

# BIM을 적용한 건설공사 중장비 투입 계획 방안

## Heavy Equipment Management Plan for BIM-Based Construction Project

강 경 환\*

Kang, Kyoung-Hwan

김 상 환\*\*

Kim, Sang-Hwan

김 재 준\*\*\*

Kim, Jae-Jun

### Abstract

Recently, our construction industry progress using the BIM system in the construction designing part. However, there are not preparing government policy about BIM even if there are many good things using BIM system on planning of heavy equipment. Therefore, planning for a input system of heavy equipment using BIM will be a kind of first challenge in this part. However, we've tried using strength point of BIM system to make better condition of our construction fields.

So this study will be expected to shorten the construction time and using heavy equipment effectively.

키 워 드 : 중장비 투입량, 시공장비투입계획, 토공사

Keywords : BIM(Building Information Modeling), Heavy Equipment

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설공사의 특징은 대형화와 복잡화를 들 수 있다. 그에 따라 중장비의 투입량이 늘어나고, 종류 또한 다양해지고 있다. 그러므로 정확한 자료를 통한 계획 없이 비효율적인 중장비의 투입은 프로젝트 전반에 공사기간의 지연 및 공사비의 상승을 야기하는 한 원인이 된다. 따라서 중장비의 효율적인 투입과 이용으로 공사기간의 단축과 공사비의 저감을 통하여 성공적인 공사를 수행하기 위해서 프로젝트 계획 초기부터 시공장비계획의 중요성이 상승되고 있다.

그럼에도 불구하고 시공장비계획을 형식적인 시공계획서의 일부로 치부하여 다양한 데이터베이스를 이용하지 않은 단순 계산치 또는 예측치와 경험치를 제출용 등으로 사용해 왔다. 이러한 방식으로 만들어진 시공장비계획을 실질적인 공사 시공현장에서 공정관리 도구로 사용하는 것은 불가능 하였다. 따라서 현실적이며 적용 가능한 시공장비계획을 할 수 있는 방안이 필요하다.

현재 BIM(Building Information Modeling)을 활용하여 프로젝트 초기 단계 시공자와 설계자, 공정전문가 등의 건설산업 주체들이 함께 참여하여 프로젝트를 가상 환경 내에서 검토할 수 있다. 이러한 BIM은 프로젝트의 전 생애주기 동안에 발생하는 객체

정보를 효과적으로 교환 할 수 있도록 지원하며 향후 활용 가능한 데이터베이스를 제공한다.(장세준 외5인, 2008) 아직 BIM 환경에서 시공장비 시스템이 통합적으로 지원되고 있지는 않지만, 정확한 데이터베이스를 확보하여 구축한다면 실제 공사현장 업무에서 사용 할 수가 있을 것 이다. 통상적으로 시공사와 장비 업체가 협의하여 시공장비계획을 마련하는 시스템에서 3차원 이상의 환경을 구현하는 BIM을 공정에 적용한다면 새로운 환경의 공정으로 프로젝트를 운영 할 수가 있다.

본 논문에서는 시공장비계획서를 작성하고 프로젝트에 적용하는 과정에서 BIM 기반의 데이터를 구축하고 데이터를 활용한 효율적이고 현실적인 시공장비계획 방안을 마련하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공사 시공현장에서 쓰이고 있는 시공장비 중에서 토공사에 투입되는 중장비를 중심으로 분석하고 BIM의 활용 방법과 특징을 파악하였다. 또한 중장비 투입 계획에 필요한 요소를 파악하며, BIM에 적용할 요소를 검토하였다. 그리고 위의 2가지 요소를 활용하여 BIM을 적용한 토공사 중장비 투입 계획 방안을 제시하였다. 연구의 방법과 순서는 다음과 같다.

