조건별 세부공종 시뮬레이션을 통한 아스팔트 포장공사의 생산성 분석

Productivity Analysis for Asphalt Paving by Means of Simulation Technique for Site Conditions

김 유 진* 이 수 민* 노 재 윤* 한 승 우**
Kim, Yujin Lee, Sumin Noh, Jaeyun Han, Seungwoo

Abstract

Currently, the Korean Smart Construction Corporation aims to stimulate overseas expansion of smart construction technology centered on Expressway development. In addition, the integrated classification system of construction information with Work Breakdown Structure(WBS) is currently being established in Korea, but its application to the construction industry is limited. In this study, data generation using simulation is carried out at the lowest level of WBS presented by the Korea Expressway Corporation, and detailed process productivity is predicted by site conditions.

키 워 드 : 도로공사, 아스팔트 포장, 생산성, 시뮬레이션 기법, 웹싸이클론, 유의성 분석
Keywords : highway construction, asphalt pavement, productivity, simulation, web cyclone, significance analysis

1. 서 론

한국의 노동 생산성은 건설업 규모가 큰 세계 41개국 중 19위로 타 선진국에 비해 낮은 순위에 위치하며, 도로공사는 국내 사회간접 자본 시설의 예산 중 34.9%로 가장 큰 범위를 차지하고 있다.[1)2)] 또한 도로공사는 선형적이고 반복적인 작업으로, 장비 운용 방식에 따른 생산성 향상 및 공사비 절감 효과가 크다.[4)] 도로공사와 관련된 기존 연구로, 현장의 공정계획과 시뮬레이션을 통해 제시된 대안 공정계획의 적정성을 판단하는 다수의 연구가 있었다.[3)4)] 하지만 기존 연구에서는 work task의 최하위 레벨을 기준으로 작성되지 않았기 때문에 변화된 국내 작업 기준에 따른 연구가 필요하며, 하나의 현장을 대상으로 일정 및 비용 결과를 대조하여 모델의 적합성을 판별하였기 때문에 표준화된 기준에서 도출된 생산성의 비교 후 현장자료와의 비교를 진행하고자 한다. 본 연구에서는 도로공사 중 포장공사의 75.2%를 차지하고 있는 아스팔트 포장의[5)] 최하위작업을 기반으로 시뮬레이션 모델을 생성하여 현장상태, 장비 제원 등의 조건을 달리하여 공종의 생산성을 예측하고, 해당 공종의 품셈을 통해 계산된 생산성과 비교하여 모델의 타당성을 검증하고자 한다.

2. 연구 수행 방법

본 연구는 그림 1과 같이 데이터의 수집, 모델링 및 생산성 계산, 결과분석 과정으로 나누어 진행된다.

포장공사의 로직을 설계함에 있어 Web-Cyclone을 사용하여 시방서 및 설계지침, 현장 웹카메라 녹화 및 인터뷰 정보를 참고하여 네트워크 형식으로 설계하였다. 그림1과 같이 모델2는 각 장비제원과 이벤트타임의 경우 2021년도 표준품셈의 시공능력 및 적용능력을 기준으로 계산하였고, 모델3은 현장의 작업일보 및 웹카메라 녹화본을 통해 장비별 작업시간을 분석한

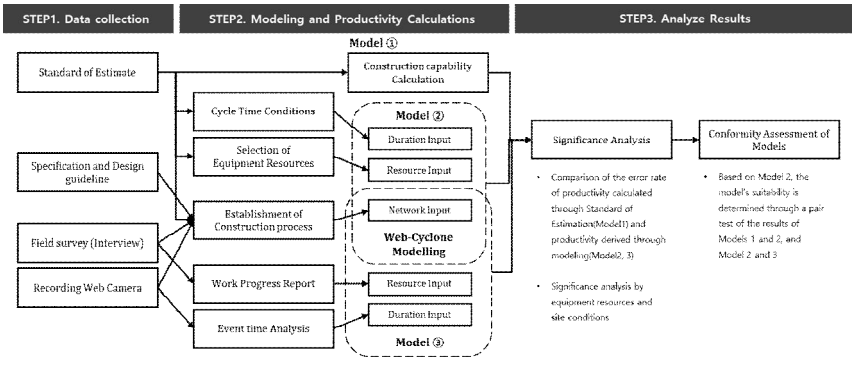

그림. 1 연구 방법

* 인하대학교 건축학부(건축공학과)
** 인하대학교 건축학부(건축공학과) 교수, 공학 박사, 교신저자(shan@inha.ac.kr)

자료를 사용하였다. 이후 모델1인 국가건설기준자료에 명시된 방식으로 계산한 생산성과, 모델2의 방식인 시뮬레이션에 국가건설기준의 기준을 입력하여 도출된 생산성을 조건별로 도출하였고, 유의성 분석을 진행하여 모델의 적합성을 판단하였다. 생산성의 비교는 최하위작업에 해당하는 장비 및 현장의 조건에 따라 비교하였다.

