

## 철근콘크리트 골조 특화 3차원 전산설계도구 BuilderHUB

KICEM



김치경 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수  
김은석 ㈜창소프트아이앤아이 설계팀장

### I. 서언

최근 3차원 BIM과 관련한 전산도구의 발전과 보급 확대에 따라 건축물의 설계와 시공 기술에 있어서 혁신적인 변화가 진행되고 있다. 하지만 실무 현장에서의 BIM 도입 속도는 BIM 소개 초기의 예상에 비하여 더디다.

현장의 BIM 확산을 저해하는 여러 가지 이유가 있지만, 현재의 BIM 기반 기술 환경에서 설계/시공을 위한 BIM 모델 구축에 투입되는 비용 대비 BIM 활용을 통하여 얻을 수 있는 효과가 크지 않은 것도 중요한 이유 중에 하나이다.

물량산출 및 견적은 설계와 시공 과정에 빠질 수 없는 핵심 업무 중 하나이다. 이론적으로 BIM 모델을 기반으로 한 물량산출은 단순계산 과정을 거쳐 바로 처리될 수 있다. 하지만 실무적 관점에서 보면 여전히 한계가 있다. 실무에서 활용 가능한 수준으로 물량을 정확히 산출하기 위해서는 모델의 정밀도(LOD : level of detail)가 높고 누락되는 요소가 없어야 한다. 하지만 정밀도를 높이기 위해서는 그 만큼 모델 구축에 많은 비용이 소요된다.

골조, 설비, 마감으로 구성되는 건축물 BIM 모델링에서 최선행 공정은 골조 모델링이다. 특히 철근콘크리트 골조 모델에서 철근은 이음과 정착을 고려한 배근상세가 매우 복잡하고 데이터양이 방대하여 정밀도 높은 모델링에 많은 비용이 소요된다. 또한 철근상세설계 내용은 설계 단계에서 뿐만 아니라 시공 과정에서도 여러 가지 이유에 의하여 설계 변경이 빈번하게 발생하고, 매번 그 내용을 BIM 모델에 반영하는 데에도 많은 비용이 소요된다. 그 결과 아직까지 철근을 BIM 모델 안에 포함시키고 물량산출 등에 활용하는 사례는 매우 드물다. 한편 현행 견적 실무 프로세스에서 철근은 견적물량과 실행물량 사이에

편차가 큰 항목이다. 편차가 큰 경우 10% 이상이 되기도 하고 정산 과정에서 참여주체간 갈등을 유발하는 큰 요인이다.

BuilderHUB는 최근 건축 설계 및 시공 분야의 차세대 혁신 기술로 인식되고 있는 3차원 BIM 기술 환경 안에서 골조상세 정보 모델링 및 BIM 모델 기반 배근시공도 작성 업무를 전산화하여 배근시공도 작성업무 생산성과 품질을 획기적으로 향상시키고, 이를 이용한 합리적인 배근시공도 설계 및 골조공사 프로세스를 구축함으로써 궁극적으로 철근콘크리트 건축구조물의 성능, 관련 업무 생산성, 골조공사 원가 등에서 획기적인 혁신을 이룰 수 있는 신기술이다.

BuilderHUB의 차별화된 기능을 요약하면 2D CAD 도면 인식을 통한 3D 골조모델 생성, 도면 인식 과정에서의 도면오류 보고서 도출, 철근배근상세 자동화, 골조 정밀물량 산출 및 공사 중 공사비 모니터링, 상용 BIM 도구와의 모델 연동 등으로 요약된다.

본 연구에서 개발된 골조 특화 BIM 도구 BuilderHUB를 이용할 경우 철근콘크리트 골조 BIM 모델의 구축 비용을 낮추고, 전통적인 견적 프로세스 대비 오차가 적은 물량을 자동으로 산출하며, 시공 중 골조 공사비 추적 기능 등 다양한 기능 제공으로 골조 공사비 관리와 절감에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 기사에서는 철근콘크리트 골조에 특화된 실용적 BIM 설계도구 BuilderHUB의 주요 기능에 대하여 기술한다.

