

콘크리트 내 철근 부피 공제가 물량산출에 미치는 영향

An Effect Analysis of Subtracting Rebar Volumes in Reinforced Concrete Members on Quantity Take-off

황 경 훈* 김 성 아** 진 상 윤***
Kang, Jong-Min Kim, Seong-Ah Chin, Sang-Yoon

Abstract

Reinforced Concrete is the most dominant structure type for buildings in South Korea. Reinforced Concrete is one of materials having the most cost and quantity at construction projects. It is important to manage concrete quantity so that the total project cost is not affected due to underestimate or overestimate of its quantity. Generally the concrete quantity is taken-off based on the volume of the space inside forms without subtracting volumes of rebar embedded, which cannot be considered to make quite accurate results. Resource waste and extra cost due to over or under estimate of quantity occur since they cannot estimate accurate quantity at practices. Therefore, the objective of this paper is to analyze the effect of the volume for rebars embedded in reinforced concrete members. By comparing the quantity based on the existing method with the one from BIM data, it was found that about 1~2% of quantity discrepancy was observed while the typical concrete waste rate is 1 % at the current practice.

Keywords : Concrete, Quantity take-off, BIM

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2010년 조달청에서 발주한 공공건축물 중 일부를 선정하여 유형별 공사비를 분석한 자료에 의하면, 주요 건설자재 중에서 철근과 레미콘이 전체 재료비의 10.8%, 6.7%로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다(조달청 2010). 이는 철근과 레미콘 비용이 전체 공사비에 상당한 영향을 미치는 것을 의미한다. 이러한 공사비에 대한 영향력을 최소화하기 위해서는 정확한 물량산출을 통해 철근과 레미콘의 낭비를 줄이고 예기치 않은 물량부족으로 비용이 초과되는 것을 방지하는 것이 중요하다.

자재의 발주에 있어 철근의 경우, 시공단계에서 공장제작도

(Shop Drawing)를 작성함으로써 정확한 물량산출 및 자재 발주가 가능하고 콘크리트는 일반적으로 거푸집 내 타설되는 전체 부피로 물량을 산출한다. 실제 거푸집 내에는 콘크리트뿐만 아니라 철근이 배근되는데, 이러한 철근의 부피는 공제하지 않고 산출한다(한국건설기술연구원 2012). 또한 최종 타설량의 경우 이러한 콘크리트 부피에 할증을 더하여 계산하게 된다. 이러한 일반적인 콘크리트 부피로 물량을 계산하는 방식은 순수한 콘크리트 물량을 산출하지 않는다는 점에서 정미량이라 할 수 없다.

현장에서 발주하는 콘크리트의 형태는 레미콘으로 타설량에 따라 발주하게 된다. 레미콘은 그 품질과 운송에 따라 현장에서의 콘크리트의 품질과 타설 시간에 직접적인 영향을 미치는 요소이며 발주된 물량의 과잉과 부족에 따라 잉여 콘크리트에 따른 자원

* 일반회원, 성균관대학교 u-City공학과 석사, hoonyaz@naver.com

** 일반회원, 성균관대학교 건설환경시스템공학과 박사과정, kody25@skku.edu

*** 중신회원, 성균관대학교 u-City공학과/건축공학과 교수, 공학박사(교신저자), schin@skku.edu

낭비와 추가비용 등 손해발생 및 추가적인 레미콘 발주에 따른 시간차에 의해 조인트 및 일체화의 어려움 등을 야기한다. 이러한 문제점을 방지하기 위해서는 레미콘의 품질관리와 운송관리 뿐만 아니라 정확한 콘크리트 물량산출을 통한 레미콘의 발주가 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 보다 정확한 물량산출을 위한 새로운 산출방법의 필요성을 보이고, 테스트 대상을 통해 발생하는 콘크리트 물량오차의 정도를 파악하고, 물량오차를 줄일 수 있는 방안을 모색하기 위해 최근 정확한 물량산출 방안으로 대두되고 있는 BIM 모델을 활용하여 콘크리트의 물량 오차를 줄이고, 정확한 물량을 산출할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 콘크리트 내 철근 부피 공제가 물량산출에 미치는 영향을 분석하여, 시공단계에서 자재 발주 시 정확한 물량을 산출 하는데 목적이 있다. 이에 연구 범위는 콘크리트와 철근 물량 산출로 한정된다.

연구 절차는 기존 문헌 고찰과 함께 콘크리트 타설시 물량오차 발생 현황과 문제점을 파악하고, 철근 부피 공제의 필요성을 확인하기 위해 현업의 전문가들을 대상으로 설문조사를 시행하는 것으로 진행하였다. 그리고 3차원 철근 배근 모델을 통해 물량이 자동으로 산출되는 BIM기반 물량산출을 적용하여, 기존 콘크리트 물량산출 방법과 철근 부피를 공제한 물량산출 결과를 비교·분석 하고자 한다. 이를 통해 정확한 콘크리트 물량산출을 위한 새로운 방향을 제시할 수 있을 것으로 판단한다.