- 1) BIM의 특징 및 활용 방안에 대한 이론적 고찰
- 2) 기존 중장비 투입 계획의 분석
- 3) 중장비 투입 계획에 필요한 요소 도출
- 4) 요소의 BIM 적용 방법 검토
- 5) BIM을 활용한 토공사 중장비 투입 계획 방안 제시

\* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정  
 \*\* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정  
 \*\*\* 한양대학교 건축공학부 교수, 공학박사

## 2. 연구 동향

### 2.1 BIM 관련 연구 동향

현재까지의 건설공사는 2차원 도면을 기본으로 진행하고 있다. 그러나 2차원 도면은 복잡한 형상의 표현을 정확히 전달하기에 쉽지 않고, 도면과 현장의 불일치, 설계자의 의도와 시공자의 이해가 상이한 점 등 많은 단점을 가지고 있다.(장세준 외5인, 2008)

3차원이 기반인 BIM 프로세스는 3차원뿐만 아니라 그 이상의 다차원(4차원, 5차원) 작업이 가능하고 현재도 그에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 그중에는 BIM 객체의 정보를 추출하고 이를 활용하는 비용/일정 통합관리 시공, 시뮬레이션 등 여러 각도에서 연구가 활발히 진행 중이다.(강현구 외4인, 2009)

BIM관련 연구들이 다양한 방향으로 진행되고 있지만 효율적인 중장비 사용에 관련된 BIM 활용 연구는 상대적으로 미흡하다. 중장비의 모델링, BIM을 활용한 시공장비계획에 이용되는 정보 요소, 이를 통한 중장비 시뮬레이션 구현 등이다. 특히 중장비의 효율적인 투입량 결정은 어떠한 하나의 주체가 결정하여 적용하기가 어렵다. 설계자와 시공자, 중장비 엔지니어 등 다양한 주체가 서로간의 협업으로 보다 활발한 연구가 필요하다고 사료된다.

### 2.2 건설 산업에서 중장비 투입량 계획 연구 동향

1960년대부터 GSP, HOCUS, CIPROS, STROBOSCOPE 등의 건설 시뮬레이션 도구 개발이 활발하게 이루어지고 있고 이용하여 지고 있다. 하지만 이 도구들은 건설 산업의 생산성을 향상시킬 수 있는 도구로 철골 인양 공정, 벽돌 제조 공정, 여객기 터미널 포장 공정 등 기존 공정의 모델을 구축하는데 그쳤었다. 그리고 이 연구들은 공정 모델 구축에 한정되어 있으며 시뮬레이션과 생산성의 관계를 입증한 연구가 부족했다.(손효주 외3인, 2007)

그리고 이 연구들은 건설 중장비와 관련한 생산성 향상에 관한 연구가 미비한 실정이다. 현재 시뮬레이션을 활용한 건설 중장비 운영 최적화 방안에 연구가 표 1.과 같이 중장비 관련 연구 동향을 보여주고 있다. 하지만 기존의 연구에서는 BIM 정보가 아닌 2차원 기반의 프로세스에서 머무르고 있는 실정이다. 시뮬레이션을 통해 지형, 지질 정보와 중장비의 투입, 반출시기, 서로 다른 중장비들의 적절한 조합과 다른 크기에 따른 효율적인 조합 등 3차원 이상의 다차원 객체 정보를 이용한 중장비의 운영계획이 필요하다. BIM을 이용하는 다차원 시뮬레이션 프로세스는 기존의 문헌과 연구결과물을 아울러 활용할 수 있다. 그러므로 토공사는 물론 건설공사 전 공정에 활용, 적용할 수 있는 연구가 지속적으로 이루어져야 한다고 판단된다.

표 1. 시공 중장비 관련 기존 연구 문헌

저 자	구분	내용
박종혁 (1992)	제목	건설장비 활용방안에 관한 연구
	주요내용	건설장비의 경제성을 고려한 효율적인 활용 방안
황영조 외 3인 (2006)	제목	시스템 다이내믹스를 활용한 토공량 산정 모형 구축
	주요내용	시스템 다이내믹스 기법을 활용한 토공작업의 시공장비 최적 조합에 의한 토공량 산정 모형 구축
손효주 외 3인 (2007)	제목	시뮬레이션을 활용한 건설현장에서의 중장비 운영 최적화 방안에 관한 연구
	주요내용	건설현장의 상황에 따라 투입되는 장비의 대수 및 규격을 변화시키는 민감도 분석을 통하여 시뮬레이션의 건설현장 공정에 대한 개선도구로서의 가능성 제시

## 3. BIM을 적용한 시공장비계획

### 3.1 기존 중장비투입계획에 대한 분석

건설현장에서의 중장비투입계획은 공사의 규모 및 종류, 성격 및 주변 여건을 고려하여 중장비를 선정하게 된다. 또한, 투입될 중장비는 종류 및 성능, 특성을 고려하여 예상 소요될 중장비의 형태 및 수량을 선정한다. 그리고 투입되는 각 중장비의 투입 시기는 현장의 여건, 미리 나누어진 공정구역의 공정순서 및 예상 진행사항에 따라 결정되어 진다.

