

에너지 절감을 위한 건설장비 조합 최적화 방법 연구

Construction Equipment Fleet Optimization for Saving Fuel Consumption

이창용*

이홍철**

이동은***

Yi, Chang-Yong

Lee, Hong-Chul

Lee, Dong-Eun

Abstract

Construction equipment is a major energy consumption source in construction projects. If 10% reduction of the diesel fuel usage is achieved in the construction industry, it may reduce 5% of the total energy usage. Energy saving operation is a major issue in equipment-intensive operations (e.g., earthmoving or paving operations). Identifying optimal equipment fleet is important measure to achieve low-energy consumption in those operations. This study presents a system which finds an optimal equipment fleet by computing the low-energy performance of earthmoving operations. It establishes construction operation model and compares numerous combinations using alternative equipment allocation plans. It implements sensitivity analysis that facilitates searching the lowest energy consumption equipment fleet by enumerating all cases.

키워드 : 저-에너지 공정계획, 건설장비, 이산 사건 시뮬레이션, 최적화

Keywords : Low-energy operation plan, Construction equipment, Discrete event simulation, Optimization

1. 서론

건설 시공단계에서 환경부하량 및 에너지 소모량 절감 관련 연구들은 재료의 개선 혹은 장비의 개발 같은 물리적 개선방안에 치중하고 있다. 하지만 건설업에서 가장 많은 에너지 소모가 발생하는 건설장비 투입 및 사용계획 수립에 관한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 건설장비들이 환경에 끼치는 영향과 현장여건 및 특성을 고려하는 토공장비의 효율적인 사용계획을 수립하는 방법을 제시하는 것을 목표로 한다.

2. 문헌고찰

건설분야의 에너지저감 및 환경영향 평가를 목표로 이루어진 기존 연구는 표 1과 같이 다양하게 이루어져 왔다.

표 1. 건설분야 에너지 저감 및 환경영향 관련 주요 연구

분류	연구자	연구내용
LCA관련 연구	Bilec et al., (2006)	하이브리드 LCA 접근법을 사용하여 건설 공정의 환경부하량을 측정하였다.
	Sharrard et al (2008)	건설 프로젝트의 환경부하량을 입출력 기반 하이브리드 LCA 평가모델을 사용하여 측정하였다.
시공단계 환경부하 연구	Ahn et al (2010)	시뮬레이션기법을 기반으로 터널건설공정을 대하여 CO2 발자국을 분석하였다.
	Hasan et al (2013)	초고층건설 프로젝트를 사례로 생산성과 CO2배출량을 분석하여 효율적인 타워크레인 사용계획분석을 하였다.

3. 환경·경제성을 고려한 최적 장비군단 탐색 시스템

환경·경제성을 고려한 최적 장비조합 탐색 시스템은 4가지 모듈로 구성되며 각각의 모듈에 대한 상세내용은 다음과 같다. 첫째, 건설장비들의 특성 및 작업조건을 고려한 시간당 평균 연료소모량 등을 설정하며 읽어오는 모듈. 둘째, 현장의 토사유형과 노면상태에 따른 주행저항 및 경사저항 값들을 결정하는 모듈. 셋째, 사용자가 공정모형을 그래픽 환경에서 구축하는 모델링 모듈. 넷째, 현장에서 사용 가능한 장비 조합 경우의 수에 대하여 세 가지 성과지표를 연산 하여 민감도 분석을 실시하는 민감도 분석 모듈로 구성된다.

* 경북대학교 건축환경에너지공학부 박사수료

** 경북대학교 건축환경에너지공학부 석사과정

*** 경북대학교 건축토목공학부 부교수, 교신저자(dolee@knu.ac.kr)

4. 모의실험

모의 실험에 사용된 사례는 트랙터 적재형 스크레이퍼를 사용하여 총 1860m³의 Clay(wet, 단위중량: 1780kg/m³, swell factor: 0.74)를 운반하는 토사운반 공정이다. 그림 1의 A부분은 사용자가 현장조건을 입력하는 부분이고, B부분은 민감도 분석 실행조건을 입력하며 그 결과를 제시하는 부분이다. 현장에서 사용 가능한 스크레이퍼 및 푸셔가 각각 1대에서 20대, 1대에서 10대이고 총 200회의 시뮬레이션을 실행하였을 때, 실행결과 공정완료시간은 [36.49:701.00]분, 공정완료비용은 \$[1570.48:15784.18], 공정완료연료소모량은 [797.91:2929.76]구간으로 연산되었다. 민감도 분석 결과 중 스크레이퍼 5대, 푸셔 1대의 장비군단이 투입될 때, 가장 연료소모량이 적은 것으로 판명되었다. 본 시스템은 사용자가 연료소모량 뿐만 아니라 비용과 시간을 고려한 장비사용계획을 수립하는데 기여한다.