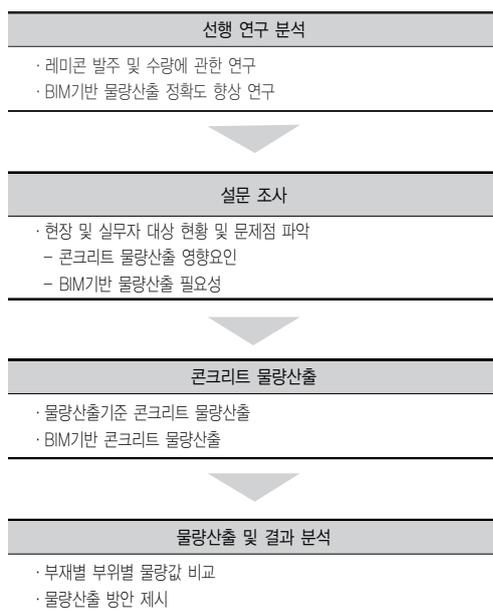


그림 1. 연구의 방법 및 절차

2. 관련 연구 고찰

건축공사에서 콘크리트는 레미콘의 형태로 현장에 반입되고 있으며, 이에 레미콘의 품질관리와 운송관리가 주요 현안이 되어 왔다. 관련 연구로는 레미콘의 품질관리 요소(강도, 워커빌리티, 균일성, 내구성, 수밀성, 경제성)에 대한 개선(한천구 2003) 및 에너지 절감방안에 관한 연구(이희재 2011)와 콘크리트 타설 시간 준수를 위한 정보화(문성우와 홍승문 2007) 및 레미콘 운송관리 연구 등이 있다(여양두 외 2010). 원활한 콘크리트 타설을 위해 콘크리트 성능 확보 및 생산과 공급, 운반시간 및 현장 타설에 대한 계획이 중요하지만, 무엇보다 중요한 것은 정확한 콘크리트 타설량을 산출하는 것이다.

하지만 기존 연구들은 콘크리트 품질과 운송관리에 집중되어 있으며, 콘크리트 물량오차의 발생 원인에 대한 파악과 해결에 대한 노력이 부족하다. 일부 부재간의 접합부에 대하여 작업자에 따라 물량 차이가 발생하는 것을 방지하기 위한 알고리즘을 개발하는 노력이 있었다(김태희 외 2003). 그러나 철근 부피 공제를 통해 정확한 콘크리트 물량을 산출하는 방안에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

정확한 물량산출이 이루어지지 않을 경우, 이는 물량 부족과 과잉을 초래한다. 콘크리트 물량 부족은 추가적인 레미콘 발주에 따른 시간차에 의해 조인트 및 일체화의 어려움 등을 발생시킨다. 또한 이는 타설 계획 변경과 시간적, 물질적 손실을 발생시켜 생산성을 저하 시킨다(신봉수와 김창덕 2004). 콘크리트 물량 과잉 역시 자원 낭비와 추가비용 등을 발생시킨다. 따라서 정확한 물량산출을 위해 기존 콘크리트 물량산출 오차의 정도를 파악하고, 물량오차를 줄일 수 있는 새로운 물량산출 방법에 관한 연구가 필요하다.

기존 물량산출 방식에서는 철근을 길이로 계산하고, 길이에 단위중량을 곱하여 물량을 산출한다. 철근의 부피는 전혀 고려되지 않았다. 콘크리트 물량에 철근 부피를 공제하지 않아 철근 부피를 계산할 필요가 없었으며, 철근 부피를 구하기 위해서는 규격별 철근 직경에 관한 추가적인 데이터가 필요했기 때문이다.

그러나 3차원 또는 BIM을 통한 물량산출에서는 모델링을 통해 철근 직경에 관한 데이터를 입력하게 되고, 부피가 자동으로 산출된다. 별도의 계산과정 없이 3차원 모델로부터 필요한 값이 추출되는 것이다(김영진 외 2012). 사용자가 수량산출식을 입력하여 물량을 산출하는 기존 방식보다 물량 오류 및 누락이 줄어들어 따라 BIM기반 견적은 기존 견적방식 보다 물량의 정확성 측면에서 우수함을 인정받았다(최철호 외 2006, 박영진 외 2011).

따라서 본 연구에서는 별도의 계산과정 없이 정확한 철근 부

피가 산출되는 BIM을 적용함으로써, 기존 콘크리트 물량과 철근 부피를 공제한 콘크리트 물량을 비교하고자 한다. 이를 통해 철근 체적에 따른 콘크리트 물량차이를 규명하고, 콘크리트 물량 부족과 낭비가 발생하지 않는 정확한 물량산출 방안을 제시 하는데 의의가 있다.

일부 연구(전기현과 윤석현 2011)에서는 철근의 경우 3차원 모델을 시공도 수준으로 구현해야 되기 때문에 BIM기반 물량산출에 한계가 있음을 언급하였다. 그러나 이는 시공단계 이전에 BIM을 통해 철근 물량을 산출하고자 할 때 문제가 되는 것으로, 시공단계를 대상으로 하는 본 연구에서는 이러한 문제가 해당되지 않는다. 본 연구에서는 시공단계에서 2차원 시공도를 제작하는 대신, 3차원 철근 배근 모델을 제작하는 방안을 채택하였다.

3. 콘크리트 시공물량 오차 발생 현황

3.1 설문 대상 및 내용

우선 철근 부피 공제의 필요성을 도출하기 위해 실제 현장에서 타설시 콘크리트 물량에 차이가 발생하는지, 발생한다면 어느 정도로 발생하고, 철근 부피가 이러한 물량차이에 영향을 미치는지를 확인해야 했다. 이를 위하여 본 연구에서는 현장 근무 경험자를 대상으로 다음과 같은 설문조사를 실시하였다.

설문 문항은 크게 두 가지로 구성하였다. 첫째, 콘크리트 타설시 발생하는 물량 오차의 원인과 발생현황에 관한 질문이다. 여기에는 물량 오차가 발생하는 유형, 발생빈도, 발생 정도, 원인 등으로 내용을 작성하였다. 둘째, BIM에 대한 적용과 필요성에 관련된 질문을 추가로 작성하였다. 이는 본 연구에서 적용한 BIM기반 물량산출 결과가 향후 건설현장에 도입될 수 있을지 가능성을 살펴보고, 기여도를 예측하기 위함이다.

설문방법은 e-mail과 방문 인터뷰를 통하여 총 52명을 대상으로 조사하였다. 그림 2에서와 같이 설문조사 결과 응답자는 대부분 대리 이하 직급이 73%, 공사와 공무 담당자가 92%로 나타났다.

