



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位 請求論文
指導教授 陳 相 潤

BIM 물량산출 정확성 향상을 위한 건축 마감 모델 작성 전략에 관한 연구

成均館大學校 一般大學院

건설환경시스템공학과

建設管理 專攻

金 城 阿

博 士 學 位 請 求 論 文

BIM 물량산출 정확성 향상을 위한
건축 마감 모델 작성 전략에 관한 연구

2
0
1
4

金
城
阿

博士學位 請求論文

指導教授 陳 相 潤

BIM 물량산출 정확성 향상을 위한 건축 마감 모델 작성 전략에 관한 연구

Study on Modeling Strategy of Building Interior Works
for Improving Accuracy of Quantity based on BIM

成均館大學校 一般大學院

건설환경시스템공학과

建設管理 專攻

金 城 阿

博士學位 請求論文

指導教授 陳 相 潤

BIM 물량산출 정확성 향상을 위한
건축 마감 모델 작성 전략에 관한 연구

Study on Modeling Strategy of Building Interior Works
for Improving Accuracy of Quantity based on BIM

이 論文을 工學 博士學位請求論文으로 提出합니다.

2015 年 4 月 日

成均館大學校 一般大學院

건설환경시스템공학과

建設管理 專攻

金 城 阿

이 論文을 金城阿의 工學博士
學位 論文으로 認定함.

2015 年 6 月 日

審査委員長 金 禮 埒

審査委員 金 慶 來

審査委員 權 純 郁

審査委員 李 剛

審査委員 陳 相 潤

목차

제1장 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
가. 연구 배경	1
나. 연구 목적	5
2. 연구 범위 및 방법	7
가. 연구 범위	7
나. 연구 방법	9
다. 연구 절차	12
제2장 선행 연구 고찰	14
1. 견적	14
가. 견적의 정확성	15
나. 프로젝트 단계별 견적 방법	17
다. 계약금액 조정관련 법규 검토를 통한 견적의 중요성	20
2. BIM 견적	22
가. BIM 견적 현황	22
나. BIM 견적 관련 연구	24
다. BIM 모델 작성 기준	26
3. BIM 견적 실무 활용 현황	33

가. BIM 전적 시스템 종류	33
나. 현업에서의 BIM 전적 수행 방식	43

제3장 건축 마감재의 3차원 모델 작성 방법 45

1. 공동주택 단위세대의 건축 마감재	45
가. 공간, 부위에 따른 건축 마감재 유형 분석	46
나. 건축 마감재의 3차원 모델 작성관련 특징	50
2. 건축 마감재의 3차원 모델 작성 방법	52
가. 복합객체와 개별객체 정의	54
나. BIM 저작도구에서의 모델 작성 방법 지원 여부 검토	56
다. 호환성 검토를 위한 IFC 정의의 구조적 차이 비교	60

제4장 모델 작성 방법에 따른 BIM 물량산출 62

1. BIM 물량산출 테스트 개요	62
가. 테스트 대상 및 범위	62
나. 테스트 방법 및 절차	63
2. BIM 물량산출 테스트 결과	66
가. 59AL 단위세대 BIM 물량 및 공사비 산출 결과	68
나. 74A 단위세대 BIM 물량 및 공사비 산출 결과	71
다. 84A 단위세대 BIM 물량 및 공사비 산출 결과	74
라. 84EH 단위세대 BIM 물량 및 공사비 산출 결과	77

3. 결과 분석	80
가. 복합객체와 개별객체의 BIM 물량오차 분석	80
나. 복합객체와 개별객체의 공사비 차이 분석	83
다. 부위별 BIM 물량오차 및 공사비 분석	86
라. 공종별 BIM 물량오차 분석	89

제5장 견적 BIM 모델 작성 전략 91

1. 건축 마감재 모델 작성 방법에 따른 BIM 물량오차 발생원인	91
2. 복합객체로부터 산출한 BIM 물량 보정 방안	96
3. BIM 견적을 위한 건축 마감 모델의 적정 작성 수준	99

제6장 결론 101

1. 연구의 결과	101
2. 연구의 기여도	104
3. 연구의 한계 및 향후 연구 방향	106

참고문헌 107

부록 118

부록 1. 단위세대 BIM 물량산출 공종별 비교	118
부록 2. 59AL_BIM 물량산출 및 보정 결과	130
부록 3. 74A_BIM 물량산출 및 보정 결과	135
부록 4. 84A_BIM 물량산출 및 보정 결과	140
부록 5. 84EH_BIM 물량산출 및 보정 결과	146

표목차

표 2-1. 미국 코스트 엔지니어링 협회에서 정의한 단계별 견적 방법	16
표 2-2. 프로젝트 단계별 견적 방법	19
표 2-3. 국외 BIM 견적 적용 현황	23
표 2-4. 미국 보훈청 BIM 가이드의 BIM 견적을 위해 요구되는 객체 정보	29
표 2-5. 조달청 BIM 적용 지침서의 최소 부재 작성 기준	31
표 2-6. 국내 BIM 견적에 활용되고 있는 시스템의 종류	34
표 2-7. Vico Office에서 BIM 견적을 위해 입력한 물량산출식의 예	38
표 2-8. 조달청 BIM 개산견적 프로그램에서의 물량산출 방식	40
표 2-9. 조달청 BIM 개산견적 프로그램에서의 견적 방법	41
표 3-1. 한국토지주택공사 공동주택 표준 상세도의 예	45
표 3-2. 공동주택 단위세대의 건축 마감재 공종별 분류	49
표 3-3. LOD Specification에서의 건축 마감재 BIM 모델 작성 수준	53
표 3-4. 건축 마감재 3차원 모델 작성 방법	54
표 3-5. 자재의 우선순위 설정에 따른 복합객체 물량산출 테스트 사례	57
표 3-6. 복합객체로 모델링된 벽의 물량 정보	58
표 3-7. 복합객체로 모델링된 바닥의 물량 정보	58
표 3-8. 복합객체의 우선순위 설정에 따른 물량산출 방식의 차이	59
표 4-1. BIM 모델의 물량정보	65
표 4-2. 공동주택 단위세대 복합객체와 개별객체 모델 작성 결과	66
표 4-3. BIM 모델로부터 출력한 물량정보의 예	67
표 4-4. 59AL 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과	70
표 4-5. 59AL 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과	71
표 4-6. 74A 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과	73

표 4-7. 74A 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과	74
표 4-8. 84A 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과	76
표 4-9. 84A 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과	77
표 4-10. 84EH 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과	79
표 4-11. 84EH 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과	80
표 4-12. 복합객체와 개별객체의 BIM 물량오차 분석	83
표 4-13. 복합객체와 개별객체의 실내 마감 공사비 분석	85
표 4-14. 복합객체와 개별객체의 물량오차 및 공사비 분석	86
표 4-15. 부위별 복합객체와 개별객체의 물량오차 및 공사비 분석	88
표 4-16. 실내 마감공사 관련 자재의 손율	89
표 4-17. 공종별 BIM 물량오차 분석	90
표 5-1. 현관문 주변 BIM 모델의 평면, 단면 상세	94
표 5-2. 건축 마감 모델 작성 방법에 따른 물량차이 발생원인	95
표 5-3. BIM 물량차이 보정 방안에 따른 물량오차 분석 결과	97
표 5-4. BIM 물량차이 보정 방안에 따른 공사비 분석 결과	98
표 6-1. BIM 견적에서 요구되는 건축 마감 모델의 작성 수준	103

그림목차

그림 1-1. 건축 마감재 모델 작성 방법	9
그림 1-2. 연구 절차	13
그림 2-1. 미국 코스트 엔지니어링 협회의 단계별 견적의 정확성	15
그림 2-2. 국내외 지침서에서의 BIM 모델 작성 수준	27
그림 2-3. Revit을 이용한 BIM 견적의 예	35
그림 2-4. ArchiCAD를 이용한 BIM 견적의 예	35
그림 2-5. D-Profiler를 이용한 BIM 견적의 예	36
그림 2-6. Vico Office를 이용한 BIM 견적의 예	37
그림 2-7. 공간 모델과 면적단가에 의한 개산견적	43
그림 2-8. 건축 부재의 대표물량과 합성단가에 의한 개산견적	43
그림 2-9. 자재의 고유 물량과 개별 단가에 의한 상세견적	44
그림 3-1. 단위세대 내 실별, 부위별 마감재 정리	48
그림 3-2. 특정 부위에 설치되는 마감재의 예	50
그림 3-3. 시공순서에 따른 단면 상세 변화의 예	51
그림 3-4. 복합객체와 개별객체의 물량정보 차이	55
그림 3-5. BIM 저작도구에서 복합객체 모델 작성 방법	56
그림 3-6. 객체 정의와 관련된 IFC 구조	60
그림 3-7. 개별객체와 복합객체 IFC 정의의 구조적 차이	61
그림 4-1. BIM 마감공사 물량산출 테스트 절차	63
그림 4-2. BIM 물량산출 결과 분석을 위한 데이터베이스 구조도	64
그림 4-3. 59AL 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포도	69
그림 4-4. 74A 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포도	72
그림 4-5. 84A 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포	75

그림 4-6. 84EH 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량차이 분포도	78
그림 4-7. BIM 물량오차의 발생 빈도에 따른 히스토그램	82
그림 5-1. 마감재의 두께에 따른 복합객체와 개별객체의 길이 차이	92
그림 5-2. 빌트인 가구로 인한 복합객체와 개별객체 모델링 예	93
그림 5-3. BIM 견적을 위한 건축 마감 모델의 적정 수준	99

논문요약

BIM 물량산출 정확성 향상을 위한 건축 마감 모델 작성 전략에 관한 연구

건설 프로젝트에서 물량산출은 프로젝트에 소요되는 비용을 산정하기 위한 견적의 일환으로 프로젝트 생애주기 동안 견적 또는 물량의 정확성이 요구된다. 최근 BIM(Building Information Modeling) 적용을 통해 건설참여자들은 물량 및 공사비의 정확성 향상, 견적 능력 향상 등을 기대하고 있다. BIM 물량산출 또는 견적은 3차원 모델 또는 객체로부터 물량산출에 필요한 물량을 추출하는 것으로, BIM 물량의 정확성을 확보하기 위해서는 3차원 모델을 정확하게 작성하는 것이 매우 중요하다. 3차원 모델은 개략적인 건물의 공간 모델에서부터 시공과정 및 준공상태가 반영된 모델에 이르기까지 프로젝트 단계마다 다양한 수준으로 작성된다. 그리고 준공상태가 반영된 상세한 BIM 모델을 작성하기 위해서는 많은 작업 시간과 노력이 필요하다. 상세한 BIM 모델 작성을 통해 정확한 물량을 산출할 수 있음에도 불구하고, 현업에서는 작업시간의 한계로 기존 견적과 동일한 방식으로 물량을 산출하거나, 구조체의 안목길이 또는 3차원 객체의 대표물량에 의해 일부 공종의 물량을 산출한다. 그러나 3차원 객체의 대표물량으로 산출된 물량과 각 자재의 고유한 객체로부터 산출된 물량에는 차이가 있다. 그러므로 본 연구는 BIM 모델 작성 방법 및 수준에 따른 물량차이가 프로젝트 공사비에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 또한 BIM 모델 작성 방법에 따른 물량차이의 원인을 분석함으로써, 물량의 정확성은 향상시키고 BIM 모델 작성 시간은 단축시킬 수 있는 견적을 위한 BIM 모델의 적정

수준을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다. 특히 본 연구에서는 3차원 객체를 구성하는 방법 즉, BIM 모델 작성 방법에 따른 물량차이가 클 것으로 예상되는 건축 마감공사를 중심으로 BIM 물량차이 및 오차를 분석하였으며, 다음과 같은 절차에 의해 연구가 진행되었다. 1) 건축 마감 모델의 작성 방법을 복합객체(Compositely Modeled Object)와 개별객체(Individually Modeled Object)로 정의하였으며, 공동주택 단위세대를 대상으로 물량산출에 필요한 실내 마감재의 특징을 분석하였다. 2) 면적이 84m² 이하인 네가지 유형의 공동주택 단위세대를 테스트 대상으로 선정하고, 각 단위세대의 마감재를 서로 다른 방법으로 모델링하여, BIM 물량을 산출하였다. 3) 테스트 결과, 복합객체와 개별객체로부터 산출된 물량의 오차 및 공사비 차이를 분석하고 물량오차가 발생하는 원인을 도출하였다. 4) 이러한 과정을 통해 BIM 모델 작성에 투입되는 노력은 줄이면서, 상세 수준이 높은 개별객체로부터 산출한 물량과 공사비의 차이가 1% 이내로 유지될 수 있는 건축 마감 모델의 작성 전략을 제시하였다. 그러므로 본 연구는 BIM 견적에서 필요한 모델 작성 방법 및 수준을 제시하고, 모델 작성 방법에 따른 일부 공종 및 자재의 물량차이가 건설참여자들에게 리스크로 작용될 수 있음을 명확하게 밝혔다. 또한 본 연구는 BIM 모델의 작성 수준에 따른 마감공사의 물량차이를 줄일 수 있는 모델 작성 방법과 상세 수준이 낮은 BIM 모델로부터 산출된 물량을 보정하여 물량의 정확성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시함으로써, 세부 공종마다 물량차이를 줄이고 시공단계에서 예상하지 못한 물량차이로 인한 리스크 예방 및 시공 품질 확보에 기여하는데 의미가 있다. 본 연구의 결과는 향후 BIM 적용 사업에서 BIM 견적의 작업 계획 및 업무범위를 수립하는데 활용될 수 있으며, 프로젝트 참여자간 데이터 교환을 위한 견적분야의 BIM 모델 작성 기준 정립에 기여할 것으로 기대한다.

● 주제어 : BIM, 건축 마감재, 모델 작성 수준, 모델 작성 방안, 물량차이

제1장 서론

1. 연구 배경 및 목적

가. 연구 배경

최근 비정형, 재건축 등 다양한 건설 프로젝트에서 BIM(Building Information Modeling)이 적용되고 있다(Harvey et al. 2014, Volk 2014). BIM은 3차원 모델과 프로젝트 생애주기 동안 발생하는 정보를 전달하고 공유하는 행위, 즉 프로세스를 의미한다(Estman et al. 2008). BIM 적용으로 건설 현장에서 발생할 수 있는 다양한 문제들을 사전에 검토하고, 3차원 모델을 통한 건물의 이해도 향상 및 건설참여자 간 효율적인 협업이 가능하다. 그리고 다수의 BIM 적용 사례를 통해 설계오류 및 재작업 감소, 공기단축, 비용절감, 참여자들의 의사소통 강화 등과 같은 다양한 효과가 검증되고 있다(Azhar 2011, Bryde et al. 2013, Cao et al. 2015).

BIM 적용으로 인한 다양한 효과들을 얻기 위해 국내외 많은 건설 참여자들은 BIM 적용을 검토하고 있으며(Love et al 2014), BIM 적용 효과 분석, BIM 기술 수용 방안 등에 관한 연구가 진행되어 왔다(Barlsh and Sullivan 2012, Succar et al. 2012, Arayici et al. 2011, 이슬기 2014). 그리고 BIM 적용을 선도하고 있는 북미, 서유럽 지역의 일부 공공 발주자들은 BIM 적용 가이드를 제공하고 있으며(GSA 2008, NYC 2012, VA 2010), 민간에서는 산학 연구 협의체에 의해 BIM 실행 가이드를 발표하였다(CICRP 2013, BIM Task Group 2011). 국내에서는 국토해양부 및 조달청을 중심으로 BIM 적용 지침서를 발표하였으며, 시공도서의 정확성 및 견적 능력 향상을 목적으로 BIM 적용을 추진하고 있다(국토해양부 2010, 조달청 2014).

BIM은 설계, 구조, 제작, 비용, 일정, 계약, 조달, 시공, 유지관리 등 다양한 분야에서 활용된다(Estman et al. 2008). 특히 BIM을 활용한 건축분야에서는 3차원 객체 또는 BIM으로 부터 자동으로 물량을 산출할 수 있기 때문에, 2차원 설계도면의 치수를 측정하여 물량을 산출하는 기존 건축 방식보다 작업 시간 및 생산성이 향상되는 효과가 있다(Lawrence et al. 2014, Peterson et al. 2011, Zhigang Shen 2010, Meerveld et al. 2009). 기존 건축에서는 설계도서 미비 및 시공성 고려 부족으로 인한 물량 증감이 가장 큰 문제로 나타났다(Lee 2014, Oh 2000). BIM 건축은 3차원 모델을 작성하는 과정에서 시공성 검토 및 설계도서 보완이 이루어지기 때문에, 설계도서 미비 및 시공성 고려 부족으로 인한 물량 증감이 발생할 확률이 낮아진다.

또한 BIM 건축은 기존 방식보다 건축의 정확성이 향상되는 장점이 있다(Nassar 2012, Zhao, P 2014). 기존 건축은 2차원 설계도면에 표시되어 있는 자재명과 해당 자재가 설치되는 부위의 치수 등을 계산하여 물량을 산출한다. 반면, BIM 건축은 3차원 모델 또는 객체가 가지고 있는 자재명, 물량정보를 추출하여 물량을 산출하기 때문에, 물량 누락 및 사용자 오류 감소, 설계변경에 의한 재작업 감소, 물량산출 근거를 검토하는 작업이 간소화되는 효과가 있다(박영진 외 2008).

기존 건축에 비해 작업 능력 및 생산성 향상 효과가 있는 BIM 건축은 3차원 모델로 부터 추출된 정보를 바탕으로 물량을 산출한다(Estman et al. 2008, Kim et al. 2008). 그런데 BIM 건축 또는 물량산출에 기준이 되는 3차원 객체 또는 BIM 모델은 프로젝트 단계마다 서로 다른 수준으로 작성되는 특징이 있다. 프로젝트 초기 개산건축에서 상세건축으로 건축 방법과 제공되는 데이터가 달라지듯이, 프로젝트 단계마다 의사결정이 완료되는 정보가 차이가 있기 때문에, 3차원 객체뿐만 아니라 BIM 정보도 프로젝트 단계마다 다르게 작성되는 것이다. 국외 BIM 지침서에서는 프로젝트 단계에 맞는 적절한 BIM 모델의 작성 범위 및 수준을 협의하도록 제시하고 있으며(CICRP 2011, Autodesk 2010), 국내 BIM 지침서에서는 프로젝트 단계마다 최소부재 작성 수준을 다르게 정의하고 있다(조달청 2014).

프로젝트 단계마다 달라지는 BIM 모델 또는 정보의 수준을 미국건축사협회(AIA)에서는 LOD(Level of Detail/Development) 또는 LOI(Level of Information)로 정의하고 있으며, 국내 빌딩스마트협회에서는 BIL(Building Information Level)로 정의하고 있다. 영국, 호주, 덴마크, 싱가포르 등 BIM을 적용하고 있는 국가마다 건설 프로젝트 단계에 다른 BIM 작성 수준을 정의하고 있다. 국가마다 다르게 정의하고 있는 BIM 작성 수준은 공통적으로 기획단계에서 개략적인 건물의 위치, 형태, 규모만을 3차원 모델로 표현하고, 시공단계로 진행될수록 실제 시공과정이 반영된 자세한 모델과 정보를 구축하도록 제시하고 있다(박승화 2014).

BIM은 실제 시공과정이 반영된 모델일수록 보다 정확한 정보를 제공한다. 그러나 실제와 동일한 형태로 건물을 모델링하기 위해서는 2배에서 11배의 작업 시간과 노력이 필요하다(Leite et al. 2011). 기존 BIM 견적 관련 연구들은 공간 또는 구조 모델을 활용한 개산견적 방안, 공종 및 내역과의 연계방안, 견적 프로세스 정립과 같은 주제들로 구분된다(Staub-French and Fischer 2002, Meerveld et al. 2009, Alkass 2007, Jadid and Idrees 2007, Franco et al. 2012). 실시설계 단계 이후에 상세견적을 중심으로 BIM을 적용한 연구는 부족한 것으로 나타난다. 그 이유는 상세견적을 수행하기 위해 BIM 모델 작성에 많은 시간과 노력이 필요하고, 그로 인하여 실제 BIM 적용 프로젝트에서는 기존 견적과 BIM 견적을 병행하고 있기 때문이다.

특히 건축 공사비의 약 30%를 차지하는 마감공사는 전체 공사비 중에서 차지하는 비율은 크지 않지만, 수많은 공종 및 자재가 포함되어 있기 때문에 BIM 모델 작성에 많은 시간이 소요된다. 조달청 BIM 지침서는 실시설계 단계에서 BIM 모델의 최소 작성 기준을 두께 50mm 이상인 건축 마감재로 한정하고 있으며, 이러한 마감재는 단열재, 조적벽, 건식벽 등 일부만 해당된다. 이러한 기준에 의해 작성된 3차원 모델은 건축공사에 필요한 모든 자재가 모델링 되지 않았기 때문에 3차원 객체로 모델링된 대표 부재의 물량에 의해 물량을 산출하거나, 기존 견적 방식과 동일한 구조체의 안목길이와 높이에 의해 마감재 물량을 산출해야 한다.

BIM 견적은 기존 방식에 비해 견적의 정확성이 향상되지만, 상세한 BIM 모델 작성을 통해 정확한 물량산출이 가능함에도 불구하고, BIM 모델링 작업 시간의 한계로 상세견적 단계에서 대표 부재의 물량에 의해 산출된 결과가 정확한 것인지 검토할 필요가 있다. 3차원 객체의 대표물량에 의해 산출된 결과가 실제 투입 물량과 차이가 있다면, BIM 견적을 수행하였음에도 불구하고 정확성이 향상된 견적은 아니기 때문이다. 특히, 상세견적이 수행되는 실시설계 또는 시공 단계에서 물량차이는 계약금액 또는 공사비 변경에 반영되지 않기 때문에, 이를 시공사가 부담해야 되는 위험이 있다. 또한 시공단계의 물량차이는 곧 작업량의 차이를 의미하며, 이는 공기 지연 요소 또는 작업시간 낭비를 발생시키기 때문에 물량차이가 발생하지 않도록 보완하는 것이 필요하다. 그러므로 상세견적 단계에서 정확한 물량산출을 위해서는 BIM 모델의 작성 수준을 적절하게 정의하는 것이 필요하다.

그리고 BIM 모델의 작성 수준을 정의하는 것은 BIM 모델 작성의 작업 범위를 결정하고, 각 전문분야의 데이터교환을 위한 기준으로 활용된다. 해외 건설프로젝트에서 대표적으로 적용되고 있는 BIM 수행계획서 즉, 펜실베이니아 주립대학의 BIM 실행계획서는 북미 지역에서 견적을 위해 사용되고 있는 Unifomat에 의해 각 분야별 BIM 모델의 최소 작성 수준을 작성하고, 건설참여자마다 이를 공유하도록 제시하고 있다(CICRP 2011). 그러나 국내 BIM 적용 지침서 및 BIM 수행계획서에서는 구체적인 BIM 객체 또는 모델에 관한 분류체계는 정립되어 있지 않다. 기존 건설정보 분류체계를 BIM 모델의 구성요소 및 속성으로 정의하는 것은 한계가 있다(Cho et al. 2014). 그리고 무엇보다도 상세견적 단계에서 물량의 정확성을 확보하기 위해 BIM 모델을 어떤 수준으로 작성해야 하는지, 물량의 정확성이 확보되면서도 BIM 모델 작성 시간과 노력을 줄일 수 있는 방안을 찾는 것이 필요하다. 또한 현재 실무에서 BIM 마감공사 물량을 복합객체로부터 산출하고 있는데, 복합객체로 작성된 모델의 물량이 정확한 것인지, 실제 시공단계에 투입되는 물량과 오차는 없는 것인지 명확하게 파악하는 것이 필요하다.

나. 연구 목적

본 연구는 기존 견적 방식보다 정확한 물량산출이 가능한 BIM 견적에서 작업시간의 한계로 상세견적 단계에 복합객체로부터 물량을 산출하는 것이 정확한 것인지 살펴보고자 한다. 견적의 정확성은 실제 투입 물량과의 차이를 통해 판단하는데, 견적 작업의 기본이 되는 것이 물량산출이므로 물량의 정확성이 확보되어야 견적의 정확성도 확보될 수 있다. 또한 BIM 견적에 기본이 되는 3차원 모델은 프로젝트 단계마다 작성되는 수준이 다르고 그에 따라 추출할 수 있는 물량정보도 달라진다. 그리고 복합객체로 이루어진 모델은 프로젝트 종료단계에 완성되는 모델과 차이가 있다. 상세견적 단계에서 복합객체로 구성된 모델의 물량과 실제 시공단계에 투입되는 물량과의 차이를 비교함으로써, 복합객체로부터 산출된 물량의 정확성을 분석하고, 물량차이 단축 및 정확성 향상을 위한 방안을 제시하는 것이 필요하다.

본 연구는 BIM기반 물량산출 사례를 통해서 3차원 모델 작성 방법에 따른 물량차이를 살펴보고 물량차이 발생 원인을 분석하는 것이 목적이다. 3차원 모델 작성 방법이라 함은 3차원 객체를 표현하는 방법을 말하는데, 3차원 객체를 구성하는 여러 자재를 하나의 복합객체로 표현할 수 있고, 자재 각각을 개별객체로 표현할 수 있다. 복합객체와 개별객체로 구성된 BIM 모델의 물량차이, 즉 오차를 비교함으로써, 복합객체로 작성된 모델의 물량이 정확한 것인지를 확인하고자 한다.

한편, 건축에서 견적은 프로젝트에 소요되는 전체 공사비를 산정하는 것으로, 공사비는 직접 공사비와 간접공사비가 합산된 순 공사원가, 일반관리비, 이윤, 공사비 손해보험 등으로 구성되어 있다. 일반관리비, 이윤, 공사비 손해보험 등은 순 공사원가에 해당 비율을 계산하는 방식이므로 순 공사원가에 따라 달라진다. 순 공사원가는 직접비와 간접비로 구분되며, 재료비, 노무비, 경비 등이 포함된다. 그런데 BIM 견적은 순 공사원가 중에서도 직접 공사비에 해당하는 재료비, 노무비, 경비를 산정하기 위한 물량산출에 초점을 두고 있다. 그리고 BIM 견적은 건설 공사에 필요

한 모든 자재의 물량을 산출하지 않는다(Tiwari et al. 2009). 프로젝트 단계별 BIM 모델 작성 수준에 따라 BIM 모델로부터 물량이 산출가능한 자재가 있고, 그렇지 않은 자재가 있기 때문이다. 그러므로 BIM 모델로부터 프로젝트 단계별 필요한 물량을 산출하기 위해서는 3차원 객체를 적절하게 구성하는 것이 필요하다(Monterio 2011, Nassar 2012).

특히, 상세견적이 수행되는 실시설계 및 시공단계에서는 견적 결과가 계약 및 입찰금액으로 반영되기 때문에, 견적의 정확성 확보가 무엇보다 중요하다. 또한 시공 단계에서는 설계변경 이외에 물량차이로 인한 계약금액 및 공사비 변경이 불가능하므로, 실시설계 종료 또는 입찰단계에서 물량의 정확성을 확보하는 것이 중요하다. BIM 프로젝트에서 실시설계 단계에서 산출된 BIM 물량이 시공단계에 투입되는 물량과 차이가 발생하는 경우, 이를 시공사가 부담하거나 시공사와 협력업체간의 분쟁으로 이어질 수 있으며, 협력업체의 자재 미확보에 따른 작업 지연 및 시공 품질 저하로 이어진다. 이러한 작업 지연 및 분쟁은 추가적인 비용을 요구하기 때문에 이는 BIM 프로젝트의 리스크로 작용한다(Chien et al. 2014).

따라서 본 연구는 상세견적 단계에서 BIM 물량의 정확성 확보를 위해 복합객체와 개별객체로 구성된 BIM 모델의 물량차이를 비교하고, 물량차이가 발생하는 원인을 분석하고자 한다. 그리고 BIM 견적에서 작업시간의 한계로 복합객체로 모델링하는 것이 정확한 물량을 산출하는 방안인지 재검토하고, 비교적 정확한 물량산출을 위한 BIM 모델 작성 및 물량 보정 방안을 제시하고자 한다. 이러한 연구 내용은 BIM 프로젝트에서 견적 업무를 계획하기 위한 지침으로 활용될 수 있을 것이며, BIM 견적의 품질을 확보하고, BIM 견적의 신뢰도를 판단하기 위한 가이드로 활용될 것이다. 또한 설계단계에서 시공단계로 전환될 때 시공단계에 필요한 정보를 구축하기 위해 BIM 모델을 다시 생성하는 작업을 줄이고, 설계단계에서의 BIM 물량 정확도를 확보하는데 기여할 것으로 기대한다.