3. 연구 수행 결과

포장층에 따른 모델 중, 대형 피니셔를 이용한 기계포설 아스콘포장 중 기층 모델(Asphalt1_BASE) 및 해당현장의 장비제원을 조건(Condition1)으로 한 예시로, 생산성의 오차를 비교한 결과는 표1과 같다. 포장 Q와 Q2는 모델1을 통해 도출된 결과로, Q는 장비별로 계산된 생산성, Q2는 장비의 조합을 고려하여 계산된 생산성이며, Q3는 모델2를 통해 도출된 생산성이다. Q2와 Q3의 유의성을 비교하였을 때 12.67%의 오차율을 보인 것을 알 수 있다.

표 1. 아스콘포장의 생산성 유의성 비교 결과 예시표

Condition1		Productivity calculated by 2021 Construction Standard of Estimate(m^3/hr)				error rate(%)
Model	Equipment	Q1	References	Q2	Q3	
ASPHALT1_BASE	Dump Truck_80km	12.9	2021년적용건설공사표준품셈8-2-8	34.8	39.85	12.67
ASPHALT1_BASE	Finisher	16.2	건설장비의 종류 및 특성 - 포장장비, 1998, 건설기술연구소			
ASPHALT1_BASE	Macadam Roller	43.8	2021년적용건설공사표준품셈8-2-9			
ASPHALT1_BASE	Tandem Roller	60.2	2021년적용건설공사표준품셈8-2-9			
ASPHALT1_BASE	12T Tire Roller	63	2021년적용건설공사표준품셈8-2-9			

4. 결 론

본 연구는 국내 실정에 맞는 생산성 모델을 제시하기 위해 국가건설기준과 현장정보를 참고하여 도로공사의 주요 공종인 아스팔트 포장 작업의 공정로직을 고안하였으며, 각 모델은 작업관리단위의 최하위 작업을 기준으로 작성하였다. 이후 Q2와 Q3의 오차율을 비교하여 유의성 분석을 진행하였으며, 모델의 타당성을 판별하였다. 본 연구에서 작성한 시뮬레이션 모델은 장비 및 프로세스가 유사한 포장공사 및 기타 건설 공종의 시뮬레이션 작성에 도움을 줄 것으로 기대된다.

향후 카메라를 통해 녹화된 현장의 영상분석을 통해 이벤트타임 측정을 진행하고, 현장 모니터링을 통해 현장의 작업대기, 진입환경과 같은 상황을 고려한 모델을 작성할 예정이며, Paired T-Test를 통해 각 포장층의 조건별로 모델1과 모델2, 모델2와 모델3의 유의성을 비교하는 연구를 진행할 계획이다. 또한 통계적 유의성 분석을 위해 충분한 표본 확보가 필요하므로 다양한 현장 조건 수집이 이루어질 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 한국연구재단의 지원(과제번호 2021R1A2C1007467)과 국토교통부/국토교통과학기술진흥원이 시행, 국도로공사가 총괄하는 "스마트건설기술개발 국가R&D사업(과제번호 21SMIP-A158708-02)"의 지원으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 국토교통부, 스마트 건설 기술 로드맵, 2018
2. 국토교통부, 2021년도 국토교통부 예산 및 기금운용계획안, 2020
3. 온성원, 김옥기, 우성권, 시뮬레이션을 이용한 도로포장 공정계획의 수립방안. 한국건설관리학회논문집, 제8권 제1호), pp.124~131, 2007
4. 송호정, 최재현, 도로공사 공정계획을 위한 공정 로직 및 건설장비 효율화 방안. 한국건설관리학회논문집, 제15권 제6호, pp.26~34, 2014
5. 한국도로공사, 포장 일반 현황, 2020