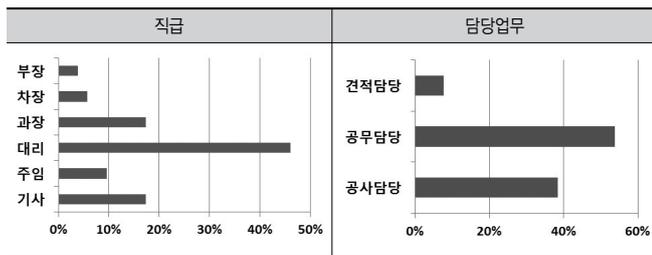


그림 2. 응답자 유형

3.2 설문 조사 결과

3.2.1 시공물량 오차원인 및 발생현황

콘크리트 타설시 발생하는 물량 오차의 유형을 알아보고, 오차가 얼만큼 차이 나는지, 발생하는 빈도는 어느 정도인지, 현장 근무자가 생각하기에 물량 오차가 발생하는 원인은 무엇인지 설문 문항을 크게 네가지로 나누어 조사하였다. 그 결과 그림 3과 같이 나타났다.

시공시 콘크리트 물량 오차가 발생하는 유형을 묻는 질문에서는 물량 과잉이 58%, 물량 부족이 40%를 차지하였다. 반면에 시공물량 오차가 없는 경우, 즉 콘크리트 물량이 부족하지도 남지도 않는 적당한 때는 2%로 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 시공시 물량오차가 발생하는 빈도는 응답자의 경험에 의한 횟수로 10번 중에 1번은 물량오차가 발생한다고 응답한 수가 9명(24.3%)으로 가장 많았으며, 대부분 50%이하로 물량오차가 발생한다고 응답하였다. 건설 현장에서 콘크리트 물량 오차가 비교적 자주 발생하고 있으며, 물량 부족보다는 과잉, 즉 남는 경우가 많다는 것을 알 수 있다.

콘크리트 타설시 발생하는 물량 차이가 3~4% 정도라고 응답한 사람은 전체 응답자의 58%를 차지하였으며, 1~2% 정도의 차이가 발생한다고 응답한 사람은 33%로 나타났다. 이러한 오차 발생의 원인으로는 레미콘 정량 미준수(31%)와 부재 내 철근 부피(21%), 타설시 진동다짐(20%) 순서로 나타났다.

레미콘 정량 미준수, 타설시 진동다짐은 자재 발주 후에 발생하는 문제로 사전 확인이 쉽지 않다. 그러나 철근 부피는 물량산출 과정에서 사전 확인이 가능한 부분이다. 그러므로 철근 부피 공제를 통해 기본 물량산출보다 정확한 콘크리트 물량 산출이 필요하며, 이를 통해 시공 물량 오차를 줄일 수 있다.

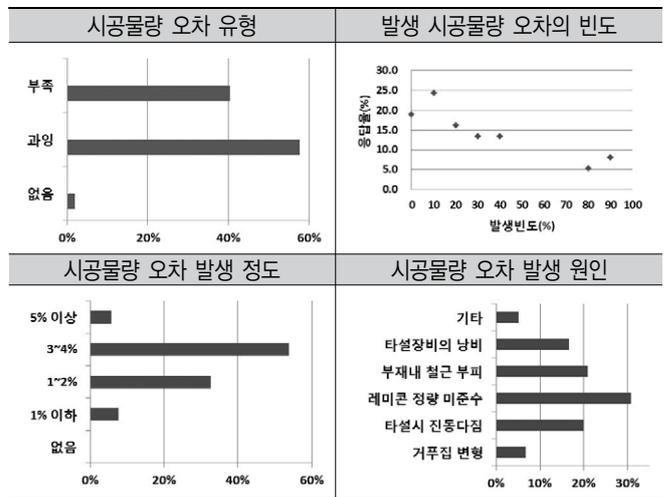


그림 3. 시공물량 오차 발생 설문 결과

3.2.2 정확한 시공물량 산출을 위한 BIM 도입 여부

본 연구에서 정확한 물량산출을 위해 적용된 BIM의 인지도와 향후 BIM도입 가능성을 살펴보기 위해 설문 문항을 추가로 작성하였다.

설문조사 결과 그림 4와 같이 응답자의 98%가 BIM 적용시 효과가 있을 것이라고 기대하고 있으며, 응답자 대부분 BIM 도입과 그에 따른 효과를 기대하고 있는 것으로 드러났다. BIM 적용에 따른 기대 효과로는 정확한 물량산출(43%)에 이어 물량산출의 편의성(26%)이 두 번째로 많은 응답을 보였다. BIM 적용에 있어서 물량산출 또는 견적이 절반이상의 기대를 차지하는 만큼 BIM기반 물량산출이 BIM 도입과 함께 향후 국내 건설 산업에 도입될 가능성이 크며, 본 연구결과의 기여도 역시 높을 것으로 판단된다.

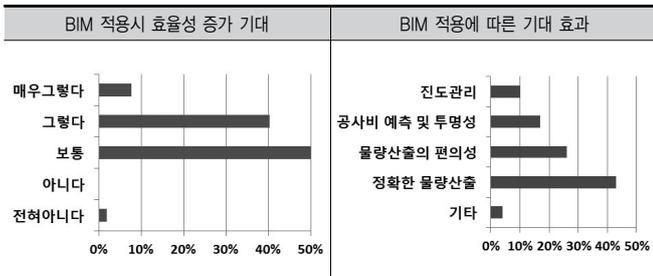


그림 4. BIM 도입 설문 결과

4. 철근 부피 공제를 위한 BIM기반 모델링 및 물량산출 테스트

4.1 테스트 대상

철근 부피 공제에 따른 실제 소요물량과 기존 물량산출 방식에 따른 콘크리트 물량의 차이 및 정확도를 확인하기 위하여, 본 연구에서는 철근콘크리트 구조물을 BIM기반 물량산출 테스트 대상으로 선정하였다. 모델링 규칙에 의해 기존 물량산출 방식과 차이날 수 있으므로(김영진 외 2012) 모든 부재의 중복 없이 모델링하는 것을 원칙으로 하였다.