2. 연구 범위 및 절차

가. 연구 범위

본 연구는 상세전적 단계에서 BIM 물량의 정확성 확보를 위해 복합객체와 개별 객체로 구성된 BIM 모델의 물량오차를 비교하고, 물량오차가 발생하는 원인을 분석하는 것이 우선적인 목표이다. BIM 물량산출 사례를 통해 복합객체와 개별객체의 물량차이를 조사하고, 비교적 정확한 물량산출을 위한 BIM 모델 작성 방안과 물량 보정 방안을 제시하는 것이 연구의 목적인 것이다. 본 연구에서는 공동주택 84m²이 하인 단위세대의 마감공사를 BIM 물량산출 사례 분석 대상으로 선정하였다.

공동주택은 한국에서 낮은 주택보급률을 개선하기 위해 정부가 가장 많이 공급하고 있는 주택유형이며, 그 중 84m²이하인 단위세대가 전체 공동주택의 70%를 차지하고 있다(통계청 2010). 그리고 공동주택의 공사원가 중에서 건축공사가 차지하는 비율은 평균 66%에 해당하며, 그 중에서 단위세대의 건축공사비가 90%를 차지할 정도로 비중이 높다(Kim 2003). 국내 공공분양 공동주택을 주도하고 있는 한국토지주택공사의 공동주택 단위세대를 BIM 물량산출 사례 분석 대상으로 선정하였으며, 단위세대 유형은 84m²이하로 한정하였다(Beak et al. 2012).

공동주택의 건축 마감공사는 공사비의 약 30%를 차지한다(김성규 2003, 강현욱 외 2007). 그리고 마감공사는 다양한 공종과 자재를 포함하고 있기 때문에, 3차원 객체로 모델링하는데 많은 작업시간이 소요된다. 전체 공사비의 비중은 크지 않은 반면, 3차원 모델링에는 많은 작업시간이 소요되기 때문에, 실시설계 단계에서는 여러 마감재를 분리하여 개별로 모델링하지 않고, 하나의 객체로 모델링하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 여러 마감재를 하나의 객체로 모델링하는 복합객체와 마감재 분리하여 모델링하는 것을 개별객체의 물량오차를 비교함으로써, 복합객체로부터

산출한 물량의 정확성을 검토하고자 하는 것이다. 또한 구조체와 마감을 함께 복합 객체로 모델링하는 경우가 있다. 그러나 상세견적을 수행하기 위한 실시설계 이후 단계에서는 BIM 모델을 공간, 건축, 구조, 조경, 기계 등으로 구분하고 있으므로(조달청 2014), 구조가 분리된 건축 모델을 대상으로 물량오차를 분석하였다.

일반적으로 공동주택의 건축 마감공사는 조적공사(Masonry), 단열공사(Thermal and Moisture Protection), 목공사(Wood), 방수공사(Waterproofing), 흙통공사(Drains), 미장공사(Plaster), 타일 및 석공사(Tile and Stone), 창호공사(Openings), 유리공사(Glass), 도장공사(Painting), 수장공사(Covering), 잡공사(Metals), 가구공사(Furnishing) 총 13가지 공종이 있다. 이들 공종 중에서 흙통공사, 유리공사, 창호공사, 잡공사, 가구공사는 해당 자재들은 3차원 라이브러리¹⁾ 형태로 모델링 되고, 일정한 치수 및 규격을 가지고 있기 때문에 자재의 개수로 물량을 산출한다. 그러므로 이들 공종에 포함된 자재는 본 연구에서 정의한 복합객체와 개별객체의 모델링 방법에 따른 물량차이가 발생하지 않는다. 한 예로, Nassar (2012) 연구에서 철근콘크리트공사, 창호공사는 LOD가 높아져도 단일한 객체로 모델링하기 때문에, 정확도가 높은 반면, 목공사, 마감공사, 단열 및 방수 공사 등은 자재마다 분리하여 모델링할 수 있기 때문에 모델의 상세 수준에 따라 정확도가 낮은 것으로 조사되었다.

또한 마감관련 공사는 다양한 공종과 자재들을 포함하고 있기 때문에 모델을 구성하는 방법에 따라 물량의 정확도에 차이가 있다(Lee and Chin 2012). 이에 공동주택 단위세대의 마감공사를 중심으로 연구 범위를 한정하였다. 본 연구의 목적에 적합한 복합객체와 개별객체로 모델링 및 물량산출이 가능하고, 이들 물량간의 차이가 발생하는 조적, 미장, 방수, 타일, 수장, 도장 공사와 같은 8개의 공종을 BIM 물량산출 범위로 선정하였다.

1) 라이브러리는 여러 부재들의 조합으로 인해 만들어진 하나의 객체를 말한다. 예를 들어, 가구, 기계, 설비와 같은 자재들을 라이브러리로 구축하게 되는데, 이들은 바닥, 벽, 기둥과 같은 객체와는 달리 복잡한 형상을 가지기 때문에 반복적인 생성이 어렵다. 그러므로 라이브러리에 의해 여러 부재들을 하나의 객체로 묶음으로써 반복적인 사용이 가능하기 때문에 모델링 및 도면화 작업에서 많이 사용된다(Kim and Gou 2014)..

나. 연구 방법

건축분야에서 3차원 객체 또는 모델 작성을 지원하는 3차원 CAD(Computer Aided Design) 또는 BIM 저작도구(Authoring Tool)에서 건축 부재를 구성하는 여러 자재들을 각각 분리하여 모델링하거나, 일체화하여 하나의 객체로 모델링할 수 있다(Monteriro and Martins 2012). BIM 저작도구는 바닥, 벽, 지붕과 같은 건축부재들을 객체지향(Object oriented) 및 파라메트릭 모델(Parametric model)로 정의하고 있는데, 파라메트릭 모델의 구성요소는 사용자가 정의하는 방식에 따라 다양하게 표현되기 때문이다(Estman et al. 2008, AutoDesk 2014, Graphisoft 2014). 본 연구에서는 여러 자재들을 일체화하여 하나의 3차원 객체, 즉 대표 부재로 모델링하는 것을 복합객체(Compositely Modeled Object, CMO), 여러 객체로 분리하여 모델링하는 것을 개별객체(Individually Modeled Object, IMO)이라고 정의한다.

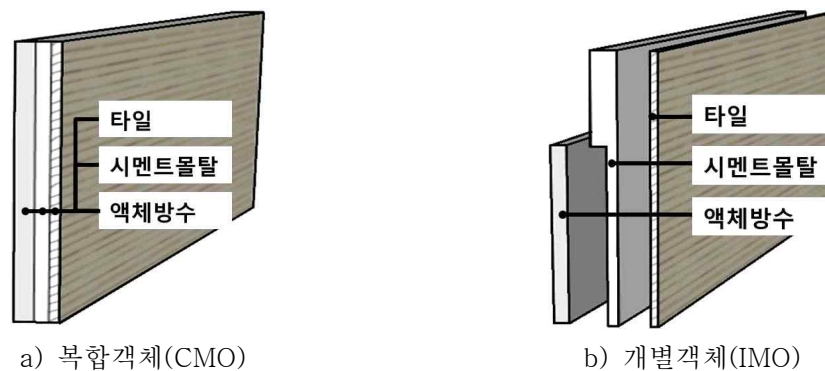


그림 1-1. 건축 마감재 모델 작성 방법

3차원 객체를 모델링하는 과정에서 객체의 크기, 치수, 물량 등이 결정되기 때문에, 3차원 객체를 구성하는 방법에 따라 물량 정보가 달라진다. 특히, '그림 1-1'과 같이 개별객체로부터 산출되는 자재의 고유물량과 복합객체로부터 산출되는 자재의

대표물량에는 차이가 있다. 본 연구에서는 마감공사를 중심으로 모델링된 복합객체와 개별객체의 물량차이를 비교함으로써 상세건적 단계에서 효율적이고 정확한 BIM 물량산출을 위한 모델 작성 전략을 유도하는 것에 초점을 두고 있다. 복합객체와 개별객체의 개념을 혼합하여 사용되는 경우를 제외하고, 모든 자재가 복합객체와 개별객체로 모델링되는 경우로 한정하였다. 그 밖에 개별객체와 복합객체에 관한 자세한 설명은 3장에 언급되고 있다.

또한 건축분야에서 주로 사용되고 있는 Revit, ArchiCAD, Sketchup 등과 같은 BIM 저작도구는 3차원 객체가 가지고 있는 정보들을 출력해주는 기능을 제공한다. 이러한 기능에 의해 BIM 물량정보를 표로 작성하거나, 다른 건적분야 전문 프로그램으로 전송됨으로써 건적 작업의 최종 결과물인 수량산출내역서(Bill of Quantity)와 공사비가 산정된다. 본 연구에서는 3차원 객체가 가지고 있는 순수한 물량 정보에 의한 복합객체와 개별객체의 물량차이를 비교하기 위해 전문적인 건적 프로그램을 사용하지 않고, BIM 저작도구에서 객체의 물량정보를 표로 출력해주는 기능을 사용하여 BIM 물량산출을 수행하고자 한다.

본 연구는 모든 마감재가 복합객체와 개별객체로 구성된 BIM 모델간의 물량차이를 BIM 물량차이 라고 정의하고, BIM 물량차이가 어떤 분포와 패턴을 가지고 있는지 분석하기 위해 산포도와 유사한 형태로 BIM 물량산출 결과를 정리하였다. 또한 히스토그램 작성을 통해 수집된 데이터를 효과적으로 해석하기 위한 방법을 선정하였다. 히스토그램은 어떤 범위에서 수집된 데이터가 집중적으로 나타나는지, 넓게 분포되어 있는지를 보여주기 때문에 수집된 데이터의 확률적 해석이 가능한지를 판단하는 기준이 된다. BIM 물량차이의 분포도와 히스토그램 작성을 통해 각 단위세대의 BIM 물량차이 분포와 동향을 살펴보고, 물량차이가 일관된 패턴(정규분포)을 보이는 경우 확률적인 분석이 가능하다. 반면 물량차이가 일관되지 않은 패턴을 보이는 경우 확률적 분석이 불가능하기 때문에, 기술적인 통계 분석으로 물량산출 결과를 분석해야 한다.

한편, 견적은 실제 투입 물량과의 차이를 통해 정확성을 판단하며, 실제 투입된 물량은 공사가 종료된 이후에 명확하게 드러난다. 2000년대 이후 건설된 공동주택 건설 공사기간이 평균 30개월로 집계된 점을 감안할 때(권오현 2003), 공사가 종료된 시점과 입찰 및 시공단계에 예산수립을 위해 견적을 수행한 시점의 물량차이를 비교하는 것은 무의미하다. 시공단계에서도 지속적인 설계변경이 발생하고, 이로 인해 시공단계 이전에 계획된 물량과 차이가 발생하기 때문이다. 그러므로 본 연구에서는 개별객체로부터 산출된 물량을 실제 공사에 투입된 물량(참값)으로 가정하였다. 본 연구에서 정의한 개별객체는 실제 자재가 설치되는 위치에 부분적으로 모델링이 가능하기 때문에 실제 시공 상태와 동일한 상세수준 및 물량정보를 제공하기 때문이다. 시공단계에 설계변경과 시공오차가 발생하지 않는다면, 개별객체의 물량이 실제 투입된 물량과 동일하다. 본 연구에서는 개별객체로부터 산출된 물량이 실제 공사에 투입되는 물량과 동일하다는 것을 전제로 한다.

또한 본 연구는 BIM 물량으로부터 산정한 공사비가 실제 프로젝트의 입찰 및 계약금액에 반영되는 것을 전제로 한다. 현재 공공부문 BIM 적용 프로젝트에서는 실시설계 단계에 BIM 수량산출서를 납품하도록 제시하고 있지만, 실제 공사 입찰 및 계약금액은 BIM 물량이 아닌, 기존 견적방식에 의해 산출된 물량 및 공사비가 반영되고 있다. 그러나 향후 BIM 프로젝트에서 물량차이로 인해 예상되는 문제점을 파악하고 건설 공사계약에 이를 반영하기 위해서는 BIM 모델의 작성 수준 또는 모델링 방법에 따른 물량차이를 분석해야 한다. 그러므로 본 연구는 BIM 물량차이가 공사 전반에 미치는 영향을 분석하기 위해 BIM 물량산출을 통해 실제 프로젝트의 입찰 및 계약금액이 결정되는 것을 전제로 하였다.

다. 연구 절차

본 연구는 복합객체와 개별객체의 BIM 물량차이를 분석하고, 상세건적 단계에서 물량 정확성 확보를 위한 BIM 모델 작성 및 물량 보정 방안을 도출하기 위해 아래와 같이 4단계에 걸친 연구가 진행되었다.

우선 2장에서는 선행 연구 고찰을 위해 기존 건적의 정확성 및 프로젝트 단계마다 건적방법 등 조사하고, 건적의 정확성 및 물량차이의 중요성을 살펴보기 위해 건설공사의 계약금액 조정에 관한 법률을 검토하였다. 시공단계의 계약금액 조정 여부와 범위를 살펴봄으로써 건적의 정확성이 프로젝트 또는 건설참여자들에게 미치는 영향을 검토하고, 물량 및 건적의 정확성이 중요한 이유를 언급하였다. 그리고 국내외 건설산업에서 BIM 건적이 적용되고 있는 현황과 BIM 모델의 작성 기준, BIM 건적에서 사용되고 있는 시스템(또는 프로그램)을 조사하였다. 기존 문헌 조사 및 전문가 4인의 인터뷰를 통해 현업에서 사용하고 있는 BIM 건적 방식을 분석함으로써 BIM 건적에 기본이 되는 모델 작성 기준에 관해 정리하였다.

3장에서는 공동주택 단위세대 BIM 물량산출을 위해 단위세대 실내 마감재의 종류와 BIM 모델 작성 과정에서 반영되어야 하는 특징들을 분석하고, 연구 방법에서 언급한 내용과 같이 건축 마감재의 3차원 모델 작성 방안을 복합객체와 개별객체로 구분하였다. 복합객체와 개별객체의 적용 가능성을 건축분야에서 가장 많이 사용되고 있는 BIM 저작도구인 Revit과 ArchiCAD를 통해 검토하였다. 그리고 기존 BIM 건적관련 연구에서 언급되고 있는 BIM 저작도구 및 건적 프로그램간의 호환성 검토를 위해 본 연구에서 정의한 복합객체와 개별객체를 BIM의 표준 파일 형식인 IFC(Industry Foundation Class)에서 정의하는 방안도 검토하였다.

4장에서는 국내 공동주택 보급에서 가장 높은 비중을 차지하고 있는 84m² 이하인 소규모 단위세대 4가지 유형을 대상으로 복합객체와 개별객체 모델 작성 방법에 따른 BIM 물량산출 테스트를 수행하였다. 각 단위세대의 물량산출 결과를 분포도와

히스토그램으로 정리하여 BIM 물량차이 및 오차 분포를 분석하였으며, 2014년도 3월 한국토지주택공사의 일위대가를 기준으로 각 단위세대의 마감공사 직접공사비를 산정하였으며, 건축 마감재의 모델 작성 방법에 따른 공사비 차이를 비교하였다.

마지막으로 5장에서는 BIM 모델 작성 방법에 따라 물량차이가 발생하는 원인을 유형화 하였으며, 정확한 BIM 물량산출을 위한 모델링 작업 시간은 단축시키면서 물량의 정확성은 향상시킬 수 있는 BIM 모델 작성 방안과 작업시간의 한계로 복합 객체로부터 산출된 물량을 보정하는 방안을 제시함으로써 건축 마감공사의 BIM 물량산출 정확성 향상 방안을 제시하였다.

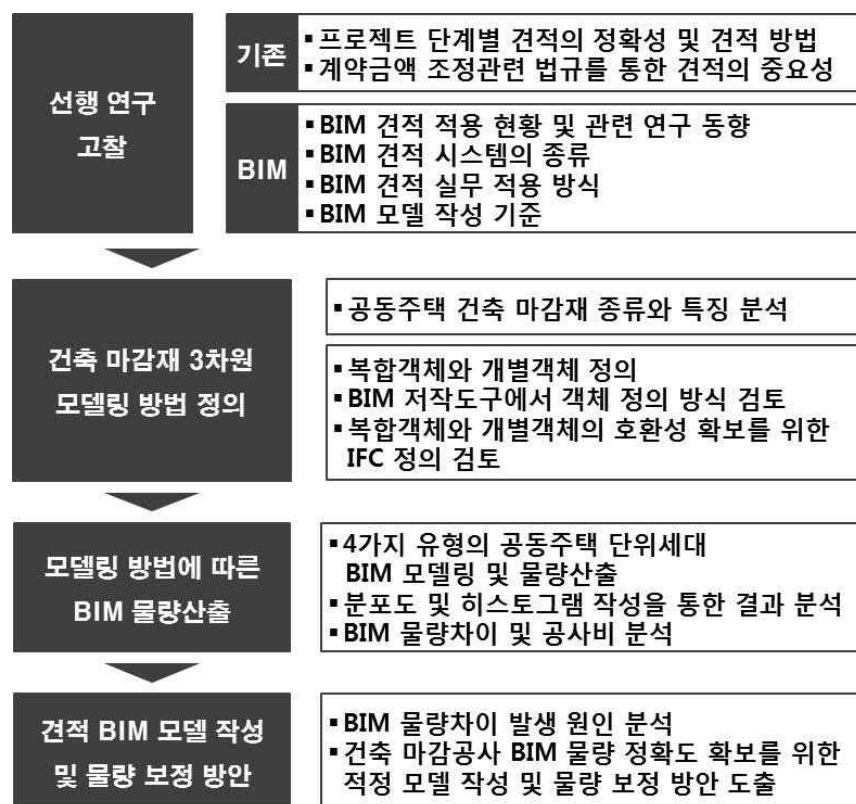


그림 1-2. 연구 절차

제2장 선행 연구 고찰

1. 견적

견적(Cost estimating)은 프로젝트에 소요되는 비용을 예측하고 추정하기 위한 과정으로 프로젝트 예산을 설정하고, 경제적 타당성을 조사하고, 전체 비용과 일정을 제어하기 위한 기초자료로 활용된다(Larry 2006). 견적은 건설뿐만 아니라, 제조업, 회계, 소프트웨어 개발, 항공우주 탐사, 시설물 운영 및 관리 분야에 걸쳐 다양하게 적용된다. 견적은 계획과 통제, 의사결정을 위해서, 재고자산평가, 손익결정과 같은 다양한 목적에 따라 수행된다.

건축 견적은 건축물 공사를 합리적으로 수행하기 위하여 정확한 공사원가를 산정하는 것을 의미하며, 건축 견적에서도 발주자, 설계자, 시공사 등 참여자별로 견적을 수행하는 목적은 다르다. 발주자는 프로젝트 전 단계에 걸쳐 사업을 계획하고, 예산을 확보하고, 협상과 계약을 체결하기 위해 견적을 수행한다. 설계자의 경우에는 발주자가 요구하는 최적의 대안을 찾기 위해 견적을 수행한다. 시공자는 적절한 공사비를 제시하여 공사를 수주하고, 하도급 계약 및 기성지급을 위해서 견적업무를 수행하는 것이다(Lee 2014). 건설사업관리를 위한 기본 지침서인 PM Book에서는 원가관리 업무를 자원계획, 견적, 예산수립, 공사비 제어 4단계로 구분하고 있다.

견적은 물량산출을 위한 적산과 산출된 물량에 단가를 적용하는 견적(Costing 또는 Pricing)으로 구분된다. 그리고 견적은 실제로 발생한 원가를 계산하는 사후원가 계산과 예정가격계산으로 구분된다(조성환 2002). 예정가격(Expected Value)은 입찰 금액 및 계약금액을 결정하는데 영향을 미치기 때문에, 물량을 산출하고 예정가격을 산정하는데 있어서 견적의 정확성 확보가 매우 중요하다.

가. 견적의 정확성

견적의 정확성은 실제 투입되는 물량과 측정 또는 계산된 물량의 차이에 의해 결정된다(Serpell 2004, Larry 2006). 실제 투입되는 물량과의 차이가 적으면 계산된 물량이 정확한 것이고, 실제 투입되는 물량과의 차이가 크면 계산된 물량의 정확성이 떨어지는 지는 것이다. 실제 투입되는 물량은 프로젝트가 종료되는 시점에 명확하게 파악되며, 실제 투입되는 물량과의 차이에 따라 정확도가 달라지므로 견적의 정확성은 \pm 값으로 표현된다. 그리고 견적의 정확성은 프로젝트 정보가 정의된 수준에 따라 향상되는 경향이 있다. 일반적으로 건설 프로젝트 정보 수준은 구조해석, 에너지 분석, 견적과 같은 엔지니어링 작업의 완성도와 밀접한 관련이 있으므로 '그림 2-1'과 같이 엔지니어링 작업의 완성도에 따라 견적의 정확성이 향상된다.

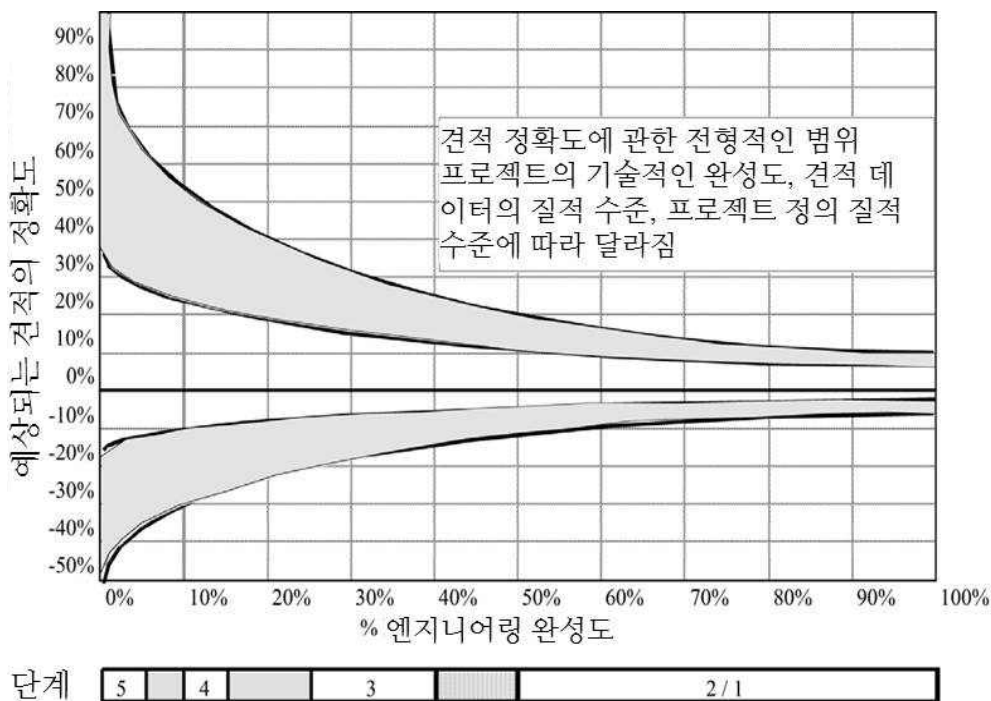


그림 2-1. 미국 코스트 엔지니어링 협회의 단계별 견적의 정확성(Larry 2006)

또한 미국 코스트 엔지니어링 협회(AACE International)에서는 견적 작업의 완성을 다섯 단계로 분류하고 있으며, 최종 입찰가격을 산정하기 위해 프로젝트 정보가 50~100% 결정되어 있는 수준을 1단계로 정의하고 있다. 마지막 5단계는 기획 또는 설계초기 단계에 설계조건을 토대로 견적을 수행하는 단계로 분류하였다. 1단계에서는 전체 프로젝트 비용 대비 견적업무에 투입되는 비용이 0.025~ 0.5% 수준이며, 견적의 정확도는 최소 -3 ~-10%, 최대 3~15%로 정의하였다. 이는 건설산업 이외에 회계, 제조업, 소프트웨어와 같은 타 산업에서 수행되는 견적 업무를 포함하고 있다. 건설 프로젝트의 실시설계 단계에 수행되는 견적을 2단계, 시공단계에 수행되는 견적을 1단계 수준으로 볼 수 있다. 또한 이러한 견적 단계는 미국 원자력 사업을 총괄하는 행정기관인 미국 에너지부(Department of Energy, DOE), 미국회계감사원(U.S. Government Accountability Office)에서도 채택하고 있다.

표 2-1. 미국 코스트 엔지니어링 협회에서 정의한 단계별 견적 방법

견적 단계	프로젝트 의사결정 범위(%)	목적	방법	정확성 (L:하위, H:상위)	투입 비용 ²⁾ (프로젝트 비용대비 %)
Class 5	0 ~ 2	설계조건 확인	사용량 또는 파라메트릭에 의한 추론	L: -20% ~ -50% H: +30% ~ +100%	0.005
Class 4	1 ~ 15	타당성 분석	변수 조정에 의한 견적	L: -15% ~ -30% H: +20% ~ +50%	0.01 ~ 0.02
Class 3	10 ~ 40	예산 수립 및 허가, 제어	대표물량에 단위단가 적용	L: -10% ~ -20% H: +10% ~ +30%	0.015 ~ 0.05
Class 2	30 ~ 70	입찰 또는 예산 제어	세부 물량산출 및 견적	L: -5% ~ -15% H: +5% ~ +20%	0.02 ~ 0.1
Class 1	50 ~ 100	예산 또는 입찰가격 검토	세부 단가에 의한 물량산출 및 견적	L: -3% ~ -10% H: +3% ~ +15%	0.025 ~ 0.5

2) 견적을 위해 투입되는 비용(또는 노력)은 프로젝트 규모와 견적 데이터, 도구의 질에 따라 커진다.

나. 프로젝트 단계별 견적 방법

견적은 프로젝트 초기 단계에 사업성을 평가하거나 예산을 확보하기 위해 수행되는 개산견적과 프로젝트 관리 및 입찰가격을 수립하기 위한 상세견적으로 구분된다(Lee 1992). 개산견적은 개략견적 또는 개념견적으로도 사용되고 있으며, 개산견적에는 단위단가, 요소견적, 변수견적, 비용지수, 합성단가와 같은 방법들이 있다.

단위단가는 프로젝트 초기 단계에 일반적으로 적용되는 견적 방법으로 건물의 규모, 이용량 등을 토대로 계산하는 방법을 말한다. 과거의 건설 프로젝트에 소요된 비용을 건출의 면적으로 나누어, 면적당 단가로 계산하는 방식이다. 병원의 경우 환자수 또는 침실 수로 단가를 설정하며, 학교는 학생수로 단가를 설정한다.

요소견적은 공동주택 프로젝트의 개산견적에 주로 적용된다. 과거 유사 프로젝트의 공사비 비율을 공간적 요소나 경험적 요소로 보정하여 현재 프로젝트의 공사비를 유추하는 방식이다(남동희 외 2014, 박영진 외 2011, 김수민 외 2009).

변수견적은 것으로 대표적으로 파라메트릭 방법이 있다. 파라메트릭 기법은 과거 유사프로젝트에서 공사비에 영향을 줄 수 있는 몇 개의 변수(parameter)를 사용하여 프로젝트에 관한 자세한 정보가 없이도 공사비를 산정하는 방법이다. 공동주택의 경우, 변수로 연면적, 세대수, 세대구성, 층수, 엘리베이터 1대당 기준 세대수, 승강기 대수, 필로티 세대수 등이 있다(안요섭 2008). 다른 견적 방법들에 비해 최소비용으로 신속하게 공사비 예측이 가능한 장점이 있다(Bajaj et al 2002)

비용지수(Cost Index)는 시간의 흐름에 따라 원가변동을 반영하기 위한 방법으로 기존 실적데이터를 변수에 의해 수량을 보정하고, 현재 시장 가격으로 보정하여 공사비 산출하는 절차를 거친다. 비용지수는 단독으로 적용되기보다. 단위단가, 요소견적, 변수견적, 합성단가와 같은 다른 견적방식과 함께 적용된다(박종원 2005).

