

다짐 롤러의 전후진에 따른 다짐 영향성 평가

김진영, 조진우 최창호, 이성열
한국건설기술연구원 지반연구본부
e-mail:goldcamp@kict.re.kr

Evaluation of degree of compaction according to the forward and backward movement of compaction rollers

Jin-Young Kim, Sung-Yeol LEE

Department of Geotechnical Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요 약

도로 건설 시에 다짐 과정은 토공에서 토양 강성을 높이는 데 필수적인 역할을 한다. 평판재하시험(PLT)과 현장밀도 시험은 다짐 정도를 평가하는 데 가장 많이 하는 시험법이다. 그러나 두 검사 결과 모두 작업자의 숙련도에 따라 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다. 또한, 두 가지 시험방법 모두 몇 가지 시험 결과만으로 전체 면적의 다짐 정도를 나타내는 Spot 시험이라는 또 다른 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 지난 20년 동안 미국, 유럽, 일본 등에서 지반의 강성을 평가할 수 있는 가속도계와 GNSS 탑재 Intelligent Compaction(IC) 시스템이 개발되어 왔다. 본 연구에서는 IC 시스템이 탑재되어 있는 다짐 롤러를 활용하여 다짐 작업 시 전진과 후진에 따른 다짐도 영향 평가에 대한 연구를 수행하였다.

1. 서론

최근 건설 분야 기술 혁신을 위해 정부는 “스마트 건설기술 로드맵”을 발표하여 첨단 기술을 기반으로 기존 건설산업의 변화를 시도하고 있다. 도로 건설 또는 단지 토공의 경우 대표적으로 스마트 건설기술이 적용될 수 있는 분야이다. 특히 도로 건설 또는 단지 조성 시 반복되는 시공 및 검측 과정의 비효율성 문제를 해결해야 한다. 인력에 의한 품질 확인 등으로 인하여 모든 구간에서 품질을 확인 할 수 없으며, 정확도가 떨어지고, 과도한 시간을 소모하고 있는 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 품질을 자동화된 방법으로 모니터링 할 수 있는 기술개발이 필요하다.

2. 다짐도 평가를 위한 CMV 측정 방법

지난 30년 동안 유럽, 미국을 중심으로 연속다짐관리(CCC : Continuous Compaction Control)에 대한 연구가 진행되고 있다. CCC 방법은 작업자가 현장에서 다짐 작업 동시에 다짐

평가를 동시에 확인 할 수 있는 시스템이다(Adam, D., 1996). CCC에 활용되는 다짐 장비는 다짐 롤러에 여러 가지 센서를 부착하여 다짐 롤러에 가해지는 진동과 이로 인한 지반 응답(반발력)의 관계로 지반 강성을 측정 하는 시스템이다. IC 롤러는 Fig 1 과 같이 기존 다짐 롤러에 가속도계와 GPS 센서, 테블릿을 장착된 롤러로 연속적으로 다짐도를 평가할 수 있는 장치이다.

연속다짐평가방법으로부터 CMV(Compaction Meter Value)를 얻을 수 있으며, CMV는 진동롤러가 작업하는 동안 측정된 가속도를 시간이력에 따라 분석하여, 첫 번째 조화성분(first harmonic) 진폭 및 기본 주파수 성분(fundamental frequency) 진폭의 비율로 계산된다. 기존 문헌 연구에서 CMV 는 식 (1)과 같이 제안되었다(Thurner and Sandstrom, 1980; Forssblad, 1980; Sandstrom and Pettersson, 2004).

$$CMV = C \frac{A_1}{A_0} \quad (1)$$

[C = 상수(지반과 관련 있는 상수로 주로 300이 사용됨),
A₀ = 첫 번째 조화성분의 가속도 진폭, A₁ = 기본 주파수 성분의 가속도 진폭]



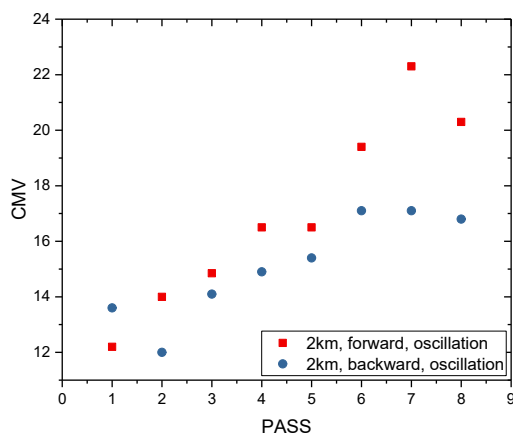
[그림 1] 다짐롤러 방향에 따른 CMV 값

여기서 상수 C 값은 300이 주로 사용되며, 본 연구에서도 상수 C 값은 300으로 활용하였다.

3. 다짐도 평가를 위한 CMV 측정

다짐 롤러가 후진으로 작업 할 때 다짐에 영향을 덜 주는 것이라고 일반적으로 알려져 있다. 하지만, 다짐롤러의 기구학적 메커니즘 관점에서 살펴보면 다짐 롤러의 전진/후진 시 이동속도와 지반의 상태 등의 조건이 동일하다면 전진/후진의 롤러 이동 방향에 따라 차이가 없어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 진동롤러의 이동 방향에 따라 다짐도가 어떻게 나타나는지 확인하기 위한 시험을 수행하였다.

진동롤러의 방향에 따라 다짐 정도를 파악하기 위해서 동일 조건으로 다짐 작업을 같은 방향으로 수행하였다. 시험 결과 그림 2에 나타난 것처럼 결과를 분석해 보면 다짐 롤러의 방향이 전진일 때와 후진일 때 CMV 결과 값의 약간의 차이는 있지만 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 모든 조건이 동일하다면 롤러의 전진, 후진으로 인한 다짐의 영향은 적은 것으로 분석되었다. 다만 Settlement though의 형상이 달라진다면 전진/후진 진행 방향에 따라 다짐도 차이가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 2] 다짐롤러 방향에 따른 CMV 값

4. 결론

본 연구에서는 다짐롤러의 전진과 후진 시에 다짐도에 영향을 미치는 지 확인하기 위하여 현장시험을 수행하였다. 본 연구를 통한 결론으로는 다짐 롤러의 진행방향에 따라서 다짐도에 약간의 차이는 있지만 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 기구학적 진동 메커니즘 관점으로 본다면, 다짐롤러의 전진/후진 이동속도와 soil 상태(Poisson's ratio, density, cohesion) 등의 조건이 같다면 전진/후진의 이동 방향에 따른 다짐도 차이는 없는 것으로 나타났다. 추후 연구에서는 여러 가지 인자를 변화시켜 시험을 수행하여 어떤 인자들이 다짐도에 영향을 많이 미치는지 찾아보는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음. (과제번호 21SMIP-A157130-02).

참고문헌

- [1] Adam, D. (1996). Continuous Compaction Control (CCC) with vibrating rollers (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, TU Wien).
- [2] Sandstrom, A. and Pettersson, C. (2004), Intelligent Systems for QA/QC in Soil Compaction, Proceedings of Annual Transportation Research Board Meeting, Transportation Research Board, Washington, D.C., CD- ROM.
- [3] Thurner, H. and Sandstrom, A. (1980), A New Device for Instant Compaction Control, Proceedings of International Conference on Compaction, Vol. II, Assoc. Amicale de Ingenieurs, Paris, pp.611-614.