Cost-BIM 시범사업 성과분석 연구

연구지원 2018-97호

Cost-BIM 시범사업 성과분석 연구

지은이 김상연·방종대·이동건·이재호·노준오·최보미
발행인 손경환
발행처 한국토지주택공사 토지주택연구원
편 집 김상연

주소 (우)34047 대전광역시 유성구 엑스포로 539번길 99
전화/전송 042) 866-8414 / 866-8547
전자우편 sy-kim@lh.or.kr
홈페이지 http://lhi.lh.or.kr

• 이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로써 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
• 우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

연구지원 2018-97

Cost-BIM 시범사업 성과분석 연구
An Analytical Study of Pilot Project for the Cost-BIM Estimations

LH 토지주택연구원

참여연구진

연구총괄
김상연 LH 토지주택연구원 수석연구원

공동연구진
방종대 LH 토지주택연구원 선임연구위원
이동건 LH 토지주택연구원 책임연구원
이재호 LH 주택원가관리처 차장
노준오 LH 주택원가관리처 과장
최보미 LH 토지주택연구원 위촉연구원

연구심의위원(가나다순)
김진근 KAIST 교수
김치경 단국대 교수
민정규 ㈜바로구조 대표
이희익 충남대 건축학과 교수(심의워원장)
진규남 LH 토지주택연구원 연구위원
최광호 남서울대 교수
천영수 LH 토지주택연구원 연구실장

자문위원(가나다순)
권태문 리바솔루션 대표
김은영 ㈜다인과파터너 대표
김윤환 제일에스앤디(주) 대표
김종현 ㈜빔파트너스 대표
김진목 ㈜코토적산 부장
민정규 ㈜바로구조 대표
박준경 ㈜한신공영 상무
오성진 ㈜알에스콘텍 전무
이상훈 ㈜알에스콘텍 대표

연 구 요 약

□ 연구배경 및 목적

○ 최근 전 산업분야에서 세계적인 스마트 워킹(Smart Working)의 추세에 따라 건설산업에서도 이를 구현하기 위한 다양한 기술들이 설계와 견적 및 시공 전반에 걸쳐 활용되고 있으며, BIM(Building Information Modeling, 건축 정보 모델링)이 그 대표적인 사례임

○ 우리 공사 실무에서도 건축설계를 비롯한 다양한 분야에서 스마트 업무 구현을 위하여 BIM의 도입과 활용을 다각도로 추진하고 있으며, 견적분야에서는 수량 산출의 정확도 향상을 위하여 3D BIM을 견적에 활용하기 위한 Cost-BIM을 실무에 시범 적용하였음

○ 이에 본 연구에서는 Cost-BIM의 시범 적용에 따라 기존의 견적 방식(2D)에 의한 수량 산출결과와 Cost-BIM을 사용한 3D BIM 수량 산출 결과를 비교 분석하고 Cost-BIM을 활용한 견적의 정확성과 효용가치를 검토하여 견적 실무에 활용 방안을 도출하고자 함

□ 골조공사 수량 산출 결과 고찰

○ 연구대상으로 데이터를 수집한 6개 지구의 견적 데이터들을 토대로 각각 수량산출 결과들을 종합하고 재분류하여 여러 가지의 조건들에 대하여 비교분석을 수행함. 각 지구에서 비교 검토한 데이터들을 종합적으로 정리하여 골조의 공종에 따라 철근과 콘크리트, 거푸집으로 나누어 종합적으로 비교분석하였고, 이어서 건축물을 유형별로 분류하여 아파트 본동 부분과 지하주차장 및 부대복리시설로 나누어 비교분석하였음

○ 각 지구의 철근 수량 합계를 비교 분석하면 철근량이 가장 많이 사용된 C지구의 경우 BIM 모델링을 통한 수량 산출에서 철근량이 2.41% 감소되는 것으로 나타남. 전

체 지구에서 모두 BIM 모델링을 통한 수량 산출의 철근량이 기존 견적에 비하여 감소하는 것으로 나타났고, 적게는 2.23% 감소에서 많게는 5.76%까지 감소되는 것으로 나타나 전체 감소율 평균으로 3.50% 감소되는 것으로 나타남. 이 차이는 정밀한 BIM 모델링으로 철근의 수량을 정확하게 계산한 결과로 나타난 것으로 사료됨

○ 콘크리트 수량은 전체적으로 철근과 같은 큰 차이는 발생하지 않고 대체로 1% 이내의 증감을 나타내고 있음. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 1.06%가 증가된 W지구이고 감소를 나타낸 지구는 0.91% 감소를 보이고 있음. BIM 모델링을 통한 수량 산출의 콘크리트량이 기존 견적에 비하여 감소하는 경우는 3개 지구이고 증가하는 경우는 3개 지구인 것으로 나타났고 전체 평균으로 0.03% 증가되는 것으로 나타남. 이 차이는 미미한 정도이지만 각 경우에서 고찰한 바와 같이 3D BIM 모델링의 정확도에 따른 결과로 판단됨

○ 거푸집 수량도 전체적으로 철근의 경우와 같은 큰 차이는 나타내지 않았고 2.35% 이내의 증감을 나타내고 있음. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 2.09%가 증가된 W지구이고 가장 큰 감소를 나타낸 지구는 2.35% 감소를 보이는 M지구이며, 전체 평균으로 0.37% 감소되는 것으로 나타남. 이 차이는 큰 정도는 아니지만 각 경우에서 고찰한 바와 같이 BIM 모델링의 정확도에 따른 결과로 사료되며 BIM 모델링을 통하여 보다 정확한 수량의 산출을 기대할 수 있음

□ 건축물 유형별 수량 산출 결과 고찰

○ 건축물의 유형별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 아파트에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 평균으로 3.95% 감소되었음.
지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 0.43% 및 3.46% 증가하는 것으로 나타났음

○ 아파트에서는 BIM 모델링을 통하여 산출한 콘크리트 수량이 기존 2D 견적에 비하여 1% 이내의 차이를 나타내고 있으며 평균 0.15% 감소하는 것으로 나타났음.
지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 콘크리트 수량이

기존 2D 견적에 비하여 각각 2.03% 및 1.88% 증가하는 것으로 나타났음

○ 아파트에서는 BIM 모델링을 통한 산출한 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 대체로 2.3% 이내의 차이를 나타내고 있으며 전체 아파트 평균치는 0.51% 감소하는 것으로 나타남. 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 4.55% 및 8.0% 증가하는 것으로 나타났음

□ 구조체 부재별 수량 산출 결과 고찰

○ 아파트 건축물에서 구조체 부재별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 BIM 모델링으로 산출한 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 전반적으로 감소하는 것으로 나타났으나 2개 지구에서 슬래브는 2~3% 정도 증가되는 것으로 나타남. 조사된 3개 지구 평균치를 토대로 추이를 살펴보면 기존 견적과 BIM 모델링 수량 산출간의 가장 차이가 적은 부재는 슬래브와 벽체로서 각각 BIM 모델링 산출이 0.53% 및 1.83% 감소되는 것으로 나타났고, 기둥과 보는 BIM 모델링 산출이 각각 12.50% 및 13.08% 감소하는 것으로 나타났음

□ BIM 활성화 방안

○ Cost-BIM 용역은 BIM 모델링 작업과 수량산출서 작성 작업 등 업무를 수행하기 때문에 다양한 엔지니어링 능력이 필요하다고 할 수 있음. BIM 모델링 작업이나 견적을 위한 부재의 속성 입력 등의 작업은 고도의 기능이 요구되는 업무로서 일반 설계 견적 기술자가 처리하기에 어려운 면이 있어 일반 건설엔지니어링 기술자의 노임단가와 투입인력의 작업수행 기간을 동일하게 적용하기에는 무리가 있음

○ 현재로써는 관련 BIM 프로그램을 사용하는 업체나 견적 업체에서 제시하는 견적가격이 그나마 타당한 가격으로 평가할 수 밖에 없는 상황으로, Cost-BIM 엔지니어링의 특수성을 감안하여 BIM업체 견적가격으로 용역수행 단가를 산정하였으며 관련 10여개 업체에서 제출한 견적가격을 토대로 평균을 산정하면 단위면적당 839.49원/㎡ 으로 나타났고 정규분포곡선을 통해 평균을 산출하면 846.41원/㎡ 으로 나타

남. 이 가격은 각 사에서 주어진 단지에 대하여 투입인력을 토대로 산정한 자료를 평균한 값으로 골조공사 BIM 수량산출의 용역 단가의 기초자료로 사용할 수 있음. 다만, 이 가격이 각 사에서 실행 가격을 제시한 것으로 낙찰율과 재하도급을 고려하여 설계가를 산정하는 것이 타당 할 것임

- Cost-BIM을 필두로 한 BIM 산업의 활성화를 위해서 관련업계에서 우수한 인력을 용이하게 활용할 수 있도록 BIM 모델링과 분석에 유능한 기술자들이 많이 필요하고, 이에 따라 기술자들을 전문적으로 양성할 필요성이 높음
- BIM 모델링이 용이한 프로그램의 보급과 확산이 Cost-BIM의 확대를 위하여 필요하며 이를 위하여 개발사에서는 프로그램의 호환성을 개선하여 Revit이나 ArchCAD와 같은 범용 BIM 프로그램에서 교차활용이 수월하도록 해야 하고, 프로그램의 보급사에서도 사용료 인하와 같은 적극적인 저변확대 노력이 요구됨
- 그리고 BIM 모델링을 통한 수량 산출이 올바르게 정착되기 위해서는 기존의 개산견적을 수행하기 위한 하도급 설계 가격과 BIM 프로그램의 사용과 투입 인력을 고려하여 Cost-BIM 모델링에 대한 적정 도급(설계) 가격을 설정하여 이를 토대로 관련업계에 도급을 수행하도록 설계가격의 설정이 필요하며, 본 연구에서도 관련 업체들에게 견적을 받아서 하도급 설계가격 산정을 위한 기초 자료를 제시하였음
- BIM을 다양한 분야로 확대적용하기 위해서는 공공기관을 비롯한 발주처에서 BIM을 활용할 수 있는 여건을 갖추어 발주조건에 설계, 견적 및 시공 등에서 BIM을 적극적으로 활용하도록 선도하는 노력이 필요할 것으로 사료됨
- Cost-BIM의 적용과 활성화를 위해서는 기존에 도면과 견적 기준을 토대로 2D 견적 수량 산출방식에 익숙한 업체에게 3D BIM 모델링을 통하여 건축물의 골조 수량을 정밀하게 산출할 수 있다는 사실의 저변 확대가 요구됨

주제어 골조공사, 철근, 콘크리트, 거푸집, 견적, BIM, Cost-BIM

차 례

제1장 서 론 ····· 1

1. 연구배경 및 목적 ····· 3
2. 연구내용 및 방법 ····· 5
   2.1 연구내용 ····· 5
   2.2 연구방법 ····· 6
3. 기술현황 분석(state of art report) ····· 9
   3.1 관련 연구 현황 ····· 9
   3.2 선행연구와의 차별성 ····· 10

제2장 기존 견적 자료 조사 ····· 11

1. LH 견적 기준 ····· 13
2. 골조공사 견적 프로그램 ····· 47
   2.1 기존 견적 프로그램 ····· 47
   2.2 3D BIM을 활용한 프로그램 ····· 47
   2.3 시범 적용 사용 프로그램의 장단점 고찰 ····· 49
3. 기존 BIM 견적 사례 분석 ····· 51
   3.1 공동 주택 견적 사례 조사 ····· 51
   3.2 기타 시설 견적 사례 조사 ····· 57
   3.3. 기존 사례 조사결과 분석 ····· 63

제3장 골조 수량 산출 결과 조사 및 분석 ····· 65

1. 조사 개요 ····· 67

2. 공동주택단지 C 지구 ····· 68
2.1 C 지구 조사 개요 ····· 68
2.2 C 지구 골조 수량산출 결과 ····· 68
3. 공동주택 K 지구 ····· 75
3.1 K 지구 조사 개요 ····· 75
3.2 K 지구 골조 수량 산출 결과 ····· 75
4. 공동주택 W 지구 ····· 79
4.1 W 지구 조사 개요 ····· 79
4.2 W 지구 골조 수량산출 결과 ····· 79
5. 공동주택 D 지구 ····· 88
5.1 D 지구 조사 개요 ····· 88
5.2 D 지구 골조 수량산출 결과 ····· 88
6. 공동주택 U 지구 ····· 94
6.1 U 지구 조사 개요 ····· 94
6.2 U 지구 골조 수량산출 결과 ····· 94
7. 공동주택 M 지구 ····· 100
7.1 M 지구 조사 개요 ····· 100
7.2 M 지구 골조 수량산출 결과 ····· 100
8. 조사결과 분석 ····· 112
8.1 조사결과 종합 및 비교 분석 ····· 112
8.2 골조수량 조사결과 종합 분석 ····· 112
8.3 건축물 유형별 비교 분석 ····· 116
8.4 아파트 건축물의 철근량 비교 분석 ····· 120
8.5 Cost-BIM 적용상의 문제점 및 개선방안 ····· 127

제4장 Cost-BIM 적용 및 활성화 방안 ····· 131

1. 철근콘크리트 골조공사 BIM 견적 기반 구축 ····· 133

1.1 철근콘크리트 골조공사 LH Cost-BIM 견적의 필요성 ····· 133
1.2 철근콘크리트 골조공사 Cost-BIM 견적 모델 작성 기준 ····· 134
2. Cost-BIM 적용 용역대가 산정 기초 자료 제시 ····· 135
2.1 Cost-BIM 수행 비용 견적 자료 분석 ····· 135
2.2 Cost-BIM 용역 대가 산정 기초 자료 ····· 146
3. 시범적용 결과의 확대 방안 ····· 149
3.1 철근콘크리트공사 Cost-BIM 견적 실무 적용 ····· 149
3.2 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 확대 방안 ····· 150
4. LH BIM 확대적용 및 활성화 방안 ····· 151
4.1 LH BIM 관련 적용 현황 ····· 151
4.2 LH BIM 확대 적용 전략 ····· 151
4.3 LH BIM 활성화 방안 ····· 154
5. BIM 견적 가이드라인 개정(안) ····· 159

제5장 결론 및 고찰 ····· 161

1. 결론 및 고찰 ····· 163
1.1 골조공사 수량 산출 결과 고찰 ····· 163
1.2 BIM 활성화 방안 ····· 165

참고문헌 ····· 169

부록 ····· 173

표 차 례

[표 1–1] 관련 선행연구 현황 ····· 10
[표 2–1] 기존 2D견적과 BIM의 특징 비교 ····· 48
[표 2–2] 시범적용 두가지 견적 프로그램의 장단점 고찰 ····· 49
[표 2–3] 사례 1 아파트 단지 개요 ····· 51
[표 2–4] 사례 1의 골조 수량 산출 결과 ····· 52
[표 2–5] 사례 2의 골조 수량 산출 결과 ····· 55
[표 2–6] 사례 3의 골조 수량 산출 결과 ····· 56
[표 2–7] 사례 4 건축물 개요 ····· 57
[표 2–8] 사례 4의 골조 수량 산출 결과 ····· 58
[표 2–9] 사례 5 건축물 개요 ····· 59
[표 2–10] 사례 5의 골조 수량 산출 결과 ····· 60
[표 2–11] 사례 6의 골조 수량 산출 결과 ····· 61
[표 2–12] 조사 결과 차이 원인 ····· 63
[표 3–1] 조사 대상 개요 ····· 67
[표 3–2] 거푸집 수량 산출 결과 ····· 69
[표 3–3] 콘크리트 수량 산출 결과 ····· 69
[표 3–4] 전체 철근 수량 산출 결과 ····· 71
[표 3–5] 동별 및 건물 종류별 철근수량 산출결과 ····· 73
[표 3–6] 거푸집 수량 산출 결과 ····· 76
[표 3–7] 콘크리트 수량 산출 결과 ····· 77
[표 3–8] 전체 철근 수량 산출 결과 ····· 77
[표 3–9] 거푸집 수량 산출 결과 ····· 79
[표 3–10] 콘크리트 수량 산출 결과 ····· 80
[표 3–11] 전체 철근 수량 산출 결과 ····· 81

[표 3-12] 부재별 철근수량 산출결과 ····· 83
[표 3-13] 동별 철근수량 산출결과 ····· 86
[표 3-14] 거푸집 수량산출 결과 ····· 89
[표 3-15] 콘크리트 수량산출 결과 ····· 89
[표 3-16] 전체 철근 수량산출 결과 ····· 90
[표 3-17] 부재별 철근 수량산출 결과 ····· 92
[표 3-18] 거푸집 수량 산출 결과 ····· 94
[표 3-19] 콘크리트 수량 산출 결과 ····· 95
[표 3-20] 철근 수량 산출 결과 ····· 96
[표 3-21] 기준층 부재 별 철근 수량 산출 결과 ····· 98
[표 3-22] 거푸집 수량 산출 결과 ····· 100
[표 3-23] 콘크리트 수량산출 결과 ····· 101
[표 3-24] 부재 별 철근 수량 산출 결과 ····· 103
[표 3-25] 동 별 철근 수량 산출 결과 ····· 105
[표 3-26] 각 동의 지상 및 지하 별 철근 수량 산출 결과 ····· 109
[표 3-27] 전체 지구 철근량 비교 분석 결과 ····· 113
[표 3-28] 전체 지구 콘크리트량 비교 분석 결과 ····· 114
[표 3-29] 전체 지구 거푸집 수량 비교 분석 결과 ····· 115
[표 3-30] 건물 유형별 철근량 비교 분석 결과 ····· 117
[표 3-31] 건물 유형별 콘크리트 수량 비교 분석 결과 ····· 118
[표 3-32] 건물 유형별 거푸집 수량 비교 분석 결과 ····· 119
[표 3-33] 아파트 부재별 철근 수량 비교 분석 결과 ····· 121
[표 3-34] 101동 및 102동 층별 철근량 비교 분석 ····· 123
[표 3-35] 103동 및 104동 층별 철근량 비교 분석 ····· 124
[표 3-36] 105동 층별 철근량 비교 분석 ····· 125
[표 4-1] 철근콘크리트 골조공사 2D견적과 BIM견적의 도입효과 비교 ····· 133
[표 4-2] 철근콘크리트 골조공사 Cost-BIM 견적 모델 작성 기준 ····· 134

[표 4-3] 견적 대상지구 개요 ····· 136
[표 4-4] A사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 137
[표 4-5] B사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 138
[표 4-6] C사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 139
[표 4-7] D사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 140
[표 4-8] E사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 141
[표 4-9] F사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 142
[표 4-10] G사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 143
[표 4-11] H사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 144
[표 4-12] I사 투입인력 및 설계단가 산정 자료 ····· 145
[표 4-13] J사 설계단가 산정 자료 ····· 146
[표 4-14] 업체별 견적 금액 및 평균치 ····· 147
[표 4-15] LH BIM 확대적용 추진전략 ····· 153
[표 4-16] LH BIM 2020 계획설계 BIM 활용 가이드 교육 커리큘럼(안) ····· 155
[표 4-17] LH BIM 2020 발주자 BIM 활용 가이드 교육 커리큘럼(안) ····· 155
[표 4-18] Cost-BIM software 활용 기초교육 커리큘럼(안) ····· 156
[표 4-19] Cost-BIM software 활용 실무교육 커리큘럼(안) ····· 157
[표 4-20] Cost-BIM 대학생 교육과정 커리큘럼(안) ····· 158

그림 차례

[그림 3-1] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 69
[그림 3-2] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 70
[그림 3-3] 전체 철근 수량 산출 결과 비교 ····· 71
[그림 3-4] 동별 및 건물 종류별 철근수량 산출결과 비교(a~g) ····· 74
[그림 3-5] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 76
[그림 3-6] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 77
[그림 3-7] 전체 철근 수량 산출 결과 비교 ····· 78
[그림 3-8] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 80
[그림 3-9] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 81
[그림 3-10] 전체 철근 수량 산출 결과 비교 ····· 82
[그림 3-11] 부재별 철근수량 산출결과 비교(a~f) ····· 84
[그림 3-12] 동 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ j) ····· 87
[그림 3-13] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 89
[그림 3-14] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 90
[그림 3-15] 전체 철근 수량산출 결과 비교 ····· 91
[그림 3-16] 부재별 철근 수량산출 결과 비교(a~f) ····· 93
[그림 3-17] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 95
[그림 3-18] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 96
[그림 3-19] 철근 수량 산출 결과 비교 ····· 97
[그림 3-20] 기준층 부재 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ f) ····· 99
[그림 3-21] 거푸집 수량 산출 결과 비교 ····· 101
[그림 3-22] 콘크리트 수량 산출 결과 비교 ····· 101
[그림 3-23] 부재별 철근 수량산출 결과 비교(a ~ f) ····· 104
[그림 3-24] 동 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ h) ····· 106

[그림 3-25] 각 동의 지상 및 지하 구분 철근 수량 산출 결과 비교(a~ㅓ) ····· 111
[그림 3-26] 각 지구별 철근량 증감 비 ····· 113
[그림 3-27] 각 지구별 콘크리트량 증감 비 ····· 114
[그림 3-28] 각 지구별 거푸집 수량 증감 비 ····· 116
[그림 3-29] 건물 유형별 철근량 비교 분석 ····· 117
[그림 3-30] 건물 유형별 콘크리트 수량 비교 분석 ····· 118
[그림 3-31] 건물 유형별 거푸집 수량 비교 분석 ····· 120
[그림 3-32] 아파트 부재별 철근 수량 비교 분석 결과 ····· 122
[그림 3-33] 아파트 층별 철근량 비교분석 그래프(101동, 102동, 103동) ····· 126
[그림 3-34] 아파트 층별 철근량 비교분석 그래프(104동 및 105동) ····· 127
[그림 4-1] 업체별 견적 금액 및 평균치 그래프 ····· 147
[그림 4-2] 업체별 견적 금액의 정규분포표 ····· 148
[그림 4-3] LH BIM 핵심 기술요소 및 핵심 성과물 ····· 152
[그림 4-4] LH BIM 확대적용 추진 로드맵 ····· 153

제 1 장
서 론

LAND & HOUSING INSTITUTE

제1장 서 론

1. 연구배경 및 목적

최근 전 산업분야에서 세계적인 스마트 워킹(Smart Working)의 추세에 따라 건설산업에서도 이를 구현하기 위한 다양한 기술들이 설계와 견적 및 시공 전반에 걸쳐 활용되고 있으며, BIM(Building Information Modeling, 건축 정보 모델링)으로 불리우는 IT 기술의 활용이 대표적인 사례이다.

건설산업의 여러 분야에서 대내외적으로 BIM 도입과 활용의 필요성이 높음에도 불구하고 현재 건축설계와 엔지니어링 및 시공상세설계(PD), 견적, 공사관리 등 각 분야에서 생성된 데이터의 통합과 연계활용이 어려운 실정에 놓여 있어 BIM의 활성화가 더딘 형편이다. 그러나 디지털 기술이 혁신을 주도하고 있는 4차산업혁명의 시대를 맞아 IT 기반의 하이테크 기술은 건설산업의 설계와 견적 및 공사관리 등의 각 분야에서 필연적으로 사용이 증가될 수 밖에 없다. 또한 무선 인터넷과 모바일 환경의 급속한 개선과 용량 증대에 따라 건설 현장에서의 도면 확인이나 공정 체크 등의 업무나 설계자와 시공자 및 감독자 간의 의사소통 도구로써 핸드폰이나 태블릿 같은 모바일 도구들의 활용이 기존의 종이 도면을 급속하게 대체해 나갈 것으로 예상된다.

우리 공사 실무에서도 건축설계와 구조설계, 시공상세설계(PD) 및 수량견적 분야에서 설계도서의 상호 교차 활용과 이를 통한 스마트 업무 구현을 위하여 BIM의 도입과 활용을 다각도로 추진하고 있으며, 견적분야에서는 수량 산출의 정확도 향상을 위하여 3D BIM을 견적에 활용하기 위한 Cost-BIM주)을 실무에 시범 적용하였다.

[주] 코스트 빔(Cost-BIM)
- 견적에서 BIM 기반 기술을 활용하기 위해 LH에서 추진하고 있는 3D BIM 모델링을 기반으로 한 골조의 수량 산출 방식을 말함.

Cost-BIM을 활용하기 위한 선행연구로 "BIM 견적 가이드라인 작성 연구"가 수행되었고, 이 가이드 라인을 토대로 Cost-BIM의 시범적용이 추진되었다.

본 연구에서는 Cost-BIM의 시범 적용에 따라 기존의 견적 방식(2D)에 의한 수량 산출결과와 Cost-BIM을 사용한 3D BIM 수량 산출 결과를 비교 분석하고 Cost-BIM을 활용한 견적의 정확성과 효용가치를 검토하여 견적 실무에 활용 방안을 도출하였으며, 아울러 BIM 도입전략을 수립하여 설계와 현장시공 등 다양한 분야에서의 활용 방안을 제시하였다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 연구내용

본 연구는 우리공사 아파트 건설을 위한 골조공사의 견적에 3D BIM을 이용하여 시범적용을 수행하고 그 성과에 대하여 기존 견적과 비교분석하여 효용성을 평가하는 것을 주 내용으로 하고 있다.

이러한 연구의 큰 목적을 달성하기 위하여 우리공사에서 기존에 수행되었던 아파트 건축공사에 대한 견적자료를 조사하여 수량과 작성 기준에 대한 조사 분석을 수행하고, 시범적용지구로 발주된 지구에 대해 기존 견적(2D) 수량과 3D BIM으로 산출한 수량을 조사 분석하였다. 이를 통하여 건물 종류별 두 가지 방식으로 산출한 수량에 대한 차이를 조사하고 이에 대한 원인을 분석하여 Cost-BIM의 효용성을 평가하고, 이를 토대로 실무 확대적용 방안을 도출하는 것으로 주요 연구내용이 구성되어 있다.

세부 연구내용들은 다음과 같은 항목으로 구성되어 있다.

- 기존 자료 조사
  - 기존 견적 기준 자료 조사
  - 3D BIM 견적 프로그램 조사
  - 골조 수량 산출 프로그램의 장단점 분석
- Cost-BIM 시범적용 결과 조사 및 분석
  - 기존 견적 방식에 의한 설계 수량 산출 결과 조사 및 분석
  - Cost-BIM을 사용한 설계 수량 산출 결과 조사 및 분석
  - 기존 견적방식과 BIM 물량산출 결과를 비교·분석하여 물량정확도 검증
  - Cost-BIM 적용상의 문제점 도출 및 개선방안 제시
  - 설계오류, 공정간 간섭사항 사전파악 및 처리성과 측정
  - 기존 방식대비 도면검토·수정시간 단축/업무생산성 향상도 측정

• Cost-BIM 도입전략 수립
  - 시범적용 결과 조사 분석을 통해 철근콘크리트공사 BIM 견적을 위한 기본 데이터 구축 방안 마련
  - 시범적용 성과 측정을 통해 나타난 효과의 견적 실무 적용 및 현장 시공 실무 적용 방안 제시
  - 철근콘크리트공사 Cost-BIM 추진비용 분석 및 적정 용역대가 제시
  - 철근콘크리트공사 Cost-BIM 도입을 위한 단계별 발전방안 제시
  - 성과분석 결과를 반영하여 LH Cost-BIM 가이드라인 개정(안) 제시

2.2 연구방법

본 연구는 자체연구로 수행하며, 연구의 진행과정과 결과가 모두 설계 견적 실무 업무와 밀접하게 연계되어 있어 관련 부서의 실무자들이 연구진으로 참여하여 연구 과정에서 견적 자료의 수집과 산출에 지원하였고, 이를 통하여 실무에서 활용하도록 효용가치가 높은 연구 결과를 도출하고자 하였다.

또한, 연구의 진행에 있어 기존에 견적과 배근시공도 작성 및 3D BIM 관련 업무에 종사하는 전문가들과 관련 연구를 수행한 대학 교수님들의 자문을 통하여 연구의 질적 수준을 높이고자 하였다.

연구과제의 최종 결과가 기존견적과 3D BIM 견적 데이터를 비교 분석하여 실무에 활용하기 위한 견적 방안을 제시하는 것이므로 연구원과 실무부서 연구진이 유기적으로 연계되어 연구과제를 추진하였고, 관련 실무부서에서 견적자료의 조사와 분석 데이터의 검증 및 효율적인 방안 도출에 적극적으로 협조하여 연구가 수행되었다. 연구는 크게 네 단계로 나누어 진행되며 단계별 주요 연구내용과 수행 방법은 아래와 같다.

1) 기존 자료 조사

연구 초기 단계에서는 Cost-BIM 시범적용에 관련된 기초 데이터들을 수집하고,

여기에서 사용되는 소프트웨어들의 특징을 조사하여, 수량 산출에 있어서의 한계와 차이 발생 요인 등을 조사하였다. 이 단계에서는 구조설계, Shop Drawing, 시공 전문가들의 자문을 수행하고 실무부서와의 협의 회의를 개최하여 의견을 수렴하였다.

2) 기존 견적 자료 수집 및 분석

기존의 견적기준에 따른 설계도서 기반 견적 자료들을 수집하여 데이터를 비교하기 위해 재분류 및 가공하고, 견적기준을 분석하여 3D BIM 견적 산출과 비교 분석하기 위한 데이터를 정리하였다.

이 단계에서는 실무 견적담당 연구진이 기존의 견적 자료들을 검토하여 비교 연구에 적합한 견적자료를 추출하여 연구자에게 제공하고 연구자는 이 자료를 토대로 재분류 가공하여 비교 분석하였다. 이 단계에서도 각 분야 전문가들에게 자문을 수행하였다.

3) 3D BIM 활용 견적 자료 수집 및 분석

본 연구 관련 시범적용에서 사용한 Cost-BIM을 사용한 3D BIM 견적 자료들 및 기존 BIM 견적 수행 데이터를 전문가 자문을 통해 수집하고 이 데이터 들을 기존 견적 자료들과 비교 분석하기 위해 재분류 및 가공하고 세부 항목을 나누어 분석하였다.

이 단계에서는 실무 연구진과 협의를 통해 Cost-BIM 방식의 정확도를 검토하고 적용상의 문제점을 검토하였다.

4) Cost-BIM 도입 전략 수립

앞의 단계에서 비교 분석한 데이터를 토대로 3D BIM의 효용성과 활용방안을 수립하고, 아울러 실무 활용에 필요한 설계 단가 추정 자료를 기존 견적 및 설계사의 업무 조사를 통해 제시하도록 하고, 아울러 3D BIM 설계 자료의 배근 시공도 활용 등 현장 시공에서의 활용 방안에 대해서도 제시하였다.

이 단계에서는 외부 BIM 활용 전문 업체들의 설문과 자료조사가 필요하며 실무 연구진들과 유기적인 협의를 통해 최종적인 방안을 도출하도록 하였다.

3. 기술현황분석

3.1 관련 연구 현황

우리공사에서 수행한 선행연구로는 아래의 표에서와 같이 1990년대(전신 대한주택공사)에 수행한 “철근콘크리트조의 배근지침에 관한 연구” 및 “배근설계 표준화연구”, “바리스트 작성프로그램 개발연구” 등이 있으며, 이 연구들은 이미 20여년 이상이 지난 연구들로 실무의 설계와 시공에 기초자료로 활용되고 있다. 최근들어 수행한 관련 연구는 2017년 4월에 완료한 “철근배근가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구”가 있으며, 이 연구는 본 견적 BIM에서 활용될 배근시공도 작성기준을 작성한 것으로 본 연구의 기반 연구로 본 연구와는 차별성이 있다. 또한 단국대학교(LH 용역)에서 수행한 “BIM 견적 가이드라인 작성에 관한 연구”는 본 연구에 토대가 되는 Cost-BIM을 수행하기 위한 기준을 마련한 연구이었으며 이 연구의 연장선에 본 연구가 진행되고 있다.

연구자료 DB사이트인 DBpia와 건설관련 문헌자료사이트인 AURIC에서 확인한 결과 외부에서 수행된 Cost BIM과 관련된 연구는 건축설계의 BIM 활용에 대한 연구와 BIM을 이용한 적정공사비 산정과 개산견적 연구 등에 대한 연구실적들이 주로 조사되었으며, 이 연구들은 우리공사 견적실무에서 기존견적과 3D BIM을 이용한 견적을 실무에 적용하고 성과를 비교분석하는 본 연구내용과는 초점이 다르고 차별성이 있다.

관련 선행 연구들의 대표적인 현황들은 다음 표 1-1과 같다.

[표 1-1] 관련 선행연구 현황

저 자	제 목	발표지	연 도
양지수 외	철근콘크리트조의 배근지침에 관한 연구	대한주택공사 연구보고서	1990.3
김상연 외	철근선조립공법 실용화를 위한 배근설계표준화 연구	대한주택공사 연구보고서	1992.3
윤영호 외	철근 바-리스트 작성프로그램 개발	대한주택공사 연구보고서	1996.3
김우영 외	건설회사의 BIM 활용 실태 조사 및 시사점	건설산업연구원 연구보고서	2012.
이지은 외	BIM 설계 활성화를 위한 전략 수립 연구	LH연구원 연구보고서	2015.
박기현 외	중소 건설업체의 BIM 도입가이드	한국BIM학회 학술대회 논문집	2017.
김시욱 외	BIM 기반 배근상세설계 자동화	한국콘크리트학회 학술대회 논문집	2017.
김상연 외	철근배근가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구	LH연구원 연구보고서	2017.4
김치경 외	BIM 견적 가이드라인 작성에 관한 연구	LH, 단국대학교	2017.8

3.2 선행연구와의 차별성

본 연구에서 도출하고자 하는 주된 결과는 우리공사에서 3D BIM을 활용한 골조 견적의 시범 적용에 대하여 성과를 분석하고 그 결과를 토대로 실무에 적용한 대안들을 도출하기 위한 것으로, 앞에서 살펴본 철근의 배근 지침을 작성하고 BIM 활용 실태 등의 조사연구를 수행한 기 수행 선행연구들과는 차별성이 있는 것으로 나타났다.

제 2 장
기존 견적 사례 조사

LAND & HOUSING INSTITUTE

제2장 기존 견적 사례 조사

1. LH 견적 기준

우리 공사의 견적 기준은 공사원가 산정 지침으로 건축 토목 기계 조경 등으로 나누어 최근들어 2년 마다 발행되어 사용되고 있다. 본 연구에서는 2018년에 개정 발행된 2018 공사원가 산정 지침(건축)을 토대로 견적 기준에 대하여 정리하였다.

Ⅰ. 총칙

Ⅰ. 1. 운용기준

○ 본 지침은 공사원가산정지침서(건축)를 통합하여 한국토지주택공사(이하 “LH"라 한다)의 개발사업 시행 시 건축공사에 일원화된 견적기준을 제시한다.

○ 본 지침은 관계법령 및 W내부방침 등에서 정한 사항에 의하여 작성하되 향후에 여건변화(관계법령, 내부방침 등)가 있을 경우 매년 보완 개정 운용토록 한다.

○ 본 지침은 LH 지침정비계획에 따라 지침에 등재하여 관리토록 하고, 매년 본 지침과 관련 자료를 참고하여 공사원가산정지침서(건축)를 책자로 인쇄 후 관련 직원에게 배포토록 한다.

Ⅰ. 2. 적용기준

1. 목 적

본 지침은 한국토지주택공사(이하LH)에서 발주하는 건축공사 원가계산을 위한 기초자료로서 각 공종별 수량을 바탕으로 적정한 공사원가를 산출하기 위한 기준을 정하여 적산 및 견적업무의 통일성과 효율화를 기하는데 있다.

2. 적용범위

LH의 일반적인 건축공사에 적용한다.

3. 적산 및 견적

공사목적물의 완성에 소요되는 수량을 산출하는 것을 적산이라 하며, 수량에 단가를 곱하여 공사 금액을 산출하는 것을 견적이라 한다.

4. 품 셈

4. 1. 품셈의 정의

사람이나 기계가 어떤 물체를 창조하기 위하여 소요되는 재료와 노력을 단위당 수량으로 표시하는 것으로

· 한 공사 단위에 필요한 표준적 재료량 또는 노무공수

· 구조물 각 부위의 한 단위를 생산함에 있어 과거의 공사실적 및 각종 비교 Data로부터 설정한 표준적인 재료의 소요량 또는 소요 노무공수

4. 2. 표준품셈 적용 및 계산상의 유의사항

4. 2. 1. 표준품셈

건설공사중 대표적이고 보편적인, 일반화된 공종, 공법을 기준한 것이며 현장여건, 기후의 특성 및 기타 조건에 따라 조정하여 적용한다.

4. 2. 2. 품셈 적용

가. 설계, 시공방법 및 현장조건 등을 충분히 고려하여야 하며, 시설물 수명, 품질, 기능, 외관미 등 설치목적에 부합되도록 검토 적용한다.

나. 건설공사의 대형화, 고층화, 다기능화, 복잡화, 신 자재, 신공법 등 건설기술 변화와 개발에 따라 표준품셈 적용 및 적산체제도 지속적인 개선, 보완 및 신규 작성해 나가야 한다.

다. 품셈적용 및 적산은 설계, 시공경험 및 능력 등을 겸비한 전문기술자에 의해 도면 및 시방서 등 정확, 명료한 기준에 따라 실시되어야 하며 특히 창의, 노력 등의 합리적인 공법개선 사항이 포함되어야 한다.

라. 표준품셈은 절대적인 기준이 아니므로 현장여건에 비춰 불합리할 경우 견적자료 또는 외국자료 등을 참고하여 합리적으로 적용한다.

5. 적용기준

적산 및 견적 시 일반적인 기준은 다음과 같으며, 제반여건이 상이할 경우 조

정 적용하고 견적기준의 변경, 관계법령 규정 지침 등의 개정 시는 변경 개정된 내용에 따라 적용한다.

5. 1. 일반기준

가. 설계서의 앞뒤가 맞지 않거나 애매한 설계도서 및 공법 등은 반드시 설계자와 충분히 협의하여 설계서를 명확히 수정·보완 후 수량산출에 임한다.

나. 산출자가 여러 명일 경우 산출자간에 산출범위의 착오로 누락 및 중복되는 부분이 없도록 한다.

다. 수량산출은 여러 경우에 따라 조합이 가능하도록 산출하고, 산출양식과 순서 등을 통일하여 일정한 방법으로 산출하도록 한다.

라. 조건이 비슷한 형별이나 지구에 비하여 공사비가 많을 경우 설계자에게 공사비를 절감하도록 협의한다.

마. 산출 집계된 수량은 과거의 유사 평형 및 기 발주 지구의 자료와 비교, 분석하여 수량의 과다 및 과소가 없도록 검토한다.

5. 2. 적산순서

가. 수평방향에서 수직방향으로

나. 시공순서대로

다. 내부에서 외부로

라. 단위세대에서 전체로

마. 큰 곳에서 작은 곳으로

5. 3. 수량의 계산

가. 수량의 단위 및 소수위는 표준품셈 단위표준에 의한다.

나. 수량의 계산은 지정 소수위 이하 1위까지 구하고, 끝수는 4사5입 한다.

다. 계산에 쓰이는 분도(分度)는 분까지, 원둘레율(圓周率), 삼각함수(三角函數) 및 호도(弧度)의 유효숫자는 3자리(3位)로 한다.

라. 곱하거나 나눗셈에 있어서는 기재된 순서에 의하여 계산하고, 분수는 약분법을 쓰지 않으며, 각 분수마다 그의 값을 구한 다음 전부의 계산을 한다. 단 계산은 1회 곱하거나 나눌 때 마다 소수 2 자리까지 한다.

마. 면적의 계산은 보통 수학공식에 의하는 외에 삼사법(三斜法)이나 구적기(plani meter)로 한다. 다만, 구적기(planimeter)를 사용할 경우에는 3회 이상 측정하여 그 중 정확하다고 판단되는 평균값으로 한다.

바. 체적계산은 의사공식(擬似公式)에 의함을 원칙으로 하나, 토사체적(土砂體積)은 양단면적을 평균한 값에 그 단면간의 거리를 곱하여 산출하는 것을 원칙으로 한다. 단, 거리평균법으로 고쳐서 산출할 수도 있다.

사. 다음 열거하는 것의 체적과 면적은 구조물의 수량에서 공제하지 아니한다.

1) 콘크리트 구조물중의 말뚝머리
2) 볼트의 구멍
3) 모따기 또는 물구멍(水切)
4) 이음줄눈의 간격
5) 포장공종의 1개소당 0.1㎡ 이하의 구조물 자리
6) 강(鋼)구조물의 리벳구멍
8) 조약돌 중의 말뚝 체적 및 책강목(柵鋼木)
9) 기타 전항에 준하는 것

※ 철근콘크리트 중 내철근 및 각종 배관류 등 체적수량 산출시 공제
『콘크리트 수량 공제기준 개선(안) 시행 알림』주택원가관리처-6100(15.12.29)

아. 성토 및 사석공의 준공토량 은 성토 및 사석공 설계도의 양으로 한다. 그러나 지반의 침하량은 지반성질에 따라 가산할 수 있다.

자. 절토(切土)량은 자연 상태의 설계도의 양으로 한다.

5. 4. 설계서의 단위 및 소수의 표준

종 목	규 격		단위수량		비 고
	단 위	소 수	단 위	소 수	
공 사 연 장	m	2위	m	단위한	대가표에서는 2위 까지 이하 버림
공 사 폭 원			m	1위	
직 공 인 부			인	2위	
공 사 면 적			㎡	1위	
용 지 면 적			㎡	단위한	
시 멘 트			kg	단위한	대가표에서는 3위 까지 이하 버림
모 르 타 르			㎥	2위	
콘 크 리 트			㎥	2위	
아 스 팔 트			kg	단위한	
목 재 (판 재)	길이 m	1위	㎡	2위	
목 재 (판 재)	폭,두께	1위	㎥	3위	
목 재 (판 재)	㎝	1위	㎥	3위	

종 목	규 격		단위수량		비 고
	단 위	소 수	단 위	소 수	
합 판	㎜	단위한	장	1위	
말 뚝	길이 m 지름 ㎜	1위	개	단위한	
철 강 재	㎜	단위한	㎏	3위	총량표시 ton으로 하고 단위는 3위까지 이하 버림
용 접 봉	㎜		㎏	1위	
구리판, 함석류			㎡	2위	
철 근	㎜	단위한	㎏	단위한	
볼 트, 너 트	㎜	단위한	개	단위한	
꺽 쇠	㎜	단위한	개	단위한	
철 선 류	㎜	1위	㎏	2위	
P.C 강 선			㎏	2위	

주] ① 설계서 수량의 단위와 소수위 표시는 본 표에 따르고, 본 표에서 지정한 소수위 미만은 버리는 것으로 한다.

② 일위대가표 또는 설계기초 계산과정에서는 표준품셈의 내용에 따르는 것으로 한다.

③ 본 표에 없는 품종에 대하여는 CGS 단위로 하는 것을 원칙으로 하며, 단위는 그 가격에 따라 의사종목의 소수위 정도를 채용토록 한다. (※ CGS : ㎝, g, 초 단위)

5. 5. 금액의 단위표준

종 목	단 위	지 위 (止位)	비 고
설계서의 총액	원	1,000	이하 버림(단, 10,000원 이하의 공사는 100원 이하버림)
설계서의 소계	원	1	미만 버림
설계서의 금액란	원	1	미만 버림
일위대가표의 소계	원	1	미만 버림
일위대가표의 금액란	원	0.1	미만 버림

〔주〕 일위대가표 금액란 또는 기초계산금액에서 소액이 산출되어 공종이 없어질 우려가 있어 소수위 1위 이하의 산출이 불가피할 경우에는 소수위의 정도를 조정 계산할 수 있다.

5. 6. 재료 및 자재의 단가

5. 6. 1. 사급자재비(私給資材費)

가. 건설재료 및 자재단가는 거래실례가격 또는 통계법 제15조의 규정에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적 가격을 기준으로 하며, 적용순서는 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 제7조의 규정에 따른다.

나. 거래실례가격(당해 거래실례가격에 일반관리비 및 이윤을 따로 가산하여서는 안 됨)「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 제5조 제1항」

1) 조달청장이 조사하여 통보한 가격(가격정보)

2) 기획재정부장관이 정하는 기준에 적합한 전문가격 조사기관으로서 기획재정부장관에게 등록한 기관이 조사하여 공표한 가격(공정가격, 거래가격, 물가자료, 유통물가, 물가정보 등)

3) 각 중앙관서의 장 또는 계약담당공무원이 2이상의 사업자에 대하여 당해 물품의 거래실례를 직접 조사하여 확인한 가격

다. 기획재정부장관이 별도로 정한 경우 또는 중앙관서의 장이 별도로 기획재정부장관과 협의하여 단위당가격을 조사·공표한 경우에는 당해 가격

라. 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적가격

마. 레미콘, 콘크리트벽돌, 보차도경계석, 보도경계석, 인터로킹블럭, 기층재, 보조기층재, 아스콘 등 지역에 따라 가격이 다른 품목의 적용단가는 권역별로 조사 가격에 의한다.

바. 재료 및 자재단가에 운반비가 포함되어 있지 않은 경우 구입장소로 부터 현장까지의 운반비를 계상 할 수 있다.

※ 원가계산을 할 때 단위당가격의 기준 (국계법시행규칙 제7조)

① 원가계산을 할 때 단위당 가격은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 가격을 말하며, 그 적용순서는 다음 각 호의 순서에 의한다.

1. 거래실례가격 또는 통계법 제15조의 규정에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격. 다만, 기획재정부장관이 단위당가격을 별도로 정한 경우 또는 각 중앙관서의 장이 별도로 기획재정부장관과 협의하여 단위당 가격을 조사·공표한 경우에는 당해가격
2. 국계법시행규칙 제10조제1호 내지 제3호의 1의 규정에 의한 가격

① **감정가격** : 감정평가법인 또는 감정평가사가 감정 평가한 가격
② **유사한 거래실례가격** : 기능과 용도가 유사한 물품의 거래실례가격
③ **견적가격** : 계약상대자 또는 제3자로부터 직접 제출 받은 가격

5. 6. 2. 지급자재비(支給資材費)

부가세가 포함된 당 공사의 계약단가를 적용한다.

5. 6. 3. 가격조사 및 적용기준[견적가격 업무처리지침]

LH공사 「견적가격 업무처리지침」에 따라 적용한다.

가. 견적서 조사방법

1) 견적서의 제출

① 추정가격 결정을 위한 견적서 제출을 의뢰할 때에는 업체 간에 담합을 방지하기 위하여 견적서 제출업체가 상대 업체를 알 수 없도록 각각의 업체에 따로 견적요청서(별지 제1호 또는 제2호 서식)에 따라 견적서의 제출을 의뢰하여야 한다.

② 견적서는 공사 직원이 직접 제출을 요청하여 견적의뢰 업체로부터 제출받아 견적요청서와 함께 보관하여야 한다.

2) 견적서 제출 업체수

견적서는 2개 이상의 업체로부터 제출받는 것을 원칙으로 한다. 다만, 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우에는 1인으로부터 견적을 받을 수 있다.

① 천재지변으로 인한 재해복구, 시설물의 구조적 균열, 누수 등의 하자보수 등 긴급을 요하는 공사의 경우

② 기타 계약목적물의 특성상 1인 견적이 불가피한 경우

나. 견적가격 구성요소

1) 견적조건의 명시

① 견적서에는 견적항목에 대한 규격, 수량, 납품방법(공장상차도, 현장도착도, 현장하차도, 설치도 등), 지급/사급자재 구분, 대금지급방법 및 공사예정시기와 시방조건, 구조물 관련 지반조사 현황 등을 기재하도록 하여 견적가격의 신뢰성과 객관성을 확보하여야 한다.

② 견적금액은 노무비, 재료비, 경비로 구분하여 순공사금액으로 작성하되, 공사발주를 위한 예정가격 산정시 제잡비(직접공사비의 00%)가 추

가됨을 공지하여야 한다.

③ 부가가치세 등 포함여부를 견적조건에 명시하여야 한다.

2) 견적가격 비목별 구성

① 견적서의 비목별 구성은 계약목적물에 대한 1식 단가를 지양하고 구체적인 비목을 적시하여야 하며, 또한 그 비목의 구성 및 적용대가가 적절한지를 검토·판단하여야 한다.

② 현장시공 노무비 등(설치도 자재포함)을 견적에 의할 시는 일반관리비, 이윤 등 제잡비를 제외한 순공사비만을 단위당 가격으로 적용하여 내역서 총괄표상의 제잡비와 중복되지 않도록 하여야 한다.

③ 자재가격인 경우에는 물품의 제조 등에 소요되는 제조업체의 일반관리비 및 이윤 등 제잡비는 단위당 가격에 포함하여 조사·적용 하여야 한다.

다. 견적가격의 적용

1) 추정가격산정 담당직원은 제출받은 견적가격 중 최저가격을 추정가격 산정의 근거자료로 결정하되, 이 경우 별지 제3호 서식을 이용하여 견적가격의 적정성을 심사할 수 있다. 다만, 관련 업체 간 담합 등 견적가격이 부적절하다고 판단될 때에는 그러하지 아니하다.

2) 재료비, 노무비, 경비 등의 비목분류는 정부 계약예규인 「예정가격 작성기준」에 따라 분류 적용하여야 한다.

3) 부가가치세는 단위당 가격에서는 제외하고 원가계산 총괄표 작성방법에 따라 반영하여야 한다.

5. 7. 재료의 할증

가. 재료의 할증이란 시방 및 도면에 의하여 산출된 재료의 정미량(正味量)에 재료의 운반, 절단, 가공 및 시공 중에 발생되는 손실량을 가산하여 주는 %로서 품셈에 할증이 포함 또는 표시 되어있지 아니한 경우에 한하여 적용한다.

1) 정미량(절대소요량) : 공사에 실제 설치되는 자재량

2) 총소요량 : 정미량 + 할증량(시공손실량)

나. 표준품셈에서의 단위당 소요품은 재료의 절대소요량을 기준하여 정한 것이므로 가공 또는 시공품을 적용할 경우 할증량에 대한 품을 추가로 적용해서는 안되며 재료비는 단가에 할증량을 포함한 총수량을 곱하여 산출한다.

다. 재료의 운반품은 정미수량에 할증량을 포함한 총수량에 적용한다.

라. 재료의 할증

공사용 재료의 할증율은 일반적으로 다음표의 값 이내로 한다. 다만, 품셈의 각 항목에 할증률이 포함 또는 표시되어 있는 것에 대하여는 본할증률을 적용하지 아니한다.

1) 콘크리트 및 포장용 재료

종 류	정치식(%)	기 타 (%)
시 멘 트	2	3
잔골재 · 채움재	10	12
굵 은 골 재	3	5
아 스 팔 트	2	3
석 분	2	3
혼 화 재	2	-

〔주〕 속채움 재료의 경우에도 이 값을 준용한다.

4) 강재류

종 류	할증률(%)	종 류	할증률(%)
원형철근	5	소형형강	5
이형철근	3	봉강(棒鋼)	5
이형철근(교량 등 복잡	6~7	평강, 대강	5
구조물의 주철근)		경량형강, 각(角)파이프	5
일반볼트	5	리벳(제품)	5
고장력 볼트(H.T.B)	3	스테인리스강판	10
강 판	10	스테인리스강관	3
강 관	3	동판	10
대형형강(形鋼)	7	동관	5

〔주〕 1. 강관, 스테인리스강관의 할증률(%)은 옥외공사를 기준한 것이며 옥내공사용 재료의 할증률은 10%이내로 한다.

2. 형강(形鋼)의 대형구분은 100㎜ 이상을 말한다.

3. 이형철근의 경우, 해당공사 또는 구조물의 시공실적에 따라 조정하여 적용할 수 있다.

5. 8. 재료의 단위중량

재료의 단위중량은 입경, 습윤도 등에 따라 달라지므로 시험에 의하여 결정하여야 하며, 일반적인 추정 단위중량은 다음과 같다.

종 별	형 상	단위	중 량	비 고
강, 주강, 단철	건재 (乾材)	m³	7,850㎏	
목 재			800㎏	
시 멘 트		〃	3,150㎏	
철 근 콘 크 리 트		〃	2,400㎏	
콘 크 리 트		〃	2,300㎏	

〔주〕 1. 부순돌 및 조약돌 등은 모암의 암질(巖質)에 따라 결정해야 한다.
2. 본 표에 없는 품종에 대하여는 단위 비중시험에 의한 측정 결과치에 따르거나 문헌에 의한다.

5. 9. 공구손료 및 잡재료

가. 표준품셈에 명시되어 있는 공구손료, 잡재료에 대하여는 이를 계상한다.

나. 표준품셈에 명시되어 있지 않은 공구손료, 잡재료, 경장비손료 등을 계상하고자 할 때에는 다음에 따라 별도 계상하되 산정근거를 명시하여야 한다.

1) 공구손료 및 잡재료 손료

① 공구손료 : 공구손료는 일반공구 및 시험용 계측기구류의 손료로서 공사중 상시 일반적으로 사용하는 것을 말하며 직접노무비(노임할증과 작업시간 증가에 의하지 않은 품 할증 제외)의 3%까지 계상하며 특수공구(철골공사, 석공사 등) 및 검사용 특수 계측기류의 손료는 별도 계상 한다.

② 잡재료 및 소모재료 : 잡재료 및 소모재료는 설계내역에 표시하여 계상하되 주재료비의 2~5%까지 계상한다.

〔참 고〕

◦ 일반공구 및 일반시험용 계측기구 : 스패너류, 렌치류, 턴버클, 샤클, 스프레이건, 바이스, 클립 또는 클램프류, 용접봉 건조통, 게이지류, V블록, 마이크로미터, 버니어캘리퍼스 및 이와 유사한 것으로 공사 중 상시 일반적으로 사용하는 것으로서 별도의 동력을 필요로 하지 않는 것.

2) 경장비 등의 손료

① 전기용접기, 그라인더, 윈치 등 중장비에 속하지 않는 동력장치에 의해 구동되는 장비류의 손료를 말하며 별도 계상한다.

② 경장비의 시간당손료 대하여는 기계경비산정표에 명시된 가장 유사한 장비의 제수치(내용시간, 연간표준 가동시간, 상각비율, 정비비율, 연간관리비율 등)를 참조하여 계상한다.

〔참고〕

◦ 경장비 : 휴대용 전기드릴, 휴대용 전기그라인더, 체인블럭, 콘크리트 브레이커(기초수정용), 임펙트렌치, 세어링머신, 벤딩롤러, 수압펌프 (수압시험용) 및 이와 유사한 것. 주로 동력에 의거 구동되는 장비류로서 기계경비산정표에 명시되지 아니한 소규모의 것.

5.10. 발생재의 처리

가. 사용고재 및 발생재의 처리는 다음표에 의하여 그 대금을 설계 내역작성시 미리 공제한다.

품 명	공제율(%)
사용고재(시멘트 공대 및 공드럼 제외)	90
강재Scrap	70
기타 발생재(화목 등)	발생량

〔주〕 공제금액계산 : 발생량×공제율×고재단가

5.11. 노임

5.11. 1. 적용기준

노임은 관계법령의 기준에 따른다.

※ 관계법령

근로기준법 제43조 내지 75조 및 시행령 제30조 등

· 산업안전보건법 제46조 및 시행령 제32조의 8 등

· 국가를당사자로하는계약에관한법률시행령 제9조 및 규칙 제4조 내지10조 등

5.11. 2. 원가계산시 단위당 가격(노임단가) 적용기준

가. 국가를당사자로하는계약에관한법률시행규칙 제7조(원가계산을 할 때 단위당 가격의 기준)에 의거 통계법 제15조 규정에 의한 통계지정기관이 조사·공표한 가격을 적용한다.

※ 통계법 제15조의 규정에 의한 지정기관 이 조사하여 공표한 가격

[통계작성승인기관(노무비)]

· 공사의 경우 : 대한건설협회, 년 2회(1월, 9월)

· 물품의 경우 : 중소기업협동조합중앙회, 년 1회(년도 초)

· 용역의 경우 : 한국엔지니어링진흥협회, 년 1회
· 감리대가의 경우 : 한국건설감리협회, 년1회

나. 국가를 당사자로 하는 계약에 관한법률 시행규칙 제7조 제2항에 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 노임단가에 그 노임단가의 100분의 15이하에 해당하는 금액을 가산할 수 있다

1.「국가기술자격법」 제10조에 따른 국가기술자격 검정에 합격한 자로서 기능계 기술자격을 취득한 자를 특별히 사용하고자 하는 경우
2. 도서지역(제주도특별자치도를 포함한다)에서 이루어지는 공사인 경우

5.11. 3. 노임의 할증

근로시간, 시간외, 야간 또는 휴일의 근무가 불가피한 경우에는 근로기준법(제50조, 제56조), 유해·위험작업인 경우 산업안전보건법 제46조에 정하는 바에 따른다.

5.11. 4. 품의 할증

국토교통부 발표 건설공사 표준품셈에 적용된 할증률을 감안한다.

가. 품의 할증은 필요한 경우 다음의 기준 이내에서 적정공사비 산정을 위하여 공사규모, 현장조건 등을 감안하여 적용하고, 품셈 각 항목별 할증이 명시된 경우에는 각 항목별 할증을 우선 적용한다.

5.12. 작업반장

작업반장의 계산은 작업조건을 감안하여 다음을 기준으로 계상한다.

현장작업조건	작업반장수
작업장이 광활하여 감독이 용이하고 고도의 기능이 필요치 않은 경우	보통인부 25~50인에 1인
작업이 협소하여 감독시야가 보통이며 약간의 기능을 요하는 경우	보통인부 15~25인에 1인
고도의 기능과 철저한 감독이 요구되는 경우	보통인부 5~15인에 1인

(주] ① 기능공 및 특수인부에 대한 조력인부로서의 보통인부는 적용에서 제외한다.
② 기능공에 대한 조력인부라 함은 거푸집 비계 및 동바리 설치 해체품의 보통인부를 말하며, 이와 유사한 공종의 보통인부를 말한다.

③ 작업조건에 따라 특이한 조로써 편성되어 작업할 때에는 각 작업조에 따라 작업반장 1인을 계상할 수 있다. (예 : 잠수작업조 등)

5.13. 품질관리비

가. 건설공사의 품질관리에 필요한 비용은 건설기술진흥법 제56조 제1항의 규정에 따라 공사금액에 계상하여야 한다.

나. 품질관리비는 동법시행규칙 제53조 제1항에서 규정하고 있는 바와 같이 품질보증계획 또는 품질시험계획에 의한 품질관리활동에 소요되는 비용을 말한다.

※. 우리공사는 공동가설 공사에 품질관리비를 산정하고 있음

2. 공종별공사 2.1 공통가설공사 품질관리비 참조

5.14. 산업안전보건관리비

가. 건설공사현장에서 산업재해 예방에 필요한 비용인 산업안전보건관리비는 산업안전보건법 제30조제1항의 규정에 의거 공사금액에 계상하여야 한다.

나. 공사금액에 계상된 산업안전보건관리비는 고용노동부가 고시한 “건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준” 별표2의 사용내역 및 기준에 따라 사용하여야 한다.

5.15. 산업재해보상 보험료 및 기타

가. 공사원가계산에 있어 간접노무비, 경비, 일반관리비, 이윤과 산업재해보상보험료 및 기타 이와 유사한 사항은 기획재정부 계약예규와 산업재해보상보험 등 관련 규정에 따른다.

나. 시공과정에서 필요로 하는 보상비(직접, 간접 및 일시보상 등)는 현장실정에 따라 별도 계상할 수 있다.