합성단가는 부위별 자재의 일위대가를 합산한 가격을 기준으로 계산하는데, 일위대가는 실적 데이터를 적용하거나 현재 물가를 적용할 수 있다. 일위대가에 부위별

대표 물량(면적, 체적, 길이)을 반영함으로써 최종 공사비가 결정된다. 이는 부위별 필요한 공종과 자재가 다양한 마감공사의 공사비 산정에 주로 활용되고 있다.

개산견적에서는 단위단가, 요소견적, 변수견적, 비용지수, 합성단가와 같은 방법이 복합적으로 적용된다. 단위단가에 보정되지 않은 경험치, 규모, 지역, 물가상승을 고려한 공사비, 기술 갱신, 설계 예비 등을 지수화 하여 공사비를 보정하기 때문이다(GAO 2009, 김원태 2010). 또한 건설공사 적정공사비 산정 및 관리 시스템 구축 연구(2011)에서는 건축의 골조공사는 도면을 기반으로 부위별 대표 물량을 산출하여 비율을 적용(요소견적)하고, 마감공사는 산출된 물량에 합성단가를 적용하고, 조경, 기계, 토목 공사는 과거 유사사례를 바탕으로 단위단가를 적용하여 일반건축물의 개산견적 단계에서 공사비를 산정할 것을 권장하고 있다. 골조공사는 설계변화가 적고, 마감공사는 마감자재의 종류에 따라 설계가 다양해질 수 있기 때문이다. 건축 공사 이외에 공사는 설계안 확정 시기가 다소 늦으며, 자재 및 시스템의 종류에 따라 공사비 편차가 크기 때문에 각 부문별 대표 공종을 선정한 후에 공종별로 유사 사례의 단위 면적당 공사비를 이용하는 것이다.

그리고 개산견적에서 사용되는 방법 모두 과거 데이터 또는 실적 공사비를 토대로 공사비를 산정하는 방식으로, 회귀분석, 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation), 인공신경망(Artificial Neural Network), 사례기반 추론(Case-based Reasoning)³⁾과 같은 방법들을 사용하여 개산견적의 정확도를 향상시키는 방법이 연구되고 있다(손보식 2007, 안요섭 외 2009). 반면, 단가(Unit Price) 또는 내역(Activity-based estimating)을 기반으로 물량과 공사비를 산정하는 상세견적은 다양한 견적 방법이 존재하지 않는다. 상세견적은 실제 공사에 투입되는 자재, 인력, 장비 등에 대한 상세 수량과 비용을 산정하여 수량산출내역서(Bill of Quantity)를 작성하는 것으로 입찰가격(또는 추정가격) 산정, 실행예산 수립 등에 적용되는 방식이기 때문이다(이정환 2010).

3) 과거 사례 중에서 현재 사례와 가장 유사한 것을 찾아 그때의 솔루션으로 현재의 문제를 해결하는 방법

기존 문헌에서 언급하고 있는 견적 방법을 종합한 결과, '표 2-2'와 같다.

표 2-2. 프로젝트 단계별 견적 방법

단계	견적 방법		설 명	관련 연구
기획/ 계획		단위단가 (Capacity Factor)	- 건축물의 기본단위에 대한 비용자료 적용(예, 면적, 객실 수)	송승영 외 2008
		요소견적 (Factor)	- 프로젝트 공사비를 구성하는 요소(건축, 토목, 기계, 전기 등)에 대한 비용과 비율을 적용 - 대표물량을 통한 공사비 산출	남동희 외 2014, 박영진 외 2011, 김수민 외 2009, 박찬식 외 2003, 서준오 외 2008, 윤창식과 김예상 2000
기본 설계	개산견적 (Approximate Estimating)	변수견적 (Parameter)	- 프로젝트 규모 또는 범위에 영향을 주는 설계변수에 근거한 비용 산출 - 파라메트릭 견적 (Parametric estimate)	염동준과 김영석 2014, 조제호와 전재열 2012, 이현수 외 2012, 손보식 외 2007, 박문서 외 2008, 박우열 2005
		비용지수 (Cost Index)	- 과거에 유사 프로젝트의 공사비용을 현재의 금전적 가치에 맞게 환산하여 비용 산출 - 과거 데이터 또는 실적자료를 토대로 계산되는 요소견적, 변수견적과 함께 적용됨	임대희 외 2010, 조훈희 2002, 유용환 외 2004
		합성단가 (Composed Unit Price)	- 건축 요소 또는 공종별 일위대가를 합산한 단가를 부위별 면적과 함께 계산하여 방식 - 건축 부재의 대표물량에 의한 비용 산정	조영선 외 2015, 이지용 외 2015, 정수완과 권순욱 2014, 윤명철 2013, 김한샘 외 2013, 이윤선 외 1999, 김선국 외 1992
실시 설계	상세견적 (Detailed Estimating)		- 건설공사에 투입되는 자재,인력 등에 대한 수량을 산출하고, 개별 단가를 적용하여 비용 산출	이유진 2003, 이화석 2014
시공			- 입찰가격을 결정하거나 시공사 내부적으로 실행예산을 편성할 때 적용됨	

다. 계약금액 조정관련 법규 검토를 통한 건적의 중요성

설계단계의 건적을 통해 결정되는 예정가격은 공사 입찰시 낙찰자 및 계약금액을 결정하는 근거로 활용된다. 이에 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률(이하 국계약법)에서는 시공단계에 물량내역서를 입찰서류에 포함하도록 규정하고 있다(국계약법 시행령 제14조). 물량내역서는 공종별 목적물의 물량을 집계한 자료를 말하며, 산출내역서는 물량내역서에 단가를 적은 서류를 말하므로 산출내역서에 공사금액이 기재되어 있는 것이다.

1. 추정가격이 300억원 미만인 공사: 물량내역서에 단가를 적는다.

2. 추정가격이 300억원 이상인 공사: 발주자로부터 제공받은 물량내역서를 참고하여 입찰참가자가 직접 물량내역서를 작성하여 단가를 적고, 제공받은 물량내역서와 직접 작성한 물량내역서 간에 차이가 있으면 입찰금액의 적정성을 심사하는 데에 필요한 공종별 입찰금액 사유서를 작성한다.

일괄입찰, 기술제안입찰인 경우, 실시설계 입찰에서도 물량과 단가가 명백히 기재된 산출내역서를 제출해야 한다(국계약법 시행령 103조). 물량산출내역서는 계약금액 조정 및 기성지급에 적용되는 기준으로 계약문서의 효력을 가지며, 입찰서류로 제출한 물량내역서의 누락과 오류는 수정이 불가능하다(국계약법 제 65조 1항).

공사 계약금액 조정은 물가변동, 설계변경, 기타 계약내용의 변경, 공사 지체일수를 산입하지 않은 경우에 한하여 실비보상에 의한 조정이 가능하다(회계예규, 공사 계약일반조건). 설계변경도 설계도서의 내용이 불분명하거나, 오류 및 누락이 있거나, 설계도서간 내용이 상이한 경우에 한해서만 계약금액을 조정할 수 있다. 또한 시공방법의 변경, 투입자재의 변경 등으로 인해 공사량의 증감이 발생하는 경우에 한하여 확인된 사항과 다르게 시공되는 경우에만 조정될 수 있다. 계약금액이 조정

되는 범위도 물량 산출내역서에 없는 품목의 경우, 설계변경당시를 기준으로 산정한 단가에 낙찰율을 곱한 금액에 한하여 인정되고 있다.

일괄입찰 및 대안입찰, 설계공모, 기술제안입찰을 실시하여 체결된 공사의 계약은 설계변경으로 인한 계약금액을 증액할 수 없다. 일반적으로 총액계약을 실시하는 일괄입찰에서도 다음과 같은 세가지 사항에 관해서만 계약금액을 조정할 수 있기 때문이다. 첫째, 민원이나 환경·교통영향평가 또는 관련 법령에 따른 인허가 조건 등과 관련하여 실시설계의 변경이 필요한 경우, 둘째, 발주기관이 제시한 기본계획서·입찰안내서 또는 기본설계서에 명시 또는 반영되어 있지 아니한 사항에 대하여 해당 발주기관이 변경을 요구한 경우, 셋째, 중앙건설기술심의위원회 또는 기술자문위원회가 실시설계 심의과정에서 변경을 요구한 경우이다.

이와 같이 현행법은 설계변경으로 인한 계약금액 조정만을 인정하고 있기 때문에 공사계약 이후단계에서 발생하는 물량차이는 입찰자가 부담해야한다. 최근 입법화된 물량수정내역입찰에서도 설계변경 외에 5% 이상 물량차이가 나타나는 것은 명확한 근거를 제시하고, 발주자의 승인을 받도록 하고 있다. 또한 현행 물량내역수정입찰이 최저가낙찰제 하에서 진행되고 있기 때문에, 발주자가 제공한 물량 내역서에서 물량이 낮게 산정되어 있거나 물량이 누락되어 것을 적정히 수정한 업체는 입찰단가가 높아지는 문제가 발생한다. 이에 업체들은 물량의 상향 수정을 기피하고 있다(최민수 2011).

따라서 현행 법규상 물량차이에 따른 계약금액 조정이 불가능하며, 설계변경 외에 물량차이를 인정하지 않고 있기 때문에 상세건적 단계에 정확성을 확보하는 것이 중요하다. 건설공사 계약에서 총액계약을 제외한 단가계약, 실비정산 보수 가산식 계약에서도 물량차이에 따른 공사비 변동은 계약당사자에게 리스크로 작용하기 때문에 건적의 정확성 확보는 매우 중요한 요소이다.

2. BIM 전적

가. BIM 전적 적용 현황

BIM 발주 사례가 증가하면서 다양한 분야에서 BIM이 적용되고 있으며, 국내외 건설참여자들은 BIM 기술을 정착시키기 위해 노력하고 있다(Harvey et al. 2014). 다양한 BIM 적용 분야 중에서 공사비 산정과 직접적으로 관련이 있는 견적분야는 공공 발주자에 의해 BIM 적용이 권장되고 있다. 한 예로, 덴마크에서는 5백만불 이상의 공사는 설계팀이 BIM 물량산출을 반드시 수행해야하며, 이때 새롭게 제시된 분류체계(Danish Classification System)를 적용해야한다. 영국의 왕립조사기관(RICS)은 입찰 이전단계를 중심으로 BIM 모델로부터 어떤 정보를 사용하여 물량을 산출해야 하는지에 관한 최소한의 규칙을 제시하고 있다(Song et al. 2014). 국내에서는 조달청이 발주하는 공공사업을 중심으로 중간설계 이후 단계에서부터 BIM에서 산출한 수량기초 데이터를 제출하도록 제시하고 있다.

기존 견적과 BIM 견적의 작업시간을 비교하기 위해 중국의 28층 규모인 공동주택을 대상으로 테스트한 결과, BIM 견적이 기존 방식보다 35% 작업시간 절감 효과가 나타났다. 그러나 기존 견적 방식이 보편적으로 활용되고 있으며, BIM에 관한 견적 전문가들의 경험이 부족한 관계로 아직까지 견적분야에서 BIM 적용이 활발하지 않는 것으로 나타난다(Zhao and Wang 2014). 미국의 건설참여자 중에서 6%는 BIM을 적용하고 있지 않으며, 52%만이 견적분야에 BIM을 활용하고 있는 것으로 나타났다(Sattienei and Bradford 2011). 호주의 Quantity Surveyor들도 BIM 적용에 관한 발주자의 수요가 적고 경제적인 이득이 부족하기 때문에 현재 기존 견적 방식을 선호하는 것으로 나타났다(Aibinu and Venkatesh 2014). 국내에서도 일부 대형 건설사를 중심으로 BIM 물량산출 또는 견적을 도입하고 있다(김우영 외 2012).

BIM은 건적 전문가들이 원하는 완벽한 수량산출내역서(BOQ)를 출력하지 않는다 (Estman et al. 2008). 미국 건설사 DPR에서 경험한 BIM 적용 사례에 의하면, 전체 대비 14% 정도의 자재는 BIM 모델로부터 물량을 산출하지 않았다고 언급하였다 (Tiwari et al. 2009). 국내에서도 전체 내역 대비 BIM과 연동되는 내역이 크지 않은 것으로 나타났다(박영진 2013). 이러한 한계들을 극복하고 향후 BIM 적용사업에서 기술력을 점유하기 위해 BIM 건적을 효율적으로 수행하기 위한 방안이 필요하다.

표 2-3. 국외 BIM 건적 적용 현황

국가	사업명	BIM 건적 적용 범위 및 프로젝트 규모	이미지
미국	Wake County Justice Center	지상11층 지하 2층, 53,605m ²	
	Denver art museum	콘크리트 구조물에 대한 물량산출, Hamilton Building 지상 4층, 13,843m ²	
	Sutter Med CNTR Valley	모델로부터의 수량산출과 주단위로 부재의 시공물량 산출, 21,368m ²	
노르웨이	Children hospital in Alesund	실(Room) 또는 건축부재의 내역과 BIM 모델을 연동한 BIM기반 공사비 산출 538,838m ²	
	MEIERITOMTEN FØRDE	BIM을 통한 물량산출과 공사비 산출, 13,000m ²	
핀란드	Helsinki University of Technology Auditorium Hall(HUT-600)	IFC 형식으로 BIM 건적 업무 수행, 프로젝트생애주기 비용(LCC)분석의 자동화	
	HAKA 6	BIM 모델의 면적과 부피에 의한 공사비 산출, 수량에 기초한 비용 및 물량산출	
	Helsinki Music Centre	설계 및 입찰단계에서의 공사비 관리, 82,000,000m ²	
덴마크	Ramboll Head Office	BIM으로부터 물량산출에 필요한 정보를 자동으로 추출, 40,000m ²	

나. BIM 견적 관련 연구

BIM 견적은 3차원 모델의 물량정보로부터 물량을 산출하고, 공사비를 산정한다. BIM 견적에는 다양한 BIM 저작도와 견적 프로그램이 사용되며, 이들 프로그램간 데이터 교환시 호환성이 확보되어야 한다. 기존 BIM 견적관련 연구에서 BIM 모델과 견적 정보들 간의 호환성을 확보하기 위한 많은 연구들이 진행되어 왔음을 알 수 있다(Zhiliang et al. 2011, Lee et al. 2014). 특히, buildingSMART 협회에서는 BIM 프로젝트에서 전반적인 데이터 교환을 위한 정보 요구사항을 IDM(Information Delivery Manual)을 통해 정리하고 있으며, 견적뿐만 아니라 각 분야에서의 데이터 교환을 위한 요구사항이 정의되어 있다(NIBS 2012).

또한 BIM 견적에서는 BIM 모델과 견적정보(cost model 또는 data)를 연계시키는 방안에 관한 연구가 진행되었다(Staub-French et al. 2003 a, b). Jrade and Alkass (2007)은 개략적인 BIM 모델을 통해 건설 프로젝트 생애주기 비용을 예측하는 방안에 관한 연구를 진행하였다. 그리고 프로젝트 초기 개략적인 모델(schematic model) 또는 구조 모델로부터 정확한 물량을 산출하기 위한 연구가 수행되었다(Jadid and Idrees 2007; Franco et al. 2012).

Leite et al. (2011)은 BIM 모델의 상세 수준을 높이기 위해서는 2~11배의 노력이 필요하다고 언급하였다. 2배 이상의 추가적인 노력을 들여서 상세 수준이 높은 BIM 모델 작성이 반드시 필요한 것은 아니지만, 상세한 BIM 모델은 정확하고 더 나은 의사결정을 지원한다. 그러나 Leite et al. (2011)은 물량산출이 아닌 BIM 협업 또는 부재간 간섭을 방지하는 것에 초점을 두고 있기 때문에 BIM 모델 작성 수준이 물량에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

Nassar (2012)는 BIM 모델의 작성 수준을 달리하여 기존 견적 방식과의 물량의 정확도를 분석하였다. 그 결과, 공종별로 BIM 물량에 정확도가 차이가 있음을 발견하였다. 특히, 목공사, 방수 및 단열공사, 내외부 마감공사는 콘크리트, 조적, 창호공

사에 비해 BIM 물량의 정확도가 낮은 것으로 나타났다. 무조건 상세수준이 높은 모델로부터 물량을 산출하는 것 보다는 물량의 정확도를 높이면서 모델링 작업에 소요되는 노력은 줄이기 위한 연구가 필요하다.

또한 건축 설계 위주로 작성된 BIM 모델은 시각화에 중점을 두고 있기 때문에 물량산출을 위한 건적 모델과 차이가 있다(Monteiro and Martins 2012). 포르투갈에서는 BIM 표준 정립의 일환으로 BIM 건적을 위한 모델링 방법을 각 공종마다 제시하고 있다. 마감공사와 관련되어 있는 수장공사(Coating)를 예로 들면, 수장공사의 물량은 벽과 바닥 면적을 기준으로 계산하며, 정확한 물량을 가진 모델을 생성하여 물량을 산출하거나, 구조 모델로부터 수장공사에 관한 물량을 산출할 경우 물량 오류를 측정할 수 있어야 한다고 설명하고 있다(Monteiro and Martins 2013). 그러나 이 연구는 AIA에서 정의하고 있는 BIM 모델의 상세수준인 LOD 300을 기준으로 각 공정별 모델링 방법을 정의하였기 때문에 BIM 모델의 상세수준 변화에 따른 물량차이는 알 수 없다.

기존 연구들을 살펴본 결과, BIM 건적에서는 데이터 교환시 호환성을 고려해야 하며, BIM 모델 작성에 상당한 노력이 소요됨을 알 수 있었다. 그리고 물량산출을 위한 모델 작성 방안과 BIM 모델로부터 어떤 물량정보를 추출해야 하는지에 관한 기초적인 연구가 진행되어 왔음을 알 수 있었다. 하지만 BIM 모델의 상세수준 및 표현방식이 물량에 어떤 영향을 미치는지에 관해서는 알 수 없다. 정확한 BIM 물량 산출을 위해서 BIM 모델의 상세수준을 높이는 것이 필요하지만, 작업시간과 같은 제약으로 인해 BIM 건적을 위한 모델 작성에 많은 시간과 노력이 요구된다.

BIM 환경에서 다양한 수준으로 작성이 가능한 BIM 모델은 물량 및 공사비의 정확성에 영향을 미칠 수 있기 때문에, BIM 건적을 위한 모델 작성 노력은 축소시키면서, BIM 물량의 정확도를 확보할 수 있는 방안이 필요하다. 특히 마감공사의 공종마다 BIM 모델 수준에 따라 물량 정확도에 차이가 있는 것으로 드러났으므로, 마감공사를 중심으로 모델링 방법에 따른 BIM 물량차이를 분석하는 것이 필요하다.

다. BIM 모델 작성 기준

BIM 견적을 위한 모델 작성 방안을 조사하기 위해 일반적인 국내외 BIM 모델 작성 기준 및 상세수준을 살펴보고자 한다. 서론에서 일부 언급하였듯이, BIM 모델의 상세수준을 의미하는 용어로 LOD, LOI가 있다. BIM 모델의 상세수준은 프로젝트가 진행되는 동안 수많은 의사결정을 통해서 정보의 양과 질이 높아지고, 이러한 정보가 BIM 모델에 반영되기 때문에 다양한 방식으로 표현될 수 있다. 예를 들어, 기획단계에서는 매스모델(Mass model)과 같이 건물의 공간만을 표현하고, 기본설계 단계 이후에서는 건축 부재로 건물을 표현하는 것이다. BIM 모델을 작성하기 전에 건축 부재를 어떤 수준으로 어느 범위까지 작성할 것인지 계획을 수립해야 한다.

BIM 업무 계획 시 고려되어야 하는 LOD(Level of detail)는 컴퓨터 그래픽분야에서 사용되는 개념으로, 사물 또는 3차원 객체를 바라보는 거리에 따라 시각적으로 다르게 표현되는 것을 의미한다(Carl M. E. 2000). BIM에서는 3차원 객체의 형상이외에 건설 프로젝트 생애주기 동안 발생하는 공간 정보, 에너지 분석, 견적, 공정, 시공계획 등과 같은 많은 정보들을 포함하기 때문에, LOD(Level of development)로 의미가 발전되었다(BIMFourm 2013, 박승희 2014). ‘그림 2-2’에서와 같이 호주, 영국, 덴마크, 싱가포르 등 BIM 적용을 추진 중인 국가의 BIM 지침에서 다양한 LOD 수준을 제시하고 있다(CRC 2009, AEC 2009, bips 2006, BCA 2013).

BIM의 LOD를 정의하고 있는 대표적인 사례는 AIA DocumentTM E202와 G202이다. AIA에서 정의한 바에 따르면 LOD는 100에서 500까지 총 5단계로 구분될 수 있으며, 3차원 객체의 형상 정보뿐만 아니라 구조해석, 견적, 공정 등과 같은 정보의 수준도 단계별로 구분하고 있다. 상세수준이 가장 낮은 LOD 100에서는 건물을 3차원 매스모델로 표현한 것으로, 견적에서는 면적이나 체적으로 공사비를 산출할 수 있다. 반면 상세수준이 가장 높은 LOD 500에서는 실제 시공 상태와 동일한 모델로 표현되기 때문에 자재마다 실제 투입된 물량과 공사비를 포함한다.

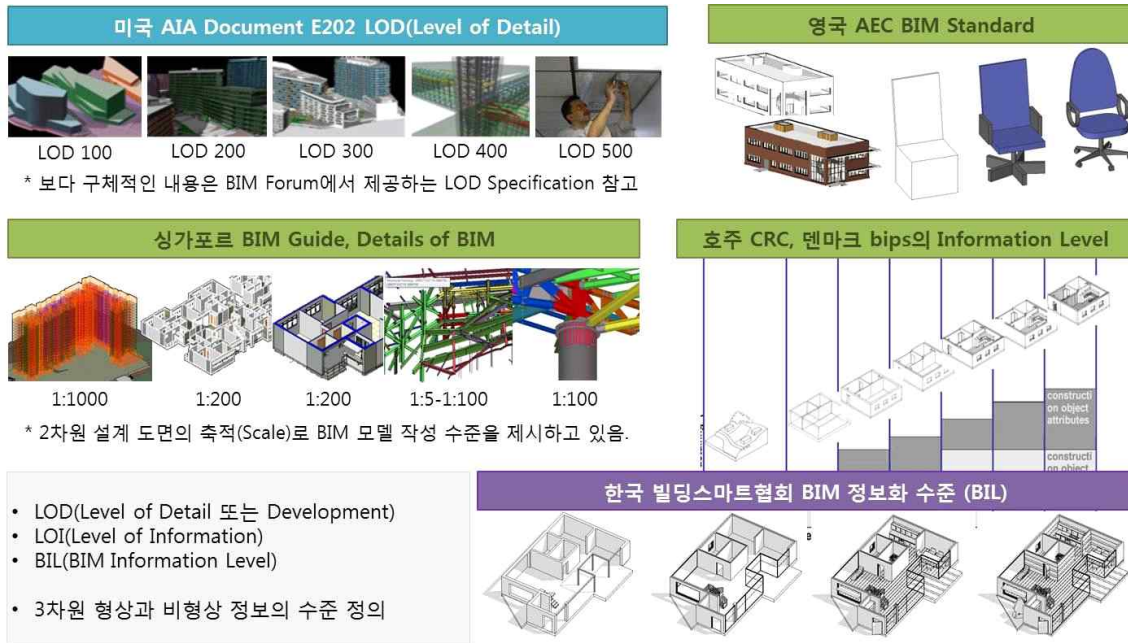


그림 2-2. 국내외 지침서에서의 BIM 모델 작성 수준

최근 BIMforum에서는 'LOD Specification'를 발표하였는데, 이는 Unifomat⁴⁾에 의해 분류된 건축 부재를 프로젝트 단계마다 BIM 모델로 작성하는 기준을 보다 구체적으로 정의하고 있다. AIA DocumentTM 과 달리, LOD Specification에서는 LOD 300과 400 사이에 350을 새로 추가함으로써, LOD를 총 6단계로 정의하고 있다. 일반적으로 LOD 300 수준에서 시공도서가 제작되지만, 건설사들이 협력업체들과 제작 및 설치과정을 협업하기 위해서는 LOD 300보다 더 높은 수준의 모델이 필요하였다. 시공 제작도(Shop drawing) 작성 수준인 LOD 400과 LOD 300 사이에 한 단계가 추가된 것이다(Jim Bedrick 2013).

그리고 LOD Specification에서는 설계단계 마다 규정된 LOD는 없다고 설명하고 있다. 즉, 기본설계단계라고 해서 LOD 200으로 반드시 모델링해야하는 것은 아니라

4) 미국과 캐나다에서 사용되고 있는 건축 표준 분류체계이다. 유럽 국가들은 Masterformat을 주로 사용한다.

는 것의 의미한다. 예를 들면, 기본설계단계가 종료되는 시점에 완성된 모델은 LOD 200의 많은 부재들을 포함하고 있는 것이다. 그리고 하나의 건물이라도 건물에 포함되는 부재마다 LOD가 다르기 때문에, LOD 200 모델이라는 표현은 사용하지 않는다. 모델을 구성하는 건축 부재마다 서로 다른 LOD로 작성될 수 있기 때문이다. 기본설계 단계에서 반드시 LOD 200 수준으로 모델링해야 하는 것은 아니다(Saurabh T. 2009). LOD는 건설 참여자들의 협의에 의해 적합한 수준으로 정의되는 것이다(Firat et al. 2010). 그러므로 BIM 적용사업에서 각 전문분야의 엔지니어들은 BIM 모델 작성 수준 즉, LOD에 따라서 활용할 수 있는 정보의 수준이 어떻게 달라지는지 파악하고, BIM 수행 계획 시 이를 반영할 수 있어야 한다.

프로젝트 단계마다 다른 상세 수준을 가지는 BIM 모델에서 제공되는 물량정보는 차이가 있다(Monteiro and Martin 2013, 이재준 외 2008). BIM 견적에서 견적 전문가들은 BIM 모델의 작성 수준에 따른 물량정보 차이를 이해하고, 원하는 수준의 물량정보를 얻기 위해서 어떤 수준으로 BIM 모델을 작성해야 하는지 알아야 한다. 한 예로, 미국 보훈청(Department of Veterans Affairs, VA)의 BIM 가이드에서는 프로젝트 단계마다 15가지 전문분야의 요구정보들을 정의하고 있다. BIM 견적을 위해 요구되는 정보(Costing Requirements)들을 정리하면, '표 2-4'와 같다.

VA BIM 가이드는 LOD Specification과 같이 BIM 모델을 Unifomat에 의해 분류하고 있으며, BIM 모델의 작성 수준에 따라 BIM 견적에서 기본적으로 요구되는 객체정보를 총 16개로 정의하고 있다. LOD 100 수준으로 작성된 건축 부재로 견적을 수행하기 위해서는 최소한 개략적인 비용, 단가, 미래 원가 추정치가 정의되어야 한다. 여기서 미래 원가 추정치라 함은 현재 가격이 아닌, 미래에 예상되는 가격으로 보정하기 위한 비율 또는 지수를 의미한다. 프로젝트 단계마다 사용되는 견적 방법에 차이가 있듯이, BIM 견적을 위해 요구되는 객체정보에도 차이가 있다. 견적 전문가들은 프로젝트 단계마다 다르게 작성되는 BIM 객체정보의 차이를 이해하고, BIM 객체정보의 차이가 물량산출 결과에 미치는 영향에 관해서도 알아야 한다.