### II. BuilderHUB의 주요 기능

#### 1) 3차원 전환 기술

현재 철근콘크리트 구조도면의 대부분은 2D CAD 파일 형태

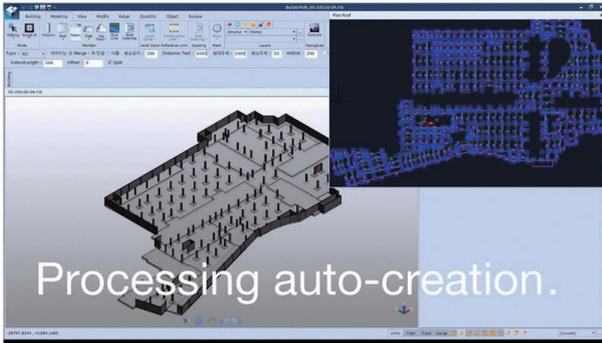


그림 1. 2D 도면의 3차원 전환

로 납품되나 최근에는 일부 3D BIM 파일로 납품되기도 한다. BuilderHUB에서는 2D CAD 파일 형태로 구조도면(구조평면도, 부재 일람표)이 제공되는 경우 이들 도면을 인식하여 3D BIM 모델을 생성하는 기능을 제공함으로써 3D 모델링 시간을 최대로 단축시킨다. 2D 도면 인식에 의하여 생성되는 3D BIM 모델은 부재의 편심, 단차, 슬래브와 벽체의 개구부 등 골조상세정보를 반영한다. 이러한 골조상세정보는 이음, 정착 길이를 반영한 정확한 철근 가공 형상 및 길이를 결정해야 하는 배근시공에서도 작성 업무를 위하여 반드시 정확한 모델링이 요구되는 정보이다.

## 2) 도면오류 추출 기술

2차원 도면을 인식하는 과정에서 Rebar HUB는 도면 오류를 내용을 파악하여 보고하는 기능을 제공한다. 즉 구조평면도에 기입된 부재명(C1, G1, B1, W1 등)이 부재 일람표에 누락되었거나 구조평면도에 그려진 부재 크기와 부재 일람표에 제시된 크기가 다를 경우 등의 오류를 Rebar HUB가 인식 과정에서 찾아낸다. 이러한 도면 오류는 보고서로 정리되어 원설계자에게 제공되고 도면 수정 과정을 거치게 된다.

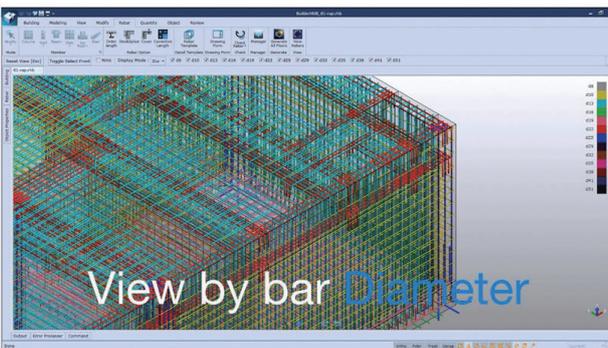


그림 3. 3차원 자동배근

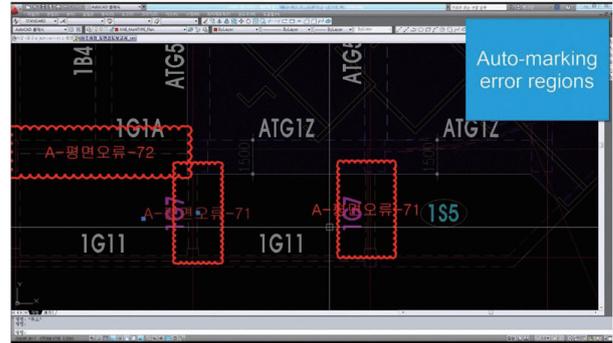


그림 2. 도면오류 추출

## 3) 3차원 자동배근 기술

3D BIM 모델의 설계정보(골조형상 및 부재단면정보)를 바탕으로 하여 3D 배근시공도를 자동 작성한다. 이 때 철근의 이음 및 정착을 비롯한 KBC2009에 규정되어 있는 배근상세 규정과 내진보강상세를 반영하며, 또한 원철근의 길이 등을 포함한 다양한 선택사항을 엔지니어가 결정하여 반영할 수 있다.