5.16. 사용료

가. 계약에 따른 특허료와 기술료 등에 대한 비용을 계상할 수 있다.

나. 공사에 필요한 경비중 수도광열비, 운반비, 기계경비, 가설비, 시험검사비 등을 계상할 수 있다.

5.17. 안전관리비

가. 건설기술진흥법 시행령 제100조 제1항 제1호 에 의한 정기안전점검비 및 제3호에 따라 건설공사 준공 직전에 실시하는 정기안전점검 수준 이상의 안전점검에 소요되는 비용(초기점검비)을 반영한다.

나. 안전관리계획 작성 및 검토비용(단지기술처-367(2016.02.02))

다. 정기안전점검비(초기점검포함) 산정

1) 대상시설물의 순공사원가×적용요율

2) 적용요율 : 국토교통부 안전점검대가 요율

3) 적용기준일 : '11년 12월 30일 이후 발주 분부터 적용

라. 공사장 주변의 통행안전관리대책 비용, 발파굴착 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 피해방지대책 비용을 필요시 계상할 수 있다.

5.18. 환경관리비

가. 건설공사에서 환경오염을 방지하고 폐기물을 적정하게 처리하기 위해 필요한 환경보전비·폐기물처리 및 재활용비 등 환경관리비는 건설기술진흥법 시행규칙 제61조의 규정에 따른다.

※. 2. 공종별공사 81 공통가설공사 환경보전비 참조

5.19. 소운반의 운반거리

품에 포함된 것으로 규정된 소운반 거리는 20m 이내의 거리를 말하므로 소운반이 포함된 품에 있어서 소운반 거리가 20m를 초과할 경우에는 초과분에 대하여 이를 별도 계상하며 경사면의 소운반 거리는 직고 1m를 수평거리 6m의 비율로 본다.

II. 4. 철근콘크리트공사

1. 개요

철근 및 콘크리트공사는 1층 바닥선(1층 슬래브 및 보 포함) 이상의 건축물의 구체를 완성하기 위한 철근공사, 거푸집공사, 콘크리트공사를 말한다. (단, 지하주차장은 지하옹벽 이상으로 적용) 기타 자세한 내용은 극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 구조공통도 내용을 참조할 것

2. 분류

2. 1. 철근공사 : 운반, 철근가공 및 조립

2. 2. 콘크리트공사

시멘트몰탈, 콘크리트(T1, S1, Br종), 배관 및 펌프차타설, 치기, 다지기, 양생

2. 3. 거푸집공사

시스템폼(AL폼), 합판거푸집(3회), 유로폼(벽), 코팅합판거푸집(6, 10회), 철제곡면 거푸집, 매립형 6회, 제치장요철거푸집(5회, 15회), 문양거푸집, 경사거푸집, 매립형철망거푸집, Gang Form, 사다리, 갱폼설치해체비, 갱폼보수비, 갱폼보수해체비

2. 4. 기타공사

옹벽마무리면접기, PS합성목재(물끊기 및 면접기)

3. 상부와 기초산출 부위 경계

3. 1. 지하층 없는 경우

가. 상부 산출 부위 : 1층 바닥판에서 상부구조물 (1층 바닥보, 허리벽, 경사로 등)

나. 기초 산출 부위 : 1층 바닥 SLAB 미만 하부옹벽 또는 기둥, 기초 등

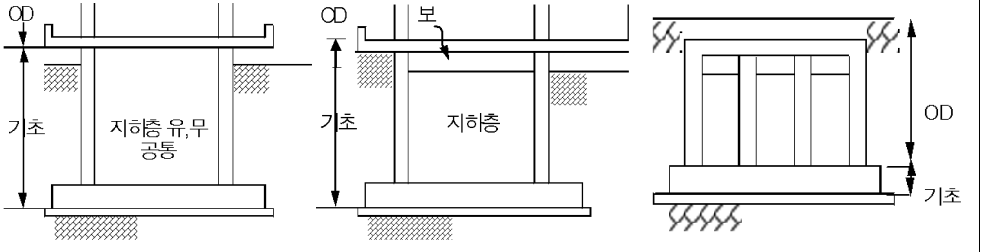
3. 2. 지하층 있는 경우

가. 상부 산출 부위 : 1층 바닥SLAB에서 상부구조물(1층 바닥보, 경사로 등)

나. 기초 산출 부위 : 지하층 바닥슬래브 옹벽 또는 기둥 (지하주차장은 예시도 참조)

3. 3. 구조물 산출경계

< 상부와 기초산출 부위 구분 예시 >



(아파트) (주민복지관,생활편익시설) (지하주차장,전기실,LPG저장소)

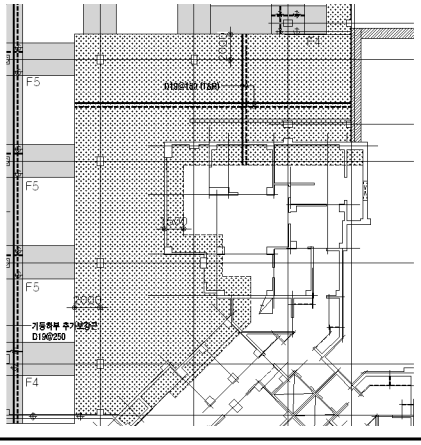
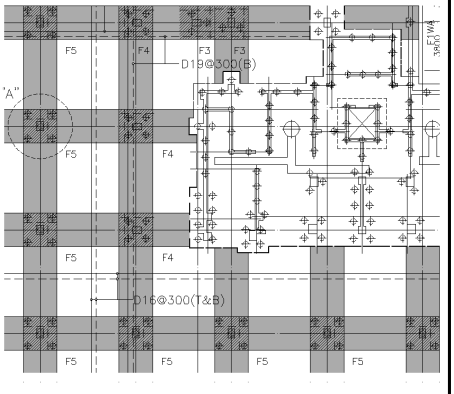
※ 주기 : OD - 상부구조물

3. 4. 주동통합형 산출경계

가. 아파트에 면한 보 및 기둥의 철근 및 콘크리트, 거푸집은 아파트에서 산출한다.

나. 지하주차장 상부철근수량에는 주근의 기초에 대한 여장길이가 포함되어 산출한다.

다. 아파트와 주차장의 기초수량 구분한계는 아파트 벽체 끝선으로 한다.

구분	철근보강	보강없음
산출 기준	주차장 : 보강구간 내 2M 정착 아파트 : 보강구간 내 1.5M 정착 보강부위 : 보강부위 철근길이 (이음,정착없이) 그대로 산출	아파트, 주차장 인접구간 보강부위 상세도 참조
도해		

※ 철근보강의 경우 정착길이 구조도면 확인 要

4. 철근공사

4. 1. 분류

4. 1. 1. 가공방식에 의한 분류

가. 공장가공방식(표준발주)

나. 현장가공방식(강원, 제주 등 현장여건자료 상 별도로 명기된 경우에 한함)

다. 내역구성

방 식	철근가공	철근조립	운반비	하차비	Placing Drawing
공장가 공방식	UAC020000106(보통) UAC020000107(복잡)	UAC020000104(보통) UAC020000105(복잡)	• 공장→가공공장:BGC0 10000010~510(할증수량) • 가공공장→현장:철근 가공에 포함 (정미수량)	철근하차 및선별 UAV000010002 (정미수량)	MAZ0300 000010
현장가 공방식	-철근가공 및 조립(보통) : UAC020000100 -철근가공 및 조립(복잡) : UAC020000101		BGC010000010~510	SAC0000CTTT1	-

※ 주기 : 산출수량은 현장가공과 공장가공 구분없이 동일하게 적용

4. 1. 2. 시공난이도에 의한 분류(공장가공)

구 분	코 드	적용부위(예시)	비 고
철근가공조립 (보통)	UAC020000100 UAC020000104	전 건물의 기초판(MAT 기초, 줄기초) 지하주차장, 전기실	
철근가공조립 (복잡)	UAC020000101 UAC020000105	“보통” 적용 이외 건물 (상가, 복지관, 경비실, LPG저장소 등)	

* 복잡한 가공조립은 직경 13㎜이하의 철근이 전철근중량의 50% 이상인 경우

4. 1. 3. 맞춤형 철근(철근 현장절단)

가. 적용범위

구분	아파트	지하주차장	부대복리시설	토목구조물
적용여부	**적용**	미적용	미적용	미적용
적용부위	1)지하층~기준층 벽체 수직철근 (단, 최상층, 옥탑층, 기초 제외) 2)수도배관홈 보강철근 3)세대 분전반 보강철근(임대지구) 4)세대 단자함 보강철근(임대지구) 5)벽체 개구부 보강철근 6)창,문 개구부 보강철근 7)양수기함, 계량기함 보강철근	·철근 절곡 부위 발생으로 적용 제외	·주로 1~2층이며 단순, 반복이 없어 적용제외	·옹벽 등은 현장 여건이 다양하여 길이가 상이 하므로 미적용

나. 내역구성

코 드	명 칭	규 격	단위	비고
MGA020002110,13,16,19	이형봉강 (SD500, 600, 공장도)	H-10,13,16,19	t	할증률 0.5% 적용
BGC010000010~90	자재운반비	10~90km까지	t	제강사→현장
MAZ030000010	철근시공도 제작		t	
SAC0000CTTT1	철근하차비		t	선별비 제외
코드없음	철근절단조립(보통)	현장절단(건축공사)	t	현장절단비 적용
코드없음	철근절단조립(복잡)	현장절단(건축공사)	t	현장절단비 적용

4. 2. 수량산출방법

4. 2. 1. 일반기준

가. 철근은 각층별로 기초, 기둥, 보, 바닥판, 계단, 기타의 순으로 구분하여 각 부분에 중복이 없도록 정미수량을 산출한다

나. 구조설계 기준에 따라 정착길이 및 여장길이를 추가 계산한다.

다. 이음길이 중 수직철근(벽 및 기둥)은 정미산출(인장철근 이음길이)하고, 그 외는 이음조정율로 산출한다.

라. 철근을 종류별, 규격별로 총길이를 산출하고 여기에 단위중량을 곱하여 총중량을 산출한다.

마. 철근이음 및 할증율 적용방법 : 설계수량=원수량×재료할증율×이음조정율 (정미산출되는 수직철근은 이음조정율 산정에서 제외)

바. 철근단위중량, 정착길이, 이음조정율은 <표4-1>, <표4-2>에 의한다.

<표4-1> 이형철근 수량산출표

규격	직경	중량 (kg/m)	할증	이음조정율 (%)	정착길이(단위:m)							
					10D (m)	15D (m)	20D (m)	25D (m)	30D (m)	35D (m)	40D (m)	45D (m)
D-10	9.53	0.56	3	2	0.1	0.14	0.19	0.24	0.29	0.33	0.38	0.43
13	12.7	0.995	3	3	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57
16	15.9	1.56	3	5	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72
19	19.1	2.25	3	5	0.19	0.29	0.38	0.48	0.57	0.67	0.76	0.86
22	22.2	3.04	3	7	0.22	0.33	0.44	0.56	0.67	0.78	0.89	1.0
25	25.4	3.98	3	7	0.25	0.38	0.51	0.64	0.76	0.89	1.02	1.14
29	28.6	5.04	3	9	0.29	0.43	0.57	0.71	0.85	1.0	1.14	1.28
32	31.8	6.23	3	9	0.32	0.48	0.63	0.79	0.96	1.13	1.27	1.43
35	34.9	7.51	3	11	0.35	0.52	0.69	0.87	1.04	1.22	1.39	1.57
38	38.1	8.95	3	11	0.38	0.57	0.76	1.95	1.14	1.33	1.52	1.71
41	41.3	10.5	3	13	0.41	0.62	0.82	1.03	1.24	1.44	1.65	1.85

* 맞춤형 철근이 적용되는 현장 절단철근의 경우 할증률 0.5% 적용(주택원가관리처-522, '15.11.16.)

5. 데크플레이트공법 (지하주차장 1, 2층 모두 적용) - 복수적용자재

거푸집대용인 아연도 절곡강판과 입체형 철근트러스를 전기용접으로 일체화 시켜, 공장에서 일괄 생산하여 건설현장에서 동바리 없이 조립하여 콘크리트를 타설할 수 있도록 일괄 제작된 슬래브용 데크플레이트공법으로 품질향상, 공기단축, 간접비 절감 등의 효과가 있음

5. 1. 산출기준

가. 공장제작상 판재

1) 규격별로 정미면적(㎡)산출　　2) 할증없이 정미수량 (시공도단가)

나. 현장배근 철근 및 동바리공

1) 철근트러스 상판재에 포함하여 내역반영('03.6월 발주분부터 적용)
근거 : 건축(구)8121-30739('03.6.16) 데크플레이트공법 개선방안 수립 · 시행

2) 철근트러스 철판 시공부위의 보밑 동바리 비용은 철근트러스철판시공 일위대가에 포함되어 있음.(별도 계상 불필요)

5. 2. 적용 일위대가

공통일위대가를 참조하여 시점별로 일위대가를 비공통코드로 작성하되 지구별 철근납품조건에 따라 공장도와 하치장도로 구분한다.

코　드	명　칭	규　격	단위
SAC010005101~7	철근트러스철판공법(NR01~7) -복수(SD400,500)	동바리,철근(공장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010005201~7	철근트러스철판공법(NR01~7) -복수(SD400,500)	동바리,철근(하치장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010005501~7	철근트러스철판공법(NR01~7) -복수(SD500,600)	동바리,철근(공장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010005701~7	철근트러스철판공법(NR01~7) -복수(SD500,600)	동바리,철근(하치장도),배력근, 보강근 포함	㎡
세부내역	상판재를 설치하는데 소요되는 철근트러스철판재, 현장시공 슬래브 철근 및 동바리의 시공에 필요한 재료비, 노무비를 포함 시공도(재료비)로 계상한다.		

5. 3. 탈형데크플레이트 공법 - '14.05월부터 적용

(민자주택사업처-2350(' 14.04.25.))

데크플레이트공법의 유지관리상 문제점(누수보수, 녹 발생 등)을 개선하고, 원가절감 (D.J 삭제 등) 및 품질향상을 위한 대체공법 전면적용

- 일반데크 대비 거푸집 제거로 마감공정이 추가되고, 요철면 발생 및 내구성 확보를 위해 기존 도장마감 대신 대체공법(무기질계 뿜칠마감재(10T)-UAJ000080010) 적용 필요

코 드	명 칭	규 격	단위
SAC010007101~7	탈형데크플레이트(NR1~7) 시공-복수적용	동바리,철근(공장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010007111~9	탈형데크플레이트(NS1~7) 시공-복수적용	동바리,철근(공장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010007201~7	탈형데크플레이트(NR1~7) 시공-복수적용	동바리,철근(하치장도),배력근, 보강근 포함	㎡
SAC010007211~9	탈형데크플레이트(NS1~7) 시공-복수적용	동바리,철근(하치장도),배력근, 보강근 포함	㎡

6. 콘크리트공사

6. 1. 콘크리트 종류 및 규격

6. 1. 1. 일반사항

가. 지하주차장 상부 누름 및 철골경사지붕 옥상 누름콘크리트 규격(25-18-15)은 2000년 7월부터 적용(기존은 25-24-15 적용) (건축(일)8124-10322('00. 7. 7.))

나. 산출은 도면 및 시방서를 우선 적용하여 산출

다. 층이 다른 경우 당해 건물의 가장 높은층 기준 적용

라. 부위별 기준(조골재지름, 설계기준강도, 슬럼프)에 따른 규격별 정미수량에 할증을 포함한 수량이다. 지역별 현장도착도 재료비이며, 타설 품은 별도 계상.

마. 레미콘의 할증 : 철근콘크리트(1%), 무근콘크리트(2%)

바. 레미콘 자재단가 권역별 적용 - 각 지구 52개 권역으로 변경

사. 수량 산출시 구조체에 매입되어 있는 철근의 체적을 공제하여 산출한다.
*적용대상 : 아파트건설공사(지하주차장 및 부대시설 포함)

아. 수량 산출시 구조체에 매입되어 있는 기계 · 전기 · 통신공사 시설물(배관 및 슬리브, BOX 등)은 각 구조물의 체적에서 0.5% 공제하여 산출한다.
(단, 기초콘크리트 및 무근콘크리트에서는 공제하지 아니한다.)
*적용대상 : 아파트건설공사(지하주차장 및 부대시설 포함)

6. 1. 2. 적용코드 및 기준

구 분		자재단가 코드	15층이하아파트 (부대시설포함)	16~20층 아파트	21층~25층 아파트
T_1	25-27-15	MGG040002701	미적용	미적용	미적용
S_1	25-24-15	MGG040002601	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름 지하주차장 바닥누름	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름
S_2	25-24-8	MGG040000601	기초판	기초판	기초판
C	25-18-8	MGG040001301	버림콘크리트	버림콘크리트	버림콘크리트
BR	25-18-12	MGG040001601	경사지붕	경사지붕	경사지붕
	25-18-15	MGG040002401	철골경사지붕옥상누름 지하주차장상부누름	철골경사지붕옥상누름	철골경사지붕옥상누름

※ 주기 : 1. 아파트 콘크리트강도 설계조합을 기존 24~27MPa에서 24MPa로 일원화
2. 27MPa 이상 강도의 콘크리트는 30층 초과 벽식아파트, 무량복합구조 및 라멘구조와 피로티 등에 개별 검토 후 적용

6. 2. 레미콘치기 (단위:M3) - 레미콘량에서 할증량을 제외할 것

구분	부위	적용대상	명칭	규격	단위	적용코드	비고
아파트	상부	옹벽 및 슬래브-18층 벽 이상	레미콘치기및타설 (배관펌프)(건축)	(철근구조물, (20-26M3/HR)	M3	UAC030000100	
		옹벽 및 슬래브-15층 벽~18층 바닥	레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(63M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000204	
			레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(63M)	(300M3이상 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000206	
		옹벽 및 슬래브-10층 벽~15층 바닥	레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(52M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000164	
			레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(52M)	(300M3이상 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000166	
		옹벽 및 슬래브-10층 바닥 이하	레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000104	
			레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(32M)	(300M3이상 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000106	
		기계실, 1층 부위	레미콘치기및타설 (펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 무근구조물, S=15)	M3	UAC030000112	

구분	부위	적용대상	명칭	규격	단위	적용코드	비고
	하부	지하층옹벽	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000104	
		기초	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=8～12)	M3	UAC030000103	
		버림, E/V 무근	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 무근구조물, S=8～12)	M3	UAC030000111	
주차장	상부	옹벽 및 슬래브	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(300M3이상 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000106	
		내부무근 및 지붕상부	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(300M3이상 무근구조물, S=15)	M3	UAC030000116	
	하부	기초	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(300M3이상 철근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000105	
		버림	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(300M3이상 무근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000115	
복지관 상가	상부	옹벽 및 지붕	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000104	
	하부	지하층옹벽	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000104	
		기초	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(100-300M3미만 철근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000103	
		버림	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 무근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000111	
기타시설	상부	옹벽 및 슬래브, 지붕	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 철근구조물, S=15)	M3	UAC030000102	
		무근(전기실 지붕 등)	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 무근구조물, S=15)	M3	UAC030000112	
	하부	기초	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 철근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000101	
		버림	레미콘치기및타설(펌프차붐)(건축)(32M)	(50M3미만 무근구조물, S=8~12)	M3	UAC030000111	

※ 주기 : 1. 건설공사 표준품셈 기준변경에 따른 1일 타설량에 따른 구조물별 적용.
2. 레미콘 치기 및 펌프차타설 적용기준변경[주택기술처-2159('09.7.30.)]
3. 펌프카 장비에 의한 콘크리트 타설 품셈기준 개선[주택원가관리처-5379, ('15.11.23.)]

6. 3. 콘크리트면 양생

코 드	명 칭	규 격	단위
UAC010001501	콘크리트면양생비		M2
세부내역	기초판면적+연면적+서비스면적+옥탑지붕면적으로 계상한다. 콘크리트를 양생 하는데 소요되는 비용을 재료비(폴리에틸렌필름보양)에 적용.		

6. 4. 기타경비 (단위:M3)

일위대가	명 칭	규격	단위	산출기준
QEF000082001	CON'C 다지기 (VIBRATOR)		M3	할증량을 제외 무근구조 제외
UAA050000010	용수비(레미콘지구)		M3	자동계산
BGZ000002011	임시전력비(전력량요금) 1년이하(거푸집+레미콘치기)		KWH	
HKN000001000	모터	0.75KW	시간	

7. 거푸집공사

7. 1. 일반기준

가. 거푸집소요량은 설계도서에 의하여 산출한 정미면적으로 하며 종류별(시스템폼,철제거푸집, 합판거푸집, 제치장거푸집, 유로폼, 대형거푸집 등) 사용부위별로 구분하여 산출한다.

나. 다음의 접합부면적은 거푸집면적에서 빼지 않는다.
- 기초와 지중보 -기둥과 벽 - 지중보와 기둥 - 바닥판과 기둥
- 기둥과 보 - 보와 벽 - 큰 보와 작은 보

다. 1㎡ 이하의 개구부는 주위의 사용재를 고려하여 거푸집면적에서 감하지 아니한다.

라. 합판 또는 철판 등으로 마감되는 거푸집을 제작, 조립, 해체하는데 소요되는 재료비 및 노무비로, 기구손료, 스페이서 및 박리제가 포함된 비용이다.

7. 2. 시스템폼(AL폼) 산출기준

가. 적용대상

평균층수 10층 이상인 아파트 기준층에 적용(9층 이하 아파트는 설계자 결정)

구 분	내 용
적용대상 (기준층)	· 단위세대 내부형태가 반복적으로 이루어지는 부분으로 아파트내부 옹벽, 슬래브, 계단실(비상계단 포함) 부위
미적용대상 (비기준층)	· 아파트 출입구부위, 필로티 내부, 계단실형 돌출된 1-3층등 반복적으로 이루어 질 수 없는 부위 · 거푸집 생산에 어려움이 있는 곡면옹벽 부위 · 부대시설인 주차장, 복지관(아파트 1층 설치부위 포함) 등

나. 적용코드

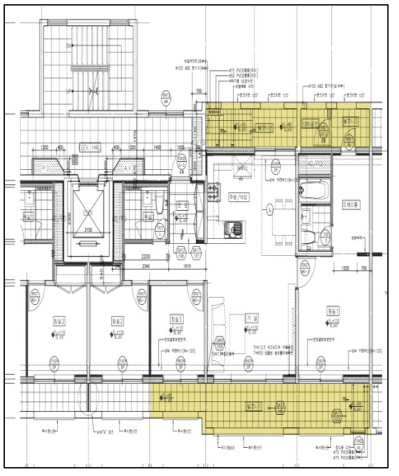
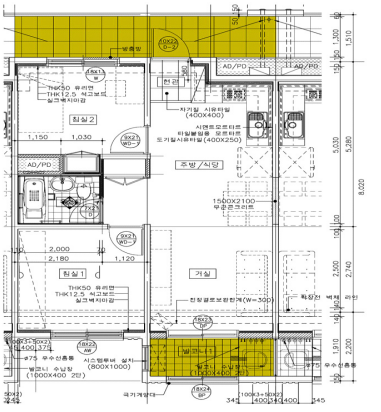
코 드	명 칭	규 격	단위	적용방법
UAC010000361	AL FORM 10-14층	조립해체, 동바리 포함	M2	층별로 적용 옹벽, 슬래브 구분없음
UAC010000362	AL FORM 15-19층	조립해체, 동바리 포함	M2	
UAC010000363	AL FORM 20층 이상	조립해체, 동바리 포함	M2	
UAC010000371	AL FORM 10-14층 (저소음공법)	조립해체, 동바리 포함	M2	
UAC010000372	AL FORM 15-19층 (저소음공법)	조립해체, 동바리 포함	M2	
UAC010000373	AL FORM 20층이상 (저소음공법)	조립해체, 동바리 포함	M2	
UAJ060000070	콘크리트 면처리 (벽, AL FORM)	(폭 10CM)	M2	콘크리트 1㎡의 면처리
UAJ060000080	콘크리트 면처리 (천정, AL FORM)	(폭 10CM)	M2	

7. 3. 거푸집적용기준

구분	코드	6층이하	9층이하 아파트	10층이상 아파트	부대시설	비고
시스템폼 (AL폼)	UAC010000361~3 UAC010000371~3			기준층 전옹벽, 슬래브		동바리포함
유로폼(벽)	UAC010000310	상기 적용부위 제외 전옹벽 및 기초 계단실 옹벽	상기 적용부위 제외 전옹벽 계단실 옹벽	지하 및 지붕층 벽	기둥2면 지하옹벽 램프옹벽	
유로폼 (계단) (디딤판부위벽)	UAC010000314		계단실 (챌판, 디딤판 부위) 벽, 아파트 주계단실에 적용	주계단실 (돌출부위 (1~3F)) 벽		
합판거푸집 (3회,일반면)	UAC010000001	계단실내부 벽면(4면)	계단실마구리벽 (아파트 주계단 제외) 스페이셔(UH-30), 박리제(수용성)포함		주차장: 보밑면, 보옆면 기둥2면, SLAB하부 복지관: 기둥4면	
합판거푸집 (3회,경사 지붕면)	UAC010000005	지붕경사면	지붕경사면	지붕경사면	지붕 경사면	합판거푸집4회 (C급) UAC010000010
합판거푸집 (6회)	UAC010000025	매설부위	매설부위	매설부위	매설부위	EL.샤프트하부, 램프하부바닥 및 벽, 주현관 출입계단하부
제치장 요철거푸집 (폼타이사용 횟수에 따른 분류)	UAC010000205 UAC010000215 UAC010000220 UAC010000225	요철부위 (5회)	GANG FORM적용 (냉연철판T1.2)	GANG FORM적용 (냉연철판T1.2)		
제치장코팅 (6회)	UAC010000270 (코팅합판 12X4'X8')	계단실천정 발코니난간 슬래브하부	발코니턱, 지붕난간 외부, 계단실천정, 치장 및 노출콘크리트면, 슬래브 (하부 스치로폴 또는 반자틀이 있는 경우 제외)	측벽박공 1층 슬래브		발코니턱, 지붕난간내부는 또는 철제거푸집
제치장코팅 (10회)	UAC010000280		슬래브 (하부스치로폴 또는 반자틀이 있는 경우)			15층이하 최상층 16-최상층 욕실,최상층 발코니
철제곡면 거푸집 (층별횟수)	UAC010000515 UAC010000520 UAC010000525	곡면부위 (5회)	곡면부위(층별횟수) 냉연철판THK1.2	곡면부위		
매립형철망 거푸집	UAC010000151 UAC010000152	지중보 및 기초	지중보 및 기초	지중보 및 기초	지중보 및 기초	

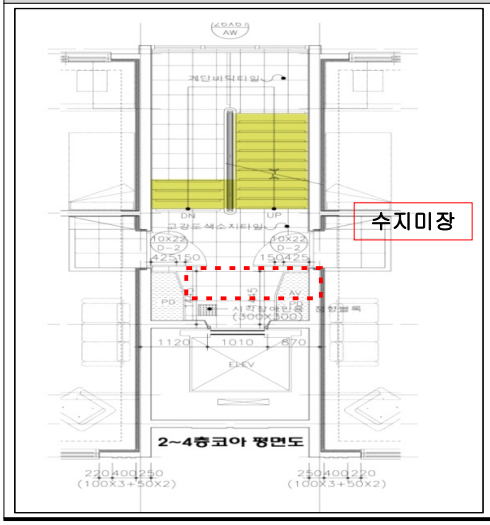
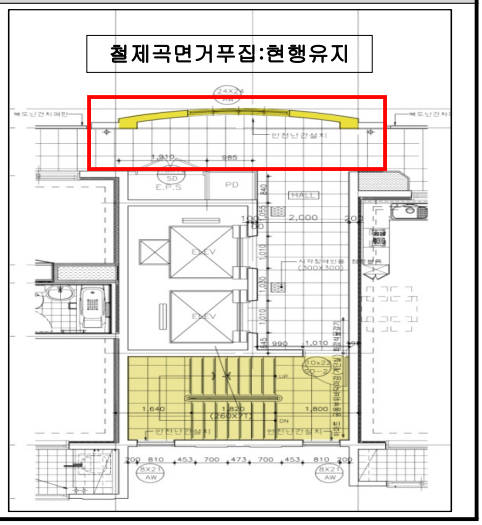
7. 4. 아파트 부위별 거푸집적용기준

7. 4. 1. 아파트 세대내 부위별 산출기준

계단실형	복도형
	

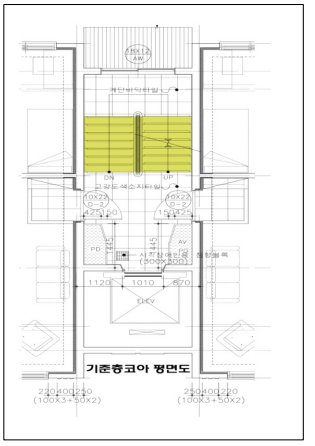
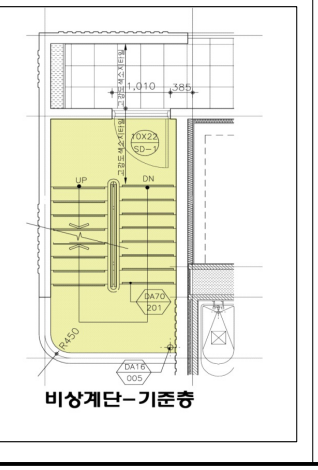
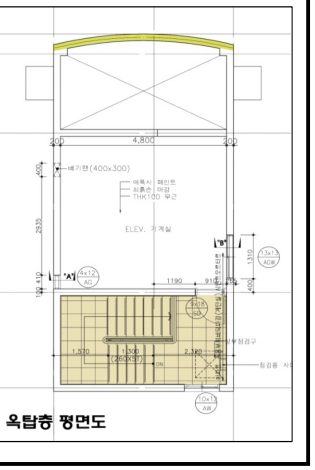
부재별	위치	유로폼	AL폼	비고
슬래브	세대내부	· 제치장코팅10회 · 강관동바리	· AL폼 –	
	전실	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면처리(천정)	· AL폼 – · 면처리(천정AL폼용)	
옹벽 및 기둥	세대내부	· 유로폼 · 면처리(벽체)	· AL폼 · 면처리(벽체AL폼용)	
	기둥	· 유로폼 · 면접기 · 면처리(벽체)	· AL폼 – · 면처리(벽체AL폼용)	
	외부	· Gang-Form	· 좌동	
발코니	높은옹벽 (내부)	· 유로폼 · 면처리(벽체) · 난간중앙홈 * 코킹산출	· AL폼 · 면처리(벽체AL폼용) – * 코킹산출	
	낮은옹벽 (내부)	· 제치장코팅6회 · 면처리(벽체) /방수미장	· AL폼 · 면처리(벽체AL폼용) /방수미장	
	슬래브	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면접기 및 물끊기 · 면처리(천정)	· AL폼 – – · 면처리(천정AL폼용)	
방수턱(화장실)		· 합판거푸집3회	· 좌동	

7. 4. 2. 아파트 기준층 공용부위 산출기준

계단실형	복도형
	

부재별	위치	유로폼	AL폼	비고
슬래브	계단실형 E/V홀	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면처리(천정)	· AL폼 – · 면처리(천정AL폼용)	
	복도형 E/V홀 복도	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면접기 및 물끊기 · 면처리(천정)	· AL폼 – – · 면처리(천정AL폼용)	
옹벽	E/V홀	· 유로폼/철제거푸집 · 면처리 /수지미장(일부)	· AL폼/철제거푸집 · 면처리(벽체AL폼용) /수지미장(승강기벽면)	
	E/V내부	· 유로폼	· AL폼	
	외부	· Gang-Form	· 좌동	
복도	높은옹벽 (내부)	· 유로폼 · 면처리(벽체) · 면접기(15*15) · 난간중앙홈 * 코킹산출	· AL폼 · 면처리(벽체AL폼용) – – * 코킹산출	
	슬래브	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면접기 및 물끊기 · 면처리(천정)	· AL폼 – – · 면처리(천정AL폼용)	

7. 4. 3. 아파트 계단실 산출기준

기준층	비상계단	옥탑층
		

층별	위치	유로폼	AL폼	비고
기준층 계단실	슬래브	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면처리(천정)	· AL폼 – · 면처리(천정AL폼용)	
	디딤판 및챌판	· 제치장코팅6회 · 합판거푸집3회	· AL폼 · AL폼	
	옹벽	· 유로폼/유로폼계단 · 면처리/수지미장 · 면접기 및 물끊기	· AL폼 · 면처리(벽체AL폼용) –	
비상 계단	슬래브	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면처리(천정)	· AL폼 – · 면처리(천정AL폼용)	
	디딤판 및챌판	· 제치장코팅6회 · 합판거푸집3회	· AL폼 · AL폼	
	옹벽	· 유로폼/유로폼계단 · 철제거푸집 · 면처리/수지미장	· AL폼 · AL폼 · 면처리(벽체AL폼용)	
계단실형 돌출된 1-3층(4F) 및 옥탑층	옹벽	· 유로폼/유로폼계단 · 면처리/수지미장 · 합판3회(디딤판)	· 좌동 · 좌동 · 좌동	
	슬래브	· 제치장코팅6회 · 강관동바리 · 면처리(천정)	· 좌동 · 좌동 · 좌동	

7. 4. 4. 아파트 외부 산출기준

부재별	위치	6층 이하 아파트	7층 이상 아파트(갱폼)	비고
벽	측벽 바깥면	요철형거푸집(리브문양)	대형거푸집	
	전후면 외곽벽면	요철형거푸집(리브문양)	대형거푸집	
복도	복도난간	제치장코팅6회	대형거푸집	
지붕	지붕난간	제치장코팅6회	대형거푸집	

7. 4. 5. 아파트 기타부위 산출기준

구분	부위	거푸집	비고
바닥	버림콘크리트	매립형철망거푸집	
기초	기초방석	매립형철망거푸집	
벽	지하옹벽	유로폼(벽)	
발코니턱	단차이나는 부위	합판B급3회일반	확장형발코니/일반발코니
지붕난간	내부	제치장코팅 6회 철제거푸집	
지붕경사		합판3회(경사)	옥탑지붕(RC,철골경사)
옥상파라펫		제치장코팅 6회	
곡면부위		곡면거푸집	저층은 5회, 고·초고층은 층별 횟수
램프	벽	유로폼(벽)15회	
	하부바닥	합판 6회	
주현관	출입계단하부	합판 6회	
욕실	조적하부 방수턱	합판B급3회일반	마감에서 산출 이기

7. 5. 무비계공법 및 대형거푸집

7. 5. 1. 적용부위 및 내용

가. 적용부위

아파트 외부옹벽에 적용 (내부거푸집은 현행대로 적용)

나. 내용

구 분		6층 이하	7층 이상
1.측 벽	비 계	쌍줄비계	-
	거푸집	철제요철거푸집	GANG FORM
2.낮은발코니를 제외한 전옹벽	비 계	강관비계매기 및 단관외줄비계	-
	거푸집	- 복도난간 : 제치장코팅합판 - 기타 : 유로폼(15회)	GANG FORM
3.낮은발코니	비 계	쌍줄비계	-
	거푸집	제치장코팅합판(6회)	GANG FORM

7. 5. 2. 부속자재 및 수량산출기준

GANG FORM의 설치에 필요한 소요량을 재료비로 산출한다.

기타거푸집 사용부위의 수량은 감처리 할 것

※ 주기 : P.E안전망 삭제 (2001. 2월 발주분 부터) → 안전관리비에서 처리

가. 측 벽

코 드	명 칭	규 격	단위	계상기준
UAC010002010	GANG FORM	H=3,작업발판(5단), 핸드레일(11단) 포함	m	측벽폭
MGJ020000507	(CAGE)사다리	H=1.8, 3개	개소	측벽개소 당 1개소 산정 (작업공간인 CAGE연결용)
UAO060000002	탄성퍼티	층간조인트, W=100	m	수평: 측벽폭× 층수 (수직은 7.5.2의 사항에 따라 별도 산정) 탄성퍼티 : '15년 12월 발주분부터 W=100으로 조정(기존 W=200)

나. 옹벽

산출부위 : 전면, 후면, 코아(측벽 기준)

코 드	명 칭	규 격	단위	계상기준
UAC010002010	GANG FORM	H=3,작업발판(5단), 핸드레일(11단) 포함	m	측벽폭
UAO060000001	탄성퍼티	층간조인트, W=100	m	· 수평 : 옹벽폭× 층수 (수직은 별도산정)

다. GANG FORM 조립, 해체비

코 드	명 칭	규 격	단위
UAC010002001	갱폼설치해체비		㎡
세부내역	GANGFORM이 설치되는 옹벽면적, GANG FORM을 구성하는 요소들의 재료비를 별도로 적용, 노무비(형틀목공/보통인부)는 갱폼설치해체비에 계상 ※ 폼타이구멍보수 노무비용 포함		

라. GANG FORM 보수비

코 드	명 칭	규격	단위	산출기준
SAC010009001	G/F보수비(바탕+줄눈)	철판+각관	㎡	바탕정리와 줄눈설치 병행할 경우
SAC010009003	G/F보수비(줄눈설치)	각관	㎡	리브무늬가 아닌 단순문양에서 변화된 경우
SAC010009005	G/F보수비(바탕정리)	철판	㎡	문양변경을 위한 바탕정리
적용기준	· 아파트 측벽(박공포함), 내·외부 입면형태 변화부위에 적용 · 옹벽폭×3M · 철판(열연철판 2.3T), 각관(구조용각관 1.2T)			

마. GANG FORM 보수해체비

코 드	명 칭	규 격	단위
SAC010009002	갱폼보수해체비		㎡
세부내역	GANG FORM이 설치되는 옹벽면적 용접공 및 기구손료반영		

사. 외부 수직면처리(벽) **(미장공사에서 산출)**

코 드	명 칭	규 격	단위
SAJ060000020	콘크리트 면처리(수직벽)	(폭 10CM, 갱폼외부적용)	m
세부내역	(변수) X 층고 X 층수 변수 - 독립갱폼(측벽) : 개소수 x 2 - 전·후면 연속갱폼 : (연속갱폼길이/13M, 소수점 이하 올림)		

7. 6. 기타공사

7. 6. 1. 면접기 및 물끊기

가. PS합성목재(25MM)

1) 인접하여 있을 경우는 물끊기 및 면접기 항목으로 길이(m)로 산출한다. (발코니, 복도, 기타 설치부위 등)

2) 적용코드

코 드	명 칭	규 격	단위
MGI020000305	PS합성목재	(면접기 및 물끊기)-25㎜	m
세부내역	DA-39-002		

7. 6. 2. 면접기

가. 외부 노출 옹벽의 면접기가 양면에 있는 경우는 길이(m)로 산출한다.

단, 갱폼 및 AL-폼 제작시 일체형으로 면접기가 제작 · 설치되는 경우 산출제외

나. 세대내부 옹벽마구리가 노출되는 경우에는 면접기를 길이(m)로 산출한다.

다. 적용코드

코 드	명 칭	규 격	단위
UAC010001001	기둥 면접기	(15X15)	m
세부내역	발코니난간, 세대내부 한면접기 옹벽, 옹벽양면접기 부위 등에 소요길이로 산출한다. 면접기 합성목재(라왕소활재)의 재료비.		
UAC010001101	물 끊기	(18X12X15)	m

7. 6. 3. 구조용용접철망 깔기

가. 아파트를 제외한 부대시설(근린생활시설 등)에 적용

『전기등박스 보강근 개선방안 송부』(주택원가관리처-5567('15.12.01.))

코 드	명 칭	규 격	단위
UAS080000030	구조용용접철망깔기	(D8X150X150)	㎡
세부내역	슬래브에 매입되는 전등BOX, 감지기, 스피커 등 각종BOX류 부위에 설치하는 용접철망으로 규격별 면적으로 산출한다. 용접철망을 설치하는데 소요되는 재료비 및 노무비이다.		

7. 6. 4. 시멘트 몰탈(배관용)

코 드	명 칭	규 격	단위
UAJ010002080	시멘트 몰탈(1:3)		㎥
세부내역	콘크리트 압송을 시작하기 전에 소요되는 몰탈이다. 배합비가 1:3인 몰탈을 배합하는데 소요되는 노무비(시멘트와 모래는 별도계상)		

※ 주기 : 철근콘크리트공사시 펌프배관초벌칠용으로 사용되며 슬래브판당 0.4㎥를 산출한다.

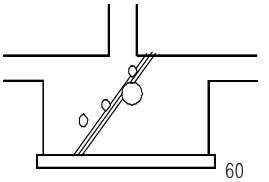
7. 6. 5. 콘크리트 섬유보강재 넣기 - 와이어메쉬 대체공법

코 드	명 칭	규 격	단위
MAZ060000010	섬유보강재(천연및화학섬유, 투입비포함)	셀룰로오즈 및 나일론(0.6~1.2KG/㎥)	㎥
적용부위	지하주차장 바닥 무근콘크리트('12년 12월 이후 발주 분부터 적용) [기술기준처-5137('12.11.23.)]		
SAT000030010	콘크리트 섬유보강재(투입비포함) -복수적용	(셀룰로오스,나일론,강섬유)	㎥
적용부위	지하주차장 상부 슬래브 무근콘크리트('14년 12월 이후 발주 분부터 적용) [주택기술기준처-4711('14.12.26.)]		
산출기준	지하주차장 바닥 및 상부 슬래브 무근콘크리트량 반영 (콘크리트 1㎥당 섬유보강재 투입단가 적용)		

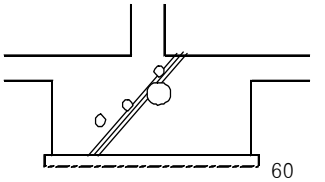
8. 기초공사

8. 1. 콘크리트공사

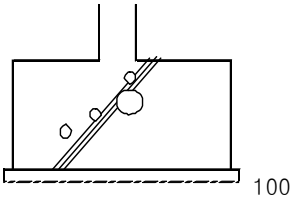
8. 1. 1. 버림콘크리트



<보통토층, 줄기초>



<암반층, 줄기초>



<암반층, MAT기초>

※ 주기 : 암터파기 후 버림콘크리트 타설시 시공기준면 이하로 터파기한 부분은 수급인 부담

8. 2. 거푸집공사

8. 2. 1. 일반사항

가. 매립형철망거푸집

나. 대형거푸집의 기초판콘크리트 부어넣기량이 300㎥를 초과하는 경우 콘크리트 이어치는 부위에 적용

- 산출기준 = 기초판 바닥면적 * 0.037

(단, 통합형주차장의 경우 아파트와 주차장이 접하는 길이 × 기초판두께 추가)

다. 기초 : 유로폼 또는 매립형철망거푸집

라. 지중보 : 합판거푸집 4회 또는 매립형철망거푸집

8. 2. 2. 적용코드

일위대가	명칭	적용부위
UAC010000001	합판거푸집(3회,일반면)	기둥,슬래브,보
UAC010000151	매립형철망거푸집	독립기초
UAC010000152	매립형철망거푸집	MAT기초,지중보,옹벽,이어치기 등
UAC010000310	유로폼(벽)	램프벽,옹벽,환기탑,계단 등
UAC010000401	문양거푸집(합판4회+문양스치로폴)	램프외벽 지상 노출면
UAC010000515	철제곡면거푸집(15회)	원형기둥(THP거푸집으로 적용)

2. 골조공사 견적 프로그램

골조공사의 견적에 사용하는 프로그램은 기존의 엑셀을 기반으로 하는 2D 프로그램이 주로 사용되었으며, 최근에 와서는 본 연구와 더불어 3D BIM 프로그램을 골조공사의 수량 견적에 활용하고자 시도하고 있으며, 본 연구에서 그 성과를 분석하여 효용성을 검증하고자 한다.

2.1 기존 견적 프로그램

기존의 건축공사 견적에 사용되는 프로그램은 대체로 엑셀과 같이 단순하게 계산을 수행하는 프로그램을 사용하였다. 우리공사에서는 고려전산에서 개발하여 사용하고 있는 RC 8.0 LH 프로그램과 같은 공사 아파트단지에 특화된 견적 프로그램을 사용하고 있다.

2.2 3D BIM을 활용한 프로그램

BIM 프로그램을 기반으로 한 골조공사 견적에 사용되는 프로그램은 오토캐드사에서 개발한 Revit Structure 프로그램과 Tekla Structure 2017 프로그램 등이 있고, 이들 프로그램에서 부족한 철근 배근 기능을 보완하기 위하여 사용하는 철근배근 자동화 프로그램 IVY 2017이 있다. 그리고 이러한 프로그램을 대체하여 골조공사의 모델링과 철근 배근을 정밀하게 묘사할 수 있는 Builder-Hub 프로그램(창소프트) 등이 있다. 또한 국내에서 운용되는 BIM 기반 견적 프로그램으로는 (주)글로텍에서 개발한 PMxPM과 ㈜유미드에서 개발한 Grace Arch, KBims_EST-P 등이 있으나, 이들 프로그램에서는 철근의 상세 모델링에 한계가 있다.

1) 골조공사 수량산출에서 BIM 도입의 효과

2016년부터 민간건설사를 중심으로 BIM을 활용한 수량 산출기법의 도입이 증가하

고 있으며, 기존 2D 견적업무와 대비하여 사전 도면오류 검토 소요시간 단축, 골조공사 물량 정확성 향상, 공정간 간섭 감소 등에 대한 주요성과를 달성하여 왔다.

민간업체의 경우 자사 견적기준에 부합되는 BIM 견적 업무 수행을 위해 자사의 견적기준을 BIM 견적산출[1] 알고리즘에 반영하는 업무를 진행하고 있다.

우리공사에서는 BIM 설계 가이드라인을 수립하고 시범사업을 수행하였으나, 해당 가이드라인에는 BIM의 견적활용에 대한 구체적인 기준이 포함되어 있지 않다. 그리고 2016년 BIM 설계 시범지구 아파트 1개 동에 대하여 BIM 모델링을 통한 견적을 수행하여 공사비 오차 발생을 검증함으로써, 휴먼에러 최소화 및 정확한 공사비 산정 가능성을 확인하였다.

기존의 2D 견적 방식과 비교한 BIM 모델링 견적 방법의 효과는 아래 표와 같다.

[표 2-1] 기존 2D견적과 BIM의 특징 비교

구분	2D 견적	BIM 견적
숙련도	· 배근상세/수량산출기준에 대한 충분한 경험과 교육이 필요로 함 · 작업자의 숙련도에 따라 수량산출 결과 상이	· 배근상세/수량산출기준에 대해 알고리즘으로 대체 · 작업자에 따라 동일한 수량산출 결과 도출
오류체크 시스템	· 산출결과를 통해 산출물량 누락여부/산출부위에 대한 확인이 어려움 · 오류체크는 기존 실적에 따른 추정을 통한 적정성 검토 · 설계도서간 불일치 항목에 대해 경험치에 근거한 수량산출	· 설계도서 간 불일치하는 부분에 대해 사전 검토기능을 통한 설계 정합성 검토 · 누락된 부분이나 과설계된 부분에 대한 시각화 검토 및 알고리즘에 의한 검토가 가능 · 수량산출 내역에 대한 참여주체간의 신뢰성 증대
정확성	· 견적산출기준에 따른 수량산출 · 견적물량과 시공물량에 대한 오차율 분석이 어려움	· 시공상세를 견적단계에서 반영하여 견적과 시공물량의 차이가 적음 · 동일 기준에 따른 수량산출을 통한 견적물량 대비 실행물량에 대한 물량 이력관리가 용이함

1) '견적산출'은 수량산출과 견적을 총칭함

DATA 활용성	· 시공단계에서 활용하기 어려움	· BIM모델을 활용한 철근 배근시공도 품질 및 정확성 향상 · 시공단계별 계획대비 실행물량에 대한 이력관리 가능 · BIM 모델 DATA로 활용이 가능함(간섭, 공정검토)

2.3 시범 적용 사용 프로그램의 장단점 고찰

기존의 건축공사 견적에 사용되는 프로그램은 대체로 엑셀과 같이 단순하게 계산을 수행하고 견적회사 입장에서 익숙하기 때문에 사용하기에 용이하고, 기존에 구축된 데이터 들의 활용이 가능한 장점이 있는 반면에 작업자의 기능도에 따라 산출의 정확도에서 차이가 발생하게 되는 문제가 있다. 그러나 시범 적용에서 사용한 BIM 견적 프로그램인 Build-HUB 등은 수치 입력 작업이 캐드 도면을 인식하여 자동으로 처리되므로 작업시간이 단축되고 입체로 된 3D 화면을 보고 확인하면서 견적할 수 있어 도면의 파악과 확인 및 수정이 용이하나 반면에 사용자 입장에서는 프로그램의 임대료가 비싸서 비용에 대한 부담을 느끼고 있었다.

이러한 시범 적용 두 프로그램의 장단점을 고찰하면 다음 표와 같다.

[표 2-2] 시범적용 두가지 견적 프로그램의 장단점 고찰

구분	기존 견적 프로그램 (RC8.0)	BIM (Build-HUB 등)
장점	- (견적회사 입장)프로그램이 익숙함 - 이전에 작업한 자료의 활용 가능함	- 수치 입력 작업을 캐드 도면을 자동 인식하여 산출되므로 작업시간 단축 - 3D화면을 보면서 작업하므로 도면 파악이 용이함 - 산출시간이 기존의 2D 견적 프로그램에 비하여 단축됨.
단점	- 작업자 실력에 따라 산출의 정확도 달라짐	- 캐드도면 인식에 대한 한계가 있음 (자동 인식이 안되는 부분은 별도 보강작

	- 단순작업으로 인한 일정이 길어짐 (보길이, 슬라브 면적 캐드작업) - 같은 W1배근이라도 콘크리트 강도가 상이하여 복사하여 작업하는 시간이 필요함 - 산출기간이 길어져 작업중 업무 집중도가 떨어짐. (업무지연의 원인)	업이 필요함. 현재, 수도홈보강 및 수직형태의 보강근 등) - 프로그램의 대중화가 안되어 거래처에서의 작업확인 및 분석이 힘듬 - 프로그램 임대비용이 비싸서 비용에 대한 부담이 큼

3. 기존 BIM 견적 사례 분석

기존의 연구 자료들과 문헌자료들을 토대로 조사한 BIM 견적 사례는 다음과 같이 약 6건 정도가 조사되었다. 공동주택에 대한 견적 사례가 3건이고 그 외에 사무실 등의 기타 건축물에 대한 사례가 3건으로 구성되어 있다. 이들 연구에서 산정한 BIM 견적 사례를 분석하여 연구의 방향 설정과 내용 분석에 참조하였다.

3.1 공동 주택 견적 사례 조사

1) 조사 사례 1 (○○○ 아파트 적용 사례), 이건(2014)

□ 개요

○ 연구 사례 1에 대한 개요는 다음의 표에서 제시하고 있는 바와 같이 공동주택 및 부대복리시설을 갖춘 단지를 대상으로 하고 있다. 기존 2D 방식에 의해 산출된 물량과 BIM에 의하여 산출된 물량에 대한 정확성을 확인하기 위하여 공동주택에 적용한 사례에 대하여 우선적으로 검토하였으며, 본 사례에서는 아파트 3개동을 포함한 공동주택 단지의 골조 수량에 대하여 BIM 툴을 활용하여 견적하였다.

[표 2-3] 사례 1 아파트 단지 개요

구분	내용
용도	공동주택(아파트 3개동) 및 부대 복리시설
대지면적(㎡)	2,228.4
지하주차장 면적(㎡)	2,826.7
프로젝트 수행내용	골조물량 산출(철근, 콘크리트, 거푸집)

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 사례에서는 CAD에 의한 배근시공도 작성 업무에 대하여 BIM기술을 적용하

여 업무의 효율을 향상시키고, BIM을 통하여 여유있는 배근시공도 작성업무를 하여 오류가능성을 최소화하는 골조공사 프로세스를 구축하는 것이 목적이었다.

○ 따라서 입찰물량에 대한 정확성을 높이는 것을 목표로 하며 원가 리스크를 절감하는 방안으로 입찰 견적물량과 BIM기술 적용 골조공사 물량을 비교분석하여 BIM기술의 성능을 검증하였다. 이를 위하여 본 사례에서는 BIM물량을 산출을 위한 도구(tool)로 Rebar HUB프로그램을 사용하였다.

□ 조사 결과

○ 철근 물량은 기존 2D와 BIM물량의 차이가 123.753ton이며 BIM기술을 적용하여 약 7.60%의 감소된 것으로 나타났으며, 콘크리트는 기존 2D 방식과 BIM의 차이가 748.335㎥이며 BIM기술을 적용하여 3.60% 감소된 것으로 나타났다. 또한 거푸집 물량은 기존 방식과 BIM 적용에 따른 물량 차이가 약 0.29%로 기술 적용 결과에 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

○ 기존 2D 방식(EMS)과 BIM기술을 적용하여 산출된 골조물량에 대한 비교결과는 다음의 표와 같다.

[표 2-4] 사례 1의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
철근(ton)	1748.193	1624.440	-7.60%
콘크리트(㎥)	21491.135	20742.800	-3.60%
거푸집(㎡)	140130.250	140541.390	+0.29%

□ 견적 수량 차이원인 분석

○ 철근 물량에서는 면적이 넓은 지하주차장의 기초철근보다 주거동의 기초철근이 2D대비 BIM 물량의 감소가 큰 것으로 나타났는데, 이는 주문길이보다 작은 길이(5.968m)인 기초 부재에 주근갯수*1/8로 일괄적인 이음길이를 적용하였

기 때문이었다. 이와 같이 철근 물량산출은 배근상세와 주문길이 등에 따라 철근의 물량에서 큰 변화를 보이는 것을 확인 할 수 있었다.

- 또한 벽체철근 산출시 작업자의 실수에 의하여 2D물량에서 아파트 1개동(CW5B, CW6B동)의 옹벽 산출 물량이 누락되었음을 발견할 수 있었다.
- 기존 2D 철근물량 산출방식에서는 다양한 형상을 가지는 기초부재의 배근구간을 직사각형으로 재설정한 경우에 기초부재간의 형상에 따른 철근 이음 및 정착을 고려할 수 없다. 그러나 BIM기술을 적용하면 기초 부재의 형상에 따라 배근구간을 자동으로 구획하여 배근구간간의 기초 두께 및 철근 규격에 따라 철근 이음 및 정착을 자동으로 산출하고 기초부재와 연결된 지하옹벽, 기둥, 독립기초, 줄기초, 지중보 등의 기하학적 정보 및 연결 관계를 철근배근에 반영하여 기초 철근 배근시공도를 자동으로 산출하고 있다.
- 콘크리트 물량에서 기존 2D 산출과 비교하여 BIM의 물량이 크게 감소하여 차이가 발생한 원인은 BIM 모델링 견적에서는 약 5,807.984㎥의 버림 콘크리트 물량을 고려하지 못하였기 때문으로 나타났다.

2) 조사 사례 2 (6개동 아파트 사례) 박영진 외 3인(2011)

□ 개요

○ 연구 사례 2에서는 연면적 109,608㎡(33,830평)이며 514세대, 6개동 규모의 아파트를 대상으로 분석을 수행하였다. BIM 모델링을 통한 검증을 위하여 수주 후 실행 완료된 실제 프로젝트를 선정하여 개산견적을 시행하였다. 또한 BIM의 적정성 확인을 위하여 2D방식에 의한 개산견적과 BIM물량의 비교분석을 실시하였다.

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 사례에서는 Graphisoft사의 ArchiCAD12 기반 BIM 프로그램의 물량 속성정보를 공간 요인(factor)을 활용한 분류체계에 의해 분류하며 관련 DB와의 연계를 통하여 공사비 예측을 통한 예산배정을 위하여 물량산출 및 공사비 산정이 자동으로 산출되는 BIM기반 개산견적 모델을 제안하였다. 또한 사례 프로젝트를 대상으로 BIM기반 개산견적 모델을 적용하여 기존 견적방식과 물량을 비교하여 BIM 모델링의 효용성을 검증하였다.

□ 조사 결과

○ 철근 물량은 기존 2D와 BIM물량의 차이가 592ton이며 BIM기술을 적용하여 약 8.00%의 감소된 것으로 나타나 콘크리트 및 거푸집에 비하여 상대적으로 큰 감소를 나타내고 있다. 또한 콘크리트는 기존 2D 방식과 BIM의 차이가 792㎥이며 BIM기술을 적용하여 1.14% 감소된 것으로 나타났으며 거푸집 물량은 기존 방식과 BIM 적용에 따른 물량 차이가 1,362㎡이며 BIM기술을 적용하여 0.35% 감소된 것으로 나타났다. 본 사례에서는 BIM을 사용하여 정확하게 모델링 한 결과 기존의 2D 견적으로 산출한 골조공사 물량보다 모두 감소하여 산출되는 것으로 나타났다.

○ 골조물량에 대한 각각의 산출방식에 따른 비교결과는 다음 표와 같다.

[표 2-5] 사례 2의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
철근(ton)	7,401.000	6,809.000	-8.00%
콘크리트(㎥)	69,366.000	68,574.000	-1.14%
거푸집(㎡)	393,520.000	392,158.000	-0.35%

□ 견적 수량 차이원인 분석

○ 본 사례에서는 각 골조공사의 BIM물량이 모두 기존 2D보다 감소하여 산출되었는데, BIM산출 철근물량은 피트와 콘크리트 ㎥당 철근수량(1.5%기준 증가)을 반영하지 않았기 때문에 기존 2D물량보다 감소되어 나타났고, BIM산출 콘크리트물량은 피트와 합벽을 반영하지 않았기 때문에 기존 2D물량보다 감소되어 나타났으며, BIM산출 거푸집물량은 마구리 거푸집과 피트를 반영하지 않았기 때문에 기존 2D물량보다 감소되어 나타났는 것으로 보인다.

3) 조사 사례 3 (25층 내외 5개동 아파트 사례) 송치호 외 3인(2016)

□ 개요

○ 연구 사례 3에서는 BIM알고리즘을 검증 및 사례 적용을 위하여 서울 근교의 25층 내외의 공동주택 5개동을 선정하여 초기 설계 단계의 단면정보가 없는 상태에서의 BIM 배근 물량과 실제 견적 물량을 부재별로 비교하였다. 본 사례에서는 골조의 수량 가운데 철근의 수량에 대해서만 산출하여 비교하였다.

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 사례에서는 BIM 기반 설계 현업에서 실용적인 철근 물량 산출 프로세스를 정리 및 제시하고, 초기 설계 단계의 단면 정보가 없는 상태에서 기존의 2D방식에 비하여 보다 정확하게 기둥, 보, 슬래브, 벽체의 철근 단면 정보를 자동으로 배근해 주는 프로그램인 Rebar Automatic Arrangement Program(이하

RAAP)을 개발하고자 하였다. 또한 BIM 소프트웨어인 BuilderHUB 프로그램의 이음·정착 길이를 고려한 모델링 및 물량 산출 기능과 RAAP를 연동하여 초기 설계 단계의 철근 물량 산출 프로세스를 구축하여 실제 프로젝트의 견적 물량과 BIM의 오차를 비교하였다.

□ 조사 결과

○ 본 사례에서는 BIM을 적용하여 산출한 결과 철근 수량이 37.732ton 증가된 것으로 산출되었으며 기존 견적산출방식과 BIM 산출방식에 따른 비교결과는 다음 표와 같다.