표 2-4. 미국 보훈청 BIM 가이드의 BIM 견적을 위해 요구되는 객체 정보

BIM/건축모델 분류 (Unifromat)	BIM 모델 작성 수준	견적을 위해 요구되는 객체 정보
A. 구조체 A10. 기초 A1020. 공간 B10. 기둥 B10. 보 B1010. 바닥 B2010. 외장 B2020. 커튼월 B2020. 창문 B2030. 문 B30. 지붕 C. 마감 C1010. 벽 마감 C3030. 천정 마감 D10. 이동 수단 D20. 위생설비 D30. 기계설비 D30. 공조설비 D30. 난방설비 D40. 소방설비 D50. 전기설비 E10. 가구 E2010. 붙박이 가구 G. 지형 F1010. 특수 구조물	LOD 100 - 개념	
	위치, 방향, 높이, 면적이 표현된 전반적인 건물의 매스모델 <i>(Overall Building Massing Indicative of Area, Height, Volume, Location, and Orientation)</i>	개략적인 비용 <i>(Conceptual Cost)</i>
		개략적인 단가 <i>(Conceptual Unit Cost)</i>
		미래 원가 추정치 <i>(Future Cost Assumptions)</i>
	LOD 200 - 개략적인 형상	
	개략적인 물량, 크기, 형태 등이 표현된 모델 <i>(Generalized Systems or Assemblies with Approximate Quantities, Size, Shape, Location, and Orientation)</i>	단위단가, 면적단가 <i>(Value Based Costing; i.e. Cost SqFt)</i>
	LOD 300 - 정확한 형상	
	명확한 크기, 형태 등을 가지고 있는 부재들로 구성된 모델 <i>(Specific Assemblies that are Accurate in Terms of Size, Shape, Location, Quantity, and Orientation)</i>	부재의 단가 <i>(Assembly Based Costing)</i>
		해상 운송비 <i>(Shipping Cost)</i>
		추가 세금 <i>(Additional Tax)</i>
		총 소유비용 <i>(Total Ownership Cost)</i>
	LOD 400 - 제작	
	완벽한 제작, 조립, 세부 정보를 가지고 있는 부재들로 구성된 모델 <i>(Specific Assemblies that are Accurate in Term sof Size, Shape, Location, Quantity, and Orientation with Complete Fabrication, Assembly, and Detailing Information.)</i>	구매 정보 <i>(Purchase Information)</i>
		임대비 <i>(Retail Cost)</i>
		임대단가 <i>(Retail Cost Unit)</i>
		설치비 <i>(Installation Cost)</i>
		조립 및 제작 비용 <i>(Set Assembly Cost)</i>
	LOD 500 - 준공	
	실제 시공된 정확한 부재로 구성된 모델 <i>(Constructed Assemblies Actual and Accurate in Terms of Size, Shape, Location, Quantity, and Orientation.)</i>	투입 비용 <i>(Recorded Actual Cost)</i>
		투입된 설치비 <i>(Installed Cost)</i>
		비용 초과 <i>(Cost Over-Run)</i>

반면, 국토해양부 BIM 적용 지침서에는 BIM 정보분류체계를 BIM 객체분류체계와 BIM 속성분류체계로 구분하고 있으며, 이러한 분류체계가 BIM 데이터를 체계적으로 공유 및 교환하기 위해 필요하다고 서술하고 있다. BIM 객체분류체계는 공간, 부위로 구분하고 있으며, BIM 속성분류체계는 해당 기관의 분류체계를 적용하거나, BIM 소프트웨어가 제공하는 분류체계를 사용하도록 하고 있다. 그러나 BIM 활용 분야마다 구체적으로 어떤 방식으로 객체를 분류하고, 어떤 수준으로 객체를 정의해야 하는지에 관한 언급은 없다.

정부가 제시한 건설정보분류체계(2006)를 살펴보면, 이는 미국에서 사용하는 Unifomat을 토대로 시설물, 공간, 부위, 공종, 자원 5개의 카테고리로 분류하고 있으며, 자원은 자재, 장비, 인력으로 구분된다. 그 중 자재에 해당하는 내용이 조달청 물품목록체계에 반영되어 있다. 그러나 건설정보분류체계에서 자재분류는 11자리이며, 조달청 물품목록체계는 16자리로 서로 상이한 것으로 나타난다. 해당 체계가 범국가적인 체계로 활용되고 있지 않고 있으며, 업체마다 구축되어 있는 기존의 분류체계를 새로운 건설정보분류체계로 바꾸는데 막대한 비용과 시간이 소모되기 때문에 시행력이 부족한 것으로 나타난다(정준수 2010).

한편, 국내 조달청 BIM 적용 지침서는 BIM 데이터를 구조, 건축, 대지 및 조경, 기계 설비 등으로 구분하고 있으며, 프로젝트 단계에 따른 BIM 모델의 최소 작성 기준을 '표 2-5'와 같이 제시하고 있다. 계획설계 단계에서는 기본적인 건축 요소인 기둥, 보, 내력벽 등을 작성하고, 실시설계 단계에서 부터 건축 마감재를 모델링 하도록 제시하고 있다. 국외 BIM 가이드에서와 같이 건축모델의 분류체계에 의한 세부 작성 수준은 제시되어 있지 않으며, 국내 BIM 지침서는 BIM 데이터 작성 및 제출 기준 위주로 정리되어 있다. 그리고 BIM 모델로부터 산출한 수량기초데이터는 중간설계 단계에서 부터 제출하도록 제시하고 있다. 조달청에서 요구하는 수량기초데이터는 기둥, 벽, 바닥과 같은 건축 부재의 면적과 체적이며, BIM 데이터의 작성 수준에 따라 달라질 수 있는 수량기초데이터에 관해서는 고려되지 않았다.

표 2-5. 조달청 BIM 적용 지침서의 최소 부재 작성 기준

단계	최소부재 작성 기준
계획설계	(구조) 기둥, 보, 내력벽, 바닥, 지붕 (건축) 비내력벽, 문, 창문, 커튼월 (대지) 대지경계선 내부의 고저, 주차선, 도로선
중간설계	(구조) 계단, 경사로, 트러스, 데크플레이트 포함 (건축) 경사로의 개구부, 난간, 천정 포함 (기계) 위생기구
실시설계	(구조) 상동 (건축) 두께 50mm 이상의 마감재, 옥외 오수, 우수, 급수 관로 및 중요 가시설 (기계) 배관, 주요장비

프로젝트 단계마다 BIM 모델 작성 수준과 범위를 명확하게 설정해야 하는 것은 다양한 분야의 건설참여자들과 원활한 데이터 교환 및 협업을 위해서 이다. BIM은 3차원 모델뿐만 아니라 구조해석, 환경 분석, 공정관리 등 다양한 분야의 데이터가 저장되고 사용되기 때문에, 데이터 교환을 위한 공통된 BIM 모델 작성 기준이 필요하다. 그리고 BIM 모델 작성 기준은 전반적인 업무 범위를 설정하는데 기준이 되며, 견적뿐만 아니라 BIM을 활용하고자 하는 모든 분야에서 요구되는 사항이다.

해외 BIM 프로젝트에서 주로 적용되고 있는 펜실베이니아주립대학의 BIM 실행 계획 지침서(BIM Project Execution Planning Guide)와 Autodesk의 BIM 수행계획서(BIM Deployment Plan)에 따르면, BIM을 적용하고자 하는 프로젝트 단계, 범위를 기준으로 건설 참여 주체마다 BIM 모델 작성 수준 및 책임자를 정의함으로써 BIM 작성 및 데이터 교환의 기준으로 활용하도록 제시하고 있다. 특히, 정보 교환 계획표(Information Exchange WorkSheet)를 통해 참여자 마다 각 단계별 정보교환에 필요한 최소 요구수준(정보수준)을 정의할 수 있도록 공통된 양식을 제공하고 있다.

참여자마다 정의한 최소 요구수준을 바탕으로 모델 작성 계획표(Model Definition WorkSheet)에서 BIM 분류체계 즉, Unifomat에 따른 모델 작성 수준과 책임 주체를 정의하도록 제공하고 있다. 여기서 BIM 정보의 수준은 크게 3단계로 구분하고 있으며, LOD로 대체하여 BIM 모델 수준을 정의할 수 있다. BIM 실행계획을 통해 공통된 문서를 사용함으로써 사업 수행 시 조직내 원활한 의사소통이 가능하다. 그 밖에 BIM 실행계획서의 공통적인 항목으로는 프로젝트 단계의 업무 내용 및 범위, 수행 인원, 협업 시스템, 데이터 교환 방식 등 BIM 업무 환경을 어떻게 구축하고 관리할 것인지에 관한 내용을 포함하고 있다.

반면, 국내 BIM 지침서는 프로젝트 단계마다 최소한의 BIM 모델 작성 범위만을 제시하고 있다. 국외에서 적용되고 있는 BIM 모델 작성 수준과 비교한 결과, BIM 모델의 분류체계 및 구체적인 BIM 모델 작성 수준이 부족한 것으로 나타난다. 또한 BIM을 활용하는 각 전문분야에서 요구되는 정보의 정의가 부족한 것으로 나타났다. 특히 견적에서는 BIM 모델 작성 수준이 물량 및 견적의 정확성에 영향을 미칠 수 있기 때문에 BIM 모델 작성 수준에 따른 물량차이 분석이 필요하다. 특히, BIM 정보 권한에서 각 전문 분야별 BIM 모델의 작성 수준과 책임을 명시하고 있는 점에서 국내 BIM 수행계획서와 차이가 있다.

3. 현업에서의 BIM 견적 적용 현황

가. BIM 견적 시스템의 종류

BIM 견적은 3차원 객체로부터 필요한 정보를 추출하여 물량산출 및 공사비 산정을 수행하는 것으로 3차원 객체를 생성하기 위한 BIM 저작도구와 물량 및 공사비 산정을 위한 견적 프로그램이 함께 사용된다. BIM 저작도구와 견적 프로그램이 연동되는 방식에 의해 BIM 견적에 사용되는 시스템을 아래와 같은 세가지 방식으로 구분하였다(Estman et al 2008).

- 1) 물량정보를 포함한 BIM 저작도구의 데이터를 다른 견적 프로그램으로 전송
- 2) BIM 저작도구와 직접 연동되는 견적 프로그램 사용
- 3) 다양한 BIM 저작도구의 데이터를 전송 받을 수 있는 견적 프로그램 사용

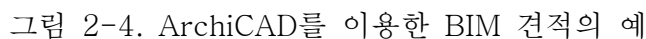
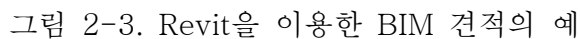
첫 번째는 BIM 저작도구에서 물량정보를 표로 작성하는 기능을 이용하여 엑셀이나 외부 데이터베이스로 내보내는 것을 의미하며, 대표적으로 Revit, ArchiCAD가 이에 해당된다. 두 번째는 3rd party⁵⁾ 프로그램을 통해 BIM 저작도구와 견적 프로그램이 동일한 파일 형식으로 직접 연동되는 방식을 말한다. SketchUp과 D-Profiler가 두 번째 항목에 해당된다. 마지막으로 세 번째 항목은 물량산출 프로그램이 다양한 형식의 BIM 정보를 읽어 들인다는 점에서 다른 방식과 차이가 있으며, Vico Office, Solibri Model Checker 등이 해당된다. 또한 세 번째 방식은 BIM 모델로부터 자동으로 산출하는 기능과 기존 견적 방식과 같이 수동으로 계산할 수 있는 기능을 모두 제공하기 때문에 실무 활용성 측면에서 매우 유용하다. 이러한 방식을

5) 메인 소프트웨어의 기능을 더해주는 역할을 하는 또 다른 작은 응용 소프트웨어를 말하며, 애드온(Add-on), 플러그인(Plug-in)이라고도 불린다.

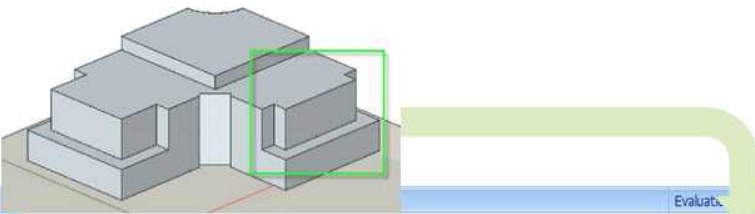
기준으로 국내에서 사용되고 있는 BIM 견적 시스템을 정리하면 '표 2-6'과 같다.

표 2-6. 국내 BIM 견적에 활용되고 있는 시스템의 종류

유형	소프트웨어	물량산출 방식	견적방법
1)	Revit	3차원 객체가 가지고 있는 길이, 면적, 부피와 같은 물량정보를 일람표로 출력	개산견적, 상세견적
	ArchiCAD	객체가 가지고 있는 다양한 물량정보를 사용자가 정의한 양식에 따라 표(Schedule)로 출력	
2)	SketchUp (Plug-in)	부재(Component)의 속성을 출력하는 보고서 기능(Attribute Report)을 이용하거나 추가 모듈 개발을 통해 물량산출 가능	개산견적
	D-Profiler	층, 실 단위로 BIM 모델을 생성하고, 공종 또는 자재 유형별로 계산식(Formula)을 입력하여 물량 산출, 즉 과거 견적 데이터(DB)를 활용한 면적기반 개략공사비 산정 단위단가, 요소 견적에 의한 개산견적 중심	
3)	Vico Office	다양한 BIM 저작도구(SketchUp, Revit, ArchiCAD, Tekla 등)에서 생성된 객체의 물량정보와 속성을 이용하여 물량산출에 필요한 계산식 설정 기획 단계에서부터 시공단계에서 활용 가능하며, 공사비 산정, 4D 공정시물레이션 가능	개산견적, 상세견적
	Solibri Model Checker	개방형 BIM의 표준 파일 형식인 IFC에 의한 물량 산출	
	Grace	Revit 또는 Navisworks와 연동되는 비용 및 일정 관리 프로그램	상세견적
	고려전산	기존에는 2차원 설계도서를 이용한 견적 프로그램이었으나, 최근 ArchiCAD, Revit과 연동되는 모듈을 개발함으로써 BIM 견적을 지원하고 있음	



건축분야에서 널리 사용되고 있는 Revit과 ArchiCAD는 3차원 객체가 가지고 있는 자재명, 두께, 길이, 면적 등과 같은 속성 정보를 물량산출에 필요한 표로 출력하여 BIM 견적을 지원한다(그림 2-3, 2-4). 출력된 표는 엑셀이나 다른 견적 프로그램으로 전송하여 추가 작업을 진행하게 되는데, 이들 프로그램에서는 3차원 객체를 구성하는 방식, 즉 BIM 모델 작성 수준에 따라 개산견적과 상세견적이 가능하다.



		Evaluation Formula	Mechanical Attributes
011_기초출	PE말뭉치+버림+기초머트	IF(FloorNumber = 1, TRUE, FALSE)	Properties
012_기초출(추가분)	PE말뭉치+버림+기초머트(추가분)	IF(FloorNumber = 1, TRUE, FALSE)	Properties
033_지하출 수직(지하주차장)	기둥+옹벽/ CONC 0.08/형틀 0.15(일반55%+유로폼26%+합벽1...	IF((FloorNumber >= 2)&(Bin_Basement), TRU...	Properties
034_지하출 수평(지하주차장)	보+슬라브+계단/ CONC 1.37/형틀 1.3(일반25%+슬라브21%+...	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber < 4)&(...	Properties
035_지하출 수평(지하주차장뚜껑)	보+슬라브+계단/ CONC 1.83/형틀 1.5(일반28%+슬라브65%+...	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber = 4)&(B...	Properties
053_지상출 수직(주상복합 저층부)	기둥+옹벽/ CONC 0.065/ 일반43%+유로폼57%/ 월근비 235	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber = 5)&(Bl...	Properties
053_지상출 수직(주상복합 트랜스출)	기둥+옹벽/ CONC 0.065/ 형틀*0.88(일반36%+유로폼64%)/ ...	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber = 6)&(Bl...	Properties
054_지상출 수평(주상복합 저층부)	보+슬라브+계단/ CONC 1.45/ 일반33%+슬라브33%+데크34%...	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber = 5)&(Bl...	Properties
054_지상출 수평(주상복합 트랜스출)	보+슬라브+계단/ CONC 1.45*7/ 형틀*1.8(일반56%+슬라브44...	IF((FloorNumber >= 2)&(FloorNumber = 6)&(Bl...	Properties

그림 2-5. D-Profiler를 이용한 BIM 견적의 예 (출처; 라인테크)

D-Profiler는 기획 또는 계획설계 단계에 개산견적을 위해 사용되는 BIM 견적 프로그램으로 건물의 위치, 형태, 면적이 결정된 매스모델로부터 산출된 물량에 과거 공사비 데이터를 반영하여 단위단가, 요소견적으로 공사비를 산정하는 방식이다. 이에 '그림 2-5'와 같이 건물의 매스모델을 작성하면, 해당 모델의 물량이 공종 및 자재 유형에 따라 기존에 입력된 물량산출식(Formula)에 반영되어 공사비가 산정되는 것이다. D-Profiler에서는 과거 공사비 데이터 및 물량산출식을 관리하는 데이터 베이스가 중요한 역할을 하는 것이다.

SketchUp, Revit, ArchiCAD, Tekla 등 다양한 BIM 모델과 연동되는 견적 시스템에는 Vico Office와 Solibri Model Checker(이하 SMC)가 있다. SMC는 견적시스

템이라기 보다 BIM 모델의 품질을 검토하기 위한 도구로서, 개방형 BIM 표준 데이터 형식인 IFC(Industry Foundation Class)에 저장되어 있는 물량정보를 출력하는 기능을 제공한다. SMC는 다양한 BIM 저작도구에서 제공하는 파일을 읽어 들이지는 못하고, IFC 파일만 읽을 수 있다. 반면, Vico Office는 IFC 뿐만 아니라 BIM 저작도구의 원본 파일과 연동이 되며, 물량산출을 비롯한 원가계획(Cost Planning) 기능을 포함하고 있기 때문에 Vico Office의 물량산출 기능에 관해서 자세히 언급하고자 한다. Vico Office는 3차원 객체가 가지고 있는 속성과 물량정보를 이용하여 물량산출식을 입력함으로써 공사비를 산정하는 방식이다. 물량산출식(Formula Editor) 입력을 예로 들어 설명하면, '그림 2-6' 와 '표 2-7'와 같다.



그림 2-6. Vico Office를 이용한 BIM 견적의 예 (출처; 두올테크)

표 2-7. Vico Office에서 BIM 견적을 위해 입력한 물량산출식의 예

코드	객체명 또는 물량산출 내역	물량산출식	단가	단위
C.2B.A	벽			
C.2B.A.0010	WALL-수성페인트			
ANC1-3211-05	수성페인트(로울러칠) _내벽3회, 1급(GB면)	WALL-수성페인트.Net Reference Side Surface Area		M ²
M_ANC1-3211-05	재료비	Parent.Quantity	1,300	원
L_ANC1-3211-05	노무비	Parent.Quantity	2,500	원
O_ANC1-3211-05	경비	Parent.Quantity	100	원
C2B.B	바닥			
C.2B.B.0010	WALL-FLOOR_스톤코트+몰탈+방수			
AOA1-1310-0799	스톤코트_T3	WALL-FLOOR_스톤코트+몰탈+방수.Net Reference Side Surface Area		M ²
M_AOA1-1310-0799	재료비	Parent.Quantity	14,000	원
L_AOA1-1310-0799	노무비	Parent.Quantity	6,000	원
O_AOA1-1310-0799	경비	Parent.Quantity	-	원
AGA1-3410-3700	시멘트모르타르바름_ 바닥, 37MM	WALL-FLOOR_스톤코트+몰탈+방수.Net Reference Side Surface Area		M ²
M_AGA1-3410-3700	재료비	Parent.Quantity	-	원
L_AGA1-3410-3700	노무비	Parent.Quantity	5,850	원
O_AGA1-3410-3700	경비	Parent.Quantity	-	원
AH11-0050-0000	시멘트 액체방수 - 바탕포함 바닥, 1종	WALL-FLOOR_스톤코트+몰탈+방수.Net Reference Side Surface Area		M ²
M_AH11-0050-0000	재료비	Parent.Quantity	-	원
L_AH11-0050-0000	노무비	Parent.Quantity	4,680	원
O_AH11-0050-0000	경비	Parent.Quantity	-	원

‘표 2-7’에서 벽의 물량산출 방식을 예로 설명하면, 수성페인트(로울러칠)_내벽3회, 1급(GB면) 내역의 물량은 객체명이 ‘WALL-수성페인트’인 벽의 옆면적(Net Reference Side Surface Area)을 산출하도록 지정되어 있다. 수성페인트(로울러칠)_내벽3회, 1급(GB면) 내역의 재료비, 노무비, 경비는 앞서 산출한 ‘WALL-수성페인트’인 벽의 면적에 따라 단가가 적용되도록 설정되어 있다. ‘표 2-7’에서 Parent.Quantity는 상위 코드의 물량산출식이 그대로 반영되는 것을 의미한다.

Vico Office는 3차원 객체가 가지고 있는 물량정보를 물량산출식에 적용하여 계산하는 방식이므로, 3차원 객체 또는 모델의 작성 수준에 따라서 개산견적과 상세견적이 가능하다. D-Profiler에서와 같이 3차원 객체가 건물의 매스형태로 모델링된 경우, 개산견적에 의해 공사비가 산정되고, ‘그림 2-6’에서와 같이 3차원 객체가 건축 부재로 모델링된 경우, 상세견적에 의한 공사비가 산정되기 때문이다.

이들 프로그램은 해외에서 상용화된 프로그램들로 국내에서 사용하는 분류체계와 견적 방식이 반영되어 있지 않아 현업에서 사용하는데 한계가 있다(김성아 외 2008). 이에 현업에서는 Grace와 고려전산과 같은 국산 소프트웨어들이 사용되고 있다. Grace는 (주)유미드시스템에서 개발한 공사관리 프로그램으로 WBS(Work Breakdown Structure)와 CBS(Cost Breakdown Structure)를 적용하여 비용 및 일정 관리를 지원한다. 그리고 고려전산은 건축 견적에서 가장 많이 사용하는 프로그램으로 최근 BIM과 연동 모듈을 탑재하면서 BIM 견적에서도 활용되고 있다.

그 밖에 국내 공공부문 BIM 적용을 추진하고 있는 조달청에서 개발한 BIM 개산견적 시스템에 관한 내용을 살펴보고자 한다. 조달청은 BIM 적용 및 활성화를 위해 개산견적 프로그램을 개발하여 BIM 적용 사업에서 이를 활용하고 있다. 이 프로그램에서 적용되고 있는 공종별 견적방법을 자세히 살펴보면, ‘표 2-8’에서와 같이 각 공종마다 물량산출 방식을 다르게 정의하고 있음을 알 수 있다. 기존에 조달청 개산견적 프로그램에서 사용했던 물량산출 방식을 토대로 BIM 물량 적용 여부를 판단하고, BIM 물량 적용 수준을 A, B, C 3가지로 구분하였다.

표 2-8. 조달청 BIM 개산건적 프로그램에서의 물량산출 방식

조달청 공종분류		물량산출 방식	BIM 물량 적용 수준	공사비 비율(%)
A	공통공사	연면적	A	4.5
B	토공사	연면적		
C	기초 및 지정공사	연면적		
D	철근콘크리트 공사	기초, 기둥, 보, 벽, 슬래브, 계단, 지붕의 면적	C	19.4
E	철골공사	기둥, 보, 기타 부재의 길이		
F	조적공사	벽 면적		
G	미장공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적	B	9.6
H	방수공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적		
I	목공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적		
J	금속공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적		
K	지붕 및 흡통공사	연면적	A	0.3
L	창호 및 유리공사	문, 창, 커튼월의 면적	C	8.1
M	타일 및 돌공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적	B	10.3
N	도장공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적		
O	수장공사	공간/구역별 바닥, 벽, 천정 면적		
P	부대공사	연면적	A	14.1
Q	철거공사	연면적		
R	기타공사	연면적		
S	골재비	연면적		
T	운반비	연면적		
	기계전기 통신	연면적	-	34
합 계				100

BIM 물량 적용 수준 A는 연면적에 면적당 단가를 계산하는 공종은 공통공사, 토공사, 기초 및 지정공사, 지붕 및 흡통공사, 부대공사, 철거공사, 기타공사, 기계 및 전기 통신공사에 해당되며, 이들 공종은 전체 공사비의 52.6%를 차지하고 있다.

BIM 물량 적용 수준이 B인 공종은 미장, 방수, 목, 금속, 타일 및 돌, 수장, 도장공사로 BIM 모델로부터 개략적인 물량을 산출하는 방식이다. 이들 공종은 전체 공사비의 19.9%를 차지하고 있으며 합성단가를 적용하여 계산한다. 개산견적 단계에서 BIM 모델로부터 정확한 물량을 산출하는 BIM 물량 적용 수준이 C인 공종은 골조공사와 창호공사에 해당하는 공종으로 전체 공사비의 27.5%를 차지하고 있으며, 개별단가를 적용하여 계산한다.

표 2-9. 조달청 BIM 개산견적 프로그램에서의 견적 방법

BIM 물량 적용 수준		공사비 비율(%)	단가적용 방식
A	건물의 연면적을 적용한 계산방식 BIM 또는 3차원 객체로 부터 산출한 물량이 아닌 기존 방식으로 계산한 물량과 동일	52.6	면적당 단가
B	BIM 또는 3차원 객체로 부터 개략적인 물량 산출 (예, 공간의 면적)	19.9	합성단가
C	BIM 또는 3차원 객체로 부터 정확한 물량 산출	27.5	개별단가

BIM 물량 적용 수준이 B인 마감공사 관련 공종들은 개산견적단계에서 BIM 모델의 작성 수준이 BIL(Building Information Level) 20 또는 30 수준으로 낮기 때문에 개략적인 부재의 대표물량으로 산출할 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 조달청은 BIM 개산견적 프로그램을 통해 공사비 오차를 5-10% 이내로 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 그리고 국가연구개발사업의 일환으로 BIM 상세견적 프로그램도 개발 중에 있다(조찬원 2015). BIM 상세견적 프로그램은 개산견적에 사용되었던 BIM 모델의 복합객체를 자동으로 분할하여 상세견적을 위한 BIM 모델을 생성하고, 회사마다 독립적으로 적용할 수 있는 단가 체계를 구축하는 것을 목표로 연구개발이 진행되

고 있다. 그러나 복합객체와 분할된 객체의 물량차이가 발생하는 궁극적인 원인을 규명하지 않는다면, 복합객체가 자동으로 분할된 BIM 모델로 부터 상세견적을 수행하는 것은 무의미하다. 그러므로 BIM 모델 작성 수준 및 3차원 객체를 구성하는 방법에 따라서 물량차이가 발생하는 원인을 밝힘으로써, 보다 정확한 상세견적을 수행하기 위한 BIM 모델 작성 기준에 관한 연구가 필요하다.

나. BIM 견적 실무 적용 현황

본 연구에서는 상용화된 시스템이 제공하는 BIM 견적 방식이 아닌, 실무자들이 사용하고 있는 BIM 견적 방식과 그에 따른 BIM 모델 작성 수준을 검토하기 위해 견적관련 전문가 4인을 대상으로 BIM 견적 작업 현황에 관한 인터뷰를 실시하였다. 그 결과, 골조공사는 철근을 제외한 콘크리트 부피와 일부 거푸집 면적을 산출하고 있는 것으로 나타났으며, 마감공사는 인터뷰 내용을 토대로 현업에서 적용되고 있는 마감공사의 BIM 견적 방식을 다음과 같은 세가지 방식으로 분류하였다.

- 1) 공간 모델의 물량에 면적단가를 적용한 개산견적
- 2) 개략적인 건축 부재의 물량에 합성단가를 적용한 개산견적
- 3) 건축 자재마다 고유 물량에 개별단가를 적용한 상세견적

기존 견적에서 마감공사의 물량을 산출할 때, 특정 실 또는 공간의 안목길이에 의해 마감재가 설치되는 부위의 길이, 면적을 계산하였다. BIM 견적에서도 안목길이에 의해 공간 모델을 생성하고, 공간 모델의 길이, 면적 등을 토대로 면적단가를 적용함으로써 개산견적에 의한 공사비 산정이 가능하다(그림 2-7). 이때 공간 모델에는 바닥, 벽, 천정 부위마다 마감재 정보를 입력해야 한다. 이러한 방법을 BIM 템플릿에 적용하여 설계사무소에 주로 사용된다(BIM-H 2014).

