

PC 공사 프로젝트의 디지털 기반 공급 사슬 관리

Total Supply Chain Management of Precast-Concrete Construction Project Using Digital Platform

이재만 Lee, Jae-Man

정회원, 롯데건설 기술연구원 책임연구원
 Manager, R&D Institute, LOTTE E&C
 jaeman.lee@lotte.net

머리말

1980년대 이후 고도 경제성장기에 접어든 한국 경제에 있어서 건설산업은 국가 전체 GDP의 약 15% 가까이 차지하는 전통적인 효자 산업으로 자리매김하였다. 하지만, 1990년대 중반 이후부터 건설산업은 한국 GDP에서 차지하는 비중이 한 자릿수 아래로 떨어지기 시작하여, 현재는 약 5% 수준에 불과한 것으로 평가되고 있다¹⁾. 이는 대내외 경기불황으로 인한 요인도 있지만, 한국 건설산업의 생산성 저하와 같은 생태계 전반에 걸쳐서 나타나는 구조적인 문제점과 경쟁력 저하에 의한 것이기도 하다. 이에 따라, 취업 시장에서 건설업이 차지하는 비중도 급격하게 감소하고 있으며, 이로 인한 건설산업 구성원의 부족과 고령화 문제는 전통적인 현장시공 방식의 품질 저하와 같은 경쟁력 상실로 이어지고 있다.

상기와 같은 생산성 저하 문제를 해결하기 위해서는 아래와 같은 방안을 고려해 볼 수 있다.

- 노동집약적 특성을 탈피하기 위한 공장 선제작 방식 공법 개발 (노동집약화 → 기술집약화)
- 디지털 기반 관리 기법 도입에 의한 사업비용 절감 (경험 우위 → 데이터 우위)

첫 번째로, 건설산업의 기술 집약화를 구현하기 위해서는 공장제작형 공법을 적극 개발 및 도입할 필요가 있다. 대표적으로 주목받는 공법이 프리캐스트 콘크리트(이하, PC) 공법이다. 골조 공사의 대다수를 차지하는 철근콘크리트(이하, RC) 공법을 공장제작형으로 개발하여, 현장 공기의 단축을 통해 생산성 향상을 꾀할 수 있는 공법이다. 하지만, 기존 철근 콘크리트 구조물 중 평면 자

유도가 높거나, 형상이 복잡한 구조 시스템을 PC 공법으로 구현하는 경우, 생산 인력에 의존하여 주철 몰드를 가공/제작하는 기존의 PC 부재 생산방식은 부가적인 원가 상승을 초래한다. 이에 따라, 현재 PC 공법은 RC 공법대비 경제성을 확보할 수 있는 물류 센터나 주차장과 같은 일부 구조 시스템에만 제한적으로 사용되고 있는 실정이다.

두 번째로 건설관리 측면에서 건설산업의 생산성 향상을 위해서는 숙련자의 경험에 크게 의존하고 있는 경험 우위의 사업 기획 및 관리 방식을 데이터 우위의 방식으로 개선할 필요가 있다.

그러나, 기존 건설산업에 있어서 기획 및 관리 업무의 대부분은 종이 기반으로 이루어지고 있고, 정보의 보존이 어렵다 보니, 최첨단 IT 기술을 이용해 관리 업무의 효율화 및 자동화를 꾀하기도 어려운 실정이다. 또한 그림1과 같이 건설업의 디지털화 지수는 전 산업내 최하위를 기록하는 것으로 나타났다. 건설 산업의 디지털화 기술은 아직 요소 기술에 대한 검토와 시험적인 적용과 같은 기술적 변혁 단계에 머물러 있으며, 궁극적으로 제품 및 서비스를 대체할 수 있는 디지털 기반 비즈니스 모델로의 전환까지는 요원한 실정이다.

본지에서는 건설관리 측면에서 생산성 향상을 위해 필요한 디지털 기반 생태계 구축을 목표로, 2020년부터 국책과제로 진행된 “Off-Site Coinstruction 기반 공동주택 생산시스템 혁신기술개발” 연구의 일환으로 개발된 PC 공사 프로젝트 관리용 디지털 플랫폼을 소개하고자 한다. 본 플랫폼은 PC 공사 프로젝트의 전 생애주기를 디지털화하고, JIT(Just-in-Time)에 기반한 공급 사슬을 관리

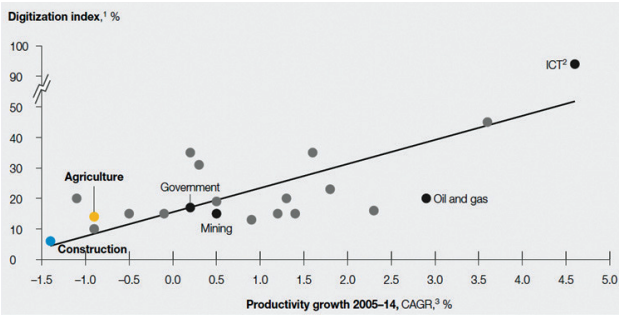


그림 1. 산업별 디지털화지수 1)

하기 위해 개발된 BIM 기반 디지털 플랫폼이다.