[표 2-6] 사례 3의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
철근(ton)	1,428.152	1,465.884	+2.64%

□ 견적 수량 차이원인 분석

○ 데이터분석 결과 본 사례 공동주택의 경우에 모든 부재(기둥, 보, 슬래브, 벽체)에서 차이비율이 최대 5%이내의 오차로 BIM물량이 산출되었다. 특히 보와 기둥 부재에서 오차율이 슬래브와 벽체에 비하여 크게 나타났으나, 슬래브와 벽체의 물량에 비하여 보와 기둥의 물량이 적어서 보와 기둥의 오차율이 상대적으로 크게 나타나도 전체적인 물량에는 미치는 영향이 적었다.

○ 전통적인 기존의 견적 방식에 의한 철근물량 산출은 이음, 정착, 개구부의 보강근, 단차 상세, 시공 보조근, 자투리 철근 등 실제 배근 상세 반영의 어려움과 예측이 어렵기 때문에 많게는 10%까지의 오차가 발생(송치호 외 3인)하기도 하나, 본 사례에서는 결과적으로 3%이내의 오차로 철근물량이 산출되었기에 오차율 관점에서 BIM의 정확성에 대한 문제의 소지는 없는 것으로 보인다.

3.2 기타 시설 견적 사례 조사

1) 조사 사례 4 (○○○ 신청사 건립 사례), 이건(2014)

□ 개요

○ 연구 사례 4에 대한 개요는 다음의 표와 같으며, BIM의 활용방안 및 효용성에 대한 검토를 실시하기 위하여 BIM기술을 적용한 골조물량을 산출하여 기존 2D 방식 물량과 비교하였다.

[표 2-7] 사례 4 건축물 개요

구분	내용	
용도	연구원 및 교육연구시설	
대지면적(㎡)	한국개발연구원	23,947
	국제정책대학원	49,170
	기숙사, 게스트 하우스	32,543
	합계	105,660
프로젝트 수행내용	골조물량 산출(철근, 콘크리트, 거푸집)	

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 사례에서는 앞서 기술한 사례 1의 아파트 적용 사례와 같은 BIM기술을 적용하였으며 BIM기술을 적용하여 배근시공도 작성 업무의 효율성을 제고하는 것이 목적이었다. 따라서 본 사례는 철근 배근상세를 고려하여 검증을 실시하였으며 Rebar HUB를 사용하여 기초, 기둥, 보, 슬래브, 옹벽, 계단 등의 부재별로 물량을 산출하여 분석하였다.

□ 조사 결과

○ 철근 물량은 기존 2D와 BIM물량의 차이가 84.26ton이며 BIM기술을 적용하여 약 3.73%의 감소된 것으로 나타나 콘크리트 및 거푸집에 비하여 상대적으로

큰 감소를 보이며, 콘크리트는 기존 2D 방식과 BIM의 차이가 130.8㎥이며 BIM기술을 적용하여 0.57% 감소된 것으로 나타났다. 또한 거푸집 물량은 기존 방식과 BIM 적용에 따른 물량 차이가 약 0.97%로 BIM기술 적용 결과에서 큰 물량차이가 없음을 확인할 수 있었다.

○ 골조물량에 대한 각각의 산출방식에 따른 비교결과는 다음 표와 같다.

[표 2-8] 사례 4의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
철근(ton)	2343.620	2259.360	-3.73%
콘크리트(㎥)	23034.950	22904.150	-0.57%
거푸집(㎡)	131073.900	132357.000	+0.97%

□ 견적 수량 차이원인 분석

○ 철근에서는 BIM을 적용하여 보/기둥/옹벽에서 각각 56.2ton/33.9ton/29.4ton 감소하였으며, 기초부재에서는 다른 부재들과 달리 물량이 약 38ton 증가하였다. 그 외에 슬래브(5.6ton증가)와 계단(8.3ton감소) 등에서 미소하게 차이가 발생하였다.

○ 콘크리트는 2D물량과 비교하여 BIM물량이 기초(677.3㎥) 및 계단(319.2㎥) 부분에서 대폭 감소하였으며, 보(673.7㎥) 및 슬래브(213㎥) 부분에서 대폭 증가하였다.

2) 조사 사례 5 (○○ 기숙사 사례) 서한석(2014)

□ 개요

○ 연구 사례 5에 대한 개요는 다음의 표와 같으며, 국내의 □대학의 ○○ 기숙사를 대상으로 외장마감을 제외한 골조로 범위를 한정하여 계단을 제외한 슬래브, 보, 기둥, 벽체에 대하여 기존 2D산출방식에 의한 개산견적(고려전산) 철근물량과 BIM기법에 의하여 산출한 철근물량을 비교·분석하였다.

[표 2-9] 사례 5 건축물 개요

구분	내용
용도	교육연구시설(지하1층, 지상6층)
대지면적(㎡)	674,064.10
건축면적(㎡)	293.27
연면적(㎡)	9,146.28
건폐율(%)	0.31
용적률(%)	1.28
프로젝트 수행내용	골조물량 산출(철근)

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 연구에서는 철근공사의 물량을 기존 방식과 BIM Tool을 이용하여 산출하고자, 현재 실무에서 적용되고 있는 방법을 적용하기 위해 적산프로그램으로 추출한 물량, 2D 시공상세도 Excerebar를 이용한 현장 실시공 물량, 그리고 3D Tool인 Allplan에서 적용한 물량을 Report기능에서 추출하여 데이터를 비교·분석·검증하고 시공상세도의 정보를 비교하여 정확성을 검증하고 현장관계자의 편리성 증대 및 현장 적용성 제고 등을 위한 발전 방향을 모색하였다.

□ 조사 결과

○ 기초 및 지하1층에서 D19(1.93% 증가)를 제외하고 철근 규격별(D10, D13, D16, D22, D25)로 3D기법 자동산출 물량이 기존 2D물량보다 적게 산출되는 경향이 있었으며, 기초 및 지하1층에서의 전체적인 물량은 기존 2D물량이 125.988ton, BIM물량이 113.959ton으로 BIM물량이 12.029ton 감소하여 기초 및 지하1층의 감소 비율은 9.55%로 나타났다.

○ 본 사례에서는 BIM을 적용하여 기존 견적 산출방식보다 72.323ton의 철근이 감소하여 산출되었으며 기존 견적산출방식과 BIM 산출방식에 따른 비교결과는 다음 표와 같다.

[표 2-10] 사례 5의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
철근(ton)	681,258	608,935	-10.62%

□ 견적 수량 차이원인 분석

○ 직경별로 차이율에 편차(1.93%증가~20.04%감소)가 있으며 D10철근의 감소비율(20.04%)이 가장 크게 나타났다. 현장조립으로 가장 많이 쓰이는 철근이 D10철근이며, 2D기법의 산출 물량은 실제 시공현장에서의 현장에 반입된 철근의 양을 나타낸 철근 입출하 집계표를 바탕으로 하는 것이므로 입고 뒤 현장조립 후의 철근량은 반영되지 않았다. 따라서 철근 직경별 물량의 차이는 현장조립에 의한 Loss에 원인이 있다고 사료된다. 특히 D10철근이 현장조립에 의한 Loss율이 가장 크기 때문에 물량 산출 비교시에도 가장 많은 양의 차이가 발생하는 것이었다. 3D기법 산출 물량은 현장조립에 의해 Loss되는 철근의 양을 제하고 산출되기 때문에 2D대비 물량 산출의 정확성이 높은 것으로 분석된다.

○ 이렇게 2D방식의 물량이 크게 산출된 원인은 2D물량 개산견적에서의 할증률 적용과 시공용 철근(조립용 철근, 가새용 철근, 고정용 철근 등)반영으로 인한 영향 때문이다. 동등한 조건으로 3D기법 자동 산출 물량에 할증률을 적용한다면 저감율 1~2% 내에서 보다 정확한 철근 물량산출이 이루어 질 것으로 판단된다.

○ 또한 3D기법 자동 산출 물량은 앞서 언급한 바와 같이 BIM모델링 과정에서 계단을 제외한 골조의 철근물량을 산출했기 때문에 D10과 D13에서는 9.63% 및 4.94%로 2D 대비 큰 감소비율을 보이는 것으로 사료된다.

3) 조사 사례 6 (임의의 RC조 건물 사례) 전기현 외 1인(2011)

□ 개요

○ 연구 사례 6에서는 마감재 등과 같은 부수기재들을 제외하고 옥탑층을 포함한

3개층의 기본골조 모델링을 토대로 하였으며, 독립기초를 사용하고 콘크리트 슬래브와 기둥을 사용한 라멘형의 기본 골조의 2D물량과 BIM산출 물량을 비교하였다.

□ 특징 및 연구의 주안점

○ 본 사례는 BIM 기술을 이용한 물량산출의 정확성과 그 효율성을 알아보기 위하여 일반 CAD와 견적 프로그램을 통한 수작업 물량산출과 Archicad 14 edu를 이용한 물량산출을 하여 도출된 산출 값을 비교하였다. 마감재를 제외한 3개 층의 거푸집 물량과 콘크리트 물량 산출작업을 하였다. 산출된 각각의 데이터를 비교하여 2D와 BIM의 오차율을 알아보고, 이를 개선하기 위한 방안을 통해 BIM을 이용한 물량 산출작업의 활용성을 검증하였다.

□ 조사 결과

○ 본 사례에서는 BIM을 적용하여 기존 견적산출방식보다 2.31㎥의 콘크리트가 감소하여 산출되었으며, 거푸집은 18.2㎡ 증가되어 산출되었다. 기존 견적산출방식과 BIM 산출방식에 따른 비교결과는 다음 표와 같으며, 콘크리트와 거푸집의 전체 물량은 그 차이가 1% 내외로 크지 않음을 알 수 있었다.

[표 2-11] 사례 6의 골조 수량 산출 결과

구분	기존 2D	BIM	차이비율(%)
콘크리트(㎥)	300.580	298.270	-0.77%
거푸집(㎡)	1601.880	1620.080	+1.12%

□ 견적 수량 차이 원인 분석

○ BIM으로 산출한 슬래브 부분의 물량에서 거푸집 물량과 콘크리트 물량이 각각 10.03%과 6.84%로 전체 차이비율에 비하여 상대적으로 크게 증가하였는데,

이것은 BIM 산출시에 슬래브 면에 기둥과 같은 맞닿는 객체의 공제가 이루어지지 않은 결과로 볼 수 있다.

○ 또한 기초 부위와의 간섭으로 인하여, BIM으로 산출한 지상1층 슬래브 부분 및 기둥 부분의 거푸집 물량이 각각 13.87ton 및 20.94ton으로 2D물량보다 대폭 증가하였다.

3.3. 기존 사례 조사결과 분석

○ 각 사례들의 결과에서 제시하는 골조물량에 대한 기존방식 및 BIM에 의한 산출결과의 차이 원인은 물량 미적용이나 산출 누락, 산출방식의 변화로 인한 차이 등으로 조사되었으며, 각 연구 사례별로 다음의 표에 간략히 정리하였다.

[표 2-12] 조사 결과 차이 원인

		구분	비교 결과 및 차이 원인
공동주택	사례 1	철근(ton)	◦ 2D방식에서의 철근 배근상세 및 주문길이 등으로 인한 개략적인 물량산출로 인하여, 상세한 물량을 산출가능한 BIM물량에서는 2D대비 물량이 감소하여 나타남 ◦ 벽체 부분의 2D견적에서 옹벽에 대한 물량 산출이 누락되어 2D견적보다 BIM물량이 많게 산출되었음
		콘크리트(㎥)	◦ BIM산출시 버림콘크리트 물량(5,807.984㎥) 미고려
		거푸집(㎡)	◦ 큰 차이가 없음
	사례 2	철근(ton)	◦ BIM산출시 콘크리트 ㎥당 철근수량(1.5%기준 증가) 및 피트 물량 미적용
		콘크리트(㎥)	◦ BIM산출시 피트 및 합벽 물량 미적용
		거푸집(㎡)	◦ BIM산출시 마구리 거푸집 및 피트 물량 미적용
	사례 3	철근(ton)	◦ 모든 부재(기둥, 보, 슬래브, 벽체)에서 차이비율이 최대 5%이내의 오차로 BIM물량이 산출되었음. 특히 보와 기둥 부재에서 오차율이 슬래브와 벽체에 비하여 크게 나타났음
기타시설	사례 4	철근(ton)	◦ 철근에서는 BIM을 적용하여 보/기둥/옹벽에서 각각 56.2ton/33.9ton/29.4ton 감소하였으며, 기초부재에서는 다른 부재들과 달리 물량이 약 38ton 증가하였음. 그 외에 슬래브(5.6ton증가)와 계단(8.3ton감소) 등에서 미소하게 차이가 발생하였음
		콘크리트(㎥)	◦ 기초 및 계단 부분에서 BIM물량이 대폭 감소하였으며, 보 및 슬래브 부분에서 BIM물량이 대폭 증가하였음
		거푸집(㎡)	◦ 큰 차이가 없음
	사례 5	철근(ton)	◦ 3D기법 자동 산출물량에는 할증률 및 시공용 철근(조립용 철근, 가새용 철근, 고정용 철근)의 양이 반영되지 않았기 때문에 큰 차이가 발생된 것으로 나타남
	사례 6	콘크리트(㎥)	◦ BIM산출 슬래브 물량 부분에서 거푸집과 콘크리트가 각각 10.03%과 6.84%로 전체 차이비율에 비하여 상대적으로 크게 증가하였는데, 이것은 BIM에서는 슬래브 면에 기둥과 같은 맞닿는 객체의 공제가 이루어지지 않은 결과로 볼 수 있음 ◦ 기초 부위와의 간섭으로 인하여, BIM산출 지상1층 슬래브 부분의 거푸집 물량이 대폭 증가하였음
		거푸집(㎡)	

제 3 장
골조 수량산출 결과 조사 및 분석

LAND & HOUSING INSTITUTE

제3장 골조 수량산출 결과 조사 및 분석

1. 조사 개요

본 장에서는 시범사업 성과분석을 위하여 우리공사에서 Cost-BIM을 활용하여 골조공사 수량산출을 수행한 시범사업 지구 2개 단지의 수량 산출 결과에 대하여 비교 분석하였다.

추가로 우리공사의 아파트 3개 지구에 대하여 단지 전체 및 아파트 1개동에 대하여 시범적으로 Cost-BIM을 사용하여 골조공사의 수량산출을 수행하였고 이 결과에 대해서도 동일한 기준으로 분석하였다. 또한 민간 건설사에서 건설한 아파트 단지 1개 지구에 대해서도 Cost-BIM과 유사하게 3D BIM을 적용하여 수량 산출을 수행한 자료를 조사하여 비교 분석을 수행하였다. 이들 각 사업지구는 견적 결과나 비용 등이 실명으로 외부에 공개되는 것이 바람직하지 않고 또한 조사 분석 연구의 목적으로 사용되는 데이터들이라 실명을 감추고 다음 표에서와 같이 알파벳 기호로 표시하였고, 이후 분석에서 일관되게 이 지구 기호를 사용하였다.

[표 3-1] 조사 대상 개요

구분		개요
시범사업지구	C 지구	충북 지역 공동주택 단지의 아파트 3개동, 지하주차장 및 부대복리시설 모델링 및 분석
	K 지구	경기도 지역 공동주택 단지의 아파트 1개동에 대하여 모델링 및 분석
추가지구	W 지구	경기도 지역 공동주택 단지의 아파트 9개동에 대하여 모델링 및 분석
	D 지구	대구광역시 지역 공동주택 단지의 아파트 1개동에 대하여 모델링 및 분석
	U 지구	강원도 지역 공동주택 단지의 아파트 1개동에 대하여 모델링 및 분석
민간지구	M 지구	민간에서 수행한 사업지구 공동주택 단지의 아파트 7개동에 대하여 모델링 및 분석

2. 공동주택단지 C 지구

2.1 C 지구 조사 개요

C 지구는 아파트 5개동과 부대복리시설로 구성된 단지이다. 아파트의 평형은 26타입과 37타입 및 46타입이 혼합된 지하 2층 지상 25층 규모로 이루어져 있고, 지하주차장도 지하 2층 규모이다. 그 외에 주민복지관관 상가 등의 부대시설을 포함하고 있다. 이 지구에서는 아파트와 부대복리시설 모든 건축물에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다.

기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Build-Hub 프로그램을 이용하여 "BIM 견적 가이드라인"에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다.

2.2 C 지구 골조 수량산출 결과

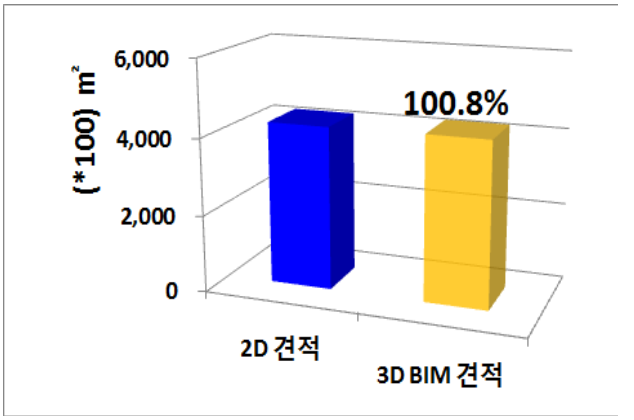
1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

C지구의 아파트 5개동과 지하주차장 및 부대복리시설 전체에 대한 골조공사 거푸집의 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 424,301㎡로 나타났고, Cost-BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 427,520.79㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.8% 정도 증가되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서는 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것이다. 기존의 2D 견적에서는 견적 프로그램의 한계 등으로 벽체의 모서리 부분 등 일부 누락이 발생하지만, BIM에서는 모서리 부분을 정밀하게 모델링하여 골조 표면의 거푸집 수량을 보다 정확하게 산출한 결과이므로 그 정확도 향상이라는 측면에서 평가되어야 한다.

[표 3-2] 거푸집 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	424,301.00	427,520.79	100.8%



[그림 3-1] 거푸집 수량 산출 결과 비교

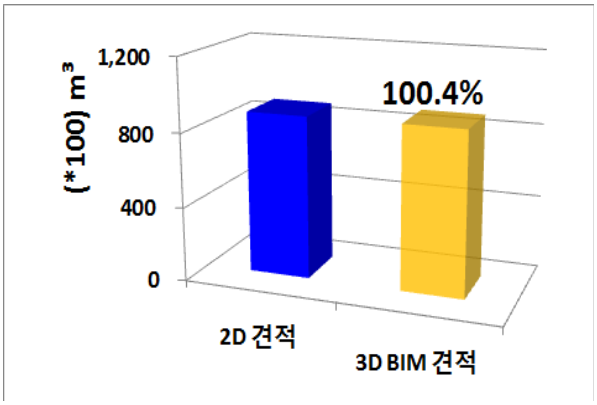
2) 콘크리트 수량 산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 88,237.1㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 88,617.41㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.4% 정도 증가되게 나타났다.

콘크리트의 수량 또한 기존 견적에서 평면도와 층고를 토대로 개략적으로 체적으로 산출하지만, BIM에서는 보다 정밀하게 골조를 입체적으로 모델링하여 산출한 결과이므로 정확도의 향상이라는 측면에서 고려되어야 할 것으로 보인다.

[표 3-3] 콘크리트 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	88,237.10	88,617.41	100.4%



[그림 3-2] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

3) 철근 수량 산출 결과 비교

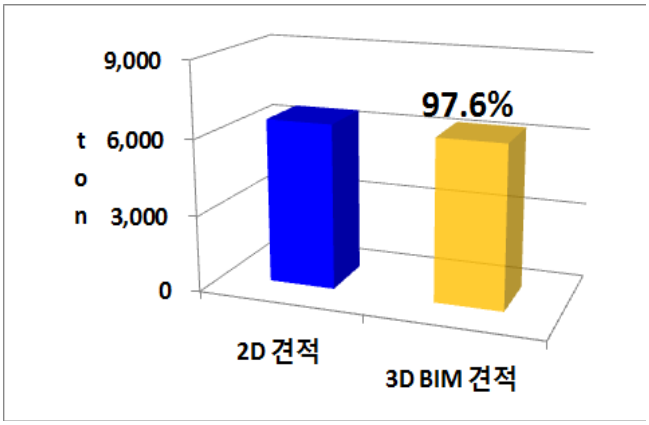
(1) 전체 철근 수량산출 결과

C 지구의 골조 전체에 대한 철근 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 6,514.84톤으로 나타났고, Cost-BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 6,357.70톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.4% 정도 감소되게 나타났다. 철근의 경우 평면상에 표시된 도면으로 실제 배근상황을 정확하게 고려하기에는 한계가 있으며, 견적 프로그램에서도 단순하게 이음과 정착을 고려하여 산출하게 되므로 실제 배근상황을 정밀하게 묘사하는 BIM 모델링과는 차이가 있을 수 밖에 없다.

견적 실무자들의 자문 의견에서는 기존 견적에서 간략하게 수식을 적용하여 산출되던 것을 Cost-BIM에서는 좀 더 정확하게 현장에서 배근하는 것과 같은 방식으로 철근 배치를 모델링하여 산출한 때문에 나타난 결과이며, 수치상으로는 크지 않은 차이라도 이음 정착 부분의 정확한 묘사 및 과다 산출과 이중 산출 방지 등으로 배근 묘사의 정확도가 향상되어 나타난 것이다.

[표 3-4] 전체 철근 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
철근	6,514.84	6,357.70	97.6%



[그림 3-3] 전체 철근 수량 산출 결과 비교

(2) 동 별 수량산출 결과

C지구의 골조공사에 대한 철근량 산출에 대해서 아파트 각 동별 및 지하주차장과 부대시설로 나누어 철근의 수량을 산출하여 비교하여 보았다.

먼저, 101동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 795.34톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 753.43톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 5.3% 정도 감소되게 나타났다.

102동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 825.15톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 784.5톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 5% 정도 감소되게 나타났다.

103동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 687.53톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 659.41톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

104동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 769.25톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 734.10톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.6% 정도 감소되게 나타났다.

그리고 105동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 837.68톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 801.34톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.3% 정도 감소되게 나타났다.

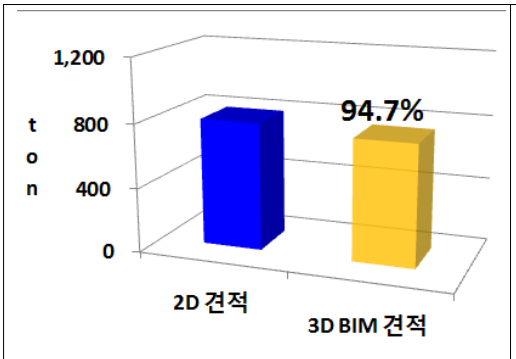
또한, 지하주차장에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 2,144.99톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 2,154.32톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.4% 정도 증가되게 나타났다.

마지막으로, 부대시설에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 454.9톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 470.61톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3.5% 정도 증가되게 나타났다.

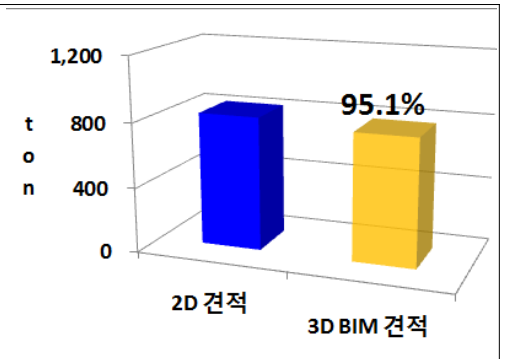
동별 건물 유형별로 산출한 결과를 비교하면, 아파트 부분에 있어서는 각 동별로 큰 차이를 나타내지 않고 94.7%~95.9% 정도로 나타나고 있으며, 지하주차장과 부대복리시설에서는 오히려 BIM 수량 산출결과가 각각 0.4% 및 3.5% 증가되는 것으로 나타났다. 이것은 큰 지름의 철근이 많이 사용되는 지하주차장과 시설이 여러개로 나누어져 있는 부대복리시설의 복잡성에서 기인한 것으로 보이며, 이 부분을 고려해도 철근이 아파트 부분에서 많이 소요되므로 전체 철근량을 2.4% 감소하는 것으로 나타났다.

[표 3-5] 동별 및 건물 종류별 철근수량 산출결과

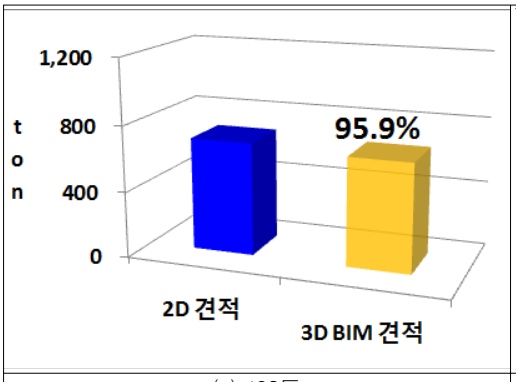
구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
101동	795.34	753.43	94.7%
102동	825.15	784.50	95.1%
103동	687.53	659.41	95.9%
104동	769.25	734.10	95.4%
105동	837.68	801.34	95.7%
지하주차장	2,144.99	2,154.32	100.4%
부대시설	454.90	470.61	103.5%
합계	6,514.84	6,357.70	97.6%



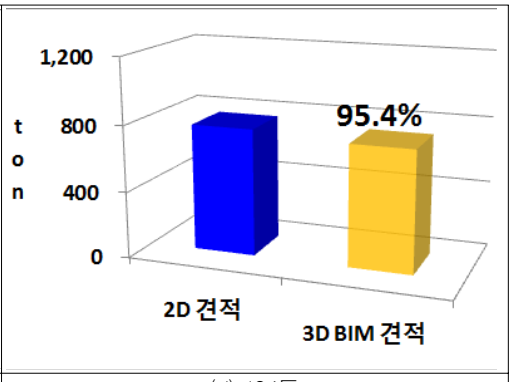
(a) 101동



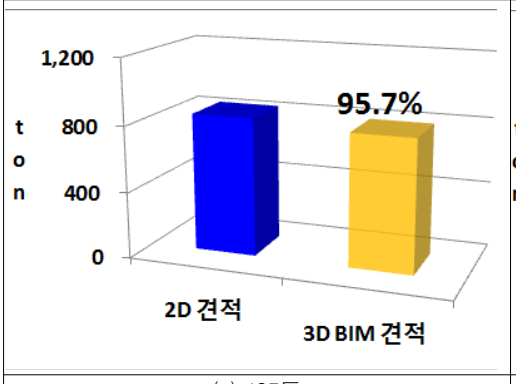
(b) 102동



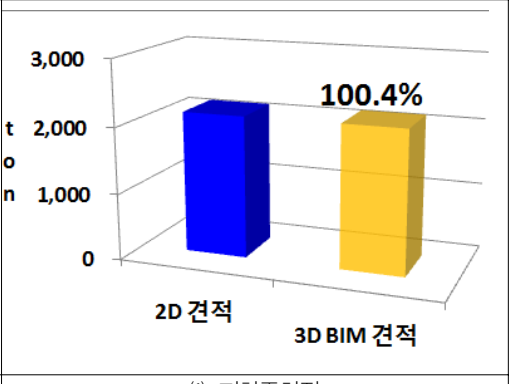
(c) 103동



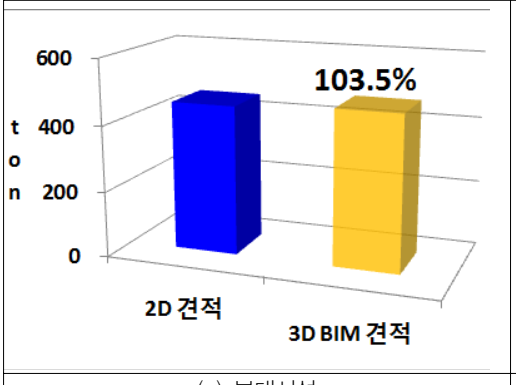
(d) 104동



(e) 105동



(f) 지하주차장



(g) 부대시설

[그림 3-4] 동별 및 건물 종류별 철근수량 산출결과 비교(a~g)

3. 공동주택 K 지구

3.1 K 지구 조사 개요

K 지구 아파트 단지에서 아파트 1개동에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다. 아파트의 평형은 59타입과 74타입이 혼합된 21층 아파트이고, 기존 견적사무소에서 견적한 수량과 Cost-BIM 으로 산출한 수량을 비교 검토하였다. 기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Build-Hub 프로그램을 이용하여 구조설계기준에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다. 시범적용 K 지구에서는 BIM 모델링 결과 기존 설계도서에서 240여개의 오류를 발견하여 설계도서를 수정하였고, 골조의 구현된 모양을 직접보면서 정확하게 수량을 확인할 수 있었다.

3.2 K 지구 골조 수량 산출 결과

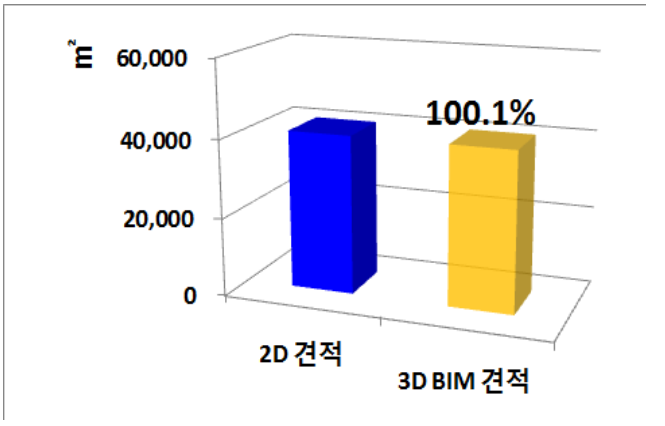
1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

K 지구의 아파트 1개동에 대한 거푸집 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 40,619.23㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 40,641.66㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.1% 정도 증가되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서는 더 정확하게 모델링하여 산출한 때문에 나타난 것으로, 수치상으로는 미미한 차이라도 복잡한 부분의 정확한 모델링으로 누락이나 이중 산출 방지 등의 효용성이 높은 것으로 보인다.

[표 3-6] 거푸집 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	40,619.23	40,641.66	100.1%



[그림 3-5] 거푸집 수량 산출 결과 비교

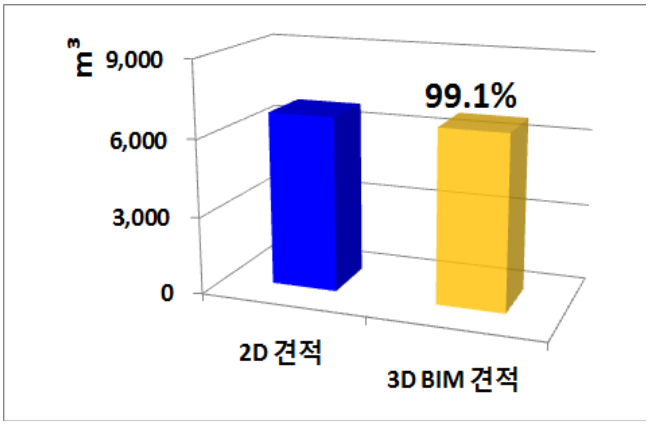
2) 콘크리트 수량 산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 6,785.14㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 6,723.17㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.9% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것으로 보이며, 콘크리트의 수량은 부재의 체적을 토대로 수량을 산출하는 것으로 기존 견적과 3D BIM 모델링에서 큰 차이는 나타내지 않았다.

[표 3-7] 콘크리트 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	6,785.14	6,723.17	99.1%



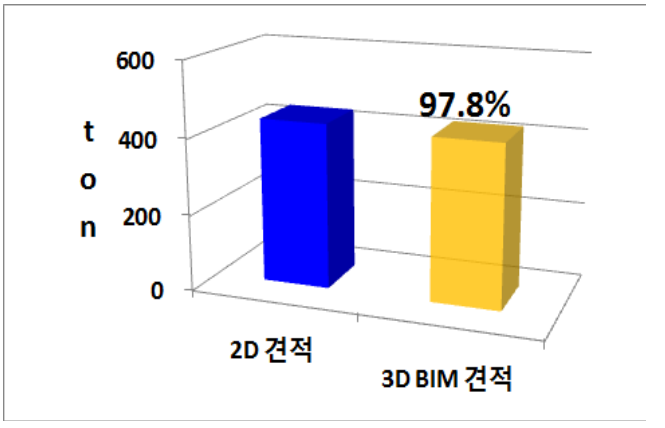
[그림 3-6] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

3) 철근 수량 산출 결과 비교

철근에 대한 부재 별 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 435.68톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 425.96톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.2% 정도 감소되게 나타났다. 이 지구의 비교 분석 결과도 C지구와 유사하게 전체 철근수량이 BIM 견적에서 2.2% 감소되는 것으로 나타났다.

[표 3-8] 전체 철근 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
철근	435.68	425.96	97.8%



[그림 3-7] 전체 철근 수량 산출 결과 비교

4. 공동주택 W 지구

4.1 W 지구 조사 개요

W 지구는 추가로 분석을 수행한 지구로 경기도 소재의 아파트 단지이다. 아파트의 평형은 59타입으로 구성된 지상 15층 규모의 9개동으로 이루어져 있고, 지하주차장과 주민복지관관 상가 등의 부대시설을 포함하고 있다. 이 지구에서는 아파트 건축물 9개동에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다.

기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Build-Hub 프로그램을 이용하여 "BIM 견적 가이드라인"에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다.

4.2 W 지구 골조 수량산출 결과

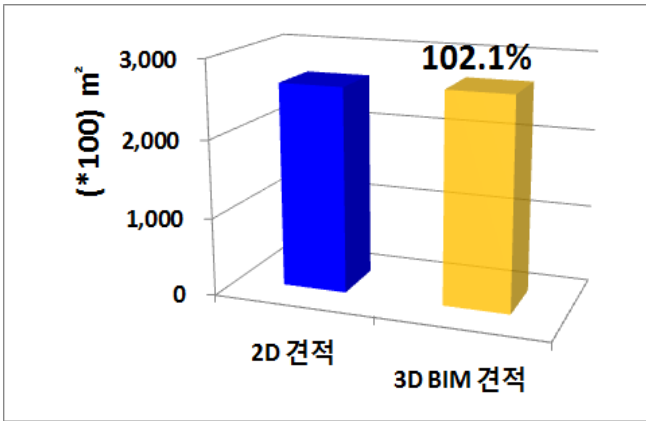
1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

거푸집에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 263,490.94㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 269,009.67㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2% 정도 증가되게 나타났다.

이것은 비록 수량이 증가된 것으로 나타났지만 BIM 모델링에서 기존 견적에서 비하여 정확하게 모델링하여 산출한 때문에 나타난 것으로 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

[표 3-9] 거푸집 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	263,490.94	269,009.67	102.1%



[그림 3-8] 거푸집 수량 산출 결과 비교

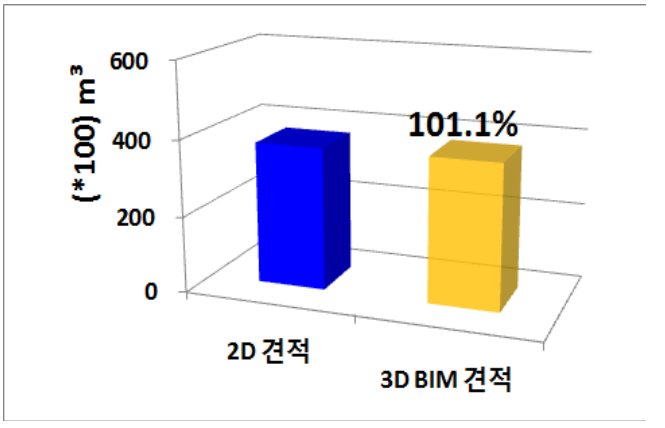
2) 콘크리트 수량 산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 37,333.15㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 37,729.92㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 1% 정도 증가되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서는 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것으로 보인다.

[표 3-10] 콘크리트 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	37,333.15	37,729.92	101.1%



[그림 3-9] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

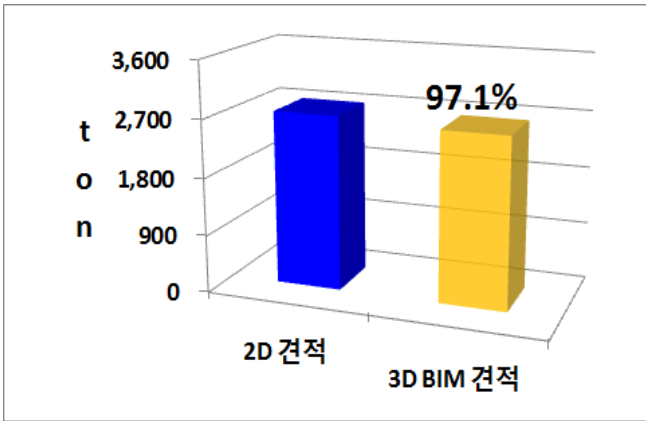
3) 철근 수량 산출 결과 비교

(1) 전체 철근 수량산출 결과

철근에 대한 부재 별 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 2,732.43톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 2,653.13톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-11] 전체 철근 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
철근	2,732.43	2,653.13	97.1%



[그림 3-10] 전체 철근 수량 산출 결과 비교

(2) 철근 부재별 수량산출 결과

먼저, 기초에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 179.70톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 145.49톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 19% 정도 감소되게 나타났다.

기둥에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 16.12톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 15.36톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.7% 정도 감소되게 나타났다.

보에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 374.15톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 327.88톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 12.4% 정도 감소되게 나타났다.

슬래브에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 715.27톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 737.49톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 증가되게 나타났다.

옹벽에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 1,366.3톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 1,365.54톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.1% 정도 감소되게 나타났다.

마지막으로, 계단에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총

수량이 80.89톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 61.37톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 24% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 때문에 나타난 것으로 수치상으로는 미미한 저감이라도, 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

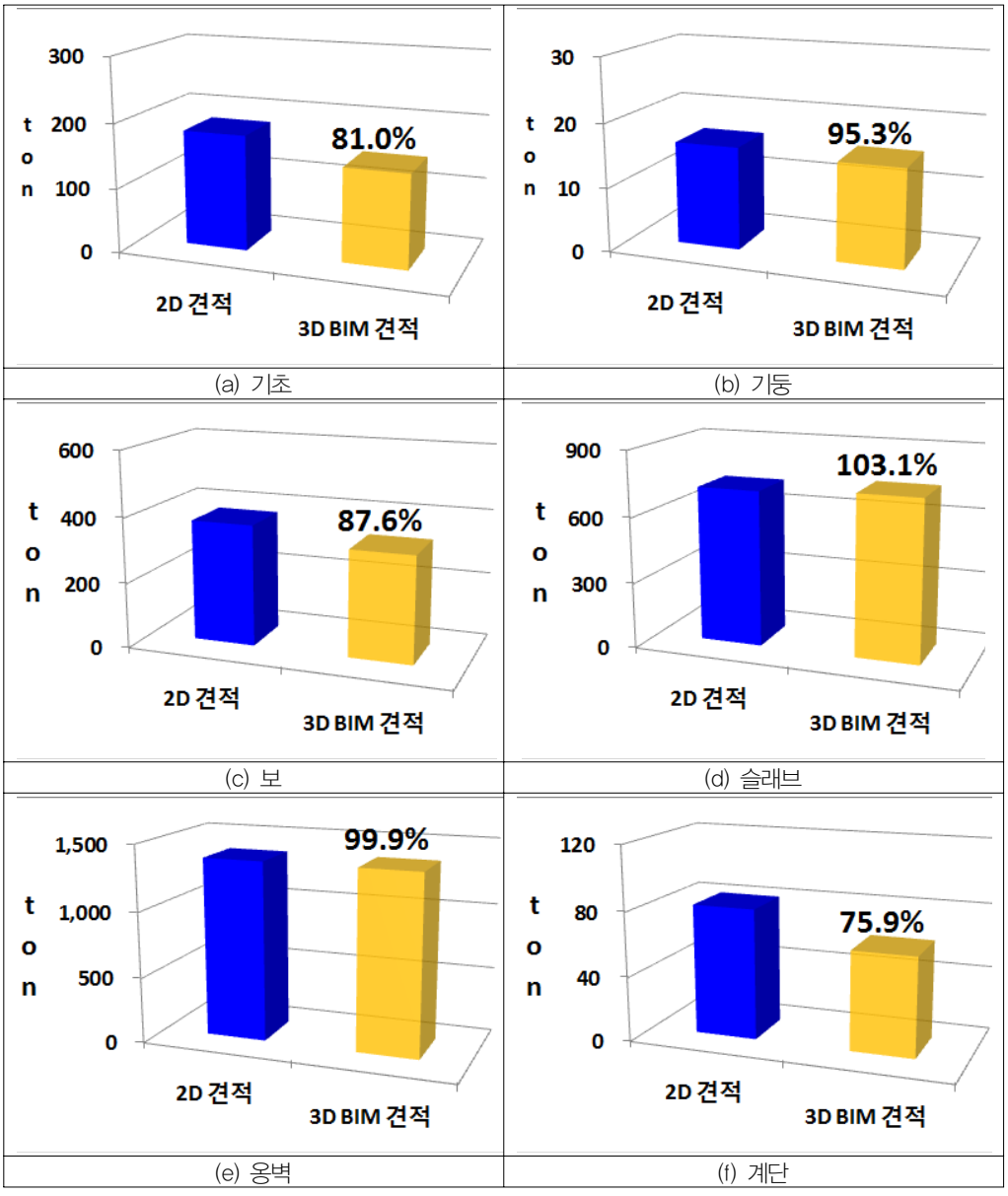
[표 3-12] 부재별 철근수량 산출결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
기초	179.70	145.49	81.0%
기둥	16.12	15.36	95.3%
보	374.15	327.88	87.6%
슬래브	715.27	737.49	103.1%
옹벽	1,366.30	1,365.54	99.9%
계단	80.89	61.37	75.9%
합계	2,732.43	2,653.13	97.1%

(2) 동별 수량산출 결과

101동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 231.57톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 225.84톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.5% 정도 감소되게 나타났다.

102동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 321.83톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 313.46톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.6% 정도 감소되게 나타났다.



[그림 3-11] 부재별 철근수량 산출결과 비교(a~f)

그리고 103동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 323.9톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 314.34톤으로

나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

104동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 340.87톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 329.76톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3.3% 정도 감소되게 나타났다.

105동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 339.22톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 329.91톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.7% 정도 감소되게 나타났다.

106동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 350.75㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 339.79톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

107동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 357톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 346.23톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

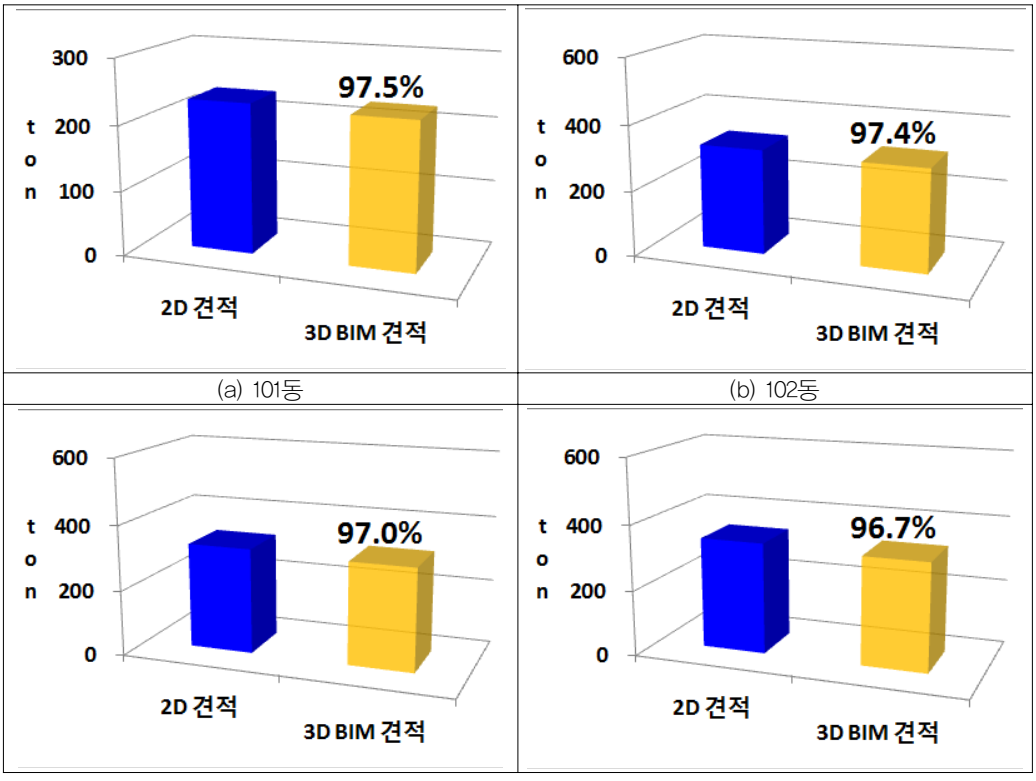
108동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 238.77톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 231.4톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

마지막으로, 109동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 228.52톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 222.4톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.7% 정도 감소되게 나타났다.

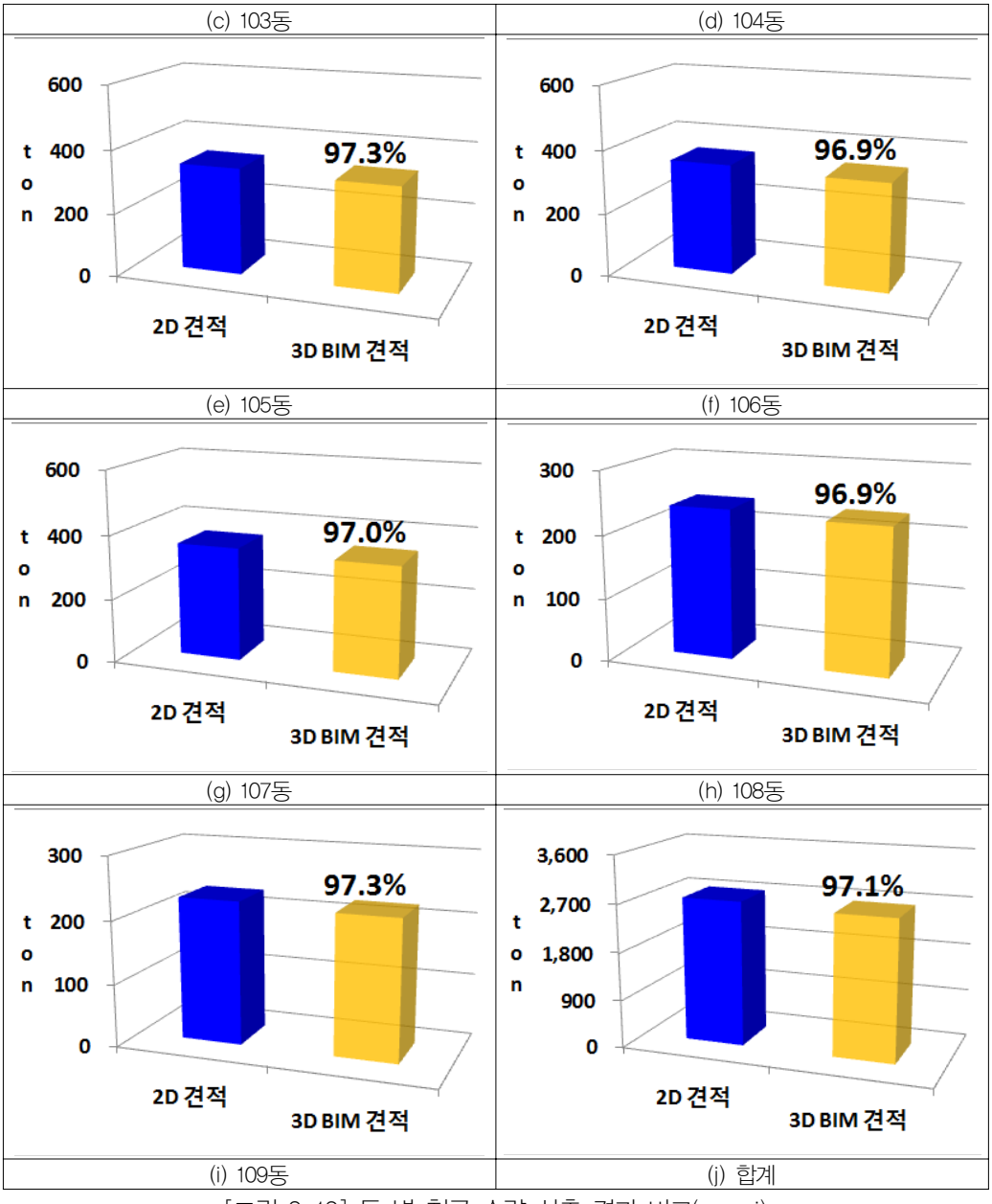
이것은 기존 견적에서 견적기준에 따라 평면에서 산출되던 것을 BIM에서는 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 때문에 나타난 것으로 수치상으로는 작은 저감이라도 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

[표 3-13] 동별 철근수량 산출결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
101동	231.57	225.84	97.5%
102동	321.83	313.46	97.4%
103동	323.90	314.34	97.0%
104동	340.87	329.76	96.7%
105동	339.22	329.91	97.3%
106동	350.75	339.79	96.9%
107동	357.00	346.23	97.0%
108동	238.77	231.40	96.9%
109동	228.52	222.40	97.3%
합계	2,732.43	2,653.13	97.1%



(a) 101동 (b) 102동



[그림 3-12] 동 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ j)

5. 공동주택 D 지구

5.1 D 지구 조사 개요

D지구는 추가로 분석을 수행한 지구로 대구광역시 소재의 아파트 단지이다. 아파트의 평형은 59타입으로 구성된 지상 15~18층 규모의 10개동으로 이루어져 있고, 지하주차장도 지하 2층 규모이다. 그 외에 주민복지관관 상가 등의 부대시설을 포함하고 있다. 이 추가 지구에서는 아파트 건축물 1개동에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다.

기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Takla Structure 프로그램을 이용하여 "BIM 견적 가이드라인"에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다.

5.2 D 지구 골조 수량산출 결과

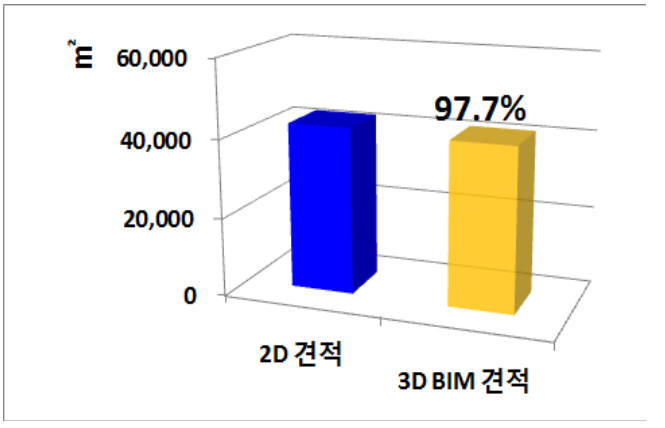
1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

거푸집에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 42,523㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 41,563.31㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.3% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서는 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것으로 수치상으로는 미미한 차이라도, 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

[표 3-14] 거푸집 수량산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	42,523.00	41,563.31	97.7%



[그림 3-13] 거푸집 수량 산출 결과 비교

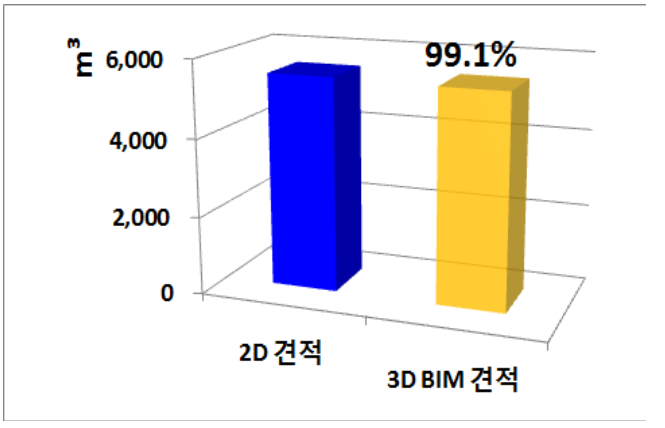
2) 콘크리트 수량 산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 5,520㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 5,469.85㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.9% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 좀 더 정확하게 모델링하여 산출하였기 때문에 나타난 것으로 보인다.

[표 3-15] 콘크리트 수량산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	5,520.00	5,469.85	99.1%



[그림 3-14] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

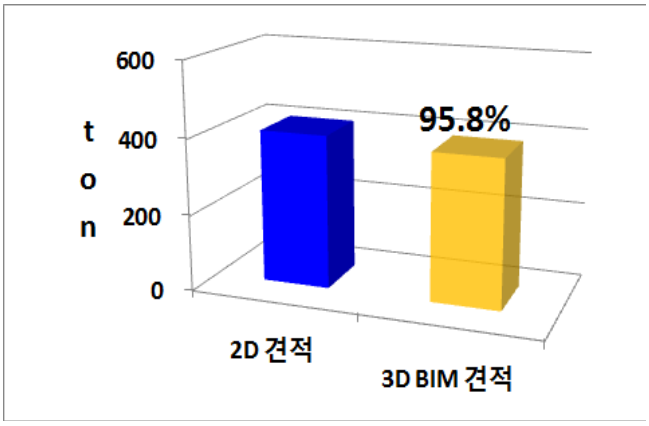
3) 철근 수량 산출 결과 비교

(1) 전체 철근 수량산출 결과

철근에 대한 부재 별 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 405.23톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 388.23톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.2% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-16] 전체 철근 수량산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
철근	405.23	388.23	95.8%



[그림 3-15] 전체 철근 수량산출 결과 비교

(2) 철근 부재 별 수량산출 결과

먼저, 기초에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 23.83톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 22.73 톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.6% 정도 감소되게 나타났다.

그리고 기둥에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 3.73톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 3.5톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 6% 정도 감소되게 나타났다.

또한, 보에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 51.65톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 42.67톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 18% 정도 감소되게 나타났다.

그리고 슬래브에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 104.46톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 107.06톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.5% 정도 증가되게 나타났다.

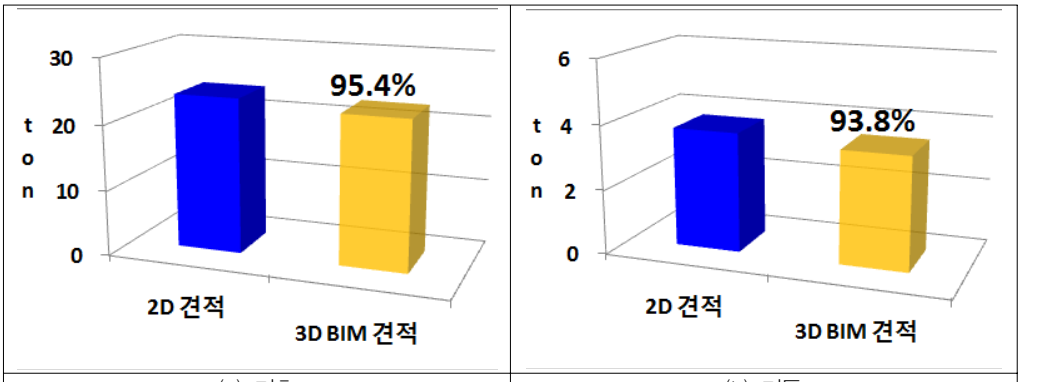
또한, 옹벽에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 207.54톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 199.6톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

마지막으로, 계단에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 14.02톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 12.67톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 9.6% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 때문에 나타난 것으로 수치상으로는 작은 차이라도, 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

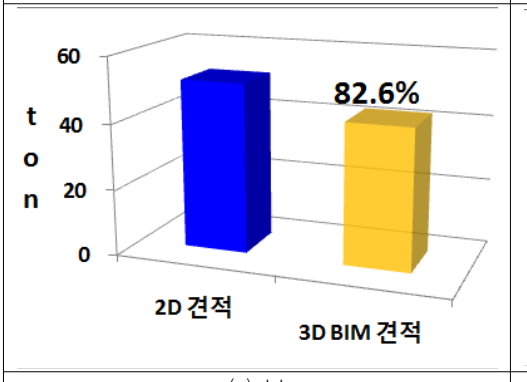
[표 3-17] 부재별 철근 수량산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
기초	23.83	22.73	95.4%
기둥	3.73	3.50	93.8%
보	51.65	42.67	82.6%
슬래브	104.46	107.06	102.5%
옹벽	207.54	199.60	96.2%
계단	14.02	12.67	90.4%
합계	405.23	388.23	95.8%

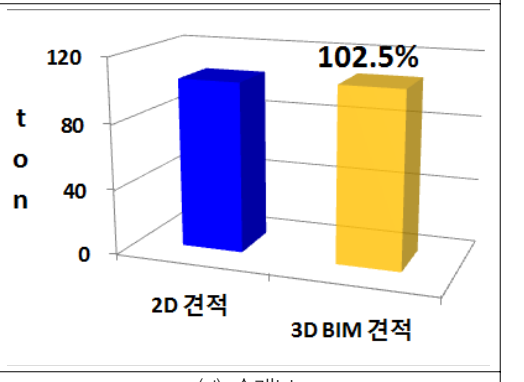


(a) 기초

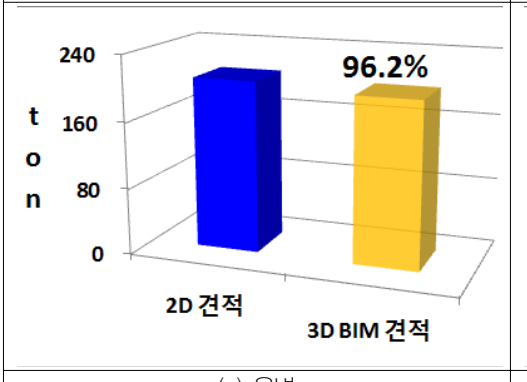
(b) 기둥



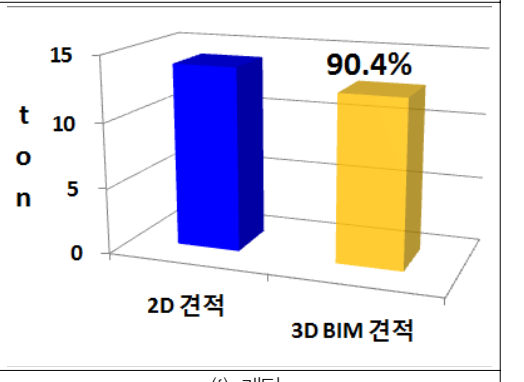
(c) 보



(d) 슬래브



(e) 옹벽



(f) 계단

[그림 3-16] 부재별 철근 수량산출 결과 비교(a~f)

6. 공동주택 U 지구

6.1 U 지구 조사 개요

U지구는 추가로 분석을 수행한 지구로 강원도 춘천시 소재의 아파트 단지이다. 이 추가 지구에서는 84 타입의 25층 아파트 건축물 1개동에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다.

기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Build-Hub 프로그램을 이용하여 "BIM 견적 가이드라인"에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다.