토공사(토공작업)는 현장의 형태와 규모에 따라 소요되는 중장비의 종류가 많으며, 투입되는 수량도 많다고 할 수 있다. 그러므로 오늘날 대부분의 건설공사에서 기초적인 공사작업으로 이루어지는 토공사의 절·성토 공정을 본 연구에서 예로 들어 본다. 절·성토 공정은 건설공사의 전체 공정 중 가장 먼저 이루어지는 부분이며, 기본적인 공정 구간이 되므로 중장비투입계획이 무시될 수 없다. 절·성토 공정은 남는 구간의 토량을 제거 하고 모자란 구간은 쌓아 메워야 하기 때문에 굴삭기와 덤프트럭의 조합이 일반적이다. 하지만 굴삭기의 종류가 여럿이고 그 크기에 따른 작업량도 모두 다르다. 또한, 덤프트럭의 경우도 종류와 크기에 따라 작업량이 달라지기 때문에 효율적인 분배가 필요하다.

건설현장에서의 설계변경 등의 작업내용 변경이 있을 경우에 3D도구에서 변경내용에 대한 초기 수정 값의 적용이 필요하므로 실무적으로 많은 인력과 시간이 소요되고 있다. 이러한 점을 해소하기 위해서는 설계변경시 변경된 내용에 대한 3D작업과 일정이 4D 시스템 내에서 동시적으로 진행이 되도록 할 필요가 있다. 굴삭기와 덤프트럭의 대략적인 크기별 구성을 본다면 표 2.와 같다.

하지만 초소형 미니 굴삭기와 초대형 굴삭기 등 기타 토공사에서 주로 사용되지 않는 장비는 구성 표에서 제외하였다.

표 2. 굴삭기와 덤프트럭의 규격 및 용량에 따른 구분<sup>1)</sup>

굴삭기 형식	구분	버킷 용량(m³)	전장 * 전폭 * 전고 (mm)
02		0.175	5870 * 1880 * 2580
02(W)		0.175	6120 * 1920 * 2855
06		0.59	7035 * 2590 * 2920
06(W)		0.59	7290 * 2496 * 3480
08		0.92	8985 * 2990 * 3040
08(W)		0.86	9420 * 2500 * 3200
1.0		1.27	10420 * 3190 * 3030
1.5		1.65	11180 * 3340 * 3350
구분 형식	덤프트럭 형식	덤프트럭 적재용량	전장 * 전폭 * 전고 (mm)
15 Ton	6륜	8.82m³	7695 * 2495 * 3030
25.5 Ton	8륜	15m³	8535 * 2495 * 3235

표 2.를 보면 중장비는 크기와 형태에 따라서 나누어지므로 그 용도도 구분되게 된다. 그림 1.은 현장의 간략도로 토공사의 작업을 나타낸다. A구간에서 총 절토량은 4000m³이며 B구간의 총 절토량은 3000m³이다. 따라서 총 절토량은 7000m³이나 C구간의 성토량이 2000m³이므로 사토량은 5000m³된다.

이처럼 절토구간 성토구간으로 나누어 절·성토량을 분배하고 사토량을 계산한 뒤 각 구간마다 용도에 맞추어 중장비의 크기와 형태를 결정하게 된다. 이러한 방식으로 만들어진 기존의 시공장비투입계획은 날씨, 작업능률 등 그 이외의 조건은 고려되지 않고 각 상황마다 변경되면서 진행하게 된다.

C 구역 성토 2000m³	A 구역 절토 4000m³
	B 구역 절토 3000m³

그림 1. 절·성토 구간으로 나눈 시공현장

그로인해 현재까지의 시공장비투입계획은 현장의 조건에 맞게 상황에 맞게 변경되면서 다수의 공사현장이 돌발상황 등의 어려

1) 두산인프라코어 건설기계BG, 볼보건설기계코리아(주)에서 굴삭기 관련 자료를 참조하였다. 굴삭기 형식에서(W)로 표시된 항목은 Wheel 구동형식의 굴삭기를 뜻한다. 덤프트럭의 자료는 이베코에서 자료참조 하였다. 덤프트럭의 적재용량은 토사(1.7t/m³)를 기준으로 산정하였다.