한편 콘크리트는 층 단위의 동시 타설로 이루어지기 때문에 부재별 고려가 필요하지 않으나, 철근은 부재별, 접합부별 배근이 달리 이루어지기 때문에 부재별, 접합부별 고려가 필요하다. 부재별로 발생하는 이음과 정착에 따라 철근의 부피가 상이하기 때문에 접합부에 대한 고려가 필요하다. 구조물을 이루는 기둥, 보, 벽, 바닥이 만나는 부위에 대하여 '그림 5'와 같이 6가지 유형으로 분류하였다. 다른 유형의 부재와 가장 많이 만나는 보를 기준으로 접합 유형을 구분하고, 부재별 이음과 정착 유무에 따

라 구분하였다. 내력벽과 기둥이 인접하는 경우는 기둥에 대한 내력벽의 접합으로 보았다.

- 유형 1 : 외부 모서리 기둥과 보
- 유형 2 : 외부 기둥과 보
- 유형 3 : 내부 기둥과 보
- 유형 4 : 외부 기둥과 내력벽
- 유형 5 : 내력벽과 슬라브
- 유형 6 : 내력벽과 보

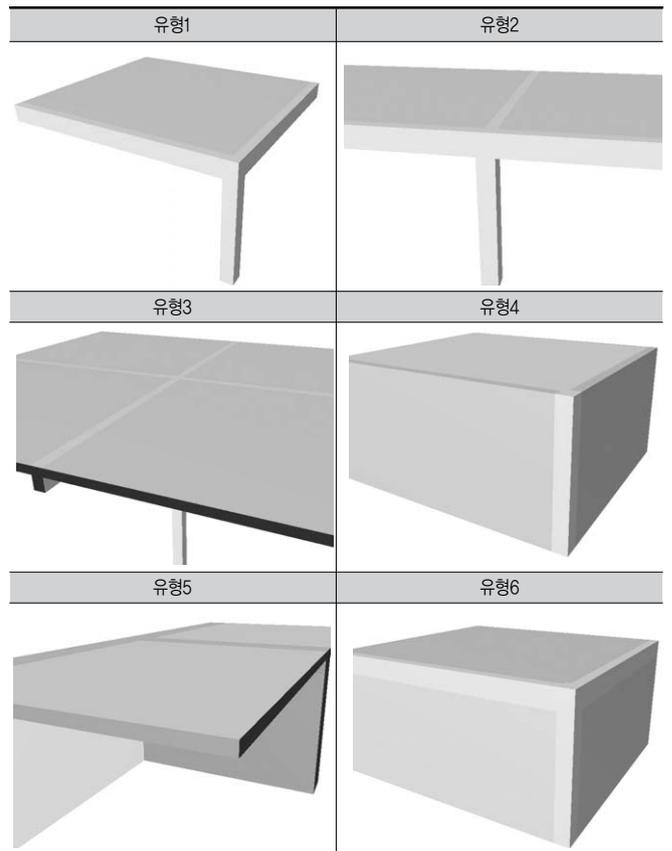


그림 5. 콘크리트 부재의 접합부 유형

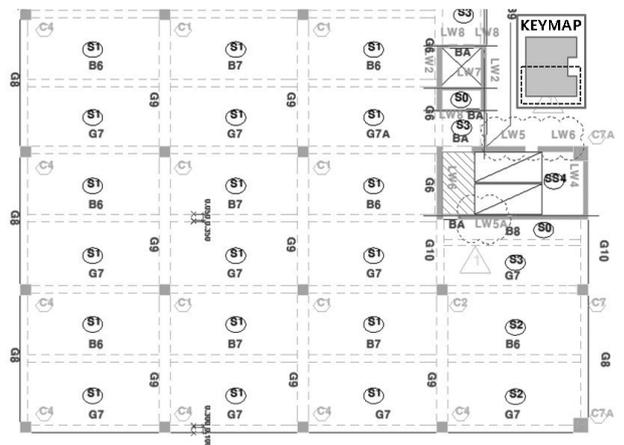


그림 6. 모델링 대상 구조평면도

테스트 대상은 '그림 5'의 6가지 접합부 유형을 포함하고 있으며, 층 단위의 물량 검토가 가능한 '그림 6'과 같은 구조물로 선정하였다. '그림 6' 구조물은 1개 층의 일부 구역으로 면적이 1335.84㎡이다.

4.2 테스트 방법 및 범위

물량산출 테스트는 기존 콘크리트 물량산출 결과와 BIM 기반 물량산출 결과를 비교하는 것으로 진행하였다. BIM기반 물량산출에서 모델의 수준은 철근 배근이 가능한 수준으로, AIA에서 규정하는 LOD(Level Of Development) 400을 기준으로 모델링 하였다. 철근은 주근과 늑근을 대상으로 3차원 모델링 하였으며, 스페이서 등과 같은 부속자재는 모델링 범위에서 제외하였다.

BIM 모델링에 사용된 프로그램은 국내에서 주로 사용되고 있는 건축분야 BIM Tool 중 Graphisoft사의 ArchiCAD를 사용하였다. ArchiCAD는 철근배근을 위한 Tool이라기 보다 일반적인 건축물 모델링을 위한 Tool이다. 그럼에도 불구하고 ArchiCAD를 사용한 이유는 프로그램 구매, 작업자의 숙련도를 비롯한 전반적인 테스트 환경과 물량산출이 가능한 것을 중점적으로 고려하였기 때문이다. 부재간 중첩없이 모델링한 결과 그림 7,8과 같다.

