

# 스마트 슈즈를 활용한 간이 다짐도 분석 방법

김진영\*, 최창호\*, 강재모\*\*, 고현아\*\*\*

\*한국건설기술연구원 미래융합연구본부 건설자동화연구센터

\*\*한국건설기술연구원 지하공간안전연구센터

\*\*\*한국건설기술연구원 건설산업고도화센터

e-mail:goldcamp@kict.re.kr

## Simple compaction analysis method using smart shoes

Jin-Young Kim\*, Chang-Ho Choi\*

\*Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요약

도로 건설현장에서 하부구조의 품질은 지반의 강성·다짐도로 평가하는 것이 일반적이며, 시험 비용과 기간의 문제로 인해 품질을 제한적으로 확인하고 있는 실정이다. 따라서 IT 기술을 접목하여 쉽고 간편하게 지반 품질이 낮은 지역을 구분할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 본 연구에서는 현장 감독자가 도보로 건설 현장을 순찰할 때 지반의 품질을 확인할 수 있는 작업화를 착용하여 다짐도에 따라 달라지는 침하량을 측정하여 간이적으로 지반의 다짐도를 확인 할 수 있는 기초기술에 대한 연구를 수행하였다.

### 1. 서론

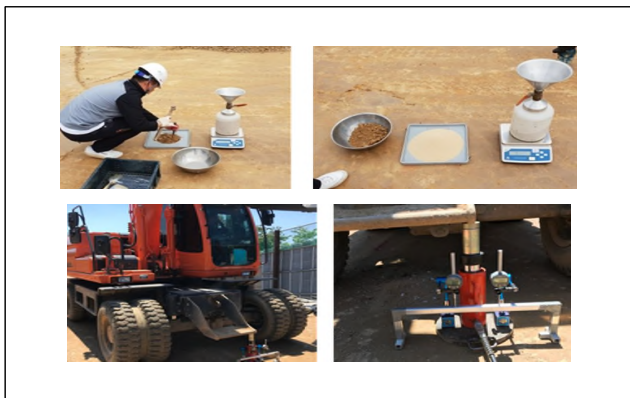
도로 건설현장에서 도로의 품질은 지반의 강성, 즉 지반 다짐도로 평가하는 것이 일반적이다. 현재 가장 많이 활용되고 있는 품질검사는 평판재하시험과 현장밀도시험이다. 두 가지 시험법은 전문가가 시험을 수행해야 하며, 시험자의 전문성에 따라 시험 결과의 정확도가 달라지는 단점이 있다. 이와 같은 시험을 위해서는 별도의 시험 장비가 필요하며, 특히 품질검사에 가장 많이 활용되고 있는 평판재하시험은 별도로 고중량 건설 장비를 활용해야 하는 단점이 있다.

이와 같은 문제로 인해 현재 도로 건설 시에 시험 비용과 공사 기간의 문제로 인해 지반 하부의 품질을 일부 제한적으로 확인하고 있는 실정이기 때문에 간편한 방법으로 도로건설현장의 품질을 쉽게 확인 하여 상대적으로 낮은 품질의 지반에서 품질검사를 할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 필수 안전장비 중 하나인 안전화에 IT 기술을 활용한 다양한 센서를 부착하여 간편한 방법으로 도로건설현장에서 지반의 품질을 확인 할 수 있는 시스템의 적용성을 검증하고자 한다.