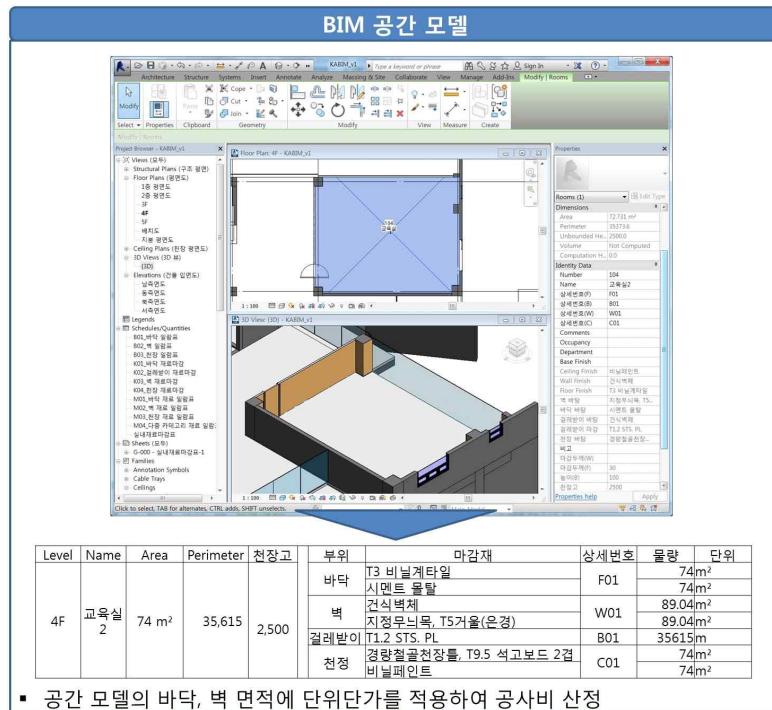


그림 2-7. 공간 모델과 면적단가에 의한 개산건적

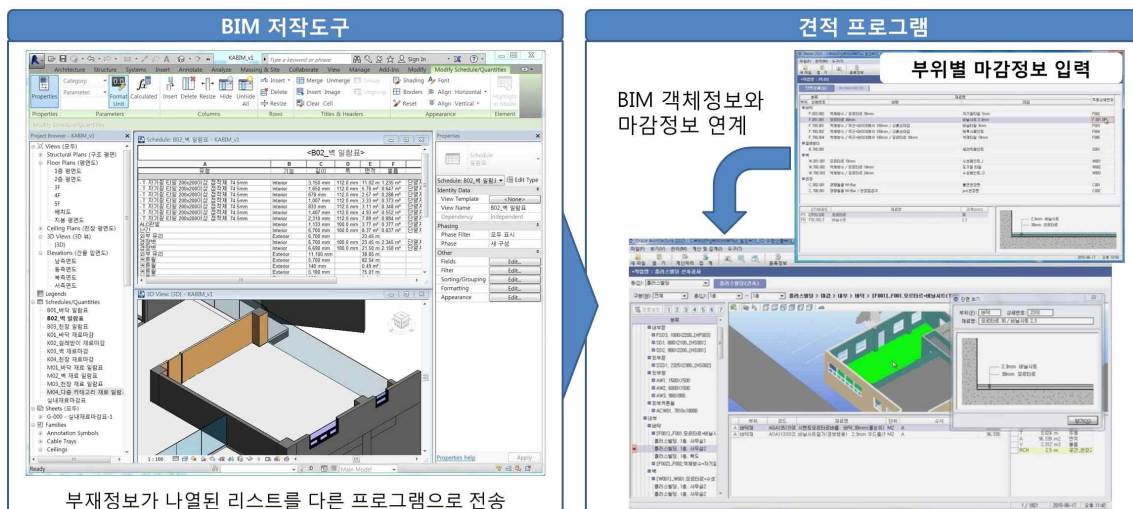


그림 2-8. 건축 부재의 대표물량과 합성단가에 의한 개산건적

두 번째는 개략적인 건축 부재를 복합객체로 모델링하여 부위별 합성단가에 의해 개산견적을 수행하는 방식이다(그림 2-8). 이는 Grace에서 지원하는 방식으로 바닥, 벽, 천정 부위마다 마감정보가 데이터베이스에 입력되어 있으며, 이 정보를 BIM 객체와 연계시켜 물량과 공사비를 산정한다. 이는 복합객체로 모델링된 건축 부재의 대표물량에 의해 물량을 산출하는 방식이다.

세 번째는 건축 자재를 각각 개별객체로 모델링하고, 해당 객체를 내역과 연계하여 견적 프로그램에서 물량을 집계하는 방식으로 고려전산에서 지원한다(그림 2-9). 고려전산은 기존 견적 방식을 지원하는 대표적인 프로그램으로 기존 견적과 BIM 견적을 병행할 수 있는 장점이 있다. 그러나 개별객체로 모델링하는데 많은 작업시간이 소요되고, BIM 모델로부터 공사비 산정에 필요한 모든 자재의 물량을 산출할 수 없기 때문에 기존 견적과 병행하여 견적의 정확성을 확보하는 것이 필요하다.

공간 모델과 면적단가에 의한 개산견적은 대부분 프로젝트 초기, 기획단계에 사업성을 평가하기 위해 수행하는 것으로, 현업의 설계단계에서 적용되고 있는 BIM 견적방식은 두 번째와 세 번째 방식으로 정리된다.

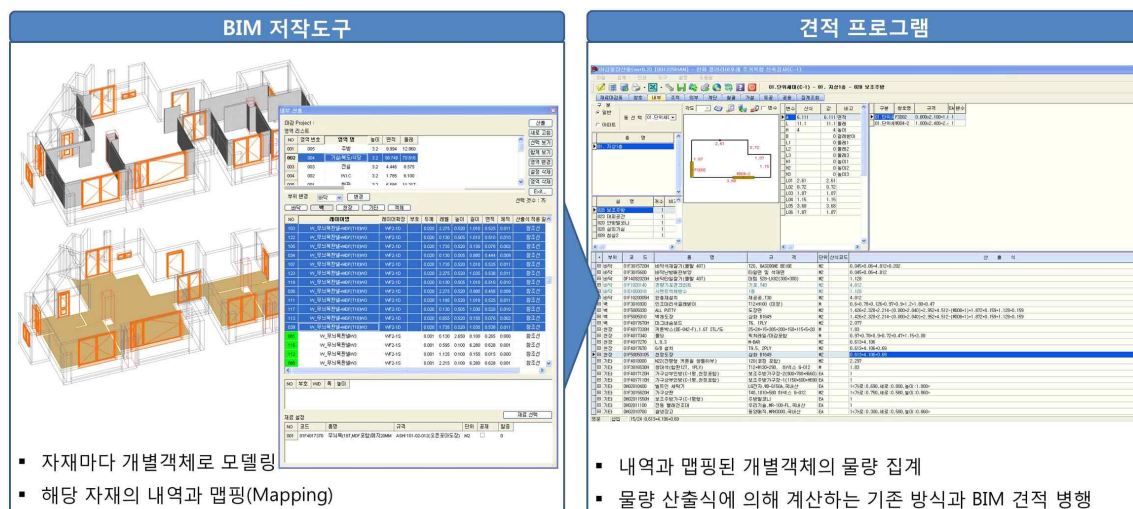


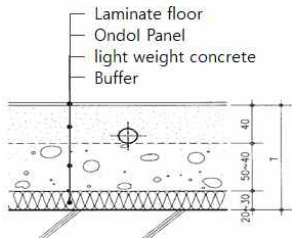
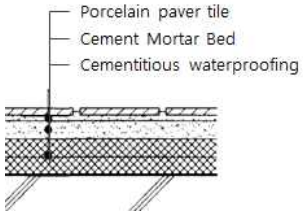
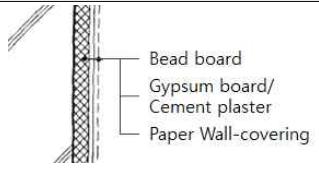
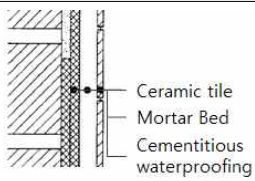
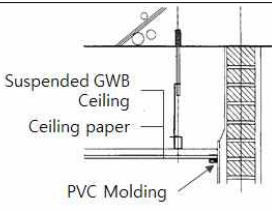
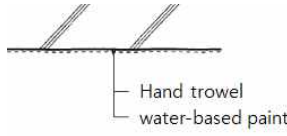
그림 2-9. 자재의 고유 물량과 개별 단가에 의한 상세견적

제3장 건축 마감재의 3차원 모델링 방법

1. 공동주택 단위세대의 건축 마감재

BIM 견적을 위한 건축 마감재의 3차원 모델링 방법을 정의하기 전에, 3차원 모델에 포함되어야 하는 마감재 정보를 살펴보기 위해 한국토지주택공사의 공중주택 표준 상세도(표 3-1) 및 견적지침서를 바탕으로 마감재들의 특징을 분석하였다.

표 3-1. 한국토지주택공사 공동주택 표준 상세도의 예

부위	표준 상세도의 예	
바닥	 <p>a) 침실</p>	 <p>b) 욕실</p>
벽	 <p>a) 침실</p>	 <p>b) 욕실</p>
천정	 <p>a) 침실</p>	 <p>b) 발코니</p>

가. 공간, 부위에 따른 건축 마감재 유형 분석

공동주택 단위세대의 건축 마감재를 바닥, 벽, 천정과 같은 부위별, 현관, 거실, 주방과 같은 실별로 살펴보면 다음과 같다.

- 바닥

타일이 부착되는 현관(Entrance), 욕실(Bathroom), 발코니(Terrace)를 제외한 주방(Kitchen), 거실(Livingroom), 침실(Bedroom)은 완충재(Buffer), 판넬히팅(Panell heating), 그리고 강화마루(Laminate floor)가 설치된다. 완충재는 층간 단열과 소음을 방지하기 위해, 판넬히팅은 바닥 난방을 위해 설치되는 자재이다. 판넬히팅은 두께 40mm의 경량 콘크리트와 동일한 두께의 온돌판넬로 구성되어 있다. 그리고 판넬히팅이 설치되는 바닥은 열전도와 내구성이 확보되어야 하므로 강화마루를 최종 바닥마감재로 설치하고 있다.

현관은 외부에서 실내로 들어와 신발을 벗는 곳으로 외부의 모래나 먼지 등이 들어오기 때문에 바닥 마감으로 도기질 타일이나 석재 타일이 시공된다. 욕실과 발코니는 바닥에 물이 직접 떨어지는 곳이므로 누수가 발생하지 않도록 시멘트 액체 방수 또는 도막방수와 같은 방수재가 포함된다.

- 벽

바닥에 완충재를 설치하여 층간 단열을 확보하듯이 벽에도 냉난방으로 인한 열손실을 방지하기 위해 단열재(Insulation) 설치가 필요하다. 벽은 건물의 외기와 인접한 부분에 단열재를 설치하게 되며, 단열재의 두께나 성능은 건축물의 에너지절약설계 기준에 따라 지정되는데, 일반적으로 두께 90mm이상인 단열재가 설치된다. 그밖에 내부와 외부의 온도차이로 인한 결로(condensation)를 방지하기 위해 결로방지 단열재가 설치되는데, 이는 두께가 15mm이내인 단열재(Bead board)로 콘크리트

타설 전에 거푸집(forms) 내에 삽입하는 방식으로 설치된다.

한국 주택의 벽에 설치되는 최종 마감재는 주로 벽지(Paper Covering)이다. 두께가 얇은 벽지를 하자 없이 시공하기 위해서는 벽지를 바르기 위한 바탕면이 고르게 마무리되어야 하는데, 이를 위해서 철근 콘크리트 구조체 위에 시멘트 모르타르(Cement plaster), 쇠흙손 마감, 견출 등과 같은 미장으로 마무리하는 작업이 선행된다. 미장과 같은 습식공사는 마감공사의 공기지연 요소로 작용하기 때문에 시멘트 모르타르 대신 석고보드(Gypsum board)로 마감하는 경우도 있다. 마지막으로 바닥과 벽 마감재가 만나는 부위를 정리하고 바닥을 청소할 때 벽지 하부가 손상되지 않도록 걸레받이(baseboard)가 설치된다.

욕실 벽은 바닥과 마찬가지로 방수재가 시공되어야 하며, 물에 손상되지 않는 타일로 마무리된다. 그리고 욕실의 바닥과 벽은 같은 종류인 타일로 마감하기 때문에 걸레받이 설치가 필요하지 않는다. 그밖에 싱크대가 설치되는 주방의 벽도 타일로 마감되고, 싱크대가 설치되는 평면 유형에 따라서 주방 벽에 타일이 설치되는 구간이 달라진다. 발코니는 공동주택 단위세대의 서비스 면적으로 욕실에 비해 물이 벽에 닿을 위험이 적은 공간이다. 발코니 벽은 욕실과 같이 방수를 하지 않고 페인트로 마감한다. 최종 마감이 페인트이기 때문에 걸레받이 역시 같은 종류의 페인트이지만 색깔이 다른 걸레받이용 페인트가 적용된다.

- 천정

벽과 마찬가지로 천장에 설치되는 최종 마감재는 천정지이다. 마감재가 구조물에 직접적으로 닿는 바닥, 벽과 달리 천정은 구조 슬라브와 간격을 두어 설비 공간을 확보하기 위해 경량철골천장틀(Suspended Ceiling System)을 설치한다. 2000년대 이전에 시공된 주택에서는 경량철골천장틀이 아닌 목재천장틀이 적용되었다. 격자 무늬로 자여진 천장틀은 석고보드와 천정지로 마감하게 된다. 천정지와 벽지가 만나는 부위를 깔끔하게 정리하고 미관상 아름답게 보이기 위하여 반자돌림(Molding)

이 설치되고 창호 주변 천정에는 커튼박스가 설치된다.

한편, 욕실은 물에 손상되는 석고보드 대신 SMC(Sheet molding compound) 타일을 설치한다. 발코니 천정은 설비 공간 확보로 인한 천정틀 설치 필요하지 않기 때문에 벽과 동일한 쇠흘손 마감과 페인트로 마무리된다.

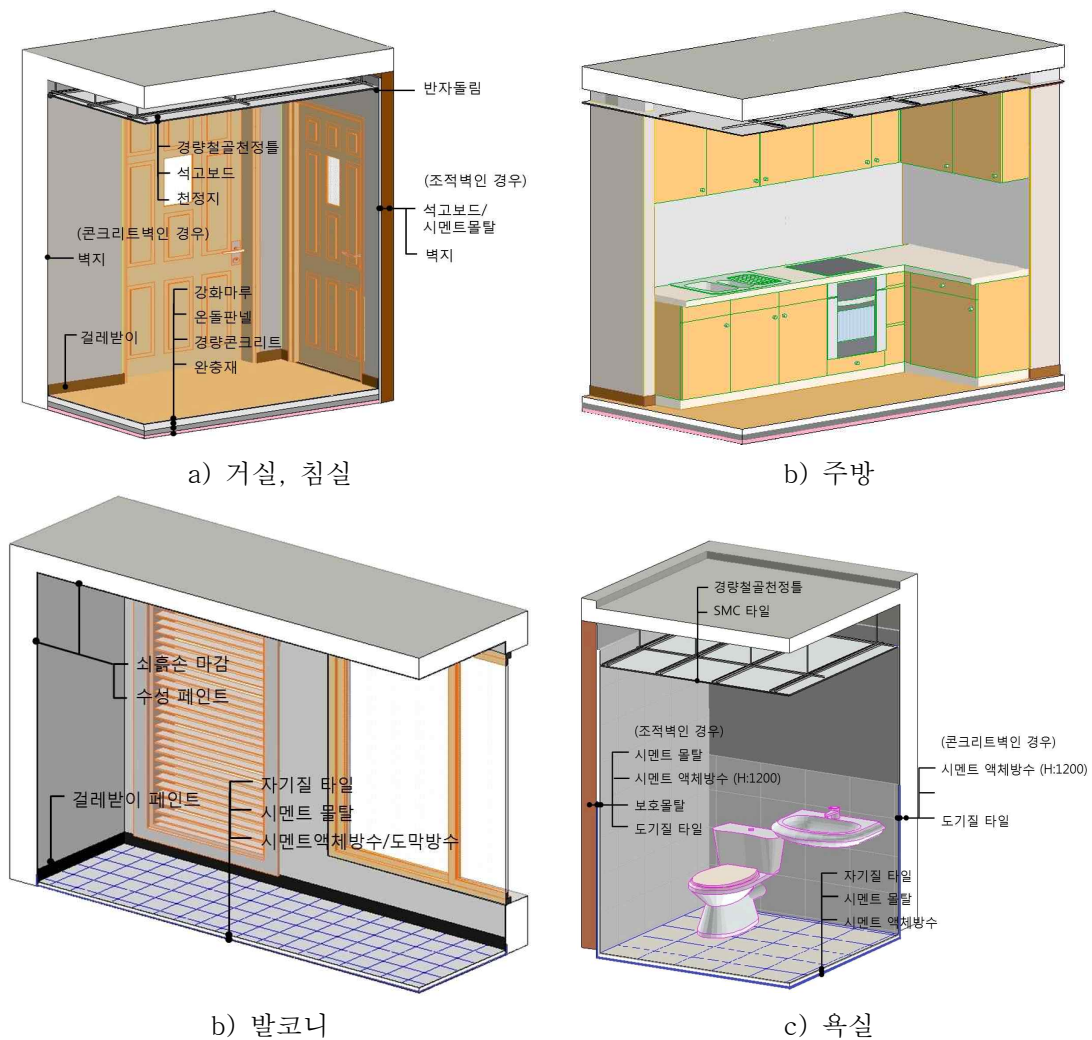


그림 3-1. 단위세대 내 각 실별, 부위별 마감재 정리

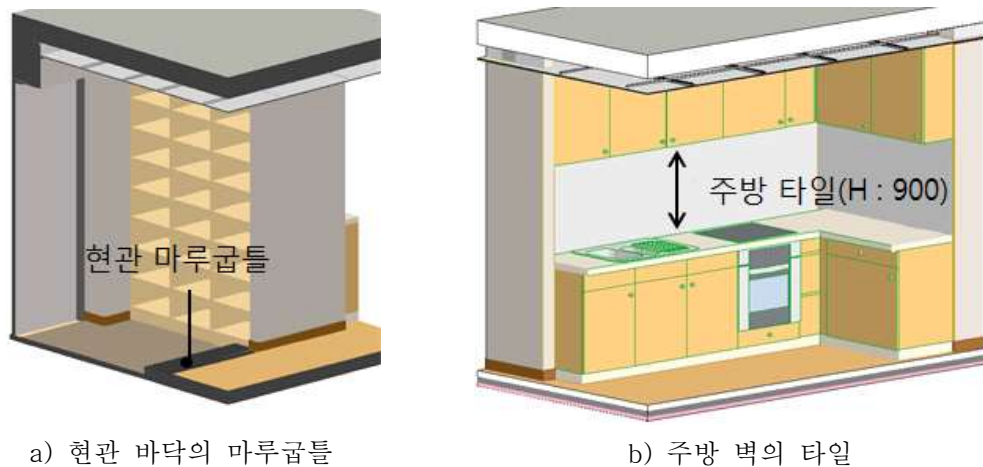
단위세대 내 각 실별로 설치되는 마감재 종류를 조사한 결과 '표 4'와 같이 정리되었으며, 실의 용도 및 기능에 따라 마감재의 종류가 달라지는 것을 알 수 있다. 단위세대의 각 실별로 설치되는 마감재가 포함되는 공종을 나열한 결과 '표 3'과 같이 총 8개의 공종이 있는 것으로 나타났다.

표 3-2. 공동주택 단위세대의 건축 마감재 공종별 분류

공간 부위		현관	거실	침실	드레스룸	주방	욕실	발코니
바닥	중간	시멘트 몰탈	완충재, 판넬 히팅				시멘트 액체방수, 보호 몰탈	도막방수, 시멘트몰탈
	최종	석재 타일	강화마루				자기질 타일	
벽	중간	시멘트몰탈 또는 석고보드				방수 석고보드, 시멘트몰탈	시멘트 액체방수, 보호 몰탈	시멘트몰탈 또는 쇠흙손마감
	최종	벽지				벽지, 일부 타일	도기질 타일	수성페인트
		MDF(Medium-density fiberboard) 걸레받이						걸레받이 페인트
천정	중간	경량철골천정틀, 석고보드					경량철골 천정틀	쇠흙손
	최종	천정지					SMC Tile	수성페인트
		PVC(Polyvinyl chloride) 반자돌림						
공중	중간	단열, 미장, 목공사					방수, 미장	
	최종	수장공사					타일	도장

나. 건축 마감재의 3차원 모델 작성관련 특징

공동주택 단위세대 내 건축 마감재를 실별로 부위별로 구분한 결과, 아래와 같은 세가지 특징을 도출하였다. 첫째, 바닥, 벽, 천정과 같은 부위에 일률적으로 설치되는 마감재가 있는 반면에 결로방지 단열재, 현관의 마루굽틀, 주방 상하부 싱크대 사이에 설치되는 타일과 같이 어떤 특정한 위치에만 설치되는 마감재가 있다.



a) 현관 바닥의 마루굽틀

b) 주방 벽의 타일

그림 3-2. 특정 부위에 설치되는 마감재의 예

둘째, 마감재의 시공순서에 따라 단면 상세가 달라지는데, 이점을 3차원 모델링 과정에 반영해야 한다. '그림 3-3'와 같이 단면 상세에 따라 시멘트 몰탈 및 석고보드(Cement-mortar/Gypsum Board)의 높이가 달라지고, 이는 BIM 물량에 영향을 미친다. '그림 3-3'의 a는 바닥의 완충재, 경량기포콘크리트, 온돌판넬이 설치된 이후에 석고보드가 시공되는 것을 의미하여, '그림 3-3'의 b는 바닥의 완충재 다음에 벽의 석고보드가 시공되는 것을 의미한다. 경량기포콘크리트와 온돌판넬의 두께가 총 80mm 인데, 이는 전체 석고보드 높이 2.6m의 3%에 해당된다.

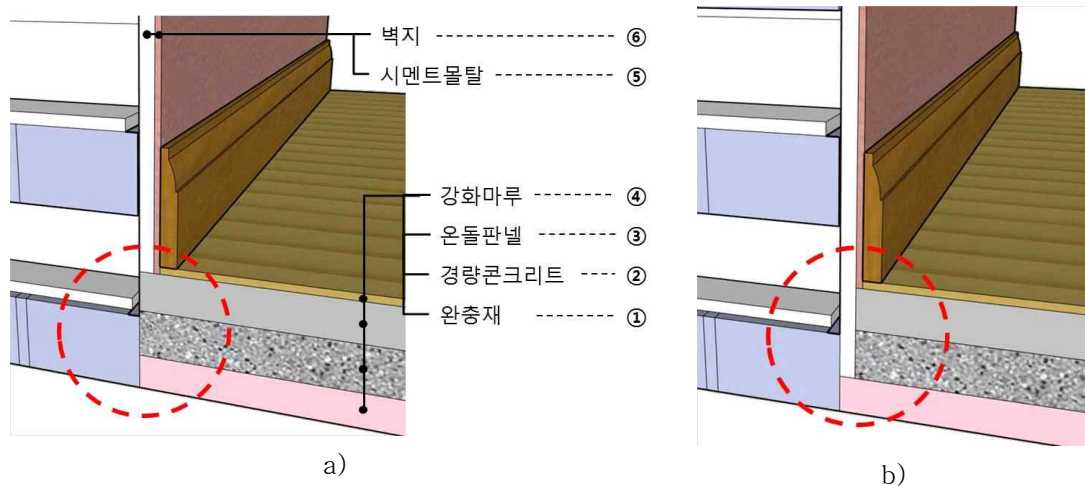


그림 3-3. 시공순서에 따른 단면 상세 변화의 예

셋째, 마감재의 설치 순서 및 기능에 따라 중간 마감(rough material)과 최종 마감(finish material)으로 구분할 수 있다. 최종 마감은 건축 마감재 중에서 제일 마지막에 설치되는 마감재를 의미하여, 중간 마감은 최종 마감 이외에 다른 모든 마감재를 의미한다. 벽지, 천정지, 타일, 페인트, 걸레받이, 물딩과 같은 마감재는 최종 마감이고, 중간 마감은 방수, 단열, 미장과 같이 실내 공간의 용도에 따른 성능을 확보하고, 최종 마감의 시공 품질을 확보하기 위한 마감면 정리와 관련된 마감재를 의미한다. 특히 설계도면에서는 중간 마감재의 단면 상세나 시공순서 등에 관한 정보가 명확하게 명시되어 있지 않는 경우가 있기 때문에, 이 경우 시방서나 견적지침서에 명시되어 있는 내용을 참고해야 한다.

넷째, 건축 부재마다 중간 마감과 최종 마감이 최소 1번씩 포함된다. 단위세대 내 PS(Piping Shaft)실을 제외하고 모든 실에는 중간 마감과 최종 마감이 포함되어 있기 때문이다. 페인트칠로 마감되는 발코니 벽도 바탕면을 바르게 하기 위해서 미장공사에 포함되는 쇠흠손 마감을 거친다. 쇠흠손 마감은 중간 마감에 해당하기 때문에 단위세대 내 각 실의 부위마다 적어도 두 번의 마감 공정이 진행되는 것이다.

2. 건축 마감재의 3차원 모델 작성 방법

건축 마감재는 바닥, 벽, 천정과 같은 부위마다 적어도 2개 이상의 자재가 설치되며, 시공순서에 따라 단면 상세가 달라지는 특징이 있다. 그리고 마감재를 구성하는 방법에 따라 3차원 객체 및 BIM 모델의 작성 수준이 달라진다. 2개 이상의 자재를 하나의 객체로 모델링하는 것과 각각의 객체로 모델링하는 것은 해당 모델의 작성 수준이 달라지기 때문이다. 건축 마감재를 3차원 모델로 작성하는데 있어서 중요한 것은 3차원 객체의 구성요소, 즉 BIM 모델의 작성 수준을 정의하는 것이다. 특히 BIM 모델을 활용하여 건적과 같은 엔지니어링 업무를 수행해야 하는 경우, BIM 모델로부터 필요한 데이터를 충분히 얻을 수 있도록 BIM 모델을 작성하는 것이 매우 중요하다.

BIM 모델 작성 수준을 세부적으로 정의하고 있는 LOD Specification은 BIM 모델 및 객체를 Unifomat으로 분류하고 있으며, 건축 실내 마감재(Interiors)와 관련된 객체들의 LOD를 별도로 정리한 결과, '표 3-3'와 같다. 건식벽, 창문, 벽의 최종 마감과 같이 객체마다 정의하고 있는 LOD는 조금씩 차이가 있다. 그러나 전반적으로 건축 마감재의 BIM 모델 작성 수준을 살펴보면, LOD 300은 구체적인 부재의 치수, 레이아웃, 자재명이 명시되어 있는 복합구조로 모델링하는 것으로 정의되어 있다. LOD 350 이후 단계에서는 각 자재마다 개별객체로 분리된 모델을 정의하고 있다. LOD 400은 조립, 설치 등에 관한 상세 정보가 반영된 모델로 정의되어 있다.

2장 3절에서 전문가 인터뷰에 의해 조사된 바와 같이 현업에서 사용되고 있는 BIM 건적도 복합객체로 모델링된 건축부재의 대표물량에 의한 건적과 건축 자재 각각 개별객체로 모델링한 건축부재의 고유물량에 의한 건적으로 나타났다. 이러한 내용을 바탕으로 본 연구에서는 BIM 상세건적을 위한 건축 마감재의 모델 작성 방법을 복합객체와 개별객체 두 가지로 정의하였다.

