

# 머신컨트롤 도저 시험시공을 통한 스마트 토공 공사비 산정기준 개정 방안 연구

송태석\*, 안방울\*, 김정환\*\*

\*한국건설기술연구원 건설정책연구본부 공사비원가관리센터,

\*\*국립한국교통대학교 사회기반공학전공 조교수

e-mail:brahn@kict.re.kr

## A Study on the Revision of Smart Excavation Construction Cost Estimation Standards Through Trial Construction Using a Machine Control Dozer

Tae-Seok Song\*, Bang-Yul Ahn\*, Kim, Jeonghwan\*\*

\*Construction Cost Engineering. & Management. Center, Dept. of Construction  
Policy Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

\*\*Department of Civil and Environmental Engineering, Korea National  
University of Transportation

### 요 약

본 연구는 스마트건설 기술 중 하나인 머신컨트롤 도저(Machine Control Dozer)를 활용하여 현장 시험시공을 실시하고, 이를 바탕으로 기존 공사비 산정기준의 개정 요인을 도출하였다. 본 시공은 재래식 불도저와 머신컨트롤 도저를 비교하여 작업 효율성, 정밀도, 경제성을 분석하였다. 시험 결과, 스마트 도저가 재래식 대비 작업시간 단축, 정밀도 향상, 연료 사용량 절감, 측량인원 절감 등의 측면에서 우수한 성능을 보였으며, 본 연구는 이를 스마트 토공 공사비 산정기준 개정의 기초자료로 활용하였다.

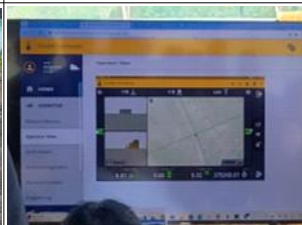
## 1. 서론

건설 현장에서는 작업 자동화 및 정밀 시공을 위한 다양한 스마트건설 기술이 도입되고 있으며, 그 중 머신가이던스, 머신컨트롤 기술은 GPS 및 ICT 기술을 통해 도저 작업의 자동화를 실현할 수 있는 장비이다. 머신가이던스, 머신컨트롤 장비는 공기 단축, 원가절감, 안전시공, 인력절감 등에서 큰 효과를 보이는 기술이다. 그러나 현재 공사비 산정기준은 재래식 시공 방식에 위주로 되어있어 스마트건설 기술의 도입에 따른 원가절감 효과를 제대로 반영하지 못하는 실정이다. 이에 따라 본 연구는 머신컨트롤의 시험시공을 통해 공사비 산정기준의 개정 요인을 실증적으로 제시하고자 한다.

## 2. 시험시공

본 실험은 2024년 11월 실시하였으며 시험은 다음 네 가지 단계로 진행되었다: (1) 시험시공 브리핑, (2) 재래식 불도저 시공, (3) 스마트 도저 시공, (4) 결과 확인 측량. 작업 구간은 25미터로 동일하게 설정되었으며, 시공 시간, 정밀도, 연료 사용량, 시공 품질 등의 데이터를 비교 수집하였다 [표1].

[표 1] 재래식 시공과 머신컨트롤 시공 비교

| 재래식 시공                                                                               | 머신컨트롤 시공                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
|  |  |
| 투입자원<br>· CAT D1, 운전수 1인, 신호수 1인<br>· 측량사 2인, 특별인부 1인 총 5인                           | 투입자원<br>· CAT D1, 운전수 1인, 신호수 1인<br>· 총 2인                                            |
| 시공길이 25미터                                                                            | 시공길이 25미터                                                                             |
| · 총 시공 시간 28분<br>· 6번 시공 측량으로 인한 불도저<br>Downtime 발생                                  | · 총 시공 시간 11분<br>· 스마트 MC로 시공하여 측량개입<br>없이 반자동 시공<br>· 시공시간 60% 단축                    |

두 작업 모두 머신컨트롤이 장착된 10톤 도저를 활용하였으며 동일 장비를 머신컨트롤 기능을 제외한 상태와 머신컨트롤 기능을 구동한 상태로 25미터 구간 시공 생산성을 비교하는 형태로 이루어졌다.

작업인원은 재래식의 경우 운전수 1인, 신호수 1인, 측량사 2인, 특별인부 1인 총 5인이 투입되었으며, 머신컨트롤의 경우 운전수 1인, 신호수 1인 총 2인이 투입되었다.