5. BIM기반 물량산출 테스트 결과

5.1 전체 물량 분석

그림 7의 철근 배근 모델로부터 철근과 콘크리트 물량을 산출한 결과 표 1과 같다. 표 1에서 항목 A는 기존 물량산출 방식과 같이 거푸집 내 콘크리트 부피, 항목 B는 철근 부피, 항목 C는 A에서 B(철근 부피)를 공제한 순수 콘크리트 소요 부피이다.

철근 부피 공제 결과 전체 콘크리트 물량차이는 1.91%로 나타

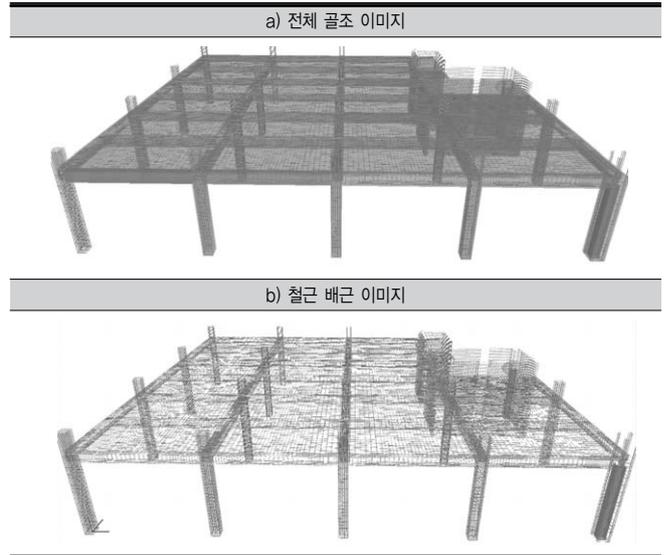


그림 7. 모델링 이미지

났다. 이는 철근콘크리트 자재 할증 1%보다 높은 수치이다. 기존 물량산출 기준에서는 콘크리트 물량 A에 자재할증 1%를 더하도록 되어있는데, 철근 부피를 공제하지 않은 콘크리트 물량 A는 실제 소요 부피 C에서 1.91%의 할증을 더한 것과 같다. 이는 철근 부피를 공제하지 않은 콘크리트 물량은 자재할증 이상의 물량을 포함하고 있음을 의미한다. 콘크리트의 할증 1%가 외 부적 요인을 고려한 정확히 계산된 값이라 가정할 때, 현재의 콘크리트 물량산출 기준은 철근 부피만큼 추가한 물량을 산출하고 있음을 의미한다.

또한 부재별로는 벽, 바닥, 보, 기둥 순으로 물량차이가 큰 것으로 드러났다. 부재별로 물량차이가 다른 것은 철근비와 관계가 있다. 기둥은 하중 부담으로 인해 상대적으로 철근비가 높기 때문에 단위면적당 철근량이 크고, 철근 부피 공제에 따른 물량 차이가 큰 것이다.

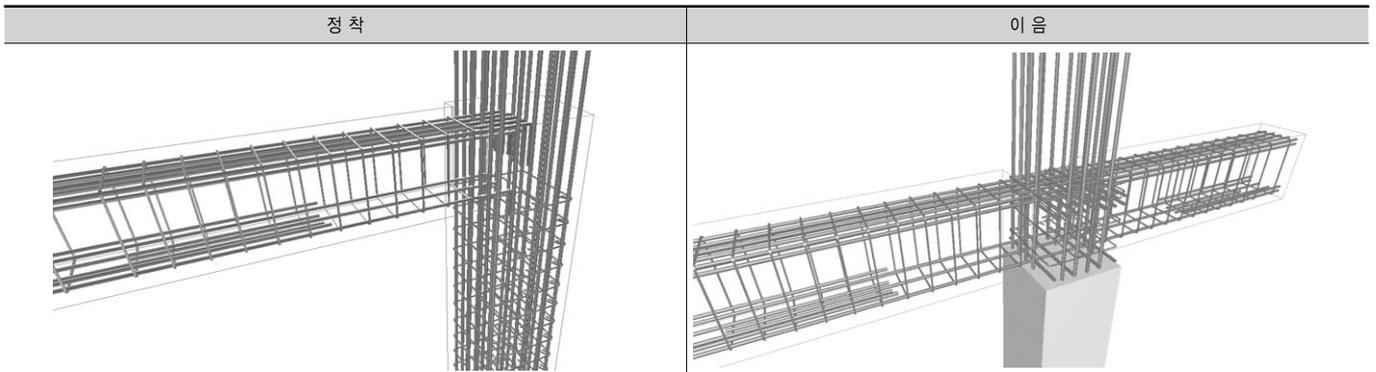


그림 8. BIM기반 철근 배근 모델링 결과 - 정착 및 이음

표 1. 각 부재별 산출 물량

구 분	보	기둥	벽	바닥	전체
(A) 콘크리트 부피 (m^3 , 부재 전체 체적)	72,744	32,732	46,956	75,466	227,898
(B) 철근 부피 (m^3 , 부재 내 철근 체적)	1,515	1,393	0,445	0,920	4,273
(C) 순수 콘크리트부피(m^3)	71,229	31,339	46,511	74,546	223,625
(D) 물량차이(%)	2.12	4.44	0.96	1.23	1.91

(C) = A - B, (D) = (A-C) / C

5.2 접합부 유형별 물량 분석

5.1에서 각 부재별로 철근비 또는 배근량에 따라 철근의 부피가 다르고 그로 인한 물량 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. 철근 배근이 집중적으로 모이는 곳은 부재와 부재가 만나는 접합부이다. 이곳에서 철근 이음과 정착이 일어나기 때문이다.