플랫폼 개발 방향

전 생애주기간 value-chain을 디지털화로 구현하기 위해 기존 PC 공사 프로젝트의 생애주기간에 발생하는 정보와 업무 프로세스를 그림2와 같이 조사하였다.

BIM으로 설계된 IFC 데이터를 설계사가 플랫폼에 등록하면, 현장 설치 관리자가 플랫폼에 접속하여 건물 구간별로 설치계획을 수립한다. 이때 사전에 D/B화된 크레인을 선택하여, 크레인이 이동할 동선을 설정하고, 부재별로 설치 일정을 매핑하는 기능을 구현하였다. 설치 일자 설정이 완료되면 공장에 설치되는 별도의 ERP 시스템으로 해당 부재별 설치 예정 일자가 전송되고, 이를 토대로 공장에서는 부재별 생산일정 수립에 들어간다. 공장에서 생산 관리자가 부재별로 생산 일정을 수립하면, 부재별로 생산일정이 등록되고, 이 데이터가 다시 현장 플랫폼과 연동되어, 현장 설치 관리자가 BIM 화면을 통해 부재별로 생산현황을 모니터링할 수 있도록 기능을 구현하였다. 초기 설치 계획 및 생산 계획 정보는 현장 및 공

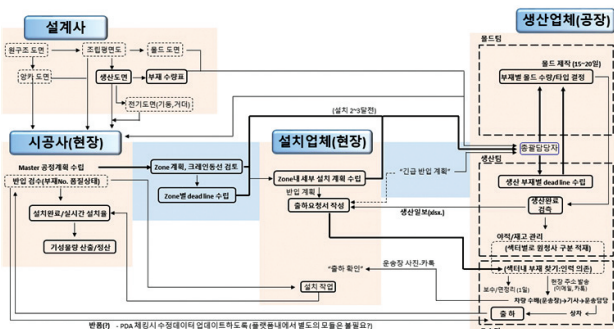


그림 2. 국내 PC 공사 프로젝트의 업무 프로세스

장 시스템간에 연동되어, 계획 변경시 실시간으로 정보가 업데이트되도록 하였다.

디지털 플랫폼을 이용해 PC 부재의 공급사슬을 관리하는 측면에서 대표적인 기술 몇 가지를 소개하고자 한다.

설계 변경과 구조-설비 설계 데이터 연동

건설산업의 대표적인 특징 중 하나가 설계 정보의 변경이 잦다는 점이다. PC 공사 프로젝트 또한 잦은 설계변경을 통해, 초기 설계의 데이터와 실제 시공 전의 데이터가 상이한 경우가 많다. 초기 BIM 모델을 설계사가 플랫폼에 등록하면, 설치 기관의 관리자들이 설치 일정 수립을 위해 존 정보, 설치 예정 일자와 같은 여러 가지 정보를 매핑하게 되는데, 초기 설치계획 수립 이후 설계 변경이 발생하여 부재 품번이 변경되면, 이전에 등록된 정보는 사라지게 된다. 그러므로 잦은 설계 변경이 발생하여 부재 품번이 변경되더라도 연속적이고 일관적인 정보의 관리를 위해서, 설계 초기에 매핑된 각종 현장 관리 정보를 BIM 설계시 파생되는 고유의 GUID(Globally Unique Identifier)를 참조하도록 하였다. 그림3과 같이 설계변경에 의해 품번이 바뀌더라도, 동일한 GUID를 갖는 부재의 경우 설계변경 전후의 매핑 정보를 유지 보존하도록 기능을 구축하였다.