### 2. 간이 다짐도 분석용 스마트 슈즈

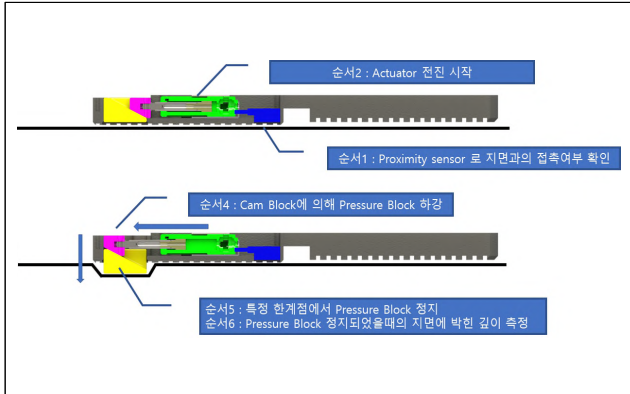
#### 2.1 간이 다짐도 분석용 스마트 슈즈 설계

간이 다짐도 분석용 스마트 슈즈는 모터를 이용하여 전자적인 힘을 가하는 방식으로 다짐도에 따라 지반의 침하량을 측정 할 수 있는 시스템으로 설계하였다. 하중은 100N에서 1000N까지 제어할 수 있으며, 침하량에 따라 다짐도 레벨을 확인 할 수 있다. 다짐도 레벨은 10단계로 설계하였으며, 작동 원리는 액추에이터(전기 모터)를 활용하여 블록을 하강시켜 일정 압력에서 블록을 정지시키고 그 때의 침하량 측정을 통한 지반 강성 확인 할 수 있는 시스템이다. 본 시스템은 지반 강성에 따라 블록 하강 정도가 다르게 나타나는 원리이며, 전



[그림 1] 기존품질시험(상:현장밀도시험, 하:평판재하시험)

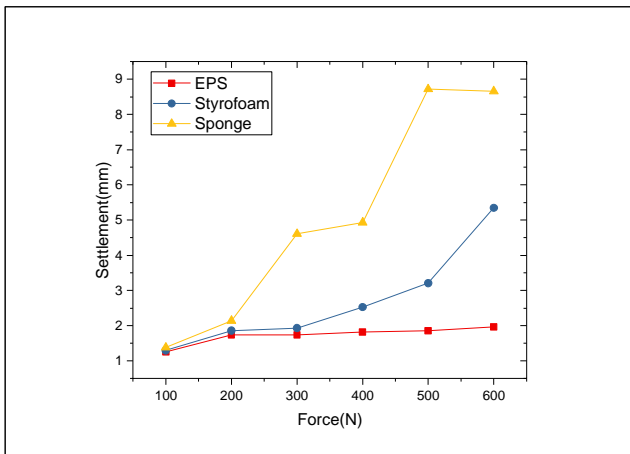
용 가시화 앱을 통해 시스템을 제어하고 다짐도 레벨을 실시간으로 확인 할 수 있다.



[그림 2] 시스템 작동 원리

### 2.2 간이 다짐도 분석 시스템 적용성 검증 테스트

다짐도 분석용 시스템의 적용성을 검증하기 위해 실내시험으로 지반을 모사할 수 있는 실험실 규모의 환경을 구축하였다. 지반 모사를 위해 강도가 다른 제품을 활용하여 강도에 따른 침하량 차이를 분석하기 위한 시험을 수행하였다. 시험에 활용한 제품은 단열재로 많이 사용되는 EPS, 스티로폼, 스펀지를 활용하였고, 하중은 100N에서 600N 까지 100N 씩 단계별로 증가시켜 시험하였다. 시험 결과 강성이 강한 EPS에서는 침하가 가장 적게 발생하는 것으로 나타났으며 강성이 약할수록 침하량이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.



[그림 3] 간이 다짐도 분석 시험 결과(지반 모사)

### 3. 결론

센서가 내장된 신발을 이용한 지면의 강도/다짐도 측정은 매우 편리하고 다양한 장소에서 많은 데이터를 얻을 수 있어 매우 유용한 시스템이라고 판단된다. 본 연구에서는 스마트 슈즈를 설계하고 제작하여 지반 다짐도를 모사할 수 있는 환

경을 구축하였다. 강도가 다른 재료의 침하량 분석을 통해, 스마트 슈즈를 활용하여 다짐도를 구분할 수 있는지에 대한 적용성을 확인하였다. 연구 결과 지반모사 시험 결과 강도가 낮은 스펀지와, 비교적 강도가 높은 EPS위에서의 압력분포를 살펴보았을 때 차이점이 있는 것으로 나타났다. 강도가 낮은 스펀지에서는 상대적으로 큰 침하가 발생하였고, 강도가 높은 EPS에서는 상대적으로 적은 침하를 발생한 것으로 나타났다. 본 연구의 목표인 정확한 다짐도 측정을 위해서는 추가 연구를 통하여 센서 위치, 상재 하중, 침하높이 등을 고려하는 연구가 필요하다. 또한, 보행 특성, 흙의 종류 등에 따라 지반의 다짐도와와의 정확한 상관분석이 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] Choi,J.S., Kim,j.m., Han,j.s., Kim.b.i., A Study for Application of the Light Falling Weight lest on Subbase and Subgrade. International journal of highway engineering. pp 85-98 Vol.11 No.2, 2009