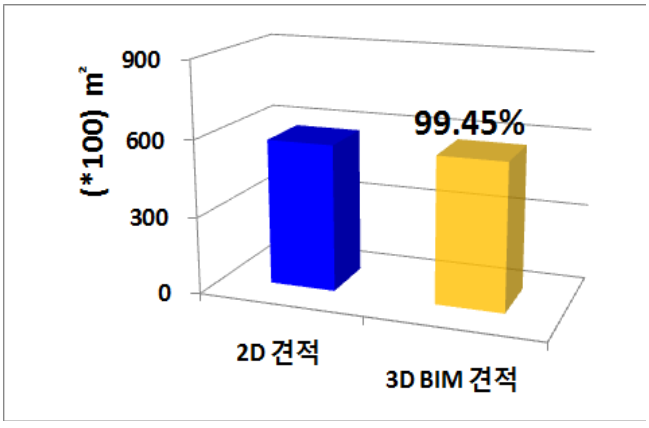
6.2 U 지구 골조 수량산출 결과

1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

거푸집에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 57,247.47㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 56,933.73㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.55% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-18] 거푸집 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	57,247.47	56,933.73	99.45%



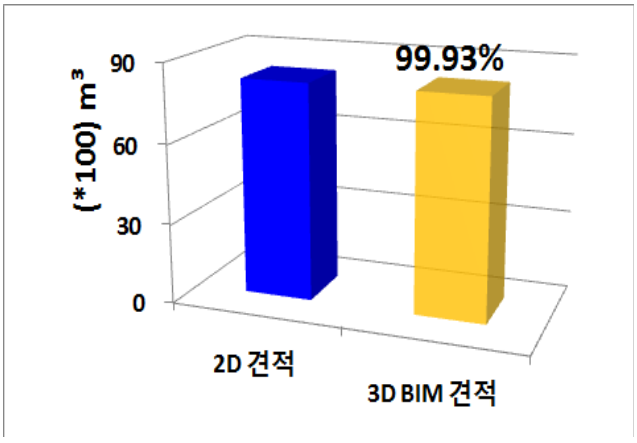
[그림 3-17] 거푸집 수량 산출 결과 비교

2) 콘크리트 수량 산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 8,214.50㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 8,209.03㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.07% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-19] 콘크리트 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	8,214.50	8,209.03	99.93%



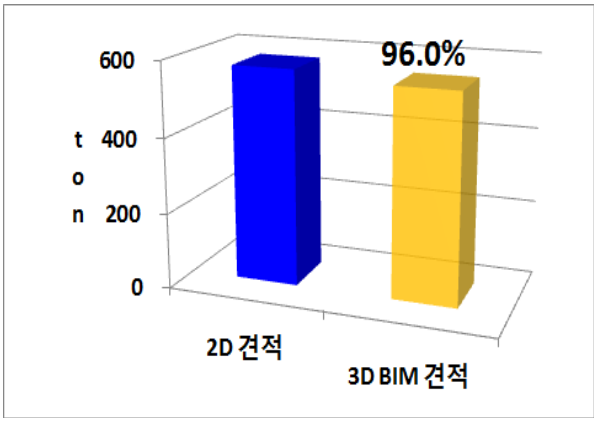
[그림 3-18] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

3) 철근 수량 산출 결과 비교

철근에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 573.89톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 550.96톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-20] 철근 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
철근	573.89	550.96	96.0%



[그림 3-19] 철근 수량 산출 결과 비교

4) 기준층 부재별 수량 산출 결과 비교

U지구의 기준층 1개층에서 부재별 철근량 산출결과를 비교 분석하였다.

기둥의 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 0.21톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 0.2톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.8% 정도 감소되게 나타났다.

보의 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 2.6톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 2.32톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 10.8% 정도 감소되게 나타났다.

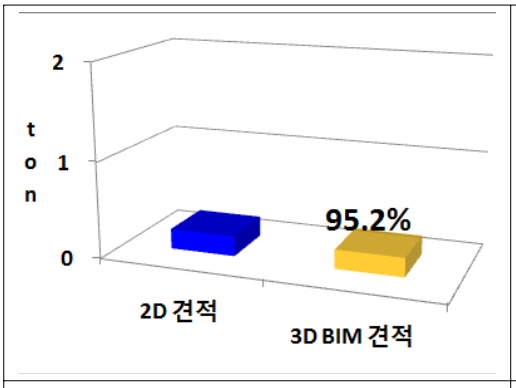
슬래브에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 5.93톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 6.04톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 1.9% 정도 증가되게 나타났다.

벽체에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 8.98톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 8.56톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.7% 정도 감소되게 나타났다.

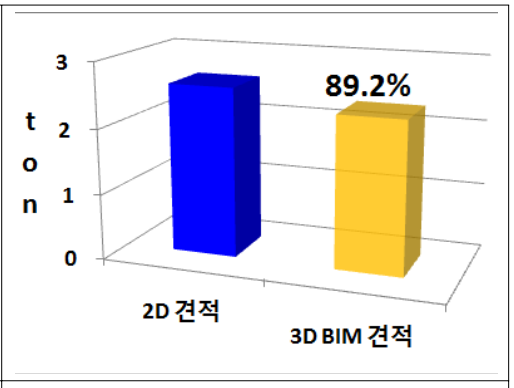
마지막으로, 계단에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 0.48톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 0.44톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 8.3% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-21] 기준층 부재 별 철근 수량 산출 결과

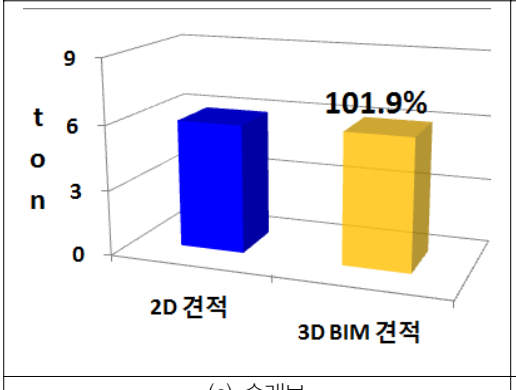
구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
기둥	0.21	0.2	95.2%
보	2.6	2.32	89.2%
슬래브	5.93	6.04	101.9%
옹벽	8.98	8.56	95.3%
계단	0.48	0.44	91.7%
합계	18.20	17.56	96.5%



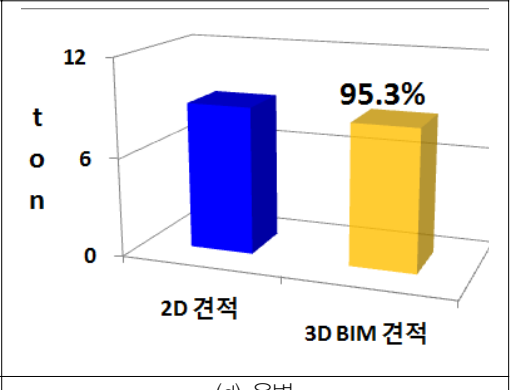
(a) 기둥



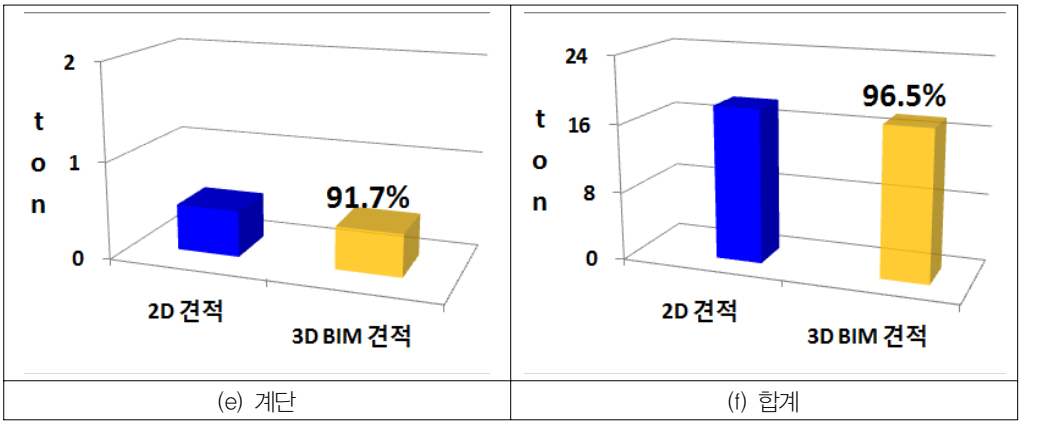
(b) 보



(c) 슬래브



(d) 옹벽



(e) 계단 (f) 합계

[그림 3-20] 기준층 부재 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ f)

7. 공동주택 M 지구

7.1 M 지구 조사 개요

M지구는 민간 공동주택 단지로 아파트는 지상 15층 규모의 7개동으로 이루어져 있고, 지하주차장도 지하 2층 규모이다. 그 외에 주민복지관관 상가 등의 부대시설을 포함하고 있다. 이 추가 지구에서는 아파트 건축물 7개동에 대하여 골조의 수량을 BIM으로 산출하여 기존의 견적 수량과 비교하여 분석하였다.

기존 견적은 우리공사의 견적 기준을 반영하여 산정하는 RC 8.0 LH 프로그램을 사용하여 견적을 수행한 것이고, Cost-BIM을 이용한 수량산출은 Tekla Structure 프로그램을 이용하여 "BIM 견적 가이드라인"에 따라 BIM 모델링을 수행하여 골조의 수량을 산출하였다.

7.2 M 지구 골조 수량산출 결과

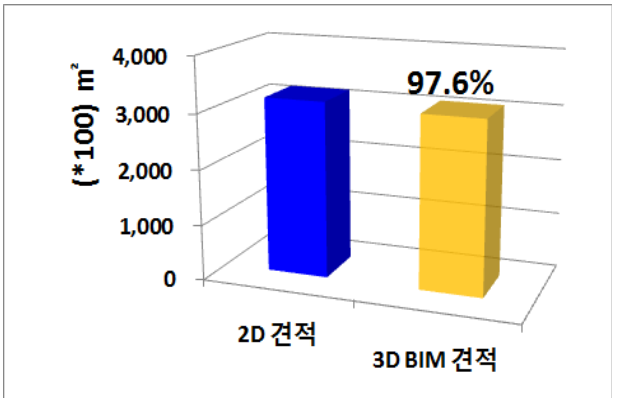
1) 거푸집 수량 산출 결과 비교

거푸집에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 318,095.6㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 310,609.0㎡로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 2.4% 정도 감소되게 나타났다.

이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서는 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것으로 수치상으로는 작은 차이라도, 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 평가되어야 한다.

[표 3-22] 거푸집 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
거푸집	318,095.64	310,608.99	97.6%



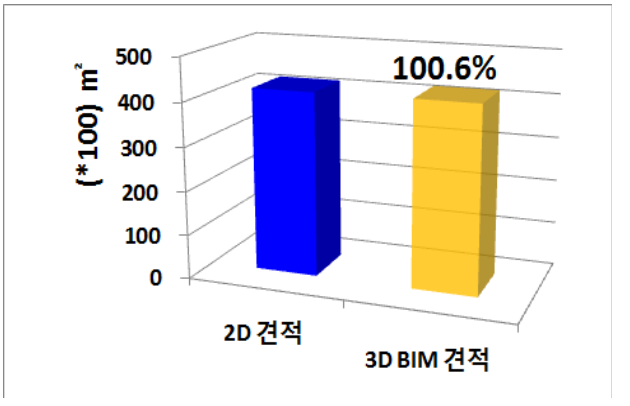
[그림 3-21] 거푸집 수량 산출 결과 비교

2) 콘크리트 수량산출 결과 비교

콘크리트 수량 산출결과를 살펴보면 기존방식인 2D 견적으로 산출한 콘크리트 총 수량이 41,875.02㎥로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 42,121.71㎥로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 0.6% 정도 증가되게 나타났다.

[표 3-23] 콘크리트 수량산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
콘크리트	41,875.02	42,121.71	100.6%



[그림 3-22] 콘크리트 수량 산출 결과 비교

3) 철근 수량산출 결과 비교

(1) 부재별 수량산출 결과

철근에 대한 부재 별 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 3,271.9톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 3,083.6톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 5.8% 정도 감소되게 나타났다.

부재별로 세부적으로 살펴보면, 기둥에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 236.96톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 173.87톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 26.6% 정도 감소되게 나타났다.

보에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 243.1톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 220.12톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 9.5% 정도 감소되게 나타났다.

슬래브에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 894.01톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 829.97톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 7.2% 정도 감소되게 나타났다.

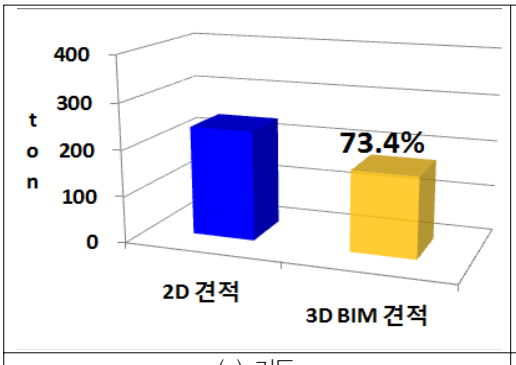
옹벽에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 1,790.30톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 1,761.35톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 1.6% 정도 감소되게 나타났다.

마지막으로, 옹벽에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 107.53톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 93.75톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 12.8% 정도 감소되게 나타났다.

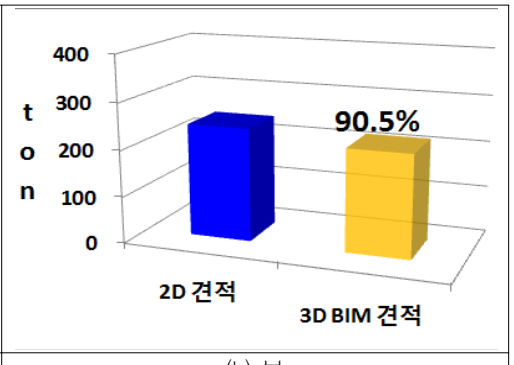
이것은 기존 견적에서 간략하게 산출되던 것을 BIM에서 좀 더 정확하게 모델링하여 산출한 결과로 나타난 것으로 수치상으로는 작은 차이라도, 모서리 부분의 정확한 묘사 및 보 하부 등의 이중 산출 방지 등 그 정확도 향상이라는 측면에서 효용성이 크다.

[표 3-24] 부재 별 철근 수량 산출 결과

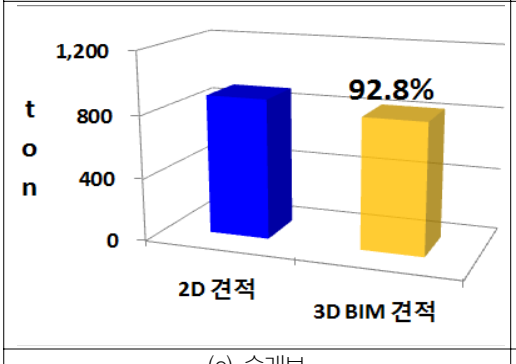
구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
기둥	236.96	173.87	73.4%
보	243.10	220.12	90.5%
슬래브	894.01	829.97	92.8%
옹벽	1,790.30	1,761.35	98.4%
계단	107.53	93.75	87.2%
잡	0.00	4.51	–
합계	3,271.91	3,083.58	94.2%



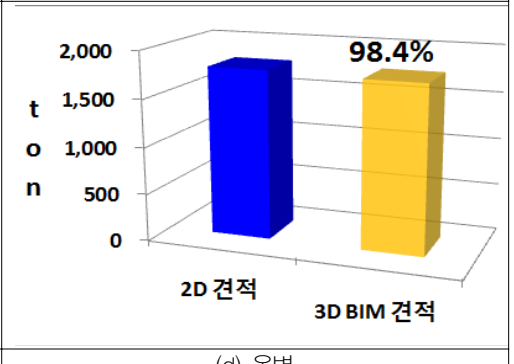
(a) 기둥



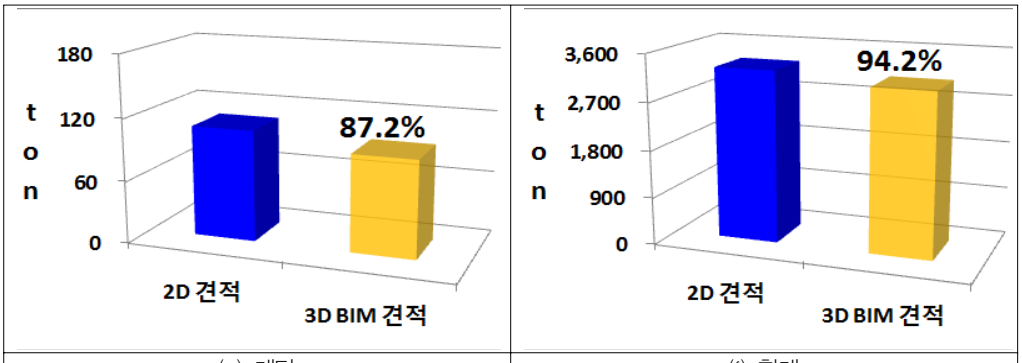
(b) 보



(c) 슬래브



(d) 옹벽



(e) 계단 (f) 합계

[그림 3-23] 부재별 철근 수량산출 결과 비교(a ~ f)

(2) 동 별 수량산출 결과

철근에 대한 동별 수량 산출 결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 3,271.91톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 3,083.58톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 5.8% 정도 감소되게 나타났다.

각 동별로 세부적으로 살펴보면, 101동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 620.95톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 595.48톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

102동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 275.24톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 246.37톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 10.5% 정도 감소되게 나타났다.

103동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 381.54톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 362.57톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 5% 정도 감소되게 나타났다.

104동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 616.84톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 591.58톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

105동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이

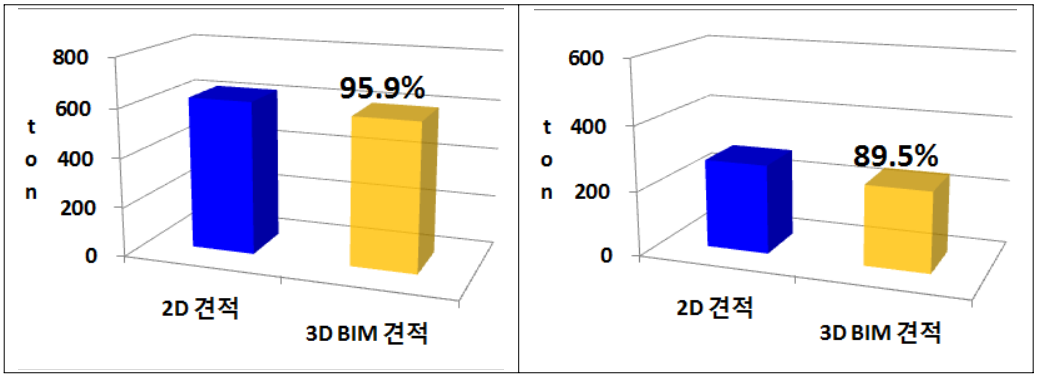
583.15톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 547.37톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 6% 정도 감소되게 나타났다.

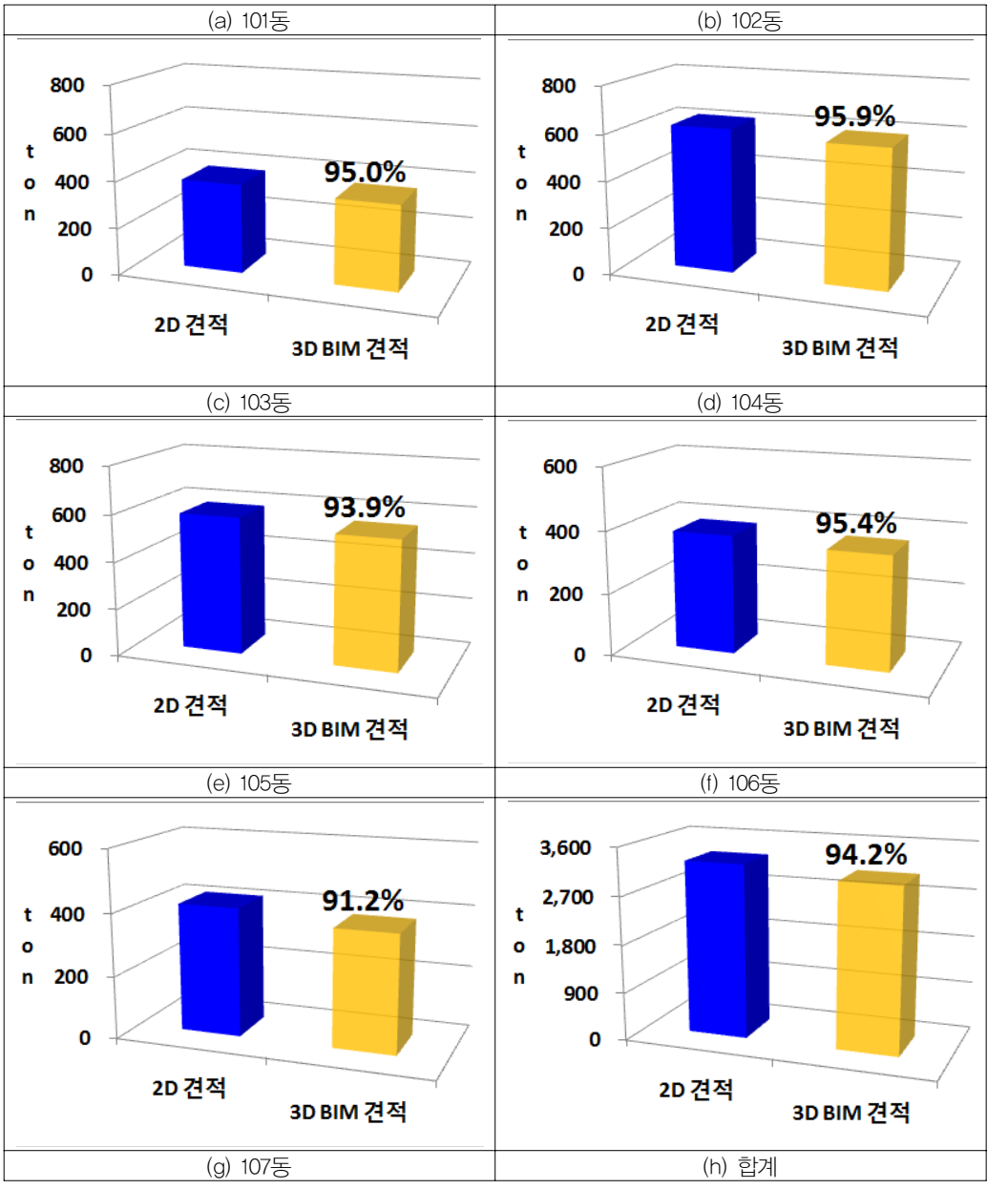
106동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 381.54㎡로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 363.94톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.6% 정도 감소되게 나타났다.

마지막으로, 107동에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 412.67톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 376.28톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 8.8% 정도 감소되게 나타났다.

[표 3-25] 동 별 철근 수량 산출 결과

구분	수량산출 결과		비교(3D:2D)
	2D 견적	3D BIM 견적	
101동	620.95	595.48	95.9%
102동	275.24	246.37	89.5%
103동	381.54	362.57	95.0%
104동	616.84	591.58	95.9%
105동	583.15	547.37	93.9%
106동	381.54	363.94	95.4%
107동	412.67	376.28	91.2%
합계	3,271.91	3,083.58	94.2%





[그림 3-24] 동 별 철근 수량 산출 결과 비교(a ~ h)

(3) 각 동의 지하 및 지상 별 철근 수량산출 결과 비교

전체 동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 661.72톤으로 나타났고 BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 539.37톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 2D 견적 대비 약 81.5% 정도로 나타나 18.5% 정도 철근 수량이 감소되는 것으로 나타났다.

또한, 전체 동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 2,610.19톤으로 나타났고 BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 2,544.21톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 2D 견적 대비 약 97.5% 정도로 나타나 2.5% 철근 수량이 감소되는 것으로 나타났다.

각 동별로 지하부분과 지상 부분으로 구분하여 살펴보면, 먼저 101동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 108.35 톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 98.38톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 9.2% 정도 감소되게 나타났다.

또한, 101동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 512.59톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 497.1톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

102동의 지하에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 73.61톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 59.40톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 19.3% 정도 감소되게 나타났다.

102동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 201.63톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 186.97톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 7.3% 정도 감소되게 나타났다.

103동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 76.71톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 68.65톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 10.5% 정도 감소되게 나타났다.

103동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 143.06톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 99.93톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3.6% 정도 감소되게 나타났다.

104동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 143.06톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 99.93톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 30% 정도 감소되게 나타났다.

104동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 473.77톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 491.65톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3.8% 정도 증가되게 나타났다.

105동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 거푸집 총 수량이 88.39톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 73.19톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 17% 정도 감소되게 나타났다.

105동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 494.76톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 474.18톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4% 정도 감소되게 나타났다.

106동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 76.71톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 67.69톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 12% 정도 감소되게 나타났다.

106동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 304.83톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 296.25톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 3% 정도 감소되게 나타났다.

그리고 107동의 지하 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한 철근 총 수량이 94.88톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 72.13톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 24% 정도 감소되게 나타났다.

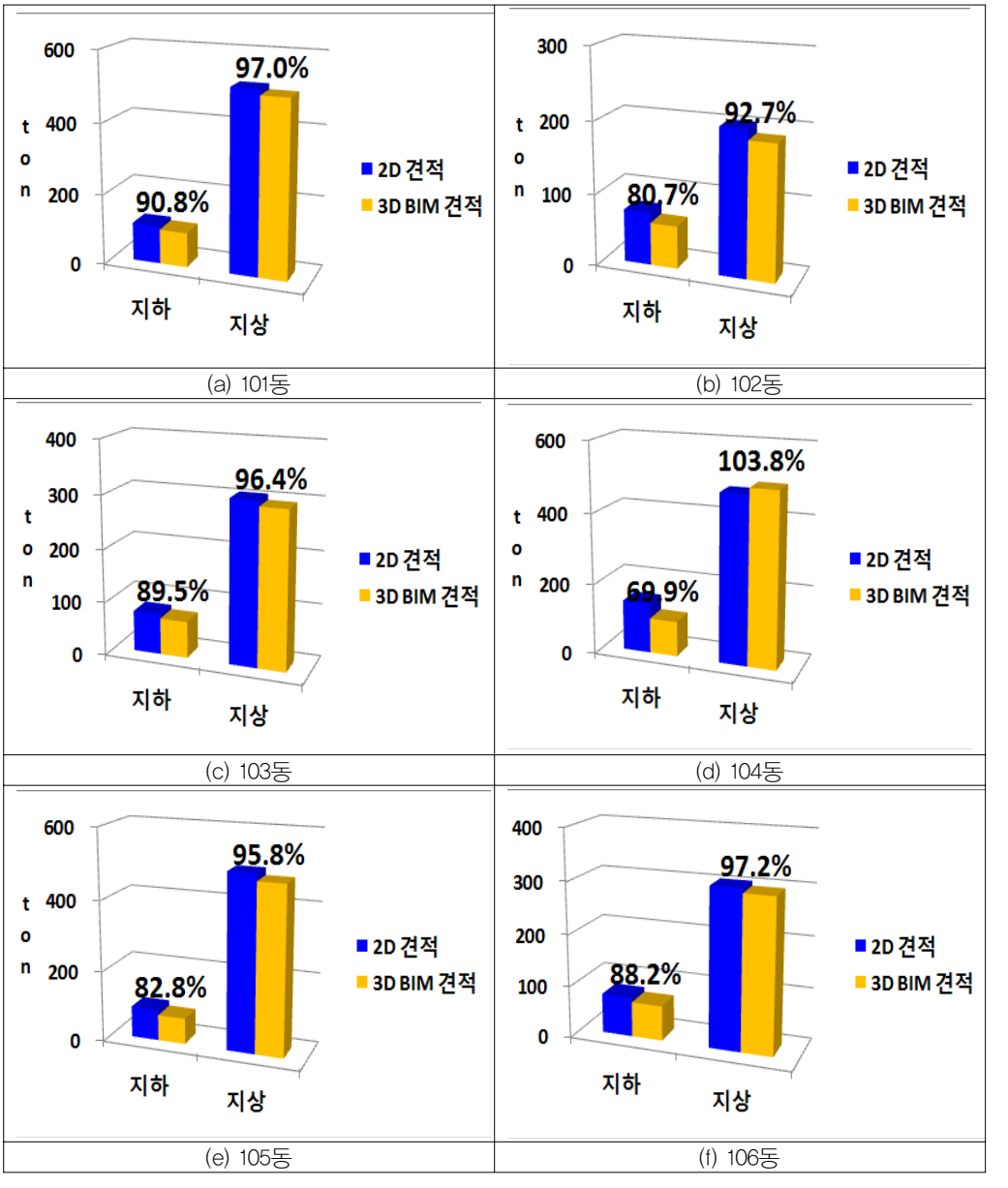
또한, 107동의 지상 부분에 대한 수량 산출결과 기존방식인 2D 견적으로 산출한

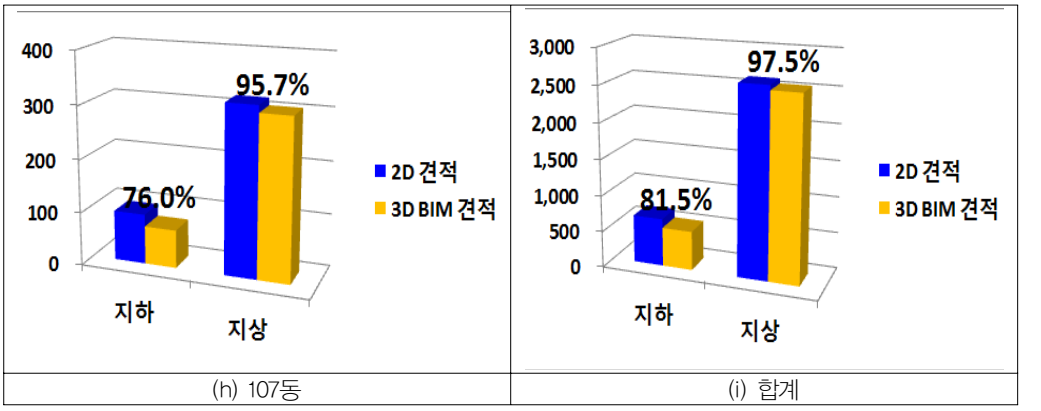
철근 총 수량이 317.78톤으로 나타났고, BIM 모델링을 통하여 산출한 총 수량이 304.15톤으로 나타나 3D BIM 모델링을 통한 산출 결과가 약 4.3% 정도 감소되게 나타났다.

지상 부분과 지하부분으로 나누어 산출한 결과를 비교해 보면 지하부분의 철근 수량 차이가 대폭으로 크게 나타나는데, 이것은 아마 지하부분에 사용되는 철근의 지름이 큰 것이 많이 사용되고 이 경우에 이음과 정착부가 많이 생기면 그 길이가 크게 증가되기 때문에 BIM 모델링을 통하여 합리적으로 배근하도록 더 정확하게 모델링하여 산출하였기 때문에 나타난 것으로 보인다.

[표 3-26] 각 동의 지상 및 지하 별 철근 수량 산출 결과

구분		수량산출 결과		비교(3D:2D)
		2D 견적	3D BIM 견적	
101동	지하	108.35	98.38	90.8%
	지상	512.59	497.10	97.0%
102동	지하	73.61	59.40	80.7%
	지상	201.63	186.97	92.7%
103동	지하	76.71	68.65	89.5%
	지상	304.83	293.92	96.4%
104동	지하	143.06	99.93	69.9%
	지상	473.77	491.65	103.8%
105동	지하	88.39	73.19	82.8%
	지상	494.76	474.18	95.8%
106동	지하	76.71	67.69	88.2%
	지상	304.83	296.25	97.2%
107동	지하	94.88	72.13	76.0%
	지상	317.78	304.15	95.7%
합계	지하	661.72	539.37	81.5%
	지상	2,610.19	2,544.21	97.5%


600
400
200
0
t
o
n
97.0%
90.8%
지하
지상
2D 견적
3D BIM 견적
(a) 101동
300
200
100
0
92.7%
80.7%
(b) 102동
400
300
200
100
96.4%
89.5%
(c) 103동
600
400
200
103.8%
69.9%
(d) 104동
95.8%
82.8%
(e) 105동
97.2%
88.2%
(f) 106동



(h) 107동 (i) 합계

[그림 3-25] 각 동의 지상 및 지하 구분 철근 수량 산출 결과 비교(a~i)

8. 조사결과 분석

8.1 조사결과 종합 및 비교 분석

본 절에서는 앞에서 수행한 6개 지구의 견적 데이터들을 토대로 각각 수량산출 결과들을 종합하고 재분류하여 여러 가지의 조건들에 대하여 비교분석을 하였다. 우선 각 지구에서 비교 검토한 데이터 들을 종합적으로 정리하여 골조의 공종에 따라 철근과 콘크리트, 거푸집으로 나누어 종합적으로 비교분석하였고, 이어서 건축물을 유형별로 분류하여 아파트 본동 부분과 지하주차장 및 부대복리시설로 나누어 비교분석 하였다. 그리고 구조체를 구성하는 부재별로 나누어 철근 수량을 비교 분석하였다.

8.2 골조수량 조사결과 종합 분석

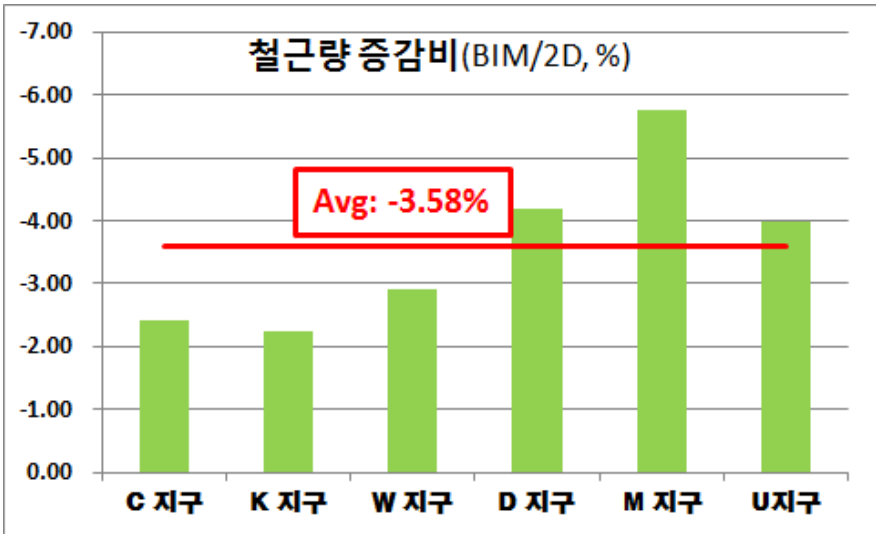
1) 철근 수량 비교 분석

각 지구의 철근 수량 합계를 비교 분석하면 철근량이 가장 많이 사용된 C지구의 경우 BIM 모델링을 통한 수량 산출에서 철근량이 2.41% 감소되는 것으로 나타났다. 전체 지구에서 모두 BIM 모델링을 통한 수량 산출의 철근량이 기존 견적에 비하여 감소하는 것으로 나타났고, 적게는 2.23% 감소에서 많게는 5.76%까지 감소되는 것으로 나타나 전체 감소율 평균 3.58% 감소되는 것으로 나타났다.

이 차이는 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 정밀한 BIM 모델링으로 철근의 수량을 정확하게 계산한 결과로 나타난 것으로 원가 절감의 요인으로 사료된다.

[표 3-27] 전체 지구 철근량 비교 분석 결과

구분	2D 견적 수량	BIM 견적 수량	증감(2D/BIM, %)
C 지구	6,514.83	6,357.71	-2.41
K 지구	435.68	425.96	-2.23
W 지구	2,732.43	2,653.13	-2.90
D 지구	405.23	388.23	-4.20
M 지구	3,271.91	3,083.58	-5.76
U 지구	573.89	550.96	-4.00
평균			-3.58



[그림 3-26] 각 지구별 철근량 증감 비

2) 콘크리트 수량 비교 분석

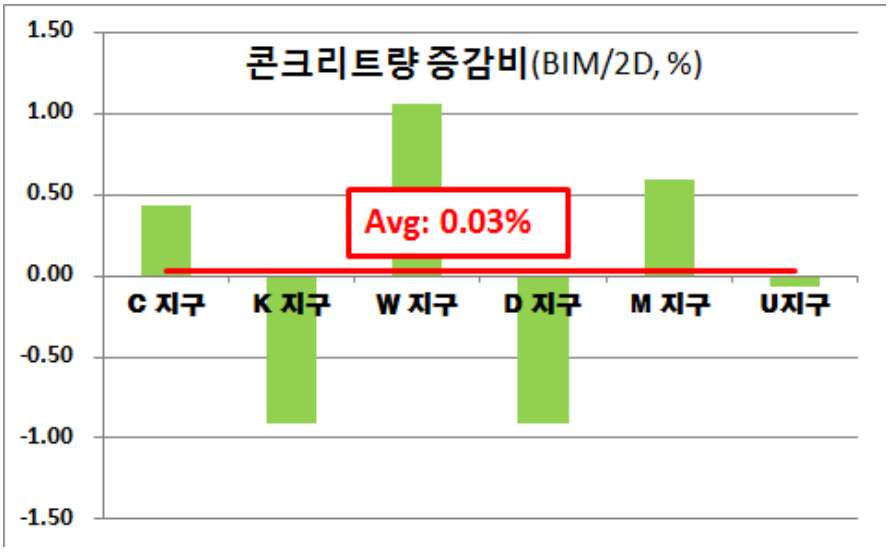
콘크리트 수량은 전체적으로 철근과 같은 큰 차이는 발생하지 않고 대체로 1% 이내의 증 감을 나타내고 있다. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 1.06%가 증가된 W지구이고 감소를 나타낸 지구는 0.91% 감소를 보이고 있다. BIM 모델링을 통한 수량 산출의 콘크리트량이 기존 견적에 비하여 감소하는 경우는 2개 지구이고

증가하는 경우는 3개 지구인 것으로 나타났고 전체 평균으로 0.03% 증가되는 것으로 나타났다.

이 차이는 미미한 정도 이지만 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 3D BIM 모델링의 정확도에 따른 결과로 고려된다.

[표 3-28] 전체 지구 콘크리트량 비교 분석 결과

구분	2D 견적 수량	BIM 견적 수량	증감(2D/BIM,%)
C 지구	88,237.10	88,617.41	0.43
K 지구	6,785.14	6,723.17	-0.91
W 지구	37,333.15	37,729.92	1.06
D 지구	5,520.00	5,469.85	-0.91
M 지구	41,875.02	42,121.71	0.59
U 지구	8,214.50	8,209.03	-0.07
평균			0.03



[그림 3-27] 각 지구별 콘크리트량 증감 비

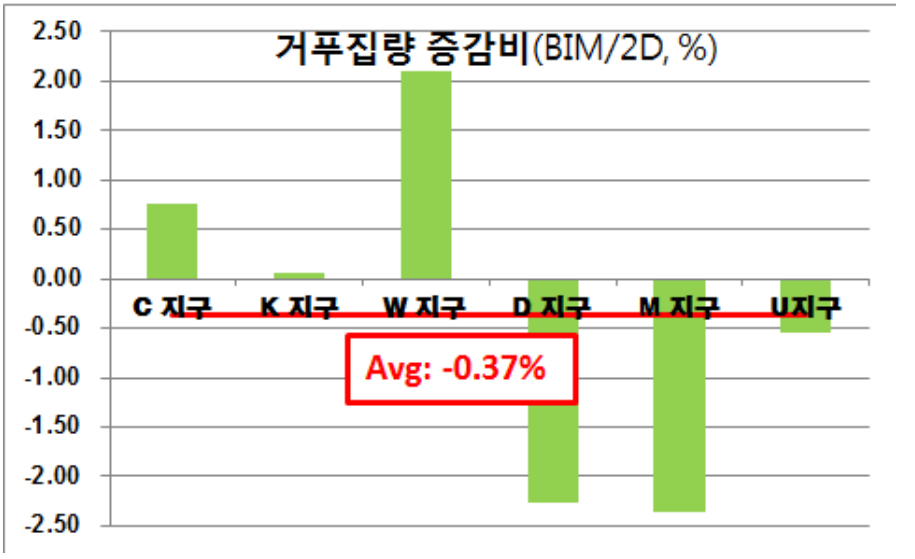
3) 거푸집 수량 비교 분석

거푸집 수량도 전체적으로 철근의 경우 와 같은 큰 차이는 나타내지 않았고 2.35% 이내의 증 감을 나타내고 있다. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 2.09%가 증가된 W지구이고 가장 큰 감소를 나타낸 지구는 2.35% 감소를 보이는 M 지구 이다. BIM 모델링을 통한 거푸집 수량 산출이 기존 견적에 비하여 감소하는 경우는 2개 지구이고 증가하는 경우는 3개 지구인 것으로 나타나 전체 평균으로 0.37% 감소되는 것으로 나타났다.

이 차이는 큰 정도는 아니지만 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 모델링의 정확도에 따른 결과로 고려된다.

[표 3-29] 전체 지구 거푸집 수량 비교 분석 결과

구분	2D 견적 수량	BIM 견적 수량	증감(2D/BIM,%)
C 지구	424,301.00	427,520.79	0.76
K 지구	40,619.23	40,641.65	0.06
W 지구	263,490.94	269,009.67	2.09
D 지구	42,523.00	41,563.31	-2.26
M 지구	318,095.64	310,608.99	-2.35
U 지구	57,247.47	56,933.73	-0.55
평균			-0.37



[그림 3-28] 각 지구별 거푸집 수량 증감 비

8.3 건축물 유형별 비교 분석

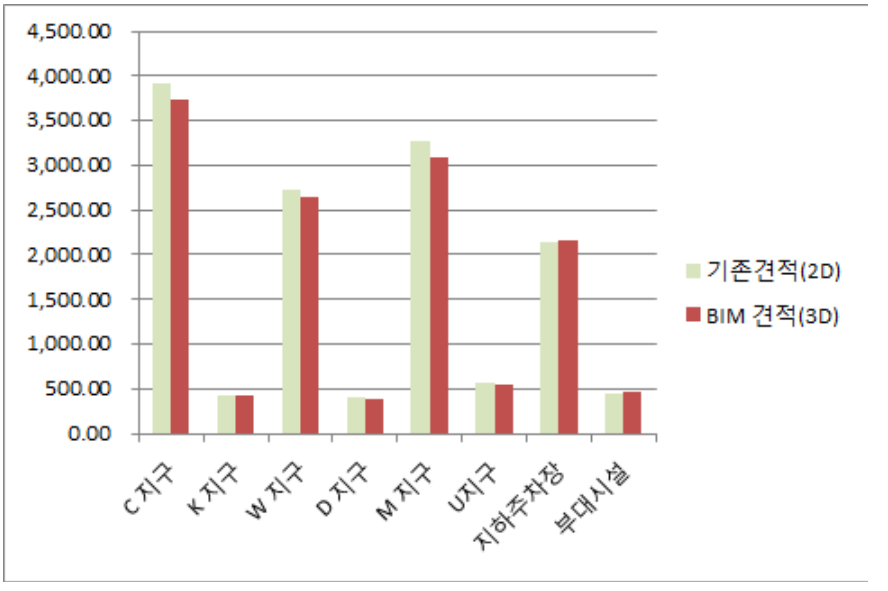
본 절에서는 건축물을 유형별로 분류하여 아파트 본동 부분과 지하주차장 및 부대복리시설로 나누어 비교 분석 하였다. 아파트는 모든 지구에서 산출 및 비교 되었고, 지하주차장과 부대복리시설은 C 지구에서만 조사 분석되었다.

1) 철근 수량 비교 분석

건축물의 유형별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 아파트에서는 모든 대상 지구에서 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 감소하는 것으로 나타났고, 그 추이는 작게는 2.23% 감소에서부터 크게는 5.76%까지 감소되는 것으로 나타나 전체 감소율 평균으로 3.96% 감소되는 것으로 나타났다. 이에 비하여 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 0.43% 및 3.46% 증가하는 것으로 나타났다.

[표 3-30] 건물 유형별 철근량 비교 분석 결과

구분		철근 (단위 톤)		차이(증감) (2D/BIM, %)
		2D	BIM	
아파트	C지구 (5개동)	3,914.95	3,732.78	-4.65
	K지구 (1개동)	435.68	425.96	-2.23
	W지구 (9개동)	2,732.43	2,653.13	-2.90
	D지구 (1개동)	405.23	388.23	-4.20
	U지구 (개동)	573.89	550.96	-4.0
	M지구 (7개동)	3,271.91	3,083.58	-5.76
	평균			-3.96
지하주차장	C지구	2,144.99	2,154.32	0.43
부대복리시설	C지구	454.90	470.61	3.46



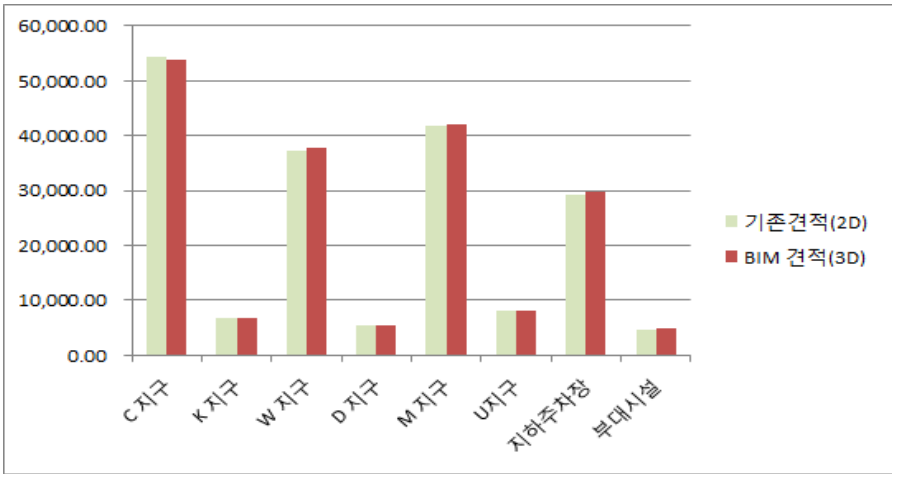
[그림 3-29] 건물 유형별 철근량 비교 분석

2) 콘크리트 수량 비교 분석

건축물의 유형별 콘크리트 수량 산출 결과를 비교 분석하면 아파트에서는 BIM 모델링을 통하여 산출한 콘크리트 수량이 기존 2D 견적에 비하여 대체로 1% 이내의 차이를 나타내고 있으며 평균 0.13% 감소하는 것으로 나타났다. 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 콘크리트 수량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 2.03% 및 1.88% 증가하는 것으로 나타났다.

[표 3-31] 건물 유형별 콘크리트 수량 비교 분석 결과

구분		콘크리트 수량(단위 m^3)		차이(증감) (2D/BIM, %)
		2D	BIM	
아파트	C지구 (5개동)	54,232.53	53,930.49	-0.56
	K지구 (1개동)	6,785.14	6,723.17	-0.91
	W지구 (9개동)	37,333.15	37,729.92	1.06
	D지구 (1개동)	5,520.00	5,469.85	-0.91
	U지구 (개동)	8,214.50	8,209.03	-0.07
	M지구 (7개동)	41,875.02	42,121.71	0.59
	평균			-0.13
지하주차장	C지구	29,238.02	29,830.96	2.03
부대복리시설	C지구	4766.55	4855.97	1.88



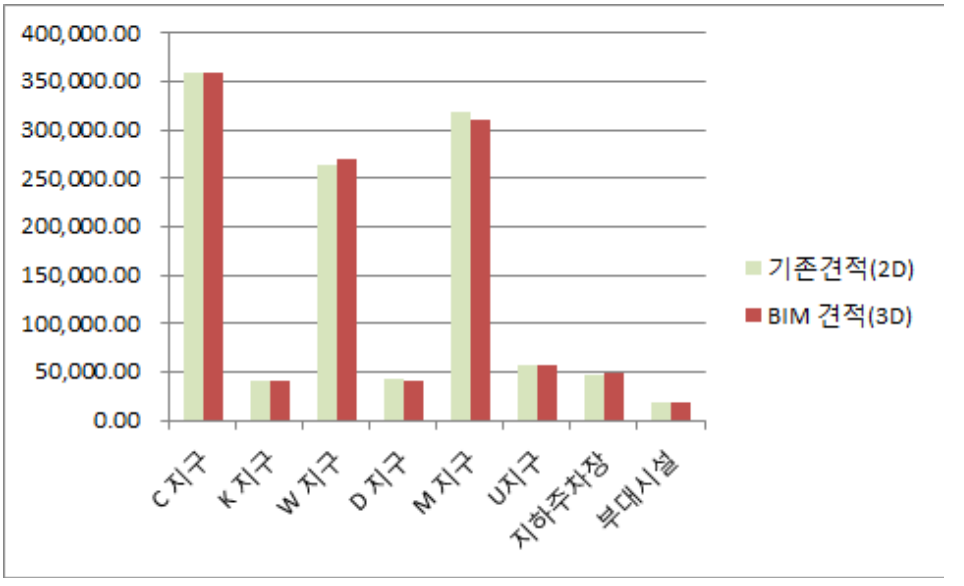
[그림 3-30] 건물 유형별 콘크리트 수량 비교 분석

3) 거푸집 수량 비교 분석

건축물의 유형별 거푸집 수량 산출 결과를 비교 분석하면 아파트에서는 BIM 모델링을 통하 산출한 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 대체로 2.3% 이내의 차이를 나타내고 있으며 전체 아파트 건물의 평균치는 0.52% 감소하는 것으로 나타났다. 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 4.55% 및 8.0% 증가하는 것으로 나타났다.

[표 3-32] 건물 유형별 거푸집 수량 비교 분석 결과

구분		거푸집 수량 (단위 ㎡)		차이(증감) (2D/BIM, %)
		2D	BIM	
아파트	C지구 (5개동)	359,736.94	359,419.02	-0.09
	K지구 (1개동)	40,619.23	40,641.65	0.06
	W지구 (9개동)	263,490.94	269,009.67	2.09
	D지구 (1개동)	42,523.00	41,563.31	-2.26
	U지구 (개동)	57,247.47	56,933.73	-0.55
	M지구 (7개동)	318,095.64	310,608.99	-2.35
	평균			-0.52
지하주차장	C지구	47,212.56	49,362.01	4.55
부대복리시설	C지구	17,351.50	18,739.76	8.00



[그림 3-31] 건물 유형별 거푸집 수량 비교 분석

8.4 아파트 건축물의 철근량 비교 분석

본 절에서는 아파트 건축물에 대하여 철근 수량을 부재별, 층별 및 지상부분 지하부분 구분 비교를 통하여 산출된 철근량의 추이를 분석해 보았다.

1) 부재별 철근 수량 비교 분석

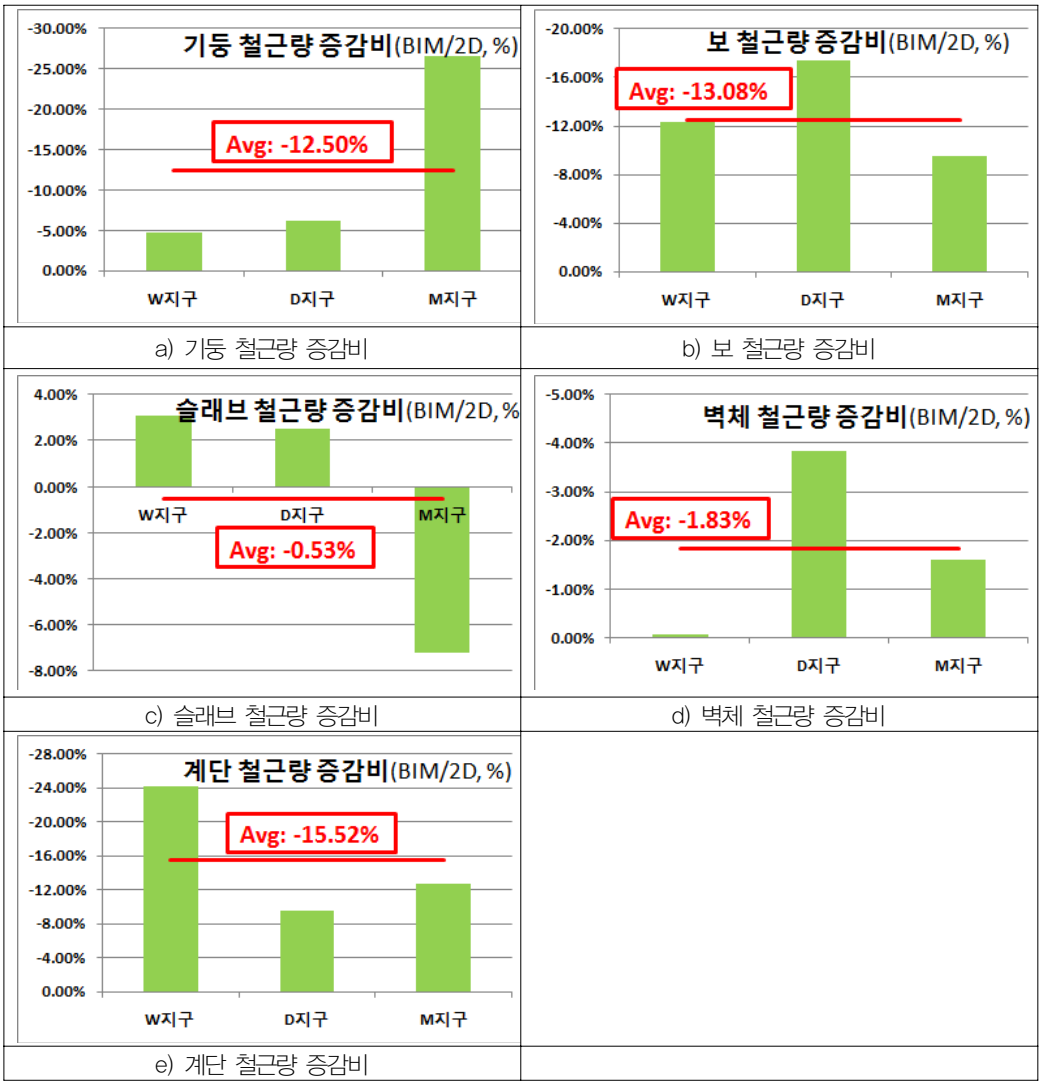
아파트 건축물에서 구조체 부재별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 BIM 모델링으로 산출한 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 전반적으로 감소하는 것으로 나타났으나 2개 지구에서 슬래브는 2~3% 정도 증가되는 것으로 나타났다. 조사된 3개 지구 평균치를 토대로 추이를 살펴보면 기존 견적과 BIM 모델링 수량 산출간의 가장 차이가 적은 부재는 슬래브와 벽체로서 각각 BIM 모델링 산출이 0.53% 및 1.83% 감소되는 것으로 나타났고, 기둥과 보는 BIM 모델링 산출이 각각 12.50% 및 13.08% 감소하는 것으로 나타났다.