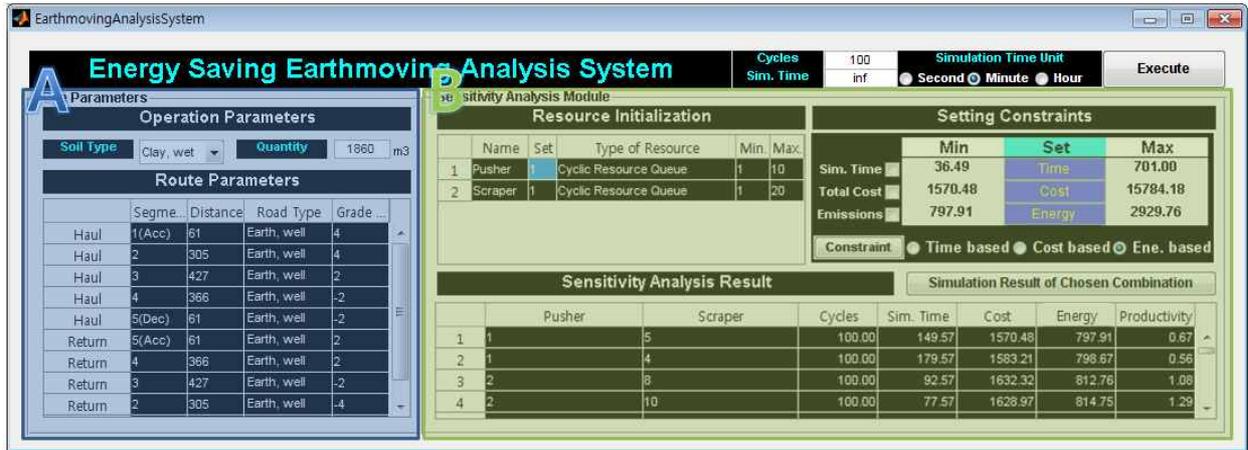


그림 1. 현장조건 입력 및 민감도 분석 실행 창

5. 결론

본 연구는 건설 장비군단 계획 시 현장조건과 장비특성에 따라 변화하는 장비의 연료소모량 변동을 이산사건시뮬레이션기법과 연동하여 세 가지 지표를 연산 및 추정하는 시스템을 제시하였다. 그 결과 토사공정에 투입되는 장비군단의 조합에 대하여 민감도 분석을 수행함으로써, 연료소모량을 최소화하는 장비사용 계획 수립 달성에 기여한다.

감사의 글

본 논문은 2014년 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(14SCIP-B079344-01)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Sharrard, A. L., Matthews, H. S., and Ries, R. J., Estimating construction project environmental effects using an input-output-based hybrid life-cycle assessment Model, Journal of Infrastructure Systems, Vol.14, No.4, pp.327~336, 2008
2. Bilec, M., Ries, R., Matthews, H. S., and Sharrard, A. L., Example of a hybrid life-cycle assessment of construction process, Journal of Infrastructure Systems, Vol.12, No.4, pp.207~215, 2006
3. Hasan, S., Bouferguene, A., Al-Hussein, M., Gillis, P., and Telyas, A., Productivity and CO2 emission analysis for tower crane utilization on high-rise building projects, Automation in Construction, Vol.31, No.1, pp.255~264, 2013
4. Ahn, C. B., Xie, H., Lee, S. H., Abourizk, S., and Pena-Mora F. A., Carbon footprints for tunnel construction processes in the preplanning phase using collaborative simulation, Proceedings of the ASCE Construction Research Congress, Banff, Alberta, Canada, 2010