메라 탑재 상태에서 균열 측정속도는 드론의 주행속도 기반으로 5m/sec, 1회 충전 완충 시 측정 시간은 약 20분 정도를 운영할 수 있을 것으로 보인다.



Fig 1 Drone for Inspection Crack on Track

4. 콘크리트궤도 균열 진단용 열화상카메라

Fig 2는 콘크리트 궤도 균열 검출용 열화상카메라로 열 및 비주얼 센서를 동시에 갖추고 있다.

콘크리트궤도 균열 검출용 열화상카메라의 기능사양은 4K 비디오와 12MP 해상도의 스틸사진 촬영이 가능하다. 또한, Palette 변경으로 필요에 따라 총 12가지로 표현방식을 변화시킬 수 있다.



Fig 2 Thermal Imaging Camera

5. 콘크리트궤도 Mock-up 시험

HSB/TCL의 높이를 기준으로 소형/중형 콘크리트슬래브를 제작하였다. 제작된 콘크리트슬래브 상단에 의도적으로 균열을 발생시켜 열화상카메라로 비교 분석 시험을 실시하였다.

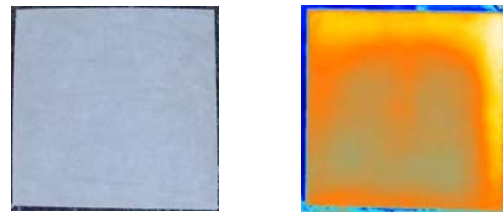


Fig 3 Concrete Slab thermal Imaging

6. 결론

현행 콘크리트궤도의 육안점검 방식을 대체할 수 있는 기술의 적용 가능성을 확인하기 위해 열화상카메라 탑재형 콘크리트궤도 균열 검출용 드론을 구성하고, 이를 모형(Mock-up) 콘크리트 궤도에서 발생한 균열의 측정여부를 확인하였다.

콘크리트궤도에서 발생하는 균열을 콘크리트 궤도 균열 진단용 드론으로 측정할 경우, 진단을 위한 차량 차단 없이(인력최소화, 인명사고 감소), 균열의 깊이(상세측정 가능)까지 측정이 가능할 것으로 판단된다.

향후, 운영구간에서의 실제운영을 통해 보다 실질적인 기술개발 및 사업화가 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

[1] J. Y. Jung, H. J. Yoon, H. W. Cho, H. S. Yang. "A Study on Temperature Characteristics of Various Depth using Infrared Thermography", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 19, No. 3 pp. 83-89, 2018