[표 3-33] 아파트 부재별 철근 수량 비교 분석 결과

구분	2D 대비 BIM 철근 수량			
	W지구	D지구	M지구	평균 증감(%)
기둥	95.28%	93.83%	73.40%	-12.50%
보	87.63%	82.61%	90.50%	-13.08%
슬래브	103.11%	102.49%	92.80%	-0.53%
벽체	99.94%	96.17%	98.40%	-1.83%
계단	75.86%	90.37%	87.20%	-15.52%
합계 수량	97.10%	95.80%	94.24%	-4.29%

2) 층별 철근 수량 비교 분석

C지구에서 아파트 5개동의 철근 수량에 대하여 층별로 비교 분석해 보았다. 그 결과는 다음의 표 및 그림에서 나타낸 바와 같으며, 전반적으로 지하층과 1층 및 최상층(PH) 부분에서 두 가지 방식의 차이가 크게 나타났다. 이것은 기존 견적(2D)에서 산출하는 방식과 BIM 모델링으로 산출하는 방식에 있어서 서로 층을 구분 짓는 기준과 방법이 다르기 때문에 나타난 차이로 보인다. 부분적인 큰 차이에도 불구하고 전체 철근 수량에서의 차이는 BIM 견적이 4~5% 정도 감소하는 경향으로 각 동별로 유사하게 나타났다.



a) 기둥 철근량 증감비 b) 보 철근량 증감비

c) 슬래브 철근량 증감비 d) 벽체 철근량 증감비

e) 계단 철근량 증감비

[그림 3-32] 아파트 부재별 철근 수량 비교 분석 결과

[표 3-34] 101동 및 102동 층별 철근량 비교 분석

101동	철근		
	2D	BIM	증감비율 (BIM/2D)
FT	39.28	42.51	8.23%
B1	73.42	70.06	-4.58%
1	30.96	34.15	10.31%
2	28.60	27.78	-2.88%
3	28.30	27.33	-3.44%
4	28.48	26.97	-5.28%
5	27.34	26.38	-3.52%
6	27.33	25.71	-5.94%
7	27.03	25.33	-6.29%
8	26.81	25.00	-6.73%
9	26.79	24.99	-6.72%
10	26.80	25.03	-6.63%
11	26.77	24.96	-6.76%
12	26.52	24.71	-6.82%
13	26.25	24.48	-6.75%
14	26.18	24.34	-7.03%
15	25.92	24.01	-7.36%
16	25.73	23.83	-7.37%
17	25.69	23.76	-7.50%
18	25.64	23.71	-7.50%
19	25.59	23.66	-7.55%
20	25.54	23.61	-7.58%
21	25.54	23.60	-7.58%
22	25.54	23.60	-7.58%
23	25.51	23.49	-7.92%
24	25.59	23.44	-8.41%
25	28.55	25.73	-9.88%
PH1	10.81	8.05	-25.57%
PH2	2.84	3.21	12.92%
계	795.35	753.43	-5.27%

102동	철근		
	2D	BIM	증감비율 (BIM/2D)
FT	65.14	64.19	-1.47%
B1	90.39	78.98	-12.62%
1	22.57	28.88	27.98%
2	20.94	20.89	-0.23%
3	32.19	29.55	-8.20%
4	29.31	27.77	-5.28%
5	27.58	26.38	-4.35%
6	26.86	25.57	-4.82%
7	26.77	25.48	-4.80%
8	26.69	25.41	-4.78%
9	26.43	25.19	-4.70%
10	26.34	25.10	-4.71%
11	26.23	24.96	-4.85%
12	26.18	24.89	-4.92%
13	25.99	24.69	-5.00%
14	25.76	24.44	-5.12%
15	25.64	24.33	-5.12%
16	25.83	24.45	-5.34%
17	25.74	24.34	-5.43%
18	25.72	24.33	-5.42%
19	25.72	24.33	-5.42%
20	25.70	24.31	-5.42%
21	25.70	24.31	-5.42%
22	25.70	24.31	-5.42%
23	25.70	24.31	-5.42%
24	25.73	24.27	-5.67%
25	28.95	27.96	-3.40%
PH1	10.81	8.14	-24.68%
PH2	2.84	2.76	-3.02%
계	825.15	784.50	-4.93%

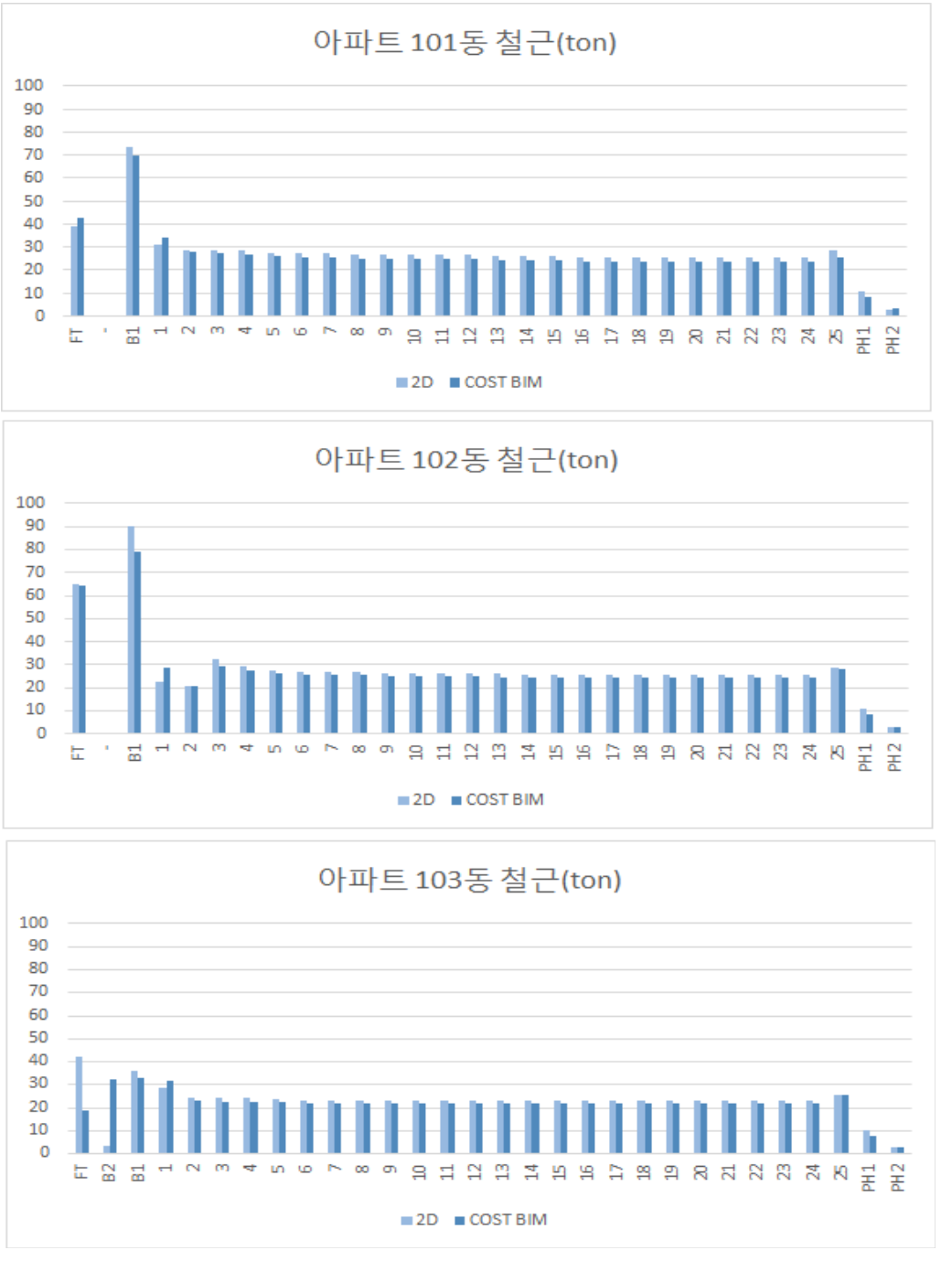
[표 3-35] 103동 및 104동 층별 철근량 비교 분석

103동	철근		
	2D	BIM	증감비율 (BIM/2D)
FT	42.32	19.09	-54.90%
B2	3.40	32.62	858.58%
B1	36.04	33.06	-8.25%
1	28.41	32.03	12.71%
2	24.43	23.00	-5.84%
3	24.23	22.76	-6.08%
4	24.31	22.64	-6.90%
5	23.51	22.26	-5.33%
6	23.41	22.10	-5.59%
7	23.38	22.07	-5.59%
8	23.35	21.98	-5.87%
9	23.31	21.96	-5.81%
10	23.13	21.83	-5.65%
11	23.26	21.86	-5.99%
12	23.24	21.85	-5.98%
13	23.24	21.85	-5.98%
14	23.24	21.85	-5.98%
15	23.22	21.84	-5.95%
16	23.22	21.83	-6.00%
17	23.22	21.83	-6.00%
18	23.22	21.83	-5.99%
19	23.22	21.83	-5.99%
20	23.22	21.83	-5.99%
21	23.22	21.83	-5.99%
22	23.22	21.83	-5.99%
23	23.22	21.83	-5.99%
24	23.34	21.83	-6.47%
25	25.91	25.90	-0.03%
PH1	10.45	7.68	-26.54%
PH2	2.68	2.76	2.84%
계	687.55	659.41	-4.09%

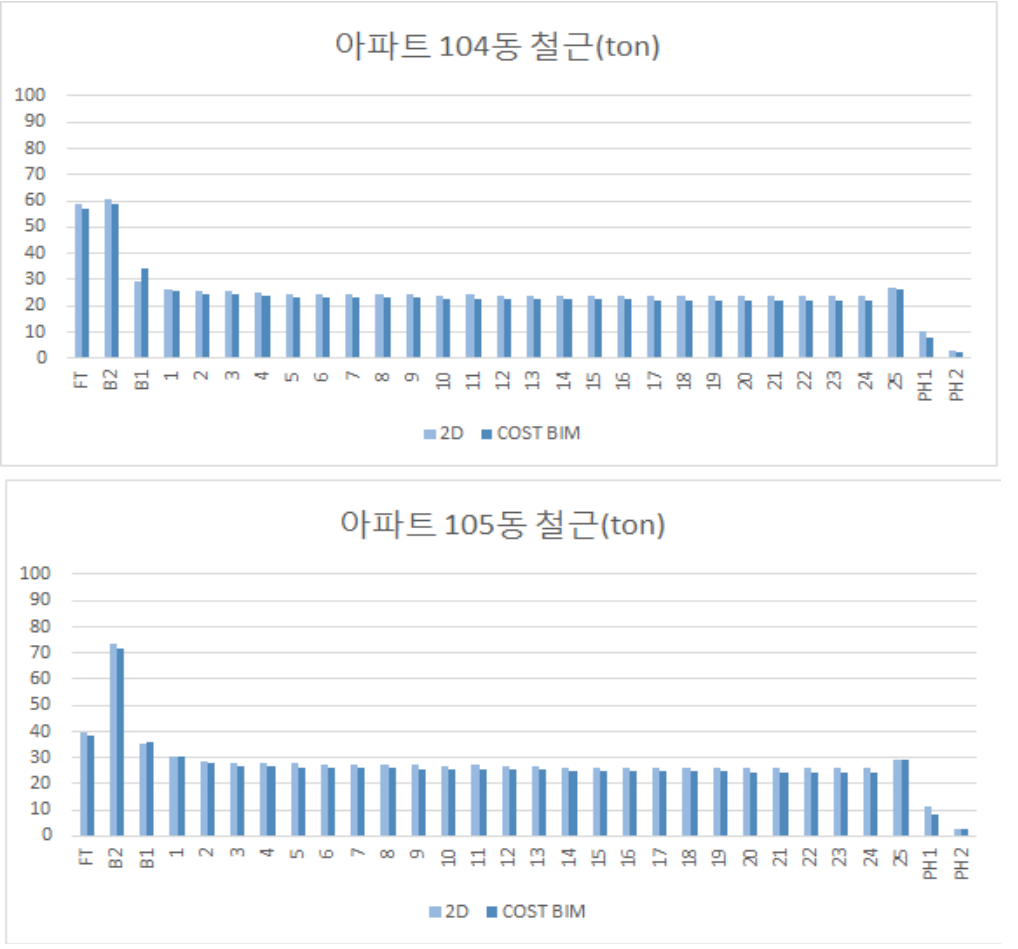
104동	철근		
	2D	BIM	증감비율 (BIM/2D)
FT	58.92	57.02	-3.23%
B2	60.83	58.78	-3.38%
B1	29.57	34.33	16.07%
1	26.26	25.59	-2.56%
2	25.73	24.39	-5.19%
3	25.38	24.11	-5.00%
4	24.88	23.53	-5.45%
5	24.53	23.16	-5.57%
6	24.42	23.05	-5.59%
7	24.34	23.00	-5.51%
8	24.27	22.94	-5.49%
9	24.24	22.88	-5.63%
10	23.96	22.67	-5.39%
11	24.12	22.79	-5.51%
12	23.99	22.70	-5.38%
13	23.94	22.63	-5.46%
14	23.77	22.44	-5.63%
15	23.71	22.37	-5.63%
16	23.66	22.30	-5.73%
17	23.58	22.21	-5.81%
18	23.58	22.20	-5.82%
19	23.57	22.18	-5.90%
20	23.57	22.17	-5.92%
21	23.57	22.17	-5.92%
22	23.57	22.17	-5.92%
23	23.57	22.17	-5.92%
24	23.63	22.10	-6.45%
25	26.89	26.28	-2.28%
PH1	10.56	7.53	-28.68%
PH2	2.68	2.25	-16.20%
계	769.27	734.10	-4.57%

[표 3-36] 105동 층별 철근량 비교 분석

105동	철근		
	2D	BIM	증감비율 (BIM/2D)
FT	39.41	38.36	-2.67%
B2	73.63	71.63	-2.73%
B1	35.04	36.13	3.12%
1	30.55	30.37	-0.61%
2	28.81	27.69	-3.86%
3	28.23	27.00	-4.36%
4	27.94	26.61	-4.75%
5	27.70	26.35	-4.84%
6	27.61	26.26	-4.89%
7	27.61	26.24	-4.94%
8	27.15	25.78	-5.04%
9	27.04	25.69	-5.00%
10	27.00	25.68	-4.86%
11	27.08	25.77	-4.80%
12	26.70	25.38	-4.93%
13	26.58	25.25	-5.03%
14	26.36	25.03	-5.03%
15	26.26	24.86	-5.34%
16	26.05	24.66	-5.33%
17	26.01	24.61	-5.38%
18	25.99	24.59	-5.38%
19	25.96	24.56	-5.40%
20	25.93	24.52	-5.42%
21	25.93	24.52	-5.42%
22	25.93	24.52	-5.42%
23	25.93	24.52	-5.42%
24	25.99	24.52	-5.66%
25	29.34	28.98	-1.21%
PH1	11.10	8.50	-23.46%
PH2	2.84	2.73	-3.84%
계	837.68	801.34	-4.34%



[그림 3-33] 아파트 층별 철근량 비교분석 그래프(101동, 102동 및 103동)



[그림 3-34] 아파트 층별 철근량 비교분석 그래프(104동 및 105동)

8.5 Cost-BIM 적용상의 문제점 및 개선방안

1) BIM 활용을 위한 기술자 양성 필요

Cost-BIM을 필두로 한 BIM 산업의 활성화를 위해서 관련업계에서 우수한 인력을 용이하게 활용할 수 있도록 BIM 모델링과 분석에 유능한 기술자들이 많이 필요하고, 이에 따라 기술자들을 전문적으로 양성할 필요성이 높다.

현재는 전문적인 교육과정이나 양성 프로그램이 부족한 실정이라 업계의 전문인력

에 대한 요구가 있지만 인력 배출이 부족한 편이다. 이를 해소하기 위하여 우리공사에서는 Cost-BIM 교육 프로그램을 2017년에 시행하였고, 2018년에는 산업인력공단과 MOU를 체결하여 관련 인력 양성을 지원하기 위한 프로그램을 기획 중에 있다. 이러한 기술자 양성 프로그램이 활성화 되어야 관련 업계의 발전과 더불어 Cost-BIM의 원활한 사용과 확대 적용이 가능할 것이다.

2) Cost-BIM 모델링 프로그램의 보급 확대

현재 골조공사의 수량 산출을 위하여 이용할 수 있는 BIM 프로그램들은 Revit과 Tekla 등이 대표적이나 이 두 프로그램 모두 철근배근을 정확하게 묘사하고 모델링하는데 한계가 있다. 골조 모델링중에서는 철근 배근을 현장 배근 상황과 유사하게 정확하게 모델링하는 것이 매우 까다롭고 어렵다. 이것은 철근의 배근 자체도 어렵지만, 세계 각국에서 사용하고 있는 구조설계기준의 이음과 정착길이가 나라마다 다르고, 철근의 배근에 영향을 미치는 피복두께나 최소철근 규정 등 설계기준의 규정들이 서로 다르기 때문에 이러한 사항을 반영하여 정확하게 모델링하는 프로그램을 만드는 것이 매우 어려운 작업이기 때문이다. 따라서 골조공사의 BIM 모델링을 용이하게 구현하기 위해서는 무엇보다도 철근공사의 정확한 모델링이 최우선의 과제로 고려되어야 한다. 한편 국내에서는 이러한 요구사항들을 반영하여 수년전부터 개발되어온 Build-Hub 프로그램이 철근 배근을 매우 정밀하고 세세하게 모델링하여 골조의 수량 산출과 배근시공도(PD) 작성을 가능케 하도록 프로그램의 성능을 개선하여 사용되고 있다. 또한 Tekla Structure 프로그램에 연계해서 활용가능한 철근 배근 BIM 모델링 프로그램이 개발되어 일부 업체에서 사용되고 있으며, 이 프로그램 또한 모델링 성능과 정밀도가 우수하여 골조공사의 철근 배근과 수량 산출을 위한 Cost-BIM 모델링 프로그램으로 사용되기에 부족함이 없는 것으로 보인다.

이러한 BIM 모델링이 용이한 프로그램의 보급과 확산이 Cost-BIM의 확대를 위하여 필요하며 이를 위하여 개발사에서는 프로그램의 호환성을 개선하여 Revit이나 ArchCAD와 같은 범용 BIM 프로그램에서 교차활용이 수월하도록 해야 하고, 프로그램의 보급사에서도 사용료 인하와 같은 적극적인 저변확대 노력이 요구된다.

3) Cost-BIM 모델링에 대한 적정 도급(설계)가격 필요

BIM 모델링을 통한 수량 산출이 올바르게 정착되기 위해서는 기존의 견적을 수행하기 위한 설계가격과 BIM 프로그램의 사용과 투입 인력을 고려하여 Cost-BIM 모델링에 대한 적정 설계가격을 설정이 필요하다. 본 연구에서도 관련 업체들에게 견적을 받아서 하도급 설계가격 산정을 위한 기초 자료를 다음 장에서 제시하였다. 실무에서는 이를 토대로 Cost-BIM 견적을 위한 적정 설계가를 책정하여 활용할 수 있다.

4) 발주처의 선도적 역할 요구

BIM을 견적뿐만 아니라 다양한 분야로 확대적용하기 위해서는 공공기관을 비롯한 발주처에서 BIM을 활용할 수 있는 여건을 갖추어 설계, 견적 및 시공 등에서 BIM을 적극적으로 활용하도록 선도하는 노력이 필요하다. 우리공사에서도 이러한 노력의 일환으로 진주사옥 시공단계에서 BIM을 활용하였고, 다양한 분야에서 BIM을 접목하고 활용하기 위해 노력하고 있다.

5) 견적에서의 BIM 활용에 대한 저변확대 필요

Cost-BIM의 적용과 활성화를 위해서는 우선 BIM 모델링을 통해 수량산출에 대한 저변 확대가 요구된다. 기존에 도면과 견적 기준을 토대로 2D 견적으로 수량 산출을 하던 방식에 익숙해져 있는 업체에게 3D BIM 모델링을 통하여 건축물의 골조 수량산출, 사용자 확대 및 효용성에 대한 홍보를 통한 저변 확대가 요구된다.

제 4 장
Cost-BIM 적용 및 활성화 방안



제4장 Cost-BIM 적용 및 활성화 방안

1. 철근콘크리트 골조공사 BIM 견적 기반 구축

1.1 철근콘크리트 골조공사 LH Cost-BIM 견적의 필요성

BIM 견적은 기존의 2D 견적업무에 대비하여 견적작업 수행시 사전 도면오류 검토 소요시간 단축, 골조 공사 물량 산출의 정확성 향상 등의 장점을 가지고 있다. 특히, 민간업체의 경우에는 자사 견적기준이 부합되는 BIM 견적업무 수행을 위한 BIM 견적산출 알고리즘 개발 등 BIM 견적 능력 향상을 위해 노력하고 있는 상황이다.

골조공사는 전체 건축공사에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그 중에 철근공사의 경우에 타 공종(거푸집공사, 콘크리트공사)과 비교하여 물량산출의 정확성이 낮은 문제점을 가지고 있다. 이에, 철근배근시공도 작성지침 등의 철근공사 견적 기준을 반영한 BIM 견적이 필요하다고 할 수 있다.

이러한 철근콘크리트 골조공사의 2D견적과 BIM견적의 도입 효과를 정리하면 다음의 표와 같다.

[표 4-1] 철근콘크리트 골조공사 2D견적과 BIM견적의 도입효과 비교

구분	시간	교육내용
숙련도	•배근상세/수량산출기준에 대한 충분한 경험과 교육 미비 •작업자의 숙련도에 따라 수량산출 결과상이	•배근상세/수량산출기준을 알고리즘을 반영 •작업자에 따라 동일한 수량산출 결과 도출
오류체크	•수량산출 누락여부/산출부위에 대한 확인이 어려움	•설계도서 간 불일치하는 부분에 대한 사전 검토를 통한 설계 정합성 검토
정확성	•견적물량과 시공물량에 대한 오차율 분석이 어려움 •견적산출기준에 다른 수량산출	•수량산출을 통한 견적물량 대비 실행물량에 대한 이력관리 용이 •시공상세를 견적단계에 반영하여 견적과 시공물량의 차이가 적음

1.2 철근콘크리트 골조공사 Cost-BIM 견적 모델 작성 기준

BIM 견적을 위해서는 견적 BIM 모델과 BIM 모델을 통해 물량산출하기 위한 물량산출 기준이 필요하다. 특히, BIM 견적을 통하여 동일한 품질의 견적결과를 도출하기 위해서는 BIM 모델 작성을 위한 기준이 필요하다고 할 수 있다.

철근콘크리트 골조공사 Cost-BIM 견적을 위한 BIM 견적 모델 작성 기준은 BIM 견적모델의 작성범위, 구역구분, 층 구분, 단차부위 작성으로 구분하여 기준을 작성하였으며, 이를 정리하면 다음의 표와 같다.

[표 4-2] 철근콘크리트 골조공사 Cost-BIM 견적 모델 작성 기준

<table>
<tr><th>구분</th><th>견적모델 작성 기준</th></tr>
<tr><td>작성
범위</td><td>부재에 대한 작성은 해당 BIM 모델링 작성기능을 이용하여 작성함을 원칙으로 하며, 그 범위는 다음 표와 같음.
모델링 작성기능에 해당하는 부재가 없을 시, 가장 유사한 모델 객체를 사용하여 모델링하며, 그 내용에 대해 BIM 활용 계획서 또는 BIM적용 설계보고서에 명시하도록 함
<table>
<tr><th>구분</th><th>속성</th><th>구분</th><th>속성</th></tr>
<tr><td rowspan="3">기초</td><td>온통기초</td><td rowspan="2">보</td><td>보</td></tr>
<tr><td>피트</td><td>인방보</td></tr>
<tr><td>내수압 슬래브</td><td rowspan="5">벽체</td><td>지하옹벽</td></tr>
<tr><td>독립기초</td><td>독립기초</td><td>내부벽</td></tr>
<tr><td>줄기초</td><td>줄기초</td><td>난간벽</td></tr>
<tr><td rowspan="3">슬래브</td><td>슬래브</td><td>단차벽</td></tr>
<tr><td>Deck 슬래브</td><td rowspan="3">오프닝</td><td>집수정</td></tr>
<tr><td>주차장 램프</td><td>창호</td></tr>
<tr><td>기둥</td><td>기둥</td><td>트렌치</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>구역
구분</td><td>일반적인 모델 파일 구성은 아래와 같음
1. 지하(지하주차장 및 지하 주동부)
2. 지상(각 주동의 1층 수직부재 이상)</td></tr>
<tr><td>층
구분</td><td>지하주차장 층고는 건축도면 내 대지 종/횡단면도를 기준으로 작성함
주동 층고는 주단면도를 기준으로 작성함</td></tr>
<tr><td>단차
부위
작성</td><td>단차부위에 대해서는 아래와 같은 우선순위에 따라 작성함
1. 잡상세도
2. 상세도가 없는 경우, 건축도면 내 단면도
3. 도면이 없는 경우, 설계사 답변 회신 후 작성</td></tr>
</table>

2. Cost-BIM 적용 용역대가 산정 기초 자료 제시

Cost-BIM의 용역범위는 크게 BIM 모델링 작업과 수량산출서 작성 작업 그리고 공종 및 부위별 물량 집계 등이 포함된다. 그리고 BIM 견적 업체의 Cost-BIM 확대 적용을 위해서는 해당 업무수행 범위에 따른 적정한 용역대가를 지급해야 할 필요성이 있다. 그러나 지금까지는 BIM 견적 업무에 따른 용역대가 산정기준은 없으며, 조달청 BIM적용 지침서[2]가 참고자료로 사용되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 실무에서 제시한 LH 사업지구의 대표성을 나타낼 수 있는 단지를 선정하여 이 단지에 대하여 BIM과 견적을 수행하고 있는 업체들에게 견적을 받아서 이를 토대로 BIM 견적 설계 단가 산정을 위한 기초자료를 작성하였다.

2.1 Cost-BIM 수행 비용 견적 자료 분석

철근콘크리트공사 Cost-BIM 추진비용 분석은 골조 BIM 모델링, 골조공사(거푸집, 콘크리트, 철근) 수량산출서 작업을 용역의 범위로 하였으며, 대구 OO 지구를 대상으로 총 10개 업체의 견적서를 받아 Cost-BIM 추진비용을 분석하였다. 견적 대상지구는 59 타입의 15~18층 아파트로 구성된 단지이고 아파트 10개동 및 지하주차장 2개동 부대복리시설 10개동으로 구성되어 있다. 총 세대수는 823세대이고 아파트 연면적 66,589.17㎡ 이고, 부대시설을 포함한 단지 전체 연면적은 92,270.12㎡ 이다.

2) 조달청 시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.31 (실비정액가산식 적용)

[표 4-3] 견적 대상지구 개요

구 분	설계명칭	동수	세대수	연면적(㎡)	비고
아파트	59A+59B-72+18-18F(101동)	1	90	7,225.15	공공임대리츠
	59A+59B-70+18-18F(102동)	1	88	7,087.51	
	59A+59B-72+18-18F(103동)	1	90	7,225.15	
	59A+59B-72+18-18F(104동)	1	90	7,225.15	
	59A+59B-72+18-18F(105동)	1	90	7,227.10	
	59A+59B-52+18-18F(106동)	1	70	5,769.21	
	59A+59B-52+18-18F(107동)	1	70	5,769.66	
	59A+59B-52+18-18F(108동)	1	70	5,769.75	
	59A+59B-72+18-18F(109동)	1	90	7,252.81	
	59A+59B-60+15-15F(110동)	1	75	6,037.68	
	소계	10	823	66,589.17	
부대시설	근린생활시설	1		245.60	
	어린이집	1		355.03	
	주민공동시설-1(경로당/관리소/휴게실 등)	1		600.39	
	주민공동시설-2(피트니스센터)	1		334.26	
	주민공동시설-3(작은도서관/멀티실 등)	1		220.35	
	주민카페	1		46.13	
	경비실	2		28.52	
	전기실/발전기실	1		287.82	
	저수조/펌프실	1		174.51	
	지하주차장-1(616대형)	1		18,653.39	
	지하주차장-2(165대형)	1		4,734.95	
	소계	12		25,680.95	
단지 합계		22	823	92,270.12	

Cost-BIM 용역업체의 견적 비용에 대해 조사한 결과 처음에는 크게 "엔지니어링 기술자 노임단가"를 기준으로 한 비용과 "업체 자체적 기술자 월급여"를 기준으로 한 비용 그리고 "총액 기준"으로 견적비용을 수집할 수 있었다. 이것을 다시 검토하고 조정하여 조달청에서 적용하는 "엔지니어링 기술자 노임단가"를 기준으로 하고 업무단계별로 투입인력을 산정하여 전체 인건비를 산출하는 것으로 양식을 만들어 업체들의 견적을 다시 접수하여 분석하였다.

엔지니어링 기술자 노임단가를 기준으로 도급대가를 산정한 9개 업체의 견적비용은 64,245천원 ~ 82,981천원으로 나타났으며, 총액을 기준으로 제출한 1개 업체의 견적비용은 128,750천원으로 나타났다. 각 업체들의 견적 비용은 다음과 같다.

1) A사 견적내용

A사의 견적 내용은 자체적 기술자 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.745MM 참여하고 중급인력이 3.10MM 참여하며 초급인력이 1.37MM 참여하여 직접 인건비가 21,852,200원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누면 단위면적당 금액인 696.28원/㎡을 얻을 수 있다.

[표 4-4] A사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.1	5	0.23	4,934,754	112,154
	중급	2	1.0	5	0.23	4,368,474	1,985,670
	초급	1	1.0	5	0.23	3,441,856	782,240
	소계	4	2.1	15	0.68		2,880,064
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.1	3	0.14	4,934,754	67,292
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	1	1.0	3	0.14	3,441,856	469,344
	소계	4	2.1	9	0.41		1,728,038
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.1	15	0.68	4,934,754	336,461
	중급	3	1.0	15	0.68	4,368,474	8,935,515
	초급	1	1.0	15	0.68	3,441,856	2,346,720
	소계	5	2.1	45	2.05		11,618,696
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	2	1.0	7	0.32	4,934,754	3,140,298
	중급	1	1.0	7	0.32	4,368,474	1,389,969
	초급	1	1.0	7	0.32	3,441,856	1,095,136
	소계	4	3.0	21	0.95		5,625,403
합계	고급			30	1.36	4,934,754	3,656,204
	중급			30	1.36	4,368,474	13,502,556
	초급			30	1.36	3,441,856	4,693,440
	소계			90	4.09		21,852,200
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
21,852,200	24,037,420			18,355,848		64,245,468	

2) B사 견적내용

B사의 견적 내용은 “엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 1.295MM 참여하고 중급인력이 2.594MM 참여하며 초급인력이 1.866MM 참여하여 직접 인건비가 24,032,003원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누면 단위면적당 금액인 762.01원/㎡을 얻을 수 있다.

[표 4-5] B사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가[1] ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.5	12	0.55	4,934,754	1,345,842
	중급	2	0.7	12	0.55	4,368,474	3,335,926
	초급	2	0.3	12	0.55	3,441,856	1,126,426
	소계	5	1.5	36	1.64		5,808,193
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.6	12	0.55	4,934,754	1,615,010
	중급	2	0.6	12	0.55	4,368,474	2,859,365
	초급	2	0.6	12	0.55	3,441,856	2,252,851
	소계	5	1.8	36	1.64		6,727,226
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.6	12	0.55	4,934,754	1,615,010
	중급	2	0.6	12	0.55	4,368,474	2,859,365
	초급	2	0.6	12	0.55	3,441,856	2,252,851
	소계	5	1.8	36	1.64		6,727,226
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	1.0	8	0.36	4,934,754	1,794,456
	중급	2	0.7	8	0.36	4,368,474	2,223,950
	초급	2	0.3	8	0.36	3,441,856	750,950
	소계	5	2.0	24	1.09		4,769,357
합계	고급			44	2.00	4,934,754	6,370,319
	중급			44	2.00	4,368,474	11,278,606
	초급			44	2.00	3,441,856	6,383,078
	소계			132	6.00		24,032,003
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
24,032,003	26,435,203			20,186,882		70,654,088	

<주기> 1) 한국엔지니어링협회에서 공표하는 당해의 “건설 및 기타” 분야의 “엔지니어링 기술자 노임단가”를 기준으로 한 월 기준 인건비이다.

3) C사 견적내용

C사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.521MM 참여하고 중급인력이 3.420MM 참여하며 초급인력이 3.10MM 참여하여 직접 인건비가 28,088,089원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누면 단위면적당 금액인 890.63원/㎡을 얻을 수 있다.

[표 4-6] C사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.5	7	0.32	4,934,754	785,075
	중급	2	1.0	7	0.32	4,368,474	2,779,938
	초급	2	0.5	7	0.32	3,441,856	1,095,136
	소계	5	2.0	21	0.95		4,660,149
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.3	3	0.14	4,934,754	201,876
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	2	1.0	3	0.14	3,441,856	938,688
	소계	5	2.3	9	0.41		2,331,966
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.3	15	0.68	4,934,754	1,009,382
	중급	3	1.0	15	0.68	4,368,474	8,935,515
	초급	3	1.0	15	0.68	3,441,856	7,040,160
	소계	7	2.3	45	2.05		16,985,057
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.5	5	0.23	4,934,754	560,768
	중급	2	1.0	5	0.23	4,368,474	1,985,670
	초급	2	1.0	5	0.23	3,441,856	1,564,480
	소계	5	2.5	15	0.68		4,110,918
합계	고급			30	1.36	4,934,754	2,557,100
	중급			30	1.36	4,368,474	14,892,525
	초급			30	1.36	3,441,856	10,638,464
	소계			90	4.09		28,088,089
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
28,088,089	30,896,898			23,593,995		82,578,981	

4) D사 견적내용

D사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.337MM 참여하고 중급인력이 2.670MM 참여하며 초급인력이 2.90MM 참여하여 직접 인건비가 23,387,997원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액을 산정하면 741.59원/㎡으로 나타났다.

[표 4-7] D사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간		기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
				Man/Day ③	Man/Month ④=③/22		
가. 도면검토	고급	1	0.2	4	0.18	4,934,754	179,446
	중급	1	1.0	5	0.23	4,368,474	992,835
	초급	2	1.0	6	0.27	3,441,856	1,877,376
	소계	4	2.0	15	0.68		3,049,657
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.1	2	0.09	4,934,754	44,861
	중급	2	0.5	4	0.18	4,368,474	794,268
	초급	2	0.5	4	0.18	3,441,856	625,792
	소계	5	1.1	10	0.45		1,464,921
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.4	9	0.41	4,934,754	807,505
	중급	2	1.0	17	0.77	4,368,474	6,751,278
	초급	2	1.0	17	0.77	3,441,856	5,319,232
	소계	5	2.4	43	1.95		12,878,015
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.4	7	0.32	4,934,754	628,060
	중급	2	1.0	8	0.36	4,368,474	3,177,072
	초급	2	1.0	7	0.32	3,441,856	2,190,272
	소계	5	2.4	22	1.00		5,995,404
합계	고급			22	1.00	4,934,754	1,659,872
	중급			34	1.55	4,368,474	11,715,453
	초급			34	1.55	3,441,856	10,012,672
	소계			90	4.09		23,387,997
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
23,387,997	25,726,796			19,645,917		68,760,711	

5) E사 견적내용

E사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.484MM 참여하고 중급인력이 2.750MM 참여하며 초급인력이 3.420MM 참여하여 직접 인건비가 26,022,274원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액을 산정하면 825.22원/㎡ 으로 나타났다.

[표 4-8] E사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.4	5	0.23	4,934,754	448,614
	중급	3	1.0	5	0.23	4,368,474	2,978,505
	초급	2	1.0	5	0.23	3,441,856	1,564,480
	소계	6	2.4	15	0.68		4,991,599
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.4	3	0.14	4,934,754	269,168
	중급	3	1.0	3	0.14	4,368,474	1,787,103
	초급	2	1.0	3	0.14	3,441,856	938,688
	소계	6	2.4	9	0.41		2,994,959
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.4	15	0.68	4,934,754	1,345,842
	중급	1	1.0	15	0.68	4,368,474	2,978,505
	초급	3	1.0	15	0.68	3,441,856	7,060,160
	소계	5	2.4	45	2.05		11,364,507
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.2	7	0.32	4,934,754	314,030
	중급	3	1.0	7	0.32	4,368,474	4,169,907
	초급	2	1.0	7	0.32	3,441,856	2,190,272
	소계	6	2.2	21	0.95		6,674,209
합계	고급			30	1.36	4,934,754	2,377,654
	중급			30	1.36	4,368,474	11,914,020
	초급			30	1.36	3,441,856	11,733,600
	소계			90	4.09		26,025,274

A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)	C. 기술료[(A+B)×40%	합계(A+B+C)
26,025,274	28,627,802	21,861,230	76,514,306

6) F사 견적내용

F사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.333MM 참여하고 중급인력이 2.740MM 참여하며 초급인력이 4.11MM 참여하여 직접 인건비가 27,609,350원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액인 875.45원/㎡을 산출하였다.

[표 4-9] F사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.5	3	0.14	4,934,754	336,461
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	3	1.0	3	0.14	3,441,856	1,408,032
	소계	6	2.5	9	0.41		2,935,895
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	1.0	3	0.14	4,934,754	672,921
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	3	1.0	3	0.14	3,441,856	1,408,032
	소계	6	3.0	9	0.41		3,272,355
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.1	21	0.95	4,934,754	471,045
	중급	2	1.0	21	0.95	4,368,474	8,339,814
	초급	3	1.0	21	0.95	3,441,856	9,856,224
	소계	6	2.1	63	2.86		18,667,083
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.2	3	0.14	4,934,754	134,584
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	3	1.0	3	0.14	3,441,856	1,408,032
	소계	6	2.2	9	0.41		2,734,018
합계	고급			30	1.36	4,934,754	1,615,010
	중급			30	1.36	4,368,474	11,914,020
	초급			30	1.36	3,441,856	14,080,320
	소계			90	4.09		27,609,350
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
27,609,350	30,370,285			23,191,854		81,171,490	

7) G사 견적내용

G사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.119MM 참여하고 중급인력이 2.380MM 참여하며 초급인력이 3.57MM 참여하여 직접 인건비가 23,111,626원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액을 산정하면 732.83원/㎡ 으로 나타났다.

[표 4-10] G사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.1	3	0.14	4,934,754	67,292
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	3	1.0	3	0.14	3,441,856	1,408,032
	소계	6	2.1	9	0.41		2,666,726
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.1	3	0.14	4,934,754	67,292
	중급	2	1.0	3	0.14	4,368,474	1,191,402
	초급	3	1.0	3	0.14	3,441,856	1,408,032
	소계	6	2.1	9	0.41		2,666,726
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.1	15	0.68	4,934,754	336,461
	중급	2	1.0	15	0.68	4,368,474	5,957,010
	초급	3	1.0	15	0.68	3,441,856	7,040,160
	소계	6	2.1	45	2.05		13,333,631
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.1	5	0.23	4,934,754	112,154
	중급	2	1.0	5	0.23	4,368,474	1,985,670
	초급	3	1.0	5	0.23	3,441,856	2,346,720
	소계	6	2.1	15	0.68		4,444,544
합계	고급			26	1.18	4,934,754	583,198
	중급			26	1.18	4,368,474	10,325,484
	초급			26	1.36	3,441,856	12,202,944
	소계			78	3.55		23,111,626
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
23,111,626	25,422,789			19,413,766		67,948,181	

8) H사 견적내용

H사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.369MM 참여하고 중급인력이 3.154MM 참여하며 초급인력이 2.72MM 참여하여 직접 인건비가 21,871,935원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액인 693.52원/㎡ 을 산출하였다.

[표 4-11] H사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.8	5	0.23	4,934,754	897,228
	중급	1	1.0	5	0.23	4,368,474	992,835
	초급	4	0.5	5	0.23	3,441,856	1,564,480
	소계	6	2.3	15	0.68		3,454,543
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.1	3	0.14	4,934,754	67,292
	중급	1	1.0	3	0.14	4,368,474	595,701
	초급	4	1.0	3	0.14	3,441,856	1,877,376
	소계	6	2.1	9	0.41		2,540,369
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.1	15	0.68	4,934,754	336,461
	중급	1	1.0	15	0.68	4,368,474	2,978,505
	초급	4	1.0	15	0.68	3,441,856	9,386,880
	소계	6	2.1	45	2.05		12,701,846
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.3	7	0.32	4,934,754	471,045
	중급	1	1.0	7	0.32	4,368,474	1,389,969
	초급	4	0.3	7	0.32	3,441,856	1,314,163
	소계	6	1.6	21	0.95		3,175,177
합계	고급			30	1.36	4,934,754	1,772,025
	중급			30	1.36	4,368,474	5,957,010
	초급			30	1.36	3,441,856	14,142,899
	소계			90	4.09		21,871,935
A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)			C. 기술료[(A+B)×40%		합계(A+B+C)	
21,871,935	24,059,128			18,372,425		64,303,487	

9) I사 견적내용

I사의 견적 내용은 "엔지니어링 기술자 노임단가"의 등급별 월급여를 기준으로 인건비를 산정하여 여기에 제경비와 기술료를 일정 비율로 반영하여 전체 비용을 산출하였다. 투입인력은 Man-Month 기준으로 고급인력 0.362MM 참여하고 중급인력이 1.370MM 참여하며 초급인력이 3.74MM 참여하여 직접 인건비가 24,984,317원 소요되는 것으로 제시하였다. 이렇게 산정된 직접인건비를 토대로 제경비를 직접인건비의 110%로 반영하고, 기술료를 직접인건비와 제경비를 합한 금액의 40%로 반영하여 총액을 산정하였다. 이 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액을 산출하면 792.21원/㎡ 으로 나타났다.

[표 4-12] I사 투입인력 및 설계단가 산정 자료

업 무	기술자 등급	투입 인원 ①	투입율 ②	투입기간 Man/Day ③	투입기간 Man/Month ④=③/22	기술자단가 ⑤	인건비소계 ①×②×④×⑤
가. 도면검토	고급	1	0.2	5	0.23	4,934,754	224,307
	중급	1	0.9	5	0.23	4,368,474	893,552
	초급	0	0.0	0	0.00	3,441,856	-
	소계	2	1.1	10	0.45		1,117,859
나. 구조도면 오류검토 보고서작성	고급	1	0.2	3	0.14	4,934,754	134,584
	중급	1	0.8	3	0.14	4,368,474	476,561
	초급	0	0.0	0	0.00	3,441,856	-
	소계	2	1.0	6	0.27		611,145
다. 골조 BIM 모델링	고급	1	0.2	30	1.36	4,934,754	1,345,842
	중급	2	1.0	30	1.36	4,368,474	11,914,020
	초급	2	1.0	30	1.36	3,441,856	9,386,880
	소계	5	2.2	90	4.09		22,646,742
라. 골조수량산출 및 산출내역서 작성	고급	1	0.1	5	0.23	4,934,754	112,154
	중급	1	0.5	5	0.23	4,368,474	496,418
	초급	0	0.0	0	0.00	3,441,856	-
	소계	2	0.6	10	0.45		608,571
합계	고급			43	1.95	4,934,754	1,816,887
	중급			43	1.95	4,368,474	13,780,550
	초급			30	1.36	3,441,856	9,386,880
	소계			116	5.27		24,984,317

A. 직접인건비	B. 제경비(A×110%)	C. 기술료[(A+B)×40%	합계(A+B+C)
24,984,317	27,482,748	20,986,826	73,453,891

10) J사 견적내용

J사의 견적 내용은 회사 자체적인 기준에 의해 산정되었는데 산정 내역은 공개되지 않았고, 평당 단가와 총액으로 견적을 제출하였다.

이렇게 제출된 총액을 토대로 전체연면적으로 나누어 단위면적당 금액인 1,388.59원/㎡을 산출하였다.

[표 4-13] J사 설계단가 산정 자료

분야	단위	수량	단가 (원)	금액(원)
Cost-BIM 골조 수량 산출	㎡	92,720.12	1,388.59	128,750,000

견적 조건 : (VAT 별도)

- 업무용역기간의 미지정으로 당사의 용역수행 완료가능 기간으로 산정
- 최종 완료 보고서 1회 포함
- 상기 금액은 기 제시한 조건에 한함, 납품조건 변경 시 견적 내역은 달라 질 수 있음

2.2 Cost-BIM 용역 대가 산정 기초 자료

Cost-BIM 용역은 BIM 모델링 작업과 수량산출서 작성 작업 등 업무를 수행하기 때문에 다양한 엔지니어링 능력이 필요하다고 할 수 있다. 그리고 BIM 모델링 작업이나 견적을 위한 부재의 속성 입력 등의 작업은 고도의 기능이 요구되는 업무로서 일반 설계 견적 기술자가 처리하기에 어려운 면이 있다.

따라서 일반 건설엔지니어링 기술자의 노임단가와 투입인력의 작업수행 기간을 동일하게 적용하기에는 어려움이 있는 상황이다. 또한 관련 업체들이 정해진 대상지구에 대한 Cost-BIM 견적으로 제시한 가격을 분류해 보아도 일부 편차가 크게 나타나 평균적인 인력 투입량이나 용역 대가를 설정하기가 용이하지는 않은 실정이다.

그럼에도 불구하고 현재로써는 관련 BIM 프로그램을 사용하는 업체나 견적 업체에서 제시하는 견적가격이 그나마 타당한 가격으로 평가할 수 밖에 없는 상황이다.

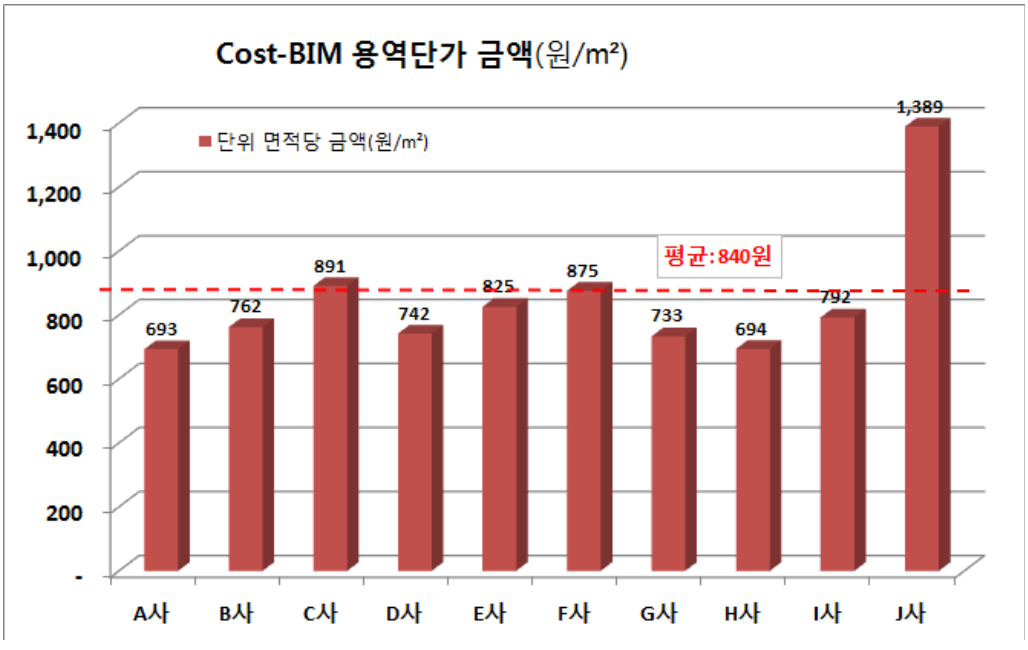
1) 전체 업체의 금액 및 평균값

각 업체에서 제출한 견적가격은 다음 표와 같고 이들 10개사의 금액을 토대로 전

체의 평균을 산정하면 단위면적당 839.49원/㎡ 이다. 그러나 이 가격은 소수 제시 단가인 1개사의 가격이 크게 높아 평균치에서 편차를 나타내고 있다.

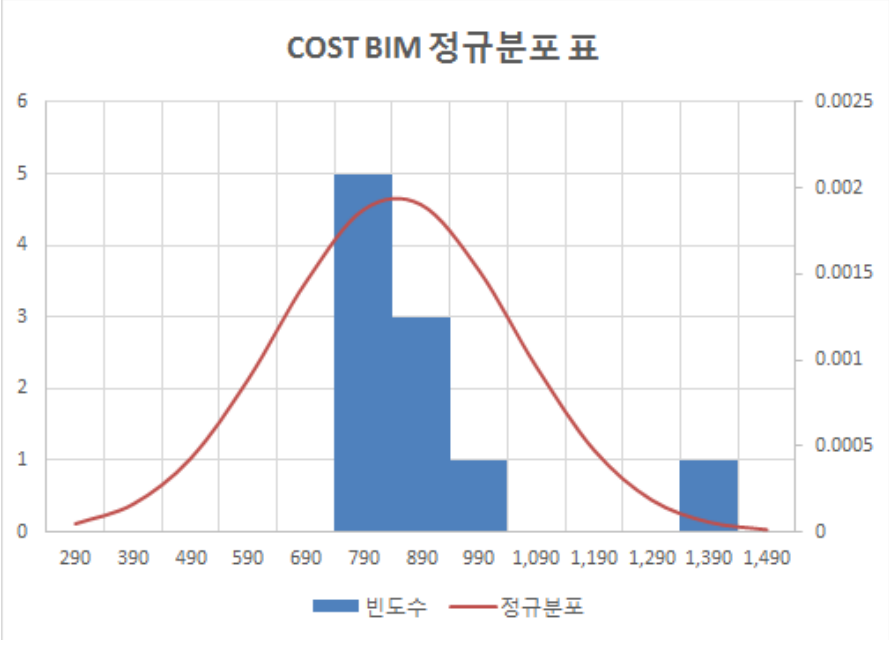
[표 4-14] 업체별 견적 금액 및 평균치

회사명	총액(원)	단위 면적당 금액(원/㎡)
A사	64,245,468	692.90
B사	70,654,088	762.01
C사	82,578,981	890.63
D사	68,760,711	741.59
E사	76,514,306	825.22
F사	81,171,490	875.45
G사	67,948,181	732.83
H사	64,303,487	693.52
I사	73,453,891	792.21
J사	128,750,000	1388.59
평균	77,838,060	839.49



[그림 4-1] 업체별 견적 금액 및 평균치 그래프

이 견적가격을 정규분포표를 만들어 분석하면 중간값은 762.01원/㎡ 이 되고, 평균은 846.31원/㎡ 이 되며 표준편차는 204.84로, 크게 높은 J사 하나의 가격으로 인해 큰 편차가 나타나게 되었다.



[그림 4-2] 업체별 견적 금액의 정규분포표

2) Cost-BIM 용역 단가 도출

위의 10여개사 견적 자료들을 토대로 골조공사의 Cost-BIM 수량 산출에 대한 용역 단가를 도출하면 단위면적당 840원/㎡~850원㎡ 선 정도가 타당할 것으로 나타났다. 다만 이것은 설계가로 정하기 보다는 업체에서 투입인력을 토대로 한 실행가격을 제시한 것이므로 낙찰률과 재하도급에 의한 제반 경비들을 고려하여 보정할 필요가 있다.

3. 시범적용 결과의 확대 방안

3.1 철근콘크리트공사 Cost-BIM 견적실무 적용

기존의 2D견적은 CAD도면을 바탕으로 기준실(방, 거실, 욕실 등)의 면적, 둘레길이, 개구부 길이 등의 평면적 Geometric정보를 견적의 기초 정보로 활용하고 있다. 이 기초정보를 바탕으로 "물량산출 기준"에서 제시하고 있는 산식과 기준 등을 반영하여 개별 실에 해당하는 물량을 산출하고 있다.

이에, 물량산출 기준을 반영하는 부분에서 견적엔지니어의 Human error와 기초정보(평면적 Geometric 정보)의 산출 오류로 인하여 수량산출 정확도가 저하되는 문제점이 빈번히 발생하고 있다. 특히, 철근공사에서는 철근의 종류에 따른 이음길이 및 정착길이가 상이함으로 인하여, 각종 철근에 대한 개별적 물량산출 및 산출결과의 검토가 매우 어려운 실정이다. 이에 기존의 2D견적에서는 철근물량 산출의 용이성 확보를 위하여 "철근이음조정률" 등을 활용하여 철근의 물량을 산출하고 있지만 물량산출의 정확도는 떨어지는 문제점을 가지고 있다.

그러나 철근콘크리트공사 Cost-BIM에서는 각 부재(벽, 슬래브, 창호 등)의 길이, 둘레, 바닥면적, 부피 등의 복합적 Geometric 정보를 기반으로 물량을 산출하게 된다. 이 때문에 다양한 Parametric 정보와 복합적 Geometric정보를 바탕으로 물량산출 기준에 적합한 물량산출 수식을 작성할 수 있어 정확한 물량산출이 가능하다.

특히, LH Cost-BIM에서는 개별 철근에 대한 BIM모델링이 가능하여 실제적인 철근의 이음 및 정착길이를 산출하여 보다 정확한 철근물량 산출이 가능하며, LH 철근배근기준과 LH공사원가산정기준에 따른 Algorism(수량산출 산식)을 Cost-BIM Software에 포함함으로 인하여 Human error로 인한 물량산출의 오류를 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

이에, 견적단계에 철근콘크리트공사 Cost-BIM을 적용하여 도출된 BIM기반 수량산출서와 2D 견적 수량산출서의 부위별, 공법별 수량산출량을 비교하여 물량산출의 오류를 사전에 검토할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 현재 LH의 BIM은 BIM 설계가 아닌 2D 도면을 바탕으로 BIM 모델을 작성하는 전환설계 단계이기 때문에 Cost-BIM을 활용한 직접적인 BIM견적 보다는 기존 2D기반 견적의 수량산출 결과의 오류파악과 정합성 검토에 활용하고, 향후 Cost-BIM 적용을 위한 산업적/인적 인프라가 확보된 BIM 기반 견적으로 전환하는 것이 효율적일 것으로 사료된다.

3.2 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 확대 방안

본 연구에서 수행된 철근콘크리트공사의 Cost-BIM은 골조물량 수량산출의 정확성이 기존의 2D견적에 비하여 매우 높은 장점이 있다. 이러한 Cost-BIM의 장점은 LH 건설공사의 원가 정확성 향상에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

이에, LH의 견적 기술력 확보와 원가 정확성 향상을 위하여 Cost-BIM의 적용 확대가 필요할 것으로 사료된다. Cost-BIM의 적용 확대를 위해서는 기발주 단지와 신규 BIM 발주 물량에 대한 적용이 가능할 것으로 사료된다.

기발주 단지에 대한 Cost-BIM 적용 확대는 기발주 단지 Cost-BIM 적용을 위한 BIM 견적 모델링(2D에서 3D로 전환설계) 수행, 기발주 단지 Cost-BIM 적용을 통한 골조공사 수량산출서 작성, 기발주 단지에 대한 BIM 견적 모델 및 골조공사 비용 데이터 축적의 3단계로 진행할 수 있다.

신규 BIM 발주 물량에 대한 Cost-BIM 적용 확대는 신규 발주 BIM 모델의 수정보완을 통한 견적 BIM 모델링 수행, 신규 BIM 발주지구의 골조공사 수량산출서 작성, 2D견적 골조물량과 Cost-BIM 골조물량 비교를 통한 견적물량 검증의 3단계로 진행할 수 있다.

이와 같은 기발주 단지와 신규 BIM 발주 단지의 Cost-BIM 적용 확대를 통하여 LH 공동주택 골조 공사비 데이터 축적 및 견적업무 기술경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

4. LH BIM 확대적용 및 활성화 방안

4.1 LH BIM 관련 적용 현황

LH의 BIM 적용은 기획단계, 설계단계, 견적 및 시공단계를 대상으로 BIM 설계 가이드와 물량산출 분야에 대하여 BIM을 적용하고 있으며, 각 단계별 수행 내용은 다음과 같다.

- 기획단계 : 사업수행 초기 정확한 추정 사업비 산출을 위한 BIM 개략공사비 원가모델 개발을 수행 중
- 설계단계 : 2018년 신규발주물량의 25%를 BIM으로 발주하고 2020년에 BIM 발주 100%를 목표로 하는 LH BIM 2020 로드맵의 수립을 통해 BIM 설계도서 작성을 위한 BIM 표준 템플릿과 라이브러리 개발을 수행 중
- 견적 및 시공단계 : 골조공사의 거푸집, 콘크리트, 철근 공사의 물량 산출을 위한 Cost-BIM 시범사업 및 성과분석 연구를 수행 중

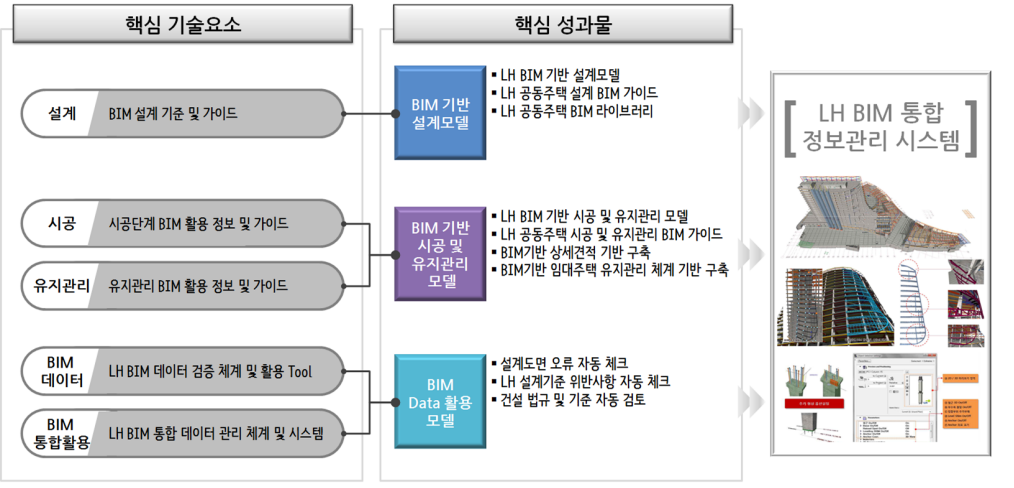
현재 LH는 각 사업부서별로 현업의 즉각적 요구에 따른 현안을 해결하기 위해 산발적으로 BIM을 적용함으로 인하여 LH 전체의 통합적 BIM 적용은 어려운 문제점이 있다. 또한 BIM 핵심기술 확보를 위한 전략 및 세부계획의 미비로 인하여 LH의 BIM 기술력 축적이 어려운 문제점이 있다.

그렇지만, LH는 국내 최대 건설물량을 발주하는 기관으로서, BIM기준 및 검증시스템 개발 등의 BIM 핵심기술을 확보한다면 건설 산업 전반에 걸친 파급효과가 큰 장점을 가지고 있다. 이에, LH BIM 확대적용을 위해서는 각 부서별 산발적 적용이 아닌 LH 전체의 통합적인 BIM 관리 체계 구축이 필요하며, BIM 적용 분야별 연계 활용을 위한 BIM Data 분류체계 및 BIM Data 활용 및 응용 기술 확보가 필요할 것으로 사료된다.

4.2 LH BIM 확대 적용 전략

LH의 BIM 경쟁력 확보 및 BIM 확대 적용을 위한 BIM 핵심 기술요소는 크게 설

계 Data 활용 기술, 시공 및 유지관리 Data 활용 기술, BIM Data 통합 활용 기술로 구분할 수 있으며, 이를 통해 BIM기반 설계모델, BIM 기반 시공 및 유지관리 모델, BIM Data 활용 모델의 구축을 통하여 최종적으로 LH BIM 통합 정보관리 시스템 구축이 필요하다.



[그림 4-3] LH BIM 핵심 기술요소 및 핵심 성과물

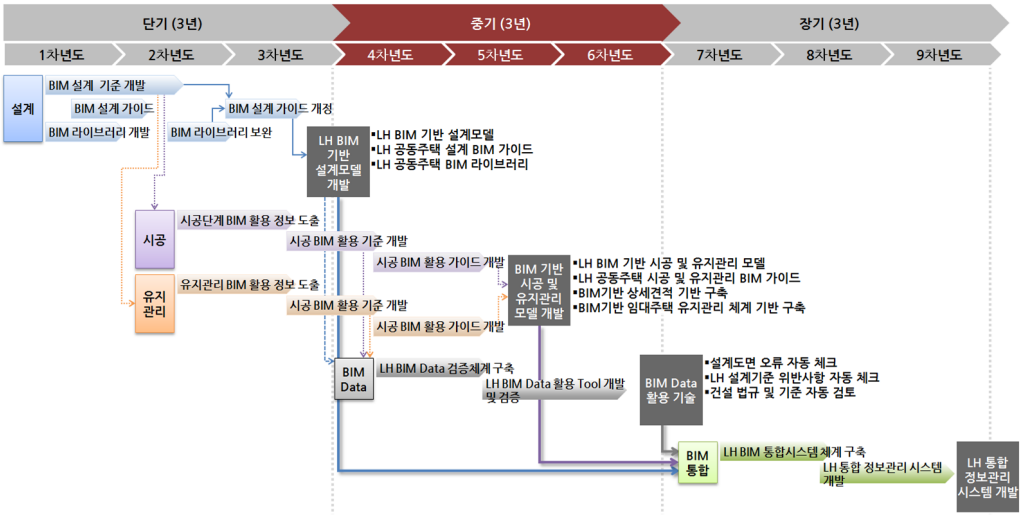
LH BIM 확대적용을 위한 기술요소 및 핵심 성과물을 바탕으로 LH BIM 확대 적용을 위한 추진전략을 수립하였다. 추진전략은 단기, 중기, 장기 전략으로 구분하여 작성을 하였으며 각 단계별 핵심 BIM역량, 기술획득 방안, 예상 결과물, 적용 분야 활용효과로 구분하여 작성을 하였다.

LH BIM 확대 적용을 위한 추진전략은 단기 핵심역량으로 LH 설계 BIM Data 활용능력 확보로 설정하였으며, 중기 핵심역량으로는 시공 및 유지관리 BIM Data 활용능력 확보와 BIM Data 검증 및 검토 기술 확보로 설정하였고 마지막으로 장기 핵심역량으로 BIM 기반 LH 통합 정보관리 시스템 구축으로 설정하였다. LH BIM 확대적용을 위한 추진전략을 정리하면 다음의 표와 같다.

[표 4-15] LH BIM 확대적용 추진전략

	핵심역량	기술획득 방안	예상 결과물	적용분야	활용효과
단기 (3년)	•설계 BIM Data 활용	•설계 BIM 기준 개발 •LH 설계기준, 설계도서 분석 및 Digital 化	•LH 공동주택 표준설계 BIM 가이드라인 •LH 표준 BIM설계 라이브러리	•BIM기반 설계도서 작성	•공동주택 BIM설계 전문가양성 가능 •Big-data연계를 통한 LH 주택평면 개발 가능성 확보
중기 (3년)	•시공/유지관리 BIM Data 활용	•시공 및 유지관리 BIM 기준 및 표준 개발	•LH 공동주택 시공 및 유지관리 가이드라인	•시공BIM 및 유지관리 BIM모델 작성	•시공 및 유지관리 BIM 전문가 양성 가능
	•BIM Data 검증 및 검토)	•LH 기준자료 (표준BP도면, 전문시방서 등)의 분석 및 Digital 化 •BIM Data 검토 Tool 개발	•설계도서 정합성 체크 프로그램 •LH기준 및 법규 검토 프로그램	•건축 법규관련 위반사항 자동검증 •유지보수 예상 부위 도출 (선제적 유지관리)	•선제적 유지관리를 통한 LH 주택 이미지 개선 가능
장기 (3년)	•통합 정보관리 시스템 활용	•BIM 기반 LH 건설정보 시스템 체계 구축	•BIM기반 LH 건설기술정보 시스템 •건설정보 데이터베이스	•LH 건설기술정보 시스템을 통한 기술정보 검색	•LH건설정보의 Digital 및 시각화 (정보 활용성 증대)

LH BIM 확대적용 추진전략을 도식화 하면 다음의 그림과 같다.