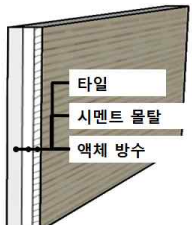
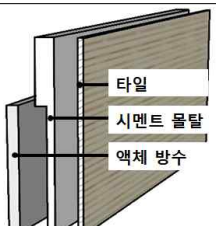
표 3-3. LOD Specification에서의 건축 마감재 BIM 모델 작성 수준

BIM 모델(객체) 분류	LOD 정의	
C. 마감(Interiors) C10. 실내 마감 (Interior construction) C1010. 건식벽(Interior Partitions) C1010.10 고정된 벽(Fixed Partitions) C1010.20 유리벽(Glazed Partitions) C1020. 창문(Interior Windows) C1030. 문(Interior Door) C1040. 방범창과 현관문 (Interior Grilles and Gates) C1060. 바닥 (Raised Floor construction) C1070. 천정 (Suspended Ceiling Construction) C1090. 기타(Interior Specialties) C20. 실내 최종 마감(Interior Finishes) C2010. 벽(Wall Finishes) C2010. 실내 장식(Interior Fabrications) C2030. 바닥(Flooring) C2040. 계단(Stair Finishes) C2050. 천정(Ceiling Finishes)	100	마감재 유형이나 자재명으로 구분되어 있지 않은 기본적인 모델의 요소나 기호 유형, 레이아웃, 위치 등 변경 가능한 상태
	200	자재의 유형에 따라 구분되어 있는 일반적인 Wall, Slab 객체 벽의 두께만 정의된 단일객체 레이아웃, 위치, 높이, 입면 등 변경 가능한 상태
	300	복합구조의 모델(composite model) 구체적인 치수, 레이아웃, 자재명, 위치, 입면 등이 명기된
	350	개별객체로 분리된 모델 파티션의 경우, 지지대(Studs, Bracing)와 마감(Board)이 분리 300모델에서 형상정보가 아닌 추가적인 정보 정의 (예, 제조사)
	400	실제 상세, 조립, 설치 정보가 반영된 모델 파티션의 경우, Studs, Bracing, Insulation, Board가 각각 실제와 유사한 형태의 객체로 모델링 자재의 설치 패턴, 시공줄눈 등이 포함된 모델

가. 복합객체와 개별객체 정의

건축 마감재는 중간, 최종 마감으로 구분할 수 있으며, 바닥, 벽, 천정 부위마다 적어도 2가지 이상의 마감재가 설치된다. 이들 마감재를 3차원 객체로 구성하는 방법에 따라 복합객체와 개별객체로 구분하여 모델링할 수 있다. 복합객체는 여러 자재들을 일체화하여 하나의 객체로 모델링하는 것을 의미하고, 개별객체는 마감재 각각을 분리하여 모델링하는 것을 의미한다. BIM 물량은 3차원 객체가 가지고 있는 정보로부터 산출되는 것이므로, 복합객체에 포함되는 여러 마감재는 하나의 객체로부터 생성된 물량정보를 공유하게 된다. 즉, 복합객체로 모델링된 경우, 해당 부재로부터 대표물량을 산출하게 되는 것이다. 반면 개별객체는 마감재 각각을 3차원 객체로 모델링할 수 있기 때문에 마감재 고유의 물량을 산출할 수 있다. 이러한 복합객체와 개별객체의 의미를 '표 3-4'와 같이 정리하였으며, 이들 부재로부터 산출된 물량의 차이를 '그림 3-4'에서와 같이 정리하였다.

표 3-4. 건축 마감재 3차원 모델 작성 방법

마감재 구성 방식		객체의 수	마감재의 수	산출 가능 물량	LOD ⁶⁾
복합객체 (CMO)		1	3	대표 마감재의 부피, 넓이, 길이 등	200 ~ 300
개별객체 (SMO)		3	3	타일, 시멘트 모르타르, 방수 마감재 고유의 부피, 넓이, 길이 등	300 ~ 350

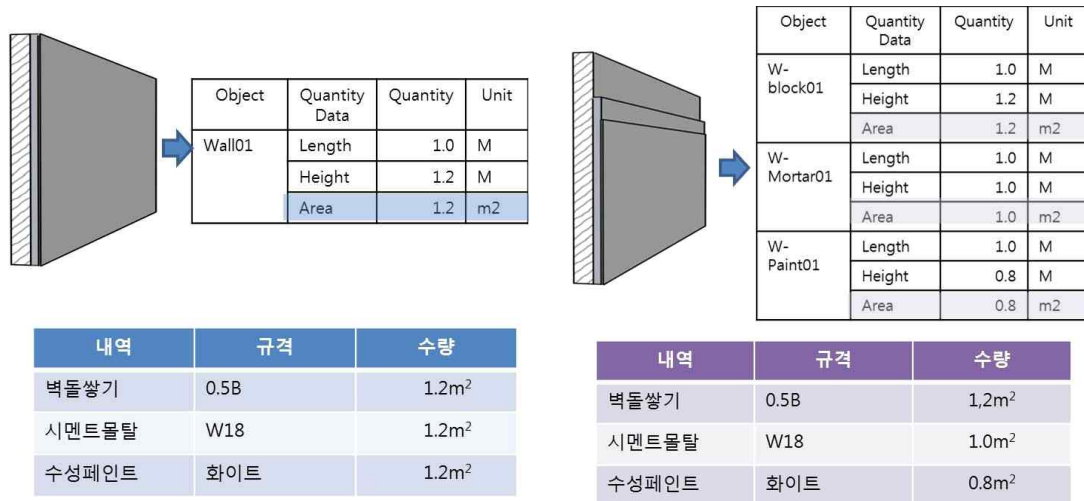


그림 3-4. 복합객체와 개별객체의 물량정보 차이

위 그림에서 나타나듯이 복합객체는 'Wall01'이라는 하나의 객체로부터 생성된 대표 물량을 벽돌쌓기, 시멘트몰탈, 수성페인트와 같은 각 자재들의 물량으로 산출하게 된다. 반면 개별객체는 벽돌쌓기, 시멘트몰탈, 수성페인트 각각을 객체로 생성하고, 해당 객체로부터 자재의 고유 물량을 산출할 수 있는 것이다. 그러므로 개별 부재로부터 산출된 물량은 복합객체의 물량보다 정확하고, 실제 시공 물량과 유사한 것이다. '그림 3-4'에서 시멘트 몰탈과 수성페인트의 물량에 차이가 있는 이유는 해당 객체의 높이가 다르기 때문이다. 대표물량을 기준으로 산출되는 복합객체의 물량을 'Wall01' 객체 길이에 시멘트 몰탈과 수성페인트의 실제 시공 높이를 계산하는 물량 보정을 통해서 개별객체와 동일하게 산출할 수 있다. 복합객체 물량의 정확성을 확보하기 위해서 물량을 보정하는 방안이 필요하다.

한편, 복합객체로 구조와 마감을 모두 모델링할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 구조 물량을 연구 범위에서 제외하였으므로, 구조 모델을 제외한 마감재만을 대상으로 복합객체와 개별객체 모델링에 따른 물량차이를 비교하고자 한다.

6) LOD Specification에서 건축 마감에 해당하는 자재들의 LOD를 살펴본 결과, 복합객체와 유사한 의미를 가지는 LOD 수준은 200~300으로 나타난다. 이는 본 연구에서 정의한 부분임을 밝힌다.

나. BIM 저작도구에서 복합객체와 개별객체 지원 여부 검토

개별객체는 마감재 각각을 별도의 객체로 생성하기 때문에 모든 BIM 저작도구에서 적용이 가능하다. 다만 부재간 자동 연결 기능(Automated Interaction)으로 인한 간섭을 피해서 모델링해야 한다. 또한 복합객체는 '그림 3-5'에서와 같은 기능을 사용하여 모델링이 가능하다. '그림 3-5'는 국내에서 대표적으로 사용되고 있는 BIM 저작도구인 Revit과 ArchiCAD를 대상으로 복합객체를 모델링하기 위해 사용되는 기능을 보여주고 있다. 두 가지 BIM 저작도구 모두 자재 속성을 입력하는 것으로 복합객체 모델링을 지원하고 있음을 검증하였다.

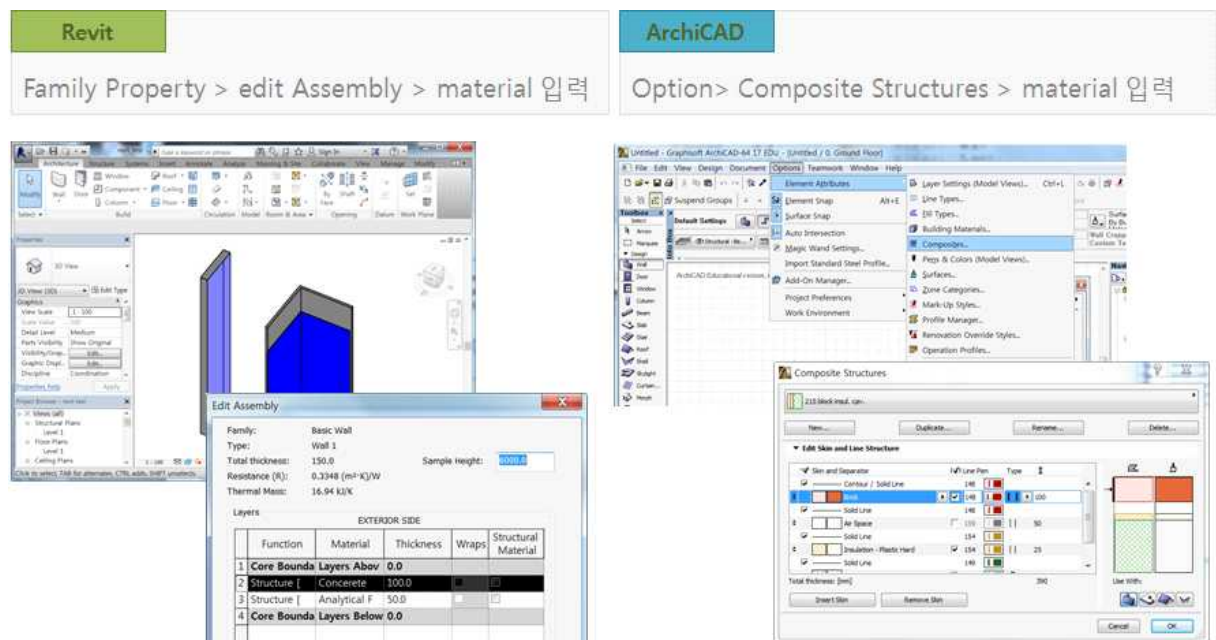


그림 3-5. BIM 저작도구에서 복합객체 모델링 방법

특히, ArchiCAD 18버전에서는 자재의 우선순위(Intersection Priority) 설정으로 복합 객체에서도 단면상세 및 시공순서를 다르게 모델링할 수 있는 기능을 제공하

고 있다. 일반적으로 복합객체로 모델링하면, '그림 3-3'의 a와 같은 형태로 마감재가 모델링되는데, ArchiCAD 18버전에서는 복합객체로 모델링 하더라도 '그림 3-3'의 b와 같은 형태로 모델을 작성 할 수 있는 것이다. 이러한 우선순위(Intersection Priority)가 물량에도 영향을 미치는지 검토하기 위해 '표 3-5'에서와 같이 두 가지 사례를 구분하여 테스트를 수행하였다. 벽에 해당하는 객체와 슬라브에 해당하는 객체를 각각 하나씩 모델링하였다.

해당 객체로 부터 물량 산출한 결과를 '표 3-6'과 '표 3-7'로 정리하였다. 벽체의 물량은 일부 변화였으나 바닥의 물량은 변화가 없었다. 벽체를 기준으로 오른쪽이 내측(Inside), 왼쪽이 외측(Outside)로 구분되는데, 콘크리트 블럭, 단열재의 우선순위를 조정함으로써 벽체의 면적과 외측 면적이 달라진다.

표 3-5. 자재의 우선순위 설정에 따른 복합객체 물량산출 테스트 사례

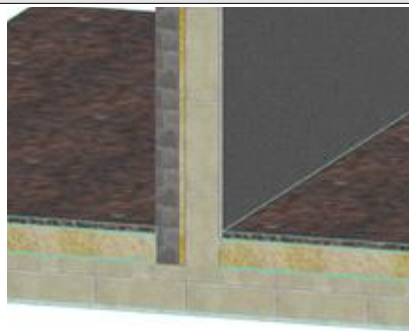
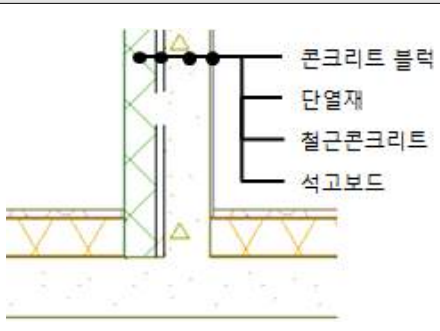
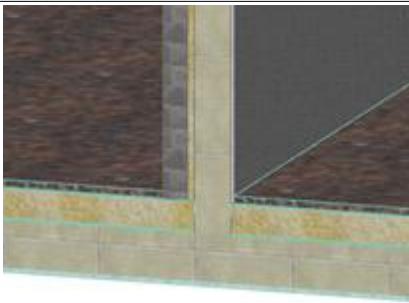
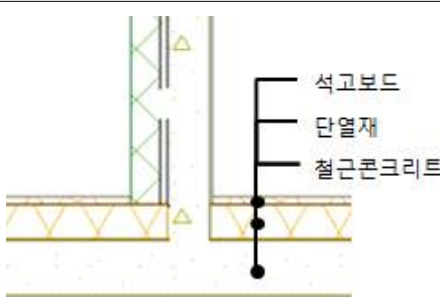
구분	3차원	단면
사례 1		
사례 2		

표 3-6. 복합객체로 모델링된 벽의 물량 정보 (단위: 높이, 길이는 m, 면적은 m²)

구분	자재명	높이	길이	면적	내측 면적 ⁷⁾	외측 면적 ⁸⁾	공제되 지 않은 면적 ⁹⁾
사례 1	콘크리트 블록	2	4	8	7.48	8	8
	단열재	2	4	8	7.48	8	8
	철근콘크리트	2	4	8	7.48	8	8
	석고보드	2	4	8	7.48	8	8
사례 2	콘크리트 블록	2	4	7.48	7.48	7.48	8
	단열재	2	4	7.48	7.48	7.48	8
	철근콘크리트	2	4	7.48	7.48	7.48	8
	석고보드	2	4	7.48	7.48	7.48	8

표 3-7. 복합객체로 모델링된 바닥의 물량 정보 (단위: m²)

구분	자재명	상부 면적	하부 면적	공제된 상 부면적 ¹⁰⁾	공제된 하 부면적 ¹¹⁾	공제되지 않은 상부면적 ¹²⁾	공제되지 않은 하부면적 ¹³⁾
사례 1	석고보드	14.83	16	14.83	14.83	16	16
	단열재	14.83	16	14.83	14.83	16	16
	철근콘크리트	14.83	16	14.83	14.83	16	16
사례 2	석고보드	14.83	16	14.83	14.83	16	16
	단열재	14.83	16	14.83	14.83	16	16
	철근콘크리트	14.83	16	14.83	14.83	16	16

7) Net Surface Area on the Inside Face

8) Net Surface Area on the Outside Face

9) Gross Surface Area

‘표 3-7’에서와 같이 복합객체로 모델링된 바닥의 물량은 변화가 없으나, ‘표 3-6’에서와 같이 복합객체로 모델링된 벽의 물량은 물량정보 유형에 따라 변화가 있는 것으로 나타났다. 벽의 면적과 외측면적이 변경된 것은 자재의 우선순위에 의해 콘크리트와 단열재의 높이가 변경되었기 때문이다. 각 부재의 형상정보(Geometry)를 확인해보면 물량차이가 발생한 이유를 보다 명확하게 확인할 수 있다.

표 3-8. 복합객체의 우선순위 설정에 따른 물량산출 방식의 차이

자재명	사례1		사례2	
	물량정보 유형(QDT)	(m ²)	물량정보 유형(QDT)	(m ²)
콘크리트 블록	면적	8	면적	7.48
단열재	면적	8	면적	7.48
철근콘크리트	면적	8	공제되지 않은 면적	8
석고보드	내측면적	7.48	면적	7.48

이러한 물량차이를 반영하기 위해 자재마다 다른 물량정보 유형(Quantity Data Type, QDT)을 사용하면, 개별객체로부터 산출한 물량과 복합객체의 물량이 동일해질 수 있다. 그러나 벽체를 작성(Drawing)하는 방향에 따라 내측과 외측(Outside/Inside) 방향이 달라지기 때문에 모든 경우를 고려하여 내측, 외측 면적을 구분하여 적용하는데 한계가 있다. 그러므로 본 연구에서는 Priority에 의한 물량차이가 없는 물량정보를 사용하여 복합객체와 개별객체의 물량을 산출하는 것으로 BIM 물량산출 테스트 계획을 수립하였다.

-
- 10) Conditional Surface Area of Top
 - 11) Conditional Surface Area of the Bottom
 - 12) Gross Surface Area of the Slab Top
 - 13) Gross Surface Area of the Slab Bottom

다. 복합객체와 개별객체를 IFC로 정의하는 방식 검토

선행 연구고찰에서 언급하였듯이, BIM 건적은 다양한 BIM 저작도와 건적 프로그램 사용을 통해 이루어지기 때문에 프로그램 간 데이터 교환을 위한 호환성이 확보되는 것이 매우 중요하다. BIM에서는 데이터 교환 및 호환성 확보를 위해 개방형 표준 데이터 형식인 IFC(Industry Foundation Class)를 사용한다. IFC는 BIM을 다양한 상세 수준으로 정의하기 위한 데이터 체계를 지원하지만, 물량산출에 필요한 내역(Decomposition)을 명확히 제공하고 있지 않기 때문에, 객체와 내역간의 관계를 명확하게 정의해주는 것이 필요하다(Stub-French and Fischer 2000).

본 연구에서 제시한 건축 마감재 모델링 방법인 복합객체와 개별객체로 구성된 모델의 데이터 교환 및 호환성을 검토하기 위해 IFC에서 복합객체와 개별객체의 속성과 물량이 어떻게 정의되는지 파악할 필요가 있다. 앞장에서는 BIM 저작도구의 원본파일에 저장되는 물량정보를 분석하였으므로 본 구절에서는 IFC에서 복합객체와 개별객체의 정의방식을 살펴보고 객체의 물량차이가 발생하는 구조적인 원인을 파악하고자 한다. IFC의 객체 정의와 관련된 구조(Schema)를 Express-G로 표현한 결과, '그림 3-6'과 같다.

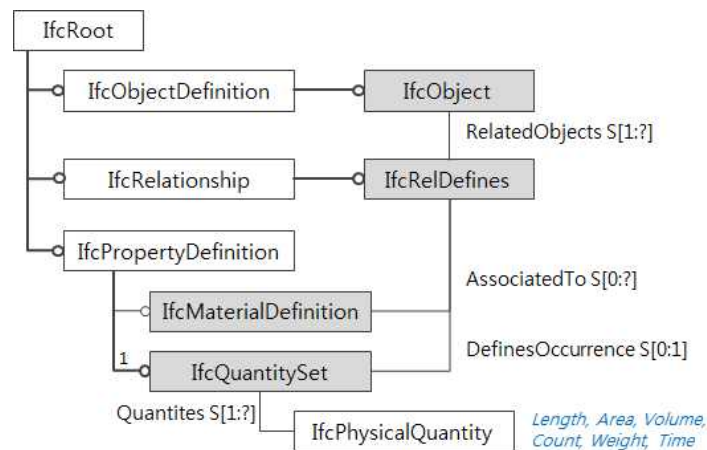


그림 3-6. 객체 정의와 관련된 IFC 구조

IFC에서 객체는 IfcObjectDefinition과 IfcObject를 통해 정의된다. 객체가 가지고 있는 속성정보들은 IfcPropertyDefinition을 통해 정의되고, IfcPropertyDefinition은 재료, 물량과 같은 속성들을 정의하는 IfcMaterialDefinition, IfcQuantitySet을 포함한다. 그리고 객체와 속성정보들 간의 관계를 정의하는 IfcRelDefines를 통해 객체와 관련된 재료, 물량과 같은 속성들이 저장된다.

복합객체와 개별객체 정의에서 언급한 '표 3-4'를 기준으로 IFC에서 복합객체와 개별객체가 정의되는 방식의 차이를 설명하면 '그림 3-9'와 같다. 타일(Tile), 시멘트 몰탈(Mortar), 액체방수(Waterproofing)가 하나의 객체로 모델링된 복합객체는 IfcObject에서 1개의 객체로 정의되고, 해당 객체는 3개의 IfcMaterialDefinition을 가진다. 그리고 해당 객체는 1개의 IfcQuantitySet을 가진다. 반면, 개별객체는 타일, 시멘트 몰탈, 액체방수가 각각 객체로 정의되기 때문에 IfcObject에 3개의 객체로 정의된다. 그리고 해당객체는 각각 1개의 IfcMaterialDefinition과 IfcQuantitySet을 가진다. 이에 복합객체로 모델링한 경우, 객체(Object)와 자재(Material)의 관계는 1:1이 된다. 따라서 본 연구에서는 복합객체로부터 추출할 수 있는 하나의 물량정보(QuantitySet)와 개별객체로부터 추출할 수 있는 세 개의 물량정보가 어느 정도 차이를 보이는지 파악하는데 중점을 두고 있다.

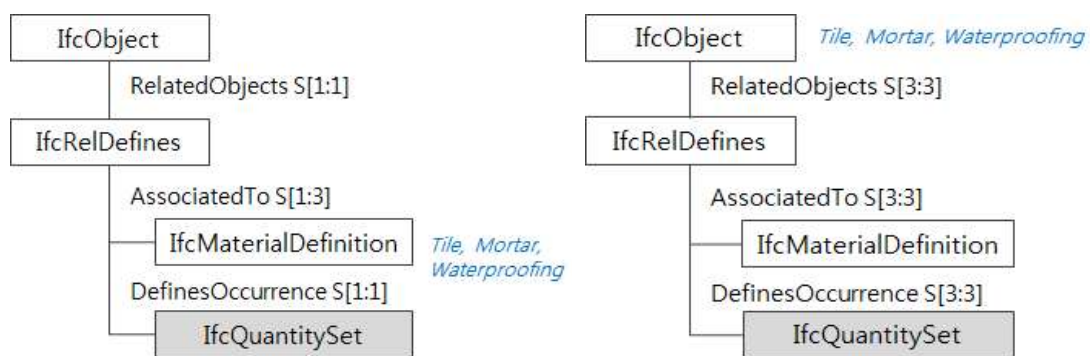


그림 3-7. 개별객체와 복합객체의 IFC 정의 차이

제 4장 모델링 방법에 따른 BIM 물량산출

1. BIM 물량산출 테스트 개요

가. 테스트 대상 및 범위

본 연구에서는 복합객체와 개별객체로부터 산출된 물량의 차이를 알아보기 위해 분양면적이 84m^2 이하인 공동주택 단위세대 59AL, 74A, 84A, 84EH 네가지 유형의 기준층을 대상으로 BIM 물량산출을 진행하였다. 한국토지주택공사 주택평면계획 기준에 의하면, 59AL은 분양면적이 59m^2 인 기본형을 의미하고, 84EH는 분양면적이 84m^2 에 평면이 특화된 형태를 의미한다(백해선 외 2012). 한국의 주택보급량 중에서 공동주택이 63%를 차지하며, 그 중에서 84m^2 이하 규모가 70%를 차지하기 때문이다(통계청, 2012). 또한 공동주택의 공사원가 중에서 건축공사가 차지하는 비율은 평균 66%에 해당하며, 그 중에서 단위세대의 건축공사비가 90%를 차지할 정도로 비중이 높다(Kim 2003). 공동주택 단위세대 건축공사 비용이 전체 공사비의 59.4%를 차지하는 것이다. 공공부문의 주택보급을 책임지고 있는 한국토지주택공사에서 수행했던 프로젝트의 설계도면을 참고하였다.

연구 범위에서 언급한 내용과 같이 건축 마감공사 중에서도 흙통공사, 유리공사, 창호공사, 잡공사, 가구공사를 제외한 조적공사, 단열공사, 목공사, 방수공사, 미장공사, 타일 및 석공사, 도장공사, 수장공사 총 8가지 공종에 한하여 BIM 물량을 산출하였다. 산출된 물량에 2014년 3월 기준 한국토지주택공사의 건축공사 일위대가를 적용하여 단위세대 마감공사 비용을 산정함으로써 물량오차와 비용을 함께 검토하였다.

나. 테스트 방법 및 절차

BIM 물량산출 범위는 마감공사로 한정하였으며, 3차원 모델은 복합객체와 개별 객체 모델링 방법에 따라 건물의 구조체에 해당하는 구조 모델과 분리하여 작성하였다. 그리고 물량산출 작업은 한국토지주택공사 건축견적지침서를 기준으로 이루어졌다. 도면에 일부 기재되지 않은 사항들은 건축견적지침서를 참고하였으며, 해당 지침서에 기재되어 있는 일위대가 코드를 적용하여 한국토지주택공사의 2014년 3월 기준 건축공사 일위대가를 단위세대 마감공사 비용 산정에 기준으로 적용하였다. 이러한 BIM 물량산출 테스트 절차는 ‘그림 4-1’과 같다.

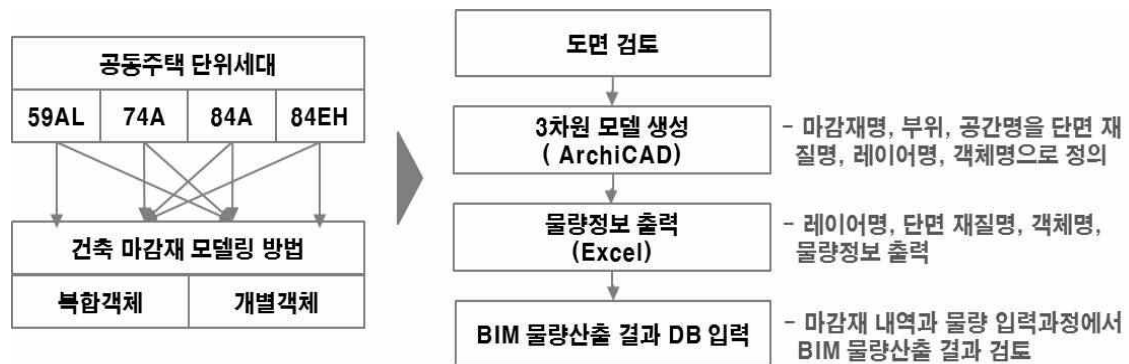


그림 4-1. BIM기반 마감공사 물량산출 테스트 절차

BIM 물량을 산출하는 방식으로는 BIM 저작도구에서 물량정보를 표로 작성해주는 기능을 이용하여 엑셀로 물량정보를 받은 뒤, 엑셀에서 정리하는 기본적인 방식으로 진행하였다. BIM 견적 프로그램을 사용하지 않은 이유, 엑셀이 실무에서는 보편적으로 사용되고 있으며, BIM 모델로부터 추출한 데이터를 크게 조정할 필요가 없는 단순한 QT를 수행하는 데에는 견적 프로그램을 사용하지 않고 BIM 저작도구에서 생성할 수 있는 물량산출 표(QT table)로도 충분히 가능하다.

실별, 부위별, 마감재 유형별로 분류하였다. 특히, 어떤 실에도 속하지 않고, 단위 세대(Unit) 내부에 전체적으로 설치되는 조적, 경량벽체, 콘크리트 판넬, 단열재 등은 실명을 '공동'로 구분하여 물량을 산출하였다.

물량산출을 위한 3차원 객체 정보는 레이어명(Layer Name), 단면 속성(Fill), 객체 고유번호(ID)에 부위, 자재명, 공간명을 각각 부여함으로써 '표 4-1'에서와 같은 수량산출 정보를 출력할 수 있도록 구성하였다. 수량산출 정보는 엑셀로 출력되었으며, 엑셀에서 마감재 마다 수량을 다시 작성함으로써 '표 4-1'과 같은 수량산출서가 작성되었다. 그리고 일위대가가 적용된 비용을 함께 검토하기 위해 액세스(Access)에서 데이터베이스를 생성하여(그림 4-2) BIM 모델로 부터 산출된 물량정보들을 관리하였으며, 데이터베이스에서 BIM 물량산출 결과와 일위대가(Cost_item)를 연계시켜 각 단위세대 마감공사 비용을 산정하였다.