PC 부재 반입 조회 및 계획

현장 설치 관리자는 설치 계획 수립시 특정 부재의 반입일 지정전에 반드시 해당부재의 생산 여부를 확인하여야 한다. 이때 현장 관리자는 건물 전체에 대한 도면(BIM 모델)을 기준으로 설치 구역 및 반입 일정을 관리하지만 공장의 생산 관리자는 부재단위별로 생성되는 품번을 기준으로 생산일정 및 반출일정 등을 관리하기 때문에, 현장과 생산 관리자가 부재의 반입 가능 여부를 판단하기 위한 기본 정보 형태가 상이하다. 이에따라, 상호간의 커뮤니케이션에서 많은 문제점이 발생하고 있으며, 업무의 상호 운용성(Interoperability)도 저하되는 문제점

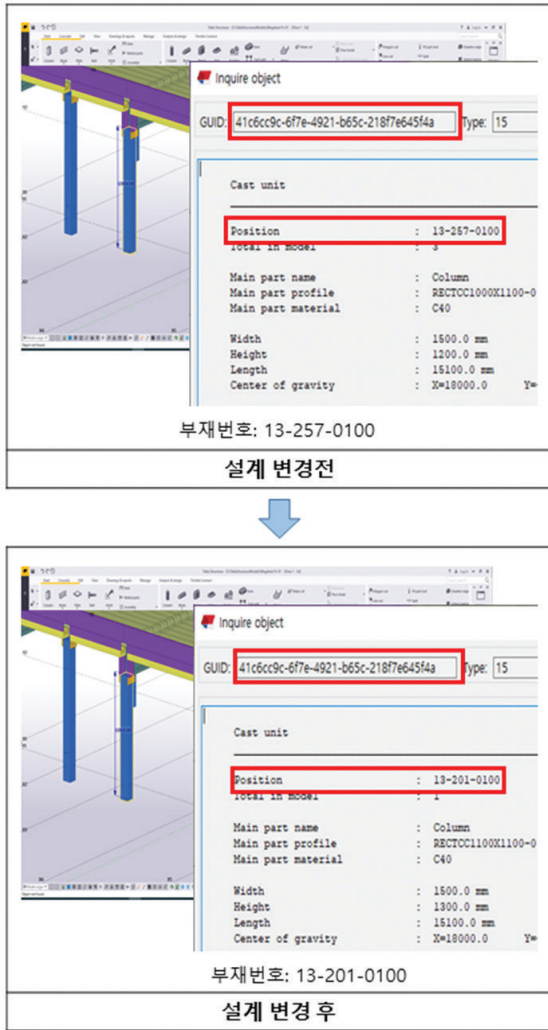


그림 3. 설계 변경 전후에 대한 GUID 처리

이 있다.

상기의 문제를 해결하기 위해, 공장에서 입력된 부재의 생산 현황 정보와 현장 BIM 모델이 실시간으로 연동되도록 기능을 구현하였다. 그림 4와 같이 설치 관리자가 반입을 희망하는 구간의 부재를 선택하고 반입 희망일로 “조회” 버튼을 클릭하면, 공장 시스템에서 입력된 부재별 설치 예정일 혹은 설치 완료일을 참조해, lead-time을 계산하게 된다. lead-time 산정은 생산 완료된 부재의 경우는 현재일+운송일, 미생산 부재의 경우는 생산 예정일+운송일을 기준으로 산정하게 된다. 반입 조회 결과는 부재 색깔별로 표현되어, 설치 관리자들이 쉽게 확인할 수 있다.