[그림 4-4] LH BIM 확대적용 추진 로드맵

4.3 LH BIM 활성화 방안

LH BIM 활성화를 위해서는 상기의 LH BIM 확대적용 추진 로드맵에 따른 연구개발이 수행되어야 할 것으로 사료된다. 그러나 현재 단기적으로 LH의 BIM 활성화를 위하여 LH 내부에서 진행되고 있는 BIM 2020에 따른 설계 BIM 가이드와 본 연구에서 진행된 Cost-BIM에 대한 교육이 필요할 것으로 사료된다.

BIM 2020에 따른 BIM 활용 가이드는 BIM 발주를 위한 설계도서(BIM모델)의 작성과 작성된 성과품에 대한 품질검토를 수행을 위한 것으로 설계도서의 오류를 검토할 수 있는 장점이 있으며, 철근콘크리트공사 Cost-BIM은 기존의 2D견적과 비하여 매우 정확한 견적결과를 도출할 수 있음으로 인하여 건설 원가관리에 큰 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

현재 개발된 BIM 활용 가이드와 Cost-BIM을 원활히 적용하기 위해서는 BIM 교육 커리큘럼을 통한 BIM 활용능력의 확보가 필요할 것으로 사료된다. 이에, BIM 활용 가이드와 Cost-BIM를 통한 BIM 활성화를 위하여 BIM 교육 방안을 제안하고자 한다.

1) LH BIM 2020 목표 달성을 위한 BIM 활용 가이드 교육방안

LH BIM 2020은 3D기반 설계로의 시장변화와 상생하는 건설 생태계조성을 선도하기 위하여 수립되었으며, 2018년 LH 신규발주물량의 25%, 19년도에는 50%, 20년도에는 100% BIM 발주를 목표로 하고 있다. 이를 위하여 LH BIM 적용을 위한 기준과 가이드 구축 작업을 수행하고 있으며, 세부적으로 LH 표준 템플릿 및 라이브러리 개발, 기발주 BIM 활용 가이드, 현상설계 BIM 활용 가이드, 설계단계 BIM 활용 가이드, 발주자 BIM 활용 가이드 개발을 수행하고 있다.

BIM을 활용한 원활한 발주를 위해서는 설계업체와 LH 내부 직원에 대한 BIM 활용 가이드에 대한 교육이 필요할 것으로 사료된다. 특히, 초기 설계도서 구축을 위한 계획설계 단계의 BIM 활용 가이드와 BIM 설계도서의 검토를 위한 발주자 BIM 활용 가이드에 대한 교육이 선행되어야 할 것으로 사료된다.

계획설계 단계 BIM 활용 가이드는 현장 부대시설 모델링과 건축물 모델링 그리고 계획 검토사항에 대한 시뮬레이션으로 구성 될 수 있으며, 발주자 BIM 활용 가이드는 BIM 프로젝트 관리 방안과 BIM 품질 관리 Software 실습 등의 과정으로 구성될 필요성이 있다. 이에 대한 BIM 활용 가이드에 대한 교육 커리큘럼은 다음의 표와 같이 정리할 수 있다.

[표 4-16] LH BIM 2020 계획설계 BIM 활용 가이드 교육 커리큘럼(안)

일정	시간	교육내용
1일차	1시간	LH BIM 2020 개념 소개
	2시간	계획설계 BIM 활용 가이드라인 소개
	5시간	BIM 데이터 구축 실습 (Site 모델 작성)
2일차	5시간	BIM 데이터 구축 실습 (건물 모델 작성)
	3시간	BIM 데이터 구축 실습 (계획요소 시뮬레이션)
3일차	3시간	BIM 데이터 구축 결과 검토
	1시간	계획설계 BIM 활용 사례 소개

[표 4-17] LH BIM 2020 발주자 BIM 활용 가이드 교육 커리큘럼(안)

일정	시간	교육내용
1일차	1시간	LH BIM 2020 개념 소개
	2시간	발주자 BIM 활용 가이드라인 소개
	5시간	BIM 프로젝트 관리 방안
2일차	5시간	BIM 품질관리 Software 실습
	1시간	발주자 BIM 활용 Q&A

2) Cost-BIM 활용능력 확보를 위한 Software 교육방안

Cost-BIM은 기존의 2D견적에 비하여 보다 정확한 견적 결과를 도출 할 수 있음을 상기에서 확인할 수 있었다. 그러나 철근콘크리트공사의 Cost-BIM 적용하여 견적결과를 도출 및 검토하기 위해서는 기본적으로 Cost-BIM Software에 대한 활용

능력이 필요하다.

즉, 철근콘크리트공사의 Cost-BIM 적용을 통한 물량산출 결과는 BIM 견적 업체의 용역 등을 통하여 도출할 수 있지만, 도출된 결과를 견적단계에서 검토하고 활용하기 위해서는 Cost-BIM software에 대한 기본 활용 능력이 견적관리자에게 필요하기 때문이다.

이에 초기 효과적인 Cost-BIM 적용을 위하여 업체의 견적실무자를 대상으로 Cost-BIM Software 교육이 필요하다. Cost-BIM 교육은 Software 활용 실습과 적용사례 등의 기초 교육과정과 실제 견적단계 Cost-BIM software를 활용하여 2D견적 결과와 Cost-BIM 견적 결과의 비교 검토 할 수 있는 실무 교육과정이 필요할 것으로 사료된다.

Cost-BIM 기초 교육과정은 BIM에 대한 개념과 Cost-BIM의 적용 사례 Cost-BIM software 활용 실습으로 구성 될 수 있으며, 실무 교육과정은 기존 2D 견적 체계 및 방법과 Cost-BIM Software 활용 견적 체계 및 방법 그리고 실제 사례 분석을 통한 2D견적과 BIM 견적의 결과비교 실습 등의 과정으로 구성될 필요성이 있다. 이에 대한 Cost-BIM에 대한 교육 커리큘럼은 다음의 표와 같이 정리할 수 있다.

[표 4-18] Cost-BIM software 활용 기초교육 커리큘럼(안)

일정	시간	교육내용
1일차	1시간	LH Cost BIM 개념 소개
	2시간	LH Cost BIM 가이드라인 소개
	5시간	Cost BIM Software 소개 및 실습
2일차	6시간	Cost BIM Software 실습
	2시간	Cost BIM Software Q&A
3일차	1시간	LH Cost BIM 시범현장 사례 소계
	2시간	건설사 Cost BIM 적용 사례 소개

[표 4-19] Cost-BIM software 활용 실무교육 커리큘럼(안)

일정	시간	교육내용
1일차	1시간	LH Cost BIM 개념 소개
	2시간	LH Cost BIM 가이드라인 소개
	5시간	기존 2D견적 체계 및 방법
2일차	5시간	LH Cost BIM 견적 체계 및 방법
	3시간	LH Cost BIM Software 실습
3일차	1시간	LH Cost BIM 사례현장 소계
	4시간	사례현장 Cost BIM 견적 실습
	3시간	2D 견적과 BIM 견적 결과 비교

3) Cost-BIM 확산을 위한 대학생 교육방안

BIM 견적은 기존의 2D견적과 비교하여 보다 정확한 물량 산출과 Human Error를 획기적으로 줄일 수 있는 방법이다. 이에, BIM 견적 확산을 위한 기존의 건설관련 관계자의 교육방안을 상기에서 제안하였다. 그러나 BIM 전문 인력 부족의 문제를 해결하기 위해서는 대학생 교육을 통한 지속적인 BIM 전문 인력의 양성이 필요하다고 할 수 있다. 이에, 본 절에서는 향후 건설 산업 주요 참여자인 대학생 교육을 위한 Cost-BIM 견적에 대한 교육 방안에 대하여 제안하고자 한다.

BIM은 단순히 설계분야에 한정되어 구현되는 것이 아닌 건축 전 분야에 대한 이해를 바탕으로 수행되어야 하기 때문에 BIM에 대한 전반적인 내용과 함께 BIM의 활용 분야에 따른 세부적인 교육이 필요하다고 할 수 있다.

현재의 대학교의 BIM 교육은 대부분 설계에 치중된 S/W의 기능 위주의 교육으로 이루어 져 있다. 특히, BIM을 통한 견적과 관련된 교육은 거의 전무한 상황이다.

이러한 상황에서 본 연구에서 진행한 Cost-BIM의 BIM 견적을 위한 가이드와 적용 사례 등에 대한 교육을 통하여 미래의 BIM견적 전문 인력 양성이 가능할 것으로 사료된다. 대학생을 위한 Cost-BIM 교과과정은 BIM에 대한 기본 개념과

Cost-BIM 적용 사례, Cost-BIM S/W 활용 실습 등의 주제로 진행되어야 할 것으로 사료된다. 이에, 대학생을 위한 Cost-BIM 견적 교육과정의 커리큘럼은 다음의 표와 같이 정리할 수 있다.

[표 4-20] Cost-BIM 대학생 교육과정 커리큘럼(안)

강의 주수	교육내용	수업방법
1주	강의 개요 및 수업진행 소개	이론
2주	BIM의 개요	이론
3주	BIM 그 이상과 현실	이론
4주	BIM의 미래	이론
5주	건설 단계별 BIM 적용	이론
6주	다양한 BIM 관련 Tool 소개	이론
7주	Cost-BIM 견적 가이드라인	이론
8주	중간고사 (BIM관련 이론)	-
9주	Cost-BIM S/W - 소개	이론+실습
10주	Cost-BIM S/W - 시작하기	이론+실습
11주	Cost-BIM S/W - 견적 모델링	이론+실습
12주	Cost-BIM S/W - 골조 물량산출	이론+실습
13주	Cost-BIM S/W - 물량산출 데이터 활용	이론+실습
14주	Cost-BIM 적용 사례 소개	이론+실습
15주	기말고사	-

5. BIM 견적 가이드라인 개정(안)

BIM 견적 가이드라인은 BIM 견적 업무 수행을 위한 기초 자료로 활용이 된다. 이에 본 연구에서는 LH 공동주택의 BIM 견적업무에 적용하기 위한 LH Cost-BIM 견적 가이드라인(안)을 개정하여 작성하였으며, 특히 공동주택 철근콘크리트 골조공사 견적에 BIM 견적을 적용하기 위하여 작성하였다. LH Cost-BIM 견적 가이드라인 개정안은 가이드라인의 목적 및 적용 원칙 그리고 Cost-BIM의 관리 지침 등의 내용과 Cost-BIM 모델 작성 기준 등의 내용을 개정하였다.

LH Cost-BIM 견적 가이드라인(안)의 목차는 다음과 같이 구성되었으며, 세부 가이드라인의 내용은 부록으로 작성하였다.

LH Cost-BIM 견적 가이드라인(안) 목차

1 LH Cost-BIM 견적 가이드의 개요
- 1.1 목적 및 원칙
- 1.2 지침의 구성
- 1.3 관련 기준 및 규격
- 1.4 용어의 정의
- 1.5 약어정리

2 LH Cost-BIM 관리 지침
- 2.1 적용 대상
- 2.2 활용주체
- 2.3 업무수행 내용
- 2.4 품질관리
- 2.5 소프트웨어의 선택

3 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 지침
- 3.1 Cost-BIM 업무 프로세스
- 3.2 콘크리트/거푸집 Cost-BIM 작성 기준
- 3.3 철근 Cost-BIM 작성 기준

4 Cost-BIM TEST 모델
- 4.1 TEST모델 개요
- 4.2 부재별 TEST모델 상세 및 수량산출 예시

5 Cost-BIM 발주 성과물 및 양식
- 5.1 Cost-BIM 모델 및 체크리스트
- 5.2 수량산출서 및 산출내역서

제 5 장
결론 및 고찰

LAND & HOUSING INSTITUTE

제5장 결론 및 고찰

1. 결론 및 고찰

1.1 골조공사 수량 산출 결과 고찰

6개 지구의 견적 데이터들을 토대로 각각 수량산출 결과들을 종합하고 재분류하여 여러 가지의 조건들에 대하여 비교분석을 하였다. 각 지구에서 비교 검토한 데이터들을 종합적으로 정리하여 골조의 공종에 따라 철근과 콘크리트, 거푸집으로 나누어 종합적으로 비교분석하였고, 이어서 건축물을 유형별로 분류하여 아파트 본동 부분과 지하주차장 및 부대복리시설로 나누어 비교 분석 하였다. 그리고 구조체를 구성하는 부재별로 나누어 철근 수량을 비교 분석하였고 그 결과는 다음과 같이 고찰되었다.

1) 철근 수량 산출 결과 고찰

각 지구의 철근 수량 합계를 비교 분석하면 철근량이 가장 많이 사용된 C지구의 경우 BIM 모델링을 통한 수량 산출에서 철근량이 2.41% 감소되는 것으로 나타났다. 전체 지구에서 모두 BIM 모델링을 통한 수량 산출의 철근량이 기존 견적에 비하여 감소하는 것으로 나타났고, 적게는 2.23% 감소에서 많게는 5.76%까지 감소되는 것으로 나타나 전체 감소율 평균으로 3.50% 감소되는 것으로 나타났다. 이 차이는 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 정밀한 BIM 모델링으로 철근의 수량을 정확하게 계산한 결과로 나타난 것으로 원가 절감의 요인으로 사료된다.

2) 콘크리트 수량 산출 결과 고찰

콘크리트 수량은 전체적으로 철근과 같은 큰 차이는 발생하지 않고 대체로 1% 이

내의 증 감을 나타내고 있다. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 1.06%가 증가된 W지구이고 감소를 나타낸 지구는 0.91% 감소를 보이고 있다. BIM 모델링을 통한 수량 산출의 콘크리트량이 기존 견적에 비하여 감소하는 경우는 3개 지구이고 증가하는 경우는 3개 지구인 것으로 나타났고 전체 평균으로 0.03% 증가되는 것으로 나타났다. 이 차이는 미미한 정도이지만 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 3D BIM 모델링의 정확도에 따른 결과로 판단된다.

3) 거푸집 수량 산출 결과 고찰

거푸집 수량도 전체적으로 철근의 경우 와 같은 큰 차이는 나타내지 않았고 2.35% 이내의 증 감을 나타내고 있다. BIM 모델링에서 가장 큰 증가를 나타낸 것은 2.09%가 증가된 W지구이고 가장 큰 감소를 나타낸 지구는 2.35% 감소를 보이는 M 지구 이다. BIM 모델링을 통한 거푸집 수량 산출이 기존 견적에 비하여 감소하는 경우는 3개 지구이고 증가하는 경우는 3개 지구인 것으로 나타나 전체 평균으로 0.37% 감소되는 것으로 나타났다. 이 차이는 큰 정도는 아니지만 앞의 각 경우에서 고찰한 바와 같이 BIM 모델링의 정확도에 따른 결과로 사료되며 BIM 모델링을 통하여 보다 정확한 수량의 산출을 기대할 수 있다.

4) 건축물 유형별 수량 산출 결과 고찰

(1) 건물 유형별 철근 수량 고찰

건축물의 유형별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 아파트에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 평균으로 3.96% 감소되는 것으로 나타났다. 이에 비하여 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 0.43% 및 3.46% 증가하는 것으로 나타났다.

(2) 건물 유형별 콘크리트 수량 고찰

아파트에서는 BIM 모델링을 통하여 산출한 콘크리트 수량이 기존 2D 견적에 비하여 대체로 1% 이내의 차이를 나타내고 있으며 평균 0.15% 감소하는 것으로 나타났다. 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 콘크리트 수량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 2.03% 및 1.88% 증가하는 것으로 나타났다.

(3) 건물 유형별 거푸집 수량 고찰

아파트에서는 BIM 모델링을 통한 산출한 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 대체로 2.3% 이내의 차이를 나타내고 있으며 전체 아파트 평균치는 0.51% 감소하는 것으로 나타났다. 지하주차장과 부대복리시설에서는 BIM 모델링을 통한 수량 산출 거푸집 수량이 기존 2D 견적에 비하여 각각 4.55% 및 8.0% 증가하는 것으로 나타났다.

5) 구조체 부재별 수량 산출 결과 고찰

아파트 건축물에서 구조체 부재별 철근 수량 산출 결과를 비교 분석하면 BIM 모델링으로 산출한 철근량이 기존 2D 견적에 비하여 전반적으로 감소하는 것으로 나타났으나 2개 지구에서 슬래브는 2~3% 정도 증가되는 것으로 나타났다. 조사된 3개 지구 평균치를 토대로 추이를 살펴보면 기존 견적과 BIM 모델링 수량 산출간의 가장 차이가 적은 부재는 슬래브와 벽체로서 각각 BIM 모델링 산출이 0.53% 및 1.83% 감소되는 것으로 나타났고, 기둥과 보는 BIM 모델링 산출이 각각 12.50% 및 13.08% 감소하는 것으로 나타났다.

1.2 BIM 활성화 방안

1) BIM 용역설계 단가 산정 기초 자료 제안

Cost-BIM 용역은 BIM 모델링 작업과 수량산출서 작성 작업 등 업무를 수행하기

때문에 다양한 엔지니어링 능력이 필요하다고 할 수 있다. 그리고 BIM 모델링 작업이나 견적을 위한 부재의 속성 입력 등의 작업은 고도의 기능이 요구되는 업무로서 일반 설계 견적 기술자가 처리하기에 어려운 면이 있다. 따라서 일반 건설엔지니어링 기술자의 노임단가와 투입인력의 작업수행 기간을 동일하게 적용하기에는 어려움이 있는 상황이다. 또한 관련 업체들이 정해진 대상지구에 대한 Cost-BIM 견적으로 제시한 가격을 분류해 보아도 일부 편차가 크게 나타나 평균적인 인력 투입량이나 용역 대가를 설정하기가 용이하지는 않은 실정이다.

그럼에도 불구하고 현재로써는 관련 BIM 프로그램을 사용하는 업체나 견적 업체에서 제시하는 견적가격이 그나마 타당한 가격으로 평가할 수 밖에 없는 상황이다. 관련 10여개 업체에서 제출한 견적가격을 토대로 평균을 산정하면 단위면적당 839.49원/㎡ 이다. 이 가격은 각 사에서 주어진 단지에 대하여 투입인력을 토대로 산정한 자료를 평균한 값으로 골조공사 BIM 수량산출의 용역 단가의 기초자료로 사용할 수 있다. 다만, 이 가격이 각 사에서 실행 가격을 제시한 것으로 낙찰율과 재하도급을 고려하여 설계가를 산정하는 것이 타당 할 것이다.

2) BIM 확대적용 및 활성화 방안

Cost-BIM을 필두로 한 BIM 산업의 활성화를 위해서 관련업계에서 우수한 인력을 용이하게 활용할 수 있도록 BIM 모델링과 분석에 유능한 기술자들이 많이 필요하고, 이에 따라 기술자들을 전문적으로 양성할 필요성이 높다.

BIM 모델링이 용이한 프로그램의 보급과 확산이 Cost-BIM의 확대를 위하여 필요하며 이를 위하여 개발사에서는 프로그램의 호환성을 개선하여 Revit이나 ArchCAD와 같은 범용 BIM 프로그램에서 교차활용이 수월하도록 해야 하고, 프로그램의 보급사에서도 사용료 인하와 같은 적극적인 저변확대 노력이 요구된다.

그리고 BIM 모델링을 통한 수량 산출이 올바르게 정착되기 위해서는 기존의 견적을 수행하기 위한 하도급 설계 가격과 BIM 프로그램의 사용과 투입 인력을 고려하여 Cost-BIM 모델링에 대한 적정 도급(설계) 가격을 설정하여 이를 토대로 관련업계에 도급을 수행하도록 설계가격의 설정이 필요하며, 본 연구에서도 관련 업체들에

게 견적을 받아서 하도급 설계가격 산정을 위한 기초 자료를 제시하였다.

BIM 툴을 견적에 사용하고 또한 다양한 분야로 확대적용하기 위해서는 공공기관을 비롯한 발주처에서 BIM을 활용할 수 있는 여건을 갖추어 발주조건에 설계, 견적 및 시공 등에서 BIM을 적극적으로 활용하도록 선도하는 노력이 필요하다.

또한, Cost-BIM의 적용과 활성화를 위해서는 기존에 도면과 견적 기준을 토대로 2D 견적으로 수량 산출을 하던 방식에 익숙해져 있는 업체(사람)들에게 3D BIM 모델링을 통하여 건축물의 골조 수량을 산출할 수 있다는 사실을 알리고 사용자 확대 및 효용성 알림을 통한 저변 확대가 요구된다.

참 고 문 헌

LAND & HOUSING INSTITUTE

참고문헌

국토해양부(2010), 「KBC-2009 건축구조설계기준」.

국토해양부(2016), 「KBC-2016 건축구조설계기준」.

대한건축학회, 건축공사 표준시방서, 2013, 2006

한국콘크리트학회, 콘크리트구조설계기준, 2012

한국콘크리트학회, 콘크리트 표준시방서, 2013

일본건축학회, 벽구조배근지침, 1992

ACI, ACI 318-12 Building Code and Commentary, 2012

ACI, ACI Detailing Manual-2004, SP-66(04),

CEB/FIP, Model Code 1990, Chap 4. Concrete Structures, 1990

대한주택공사, 건축구조설계지침, 2005

(사)한국건축구조기술사회, 철근콘크리트배근상세, 2009

대한주택공사, 콘크리트 설계기준 통합에 따른 철근배근 실무지침 연구, 2003

한국토지주택공사, 철근배근가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성기준 연구, 2017

LAND
& HOUSING
INSTITUTE

LH 한국토지주택공사

LH Cost-BIM 견적 가이드라인
(개정안)

2018.6

목 차

1. 가이드의 개요 ····· 179

1.1 목적 및 원칙 ····· 179

1.2 지침의 구성 ····· 179

1.3 관련 기준 및 규격 ····· 180

1.4 용어의 정의 ····· 180

1.5 약어정의 ····· 180

2. LH Cost-BIM 관리 지침 ····· 181

2.1 적용 대상 ····· 181

2.2 활용주체 ····· 181

2.3 업무수행 내용 ····· 181

2.4 품질관리 ····· 181

2.5 소프트웨어의 선택 ····· 183

3. 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 지침 ····· 185

3.1 Cost-BIM 업무 프로세스 ····· 185

3.2 콘크리트/거푸집 Cost-BIM 작성 기준 ····· 188

3.3 철근 Cost-BIM 작성 기준 ····· 191

4. Cost-BIM TEST 모델 ····· 193

4.1 TEST모델 개요 ····· 193

4.2 부재별 TEST모델 상세 및 수량산출 예시 ····· 194

5. Cost-BIM 발주 성과물 및 양식 ····· 222

5.1 Cost-BIM 모델 및 체크리스트 ····· 222

5.2 수량산출서 및 산출내역서 ····· 228

부록

1. LH 공사원가 선정지침 (건축) ····· 234
2. 부재별 배근상세 ····· 240
3. 시공편의성 철근 배근상세 ····· 263

1. 가이드의 개요

1.1 목적 및 원칙

가. 근거

[LH Cost-BIM 견적 가이드(이하 본 가이드)]는 LH 공동주택 BIM 견적업무 적용을 위해 조달청 시설사업 BIM 적용 지침서와 국토해양부의 건축분야 BIM 적용 가이드의 내용을 준용하고 참고하여 “공동주택 철근콘크리트 골조공사 견적”을 위해 작성되었다.

나. 개방형 BIM 적용의 원칙

본 가이드는 개방형 BIM을 적용한다. 개방형 BIM이란 공인된 국제 표준 (ISO/PAS 16736)을 지원하는 다양한 소프트웨어들이 공개적으로 BIM 데이터를 공유 또는 교환을 통하여 구현하는 BIM을 말한다. 개방형 BIM은 다양한 계약자의 여러 소프트웨어 환경 (종류,버전등)에서 작성된 BIM 데이터를 표준화된 환경에서 검토, 관리 및 재활용하기 위하여 적용한다.

다. 가이드 목적

『LH Cost-BIM 견적 가이드』는 한국토지주택공사의 공동주택 사업 중 견적업무 분야의 철근콘크리트 골조공사 견적에 대한 일련의 절차를 정의한다. 철근콘크리트 골조공사의 콘크리트/거푸집/철근의 BIM 기반 물량산출을 위한 최소의 사항을 정의하고 실무에서 적용함을 목적으로 한다.

라. 가이드 적용의 원칙

본 가이드는 공동주택의 특성(규모, 형태 등) 및 업무여건(사업기간, 예산 등)에 따라 내용의 전부 또는 일부를 선택적으로 적용할 수 있다.

마. BIM적용 확대 원칙

본 가이드는 한국토지주택공사에서 발주되는 공동주택 철근콘크리트 골조공사의 견적업무에 적용하며, 한국토지주택공사를 통하여 지속적으로 보완, 개정될 예정이다.

1.2 지침의 구성

본 지침서는 다음과 같이 구성되어 있다.

가. LH BIM 관리 지침

LH 내부적으로 BIM을 적용하는 시설사업을 관리하기 위한 지침을 말한다.

나. 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 지침

철근콘크리트 골조공사의 BIM 기반 견적업무를 수행하는데 필요한 지침을 말한다.

1.3 관련 기준 및 규격

가. 본 지침서는 LH의 BIM 기반 견적업무를 위하여 작성하였다. 본 지침서는 “LH 공사원가 산정지침”과 “LH, KBC 2009에 의한 철근콘크리트 구조공통도”를 기준으로 한다.

1.4 용어의 정의

본 지침서에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

가. “BIM” 이라 함은 건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차를 포함하여 지칭 한다.[1)]

나. “Cost-BIM” 이라 함은 3D BIM 모델링 기반의 수량산출 및 견적을 의미하며, BIM 견적, 견적 BIM, 3D 견적 등을 통칭한다.

다. "IFC"라 함은 다양한 소프트웨어들이 서로 공개적으로 모델정보를 공유 또는 교환을 통하여 개방형BIM을 구현하는 데 사용하는 공인된 국제표준(ISO/PAS 16739)규격을 말한다.

라. "성과품"이라 함은 발주자에게 최종적으로 제출하는 자료의 집합을 말한다.

마. “견적자”라 함은 해당 사업의 견적에 참여하는 계약 상대자를 말한다.

1.5 약어정의

본 지침서에서 사용하는 약어정의는 다음과 같다.

가. BIM : Building Information Modeling

나. ISO : International Organization for Standardization

다. IFC : Industry Foundation Classes

1) 건축분야 BIM적용가이드 (2010.1) 국토해양부

2. LH Cost-BIM 관리 지침

2.1 적용 대상

가. Cost-BIM 시범사업을 포함하여, LH Cost-BIM을 적용하는 사업에 적용한다.

2.2 활용주체

가. 2D CAD기반 설계도면 또는 3D BIM 기반 설계모델을 작성하는 설계사 또는 엔지니어링 업체

나. Cost-BIM 모델 구축을 통해 견적 산출 업무를 수행하는 견적업체

다. Cost-BIM 모델의 견적산출을 기반으로 자재 . 기성 . 발주 및 구매조달을 수행하는 시공사 등 Cost-BIM 발수 사업의 수급인

2.3 업무수행 내용

가. 설계도서 검토

BIM 견적모델 구축을 위해 2D CAD 설계도서 또는 3D BIM 설계모델의 정보 불일치 및 오류사항 검토

나. 3D 모델 구축

2D CAD 설계도서 또는 BIM 설계모델을 이용하여 BIM 견적모델 구축

다. 모델 검토

TEST 모델 및 체크리스트를 활용하여 구축한 BIM 견적모델의 오류사항 및 정합성 검토

라. 수량산출

수량산출 데이터의 생성 및 산출 결과에 대한 검토

2.4 품질관리

(1) 일반원칙

가. 품질관리의 수행

BIM 품질관리는 품질계획을 수립하여 품질검증을 수행하며, 이 때 품질계획은 품질검증의 대상, 시기, 기준, 방법 등을 정하는 것을 말한다.

나. 품질검증

품질검증은 견적자의 BIM 데이터 품질체크와 LH의 BIM 성과품 품질검수로 구분한다.

(2) 품질검증의 종류

가. 품질체크

사전품질체크는 납품이전에 견적자가 수행하는 것을 말하며 BIM 견적 데이터를 납품하기 전에 수행하는 것을 말한다. 그 시기와 횟수는 사업의 기간, 규모 등을 감안하여 견적관리자(감독)와 협의에 의하여 정한다. 납품시에는 “BIM 견적 결과보고서”를 작성하여 품질검수시 참고할 수 있도록 한다.

나. 품질검수

품질검수는 납품시 LH가 실시한다. 품질검수는 견적자가 제출한 “BIM 견적 결과보고서”를 토대로 BIM 견적 데이터의 품질을 확인하고 필요한 경우 추가적 품질검수를 실시한다. 품질검수 결과에 따라 필요한 경우 보완을 요청하고 수행여부의 결과 확인 후 검수를 종료한다.

(3) 품질기준

가. 품질관리 대상

Cost-BIM 적용 단계에서 견적자가 관리(감독)자와 협의하여 품질관리의 대상을 구체적으로 정하며 그 내용은 “BIM 견적 업무수행계획서”에 포함한다.

- 설계도서 품질 : 모델의 형상요건 및 도서정보 충족성 (간섭충돌, 정보 불일치 등)
- 데이터 품질 : 수량산출 데이터요건 충족성 (견적기준 반영 등)

(4) 품질검증의 방법

가. 수동적 방법

수동적 방법은 사람이 품질검증 대상을 시각적 방법 등에 의하여 직접 확인하는 방법을 말하며, 이 경우 BIM 데이터를 확인할 수 있는 뷰어를 사용한다.

나. 자동적 방법

자동적 방법은 소프트웨어 기능에 의하여 자동적으로 확인하는 방법을 말하며, 이 경우 BIM 데이터를 분석할 수 있는 품질체크 소프트웨어를 사용하며 품질체크를 위한 조건이나 규칙을 사전에 마련하여 적용한다.

(5) 품질검증에 사용하는 데이터포맷

가. 사업수행 과정중의 원본포맷 사용

사업수행 과정중의 품질체크는 원본데이터를 대상으로 설계자가 선택한 소프트웨어에 의하여 견적자가 수행한다.

나. 납품시 IFC 포맷의 사용

납품시 품질체크는 IFC데이터를 대상으로 착수단계에서 정한 IFC파일의 품질관리 범위를 대상으로 한다. IFC품질체크용 소프트웨어를 이용하여 견적자가 사전품질체크를 수행한

후 “BIM 견적 결과보고서”를 작성하여 제출한다. 다만, 관리(감독)자는 견적자와 협의하여 IFC 포맷과 다른 포맷에 의하여 품질검수를 수행할 수 있다.

(6) BIM 데이터 품질의 책임범위

가. 품질의 책임

BIM 데이터 품질검증 절차가 모든 설계품질을 보장하는 것은 아니며 견적 데이터의 품질에 대한 책임은 견적자에게 있다.

나. IFC 변환시 문제발생의 처리

IFC 변환에 문제가 발생한 경우 BIM 견적 데이터 작성자는 가능한 범위 내에서 BIM 데이터의 작성과정의 문제가 아닌지 확인하며 최종적인 문제점은 “BIM 견적 결과보고서”에 기록한다.

2.5 소프트웨어의 선택

가. BIM 설계 소프트웨어의 선정

BIM 업무수행에는 표준포맷(IFC)을 지원하는 소프트웨어를 사용함을 원칙으로 한다. BIM 소프트웨어는 특정 소프트웨어로 한정하지 않으며, 발주자가 요구하는 기준에 따라 성과품 작성을 지원하는 소프트웨어를 활용해야 한다. BIM데이터 구축 전 발주자와 충분히 협의하여 결정한다.

나. BIM 소프트웨어의 사용

여러 종류의 소프트웨어를 사용할 경우 사전에 소프트웨어 간 정보교환의 최소요건을 검토하여 정보가 올바르게 교환되도록 한다. 단일사업에는 단일버전의 소프트웨어를 사용함을 원칙으로 한다. 다만 중간에 새로운 버전이 출시되는 경우 기존업무환경에 영향을 주지 않는다는 점이 확인되면 이를 적용할 수 있다.

다. BIM 소프트웨어 선정기준

1) BIM 소프트웨어의 선정기준은 다음의 표를 참고하여 5점 척도를 활용한다.

번호	선정기준	5점 척도				
		1	2	3	4	5
1	BIM 작성의 목표 달성에 부합하는가?					
2	BIM 설계, 시공에 필요한 라이브러리 작성이 가능한가?					
3	협업 프로세서를 지원하는가?					
4	개방형 BIM 표준을 지원하는가?					
5	동적인 모델 객체의 변경이 가능한가?					
6	BIM 객체로부터 수량산출이 가능한가?					
7	모델링 작성이후 문서를 작성할 수 있는가?					
8	해석 프로그램과 연계가 가능한가?					
9	공정 시뮬레이션 프로그램과 연계가 가능한가?					
10	인력양성을 위한 교육프로그램이 있는가?					
11	모델링을 지원하는 확장 소프트웨어 개발이 가능한가?					
12	BIM 소프트웨어 버전에 따른 호환 대책이 있는가?					
13	다른 BIM 소프트웨어와 호환 대책이 있는가?					
14	범용적으로 사용되고 있는가?					

2) BIM 소프트웨어의 선정기준은 사업특성에 맞게 별도 구성할 수 있다.

3. 철근콘크리트공사 Cost-BIM 적용 지침

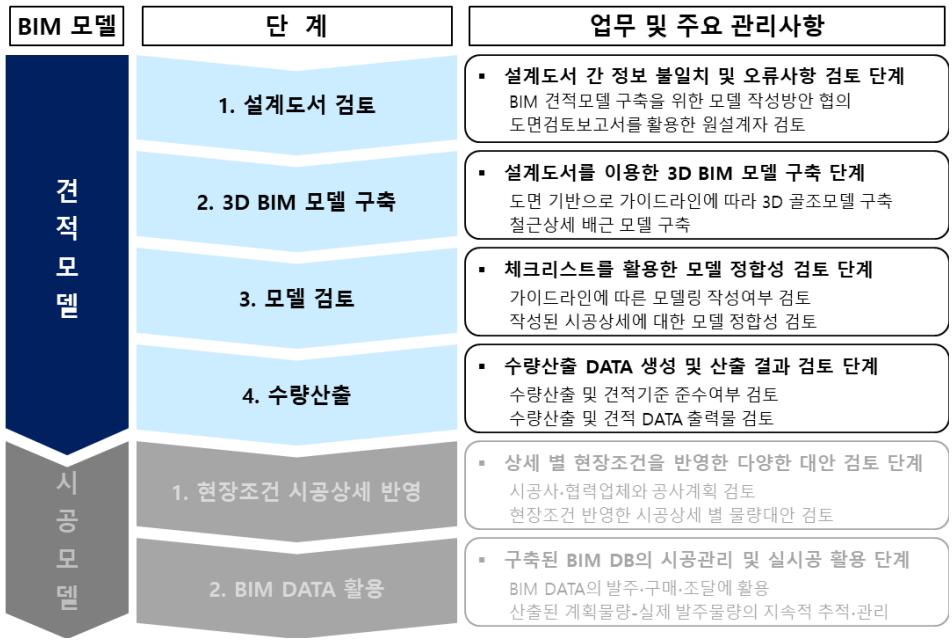
3.1 Cost-BIM 업무 프로세스

3.1.1 Cost-BIM 업무 프로세스 및 주요 관리사항

- Cost-BIM 업무 프로세스는 BIM 견적모델을 구축하여 견적산출을 수행하는 단계와 BIM 시공모델과의 연계를 통해 실시공에 활용하는 단계로 구분할 수 있다.

- BIM 견적모델이 적용되는 단계는 설계도서 검토 단계, BIM 모델 구축 단계, 모델 검토 단계, 수량산출 단계로 이루어지며, 시공모델이 적용되는 단계는 현장조건을 시공상세에 반영하는 단계 및 BIM DATA를 활용하는 단계로 이루어짐.

- 각 단계 별 업무 및 주요 관리사항은 아래 그림의 내용과 같음.



< Cost-BIM 업무 프로세스 및 주요 관리사항 >

가. 설계도서 검토 단계

- BIM 견적모델 구축을 위해 2D CAD 설계도서 또는 3D BIM 설계모델의 정보 불일치 및 오류사항을 검토하는 단계
- 참여자 간 BIM 견적모델 모델링 세부사항에 대한 검토 및 협의 도출
- 도면검토보고서를 활용하여 설계도서/설계모델의 정보 불일치 및 오류사항을 원설계자에게 전달하고, 원설계자는 도서 또는 설계모델 수정 작업 수행

나. 3D BIM 모델 구축 단계

- 2D CAD 설계도서 또는 BIM 설계모델을 이용하여 BIM 견적모델을 구축하는 단계
- 설계도면/모델 및 가이드라인에 따라 객체속성과 모델속성을 가진 3D BIM 골조 견적 모델 구축
- 설계도서, 구조공통도, 구조설계기준, 가이드라인 등에 따라 철근상세 배근 모델링

다. 모델 검토 단계

- TEST모델 및 체크리스트를 활용하여 구축한 BIM 견적모델의 오류사항 및 정합성을 검토하는 단계
- TEST모델 작성을 통해 가이드라인의 요구조건에 맞게 수량산출 결과가 도출되는지 검토하고, 수량산출 결과값이 상이한 경우 그 원인에 대한 분석 실시
- 모델 작성자는 가이드라인에서 제시한 콘크리트/거푸집/철근의 모델링 및 견적 기준 및 설계도서를 준수하여 모델링하였는지 여부를 체크리스트를 작성하여 모델과 함께 인계하고, 인계받은 작업자는 체크리스트를 보고 해당 내용에 대한 검토 수행
- 모델 작성자는 모델링 단계에서 발견한 설계도서 및 시공상세에 대한 오류사항 및 불일치 사항을 도면검토보고서에 기재하여 원설계자 및 감독자에게 인계
- BIM 견적모델 저작도구에서 제공하는 평면 및 3D View를 통해 작성한 모델과 설계도서, 시공상세와의 정합성 검토 작업 수행하고, 구조객체별 일람정보표 출력

라. 수량산출 단계

- 수량산출 데이터의 생성 및 산출 결과에 대한 검토 단계
- 수량산출서/산출내역서 Set (분석표, 집계표, 산출서) 및 철근 수량산출 데이터 (철근 집계표, 철근수량산출서) 출력
- 수량산출 기준 준수여부 및 출력물 검토

3.1.2 Cost-BIM모델[2] 작성 일반사항

< Cost-BIM모델 작성 일반사항 >

<table>
<tr><th>구분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>작성
범위</td><td>부재에 대한 작성은 해당 BIM 모델링 작성기능을 이용하여 작성함을 원칙으로 하며, 그 범위는 다음 표와 같음. 단, 모델링 작성기능에 해당하는 부재가 없을 시, 가장 유사한 모델 객체를 사용하여 모델링 하며 그 내용에 대해 BIM 활용계획서 또는 BIM 적용 설계보고서에 명시하도록 함.
<table>
<tr><th>구분</th><th>속성</th><th>구분</th><th>속성</th></tr>
<tr><td rowspan="3">기초</td><td>온통기초</td><td rowspan="2">보</td><td>보</td></tr>
<tr><td>피트</td><td>인방보</td></tr>
<tr><td>내수압 슬래브</td><td rowspan="4">벽체</td><td>지하옹벽</td></tr>
<tr><td>독립기초</td><td>독립기초</td><td>내부벽</td></tr>
<tr><td>줄기초</td><td>줄기초</td><td>난간벽</td></tr>
<tr><td rowspan="3">슬래브</td><td>슬래브</td><td>단차벽</td></tr>
<tr><td>Deck슬래브</td><td rowspan="3">오프닝</td><td>집수정</td></tr>
<tr><td>주차장 램프</td><td>창호</td></tr>
<tr><td>기둥</td><td>기둥</td><td>트렌치</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>구역
구분</td><td>일반적인 모델 파일 구성은 아래와 같음.
1, 지하(지하주차장 및 지하 주동부)
2. 지상(각 주동의 1층 수직재 이상)</td></tr>
<tr><td>층
구분</td><td>지하주차장 층고는 건축도면 내 대지 종,횡단면도를 기준으로 작성함.
주동 층고는 주단면도를 기준으로 작성함.</td></tr>
<tr><td>단차
부위
작성</td><td>단차부위에 대해서는 아래와 같은 우선순위에 따라 작성됨.
1. 잡상세도
2. 상세도가 없는 경우, 건축도면 내 단면도
3. 도면이 없는 경우, 설계사 답변 회신 후 작성</td></tr>
<tr><td>도면
불일치
항목</td><td>모델링 중 발견된 도면의 오류사항 및 질의사항에 대해서는 다음 구분에 따라 작성됨.
1. 일반사항
- 도면에 표기하지 못하는 검토사항
ex) 층별 콘크리트 강도가 구조 일반사항과 일람표상 강도가 상이한 경우
2. 단면오류
- 배근 일람표의 오류사항
3. 평면오류
- 일람도면과 구조평면도 크기 불일치
- 구조평면도 부재명 누락
- 평면도와 단면도간의 정보 불일치 등</td></tr>
</table>

2) 본 가이드라인에서는 LH Cost-BIM 가이드라인을 따라 모델링한 BIM 견적모델을 Cost-BIM모델이라 칭함.

3.2 콘크리트/거푸집 Cost-BIM 작성 기준

3.2.1 일반사항

1) 본 절에서는 콘크리트 및 거푸집 각 부재별로 모델링에 의해 제공되는 속성정보와 그 속성정보를 활용하여 골조 견적을 산정하는 방안을 제시함.
2) 기존 2D 견적방식에서 작업자의 판단에 의해 결정되는 산출변수에 대해 별도의 모델속성으로 정의하여 콘크리트 와 거푸집물량의 정확성을 향상시키고자 함.
3) 콘크리트와 거푸집 속성은 기본적으로 작성된 구조객체를 기반으로 하여 작성하는 것을 원칙으로 함.
4) 콘크리트 속성은 설계도면 및 부재 일람표에서 정의된 재료강도를 구조객체 속성으로 가지고 있는 경우, 별도 모델을 작성하지 않음.
5) 거푸집 속성은 견적지침에 따라 구조객체에서 정의된 면(Face)에 대해 거푸집 규격별 (알폼, 합판3회, 갱폼 등) 속성을 부여할 수 있어야 함.
6) 수량산출은 작성된 각 BIM도구에서 정의한 수량산출 계산식에 따라 산출함을 원칙으로 함.
7) 콘크리트는 체적, 거푸집은 면적으로 계산함.

3.2.2 객체속성과 모델속성의 구분

- 객체속성은 BIM모델 각 부재 (구조객체) 자체에 부여된 속성값(길이, 폭, 두께, 높이, 면적 등)을, 모델속성은 해당 부재의 수량산출을 위하여 타 부재와의 연계를 통해 산출해야 하는 속성값 (공제두께·면적·부피, 둘레길이 등)을 의미함.
- 콘크리트 및 거푸집 Cost-BIM은 기초 (독립기초, 줄기초, 온통기초), 기둥, 보, 벽체, 슬래브 등의 부재 단위로 모델링 및 견적을 수행함.

1) 독립기초

가. 공제부피는 독립기초와 만나는 타 부재와의 겹침체적을, 공제면적은 독립기초와 만나는 타 부재와의 겹침면적을 의미한다.

< 독립기초 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
독립기초	· 단변길이(L1) · 장변길이(L2) · 두께(T)	· 공제부피(ACV) · 공제면적(ACA)

2) 줄기초

가. 공제부피는 줄기초와 만나는 타 부재와의 겹침체적을, 공제면적은 줄기초와 만나는 타 부재와의 겹침면적을 의미한다.

나. 줄기초와 타 부재와의 연결관계에 따라 내.외부 길이값이 변경될 수 있으며, 이를 구분할 경우, 별도 속성변수로 지정하여 산출하여야 한다.

< 줄기초 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
줄기초	· 폭(W) · 두께(T)	· 공제부피(ACV) · 공제면적(ACA) · 외부길이(L1) · 내부길이(L2)

3) 온통기초

가. 공제면적은 온통기초와 만나는 타 부재와의 겹침 면적을 의미한다.

나. 거푸집 산출시 둘레길이는 온통기초와 만나는 타 부재와의 겹침길이를 고려하여 산출한다.

< 온통기초 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
온통기초	· 바닥면적(A) · 두께(T)	· 공제면적(ACA) · 둘레길이(OL)

4) 기둥

가. 슬래브 공제두께는 기둥 상부에 겹치는 슬래브의 두께를 고려하여 산출한다.

나. 보 공제두께는 기둥 상부에 연결되는 보의 폭과 춤을 고려하여 산출한다.

< 기둥 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
기둥	· 층고(H) · 폭(W) · 춤(D)	· 슬래브 공제두께(ST) · 보 공제두께(BT)

5) 보

가. 보의 순 길이는 하부 수직부재와의 연결관계를 고려하여 산출한다.

나. 슬래브 공제두께는 보와 연결되는 슬래브의 두께를 고려하여 산출한다.

다. 공제면적은 보와 보의 연결 부위 면적을 고려하여 산출한다.

< 보 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
보	· 폭(W) · 춤(D)	· 순 길이(L;LL,RL) · 슬래브 공제두께(ST) · 공제면적(ACA)

6) 벽체

가. 벽체의 순 길이는 수직부재(기둥, 벽체)와의 연결관계를 고려하여 산출한다.

나. 슬래브 공제두께는 벽체와 연결되는 상부 슬래브 두께를 고려하여 산출한다.
다. 보 공제두께는 벽체와 연결되는 상부 보 두께를 고려하여 산출한다.
라. 오프닝 면적과 둘레길이는 면적에 따라 공제여부를 결정하여 산출한다.

< 벽체 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
벽체	· 너비(W) · 층고(H)	· 순 길이(L;LL,RL) · 슬래브 공제두께(ST) · 보 공제두께(BT) · 오프닝 면적(OA) · 오프닝 둘레길이(OL)

7) 슬래브
가. 거푸집 산출시 둘레길이는 슬래브와 만나는 부재의 겹침길이를 고려하여 산출한다.
나. 공제면적은 슬래브 하부의 수직부재 면적을 고려하여 산출한다.
다. 오프닝 면적과 둘레길이는 타입(Sleeve, 집수정, Trench)과 면적에 따라 공제여부를 결정하여 산출한다.

< 슬래브 속성구분 >

부재	객체속성	모델속성
슬래브	· 두께(T) · 바닥면적(A)	· 둘레길이(OL) · 공제면적(ACA) · 오프닝 면적(OA) · 오프닝 둘레길이(OL)

3.3 철근 Cost-BIM 작성 기준

3.3.1 일반사항

(1) 모델링 개요

가. 철근객체는 각 BIM도구에서 지정된 철근객체를 활용하여 모델을 작성하며, 기 작성된 구조 객체를 기반으로 하여 작성되어야 한다.

나. 철근객체는 배근설계정보(강종, 직경, 개수 및 간격)에 따라 배근형상, 배근길이, 배근구간(영역)을 결정하여 모델을 작성한다.

다. 배근형상/길이/구간(영역)에 대한 결정은 부재별 배근상세에 따라 작성되어야 한다.

라. 철근객체는 부재의 치수, 이음길이, 이음위치, 정착길이, 현장의 시공성 등을 고려하여 각각의 철근에 대해서 직경, 길이, 간격, 배근위치 등을 상세하게 표현해야 한다.

마. 모델링된 철근객체는 조립 시공에 참고가 될 수 있는 배근상황을 시각적으로 지원함으로써 실제 시공 및 확인.검토가 용이 하도록 하여야 한다.

(2) 모델링 방법

가. 철근객체의 모델링은 “설계도면”, “KBC 2009 구조공통도”, “건축구조설계지침” 및 “철근 배근 가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구”에 의거하여 정확한 물량산출이 되도록 모델링 한다.

나. 철근객체에 적용되는 속성은 전 부재에 공통적으로 적용되는 공통 속성(이음/정착길이, 피복두께, 보정길이, 주문길이)과 각 부재별 배근상세에 따라 결정되는 Template 속성에 따라 모델을 작성한다.

(3) 수량산출 방법

가. 철근수량은 도면에 준하여 각 부재별(기초, 기둥, 벽체, 보, 슬래브, 계단 등)에 따라 층별로 구분하여 철근 규격별로 이음, 정착상세를 반영한 철근객체를 모델링하여 산출한다.

나. (수량산출의 근거) 각 부재별-철근부위별 철근 물량에 대해 Bar Schedule[3]에 따라 수량을 산출한다.

다. 수량산출은 Bar Schedule에 의해 작성된 각 철근객체의 길이에 단위중량을 곱한 결과를 층별-부재별-규격별로 집계하여 EXCEL파일 형식으로 별도 제출하여야 한다.

라. 철근형상[4] 기호는 형상그림이나 대표기호로 표기할 수 있으며, 대표기호로 표기 시 기호별 형상그림 리스트를 제출하여 감독관으로부터 사전 승인을 받아야 한다.

3.3.2 철근 배근상세

(1) 부재별 배근상세

가. 철근 부재(온통기초, 벽체, 기둥, 보, 계단)의 부위 별 배근상세 작성은 “부록 2. 부재별

3) 공장가공에 활용할 정보로 부재별 기호, 철근의 가공형상 및 치수가 표시된 것
4) 철근의 구부림 개수 및 구부림 방향등에 따라 정의되는 형상기호

배근상세"를 참조한다.

나. 부록 2에서 다루지 않는 배근상세 모델링은 'KBC 2009 구조공통도' (LH, 2016), '건축구조설계지침' (LH, 2010) 및 '철근 배근 가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구' (LHI, 2017)를 따르는 것을 원칙으로 한다.

다. KBC 2009 구조공통도, 건축구조설계지침 및 철근 배근 가이드라인 작성을 통한 배근 시공도 작성 기준 연구에서 다루지 않는 배근상세는 원설계자의 확인을 거친 후 모델링을 실시한다.

라. LH 및 원설계자와의 검토 및 합의.협의를 거친 경우 민간업체는 자사의 부재별 배근상세 기준에 따른 모델링을 할 수 있다.

마. 시공편의성 철근[5]의 모델링 및 수량산출은 "부록 3. 시공편의성 철근 배근상세"에 따르며, 시공편의성 철근의 모델링 및 수량산출 여부는 참여자 간 협의를 통하여 진행한다.

5) 시공편의성 철근이란 건축물의 구조설계 시 반영되지 않으나, 현장 시공 시 구조용 철근의 고임, 고정, 버팀, 받침 등 시공의 편의성 확보를 위해 사용하는 철근을 의미함

4. Cost-BIM Test 모델

4.1 TEST모델 개요

(1) Cost-BIM Test모델 목적

TEST모델은 가이드라인의 요구조건에 맞게 수량산출 결과가 도출되는지에 대해 검사하고 평가하기 위한 목적으로 작성한다.

(1) Cost-BIM Test모델 작성

TEST모델 작성은 가이드라인의 요구조건(객체속성, 배근상세 등)에 대해 검토가 가능할 수 있도록 부재별 TEST모델 상세에 따라 작성한다.

(1) Cost-BIM Test모델 산출

작성된 TEST모델의 수량산출 결과는 별도의 엑셀파일로 출력이 가능해야 하며, 각 TEST모델 Case별 가이드라인의 요구조건에 따라 산출된 결과값이 상이한 경우에는, 그 원인에 대한 분석을 별도로 실시하여야 한다.

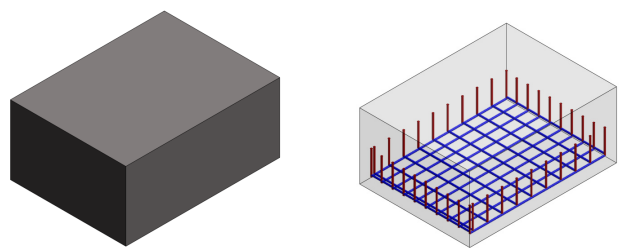
(1) Cost-BIM Test모델 검토)

감독관은 산출된 수량산출결과 및 분석자료를 검토해야하며, 검토한 결과를 토대로 해당 수행업체에게 수량산출 결과를 수정 요청 할 수 있다.

