

# 거푸집공사 단계에서의 지구자기장 기반 작업자 실내측위기술 적용 방법

## Application of Geomagnetic Field-Based Indoor Positioning Technology in the Formwork Stage

김형준<sup>1</sup> · 이창우<sup>1</sup> · 김현민<sup>2</sup> · 안희재<sup>3</sup> · 이창수<sup>3</sup> · 조훈희<sup>4\*</sup>

Kim, Hyungjun<sup>1</sup> · Lee, Changwoo<sup>1</sup> · Kim, Hyeonmin<sup>2</sup> · Ahn, Heejae<sup>3</sup> · Lee, Changsu<sup>3</sup> · Cho, Hunhee<sup>4\*</sup>

**Abstract** : Positioning information of workers is important for safety management at construction sites. Among the various indoor positioning technologies, geomagnetic fields-based technology is more economical and has less error than other technologies. However, there is a problem that the installation and dismantling of materials such as formwork at construction sites can cause degradation in positioning performance. Therefore, in this study, the distortion of the geomagnetic field near euro-form was quantitatively measured and the application method of geomagnetic field-based indoor positioning technology on formwork stage was presented. The results showed that the distortion occurred within 10cm of the wall and column form, but positioning accuracy could be affected up to 60cm from the form due to the characteristic of geomagnetic field-collecting technology. Therefore, applying this technology to the formwork stage requires complementary measures, such as using other positioning techniques up to 60 cm near the formwork, or excluding distorted area when positioning. It is expected that this study can contribute to the efficient safety management of workers by suggesting ways to prevent an increase in positioning error when applying geomagnetic field sequence-based indoor positioning technology during the formwork stage.

**키워드** : 실내측위, 건설현장, 지구자기장, 거푸집공사, 건설과정

**Keywords** : indoor positioning, construction site, geomagnetic field, formwork, construction process

### 1. 서론

건설현장의 추락재해는 사망사고의 주된 원인이며, 이러한 추락재해를 사전에 방지할 수 있도록 실시간으로 작업자의 위치를 파악하는 것은 안전관리 측면에서 매우 중요하다. 작업자 위치 추적 시 실외에서는 보편적으로 GPS가 사용되나, 실내에서는 GPS가 적용되기 어렵기 때문에 WiFi, BLE(Bluetooth Low Energy), 지구자기장 등의 기술을 건설현장 내 작업자 실내측위에 적용하려는 연구가 진행되어왔다. 이러한 실내측위기술 중 지구자기장 시퀀스를 활용한 실내측위기술은 측위 오차가 적고, 스마트폰 이외의 별도 장치가 필요없어 경제적이다[1]. 하지만, 건설현장에서 공정이 진행될수록 벽, 기둥 등 부재가 추가되고 자기장에 영향을 미칠 수 있는 자재가 설치/해체되기 때문에 지구자기장의 왜곡이 발생하게 되며, 궁극적으로 측위 성능이 크게 저하될 수 있다. 이에 한 번 수집된 3축 지구자기장 분포 맵(이하 자기장 맵)은 진행 중인 공정에 적합하게 보정되거나 부분적으로 다른 측위 기술이 적용되어야 한다[2].

따라서, 본 연구에서는 실험실 규모의 건설현장 모의실험을 통해 다양한 자재가 설치/해체되는 거푸집공사 단계에서 자기장 맵의 변화를 측정하여 거푸집공사 단계에서 지구자기장 기반 실내측위기술의 적용 방법을 제시하고자 한다.

### 2. 지구자기장 벡터시퀀스 측정 실험

#### 2.1 실험 개요

지구자기장 시퀀스 기반의 실내측위기술은 구축된 자기장 맵에 대하여 다양한 가상의 이동경로에 대한 자기장 벡터 변화값을 지도 학습시킨 후 작업자의 실시간 위치를 추정하는 기술이다[2]. 이때, 자기장 맵 구축 시 주머니에 핸드폰을 넣은 INPOCKET(약 80cm 높이) 상태와 손에 핸드폰을 파지한 ULTIMATE(약 120cm 높이) 상태로 자기장을 수집한다. 본 연구의 실험 대상 공정은 거푸집공사 단계이다. 따라서 180cm×1,140cm 규모의 고려대학교 로봇융합관 복도에서 아래와 같이 3가지 경우에 대한 실험을 수행하였다.