철근 이음과 정착에 따른 보다 구체적인 물량차이 분석을 위해 그림 7의 테스트 대상을 그림 9와 같이 11개의 유형으로 아래와 같이 분류하였다. 그림 5에서 분류한 6가지 유형은 단순히 콘크리트 부재간 접합을 고려하여 분류한 것이다. 물량산출 테스트 결과 철근 배근량에 따라 물량차이가 발생하는 것으로 드러났으므로 철근 이음과 정착을 고려한 5가지 유형을 더하여 그림 9과 같이 재분류하였다.

표 2. 접합부 유형별 산출 물량(m^3)

구 분	A(m^3)	B(m^3)	C(m^3)	D(m^3)	E(%)
유형 1	216.00	6.00	7.00	203.00	6.40
유형 2	216.00	6.00	6.00	204.00	5.88
유형 3	216.00	6.00	5.00	205.00	5.37
유형 4	1764.00	49.90	6.00	1708.10	3.27
유형 5	1033.00	10.00	2.00	1021.00	1.18
유형 6	68.00	1.30	4.00	62.70	8.45
유형 7	72.00	1.25	3.00	67.75	6.27
유형 8	1656.00	34.00	2.50	1679.50	2.17
유형 9	1704.00	28.00	2.50	1673.50	1.82
유형 10	484.00	5.00	2.00	477.00	1.46
유형 11	516.00	8.00	1.00	507.00	1.78
Total	9892.00	155.45	41.00	9695.55	2.03

A : 콘크리트 물량 (물량산출기준) $\times 10^3$, B : 부재 내 철근 $\times 10^3$

C : 이음·정착철근 $\times 10^3$, D : 정착 후 물량 (A - B - C)

E : 정착 전·후 물량 비교 {(A - D) / D}

- 유형 1 : 외부 모서리 기둥에 보 철근 정착
- 유형 2 : 외부 기둥에 보 철근 정착 및 이음
- 유형 3 : 내부 기둥에 보 철근 이음
- 유형 4 : 외부 기둥에 내력벽 철근 정착
- 유형 5 : 내력벽에 슬라브 철근 정착
- 유형 6 : 코너부위 보와 내력벽 철근 정착
- 유형 7 : 보와 내력벽 철근 정착 및 이음

- 유형 8 : 보에 슬라브 철근 정착
 - 유형 9 : 보에 양단 연속 슬라브 철근 이음
 - 유형 10 : 내력벽 코너 철근 정착
 - 유형 11 : 연속 내력벽간 철근 정착
- 11개 유형에 대한 물량산출은 정착과 이음이 이어지는 부위로

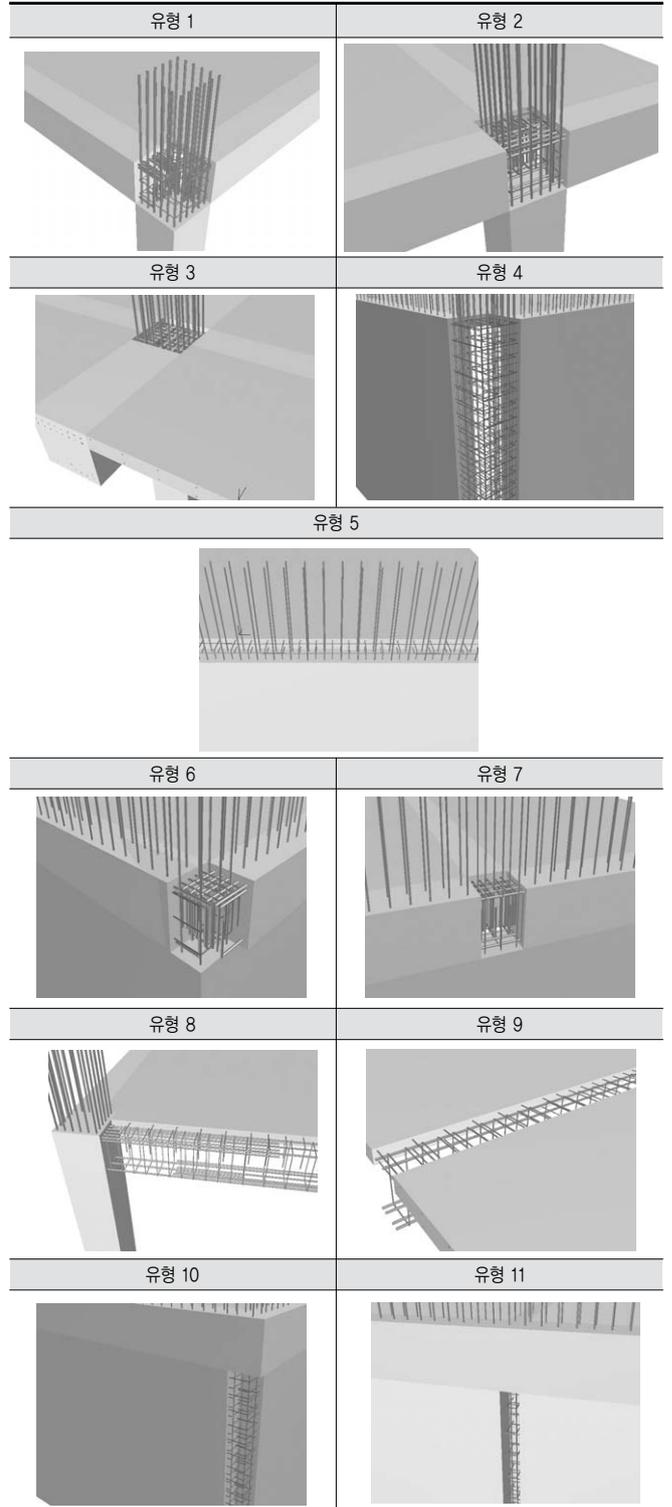


그림 9. 철근 이음과 정착을 고려한 접합부 유형

국한하였고, 정착과 이음에 따른 물량변화를 비교하였다. 물량 산출 결과 표 2와 같이 정착과 이음에 따라 부재가 동일한 크기 이더라도 그 물량에 차이가 있음을 확인할 수 있다.