4.2 부재별 TEST모델 상세 및 수량산출 예시

4.2.1 독립기초

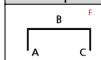
< 단일독립기초 TEST모델 >

구분	내용	속성값		모델개요
F-01	단일독립기초	객체속성	부재명 : F1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 1500 장변길이 : 2000 두께 : 900	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100mm	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200 장변방향 배근정보 : D19@150	

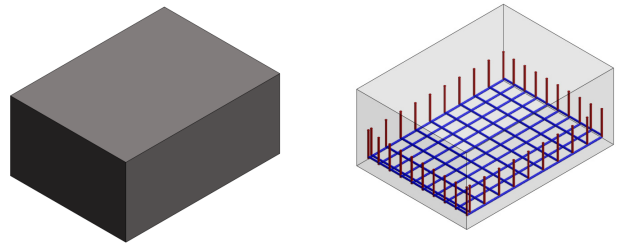
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	F1	콘크리트	25-C24-8	1.5(B) x 2(D) x 0.9(T)	2.7
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (3.74(A))	0.299
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(2x 1.5(B) + 2x 2(D)) x 0.9(T)	6.3

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_06	HD19	2460	10	310	1840	310	-	-	-	-	-	24.60	0.055
	T1_06	HD19	1960	11	310	1340	310	-	-	-	-	-	21.56	0.049

< 상부기초와의 연결 TEST모델 >

구분	내용	속성값		모델개요
F-02	상부기초와의 연결	객체속성	부재명 : F2 콘크리트 강도 : 25-C27-15 단변길이 : 1500 장변길이 : 2000 두께 : 900	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100mm 상부 기초두께 : 300	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200 장변방향 배근정보 : D19@150	

수량산출 결과

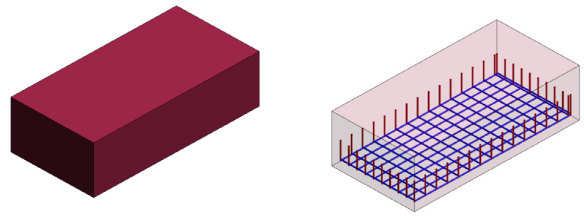
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	F1	콘크리트	25-C27-15	1.5(B) x 2(D) x 0.9(T)	2.7
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (3.74(A))	0.299
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(2x 1.5(B) + 2x 2(D)) x 0.9(T)	6.3

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_06	HD19	2460	10	310	1840	310	-	-	-	-	-	24.60	0.055
	T1_06	HD19	1960	11	310	1340	310	-	-	-	-	-	21.56	0.049

4.2.2 줄기초

< 단일줄기초 TEST모델 1 >

구분	내용	속성값		모델개요
WF-01	단일줄기초	객체속성	부재명 : WF1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 1500 두께 : 900	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100 길이 : 3000	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200 장변방향 배근정보 : D19@150	

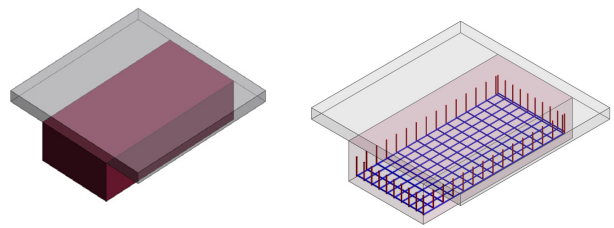
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	WF1	콘크리트	25-C24-8	1.5(B) x 0.9(H) x 3(L')	4.05
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (5.44(A))	0.435
거푸집		거푸집(1)	합판3회	0.9(H) x (3(LL) + 3(RL))	5.4
		거푸집(2)	합판3회	0.9(H) x 1.5(B) x 2	2.7

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_06	HD19	3460	10	310	2840	310	-	-	-	-	-	34.60	0.078
	T1_06	HD19	1960	16	310	1340	310	-	-	-	-	-	31.36	0.071

< 단일줄기초 TEST모델 2 >

구분	내용	속성값		모델개요
WF-02	단일줄기초	객체속성	부재명 : WF2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 1500 두께 : 900	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100 길이 : 3000 상부공제두께 : 200	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200 장변방향 배근정보 : D19@150	

수량산출 결과

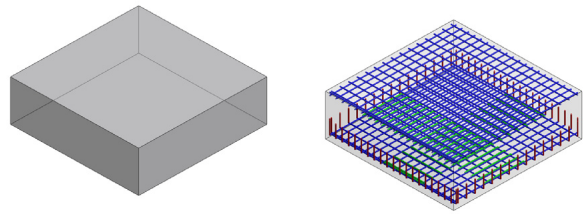
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	WF2	콘크리트	25-C24-8	1.5(B) x (0.9(H)-0.2(TS)) x 3(L')	3.15
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (5.44(A))	0.435
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(0.9(H)-0.2(TS)) x (3(LL) + 3(RL))	4.2
		거푸집(2)	합판3회	(0.9(H)-0.2(TS)) x 1.5(B) x 2	2.1

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_06	HD19	3460	10	310	2840	310	-	-	-	-	-	34.60	0.078
	T1_06	HD19	1960	16	310	1340	310	-	-	-	-	-	31.36	0.071

4.2.3 기초

< 단일온통기초 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
MF-01	단일온통기초	객체속성	부재명 : MF1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 3000X3000 두께 : 1000	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200(T&B) 장변방향 배근정보 : D19@150(T&B)	

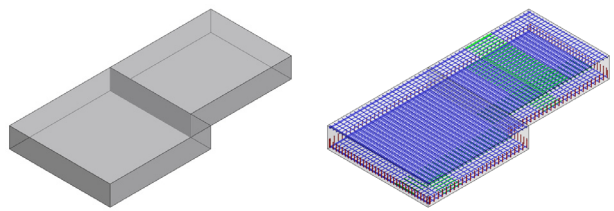
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	MF1	콘크리트	25-C24-8	9(A) x 1(T)	9
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (10.24(A))	0.819
거푸집		거푸집(1)	합판3회	12(OL) x 1(T)	12

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD19	2960	36	2960	-	-	-	-	-	-	-	106.56	0.240
A C B	T1_03	HD19	2000	36	1690	310	-	-	-	-	-	-	72.00	0.162
A C B	T1_03	HD19	2500	36	2190	310	-	-	-	-	-	-	90.00	0.203

< 연속기초 TEST모델 >

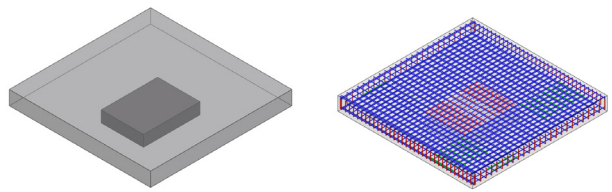
구 분	내 용	속성값		모델개요
MF-02	연속기초	객체속성	부재명 : MF2-1, MF2-2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 5000X5000(MF2-1), 5000X4000(MF2-2) 두께 : 1000	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200(T&B) 장변방향 배근정보 : D19@150(T&B)	

수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	MF2	콘크리트	25-C24-8	25(A) x 1(T)	25
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (27.04(A) - 0.4(A))	2.131
	MF3	콘크리트	25-C24-8	20(A) x 1(T)	20
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (21.84(A) - 0.41(A))	1.714
거푸집	MF2	거푸집(1)	합판3회	16(OL) x 1(T)	16
	MF3	거푸집(1)	합판3회	14(OL) x 1(T)	14

철근														
Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD19	3960	25	3960	-	-	-	-	-	-	-	99	0.223
	T1_00	HD19	4960	33	4960	-	-	-	-	-	-	-	163.68	0.368
	T1_00	HD19	8000	27	8000	-	-	-	-	-	-	-	216	0.486
	T1_00	HD19	3200	27	3200	-	-	-	-	-	-	-	86.4	0.194
	T1_03	HD19	2000	58	1690	310	-	-	-	-	-	-	116	0.261
	T1_03	HD19	3500	52	3190	310	-	-	-	-	-	-	182	0.41
	T1_03	HD19	4500	33	4190	310	-	-	-	-	-	-	148.5	0.334
	T1_03	HD19	8000	27	7690	310	-	-	-	-	-	-	216	0.486

< 기초+독립기초 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
MF-03	기초+독립기초	객체속성	부재명 : MF3 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 5000X5000 두께 : 500 접합부재 : F-01	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200(T&B) 장변방향 배근정보 : D19@150(T&B)	

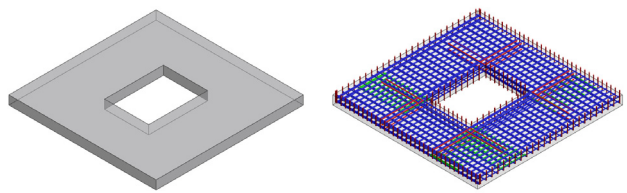
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	MF3	콘크리트	25-C24-8	25(A) x 0.5(T)	12.5
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (27.04(A) - 3(A))	1.923
거푸집		거푸집(1)	합판3회	20(OL) x 0.5(T)	10

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD19	4960	60	4960	-	-	-	-	-	-	-	297.6	0.67
A C B	T1_03	HD19	2000	40	1690	310	-	-	-	-	-	-	80	0.18
A C B	T1_03	HD19	4500	40	4190	310	-	-	-	-	-	-	180	0.405
A C B	T1_03	HD19	2730	20	2420	310	-	-	-	-	-	-	54.6	0.123
A C B	T1_03	HD19	2480	20	2170	310	-	-	-	-	-	-	49.6	0.112

< 기초+오프닝 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
MF-04	기초+오프닝	객체속성	부재명 : MF4 콘크리트 강도 : 25-C24-8 단변길이 : 5000X5000 두께 : 500 오프닝 크기 : 2000X1500	
		모델속성	버림콘크리트 두께 : 80 버림 옵셋크기 : 100	
		배근상세	단변방향 배근정보 : D19@200(T&B) 장변방향 배근정보 : D19@150(T&B) 오프닝보강근 배근정보 : 4-HD22(T&B)	

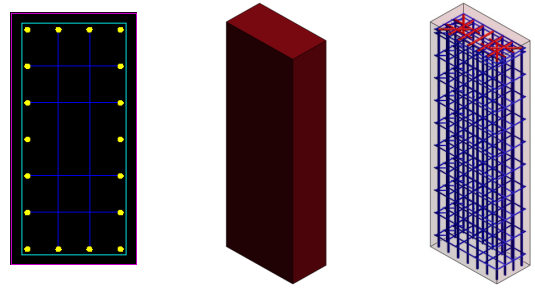
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	MF3	콘크리트	25-C24-8	(25(A) - 3(IA)) x 0.5(T)	11
		버림콘크리트	25-C18-15	0.08(H) x (27.04(A)-2.34(OPENING_A))	1.976
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(20(OL) x 0.5(T)) + (7(IL) x 0.5(T))	13.500

철근														
Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD19	4960	40	4960	-	-	-	-	-	-	-	198.4	0.446
	T1_00	HD22	4180	8	4180	-	-	-	-	-	-	-	33.44	0.102
	T1_00	HD22	4680	8	4680	-	-	-	-	-	-	-	37.44	0.114
	T1_03	HD19	2020	20	1710	310	-	-	-	-	-	-	40.4	0.091
	T1_03	HD19	1770	20	1460	310	-	-	-	-	-	-	35.4	0.08
	T1_03	HD19	2000	40	1690	310	-	-	-	-	-	-	80	0.18
	T1_03	HD19	4500	40	4190	310	-	-	-	-	-	-	180	0.405
	T1_06	HD19	2330	20	310	1710	310	-	-	-	-	-	46.6	0.105
	T1_06	HD19	2080	20	310	1460	310	-	-	-	-	-	41.6	0.094

4.2.4 기둥

< 일반기둥 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
C-01	일반기둥	객체속성	부재명 : C1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 500X1000X3000(WxDxH)	
		배근상세	주근 : 18-HD22 후프(CEN) : HD13@300 후프(END) : HD13@300 보조근(X) : 4 보조근(Y) : 2	

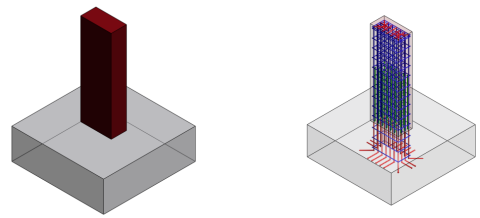
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	C1	콘크리트	25-C24-8	0.5(B) x 1(D) x 3(H')	1.5
거푸집		합판3회	합판3회	(2 x 0.5(B) + 2 x 1(D)) x 3(H')	9

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD22	3260	18	2900	360	-	-	-	-	-	-	58.68	0.178
	T1_09	HD13	640	44	110	420	110	-	-	-	135	-	28.16	0.028
	T1_09	HD13	1140	22	110	920	110	-	-	-	135	-	25.08	0.025
	T4_03	HD13	2900	11	110	920	420	920	420	110	-	-	31.9	0.032

< 다월상세 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
C-02	다월 상세	객체속성	부재명 : C2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 500X1000X3000(WxDxH) 기초두께 : 1000	
		배근상세	주근 : 18-HD22 후프(CEN) : HD13@300 후프(END) : HD13@300 보조근(X) : 4 보조근(Y) : 2	

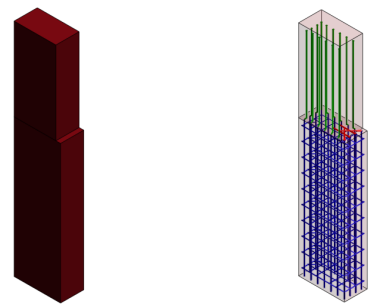
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	C2	콘크리트	25-C24-8	0.5(B) x 1(D) x 3(H')	1.5
거푸집		합판3회	합판3회	(2 x 0.5(B) + 2 x 1(D)) x 3(H')	9

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD16	1600	4	1600	-	-	-	-	-	-	-	6.4	0.01
	T1_03	HD22	2930	18	2570	360	-	-	-	-	-	-	52.74	0.16
	T1_03	HD22	3260	18	2900	360	-	-	-	-	-	-	58.68	0.178
	T1_09	HD13	640	44	110	420	110	-	-	-	135	-	28.16	0.028
	T1_09	HD13	1140	22	110	920	110	-	-	-	135	-	25.08	0.025
	T4_00	HD13	2900	14	110	920	420	920	420	110	-	-	40.6	0.04

< 수직근 이음 (편심) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
C-03	수직근 이음 (편심)	객체속성	부재명 : C3 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 500X1000X3000(WxDxH) 기초두께 : 1000	
		모델속성	상부편심기둥(하단) : 100	
		배근상세	주근 : 18-HD22 후프(CEN) : HD13@300 후프(END) : HD13@300 보조근(X) : 4 보조근(Y) : 2	

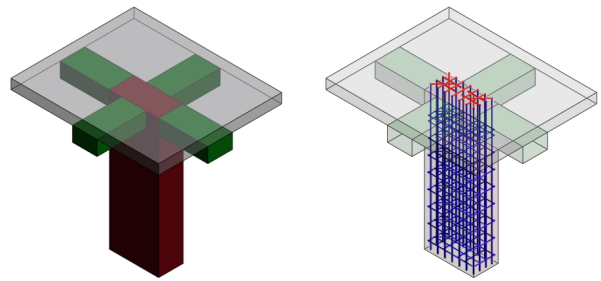
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	C3	콘크리트	25-C24-8	0.5(B) x 1(D) x 3(H')	1.5
거푸집		합판3회	합판3회	(2 x 0.5(B) + 2 x 1(D)) x 3(H')	9

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD22	4650	14	4650	-	-	-	-	-	-	-	65.1	0.198
	T1_03	HD22	3360	4	3000	360	-	-	-	-	-	-	13.44	0.041
	T1_09	HD13	640	44	110	420	110	-	-	-	135	-	28.16	0.028
	T1_09	HD13	1140	22	110	920	110	-	-	-	135	-	25.08	0.025
	T4_00	HD13	2900	11	110	920	420	920	420	110	-	-	31.9	0.032

< 상부접합 (내부기둥) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
기둥	상부접합 (내부기둥)	객체속성	부재명 : C4 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 500X1000X3000(WxDxH) 기초두께 : 1000	
		모델속성	상부접합 보(4)두께 : 500 상부접합 슬래브두께 : 200	
		배근상세	주근 : 18-HD22 후프(CEN) : HD13@300 후프(END) : HD13@300 보조근(X) : 4 보조근(Y) : 2	

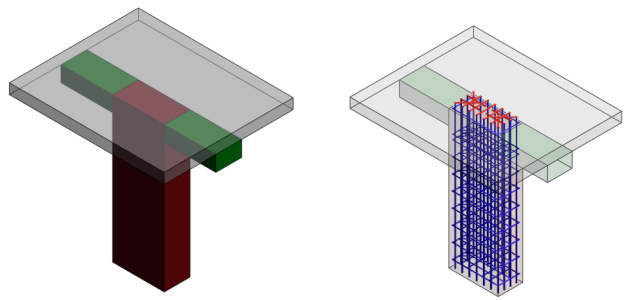
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	C4	콘크리트	25-C24-8	0.5(B) x 1(D) x 2.8(H')	1.4
거푸집		합판3회	합판3회	(2 x 0.5(B) + 2 x 1(D)) x 2.8(H')	8.4

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD22	3260	18	2900	360	-	-	-	-	-	-	58.68	0.178
	T1_09	HD13	640	36	110	420	110	-	-	-	135	-	23.04	0.023
	T1_09	HD13	1140	18	110	920	110	-	-	-	135	-	20.52	0.02
	T4_00	HD13	2900	9	110	920	420	920	420	110	-	-	26.1	0.026

< 상부접합 (외부기둥) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
C-05	상부접합 (외부기둥)	객체속성	부재명 : C5 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 500X1000X3000(WxDxH) 기초두께 : 1000	
		모델속성	상부접합 보(2)두께 : 500 상부접합 슬래브두께 : 200	
		배근상세	주근 : 18-HD22 후프(CEN) : HD13@300 후프(END) : HD13@300 보조근(X) : 4 보조근(Y) : 2	

수량산출 결과

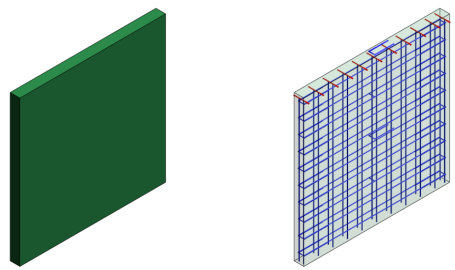
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	C4	콘크리트	25-C24-8	0.5(B) x 1(D) x 2.8(H')	1.4
거푸집		합판3회	합판3회	(2 x 0.5(B) + 2 x 1(D)) x 2.8(H')	8.4

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD22	3260	18	2900	360	-	-	-	-	-	-	58.68	0.178
	T1_09	HD13	640	36	110	420	110	-	-	-	135	-	23.04	0.023
	T1_09	HD13	1140	18	110	920	110	-	-	-	135	-	20.52	0.02
	T4_00	HD13	2900	10	110	920	420	920	420	110	-	-	29	0.029

4.2.5 벽체

< 일반벽체 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
W-01	일반벽	객체속성	부재명 : W1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 200X3000X3000(WxLxH)	
		배근상세	수직근 : HD13@300 수평근 : HD10@300	

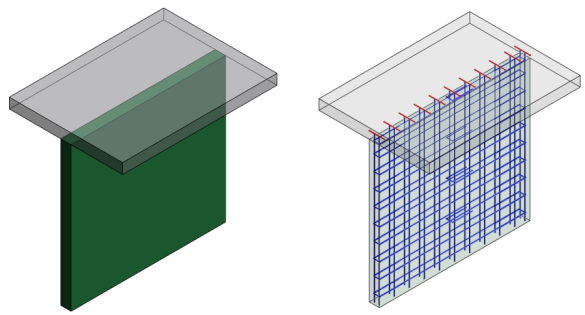
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	W1	콘크리트	25-C24-8	0.2(T) x 3(H') x 3(L')	1.8
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(3(H') x (3(LL)+3(RL))	18
		거푸집(2)	합판3회	3(H2) x 0.2(T) x 2	1.2

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD10	2900	20	2900	-	-	-	-	-	-	-	58	0.032
A C B	T1_03	HD13	3100	22	2900	200	-	-	-	-	-	-	68.2	0.068
A 2 B	T3_00	HD10	1120	20	500	120	500	-	-	-	-	-	22.4	0.013
A 2 B	T3_00	HD10	900	4	390	120	390	-	-	-	-	-	3.6	0.002

< 최상층 벽체 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
W-02	최상층 벽체	객체속성	부재명 : W2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 200X3000X3000(WxLxH)	
		모델속성	상부슬래브두께 : 200	
		배근상세	수직근 : HD13@300 수평근 : HD10@300	

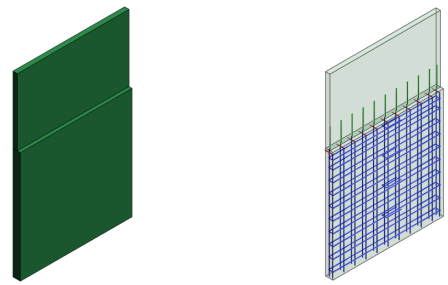
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	W2	콘크리트	25-C24-8	0.2(T) x 2.8(H') x 3(L')	1.68
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(2.8(H') x (3(LL)+3(RL))	16.8
		거푸집(2)	합판3회	2.8(H2) x 0.2(T) x 2	1.12

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD10	2900	20	2900	-	-	-	-	-	-	-	58	0.032
A C B	T1_03	HD13	3100	22	2900	200	-	-	-	-	-	-	68.2	0.068
A B	T3_00	HD10	1120	20	500	120	500	-	-	-	-	-	22.4	0.013
A B	T3_00	HD10	900	4	390	120	390	-	-	-	-	-	3.6	0.002

< 수직근이음 (편심) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
W-03	수직근이음 (편심)	객체속성	부재명 : W3 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 200X3000X3000(WxLxH)	
		모델속성	상부벽체편심(하단) : 80	
		배근상세	수직근 : HD13@300 수평근 : HD10@300	

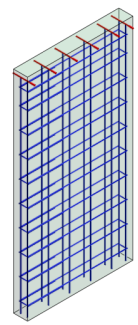
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	W3	콘크리트	25-C24-8	0.2(T) x 3(H') x 3(L')	1.8
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(3(H') x (3(LL)+3(RL))	18
		거푸집(2)	합판3회	3(H2) x 0.2(T) x 2	1.2

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD10	2900	20	2900	-	-	-	-	-	-	-	58	0.032
A	T1_00	HD13	3510	11	3510	-	-	-	-	-	-	-	38.61	0.038
A C B	T1_03	HD13	3100	11	2900	200	-	-	-	-	-	-	34.1	0.034
A 2 B	T3_00	HD10	1120	20	500	120	500	-	-	-	-	-	22.4	0.013
A 2 B	T3_00	HD10	900	4	390	120	390	-	-	-	-	-	3.6	0.002

< 짧은벽 TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
W-04	짧은벽	객체속성	부재명 : W4 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 200X1500X3000(WxLxH)	 
		배근상세	수직근 : HD13@300 수평근 : HD10@300	

수량산출 결과

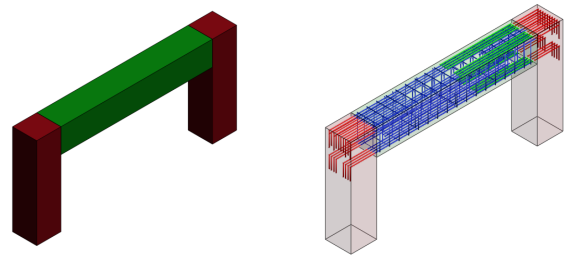
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	W4	콘크리트	25-C24-8	0.2(T) x 3(H') x 1.5(L')	0.9
거푸집		거푸집(1)	합판3회	(3(H') x (3(LL)+1.5(RL))	9
		거푸집(2)	합판3회	3(H2) x 0.2(T) x 2	1.2

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD13	3100	12	2900	200	-	-	-	-	-	-	37.2	0.037
	T3_00	HD10	1120	10	500	120	500	-	-	-	-	-	11.2	0.006
	T3_00	HD10	2920	10	1400	120	1400	-	-	-	-	-	29.2	0.016

4.2.6 보

< 일반보 TEST모델 1 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
G-01	일반보	객체속성	부재명 : G1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 800(B)x800(D)x5000(L)	
		배근상세	주근(상부) : 10/4-HD22(단부), 8-HD22(중앙부) 주근(하부) : 8-HD22(단부), 10/4-HD22(중앙부) 스터럽 : 4-HD10@300	

수량산출 결과

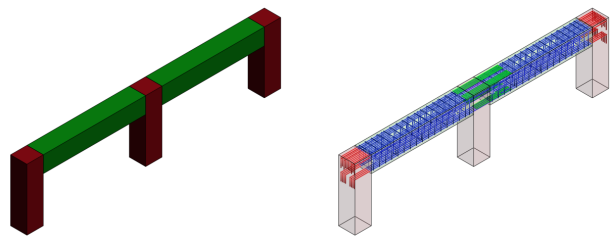
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	G1	콘크리트	25-C24-8	0.8(B) x 0.8(D) x 5(L')	3.2
거푸집		거푸집(1)	합판3회	0.8(D) x (5(LL) + 5(RL))	8
		거푸집바닥	합판3회	0.8(B) x 5(L')	4

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
A	T1_00	HD22	3800	6	3800	-	-	-	-	-	-	-	22.8	0.069
A C B	T1_03	HD22	2400	12	2040	360	-	-	-	-	-	-	28.8	0.088
A C B	T1_03	HD22	6000	16	5640	360	-	-	-	-	-	-	96	0.292
A C B	T1_03	HD22	3400	8	3040	360	-	-	-	-	-	-	27.2	0.083

	T1_03	HD22	2900	8	2540	360	-	-	-	-	-	-	23.2	0.071
	T1_09	HD10	880	51	90	700	90	-	-	-	135	-	44.88	0.025
	T3_02	HD10	2280	17	90	700	700	700	90	-	135	135	38.76	0.022
	T3_02	HD10	1120	4	90	120	700	120	90	-	135	135	4.48	0.003
	T3_02	HD10	2080	3	90	600	700	600	90	-	135	135	6.24	0.003

< 일반보 TEST모델 2 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
G-02	일반보	객체속성	부재명 : G2-1, G2-2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 사이즈 : 800(B)x800(D)x5000(L)	
		배근상세	주근(상부) : 10/4-HD22(단부), 8-HD22(중앙부) 주근(하부) : 8-HD22(단부), 10/4-HD22(중앙부) 스터럽 : 4-HD10@300	

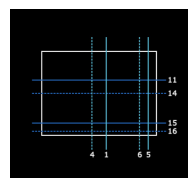
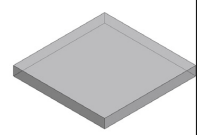
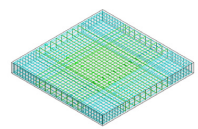
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	G2-1	콘크리트	25-C24-8	0.8(B) x 0.8(D) x 5(L')	3.2
	G2-2	콘크리트	25-C24-8	0.8(B) x 0.8(D) x 5(L')	3.2
거푸집	G2-1	거푸집(1)	합판3회	0.8(D) x (5(LL) + 5(RL))	8
		거푸집바닥	합판3회	0.8(B) x 5(L')	4
	G2-2	거푸집(1)	합판3회	0.8(D) x (5(LL) + 5(RL))	8
		거푸집바닥	합판3회	0.8(B) x 5(L')	4

철근														
Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD22	3800	18	3800	-	-	-	-	-	-	-	68.4	0.208
	T1_03	HD22	2400	12	2040	360	-	-	-	-	-	-	28.8	0.088
	T1_03	HD22	8000	16	7640	360	-	-	-	-	-	-	128	0.389
	T1_03	HD22	7200	8	6840	360	-	-	-	-	-	-	57.6	0.175
	T1_03	HD22	6700	8	6340	360	-	-	-	-	-	-	53.6	0.163
	T1_09	HD10	880	102	90	700	90	-	-	-	135	-	89.76	0.05
	T3_02	HD10	2280	34	90	700	700	700	90	-	135	135	77.52	0.043
	T3_02	HD10	1120	8	90	120	700	120	90	-	135	135	8.96	0.005
	T3_02	HD10	2080	6	90	600	700	600	90	-	135	135	12.48	0.007

4.2.7 슬래브

< 사변지지 슬래브 (기본배근) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요		
S-01	사변지지 슬래브 (기본배근)	객체속성	부재명 : S1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 슬래브 사이즈 : 5000x5000 두께 : 500			
		배근상세	중앙부(T&B&Bent) : HD16@300 단부(T&B) : HD13@150			

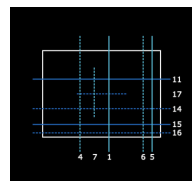
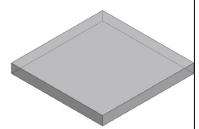
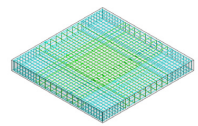
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	S2	콘크리트	25-C24-8	25(A) x 0.5(T)	12.5
거푸집		거푸집	합판3회	(25(A))	25
		거푸집(1)	합판3회	(20(OL) x 0.5(T))	10

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD13	2000	72	1800	200	-	-	-	-			144	0.143
	T1_03	HD13	3400	72	3200	200	-	-	-	-			244	0.244
	T1_03	HD16	2000	36	1750	250	-	-	-	-			72	0.112
	T1_03	HD16	3500	36	3250	250	-	-	-	-			126	0.197

< 사변지지 슬래브 (중앙부 컷 타입) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요		
S-02	사변지지 슬래브 (중앙부 컷 타입)	객체속성	부재명 : S2 콘크리트 강도 : 25-C24-8 슬래브 사이즈 : 5000x5000 두께 : 500			
		배근상세	중앙부(T&B) : HD16@300 컷바(중앙부) : HD16@300 단부(T&B) : HD13@150			

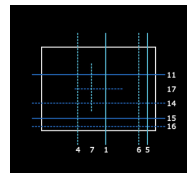
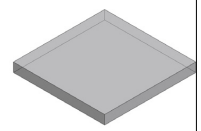
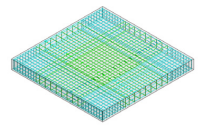
수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	S2	콘크리트	25-C24-8	25(A) x 0.5(T)	12.5
거푸집		거푸집	합판3회	(25(A))	25
		거푸집(1)	합판3회	(20(OL) x 0.5(T))	10

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD13	2000	72	1800	200	-	-	-	-			144	0.143
	T1_03	HD13	3400	72	3200	200	-	-	-	-			244	0.244
	T1_03	HD16	2000	36	1750	250	-	-	-	-			72	0.112
	T1_03	HD16	3500	36	3250	250	-	-	-	-			126	0.197
	T1_00	HD16	3440	36	3440	-	-	-	-	-			55.04	0.086

< 사변지지 슬래브 (단부 컷 타입) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요		
S-03	사변지지 슬래브 (단부 컷 타입)	객체속성	부재명 : S3 콘크리트 강도 : 25-C24-8 슬래브 사이즈 : 5000x5000 두께 : 500			
		배근상세	중앙부(T&B) : HD16@300 컷바(단부) : HD16@300 단부(T&B) : HD13@150			

수량산출 결과

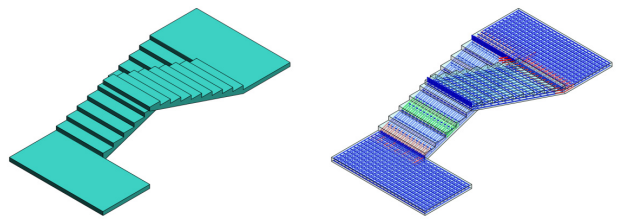
구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	S3	콘크리트	25-C24-8	25(A) x 0.5(T)	12.5
거푸집		거푸집	합판3회	(25(A))	25
		거푸집(1)	합판3회	(20(OL) x 0.5(T))	10

철근

Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_03	HD13	2000	72	1800	200	-	-	-	-			144	0.143
	T1_03	HD13	3400	72	3200	200	-	-	-	-			244	0.244
	T1_03	HD16	2000	36	1750	250	-	-	-	-			72	0.112
	T1_03	HD16	3500	36	3250	250	-	-	-	-			126	0.197
	T1_03	HD16	1920	32	1670	250	-	-	-	-			61.44	0.096

4.2.8 계단

< 계단 (일반보) TEST모델 >

구 분	내 용	속성값		모델개요
ST-01	일반보	객체속성	부재명 : ST1 콘크리트 강도 : 25-C24-8 계단참 사이즈 : 4000x2000(2EA) 계단 사이즈 : 2000x4000(2EA) 스탭개수 : 10EA	
		배근상세	계단참 : HD13@150(T&B) 계단 : HD13@150(T&B) 계단보강근 : 6-HD13	

수량산출 결과

구분	부호	명칭	규격	산출식	결과값
콘크리트	ST1	콘크리트	25-C24-8	계단참: ((8(LA) x 0.15(LT) = 1.2)* 2 = 2.4) +계단: ((4.272(경사길이) x 0.22(계단평균두께) x 2(계단폭) = 1.88)* 2 = 3.76)	3.2
거푸집		거푸집(1)	합판3회	계단참 밑판: 8(LA)* 2 = 16	3.2
		거푸집(2)	합판3회	계단 챌판: 0.15(챌판높이) x 2(계단폭) x 10(계단수)* 2 = 6	3.2
		거푸집(3)	합판3회	계단 밑판 4.272(경사길이) x 2(계단폭)* 2 = 17.088	3.2
		거푸집(4)	합판3회	계단 측면: 0.22(계단평균두께) x 4.272(경사길이)* 2 = 1.88	3.2

철근														
Bar Shape	Bar Code	Type	Length	Count	Length Parameters						Angle		Total Length	Total Weight
					A	B	C	D	E	F	R1	R2		
	T1_00	HD10	1900	56	1900	-	-	-	-	-	-	-	106.4	0.06
	T1_00	HD13	1900	52	1900	-	-	-	-	-	-	-	98.8	0.098
	T1_00	HD13	3900	56	3900	-	-	-	-	-	-	-	218.4	0.217
	T2_13	HD13	2360	60	410	1950	-	-	-	-	21	-	141.6	0.141
	T2_13	HD13	1930	20	410	1520	-	-	-	-	-21	-	38.6	0.038
	T2_13	HD13	4000	28	410	3590	-	-	-	-	-19	-	112	0.111
	T2_13	HD13	2000	28	1590	410	-	-	-	-	19	-	56	0.056
	T2_13	HD13	4580	28	4170	410	-	-	-	-	19	-	128.24	0.128

5. Cost-BIM 발주 성과물 및 양식

5.1 Cost-BIM모델 및 체크리스트

5.1.1 Cost-BIM모델 검토 개요

1) 정확한 BIM 견적산출을 위해서는 작성된 Cost-BIM모델이 설계도서 및 가이드라인에 따라 작성되었는지 검토하는 것이 중요한 관리 포인트이다.

2) 민간업체의 Cost-BIM 수행 사례에서 설계도서의 BIM 모델 작성 시 작성자의 Human Error로 인한 수량산출 오차가 발생하는 사례가 다수 있었다.

3) BIM 모델은 건물 전 생애주기에 활용이 가능한 디지털 모델로, 설계와 시공 간 원활한 BIM 모델 인계를 위해서는 완성도에 대한 지속적인 관리가 필요하다.

4) BIM 모델의 완성도 관리를 위해 BIM 모델 작성자는 해당 모델에 대한 체크리스트를 작성하여 모델과 함께 인계해야 하며, 모델을 인계받은 작업자는 체크리스트를 보고 해당 내용에 대해 검토할 수 있어야 한다.

5) 이를 위해 BIM 저작도구는 모델 체크리스트에 대한 내용을 작업자가 쉽게 확인 및 검토할 수 있는 기능을 제공해야한다.

6) BIM 모델 작성자는 모델 작성 단계에서 발견한 설계도서에 대한 오류사항이나 불일치 사항에 대해서 별도의 도면검토보고서를 작성하여 원설계자와 감독자에게 인계하여야 한다.

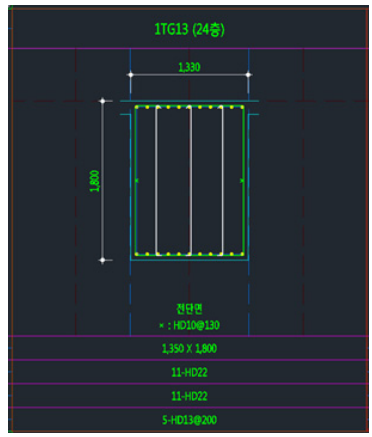
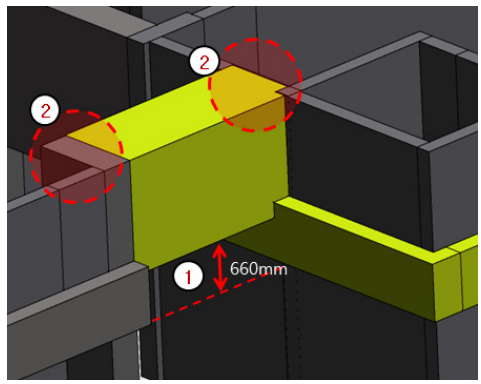
7) 해당 성과물 부속품 : Cost-BIM모델, Cost-BIM모델 체크리스트, 도면검토보고서

5.1.2 Cost-BIM모델 체크리스트

< Cost-BIM모델 Check List 예시 >

프로젝트 개요				
프로젝트 이름	*LH공동주택 101동*	층수	*지하:1층, 지상:11층*	
구 분	*지하주차장, 부속동..*	작성자	*홍길동*	
No.	내 용		Remark	비고
재료정보				
1	콘크리트 강도 및 철근강도가 구조 일반사항과 일치하는가?			
2	철근 강도가 직경별 적용부재별로 알맞게 적용 되었는가?			
층고정보				
1	층의 층고가 단면도와 일치하는가?			
일람정보				
1	부재일람표의 불일치(형상과 TEXT)하는 부분을 발견하였는가?			
2	보의 측면근이 작성된 부재에 대한 입력여부 확인?			
3	슬래브의 경우 MAT, SLAB 타입에 맞게 입력되었는지 확인?			
모델링정보				
1	부재 작성범위의 최소 작성부재에 따라 모델링 되었는가?			
2	최소 작성부재 이외의 모델객체를 사용하여 모델링이 되었는가?			
3	구역 구분(지하, 지상)에 대한 구분이 명확한가?			
4	층 구분 기준에 따라 부재간 층 구분이 되었는가?			
5	단차부위 작성시 우선순위에 따라 작성되었는가?			
6	주차장과 주동부가 만나는 부분에 대한 정착관계 처리여부?			
7	평면도상에 부재명중 일람정보에 누락되는 정보가 있는가?			
8	슬래브 보강근이 빠짐없이 입력되었는가?			
9	슬래브 배근방향이 슬래브 형상과 일치하는가?			
10	단차벽의 방향, 높이, 배근정보가 정확하게 입력되었는가?			
11	보와 하부수직부재간의 연결관계가 맞게 모델링 되는가?			
12	기초 고임철근이 배근상세에 맞게 입력되는가?			
13	기초 집수정은 빠짐없이 모델링 되었는가?			
14	평면도상 표기된 부재크기와 일람크기가 일치하는가?			
15	모델링된 부재간의 연속성이 확보되는가?			
견적정보				
1	거푸집 설계는 지침에 맞게 설계되었는가?			
2	콘크리트에 대한 설정은 지침에 맞게 되었는가?			
3	배근상세에 대한 설정은 지침에 맞게 되었는가?			

< 도면검토보고서 양식 예시 >

모델파일명	지하주차장 모델파일	Sheet No.	지하주차장-024
작성자	홍길동	작성일	17.06.22
설계도서	설계도서 01_05.15	설계자	00설계사무소
내용			
검토항목	아파트 전이보 보 두께 검토		
관련 설계도서 구조일람표 S-01.dwg			
BIM모델			
검토의견	① 1F, 1208동 전이보 높이 확인 필요. (해당층 다른 전이보 높이 : 2480) ② 기둥 및 벽체와 만나는 전이보의 단부 정착길이 및 Ldh 확보 불가. 기둥(600), 벽체두께(250) < Ldh (640)		
설계자의견			

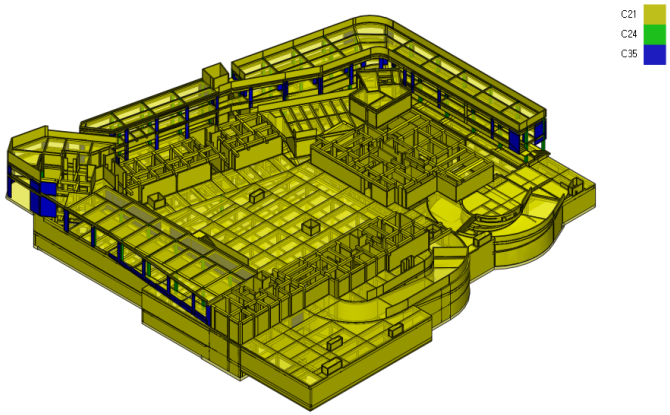
5.1.3 Cost-BIM모델 검토기능

1) Cost-BIM모델 검토를 위해서는 설계도서와 BIM 모델 간의 정보 일치여부에 대한 확인이 이루어져야 한다.

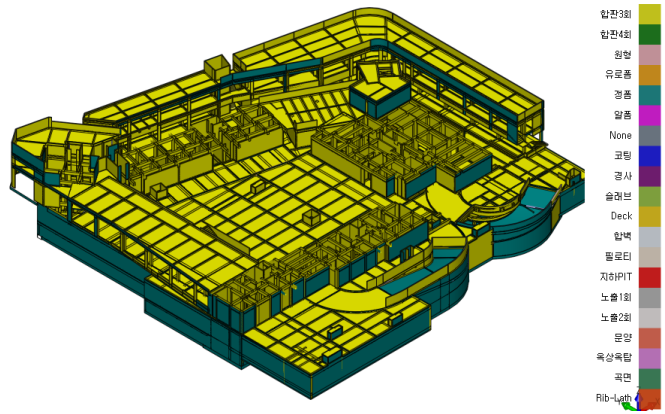
2) 구조객체 모델링 시 일람표에서 정의하고 있는 부재명에 따라 모델링해야 한다.

3) Cost-BIM모델 저작도구는 설계된 부재 정보의 정확성 검토 및 설계도서와 모델 간의 일치성 검토를 위해 설계정보에 따른 평면 View 및 3D View를 제공하여야 하며, BIM 모델에 입력된 일람정보를 구조객체(부재) 별로 출력할 수 있어야 한다.
(단, 단위세대 슬래브/기초 보강근 배근 같이 부재와 배근정보가 다른 경우, 해당 부재의 철근정보는 일람표에 출력하지 않음).

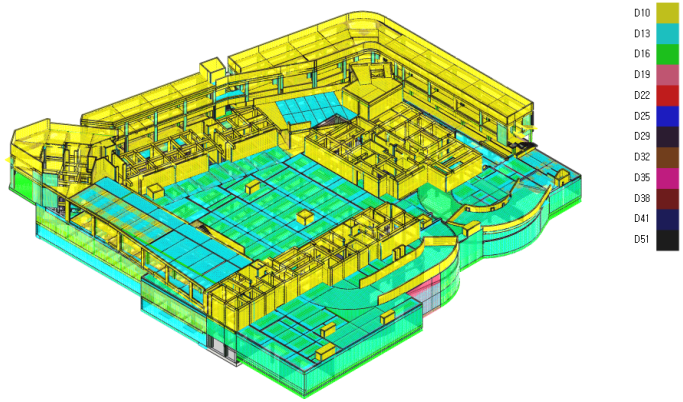
4) 해당 성과물 부속품 : Cost-BIM모델 구조객체 부재별 일람정보 표



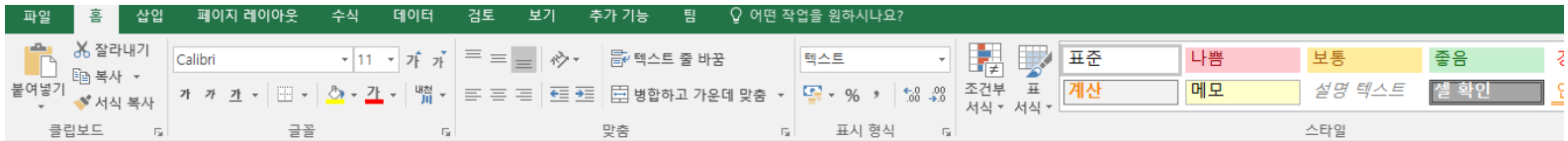
< 콘크리트 재료강도별 3D VIEW예시 >



< 거푸집 타입별 3D VIEW예시 >



< 철근타입별 3D VIEW 예시 >



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Name	Type	Story	Material	Width	Depth	Top-Bot	Left-Right	Center hoop	End hoop	X-Tie Bar	Y-Tie Bar	Shape	Is double hoop	Is Specific Tie Bar	Specific Tie Bar	Added Bar	ColumnH
2	C1	RC	-2~-2	By Story	500	700	4-HD19	3-HD19	HD10@300	HD10@300	2	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
3	C1	RC	-1~-1	By Story	500	600	4-HD19	2-HD19	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
4	C1	RC	1~2	By Story	500	500	5-HD16	3-HD16	HD10@300	HD10@150	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
5	C10	RC	-1~2	By Story	500	500	5-HD16	3-HD16	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
6	C1A	RC	-2~-2	By Story	500	600	4-HD19	3-HD19	HD10@300	HD10@300	2	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
7	C1A	RC	-1~-1	By Story	500	600	6-HD19	2-HD19	HD10@300	HD10@300	1	2	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
8	C2	RC	-2~-2	By Story	500	700	3-HD19	3-HD19	HD10@300	HD10@300	2	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
9	C2	RC	-1~-1	By Story	500	600	3-HD19	2-HD19	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
10	C20	RC	-1~2	By Story	500	500	5-HD16	3-HD16	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
11	C3	RC	-2~-2	By Story	500	700	3-HD19	3-HD19	HD10@300	HD10@300	2	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
12	C3	RC	-1~-1	By Story	500	600	3-HD19	2-HD19	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
13	C30	RC	-1~2	By Story	500	500	5-HD16	3-HD16	HD10@300	HD10@300	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
14	C5	RC	1~2	By Story	500	500	4-HD16	2-HD16	HD10@300	HD10@150	1	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
15	TC2	RC	-2~-2	By Story	500	700	5-HD25	5-HD25	HD10@300	HD10@150	2	0	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
16	TC4	RC	-2~-2	By Story	550	1385	3-HD22	8-HD22	HD10@300	HD10@150	4	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
17	TC4	RC	-1~-1	By Story	550	1385	3-HD22	8-HD22	HD10@300	HD10@150	4	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE
18	TC4	RC	1~1	By Story	550	1385	3-HD22	8-HD22	HD10@300	HD10@150	4	1	RECT	FALSE	FALSE		0-HD10	NONE

< Cost-BIM모델 부재별 일람정보 표 출력 예시 >

5.2. 수량산출서 및 산출내역서

5.2.1 개 요

1) 수량산출서 및 산출내역서는 수량산출에 대한 근거 및 검토 자료로 활용되는 데이터로 참여자 간 의사소통 및 검토를 위해 작성 방식에 대한 일정한 약속 및 양식을 가지고 있어야 한다.
2) 현재 주로 사용되는 2D 견적방식에서는 아래 표4-3과 같이 각 부재별 콘크리트, 거푸집, 철근에 대해 부재단위로 그 수량산출 근거를 작성한다.

< 수량산출서 예시 >

층	부호	명칭	규격	산출식	결과값
4	W3	[비 고]		X : X6~X7, Y : Y3	0
		콘크리트	25-240-15	(2.795*(2.8-0.21)*0.2)*1	1.448
		거푸집(내측)	유로/A	(2.795*(2.8-0.21))*1	7.24
		거푸집(외측)	유로/A	(2.795*(2.8-0.21))*1	7.24
		내측수직근	H10	《《(2.795-((0)/1000)-(2*0.2)-((2-2)*0.2))/(450/1000)》=5*2.8*1+(0*2/(450/1000)*(0.3*2+0.2))》=14+《5*0.3'일반이음'*1》=1.5	15.5
		외측수직근	H10	《《(2.795-((0)/1000)-(2*0.2)-((2-2)*0.2))/(450/1000)》=5*2.8*1》=14+《5*0.3'일반이음'*1》=1.5	15.5
		내측수평근	H10	《(2.8-0.21)/(350/1000)+1》=8*《2.795+(2.795-2.795)》=2.795*1+(0*2/(350/1000)*(0.3*2+0.2))	22.4
		외측수평근	H10	《(2.8-0.21)/(350/1000)+1》=8*《2.795+(2.795-2.795)》=2.795*1	22.4

3) 콘크리트 및 거푸집의 경우 2D 견적방식에서 사용하는 수량산출서 및 내역서 양식을 Cost-BIM 방식에서도 적용 가능하다.
4) Cost-BIM을 통한 철근 물량 산출 시 연속되는 부재(보, 슬래브)에 배근되는 철근은 해당 부재에 종속되지 않기 때문에 2D 견적과 같이 부재단위로 산출근거를 작성하는 것이 불가능하다.
5) Cost-BIM을 통한 견적산출 수행 시 철근 수량산출서에 대한 별도의 양식을 참여자 간에 규정해야 할 필요가 있다.

5.2.2 Cost-BIM 수량산출서 및 산출내역서 구성

1) 기존 2D 견적 수행 시, 수량산출서는 대체로 [총괄분석표]-[분석표]-[층별총집계표]-[부재-층별 집계표]-[부재별 산출서]-[기타 산출서] 형식으로 구성된다.
2) 분석표 및 집계표는 수량산출 데이터를 기준으로 작성되는 양식으로 해당 양식은 Cost-BIM에서도 동일하게 산출할 수 있다.
3) 기존 2D 견적에서 산출근거가 되는 [부재별 산출서]를 Cost-BIM 수량산출서에서는 콘크리트/거푸집의 산출근거가 되는 [부재별 산출서]와 철근의 산출근거가 되는 [수직

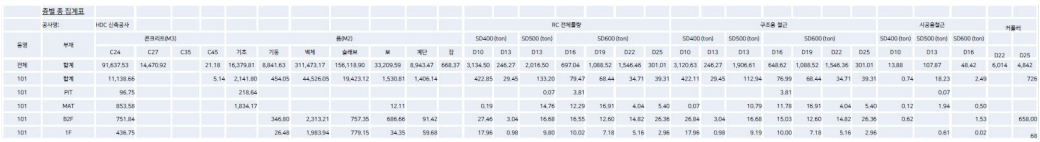
부재 철근산출서], [수평부재 철근산출서]로 분류하여 구성한다.

4) Cost-BIM에서 작성하는 철근 수량산출서는 철근 배근시공도에서 작성하는 철근 집계표를 기반으로 작성된다.

총괄 분석표A

공사명:	00 공동주택 신축공사				전체 연면적(M2)	141,262.65
동 명:[101]					연면적(M2)	13,718.51
구분	콘크리트(M3)		거푸집(M2)		철 근(Ton)	비고
총물량	9,433.23 M3		63,161.92 M2		631.62 Ton	
연면적	0.69 M3/M2		4.60 M2/M2		0.05 Ton/M2	
평 당	2.27 M3/평		15.19 M2/평		0.15 Ton/평	
콘크리트			6.70 M2/M3		0.07 Ton/M3	
구분	콘크리트(M3)	%	거푸집(M2)	%	철 근(Ton)	%	비고
기초	21.44	0.23	88.98	0.14	1.12	0.18	
기둥	13.48	0.14	107.25	0.17	4.91	0.78	
보	122.59	1.30	832.04	1.32	46.24	7.32	
슬래브	4,104.21	43.51	18,665.76	29.55	173.43	27.46	
옹벽	5,006.52	53.07	42,212.84	66.83	388.80	61.56	
계단	164.99	1.75	1,255.05	1.99	17.13	2.71	

< 총괄분석표 및 분석표 예시 >



< 층별 총집계표 예시 >

1, 101동

구분		레미콘				
		25-24-15	25-18-15	25-24-8	25-18-8	소계
		m3				
FT	MAT					0.00
	B2					0.00
	B1(수직)					0.00
FT 소계		0.00				0.00
OD	B1(수평)					0.00
	1					0.00
	2					0.00
	3					0.00
	4					0.00
	5					0.00
	6					0.00
	7					0.00
	8					0.00
	9					0.00
	10					0.00
	11					0.00
	12					0.00
	13					0.00
	14					0.00
	15					0.00
	16					0.00
	17					0.00
	18					0.00
	19					0.00
	20					0.00
	PH1					0.00
	PH2					0.00
	…					0.00
OD 소계		0.00				0.00
합계		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

< 부재-층별 집계표 예시 (레미콘) >

301동

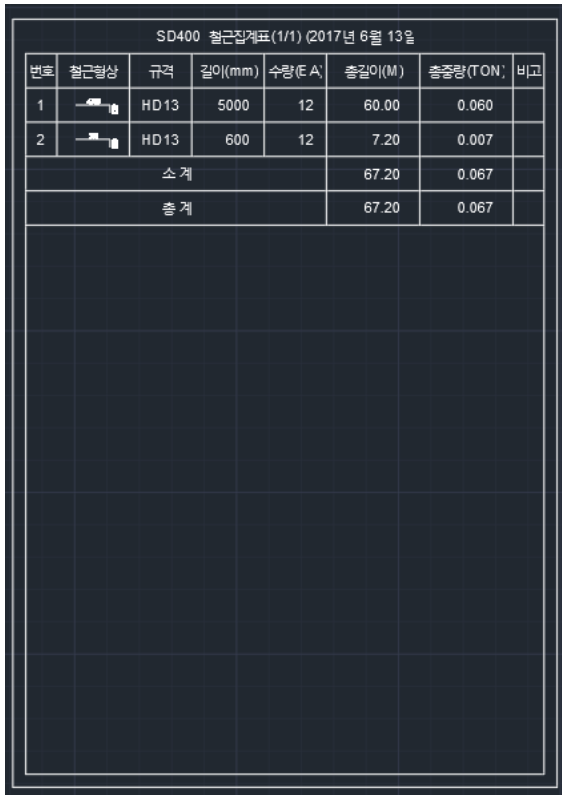
구분		철근										
		가공철근					절단철근					소계
		H10	H13	H16	H19	H22	H10	H13	H16	H19	H22	
		ton										
FT	MAT		1.51	15.70	1.36							18.57
	B2	0.88	0.02	0.79			0.03					1.72
	B1(수직)	7.88	4.03	0.34			0.57	13.71	0.64			27.18
FT 소계		8.76	5.57	16.82	1.36	0.00	0.60	13.71	0.64	0.00	0.00	47.47
OD	B1(수평)	5.56	0.53	1.71								7.80
	1	9.91	1.16	1.49			2.97	2.38	0.33			18.24
	2	11.47	2.72	1.46	3.08		3.11	2.38	0.33			24.54
	3	10.91	1.325	1.67			3.11	2.73	1.19			20.94
	4	10.71	1.31	1.67			3.08	2.90	0.41			20.08
	5	10.73	1.30	1.67			3.10	2.85	0.41			20.06
	6	10.71	1.29	1.67			3.12	2.86	0.42			20.06
	7	10.70	1.27	1.66			3.13	2.88	0.42			20.06
	8	10.68	1.26	1.66			3.15	2.89	0.42			20.06
	9	10.67	1.24	1.66			3.17	2.91	0.42			20.07
	10	10.76	1.33	1.67			3.07	2.93	0.41			20.06
	11	10.74	1.31	1.67			3.09	2.84	0.41			20.06
	12	10.73	1.30	1.67			3.10	2.85	0.41			20.06
	13	10.71	1.28	1.67			3.12	2.87	0.42			20.06
	14	10.70	1.27	1.66			3.14	2.88	0.42			20.06
	15	10.76	1.33	1.67			3.07	2.93	0.41			20.06
	16	10.74	1.31	1.67			3.09	2.84	0.41			20.06
	17	10.73	1.30	1.67			3.10	2.85	0.41			20.06
	18	10.76	1.33	1.67			3.07	2.93	0.41			20.06
	19	10.74	1.31	1.67			3.09	2.84	0.41			20.06
	20	14.35	2.98	2.10			0.35	0.29	0.41			20.47
	PH1	5.49	1.68	2.76								9.92
	PH2	1.68	0.41	0.09								2.18
												0.00
OD 소계		230.92	31.53	37.97	3.08	0.00	59.23	53.51	8.87	0.00	0.00	425.10
합계		239.68	37.09	54.79	4.43	0.00	59.83	67.23	9.51	0.00	0.00	472.57

< 부재-층별 집계표 예시 (철근) >

1, 101동

구분		거푸집																
		매립합철합거푸집	제치장거푸집		합판거푸집			휴즈폼		휴즈폼(계단)	AL FORM			GANG FORM			소계
			8회	10회	3회, 특장 (기한주장보 기둥 지붕경사면)	4회, 보통 (계단실 벽면)	8회, 갑단 (외벽부위)	벽체, 특장 (보,기둥부위)	벽체, 보통	다단면부위벽	셋팅층(1층)	일반층(기준층)	마감층(최상층)	셋팅층(1층)	일반층(기준층)	마감층(최상층)	
		m2																
FT	MAT																	0.00
	B2																	0.00
	B1(수직)																	0.00
FT 소계		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OD	B1(수평)																	0.00
	1																	0.00
	2																	0.00
	3																	0.00
	4																	0.00
	5																	0.00
	6																	0.00
	7																	0.00
	8																	0.00
	9																	0.00
	10																	0.00
	11																	0.00
	12																	0.00
	13																	0.00
	14																	0.00
	15																	0.00
	16																	0.00
	17																	0.00
	18																	0.00
	19																	0.00
	20																	0.00
	PH1																	0.00
	PH2																	0.00
	…																	0.00
OD 소계		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
합계		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

< 부재-층별 집계표 예시 (거푸집) >



SD400 철근집계표(1/1) (2017년 6월 13일

번호	철근형상	규격	길이(mm)	수량(EA)	총길이(M)	총중량(TON)	비고
1		HD13	5000	12	60.00	0.060	
2		HD13	600	12	7.20	0.007	
소 계					67.20	0.067	
층 계					67.20	0.067	

< 철근배근시공도 철근 집계표 예시 >

5) 철근 수량산출서에 대한 구성에 대한 예시는 다음의 표와 같다.

< Cost-BIM 철근 수량산출서 예시 >

① 층	② 부호	③ 명칭	④ 규격	⑤ 길이	⑥ 수량	⑥ 철근형상	⑦ 길이변수
3층	G1~G3	상부근	SHD19	1640	5		
		하부근	SHD19	4500	6		
		스터럽(단부)	HD10	4550	5		
		스터럽(중앙)	HD10	3500	6		

① 층 : 해당 부재가 작성된 층을 작성함.

② 부호 : 연속되는 부재가 있는 경우, 배근이 시작되는 첫 시작부재와 배근이 끝나는 마지막 부재명을 표기함.

③ 명칭 : 해당 철근이 배근된 철근부위로 3장 4.2절 부재별 배근상세 철근부위 명칭을 표기함.

④ 규격 : 철근의 강도와 규격에 대한 표기로 일반적으로 강도는 SD300-D, SD400-HD, SD500-SHD, SD600-UHD로 작성하며, 이외의 강도에 대해서는 별도의 협의를 거쳐 작성함.

⑤ 길이 : 해당 철근의 길이를 표기함.
⑥ 수량 : 해당 배근 그룹에서 작성된 수량을 표기함.
⑦ 철근형상 : 배근된 철근에 대한 형상을 표기함.
⑧ 길이변수 : 배근된 철근에 대한 각 Parameter별 길이값을 표기함.

6) 해당 성과물 부속품 : 수량산출서 및 산출내역서 Set (총괄분석표, 분석표, 층별총집계표, 부재-층별집계표, 부재별 산출서, 기타 산출서 등), 철근 집계표, 철근 수량산출서

[부록]

1. LH 공사원가 산정지침 (건축)

2. 부재별 배근상세

3. 시공편의성 철근 배근상세

1. LH 공사원가 산정지침 (건축)

1) 견적 산출 범위에 대한 규정

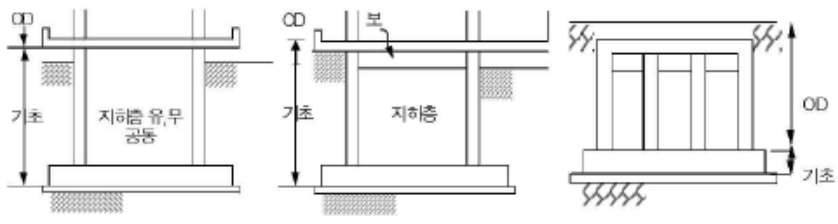
○ 2.4장 철근콘크리트 공사편에서 철근/콘크리트/거푸집/기타 공사로 구분하고 있으며 세부 범위는 다음 표와 같음.

표A1-1. 건축공사 원가산정 지침(LH)에 따른 세부 범위

구 분	분 류	범 위
철근 콘크리트 공사	철근 공사	· 가공방식, 시공난이도, 맞춤형 철근으로 분류하고 있음.
	콘크리트 공사	· 아파트, 주차장, 복지관, 기타시설과 부위(상부, 하부)로 분류하여 산출하고 있음.
	거푸집 공사	· 시스템폼의 경우 저소음공법에 따른 층별 구분이 필요로 하며, 실별(지붕벽, 계단실등) 폼을 구분하여 산출하고 있음.
	데크플레이트 공사	· 일체형 데크플레이트와 탈형 데크플레이트에 대한 자재로 분류하여 산출하고 있음.
	기타 공사	· 면접기 및 물끊기, 구조용 용접철망깔기, 시멘트 몰탈, 콘크리트 섬유보강재에 대해 산출하고 있음.
	기초 공사	· 버림콘크리트에 대한 수량산출

○ 상부와 기초 산출부위 경계와 주동 통합형 산출경계에 대해서는 구분하고 있어, 수직 / 수평레벨에 산출경계를 정의하고 있음.

< 상부와 기초산출 부위 구분 예시 >



(아파트) (주민복지관,생활편익시설) (지하주차장,전기실,LPG저장소)

※ 주 기 : OD - 상부구조물

2) 견적 산출 방식에 대한 규정 – 철근 공사

○ (수량산출 일반기준)은 4.2.1에서 다음과 같이 정의하고 있음.

가. 철근은 각층별로 기초, 기둥, 보, 바닥판, 계단, 기타의 순으로 구분하여 각 부분에 중복이 없도록 정미수량을 산출함.

나. 구조설계 기준에 따라 정착길이 및 여장길이를 추가 계산함.

다. 이음길이 중 수직철근(벽 및 기둥)은 정미산출(인장철근 이음길이)하고, 그 외는 이음조정율로 산출함.

라. 철근은 종류별, 규격별로 총길이를 산출하고 여기에 단위중량을 곱하여 총중량을 산출함.

마. 철근이음 및 할증율 적용방법 : 설계수량 = 원수량 X 재료할증율 X 이음조정율(정미산출되는 수직철근은 이음조정율 산정에서 제외)

바. 철근 단위중량, 정착길이, 이음조정율은 아래 표에 의함.

표A1-2. 이형철근 수량산출표

규격	직경	중량 (kg/m)	할증	이음 조정율 (%)	정착길이(단위:m)							
					10D (m)	15D (m)	20D (m)	25D (m)	30D (m)	35D (m)	40D (m)	45D (m)
D-10	9.53	0.56	3	2	0.1	0.14	0.19	0.24	0.29	0.33	0.38	0.43
13	12.7	0.995	3	3	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.51	0.57
16	15.9	1.56	3	5	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64	0.72
19	19.1	2.25	3	5	0.19	0.29	0.38	0.48	0.57	0.67	0.76	0.86
22	22.2	3.04	3	7	0.22	0.33	0.44	0.56	0.67	0.78	0.89	1.0
25	25.4	3.98	3	7	0.25	0.38	0.51	0.64	0.76	0.89	1.02	1.14
29	28.6	5.04	3	9	0.29	0.43	0.57	0.71	0.85	1.0	1.14	1.28
32	31.8	6.23	3	9	0.32	0.48	0.63	0.79	0.96	1.13	1.27	1.43
35	34.9	7.51	3	11	0.35	0.52	0.69	0.87	1.04	1.22	1.39	1.57
38	38.1	8.95	3	11	0.38	0.57	0.76	1.95	1.14	1.33	1.52	1.71
41	41.3	10.5	3	13	0.41	0.62	0.82	1.03	1.24	1.44	1.65	1.85

○ (철근 공사 분류)는 가공방식에 의한 분류, 시공난이도에 따른 분류, 맞춤형 철근에 대한 분류로 구성되어 있으면 각 분류로 세부 항목에 대한 내용은 다음 표와 같음.

표A1-3. 철근공사에 대한 분류

구 분	소분류 항목	
가공방식에 의한 분류	공장가공	공장에서 가공장으로 보내지는 수량
		가공공장에서 현장으로 보내지는 수량
	현장가공	주문철을 현장으로 보내지는 수량
시공난이도에 의한 분류	보통	전 건물의 기초판, 지하주차장, 전기실
	복잡	보통 이외의 건물 직경 13mm이하의 철근이 전 철근 중량의 50%이상인 경우
맞춤형 철근	적용	기준층 벽체 수직철근 세대 분전반/단자함 보강철근 개구부(창, 문) 보강철근 양수기함, 계량기함 보강철근
	미적용	적용 이외의 부위

3) 견적 산출 방식에 대한 규정 – 콘크리트 공사

○ (수량산출 일반기준)은 6.1.1에서 다음과 같이 정의하고 있음.

가. 지하주차장 상부 누름 및 철골경사지붕 옥상 누름콘크리트 규격(25-18-15)은 2007년 7월부터 적용(기존은 25-24-18 적용)

나. 산출은 도면 및 시방서를 우선 적용하여 산출

다. 층이 다른 경우 당해 건물의 가장 높은층 기준 적용

라. 부위별 기준(조골재지름, 설계기준강도, 슬럼프)에 따른 규격별 정미수량에 할증을 포함한 수량이다. 지역별 현장도착도 재료비이며, 타설 폼은 별도 계상

마. 레미콘의 할증 : 철근 콘크리트(1%), 무근 콘크리트(2%)

바. 레미콘 자제단가 권역별 적용 - 각 지구 52개 권역으로 변경

사. 수량 산출시 구조체에 매입되어 있는 철근의 체적을 공제하여 산출함.