움을 겪고 계획과 다른 비능률적인 작업을 해 오고 있는 실정이다.

### 3.2 BIM에 의한 시공장비투입 계획

BIM정보를 통하여 프로젝트의 계획 시 활용하는 분야 중 가장 활발히 진행 된 부분 중 하나가 물량 정보의 활용에 관한 부분이다. 3차원 정보를 기반으로 부피관련 객체정보를 이용한 물량관련 정보들이 만들어 졌다.(장세준 외5인, 2008) 물량관련 객체정보를 활용하여 그림 2.와 그림 3.과 같이 토공사의 절·성토량을 3차원으로 산정하고, 미리 조사된 토질에 관한 정보를 추가하면 물량산출 시공장비투입계획 등 효율적인 시공현장의 운용이 될 수 있다.

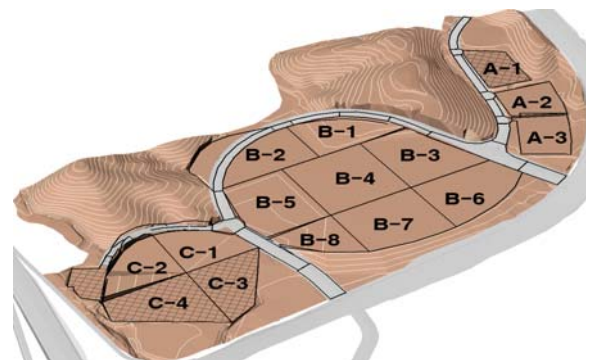


그림 2. BIM에서 절·성토 구역으로 나눈 토공사 정리

BIM에서의 중장비의 자체 지원이 아직 이루어지지 않고 있는 실정이기때 필요시 필요장비의 모델링 작업을 하거나 자료를 확보해야 하는 불편함이 있다. 그림 4.는 굴삭기의 BIM 모델링 작업으로 만들어 진 객체 정보이다. 3차원 모델링 작업을 통한 객체 정보화 작업은 각 각의 객체마다 작업을 해야 하므로 인력이 많이 소모 된다는 단점이 있을 수 있다. 그러나 BIM의 장점인 정형화, 객체화된 데이터베이스는 정보화하여 다시 활용하거나 다른 건설공사의 시공계획 시 표준으로 활용 할 수 있게 되는 것이다.