유형 1~3은 기둥에 보 철근이 정착 또는 이음되는 경우를 말하는데, 이 중 정착만 일어나는 유형 1이 철근물량이 가장 많고 이음만 일어나는 유형 3이 가장 적다. 유형 1은 2개의 보 모두 정착하는 경우이며, 유형 2는 3개의 보 중 1개만 정착하고 2개는 이음으로 처리된 경우이다. 유형 2보다 유형 1에서 더 많은 철근이 존재하기 때문에 콘크리트 물량 차이가 더 크게 발생한 것이다. 그러므로 이음보다는 정착이 많은 곳에서 물량차이가 큰 것을 알 수 있다.

또한 보 철근이 놓이는 유형 1~3, 6~7에 비하여 벽과 슬라브 철근이 놓이는 유형 4~5, 8~11은 콘크리트 물량 차이가 적은 것으로 나타났다. 이는 벽과 바닥이 보와 기둥보다 상대적으로 철근비가 상대적으로 적기 때문에 정착과 이음철근에 따른 철근량도 적어진 것이다. 동일한 기둥이더라도 구조평면의 구성에 따라 즉, 인접한 부재의 종류에 따라 물량에 차이가 날 수 있음을 보이며 부재 내 철근비에 따라 물량차이가 발생함을 알 수 있다.

5.3 분석 결과

접합부 유형별 검토 결과, 보, 기둥, 슬라브 등 부재간 만나는 부위에 철근의 정착과 이음이 발생하는데, 정착과 이음이 많을 수록 단위면적당 철근량이 커져 콘크리트 물량에 영향이 있는 것으로 나타났다. 철근비와 철근량에 따라 콘크리트 물량오차는 상대적으로 크게 나타났으며, 철근비가 큰 기둥과 보의 경우 정착과 이음에 따른 물량차이가 크게 발생하는 것으로 나타났다.

철근 부피 공제에 따른 콘크리트 물량을 비교한 결과, 부재별로는 기둥 > 보 > 바닥 > 벽 순서로 물량차이가 큰 것으로 드러났다. 이는 부재별로 부담하는 하중이 클수록 철근비가 높아지는 것을 의미한다. 그러므로 높은 층의 건물일수록 단위면적당 하중과 부재당 철근비가 늘어나고, 철근 부피 공제에 따른 콘크리트 물량차이가 커진다.

1개 층의 콘크리트 타설을 기준으로 물량을 비교했을 때에는 약 2%의 물량차이가 나타났다. 2%의 물량차이는 절대적인 수치라고 볼 수 없다. 구조물의 하중과 철근비에 따라 콘크리트 물량 차이는 달라질 수 있기 때문이다. 그러나 철근 콘크리트 자재 할증이 1%인 것을 감안한다면, 콘크리트 물량이 1~2% 차이가 난다는 것은 자재 할증을 더하지 않아도 이론상 물량이 부족하지 않다는 것을 의미한다.

따라서 본 연구에서는 철근 부피 공제는 1~2% 가량의 콘크리트 물량차이를 일으키고 있으며, 철근 부피를 공제하지 않은 콘

크리트 체적은 1%의 자재 할증을 포함하고 있음을 밝혔다. 이는 콘크리트 물량오차의 다른 원인이 없는 경우, 철근콘크리트 자재할증 1%를 더하지 않아도 물량이 부족하지 않다는 것을 의미한다. 현장 근무자를 대상으로 한 설문조사에서 콘크리트 물량 오차의 원인 중에 하나가 철근 부피 공제이며, 레미콘 정량 미준수, 타설시 진동다짐으로 인한 요인들도 존재하기 때문이다. 이와 같이 철근 부피 공제를 통해 보다 정확한 콘크리트 물량을 산출할 수 있으며, 다른 오차 원인들로 인한 물량오차 정도를 정확하게 분석할 수 있을 것이다.

한편, 철근 부피를 공제하지 않은 콘크리트 체적은 자재 할증 1%를 포함하고 있으므로, 자재 할증 1%를 더하지 않음으로써 1%의 레미콘 생산량을 감소시킬 수 있다. 2011년을 기준으로 레미콘 생산량(108,073×103m³)과 공급가격 (56,200원)을 조사한 결과, 한해 레미콘 시장 규모는 6조 7백억원으로 집계된다(국가통계포털 2011). 그러므로 레미콘 1% 물량 절감은 6백억원의 비용을 절감할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안한 콘크리트 물량산출 방식이 건설업뿐만 아니라 자재절감으로 인한 녹색 성장에도 도움이 될 것으로 기대된다.

6. 결론 및 향후 연구 사항

본 연구에서는 콘크리트 물량 부족과 과잉에 따른 낭비를 줄이고, 정확한 콘크리트 물량을 산출하기 위하여 철근 부피 공제가 콘크리트 물량에 미치는 영향에 관하여 분석하였다. 분석 과정은 철근 부피를 공제하지 않는 기존 물량산출 방식과 정확한 철근 물량산출이 가능한 BIM을 통해 철근 부피를 공제한 물량산출 방식을 테스트 하고, 그 결과 값을 비교하는 것으로 진행되었다.

이러한 과정을 통해 본 연구에서는 시공 현장에서 발생할 여러 오차 원인을 배제하고, 철근 부피 공제만으로 인한 콘크리트 물량오차를 검토 하였다. 그 결과 1~2% 가량의 물량차이가 나타났으며, 이는 철근비 또는 철근량과 관련이 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 본 연구에서는 철근 부피를 공제하지 않은 콘크리트 체적은 1%의 자재 할증을 포함하고 있다는 결론을 도출하였다.