각 가공철근 정보는 부재 각각에 연결되어 있어 추후 부위별, 부재별 등 다양한 관점에서 정보를 정리하는데 활용될 수 있다. 3D 배근 정보는 BuilderHUB가 제공하는 3D 뷰어를 이용하여 실제 배근 상태를 3D상에서 확인할 수 있어 특정 부위의 철근 밀집도를 검토하는 등 배근 상황을 미리 시뮬레이션 해볼 수 있다. 이러한 3D 배근정보는 동일한 형상을 갖는 가공철근을 하나의 Bar Set으로 관리하는 기법에 의하여 철근 데이터량이 방대함에도 불구하고 시스템의 수행 성능에 악영향을 주지 않으며, 원활한 자료 처리와 3D 화면 처리가 가능하도록 개발되었다.

## 4) 골조 정밀물량 산출 기술

건물 단위의 3D 배근시공도 작성 결과는 BuilderHUB에서 하나의 프로젝트로 집계된다. 이는 단지 수준에서 골조공사를

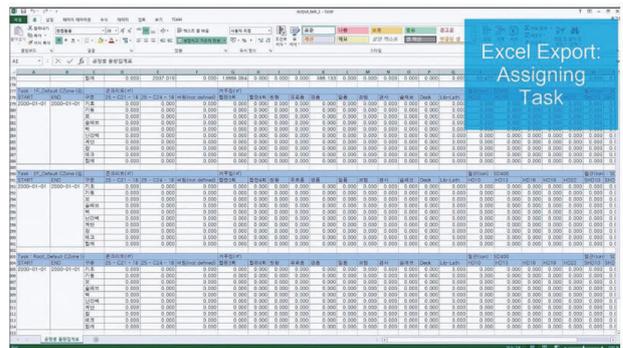


그림 4. 골조 정밀물량 산출

관리할 수 있는 모델이 구축됨을 의미한다. 3D 배근시공도 작성 결과를 바탕으로 철근, 콘크리트, 거푸집 정밀물량이 집계된다. 이 때 철근물량은 철근의 이름 및 정착이 반영된 가공철근 정보를 기반으로 수행되기 때문에 실제 실행물량에 해당하는 정밀한 물량이 산출된다.

### 5) 2D 배근시공도 추출 기술

현재 철근공사를 위한 배근시공도는 골조 공사 진행에 따라 철근상세설계 엔지니어들에 의하여 수작업으로 작성되고 있다. 통상적으로 아파트 단지 규모의 프로젝트에서 1,000장 이상의 2D CAD 도면이 작성되며 이 과정은 매우 오류 가능성이 높은 반복작업에 해당된다. 그럼에도 불구하고 배근시공도의 오류는 골조의 성능과 품질에 지대한 영향을 끼칠 수 있는 내용이기 때문에 업무 프로세스의 개선 필요성이 꾸준히 제기되고 있다.

BuilderHUB에서는 전술한 바 있는 3D 배근설계로 구축된 3D 배근 모델로부터 2D 배근시공도가 자동 추출되고 수정할 수 있는 기능을 제공함으로써 배근시공도 작성 업무의 획기적인 향상과 함께 도면 오류 가능성을 1/10 이하로 줄인 것으로 평가되고 있다.

### 6) 골조 5D 모델 구축

한편 골조 공사계획에 따라 각 부위별로 공정정보가 MS 프로젝트와 연계되어 BuilderHUB 내에 구축됨으로써 3D 설계정보, 정밀물량정보, 공정정보가 함께 통합된 5D 정보모델이 구축된다. 이는 공정별 물량 집계, 공정별 발주 물량 집계 등 다양한 관점에서의 집계 업무를 효율적으로 수행할 수 있는 데이터 베이스가 구축됨을 의미한다. 또한 3차원 뷰어 상에서 특정 부위를 선택하여 해당 부위의 물량 산출, 공사 일정 등 다양한 정보를 모델 상에서 확인할 수 있으며, 사전 시공 시뮬레이션 기능을 활용하여 시공 과정에서의 오류 가능성을 사전에 파악하

여 대책을 세울 수 있는 기회를 제공한다.

## III. 맺음말

BIM 환경에서의 설계와 시공은 건설 산업에서 차세대 기술로서 주목받고 있다. 본 기술의 적용에 의하여 구축된 골조상세정보와 배근정보는 배근시공도 작성에만 활용될 뿐 아니라 설비 및 마감 설계와 연계된 통합 BIM 모델 구축에 골조정보로 활용된다. 이를 위하여 본 기술에서는 BIM 국제표준 형식인 IFC로 골조정보를 입출력할 수 있는 기능을 개발하였다. 즉, 골조상세정보를 IFC로 저장하면 Revit, ArchiCAD 등 IFC 형식을 지원하는 상용 저작도구에 골조정보를 그대로 전달 받을 수 있으며, 설비 및 마감 모델과 결합되어 통합 BIM 모델이 구성된다.