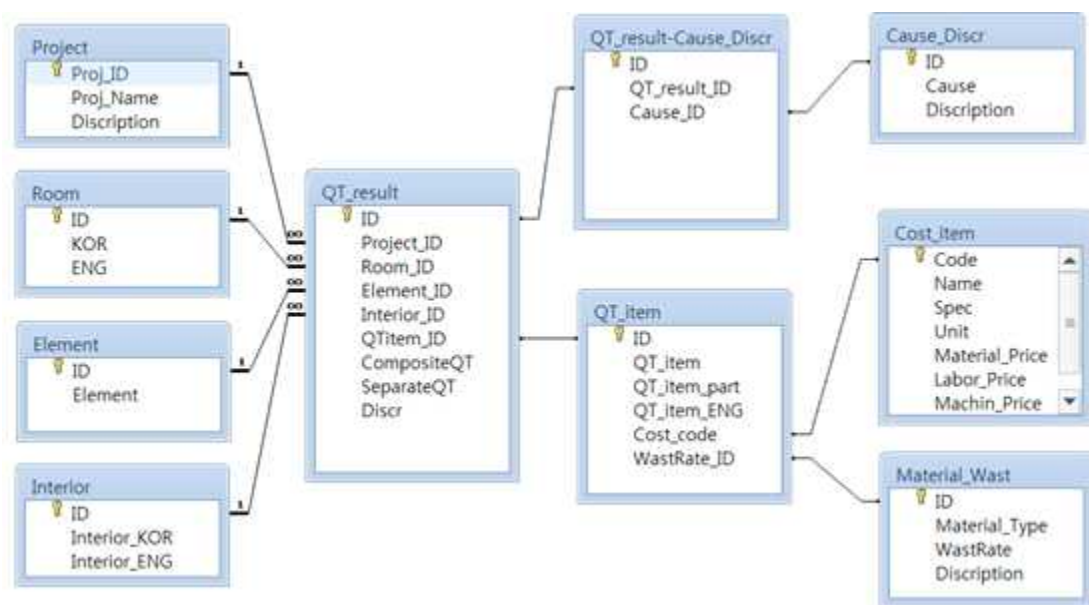


그림 4-2. BIM 물량산출 결과 집계 및 분석을 위해 생성한 데이터베이스 구조

BIM 저작도구 마다 추출할 수 있는 물량정보의 종류에 차이가 있다(Monterio 2011, Nassar 2012, 이재준 외 2008). 특정 BIM 저작도구에 속하는 물량정보가 아닌 범용적으로 추출 가능한 물량정보 선정을 위해 본 연구에서는 ‘표 4-1’과 같이 객체 마다 다른 물량정보를 사용하여 복합객체와 개별객체의 BIM 물량을 산출하였다.







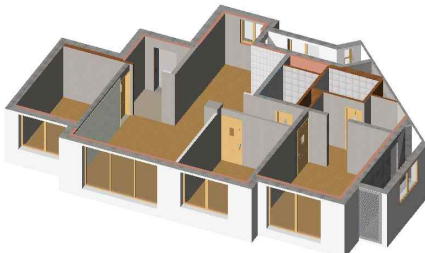

표 4-1. BIM 모델의 물량정보

마감재 부위 (객체명)	물량정보	설명
바닥, 천정 (Slab)	두께 (Thickness)	슬라브의 상부와 하단 사이 길이 <i>The length measure along the extrusion axis</i>
	둘레길이 (Perimeter)	슬라브의 평면 둘레 길이 <i>The aggregate length measure of all faces parallel to the extrusion axis</i>
	면적 (Gross Area)	슬라브의 상부 표면적 <i>The area measure of the top face of the slab</i>
벽 (Wall)	높이 (Height)	벽체의 상부와 하단 사이 길이 <i>The length measure of the wall, along its extrusion axis (base to top).</i>
	길이 (Length)	벽체를 작성할 때 시작과 끝의 기준이 되는 선의 길이 <i>The length measure of the wall, along its reference line axis.</i>
	면적 (Gross Side Area)	벽체를 작성할 때 기준이 되는 선과 평행한 벽의 수직인 면의 면적 <i>The area measure of the two vertical (or near vertical) faces of the wall that are parallel to its reference axis.</i>

2. BIM 물량 및 공사비 산출 결과

단위세대 4가지 유형을 복합객체와 개별객체로 모델링한 결과, '표 4-2'과 같다.

표 4-2. 공동주택 단위세대 복합객체와 개별객체 모델링 결과

유형	복합객체 모델링	개별객체 모델링
59AL		
74A		
84A		
84EH2		

‘표 4-2’에서 보여지는 모델은 단위세대 내부를 보여주기 위해 천정 마감재를 와이어프레임(wire-frame)으로 설정하였기 때문에 천정 마감재가 드러나 있지 않지만, 천정 마감재를 포함하고 있다. 이러한 모델로부터 ‘표 4-3’과 같은 물량정보를 출력하여 단위세대 내부 실별 복합객체와 개별객체 물량을 별도의 엑셀 프로그램에서 산정하였다.

표 4-3. BIM 모델로부터 출력한 물량정보의 예

레이어명	객체명	객체 식별자(ID)	벽 높이	벽 면적	벽 길이	개수	바닥 면적	두께	둘레 길이
벽_타일									
	방수+타일	욕실1	2.4	5.89	2.46	1	---	---	---
	방수+타일	욕실2	2.4	5.4	2.25	1	---	---	---
벽_벽지									
	석고보드+벽지	현관	2.51	1	0.4	1	---	---	---
	석고보드+벽지	Kichen					---	---	---
	석고보드+벽지	Kichen	2.51	1.51	0.6	1	---	---	---
	석고보드+벽지	Living	2.51	1	0.4	1	---	---	---
	석고보드+벽지	Living	2.51	1.51	0.6	1	---	---	---
천정_페인트									
	식 흡손+페인트	Balcony1	---	---	---	1	1.19	0.006	4.39
	식 흡손+페인트	Balcony1	---	---	---	1	2.22	0.006	6.48
	식 흡손+페인트	Balcony2	---	---	---	1	4.06	0.006	8.99
	식 흡손+페인트	Balcony3	---	---	---	1	1.52	0.006	4.99
천정_경량철골천정틀									
	SMC 타일	BathRoom1	---	---	---	1	3.95	0.01	8.11
	SMC 타일	BathRoom2	---	---	---	1	3.64	0.01	7.73

복합객체와 개별객체의 물량차이는 견적의 정확성에 영향을 미치기 때문에, 본 연구에서는 물량차이로 인한 견적의 정확성을 판단하기 위해 개별객체로부터 산출한 물량을 실제 공사에 투입된 물량(참값)으로 가정하였다. 이로 인해 복합객체의 물량(A)에서 개별객체의 물량(B)을 뺀 값을 기준으로 물량차이(A-B)를 분석하였다. 그리고 각 자재마다 물량값의 크기가 다르기 때문에 산출된 결과를 정규화하기 위하여 복합객체의 물량에서 개별객체의 물량을 뺀 값에 개별객체의 물량을 나눔으로써 물량오차 $((A-B)/B)$ 를 분석하였다. 그리고 복합객체와 개별객체로부터 산출된 물량에 일위대가를 반영하여 마감공사의 공사비를 산정함으로써 물량차이 뿐만 아니라 단위세대 마감공사의 공사비도 함께 검토하였다.

그런데 공사비 산정을 위해 일위대가를 반영하는 과정에서 일위대가 체계가 본 연구에서 산출한 마감재 내역과 차이가 있는 관계로, 부록에서 천정의 석고보드와 같이 일부 마감재의 단가가 0으로 나타나는 경우가 발생한다. 경량철골천정틀의 단가가 천정의 석고보드 단가를 포함하고 있기 때문에, 천정 석고보드의 단가가 0으로 적용된 것이다. 각 단위세대의 물량 및 공사비 산출 내용은 부록에 자세히 정리되어있으며, 본문에서는 일부만 표시하였다.

가. 59AL 단위세대의 BIM 물량 및 공사비 산출 결과

59AL 단위세대의 복합객체와 개별객체 모델로 부터 물량을 산출한 결과 ‘표 4-4’와 같다. 마감재 내역마다 최대 52.38%에서 최소 -8.37%로 물량오차가 크게 발생하기 때문에 물량오차 분석 결과를 보다 쉽게 파악하기 위해서 ‘그림 4-3’과 같이 물량오차를 분포도로 작성하였다. 가로축은 단위세대 내 실명을, 세로축은 물량오차를 나타낸다. 세로축의 물량오차 0%을 기준으로 위쪽은 복합객체의 물량이 개별객체의 물량보다 많은 경우이며, 아래쪽은 복합객체의 물량이 개별객체의 물량보다 적은 경우를 의미한다. 그리고 마감재를 바닥, 벽, 천장으로 구분하여 표시하였다.

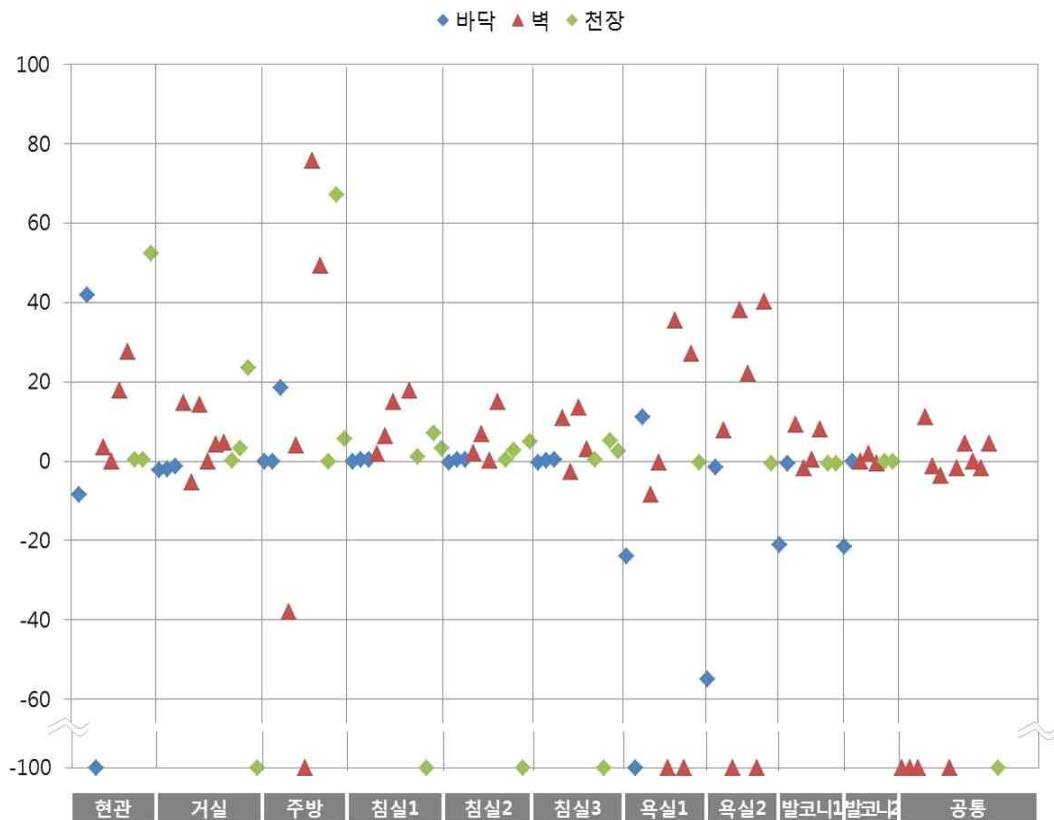


그림 4-3. 59AL 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포도

표 4-4. 59AL 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체의 물량(m ²) [A]	개별객체의 물량(m ²) [B]	물량오차(%) [(A-B)/B]
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.30	2.51	-8.37
		최종	자기질 타일		1.62	41.98
				마루굽틀	0	0.38
	벽	중간	시멘트 몰탈	3.73	3.73	0
			석고보드_단열위	3.20	3.09	3.56
		최종	고급실크벽지	6.92	5.89	17.89
			MDF 걸레받이(m)	3.14	2.46	27.64
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.30	2.29	0.44
		최종	고급실크천장지		2.29	0.44
				반자돌림 (m)	6.08	3.99
거실	바닥	중간	완충재	21.09	21.6	-2.36
			판넬히팅		21.51	-1.95
		최종	강화마루		21.37	-1.31
	벽	중간	시멘트 몰탈	1.39	1.47	-5.44
			석고보드	5.43	4.75	14.32
			석고보드_단열위	4.37	3.81	14.70
		최종	고급실크벽지	33.49	32.56	2.86
			MDF 걸레받이 (m)	11.87	11.34	4.67
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	21.09	21.06	0.14
		최종	고급실크천장지		20.44	3.18
			반자돌림 (m)	23.12	18.72	23.5
			커튼 박스(m)	0	3.63	-100
...	(중략)					...
평균 물량오차						-9.07
표준편차						40.33

표 4-5. 59AL 단위세대 실내 마감공사비 산정 결과 (단위: 물량은 m² 또는 m, 단가는 원)

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체 의 물량 [A]	개별객체 의 물량 [B]	단가 ¹⁴⁾ [C]	복합객체 공사비 [A×C]	개별객체 공사비 [B×C]	
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.30	2.51	168	386	422	
		최종	자기질 타일		1.62	38,977	89,647	63,143	
				마루굽틀	0	1.52	26,918	-	40,915
	벽	중간	시멘트 몰탈	3.73	3.73	23,181	86,465	86,465	
			석고보드_단열위	3.20	3.09	14,004	44,813	43,272	
		최종	고급실크벽지	6.92	5.89	4,457	30,842	26,252	
			MDF 걸레받이(m)	3.14	2.46	2,174	6,826	5,348	
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.30	2.29	14,319	32,934	32,791	
		최종	고급실크천장지		2.29	5,162	11,873	11,821	
				반자돌림 (m)	6.08	3.99	2,680	16,294	10,693
	거실	바닥	중간	완충재	21.09	21.51	2,625	55,361	56,464
				판넬히팅		21.51	6,369	134,322	136,997
최종			강화마루	21.37		31,316	660,454	669,223	
벽		중간	시멘트 몰탈	1.39	1.47	23,181	32,222	34,076	
			석고보드_일반	5.43	4.75	5,513	29,936	26,187	
			석고보드_단열위	4.37	3.81	14,004	61,197	53,355	
		최종	고급실크벽지	33.49	32.56	4,457	149,265	145,120	
			MDF 걸레받이(m)	11.87	11.34	2,174	25,805	24,653	
천장		중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	21.09	21.06	14,319	301,988	301,558	
		최종	고급실크천장지		20.44	5,162	108,867	105,511	
			반자돌림 (m)	23.12	18.72	2,680	61,962	50,170	
			커튼 박스(m)	0	3.63	7,339	-	26,641	
...		(중략)							
합 계							11,425,915	11,384,362	
차 액							41,553		

14) 단가는 한국토지주택공사 건축부문 일위대가(2014년 3월 3일)를 적용하였다.

나. 74A 단위세대의 BIM 물량 및 공사비 산출 결과

74A 단위세대의 평균적인 물량오차는 '표 4-6'와 같이 -4.993%로 나타났다. 이는 복합객체로 부터 산출한 물량이 개별객체로부터 산출한 물량보다 평균 4.993% 적은 것을 의미한다. 물량오차에 관한 분포도는 '그림 4-4'와 같이 정리되었으며, 단위세대 전체 물량과 공사비 산출 내역은 부록3에서 확인할 수 있다. BIM 모델링 방법에 따른 물량오차 분포도 분석 결과, 전반적으로 벽과 관련된 마감재의 물량오차가 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

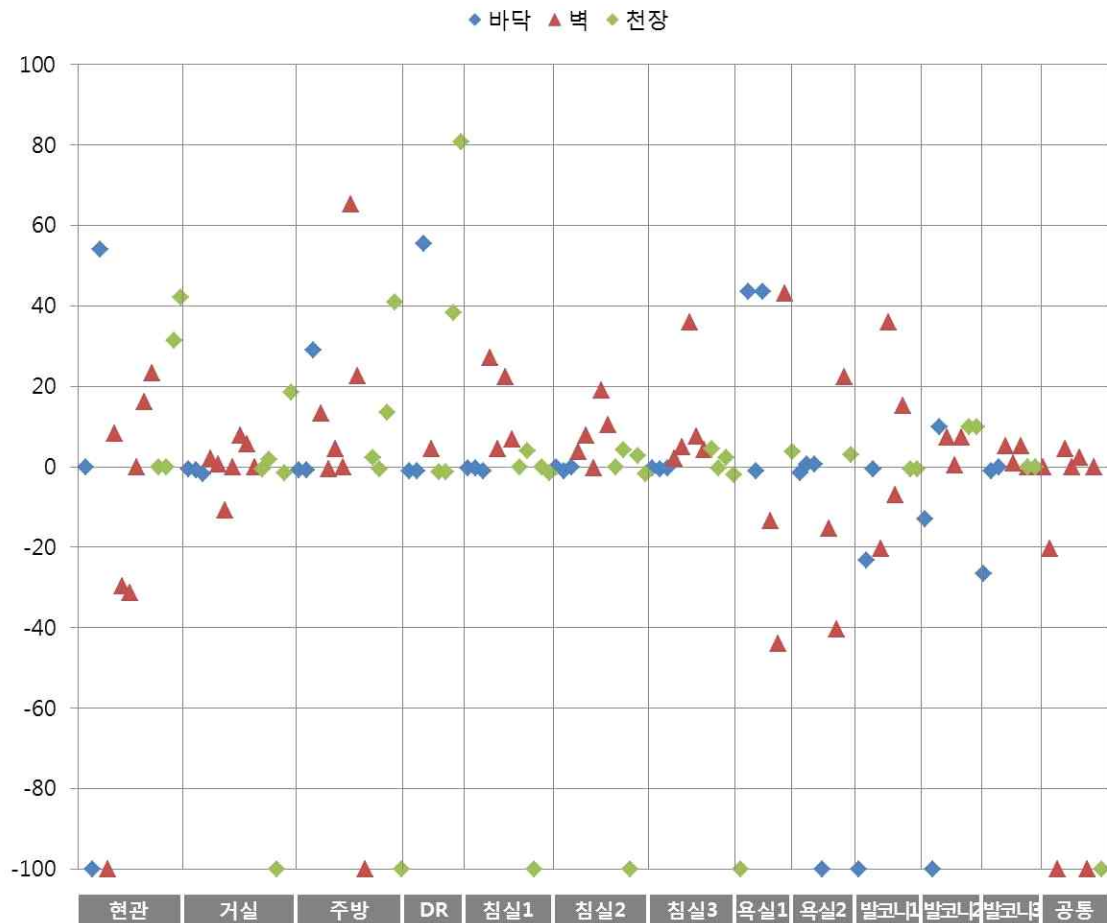


그림 4-4. 74A 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포도

표 4-6. 74A 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체의 물량(m ²) [A]	개별객체의 물량(m ²) [B]	물량오차(%) [(A-B)/B]
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.82	2.82	0
		최종	자기질 타일		1.83	54.10
				마루굽틀	-	1.2
	벽	중간	시멘트 몰탈	4.63	6.59	-29.74
			석고보드	1.98	2.88	-31.25
		최종	고급실크벽지	7.61	6.55	16.18
			MDF 걸레받이(m)	2.75	2.23	23.32
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.72	2.72	0
		최종	고급실크천장지		2.07	31.40
				반자돌림 (m)	6.65	4.68
거실	바닥	중간	완충재	28.22	28.36	-0.49
			판넬히팅		28.36	-0.49
		최종	강화마루		28.72	-1.74
	벽	중간	시멘트 몰탈	2.99	2.97	0.67
			석고보드	8.38	9.40	-10.85
			석고보드_단열위	5.82	5.71	1.93
		최종	고급실크벽지	31.0	29.34	5.66
			MDF 걸레받이 (m)	15.93	14.77	7.85
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	28.22	28.36	-0.49
		최종	고급실크천장지		28.65	-1.50
			반자돌림 (m)	26.61	22.45	18.53
			커튼 박스(m)	-	3.86	-100
	...	(중략)				
평균						-4.41
표준편차						36.53

표 4-7. 74A 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과 (단위; 물량은 m² 또는 m, 단가는 원)

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체 의 물량 [A]	개별객체 의 물량 [B]	단가 [C]	복합객체 공사비 [A×C]	개별객체 공사비 [B×C]
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.82	2.82	168	474	474
		최종	자기질 타일		1.83	38,977	109,915	71,328
			마루굽틀	-	1.2	26,918	0	32,302
	벽	중간	시멘트 몰탈	4.63	6.59	23,181	107,328	152,763
			석고보드_단열위	1.98	2.88	14,004	27,728	40,332
		최종	고급실크벽지	7.61	6.55	4,783	36,399	31,329
			MDF 걸레받이(m)	2.75	2.23	2,174	5,979	4,848
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.72	2.72	14,319	38,948	38,948
		최종	고급실크천장지		2.07	5,488	14,927	11,360
			반자돌림 (m)	6.65	4.68	2,680	17,822	12,542
거실	바닥	중간	완충재	28.22	28.36	0	0	0
			판넬히팅		28.36	8,994	253,811	255,070
		최종	강화마루		28.72	31,316	883,738	899,396
	벽	중간	시멘트 몰탈	2.99	2.97	23,181	69,311	68,848
			석고보드_일반	8.38	9.40	5,513	46,199	51,822
			석고보드_단열위	5.82	5.71	14,004	81,503	79,963
		최종	고급실크벽지	31.0	29.34	4,783	148,273	140,333
			MDF 걸레받이 (m)	15.93	14.77	2,174	34,632	32,110
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	28.22	28.36	14,319	404,082	406,087
		최종	천장지		28.65	5,488	154,871	157,231
			반자돌림 (m)	26.61	22.45	2,680	71,315	60,166
			커튼 박스(m)	-	3.86	7,339	0	28,329
...	(중략)				
합 계							13,156,964	13,167,244
차 액							10,280	

다. 84A 단위세대의 BIM 물량 및 공사비 산출 결과

84A 단위세대의 평균적인 물량오차는 '표 4-8'와 같이 -4.452%로 나타났다. 이는 복합객체로 부터 산출한 물량이 개별객체로부터 산출한 물량보다 평균 4.452% 적은 것을 의미한다. 물량오차에 관한 분포도는 '그림 4-5'와 같이 정리되었으며, 단위세대 전체 물량과 공사비 산출 내역은 부록4에서 확인할 수 있다. BIM 모델링 방법에 따른 물량오차 분포도 분석 결과, 전반적으로 벽과 관련된 마감재의 물량오차가 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

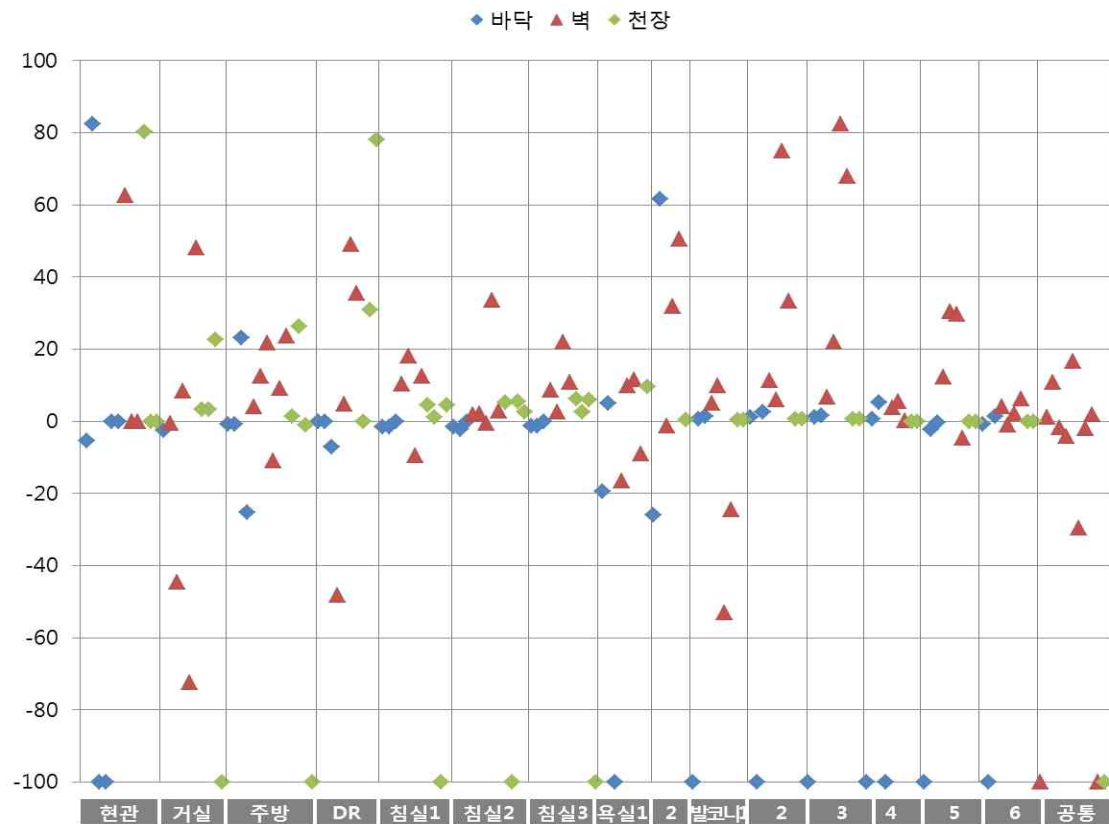


그림 4-5. 84A 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량오차 분포

표 4-8. 84A 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체의 물량(m ²) [A]	개별객체의 물량(m ²) [B]	물량오차(%) [(A-B)/B]
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.68	2.83	-5.3
		최종	자기질 타일		1.47	82.31
				마루굽틀	-	1.28
	벽	중간	석고보드_단열위	6.9	10.61	-34.97
		최종	고급실크벽지	1.69	1.04	62.5
			MDF 걸레받이(m)	2.48	2.82	-12.06
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.68	2.68	0
		최종	천장지		1.86	44.09
				반자돌림 (m)	6.9	3.83
거실	바닥	중간	완충재	26.46	26.85	-1.19
			판넬히팅		26.78	-1.45
		최종	강화마루		27.15	-2.54
	벽	중간	석고보드	3.37	6.09	-44.66
			석고보드_단열위	19.45	19.57	-0.61
		최종	고급실크벽지_초 배유	5.52	19.93	-72.3
			고급실크벽지_초 배무	26.21	24.17	8.44
			MDF 걸레받이 (m)	0.4	0.27	48.15
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	26.46	25.61	3.32
		최종	천장지		25.61	3.32
			반자돌림 (m)	33.1	26.97	22.73
			커튼 박스(m)	-	4.53	-100
	...	(중략)				
평균						-3.66
표준편차						45.60

표 4-9. 84A 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과 (단위; 물량은 m² 또는 m, 단가는 원)

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체 의 물량 [A]	개별객체 의 물량 [B]	단가 [C]	복합객체 공사비 [A×C]	개별객체 공사비 [B×C]	
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	2.68	2.83	168	450	475	
		최종	자기질 타일		1.47	38,977	104,458	57,296	
			마루굽틀	-	1.28	26,918	-	34,455	
	벽	중간	석고보드_단열위	6.9	10.61	14,004	96,628	148,582	
		최종	고급실크벽지	1.69	1.04	4,783	8,083	4,974	
			MDF 걸레받이(m)	2.48	2.82	2,174	5,392	6,131	
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	2.68	2.68	14,319	38,375	38,375	
		최종	천장지		1.86	5,488	14,708	10,208	
			반자돌림 (m)	6.9	3.83	2,680	18,492	10,264	
	거실	바닥	중간	완충재	26.46	26.85	0	0	0
			판넬히팅	26.78		8,994	237,981	240,859	
최종			강화마루	27.15		31,316	828,621	850,229	
벽		중간	석고보드	3.37	6.09	5,513	18,579	33,574	
			석고보드_단열위	19.45	19.57	14,004	272,378	274,058	
		최종	고급실크벽지_초배유	5.52	19.93	7,435	41,041	148,180	
			고급실크벽지_초배무	26.21	24.17	4,783	125,362	115,605	
			MDF 걸레받이(m)	0.4	0.27	2,174	870	587	
천장		중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	26.46	25.61	14,319	378,881	366,710	
			천장지		25.61	5,488	145,212	140,548	
		최종	반자돌림 (m)	33.1	26.97	2,680	88,708	72,280	
			커튼 박스(m)	-	4.53	7,339	-	33,246	
...		(중략)				
합 계							16,548,183	17,090,084	
차 액							541,901		

라. 84EH 단위세대의 BIM 물량 및 공사비 산출 결과

84A 단위세대의 평균적인 물량오차는 '표 4-10'과 같이 -2.687%로 나타났다. 이는 개별객체의 물량이 복합객체의 물량보다 평균적으로 2.687% 많은 것을 의미한다. 물량오차에 관한 분포도는 '그림 4-6'와 같이 정리되었으며, 단위세대 전체 물량과 공사비 산출 내역은 '부록5'에서 확인할 수 있다. 분포도 분석 결과, 자재 할증율인 3~10%를 초과하는 물량오차가 나타나는 마감재가 다소 존재하며, 현관, 주방, 욕실을 중심으로 물량오차가 크게 발생하는 것으로 나타난다.