※ 적용대상 : 아파트건설공사 (지하주차장 및 부대시설 포함)

아. 수량 산출시 구조체에 매입되어 있는 기계·전기·통신공사 시설물(배관 및 슬라브, BOX등)은 각 구조물의 체적에서 0.5% 공제하여 산출함 (단, 기초콘크리트 및 무근콘크리트에서는 공제하지 아니함). ※ 적용대상 : 아파트건설공사 (지하주차장 및 부대시설 포함)

○ (적용 기준)은 6.1.2에서 각 자재 강도별(조골재지름, 설계기준강도, 슬럼프)에 따라 층별 부재별 적용기준에 대해 다음 표와 같이 정의 하고 있음.

표A1-4. 콘크리트공사 자재 강도·층·부재 별 적용기준

구 분		자재단가 코드	15층이하아파트 (부대시설포함)	16~20층 아파트	21층~25층 아파트
T_1	25-27-15	MGG040002701	미적용	미적용	미적용
S_1	25-24-15	MGG040002601	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름 지하주차장 바닥누름	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름	지하층바닥SLAB~옥탑 평지붕 옥상누름
S_2	25-24-8	MGG040000601	기초판	기초판	기초판
C	25-18-8	MGG040001301	버림콘크리트	버림콘크리트	버림콘크리트
BR	25-18-12	MGG040001601	경사지붕	경사지붕	경사지붕
	25-18-15	MGG040002401	철골경사지붕옥상누름 지하주차장상부누름	철골경사지붕옥상누름	철골경사지붕옥상누름

※ 주 기 : 1. 아파트 콘크리트강도 설계조합을 기존 24~27MPa에서 24MPa로 일원화

2. 27MPa 이상 강도의 콘크리트는 30층 초과 벽식아파트, 무량복합구조 및 라멘구조와 피로티 등에 개별 검토 후 적용(「구조설계 최적화 방안 수립 시행」, 주택설계1처-8516('11.12.22.))

4) 견적 산출 방식에 대한 규정 – 거푸집 공사

○ (수량산출 일반기준)은 7.1에서 다음과 같이 정의하고 있음.

가. 거푸집소요량은 설계도서에 의하여 산출한 정미면적으로 하며 종류별(시스템폼, 철제거푸집, 합판거푸집, 제치장거푸집, 유로폼, 대형거푸집 등) 사용부위별로 구분하여 산출함.

나. 다음의 접합부 면적은 거푸집면적에서 빼지 않음.

– 기초와 지중보 – 기둥과 벽 – 지중보와 기둥 – 바닥판과 기둥

– 기둥과 보 – 보와 벽 – 큰 보와 작은보

다. 1㎡ 이하의 개구부는 주위의 사용재를 고려하여 거푸집면적에서 감하지 아니함.

라. 합판 또는 철판 등으로 마감되는 거푸집을 제작, 조립, 해체하는데 소요되는 재료비 및 노무비로, 기구손료, 스페이서 및 박리제가 포함된 비용임.

○ 7.2에서는 시스템폼(AL폼)에 대한 적용대상(단위세대, 기준층)과 미적용대상(비기준층)에 대해 구분하고 있으며 7.3에서는 각 부위별 설치 거푸집에 대한 기준을 정의하고 있음 (표A1-5).

표A1-5. AL폼 적용대상 및 부위별 설치 거푸집 기준

구분	6층이하	9층이하 아파트	10층이상 아파트	부대시설	비고
시스템폼 (AL폼)			기준층 전옹벽, 슬래브, 디딤판 및 챌판		동바리포함
유로폼(벽)	상기 적용부위 제외 전옹벽 및 기초 계단실 옹벽	상기 적용부위 제외 전옹벽 계단실 옹벽	지하 및 지붕층 벽	기둥2면 지하옹벽 램프옹벽	
유로폼 (계단) (디딤판부위벽)		계단실 (챌판, 디딤판 부위) 벽 아파트 주계단실에 적용	주계단실 (돌출부위(1~3F)) 벽		
합판거푸집 3회 (일반면)	계단실내부 벽면(4면)	계단실마구리벽 (아파트 주계단 제외) 스페이셔(UH-30), 박리제(수용성)포함		주차장: 보밑면,보옆면 기둥2면, SLAB하부 복지관: 기둥4면	
합판거푸집 3회(경사면)	지붕경사면	지붕경사면	지붕경사면	지붕 경사면	합판거푸집4회 (C급) UAC10010
합판거푸집 6회	매설부위	매설부위	매설부위	매설부위	EL샤프트하부, 램프하부바닥 및 벽, 주현관 출입계단하부
제치장 요철거푸집 (폼타이 사용횟수에 따른 분류)	요철부위 (5회)	GANG FORM적용 (냉연철판T1.2)	GANG FORM적용 (냉연철판T1.2)		
제치장코팅 6회	계단실 천정 발코니 난간 슬래브 하부	발코니턱, 지붕난간 외부, 계단실천정, 치장 및 노출콘크리트면, 슬래브 (하부 스치로폴 또는 반자틀이 있는 경우 제외)	측벽박공 1층 슬래브		발코니턱, 지붕난간내부는 또는 철제거푸집
제치장코팅 10회		슬래브 (하부스치로폴 또는 반자틀이 있는 경우)			15층이하 최상층 16-최상층 욕실,최상층발코니
철제곡면 거푸집 (층별횟수)	곡면부위 (5회)	곡면부위(층별횟수) 냉연철판THK1.2	곡면부위		
매립형철망 거푸집	지중보 및 기초	지중보 및 기초	지중보 및 기초	지중보 및 기초	

2. 부재별 배근 상세

○ 철근 부재 (온통기초, 벽체, 기둥, 보, 계단)의 부위 별 배근상세 작성 가이드라인을 제시함.

○ 본 장에서 다루지 않는 배근상세 모델링은 'KBC 2009 구조공통도' (LH, 2016), '건축구조설계지침' (LH, 2010) 및 '철근 배근 가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구' (LHI, 2017)를 따르는 것을 원칙으로 함.

○ KBC 2009 구조공통도, 건축구조설계지침 및 철근 배근 가이드라인 작성을 통한 배근시공도 작성 기준 연구에서 다루지 않는 배근상세는 원설계자의 확인을 거친 후 모델링을 실시함.

1) 온통기초(MAT) 작성 가이드라인

표A2-1. 기초 철근 부위별 배근상세

철근부위	시공상세		
	구분	No	내용
주근/부근	일반	M-G-01	일반상세
		M-G-02	연속부재간 주근연결
		M-G-03	온통기초와 내수압슬래브 연결상세
		M-G-04	두께가 다른 부재간 연결상세
	이음	M-S-01	직경이 다른 철근의 이음상세
		M-S-02	간격이 다른 철근의 이음상세
	정착	M-D-01	독립기초 정착상세
		M-D-02	단차벽 배근상세
	오프닝	M-O-01	트렌치 배근상세
		M-O-02	집수정 배근상세

○ 일반상세 (M-G-01)

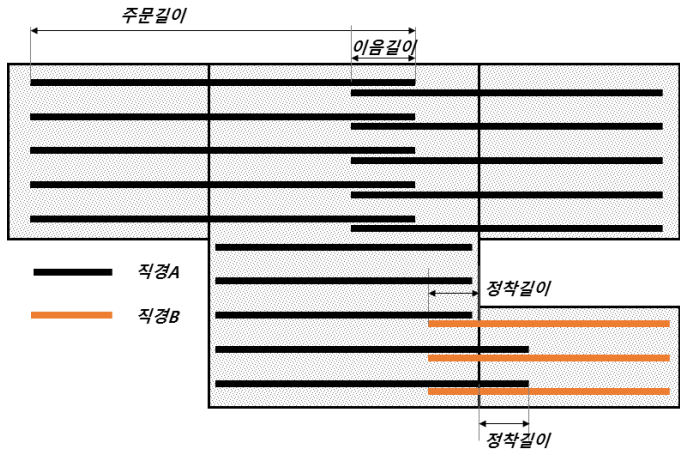
가. 주근의 첫 시작위치와 끝단 시작위치는 슬래브 끝단에서부터 해당 주근 간격의 1/2만큼 떨어진 위치에서 시작함.

나. 철근의 배근방향은 슬래브의 단변방향 및 장변방향과 일치되도록 작성함.

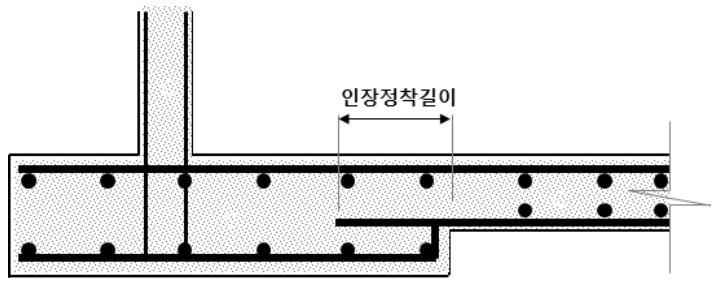
○ 연속부재 간 주근연결 (M-G-02)

가. 부재 간 배근정보가 동일한 경우 철근은 가능한 연속배근으로 모델링하여 작성함.

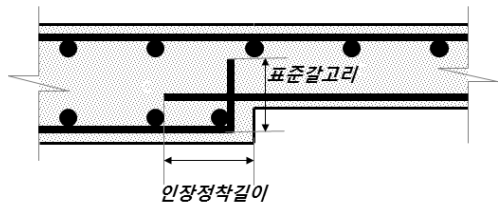
나. 부재 간 배근정보가 다른 경우 철근은 상호 정착으로 모델링하여 작성함.



○ 온통기초와 내수압슬래브 연결상세 (M-G-03)

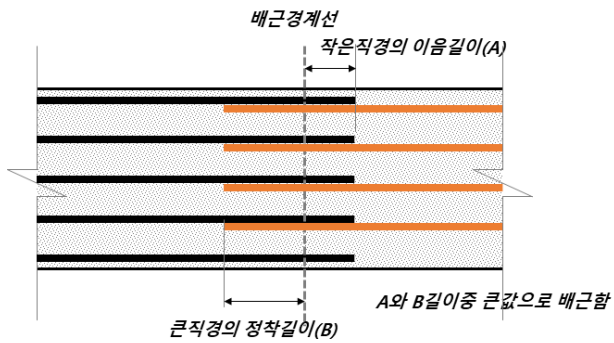


○ 두께가 다른 부재간 연결상세 (M-G-04)



○ 직경이 다른 철근의 이음상세 (M-S-01)

가. 직경이 다른 철근이 연속 배근될 경우에는 큰 직경의 정착길이와 작은 직경의 이음길이 중 큰 값을 이음하여 모델 객체를 생성함.

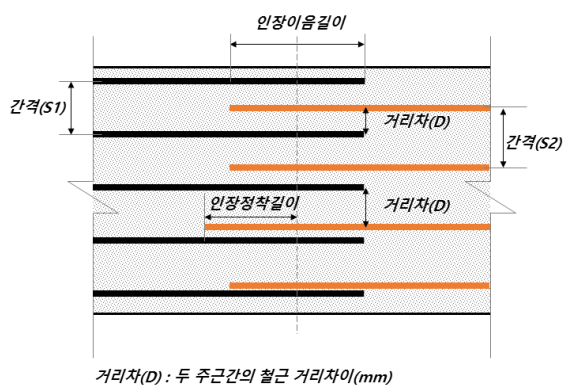


○ 간격이 다른 철근의 이음상세 (M-S-02)

가. 두 주근 간 거리차가 일정길이 이상일 경우 이음이 아닌 정착으로 해당 주근을 모델링함.

나. 이때, 철근간 거리차에 대한 기준은 다음과 같으며, 구조설계 책임자 확인 후 모델링함.

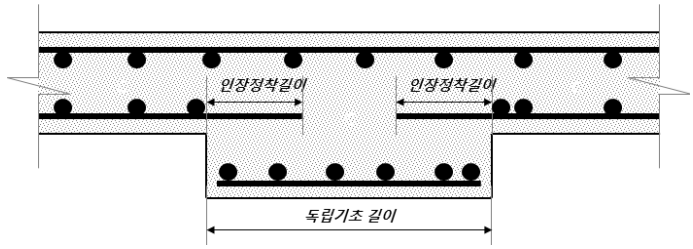
- 소요 겹침이음길이의 1/5 또는 150 mm 중 작은 값



○ 독립기초와의 정착상세 (M-D-01)

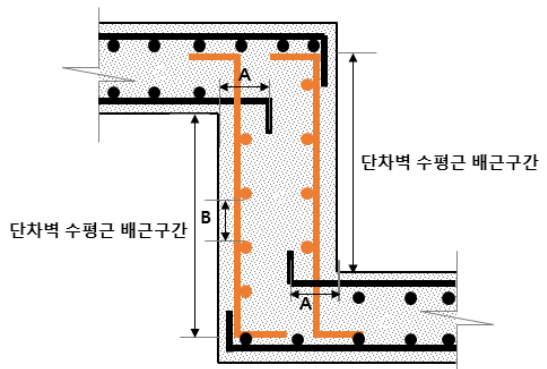
가. 단, 하부근 인장정착길이x2가 독립기초 단변(장변)방향길이보다 큰 경우는 연속배근으로

모델객체를 작성할 수 있음.

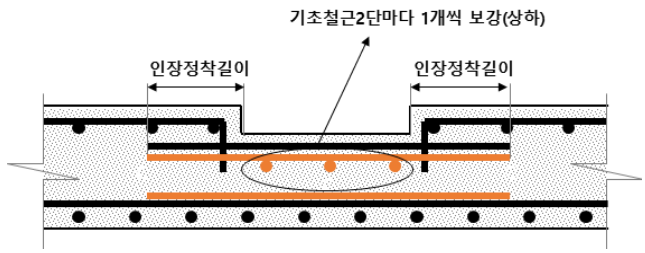


○ 단차벽 배근상세 (M-D-02)

가. 단차벽 높이가 3300mm를 초과하는 경우, 수직근은 이음을 적용해서 모델을 작성함.

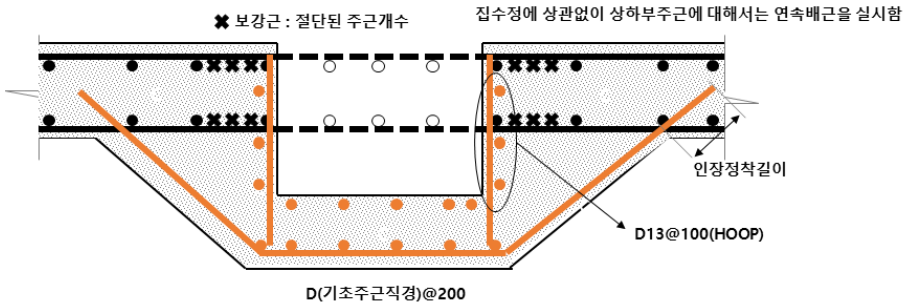


○ 트렌치 배근상세 (M-O-01)



○ 집수정 배근상세 (M-O-02)

가. 집수정에 따른 기초 철근의 주·부근은 절단 없이 연속적으로 배근함.



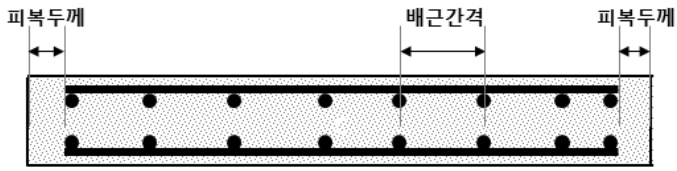
2) 벽체 작성 가이드라인

표A2-2. 벽체 철근 부위별 배근상세

철근부위	시공상세		
	구분	No	내용
수직근	일반	V-G-01	수직근 일반상세
		V-G-02	단부보강근 일반상세
	이음	V-S-01	수직근 이음상세
		V-S-02	직경이 변경되는 수직근 이음상세
		V-S-03	간격이 변경되는 수직근 이음상세
		V-S-04	두께가 변경되는 수직근 이음상세
	정착	V-D-01	최상층 벽체 정착상세
수평근	일반	H-G-01	수평근 일반상세
		H-G-02	폭고정근 일반상세
	이음	H-S-01	수평근 이음상세(슬래브 참고)
	교차	H-C-01	“L”형 교차부 접합상세
		H-C-02	“T”형 교차부 접합상세
		H-C-03	난간벽 접합상세
다월	일반	D-G-01	다월 일반상세

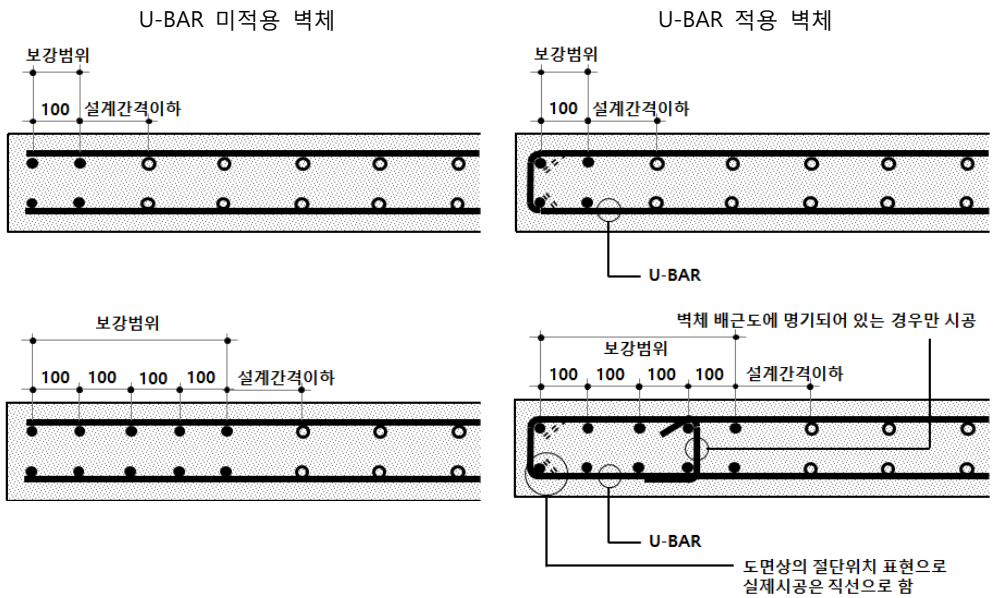
○ 수직근 일반 배근상세 (V-G-01)

가. 수직근 객체는 피복두께(구조도면 및 구조공통도에 따름)와 벽체길이를 고려하여 등분포로 객체를 배치함.

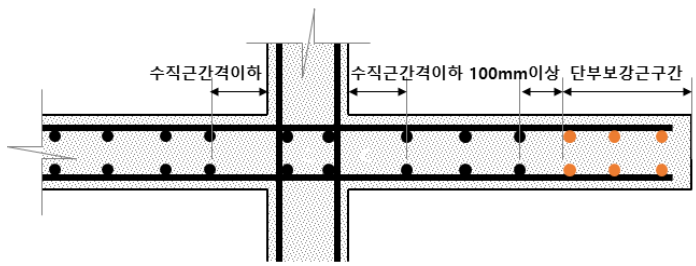


○ 단부보강근 일반상세 (V-G-02)

가. 단부보강근은 구조도면 및 구조공통도에 따라 객체를 모델링함.

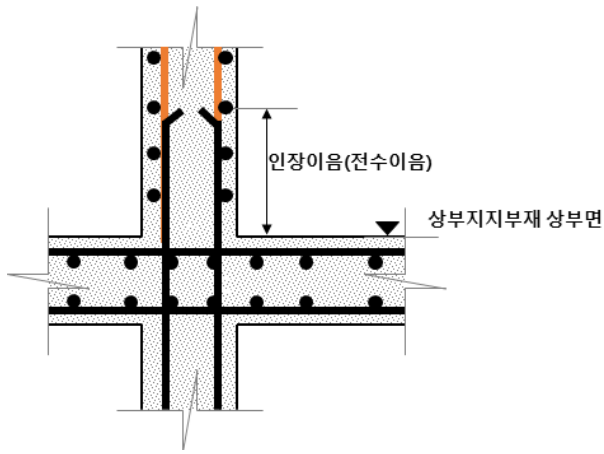


나. 단부보강근과 수직근이 만나는 간격은 최소 100mm이상 유지 되도록 수직근을 배치함.



○ 수직근 이음상세 (V-S-01)

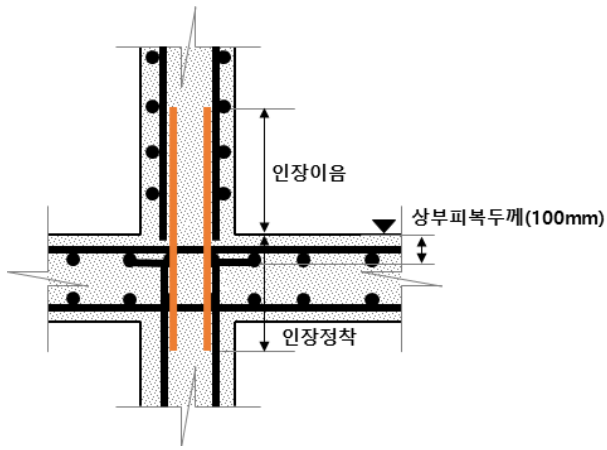
가. 상부 지지부재 상부면에서부터 인장이음길이를 산출하여 모델을 작성함.



○ 직경이 변경되는 수직근 이음상세 (V-S-02)

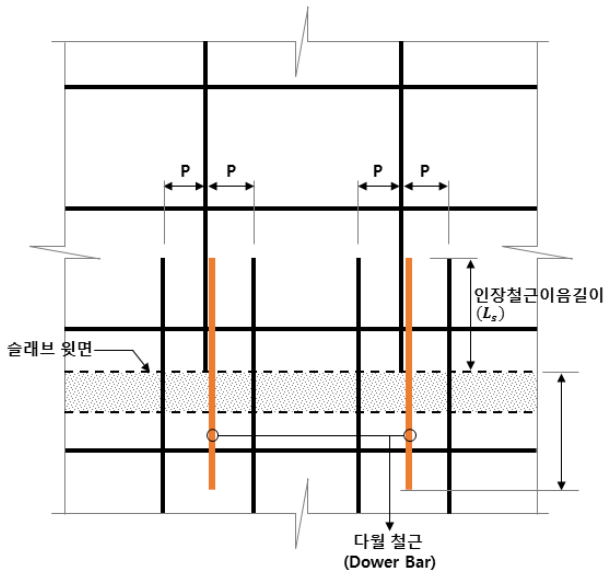
가. 연속되는 벽체의 상부 벽체 직경이 하부 벽체의 직경보다 큰 경우 다월철근을 모델링 함.

나. 상부 벽체 직경이 하부벽체의 직경보다 작은 경우에는 수직근 이음상세(V-G-01)에 따라 모델링 함.



○ 간격이 변경되는 수직근 이음상세 (V-S-03)

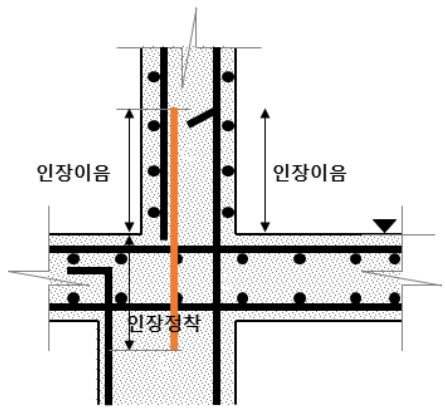
가. 연속되는 벽체의 상부근과 하부근의 거리차가 150mm이상인 경우 다월철근을 모델링 함.



○ 두께가 변경되는 수직근 이음상세 (V-S-04)

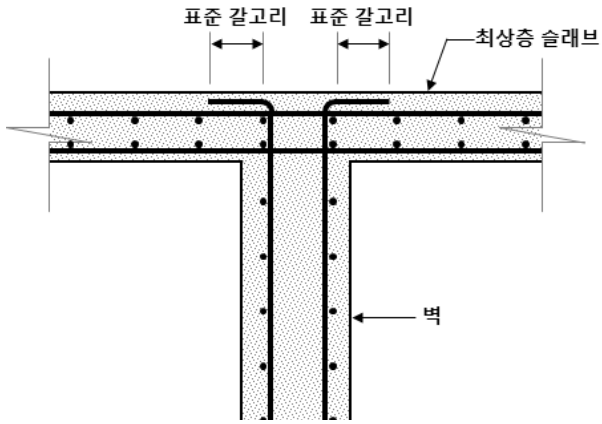
가. 연속되는 벽체의 상부벽체와 하부벽체 외부선의 편심차가 75mm보다 큰 경우 다월철근을 모델링 함.

나. 벽체 외부선의 편심차가 75mm 이하인 경우 수직근 일반상세(V-S-01)에 따라 모델링 함.



○ 최상층 벽체 정착상세 (V-D-01)

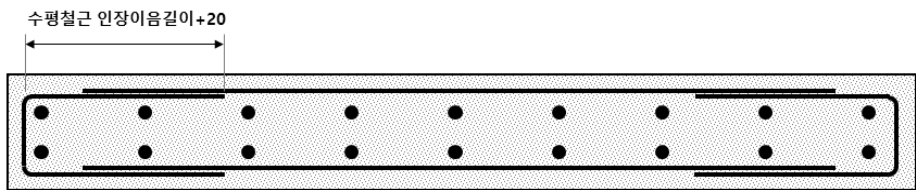
가. 수직근 객체는 피복두께(내부: 30mm, 옹벽: 40mm)와 벽체길이를 고려하여 등분포로 객체를 배치함.



○ 수평근 일반상세 (H-G-01)

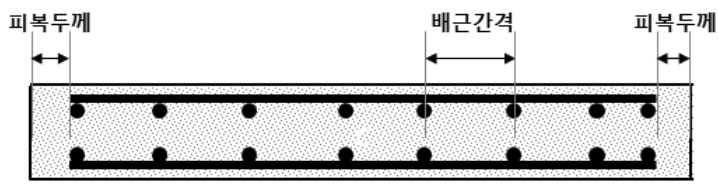
가. 수평근 객체는 피복두께와 벽체높이를 고려하여 등분포로 객체를 배치함.

나. 마구리 U바의 철근 발길이는 인장이음길이+20mm로 모델객체를 작성함.

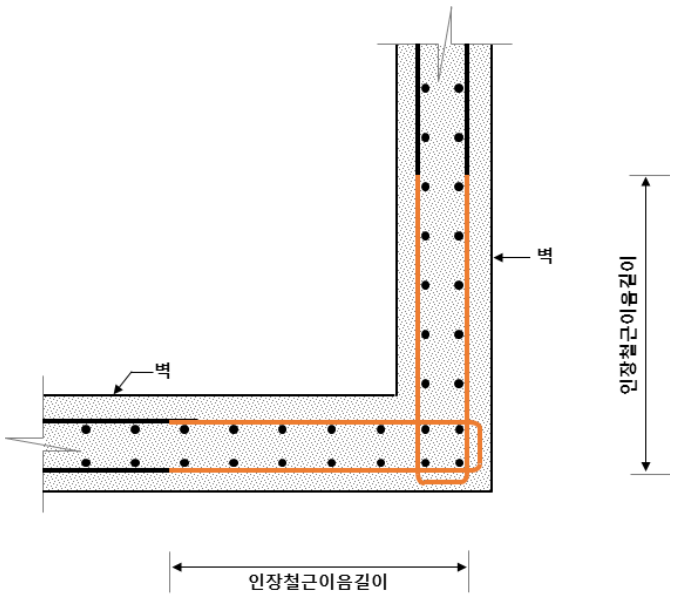


○ 폭고정근 일반상세 (H-G-03)

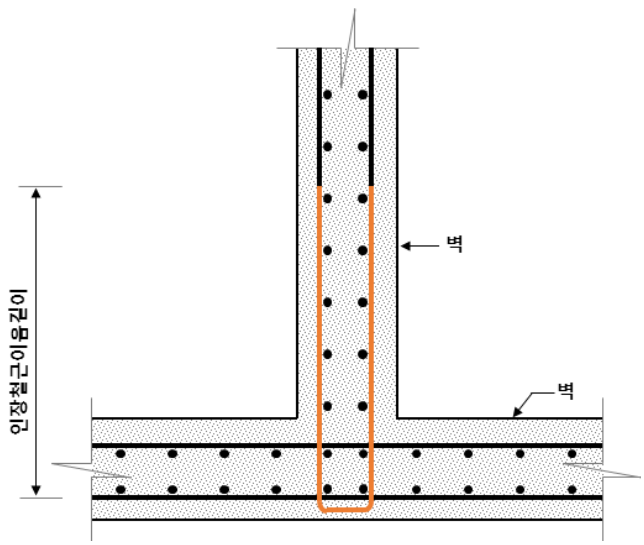
가. 폭고정근은 D10@1500이내 간격으로 배근하며, 해당 벽체의 수직근, 수평근 간격의 배수로 모델을 작성함.



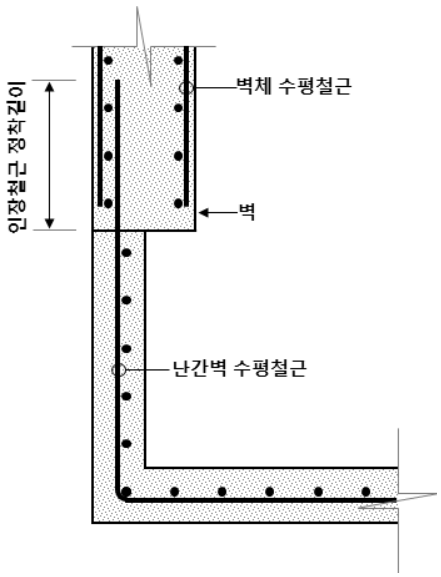
○ “L”형 교차부 접합상세 (H-C-01)



○ “T”형 교차부 접합상세 (H-C-02)



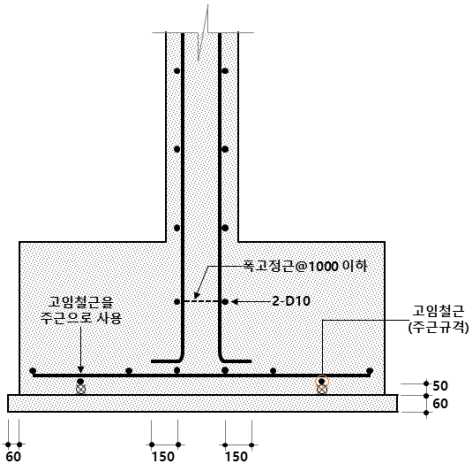
○ 난간벽 접합상세 (H-C-03)

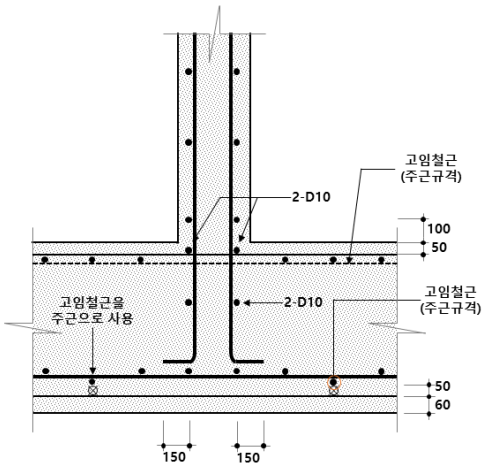


○ 다월 배근상세 (D-G-01)

가. 벽체 다월 갈고리 발길이는 150mm로 모델링함.

나. 폭고정근은 줄기초에서 D10@1000으로 모델링하며, 온통기초에서는 작성하지 않음.





3) 기둥 작성 가이드라인

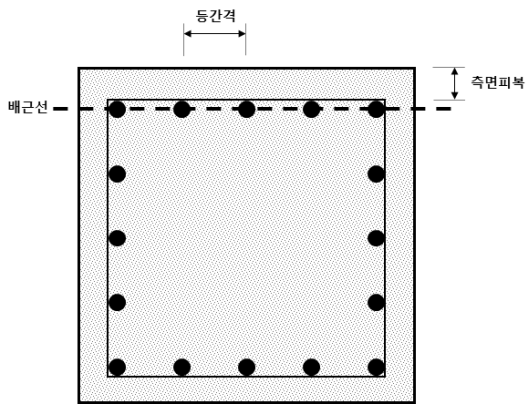
표A2-3. 기둥 철근 부위별 배근상세

철근부위	시공상세		
	구분	No	내용
주근	일반	M-G-01	주근 일반상세
	이음	M-S-01	주근 이음상세
		M-S-02	직경이 변경되는 주근 이음상세
		M-S-03	간격이 변경되는 주근 이음상세
		M-S-04	두께가 변경되는 주근 이음상세
	정착	M-D-01	주근 정착상세
후프	일반	H-G-01	후프 일반상세
다월	일반	D-G-01	다월 일반상세
시공	일반	C-G-01	기둥철근 버팀상세

○ 주근 일반상세 (M-G-01)

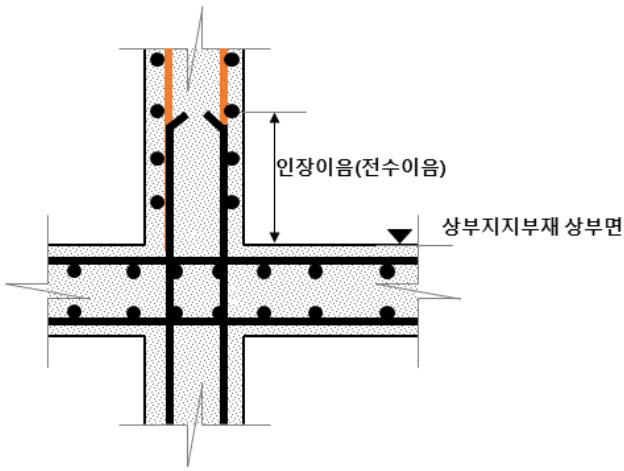
가. 피복을 고려하여 주어진 배근정보에 따라 주근객체를 모델링 함.

나. 배근선에 따라 주근 간격은 등분포로 객체를 모델링 함.

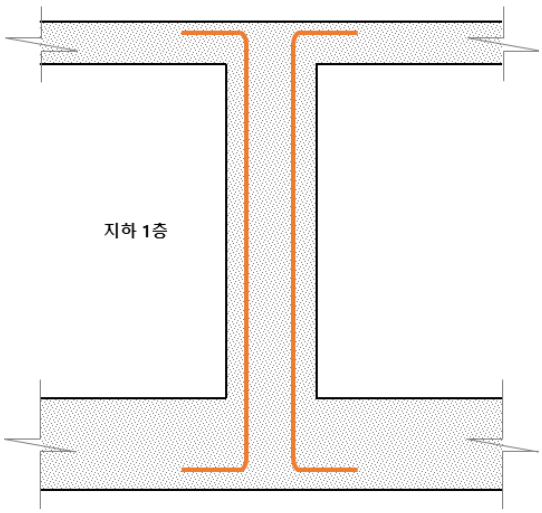


○ 주근 이음상세 (M-S-01)

가. 상부 지지부재 상부면에서부터 인장이음길이를 산출하여 모델을 작성함.



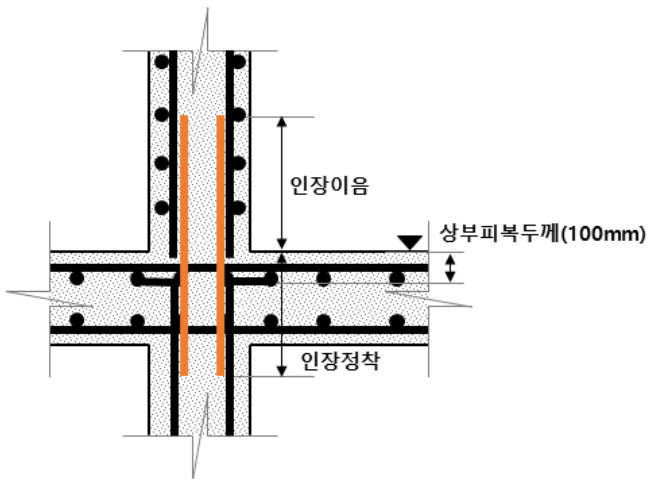
나. 단, 주차장 지하 1층이며, 층고가 4500mm이내인 경우, 주근은 일체로 모델링을 작성함.



○ 직경이 변경되는 주근 이음상세 (M-S-02)

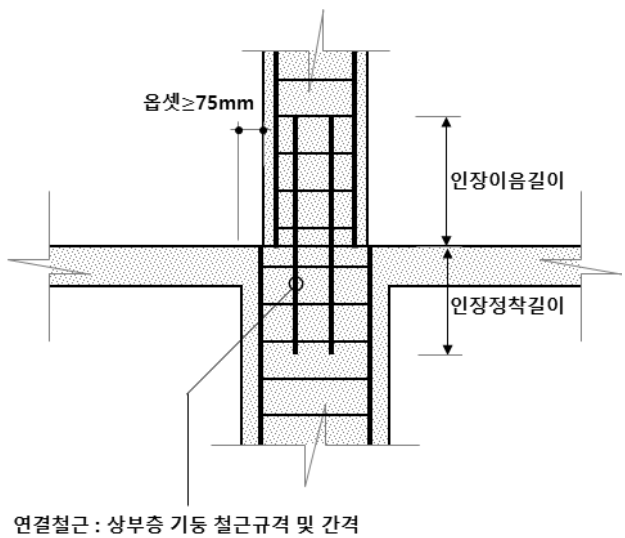
가. 연속되는 기둥의 상부기둥 주근직경이 하부기둥 주근직경보다 큰 경우에는 다월철근을 모델링 함.

나. 상부기둥 주근직경이 하부기둥 주근직경보다 작은 경우에는 수직근 이음상세(M-S-01)에 따라 모델링 함.



○ 간격이 변경되는 수직근 이음상세 (M-S-03)

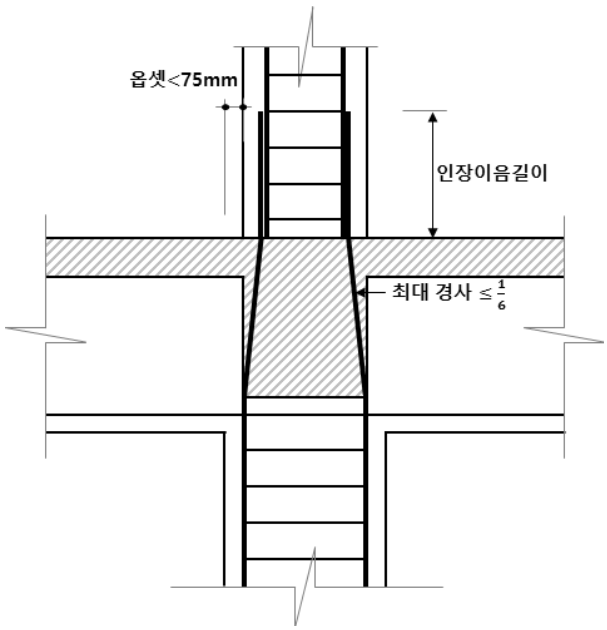
가. 연속되는 기둥의 상부근과 하부근의 거리차가 75mm 이상인 경우 다월철근을 모델링 함.



○ 두께가 변경되는 수직근 이음상세 (M-S-04)

가. 연속되는 기둥 상부기둥과 하부기둥의 편심차가 75mm보다 큰 경우 다월철근 모델링 함.

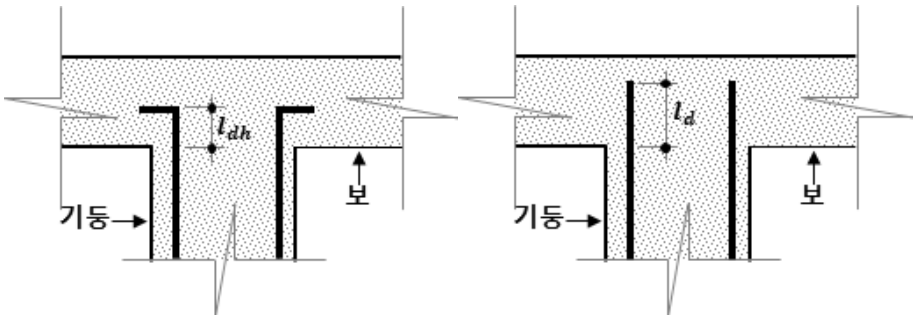
나. 편심차가 75mm이하인 경우, 주근 이음상세(M-S-01)에 따라 모델링 함.



○ 주근 정착상세 (M-D-01)

가. 상부 연결부재의 정착길이에 따라 정착상세는 아래 그림과 같이 적용함.

나. 단, 정착길이가 확보된 경우에는 일장정착으로 객체를 작성함.



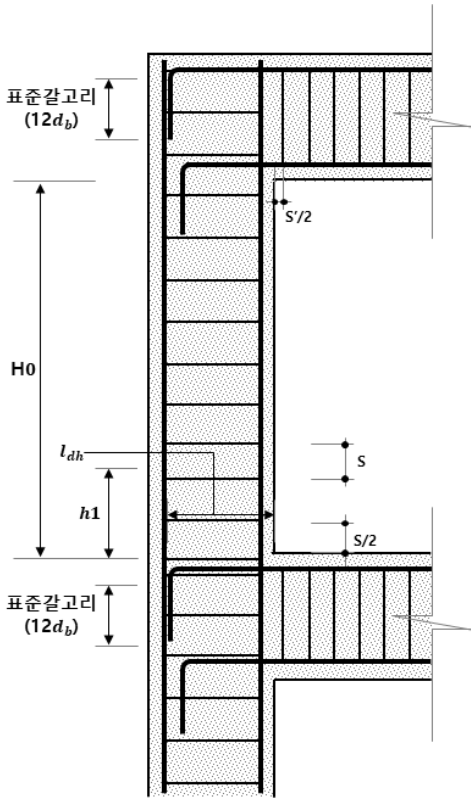
○ 후프 일반상세 (H-G-01)

가. 후프철근의 시작위치는 상하부 구속면에서 단부 배근간격/2 떨어진 위치로 작성함.

나. 보통모멘트골조 후프 일반상세는 아래 1과 같이 모델링 함.

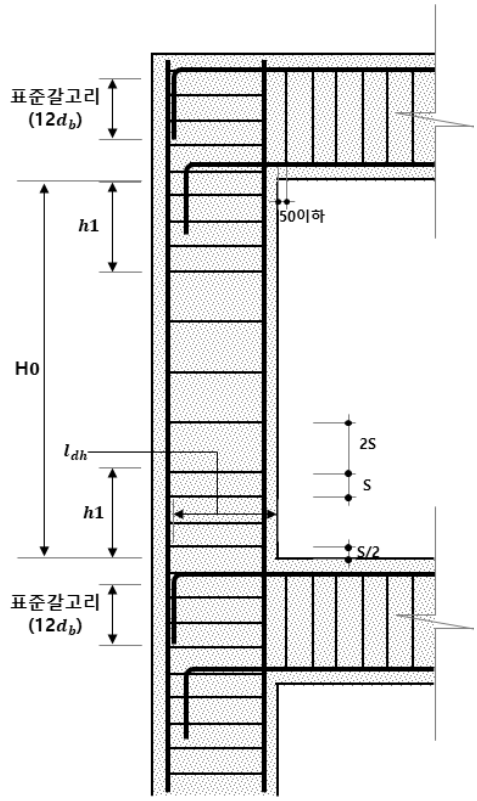
다. 중간모멘트골조 후프 일반상세는 아래 2와 같이 모델링 함.

1. 보통모멘트골조 상세
(아파트, 지하주차장, 부대시설 등)



□ 후프 최대 간격(S):
(주근 직경)x16, (후프 직경)x48, 기둥 단변길이 중 작은값 이하

2. 중간모멘트골조 상세
(아파트 필로티, FCW, FDW, 부대시설 등)



□ 후프 최대 간격(S):
(주근 직경)x16, (후프 직경)x48, (기둥 단변길이) x1/2, 300mm 중 작은값 이하

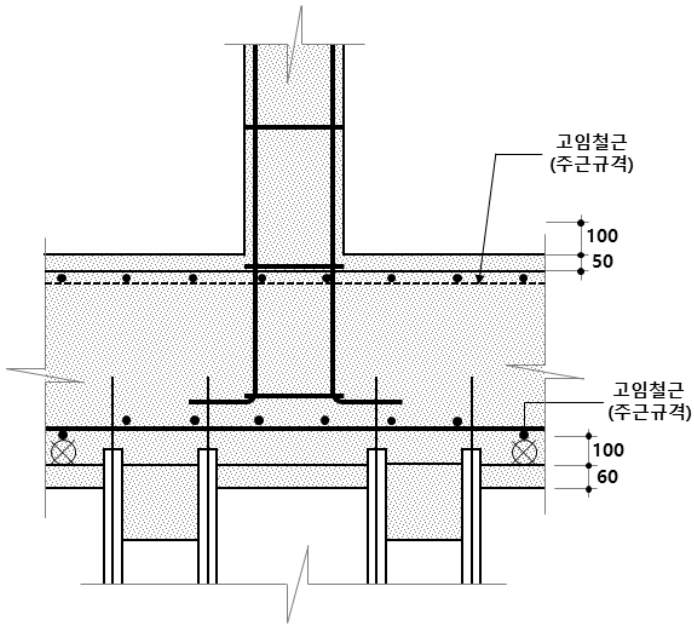
□ h1:
H_0/6, 기둥단면최대치수, 450mm 중 큰값 이상

○ 다월 일반상세 (D-G-01)

가. ldh(표준갈고리를 갖는 인장철근 정착길이) 확보 후 표준갈고리(정착길이가 확보돼야 함.)

나. 기둥앙카의 기초내부 묻히는 부위에서 후프철근 수량 (2개+기초 위 1개 = 총3개)

다. 타설 후 주근의 피복확보를 위해 일람 지름과 동일한 지름을 사용함.



4) 보 작성 가이드라인

표A2-4. 보 철근 부위별 배근상세

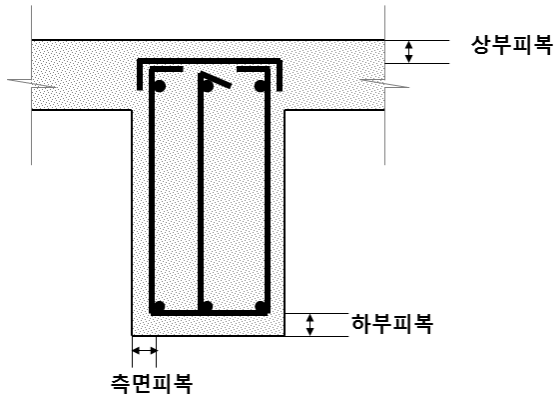
철근부위	시공상세		
	구분	No	내용
주근 (상부근,하부근)	일반	M-G-01	주근 일반상세
	일반	M-G-02	연속보 주근연결
	일반	M-G-03	단부 CUT BAR 상세
	이음	M-S-01	레벨차에 따른 이음상세
	정착	M-D-01	외단부 정착
	정착	M-D-02	인방보 정착상세
스터럽	일반	S-G-01	스터럽 일반상세
	일반	S-G-02	스터럽 배근상세

○ 주근 일반상세 (M-G-01)

가. 측면피복두께를 반영하여 상부근과 하부근을 배치함.

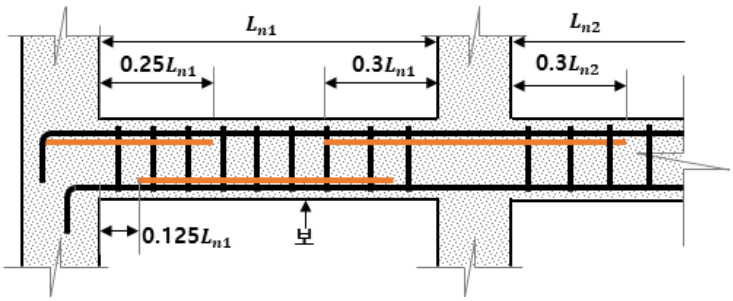
나. 상하부근이 2단 이상 배근될 때, 상하 철근은 연직면 내에 모델링하며, 상하철근의 순간격은 25mm이상으로 배치함.

다. 피복두께는 40mm를 적용하며, 하부지지부재가 기둥인 경우 피복두께는 50mm를 적용하여 주근객체를 작성함.



○ 연속보 연결상세 (M-G-02)

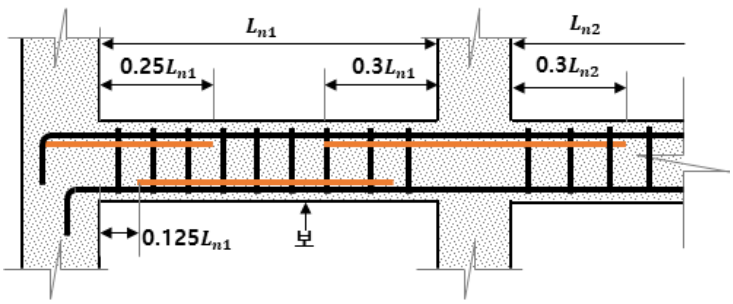
가. 상하부근의 배근정보가 동일한 경우 철근은 가능한 연속배근으로 모델링하여 작성함.



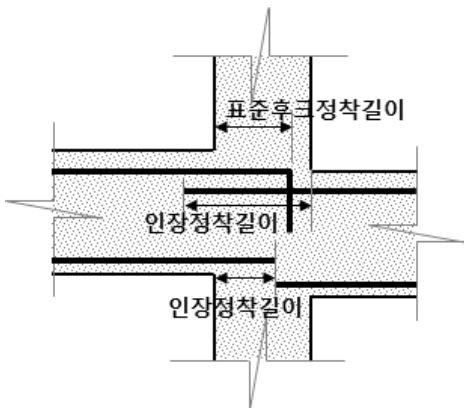
○ 단부 CUT BAR 상세 (M-G-03)

가. 상부근의 경우 외단에 면하는 보의 단부 컷바는 0.25Ln1 내단부는 0.3Ln1, 0.3Ln2 중에서 큰 길이를 선택함.

나. 하부근의 경우 컷바는 0.125Ln1



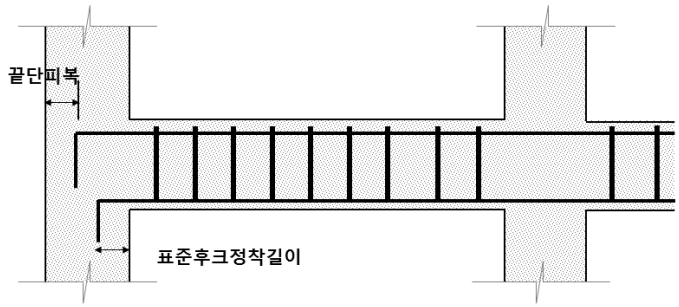
○ 레벨차에 따른 이음상세 (M-S-01)



○ 외단부 정착 (M-D-01)

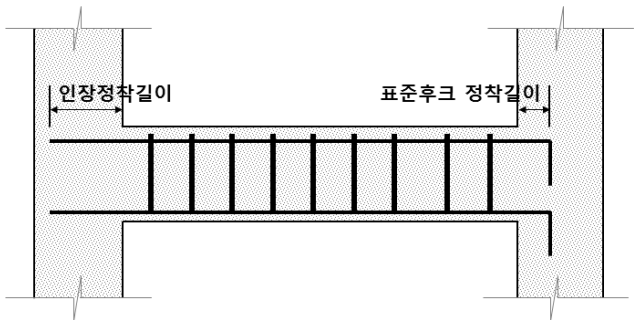
가. 상부근의 경우 외단에서 피복을 확보하면서 표준갈고리로 객체를 작성함.

나. 하부근의 경우 수직부재 단면에서부터 표준갈고리로 객체를 작성함.



○ 인방보 정착 (M-D-02)

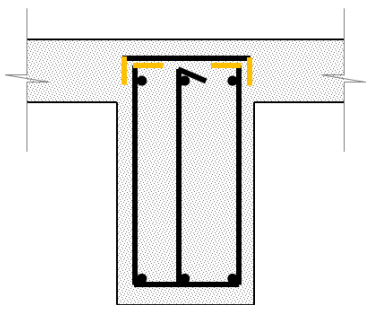
가. 상하부근 정착상세를 표준갈고리로 적용하여 객체를 작성함.



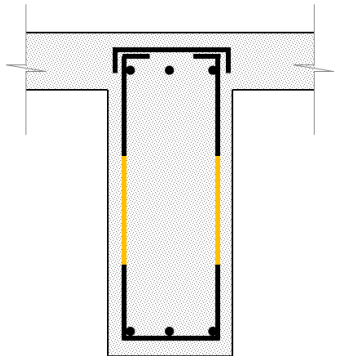
○ 스터럽 일반상세 (S-G-01)

가. 내부보의 스터럽 형상은 90+90, Cap Tie 형상 90+90으로 객체를 작성함.

나. 테두리보와 중간모멘트 골조의 단부구간의 스터럽 형상은 135+135, Cap Tie 형상 90+135으로 객체를 작성함.



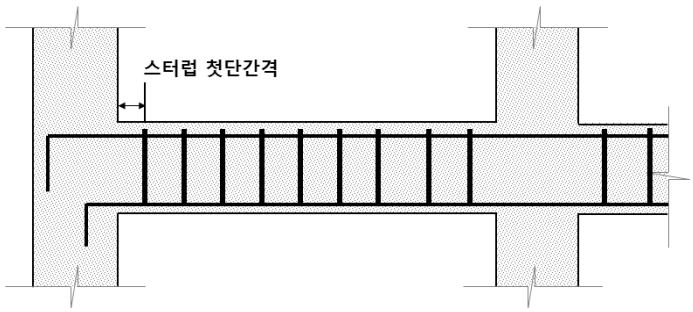
다. 깊은보의 경우 스터럽 형상은 양 U-BAR형상으로 객체를 작성함.



○ 스터럽 배근상세 (S-G-02)

가. 스터럽은 보의 순경간을 기준으로 배치하며, 첫단 간격은 단부간격X1/2를 시작위치로 작성함.

나. 중간모멘트골조일 경우, 첫단 간격은 순경간을 기준으로 하여 50mm 내에 위치하게 작성함.

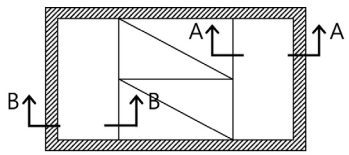


5) 계단 작성 가이드라인

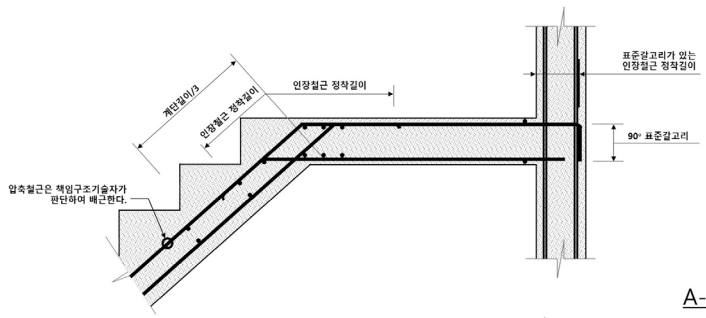
표A2-5. 계단 철근 부위별 배근상세

철근부위	시공상세		
	구분	No	내용
일반	일반	M-G-01	계단배근 일반상세

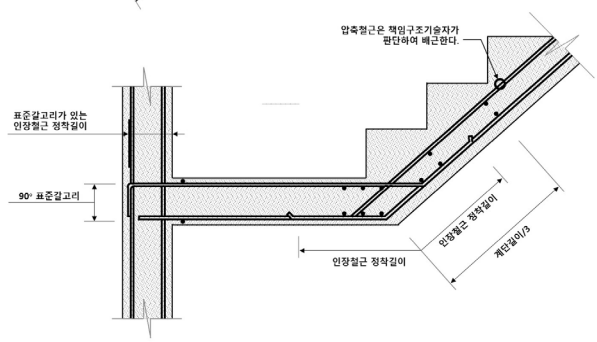
○ 계단배근 일반상세 (M-G-01)



평 면 도



A-A 단면



B-B 단면

3. 시공편의성 철근 배근상세

3.1 시공편의성 철근 개요

○ 시공편의성 철근이란 건축물의 구조설계 시 반영되지 않으나 현장 시공 시 구조용 철근의 고임, 고정, 버팀, 받침 등 시공의 편의성 확보를 위해 사용하는 철근을 의미함.

○ 시공편의성 철근의 모델링은 본 장의 내용에 따르나, 참여자 간 검토를 통해 모델링 여부를 협의할 수 있음.

○ 시공편의성 철근의 수량산출은 본 장의 내용에 따르나, 참여자 간 검토를 통해 수량산출 여부를 협의할 수 있음.

○ 본 장에서 다루지 않은 시공편의성 철근의 경우, 참여자 간 검토 및 협의에 따라 모델링 및 수량산출 여부를 결정함.

3.2 시공편의성 철근 배근상세 작성 가이드라인

○ 시공편의성 철근의 부위별 배근상세는 아래 표A4-1과 같음.

표A3-1. 시공편의성 철근 부위별 배근상세

철근부위		시공상세		
		구분	No	내용
시공편의성 철근	벽체	일반	C-G-01	비틀림 방지철근 상세
			C-G-02	다월 고정근 상세
	기둥	일반	C-G-03	기둥철근 버팀 상세
	보	일반	C-G-04	받침철근 상세

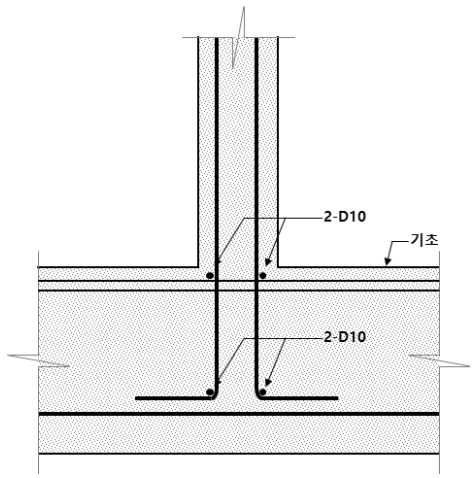
○ 비틀림 방지철근 상세 (C-G-01)

가. 객체를 모델링하지 않으며, 별도 수량산출하여 산출서에 추가함.

○ 다월 고정근 상세 (C-G-02)

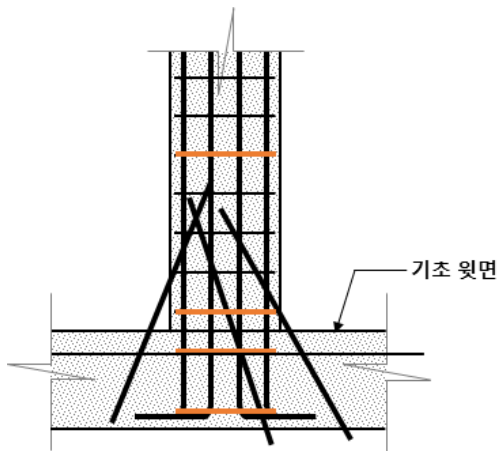
가. 객체를 모델링하지 않으며, 별도 수량산출하여 산출서에 추가함.

나. 다월 고정근(2-D10)의 수량산출은 (총 벽체길이 / 주문길이)로 하여, 장대개수를 산정하여 수량계산을 실시함.



○ 기둥철근 버팀 상세 (C-G-03)

가. 객체를 모델링하지 않으며, 개소 당 3EA-HD13(2,000)로 수량산출 후 산출서에 추가함.



○ 받침철근 상세 (C-G-04)

가. 보 객체별 스터럽 규격 : D13@1500 컷바 타입의 경우 상부고정 4개, 하부고정 4개 적용

나. 상단 양쪽 갈고리 길이 : 80mm