또한 본 연구에서는 3차원 철근 배근 모델이 단순히 시공도(Shop-Drawing)를 작성하는데 끝나는 것이 아니라 콘크리트 물량 검토에도 활용될 수 있음을 보여주었다. 비록 테스트 규모가 작고, 실제 콘크리트 타설량과 비교하지는 못하였으나, 철근 부피 공제를 통한 콘크리트 물량 차이를 정량적으로 제시하였는데 의미가 있다.

이러한 연구결과를 토대로 향후 레미콘 정량 미준수, 타설시 진동다짐 등으로 인한 콘크리트 물량차이를 밝히는데 활용될 것이며, 더 많은 사례분석과 유형화를 통해 보다 정확한 오차율을 제시할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 u-City 석·박사과정 지원사업의 결과임을 밝힙니다.

참고문헌

- 국가통계포털 (2011). “품목별 광공업 생산·출하·재고·내수·수출량(레미콘)”, <<http://kosis.kr>> (20120. 08. 03)
- 김태희·홍채곤·김선국 (2003). “철근콘크리트조의 골조물량 산출 알고리즘”, 한국건설관리학회 논문집, 제 4권, 제 1호, pp. 114~121
- 김성아·진상운 (2010). “BIM기반 물량산출 방안 및 이슈”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp. 135~136
- 김영진·김성아·진상운 (2012). “BIM기반 견적 모델링 데이터 신뢰성 향상을 위한 연구”, 한국건설관리학회 논문집, 제 13권 제 3호, pp. 43~55
- 문성우·홍승문 (2007). “RFID를 응용한 콘크리트 타설 모니터링 시스템의 적용방안”, 한국건설관리학회 논문집, 제 8권 제 3호, pp. 142~149
- 박영진·오연숙·조창연·이준복 (2011). “BIM을 활용한 구조물량 산출방안”, 한국건설관리학회 학술발표대회, pp. 20~26
- 신봉수·김창덕 (2004). “건설공사 적시생산을 위한 조달시스템 개발”, 한국건설관리학회 논문집, 제 5권 제 6호, pp. 235~244
- 여양두·김백중·조훈희 (2010). “레미콘 운반범위 산정 방식의 적합성 분석”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp. 251~254
- 오세욱·성백준·김영석·김정렬 (2001). “3차원 CAD의 부위 정보를 활용한 견적 자동화시스템 구축에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제 17권 제 6호, pp. 103~112
- 이상진·이민철·서한석·옥종호 (2009). “철근공사의 효율화를 위한 3차원 자동 철근배근 프로그램 적용에 관한 연구”, 한국건설관리학회 학술발표대회, pp. 784~788
- 이재준 외 (2008). “BIM기반 견적자동화 체계구축을 위한 물량 데이터 유형 분석 체계 개발”, 한국건설관리학회 학술발표대회, pp. 747~750
- 이창희·김성아, 진상운 (2011). “BIM기반 물량산출 완성도 측정을 위한 지수 개발”, 한국건설관리학회 논문집, 제 12권 제 6호, pp. 79~92
- 이혁재 (2011). “레미콘 회수수를 적용한 알칼리 활성화 고로슬래그 시멘트에 관한 실험적 연구”, 한양대학교
- 전기현·윤석현 (2011). “BIM기반 물량산출 자동화를 위한 콘크리트와 거푸집 공사의 사례분석”, 한국BIM학회, 제1권, 제 1호, pp. 13~17
- 조달청 (2010). 공공시설물 유형별 공사비 분석, pp. 28
- 최철호·박영진·한성훈·진상운 (2006). “레서피 기반의 견적 방법을 이용한 5D CAD 시스템”, 한국건설관리학회 학술발표대회, pp. 154~160
- 한국건설기술연구원 (2012). 건설공사 표준품셈
- 한천구 (2003). “레미콘 품질시험 및 검사”, 한국건축구조기술사회지, 제 10권, 제 4호, pp. 22~29
- Kaner I., Sacks R, Kassian W and Quitt T (2008). “Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms”, ITcon, Vol.13, pp. 303~323
- Park, U. Y. (2012). “BIM-Based Simulator for Rebar Placement”, Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol.12, No.1, pp. 98~107
- Shen Z., and Issa R.R.A. (2010). “Quantitative Evaluation of the BIM-Assisted Construction Detailed Cost Estimates”, ITcon, Vol.15, pp. 234~257
- Shin, H. M. (2011). “Analysis and Design of Reinforced Concrete Bridge Column Based on BIM”, The Proceedings of the Twelfth EASEC12, Vol.14, pp. 2160~2163

논문제출일: 2012.06.30
 논문심사일: 2012.07.06
 심사완료일: 2012.09.14

요 약

철근콘크리트는 건축공사에서 가장 많이 활용되는 구조형식이다. 철근콘크리트 구조물의 콘크리트 물량은 건설 프로젝트에서 많은 비용과 물량을 차지한다. 콘크리트 물량은 전체 공사비에 큰 영향을 미치므로, 물량 부족과 과잉으로 인해 전체 공사비가 변동되지 않도록 관리하는 것이 중요하다. 일반적으로 콘크리트 물량은 거푸집 내 철근의 부피를 통제하지 않고, 거푸집 내 전체 부피로 계산한다. 이는 거푸집 내 설치되는 철근의 부피를 통제하지 않았기 때문에 정확한 콘크리트 물량이라고 할 수 없다. 실제 건설 현장에서도 정확한 물량을 산출하지 못하여 물량 과잉과 부족으로 인해 자원낭비와 추가비용 등이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서 콘크리트 물량오차의 원인 중에 하나인 철근 부피 통제가 콘크리트 물량에 미치는 영향을 분석하였다. BIM기반 물량산출을 통해 철근 부피를 통제한 콘크리트 물량의 차이를 비교한 결과, 1~2%의 물량차이는 기존 콘크리트의 자재 할증 1%를 포함하고 있는 것으로 나타났다.

키워드 : 콘크리트, 물량산출, BIM