1) 고려대학교 건축사회환경공학부, 학사과정  
2) 고려대학교 건축사회환경공학과, 석사과정  
3) 고려대학교 건축사회환경공학과, 박사과정 수료  
4) 고려대학교 건축사회환경공학부, 교수, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

- 1) 미설치: 거푸집을 설치하지 않은 경우
- 2) 벽체 거푸집 설치: 복도 양 측면에 유로폼(60cm×120cm)을 3m 길이로 설치한 경우
- 3) 벽체 및 기둥 거푸집 설치: 복도 양 측면에 설치된 거푸집 사이에 기둥 거푸집을 추가로 설치한 경우

## 2.2 결과 분석

INPOCKET으로 수집된 3축 자기장 맵은 그림 1과 같으며, ULTIMATE으로 수집된 자기장 맵 또한 유사하게 벽체 및 기둥 거푸집 인근 60cm 내에서 불규칙적인 왜곡이 발생하는 양상을 보였다. 여기서, 자기장 왜곡 여부 판단 기준은 선행 연구와 동일하게 기존 자기장 맵 대비 25G(Gauss)이상 자기장 값이 변화한 경우로 설정하였다[2].

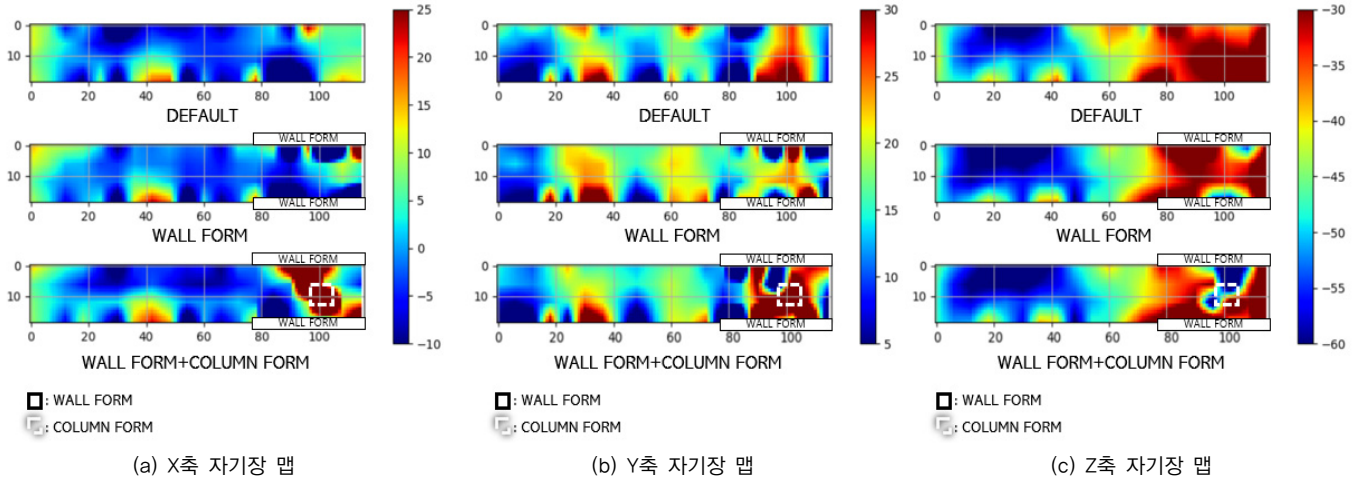


그림 1. 구축된 3축 자기장 맵 (INPOCKET)

자기장 맵이 거푸집 인근 60cm까지 왜곡된다는 것은 60cm 단위로 자기장을 수집하는 본 기술의 특성에서 기인한 것일 수 있다. 따라서 더욱 세밀한 자기장 왜곡의 범위를 도출하고자 거푸집 인근 60cm 이내에서 거리별 자기장 왜곡을 측정할 결과, 약 10cm 이내에서 25G이상으로 자기장이 왜곡되었다. 즉, 거푸집에 의해 영향을 받는 범위는 약 10cm 이내이나, 본 기술의 특성상 거푸집이 설치된 곳 인근 최소 10cm, 최대 60cm까지는 자기장 맵이 왜곡되어 측위 정밀도에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 본 기술을 거푸집공사 단계에서 적용하려면 1) 거푸집공사 단계에서 수직 거푸집이 설치되는 곳 인근 60cm까지는 다른 측위 기술을 적용하거나, 2) 해당 부분을 측위 범위에서 제외하거나, 3) 추후 자기장 왜곡 패턴 혹은 경향성을 규명하여 공정별 보정 값을 적용하여야 한다.

## 3. 결론

본 연구에서는 실험을 통해 거푸집공사 단계에서 지구자기장 시퀀스 기반 실내측위기술의 적용 방안을 제시하였다. 해당 기술은 측위 정밀도와 경제성 측면에서 장점이 있는 기술로, 거푸집공사 단계에서도 본 기술을 적용할 수 있다면 작업자들의 효율적인 안전 관리에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발 사업의 연구비지원 (과제번호:1615012983)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 최린. 딥러닝 기반 실내 지구자기장 이용 초정밀 실내 측위 기술. 한국통신학회지. 2020. 제37권 12호. pp. 51-58.
2. 김현민, 안희재, 이창수, 김하림, 고영웅, 조훈희. 건설현장 내 작업자 실내측위를 위한 지구자기장 보정 범위 도출. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집. 2022. 제22권 2호. pp. 93-94.