### 3. 시험 결과 및 분석

25미터 구간을 시공하는 소요시간은 재래식의 경우 28분, 머신컨트롤의 경우 11분이 소요되었다. 시공시간 단축 사유로는 재래식 시공시 시공 측량 작업 발생으로 인해 불도저 유휴시간(Downtime)이 발생하였으나 머신컨트롤 장비로 시공할 경우 별도의 시공측량이 필요하지 않아 시공 시간이 단축되었다. 또한 측량사 인원이 별도로 필요하지 않아 GNSS 측량사 인원 2인의 인건비도 절감할 수 있었으며, 시공품질 향상을 위한 작업인원(특별인부) 또한 절감 가능하였다. 신호수의 경우 머신컨트롤 도저 주위의 센서와 카메라로 필요하지 않았으나 안전 관련 법령 준수를 위하여 재래식과 동일하게 1인을 배치하였다.

또한 이러한 결과는 단순한 인건비 절감뿐 아니라, 공정 단축 및 품질 향상을 통한 간접비 절감의 효과로 이어질 수 있다. 작업 정밀도 향상으로 재시공 빈도도 감소할 수 있어, 장기적 비용 절감 효과도 기대된다.



[그림 1] 재래식 시공과 머신컨트롤 시공 전후 사진

### 4. 스마트 토공 공사비 산정기준 개정

시험시공 결과와 다른 현장조사 결과, 일본 ICT 공사비산정기준 등을 분석한 결과를 토대로 머신컨트롤 공사비산정기준을 개정하였다. 시험시공 비교결과인 60% 단축은 단구간에서 측정된 결과이기 때문에 타현장 생산성 분석 자료를 바탕으로 작업능력을 도출하였다.

3D 머신컨트롤 기반 스마트 토공 공사비산정기준 주요 개정 내용은 먼저 머신컨트롤 장비를 불도저에 조립하고 해체하는 기준을 제시하였다. 고급기술자 1인, 중급기술자 1인, 용접공 1인

이 투입되었으며 머신컨트롤 장비의 경우 유압장비를 연결해야 하기 때문에 머신가이던스 조립보다 0.5일 더 소요되는 특징을 보였다. 또한 머신컨트롤 10톤 불도저의 작업능력을 제시하였다. 이외에도 유휴시간 절감에 따른 주연료 사용 증가에 따른 주연료 할증기준과 3D도면 작업 별도계상 문구를 추가하였다.

장비 가격의 경우 3D머신컨트롤 장비의 손료계수를 제시하였으며, 3D머신컨트롤 장비를 구매하는데 필요한 구매가격을 제시하였다.

[표 2] 머신컨트롤 불도저 공사비산정기준 개정내용

| 분류     | 개정내용                                                                                                                                                            |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 스마트 토공 | 1. 불도저에 머신컨트롤 장비(IMU 센서, GNSS, 유압제어 키트, 케이블, 디스플레이화면 등) 조립 및 설치 투입 인력 및 소요일수 제시<br>2. 3D GNSS 머신컨트롤이 설치된 10ton 무한궤도식 흙깎기 일 작업능력 제시, 주연료 할증 15% 제시, 3D도면 작업 별도계상 |
| 기계 가격  | 1. 3D 머신컨트롤 장비 손료계수 제시<br>2. 3D 머신컨트롤 장비 구매가격 제시                                                                                                                |

### 5. 결론

본 연구는 머신컨트롤 도저를 활용한 시험시공을 통해 스마트건설 기술의 생산성과 현장 적용 가능성을 확인하였으며, 이에 따라 공사비 산정기준의 개정 필요성을 제안하였다. 향후 다양한 스마트건설 장비를 포함한 추가 시험 시공과 시공 환경별 기준 보정방안 마련이 후속 과제로 제시하고자 한다.

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 기술혁신과 공사비산정기준관리 운영사업(과제번호: 20250039) 및 한국건설기술연구원의 주요사업(건설정책 및 건설관리 발전전략)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

- [1] 한국건설기술연구원(2025), 2025 건설공사 표준품셈, 국토교통부
- [2] Park, S., Kim, J., Lee, S., & Seo, J. (2021). A Comparative Analysis of Automated Machine Guidance and Control Systems for Trench Excavation. KSCE Journal of Civil Engineering,

25(11), 4065–4074

- [3] TRB, National Academies of Sciences, Engineering, & Medicine. (2018). Use of Automated Machine Guidance within the Transportation Industry (D. J. White, C. T. Jähren, P. Vennapusa, C. Westort, A. Alhasan, D. K. Miller, Y. Turkan, F. Guo, J. Hannon, A. Dubree, & T. Sulbaran). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25084>