본 기술의 적용으로 배근 설계 및 시공 업무 관련 개량되는 내용을 정리하면 다음과 같다. 우선 국내외 최초의 3차원 철근 자동배근 기능 진산화를 통한 정밀한 이름/정착 실시와 합리적인 가공조합, 그리고 참여주체간의 효율적인 업무 프로세스 제공 등으로 인하여 기존 방식 대비 3~8%의 철근 절감이 가능한 것으로 분석되었다. 여기에는 ①배근시공도 사전 완납으로 기존의 견적물량에 포함되는 2~3%의 할증률 배제, ②기존 7~8% 수준의 철근 손실률(고철) 1~3% 대 유지, ③배근시공도 작성 오류를 포함한 설계 오류에 따른 재시공 비용 5% 절감, ④ 참여 주체간 프로세스 혁신을 통한 철근 물량 절감 등이 복합적으로 반영되어 철근 3~8%의 철근 절감이 이루어진다. 또한 실행물량(정밀골조물량) 조기 파악에 따른 개량도 기대할 수 있다. 본 기술에서는 공사 개시 전 BIM 모델링과 철근자동배근에 의하여 1차적으로 배근시공도가 완성된다. 공사 개시 전에 배근상세가 결정됨으로써 이를 반영한 정밀골조물량 산출, 물량 발주 계획, 공정 계획 등 다양한 업무가 가능하여 보다 합리적인

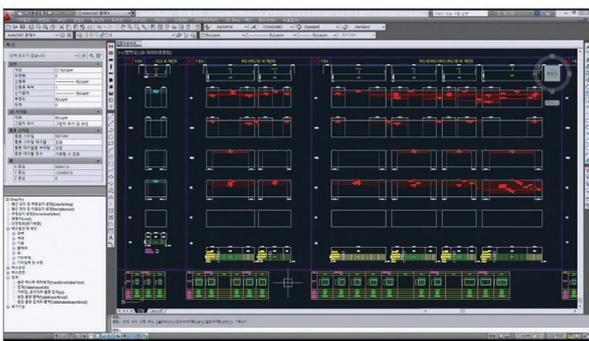


그림 5. 배근시공도 추출

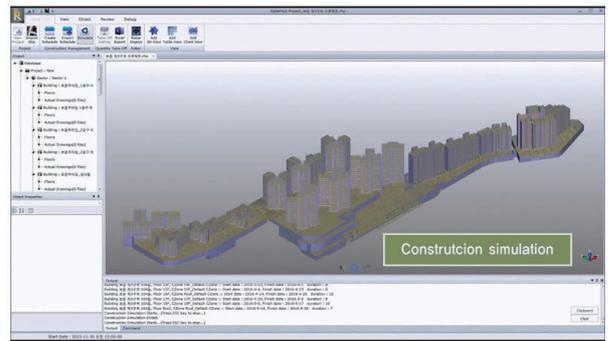


그림 6. 5D 모델과 공정 시뮬레이션

현장 관리를 할 수 있다. 골조공사 수행 과정에서 현장의 여건 반영 등으로 설계 변경 요인이 발생하였을 경우 3D 모델 변경 후 2D 배근시공도와 기공일람표를 재출력하는 방법으로 실시간 대응이 가능하다.

BIM 모델에 구축되는 디지털화된 골조정보와 배근정보를 활용한 효율적인 현장관리도 철근 공사를 개량할 수 있는 주요한 요인이다. 배근시공도 작성, 물량 산출 및 발주, 공정계획, 현장 관리, 참여 주체간 업무 협의 등에서 정보의 재생산(재입력) 없이 디지털화된 데이터를 활용하여 관련 업무의 생산성을 크게 향상시킬 수 있다. 또한 정보 재입력 과정에서 발생할 수 있는 오류를 원천적으로 배제함으로써 재업무 또는 재시공 비용을 최소화할 수 있다.

- 김치경 E-mail : cheekim@dankook.ac.kr
- 김은석 E-mail : kimeunseok@chang-soft.com