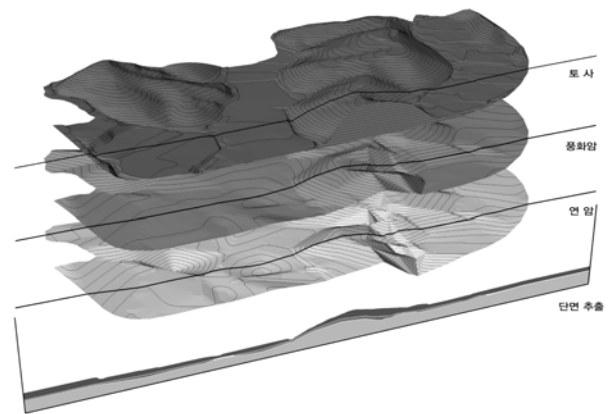


그림 3. BIM에서 공정 깊이에 따른 토질 단면

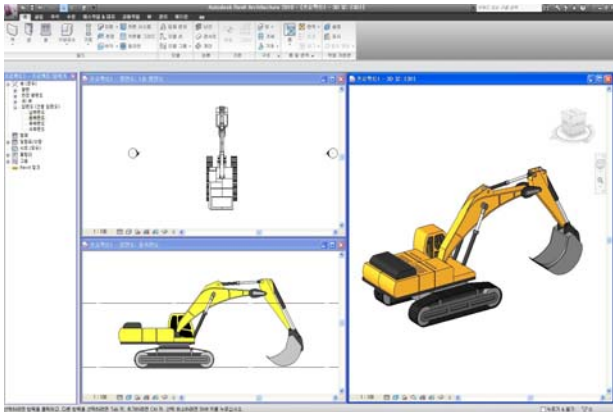


그림 4. 3차원 모델링으로 객체화 작업된 굴삭기

#### 4. 결 론

공정계획 및 시공장비투입계획 등을 포함한 공정관리의 전 단계는 결국 하나의 목표를 가지고 만들어 지게 된다. 공사비의 절감, 공정기간의 단축, 높은 품질 등이 그 목표라고 할 수 있다. 프로젝트의 시공 전 과정인 설계 과정의 중요성이 부각되어지고 있는 시점에서 BIM의 적용은 매우 획기적인 일이 아닐 수 없다. 3차원 모델링을 통한 객체 정보화와 그 객체 정보들을 시뮬레이션을 통하여 건설공정의 최적화 중장비 조합을 도출한다. 게다가 각 장비의 특성, 규격을 고려함과 동시에 시공진행에 맞추어 중장비의 투입 시기도 구현해 낼 수 있다. 그리고 시공현장의 여러 가지 변수에 따라 시공장비의 운영도 달라지고 그에 따라 전체적인 공정의 변화로 공정계획에서 멀어지는 기존의 문제점 등의 해결책이 될 수 있다. 기존의 오류들과 문제점을 BIM작업을 통하여 보다 수정이 용이하게 각 상황에 맞추어 탄력적으로 공정조정이 가능하다면 중장비의 운용에 효율성을 높일 수 있을 것이다. 다만 현재로서는 BIM의 국가적인 차원에서의 제도적 장치가 없으므로 프로그램의 객체 정보의 체계화에 어려움이 있는 것이 현실이다. 현재까지는 국가적인 차원에서 BIM의 제도적 장치가 마련되어 있지 않은 실정이므로 모든 건설공사의 시공장비계획에 사용될 3차원 모델링에 관하여 언급하기는 이른 시점이라고 생각한다. 하지만 점차 BIM의 활성화가 이루어지고 있는 점을 비추어 보아 머지않아 시공장비의 BIM적용에 대한 일환으로 장비 3차원 모델링 작업이 체계적으로 이루어 질 것으로 판단된다. 향후 건설산업의 국가적 사업력을 바라본다면 적극적인 정부의 지원과 함께 건설인들의 동참으로 통합적인 시공장비지원계획에 대한 연구, 개발이 진행되어야 할 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. 강현구, 이지연, 권오성, 박상준, 이아영, 시공/유지관리단계를 고려

한 BIM(Building Information Modeling) 파일 구성체계에 관한 연구, 한국건설관리학회, pp.707~710, 2009.11

2. 김재준, 양승호, 김경래, 공정관리 시방서에 의한 건설공사 공정관리 프로세스 모델, 한양대학교 대학원 건축환경공학과, 1997

3. 두산인프라코어 건설기계BG  
<http://ce.doosaninfracore.co.kr/kr/Main.aspx>

4. 박종혁, 건설장비 활용방안에 관한 연구, 서일대학교 토목공학과, 1992

5. 볼보건설기계코리아(주),  
[http://www.volvo.com/constructionequipment/asia/ko-kr/BAHome\\_ILF.htm](http://www.volvo.com/constructionequipment/asia/ko-kr/BAHome_ILF.htm)

6. 손효주, 김창환, 조승연, 김용수, 시뮬레이션을 활용한 건설현장에서 중장비 운영 최적화 방안에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제27권 제5호, pp.579~588, 2007

7. 심진규, 이윤선, 김주형, 김재준, 기획단계에서의 VA기반 시뮬레이션 시스템 기반구축에 관한 기초연구, 한국건설관리학회, pp.787~790, 2007.11

8. 이베코 덤프트럭, <http://www.lgiveco.com>

9. 이병훈, 김경환, 김재준, 공정관리 시스템의 비교분석을 통한 시스템 개선 방안에 관한 연구, 한양대학교 건축환경공학과, 2009

10. 장세준, 전형준, 심태보, 엄신조, 윤석현, 백준홍, BIM 환경에서의 타워크레인 장비계획 지원 방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 제24권 제7호 통권 제237호, pp.109~116, 2008

11. 황영조, 원서경, 한충희, 김선국, 시스템 다이내믹스를 활용한 토공량 산정 모형 구축, 한국건설시공학회, pp.467~470 2006.11