희망 부재에 대한 반입 예정일 확인이 완료되어, 반입 요청서 작성(현장 → 공장)을 하는 경우, 반입신청 버튼을

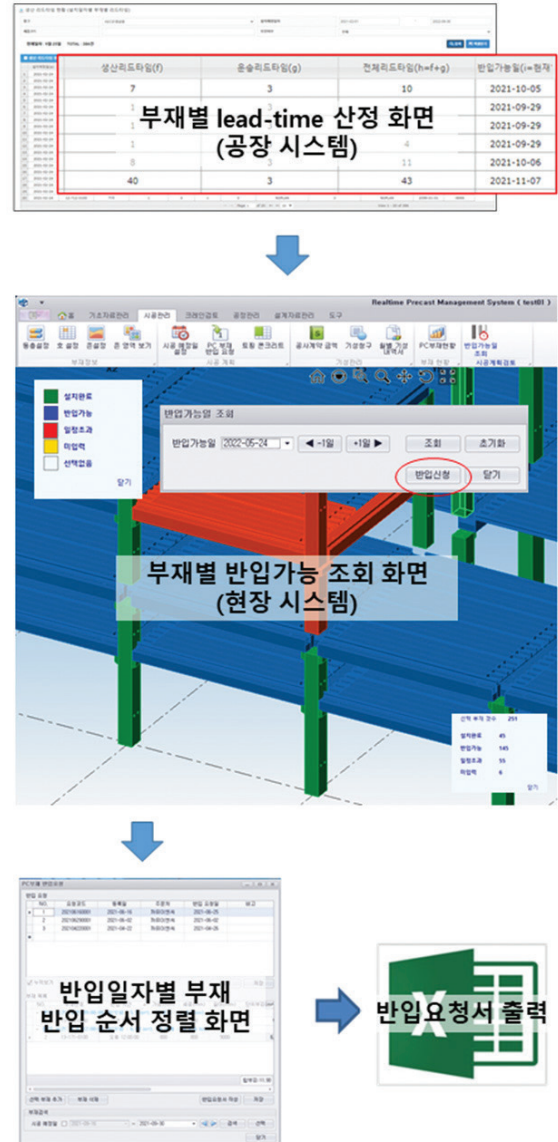


그림 4. 부재 반입 가능 여부 조회 및 신청 화면

을 클릭하면 선택된 부재의 품번 리스트가 나타난다. 반입 희망 시간 (분 단위)별로 부재를 정렬하고, 운송 차량별로 구분 계획을 설정 후 반입요청서 작성 버튼을 클릭하면, 사전에 등록된 양식의 반입요청서가 출력되어 공장 관리자에게 전송된다.

RFID 태그를 활용한 생산 품질 검측

공급 사슬을 효과적으로 관리하는 데 있어서 품질관리와 피드백 체계 또한 중요한 개념이다. 현장으로 반입되는 부재에 대한 현장 검수를 수행하기 이전에 공장 제작

시 수행되는 검측 작업에 대한 데이터를 보존하고, 현장 관리자가 실시간으로 부재별 생산 검측 데이터를 조회할 수 있도록 기능을 구현하였다.

PC 부재에 매설할 수 있도록 개발된 RFID 태그를 활용해 생산 검측 자료(사진 등)를 지정된 포맷으로 플랫폼에 등록할 수 있는 App.을 개발하였다. 개발된 App.은 사진 촬영이 가능한 휴대용 RFID 리더기의 O/S내에 탑재되어, RFID 태그 스캔 정보와 촬영된 사진정보를 결합해 플랫폼으로 전송하는 역할을 하게 된다.

그림 5와 같이, RFID 태그를 활용한 검측 시스템의 작동 방식은 다음과 같다.

- ① Con'c 타설전 검측을 실시
- ② 개발 App.이 탑재된 휴대용 리더기를 이용해 사진 촬영
- ③ 지정된 몰드 위치에 RFID태그를 부착
- ④ 휴대용 리더기로 RFID태그 체크
- ⑤ 휴대용 리더기내 탑재된 App.을 열어 추가 검측 자료 입력
- ⑥ 전송 (→플랫폼 서버)

개발 App.을 통해 등록이 가능한 검측 항목은 총 6개 항목이며, 매입철물 검사, 몰드 규격 검사, 피복두께 검사, 생콘크리트 검사, 탈형강도 검사, 탈형 후 외관검사 등이다. 개발 시스템을 PC 공장에 시범 적용 후 기능을 추가 확장할 예정이다.

맺음말

건설산업의 관리측면에서 낮은 생산성을 향상 시키고, 관기 기법 효율화를 통해, 사업 비용 절감을 위한 연구로서 디지털 관리 플랫폼을 개발하였다. 탈현장 공법인 PC 공사 프로젝트를 대상으로, 공급 사슬을 효과적으로 관리할 수 있으며, 향후 세부 기능에 대한 현장 적용을 통해 실무 적용성을 개선하고, 관리 기법의 고도화 기능을 추가 개발하면 PC 공사 프로젝트의 효과적인 공급사슬 관리가 가능할 것으로 기대한다.☐



그림 5. RFID 기반 생산 품질 검측 시스템

사사

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음.

(과제번호: 22-ORPS-B158109-03)

참고문헌

1. 최인방, 박창현, 국내 건설업의 구조적 발전단계에 대한 평가 및 시사점, 한국은행, 2012.06
2. How OEMs can seize the high-tech future in agriculture and construction, McKinsey&Company, p.2, 2018. 03

필자 소개

이재만 박사는 일본 교토대 건축공학과에서 PC 구조 전공으로 박사학위를 취득하였고, 2015년부터 롯데건설 기술연구원에서 책임연구원직을 맡으며 PC 공법, 디지털 플랫폼 분야의 다양한 연구를 수행하고 있다.