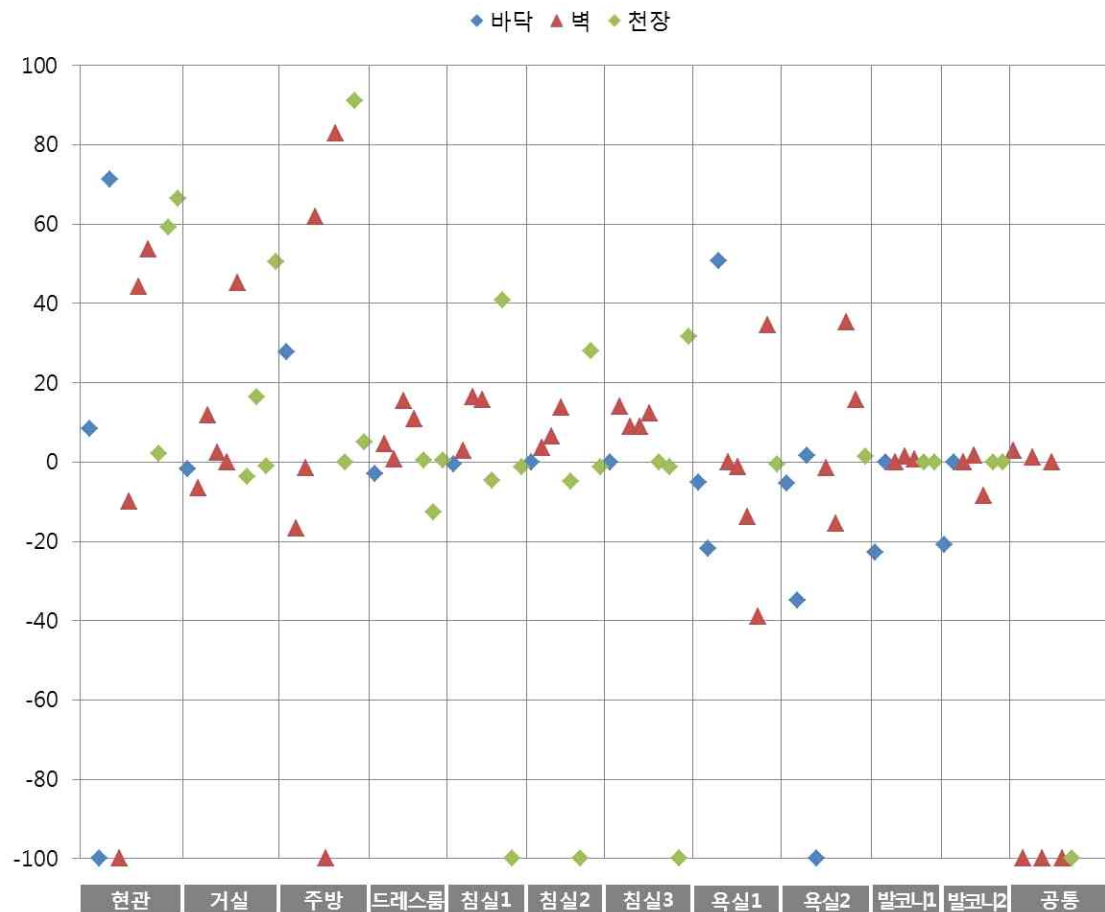


그림 4-6. 84EH 단위세대의 모델 작성 방법에 따른 물량차이 분포도

표 4-10. 84EH 단위세대 BIM 물량오차 분석 결과

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체의 물량(m ²) [A]	개별객체의 물량(m ²) [B]	물량오차(%) [(A-B)/B]
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	3.86	3.56	8.43
		최종	자기질 타일		2.25	71.33
				마루갑틀	-	1.48
	벽	중간	석고보드_단열위	8.63	9.59	-10.01
			석고보드	-	1.06	-100
		최종	고급실크벽지	5.72	3.72	53.76
			MDF 걸레받이(m)	1.99	1.38	44.20
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	3.86	3.78	2.12
		최종	고급실크천장지		2.32	66.38
				반자돌림 (m)	7.87	4.94
거실	바닥	Rough	완충재	28.26	28.37	-0.39
			판넬히팅		28.37	-0.39
		Finish	강화마루		28.75	-1.70
	벽	Rough	석고보드	6.52	6.97	-6.46
			석고보드_단열위	6.97	6.24	11.70
		Finish	고급실크벽지	43.2	29.75	45.21
			MDF 걸레받이 (m)	15.18	14.83	2.36
	천장	Rough	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	28.26	29.31	-3.57
			고급실크천장지		28.53	-0.95
		Finish	반자돌림 (m)	27.21	18.07	50.58
			커튼 박스(m)	-	3.77	100
	...	(중략)				
평균						-2.67
표준편차						39.60

표 4-11. 84EH 단위세대 실내 마감 공사비 산정 결과 (단위: 물량은 m² 또는 m, 단가는 원)

공간	부위	마감 유형	마감재 내역	복합객체 의 물량 [A]	개별객체 의 물량 [B]	단가 [C]	복합객체 공사비 [A×C]	개별객체 공사비 [B×C]	
현관	바닥	중간	시멘트 몰탈	3.86	3.56	168	648	598	
		최종	자기질 타일		2.25	38,977	150,256	87,698	
				마루굽틀	-	1.48	26,918	0	39,839
	벽	중간	석고보드_단열위	8.63	9.59	14,004	120,855	134,298	
			석고보드	0	2.39	5,513	0	5,844	
		최종	고급실크벽지	5.72	3.72	4,783	27,359	17,793	
			MDF 걸레받이(m)	1.99	1.38	2,174	4,326	3,000	
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	3.86	3.78	14,319	55,271	54,126	
		최종	고급실크천장지		2.32	5,488	21,184	12,732	
				반자돌림 (m)	7.87	4.94	2,680	21,092	13,239
거실	바닥	중간	완충재	28.26	28.37	0	0	0	
			판넬히팅		28.37	8,994	254,170	255,160	
		최종	강화마루		28.75	31,316	884,990	900,335	
	벽	중간	석고보드_일반	6.52	6.97	5,513	35,945	38,426	
			석고보드_단열위	6.97	6.24	14,004	97,608	87,385	
		최종	고급실크벽지	43.2	40.49	4,457	192,542	180,464	
			MDF 걸레받이 (m)	15.18	14.83	2,174	33,001	32,240	
	천장	중간	경량철골천정틀 (석고보드 포함)	28.26	29.31	14,319	404,655	419,690	
		최종	고급실크천장지		28.53	5,162	145,878	147,272	
			반자돌림 (m)	27.21	18.07	2,680	72,923	48,428	
			커튼 박스(m)	-	3.77	7,339	0	27,668	
			...	(중략)					...
	합 계							15,187,904	15,085,130
	차 액							102,774	

3. 결과 분석

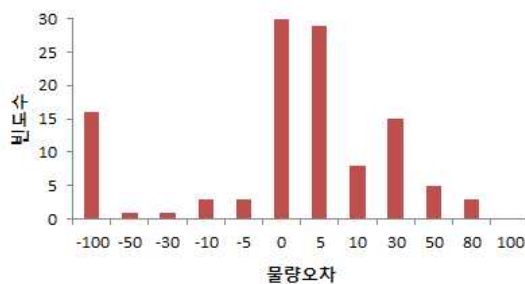
복합객체와 개별객체로 구성된 BIM 모델의 물량산출 결과, 평균적으로 개별객체의 물량이 복합객체의 물량보다 많은 것으로 나타났으며, 물량차이는 5% 이내로 나타났다. 그러나 마감재 내역마다 물량차이를 자세히 살펴보면, 최대 90%에서 최소 -40%까지 다양하게 발생하는 것으로 나타났다. 보다 정확한 분석을 위해 BIM 물량차이가 어떤 분포와 패턴을 가지고 있는지 살펴볼 필요가 있다. 이에 BIM 물량산출 결과를 히스토그램으로 작성하여 각 단위세대의 물량차이가 어떤 분포를 나타내는지 살펴보았다. 히스토그램 작성을 통해 물량차이가 종 모양의 정규분포와 같은 일관된 패턴을 보이는 경우 확률적인 분석이 가능하다. 반면, 물량차이가 일관되지 않은 패턴을 보이는 경우 확률적 분석이 불가능하기 때문에, 기술적인 통계 분석으로 물량산출 결과를 분석해야 한다. 따라서 본 연구에서는 히스토그램 작성을 통해 물량산출 결과를 재검토하고, 수집된 데이터의 특성에 맞는 통계적 해석 방법을 적용하여 분석하고자 한다.

가. 복합객체와 개별객체의 BIM 물량오차 분석

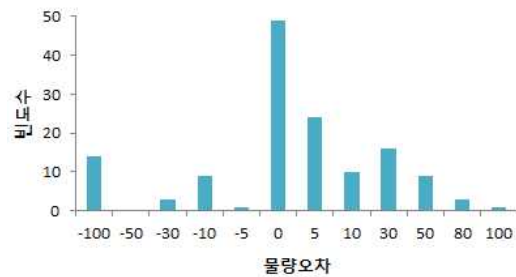
BIM 물량오차를 발생 빈도수를 나타내는 히스토그램으로 작성해본 결과, 물량오차가 0이상인 경우에 가장 많은 빈도수를 보이는 것으로 나타났다. 이는 복합객체로부터 산출한 물량이 개별객체로부터 산출된 물량보다 큰 경우가 많은 것을 의미한다. 마감재 각각의 물량차이는 +와 - 값을 가지지만, 전반적인 물량도 복합객체로부터 산출한 물량이 개별객체로부터 산출한 물량보다 크게 나타나는 것이다.

4개의 단위세대 모두 두 개의 최빈값을 가지는 쌍봉(bimodal) 형태의 히스토그램과 유사한 형태로 나타났다. 최빈값은 표본에서 가장 빈번하게 발생하는 값으로

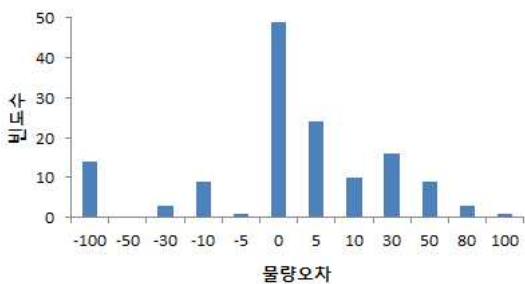
‘그림 4-7’에 따르면 물량오차에 관한 계급이 0과 5, 그리고 30인 곳에서 최빈값이 나타나는 것을 알 수 있다. 물량오차에 관한 계급이 0과 5는 복합객체와 개별객체의 물량오차가 -2.5 ~ 7.5%로 나타나는 마감재를 의미하며, 이러한 물량오차를 보이는 마감재가 단위세대 내 가장 많이 존재하는 것을 의미한다. 두 번째로 가장 큰 최빈값을 보이는 물량오차에 관한 계급은 30인 것은 복합객체와 개별객체의 물량오차가 20 ~ 40%인 마감재를 의미한다. 히스토그램에서 나타나는 바와 같이 BIM 물량오차는 연속적으로 발생하는 데이터가 아니며, 확률에서 정규분포와 같은 포물선 형태로 발생되지 않기 때문에 확률적으로 분석하는 것에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 평균과 편차에 의해 데이터를 분석하는 기술적 통계 방법을 사용하여 복합객체와 개별객체의 물량오차 및 공사비 차이를 분석하였다.



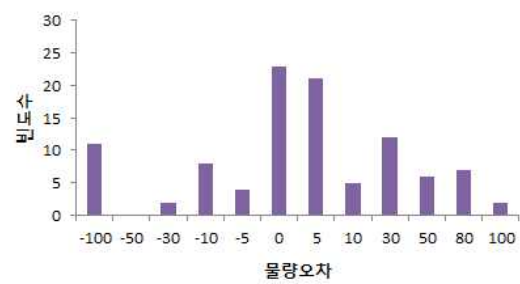
a) 59AL 단위세대



c) 84A 단위세대



b) 74A 단위세대



d) 84EH 단위세대

그림 4-7. BIM 물량오차의 발생 빈도에 따른 히스토그램

한편, BIM 물량산출 결과를 마감재 내역마다 살펴보면, 복합객체와 개별객체의 물량오차가 -100%인 마감재가 존재한다. 이는 복합객체로부터 해당 마감재의 물량을 산출할 수 없어서 복합객체의 물량이 0으로 산출되지 않는 경우를 의미한다. 예를 들어 주방 벽의 타일, 단열결로보완재, 욕실 상부 몰탈, 재료분리대, 현관 바닥의 마루굽틀, 천장의 커튼박스가 해당되는데, 이들 마감재는 특정 부위에 국부적으로 설치되는 특징이 있다. 복합객체로 모델을 작성할 때에는 국부적으로 설치되는 마감재가 포함되지 않고, 개별객체로 모델을 작성하는 경우에만 표현할 수 있다. 그러므로 개별객체로 모델이 작성된 경우에만 주방타일, 단열결로보완재, 욕실 상부 몰탈 등의 물량을 산출할 수 있는 것이다. 복합객체로부터 산출할 수 없는 물량은 기존 방식과 같이 수기로 계산하여 물량 누락을 방지해야 한다. 그러므로 BIM 견적에서는 모델의 작성 범위와 방법에 따라 물량산출이 가능한 자재와 그렇지 않은 자재를 구분하여, 물량산출이 가능하지 않은 자재의 물량 누락을 예방하기 위한 방안을 수립해야 한다.

본 연구에서는 정확한 물량오차 분석을 위해 복합객체로부터 물량을 산출할 수 없는 마감재 즉, 복합객체와 개별객체의 물량오차가 -100%으로 나타나는 마감재를 제외한 물량오차의 평균과 표준편차를 계산한 결과 ‘표 4-12’와 같다.

표 4-12. 복합객체와 개별객체의 BIM 물량오차 분석

유 형	원본 데이터에 의한 물량오차		복합객체와 개별객체의 물량오차가 -100%인 마감 물량 제외	
	평균	표준편차	평균	표준편차
59AL	-9.07	40.33	6.41	18.33
74A	-4.41	36.53	6.48	19.47
84A	-3.66	45.60	9.51	33.10
84EH	-2.67	39.60	9.12	24.12

BIM 물량산출 테스트에 의해 수집된 원본 데이터로부터 복합객체와 개별객체의 물량오차를 분석한 결과, 평균 -2~ -9%의 물량차이를 보였다. 표준편차는 36~45로 상당히 높은 분포를 보인다. 그러나 복합객체와 개별객체의 물량오차가 -100인 경우를 제외하고 물량오차의 평균과 표준편차를 계산한 결과, 평균은 6~9%, 표준편차는 18~33으로 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 물량오차의 평균이 -값에서 +값으로 변경된 이유는 평균을 계산하는 과정에서 -100인 수치들이 제외되었기 때문이다. 그러므로 각 단위세대 마감재의 복합객체와 개별객체의 물량오차는 평균 6~9%로 발생하는 것으로 파악해야 한다. 물량누락 방지를 위해 복합객체로 구성된 모델로부터 물량을 산출할 수 없는 마감재는 수기 계산하여 물량산출 결과에 반영한다면, 복합객체와 개별객체의 물량오차는 평균 6~9%로 나타나게 되는 것이다.

나. 복합객체와 개별객체의 공사비 차이 분석

복합객체와 개별객체로부터 산출된 물량에 한국토지주택공사의 일위대가를 적용하여 단위세대 실내 마감공사비를 계산한 결과 '표 4-13'과 같다. 단위세대 실내 마감공사비는 일부 마감 공종에 대한 직접공사비를 나타낸다. BIM 물량산출 테스트 대상 및 범위에서 언급하였듯이, 본 연구는 건축 마감공사 중 조적, 단열, 방수, 목, 미장, 타일, 도장, 수장(도배), 석공사와 같은 8가지 공종에 한하여 물량을 산출하였기 때문이다. 한편, BIM 물량오차 분석에서는 복합객체로부터 물량을 산출할 수 없는, 즉 물량오차가 -100%인 마감재는 제외하고, 오차 범위를 분석하였다. 그러나 공사비 분석에서는 복합객체로부터 산출할 수 없는 자재의 비용이 누락되지 않도록, 물량오차가 -100%인 마감재의 비용이 포함된 공사비로 산정하였다. 그러므로 복합객체의 공사비에서 누락된 마감재의 비용이 보정된 공사비가 정확한 결과이다.

‘표 4-13’과 같이 복합객체와 개별객체로부터 산출한 실내 마감공사비 분석 결과, 복합객체의 공사비가 개별객체의 공사비보다 전반으로 적게 산출되었으며, 84A 단위세대만 복합객체의 공사비가 크게 산출되는 것으로 나타났다. 개별객체의 공사비를 기준으로 복합객체의 보정된 공사비와의 차이를 분석한 결과, 84A 단위세대를 제외하고 약 60만원의 금액 차이를 보였으며, 비율은 4~5%를 차지하고 있다. 84A 단위세대의 경우 다른 단위세대와 비교하였을 때, 발코니 개수가 6개로 가장 많으며, 평면계획 및 실의 배치에 있어서 차이가 있다. 또한 실내 마감재 중 벽지를 초배지가 있는 경우와 없는 경우를 구분하여 단가를 반영한 점에서 다른 단위세대와의 공사비에 차이가 발생한 것으로 파악된다.

표 4-13. 복합객체와 개별객체의 실내 마감 공사비 분석

유형	복합객체의 공사비 ¹⁵⁾	개별객체의 공사비 ¹⁶⁾ [A]	복합객체의 보정된 공사비 ¹⁷⁾ [B]	공사비 차이	
				금액 [B-A]	비율 (%) [(B-A)/A]
59AL	11,321,025	11,388,890	12,071,238	682,348	5.99
74A	13,305,317	13,312,736	13,974,262	661,526	4.97
84A	16,891,714	17,557,887	17,349,536	-208,351	-1.19
84EH	15,187,904	15,085,130	15,744,822	659,692	4.37

복합객체와 개별객체의 BIM 물량오차와 공사비를 종합적으로 판단하기 위해서 ‘표 4-14’에서와 같이 분석 결과를 정리하였다. BIM 물량오차는 평균 6~9%, 공사비 차이는 4~5%로 나타났다. 그리고 전반적으로 변동계수가 2~3으로 나타남에 따라

15) 복합객체로부터 산출한 물량(CMO.QT)에 일위대가의 단가(Unit Price)를 곱한 값(CMO.QT×Unit Price)이며, 복합객체로부터 물량을 산출할 수 없는 마감재가 누락된 공사비임.

16) 개별객체로부터 산출한 물량(IMO.QT)에 일위대가의 단가(Unit Price)를 곱한 값(IMO.QT×Unit Price)임.

17) 물량 누락이 발생하지 않도록 단일 객체로부터 물량을 산출할 수 없는 마감재의 공사비를 포함한 금액임.

물량오차가 발생하는 분포는 비슷한 것으로 판단된다. 변동계수는 표준편차에 평균을 나눈 값으로, 표준편차는 평균값이 큰 데이터 쪽으로 커지는 경향이 있기 때문에, 서로 다른 평균값을 가진 데이터를 비교할 때에는 변동계수로 비교한 것이다. 특히, 84A 단위세대의 공사비 차이는 -1.19%로 다른 단위세대와 다른 경향을 보이지만, 물량오차 측면에서는 다른 단위세대와 비슷한 경향을 보이고 있다.

표 4-14. 복합객체와 개별객체의 물량오차 및 공사비 분석

분석 내용	물량오차 ¹⁸⁾			공사비 차이	
	평균	표준편차	변동계수	금액 ¹⁹⁾	비율
59AL	6.41	18.33	2.86	682,348	5.99
74A	6.48	19.47	3.00	661,526	4.97
84A	9.51	33.10	3.48	-208,351	-1.19
84EH	9.12	24.12	2.64	659,692	4.37

또한 BIM 물량산출 테스트 결과, 개별객체로 모델링하는 것이 복합객체로 모델링하는 것보다 약 2배 이상 더 많은 작업시간이 소요되었다. 건축 마감 모델 작성 방법에 따른 4~5%의 공사비 차이를 만회하기 위하여 2배 이상의 작업시간을 투입하여 건축 마감 모델을 작성하는 것은 작업의 신속성을 요구하는 건적업무에 있어서 효율적인 방식이 아니다. 그러므로 건축 마감재 모델 작성 방법에 따른 물량오차 발생원인을 분석하고, 모델 작성 작업시간 및 물량오차를 줄이기 위한 적정 수준의 BIM 건축 마감 모델 작성 전략이 필요하다.

18) 물량오차는 BIM 모델로부터 산출한 물량이 모델링 방법에 따라 차이가 나타나는 비율을 의미하는데, 이는 복합객체로부터 산출한 물량(CMO.QT)에 개별객체로부터 산출한 물량(IMO.QT)을 제거한 값에 개별객체로부터 산출한 물량을 나눈 값임. $BIM.QT.Discr. = (CMO.QT - IMO.QT) / IMO.QT$

19) 공사비 차이(Discrepancy Price)는 단위세대의 직접공사비를 기준으로 산정한 것인데, 복합객체와 개별객체로부터 산출한 물량의 차이에 단가를 곱하여 계산한 값들의 합임. $\sum(CMO.QT - IMO.QT) * Unit Price$

그리고 물량차이가 +와 - 값을 가지듯이 건설공사에서 예상보다 실제 물량이 감소하면 해당 공종의 업체가 이익을 보겠지만, 물량이 증가하면 해당공종의 업체가 손해를 보거나 품질저하가 발생할 수 있다. 정확한 물량산출을 통해 합리적인 공사 금액을 유도하고, 협력업체의 리스크를 저감시키고, 품질을 확보하기 위해, BIM기반 물량산출에서는 물량이 증가하는 마감재를 집중적으로 검토할 필요가 있는 것으로 판단된다.

다. 부위별 BIM 물량오차 및 공사비 분석

바닥, 벽, 천정과 같이 건축 마감재 부위마다 복합객체와 개별객체의 물량오차와 공사비 차이를 분석한 결과, '표 4-15'에서와 같이 벽, 바닥, 천정 순으로 가장 많은 물량오차 및 공사비 차이가 나타나는 것으로 분석되었다. 특히 벽과 관련된 마감재의 공사비는 각 단위세대의 공사비 차이에 약 90%를 차지하는 것으로 나타났다. 복합객체와 개별객체로부터 산출한 BIM 공사비 차이가 평균 4~5% 발생하고, 벽과 관련된 마감재의 공사비 차이가 3~4%를 차지한다. 그러므로 벽과 관련된 마감재의 물량을 보정하면, 복합객체와 개별객체 모델링 방법에 따른 공사비 차이가 1% 이내로 감소시킬 수 있다.

표 4-15. 복합객체와 개별객체의 부위별 물량 및 공사비 차이

유 형		물량오차 ²⁰⁾ (%)		공사비 차이 ²¹⁾	
		평균	표준편차	금액	비율(%)
59AL	바닥	-2.95	17.76	-2,957	-0.03
	벽	9.94	17.57	487,704	4.28
	천정	8.48	17.99	54,008	0.47
	소계	6.47	18.33	662,885	5.82
74A	바닥	5.51	20.09	172,269	1.31
	벽	6.19	21.06	436,030	3.31
	천정	9.74	18.55	50,367	0.38
	소계	6.48	19.47	658,665	5.00
84A	바닥	1.86	20.29	165,808	0.97
	벽	8.84	41.91	567,509	3.32
	천정	7.38	23.86	70,084	0.41
	소계	9.51	33.10	803,402	4.70
84EH	바닥	1.46	22.59	77,943	0.52
	벽	10.66	23.01	522,366	3.46
	천정	13.43	26.24	59,383	0.39
	소계	9.12	24.12	659,691	4.37

20) 복합객체로부터 산출한 물량(CMO.QT)에 개별객체로부터 산출한 물량(IMO.QT)을 제거한 값에 개별객체로부터 산출한 물량을 나눈 값(BIM.QT.Discr. = (CMO.QT-IMO.QT)/IMO.QT)의 평균과 표준편차임.

21) 복합객체와 개별객체로부터 산출한 공사비의 차이를 의미함. $\Sigma(\text{CMO.QT}-\text{IMO.QT}) \times \text{Unit Price}$

라. 공종별 물량오차 분석

4가지 유형의 단위세대 물량산출 결과를 공종별로 분석한 결과, '표 4-16'에서와 같이 타일공사, 방수공사, 도배공사, 잡공사에 포함된 일부 마감재들의 물량오차가 자재의 손율에서 크게 벗어난 형태를 보이고 있으며, 최대 34%에서 최소 -37%까지 물량 오차가 발생하고 있음을 알 수 있다. 이는 '표 4-16'와 같이 일반적인 자재 손율(할증율)을 훨씬 넘는 수치이다. 이에 한국토지주택공사의 건축견적지침서에 규정되어 있는 마감재의 할증을 기준으로, 해당 기준을 넘어서는 자재의 물량차이와 그 원인을 분석하였다.

표 4-16. 실내 마감공사 관련 자재의 손율

자재명	할증율 (%)	마감재
벽돌	3	조적
타일	3	도기질, 자기질 타일
경량철골	5	경량철골천정틀
석고보드 (본드붙임용)	5	-
시멘트, 모래 (바닥)	5	판넬히팅
도료	5	외부 수성페인트, 걸레받이 페인트
수장용 합판	8	강화마루
단열재(스티로폴)	10	결로방지단열재 등
시멘트, 모래 (벽)	10	시멘트 몰탈, 액체방수, 쇠흠손 마감
석재 (최종 마감)	10	석재 타일
도배지	10	벽지, 천장지

표 4-17. 공종별 BIM 물량오차 분석

공종	코드	내역	복합객체 물량	개별객체 물량	물량오차 (%)	자재 할증
조적공사	UAE10101	콘크리트 벽돌	144.69	137.46	5.26	3
타일공사	UAF20019	도기질타일	115.67	105.54	9.60	3
	UAF20110	자기질타일	50.693	44.362	14.27	3
단열공사	UAG20042	단열결로보완재	0	69.54	-100.00	10
	UAG81502	단열재	150.728	153.859	-2.03	10
	UAG50010	석고보드_단열위	118.55	113.47	4.48	5
목공사	UAH30100	합판마루	229.177	222.742	2.89	10
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	103.446	107.77	-4.01	5
	UAJ16092	방수물탈위 내벽물탈	0	23.4	-100.00	3
	UAJ60040	콘크리트면처리	93.62	93.38	-0.26	5
	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	22.244	21.912	1.52	5
방수공사	UAK20010	액체방수2종	62.056	75.464	-17.80	5
수장공사	UAM20010	석고보드	54.9	56.16	-2.20	5
	UAM20110	방수석고보드	3.19	5.14	-37.94	5
	UAM65085	마루굽틀	0	1.54	-100.00	3
도장공사	UAO30030	외부용페인트	133.474	127.552	4.60	5
	UAO20020	걸레받이페인트	55.66	57.03	-2.40	5
도배공사	UAP10220	실크벽지	299.97	266.73	12.46	10
	UAP10220	고급실크벽지	184.06	136.92	34.43	10
	UAP10220	아트월	31.74	31.74	0	8
	UAP10240	실크천장지	113.867	113.29	0.51	10
	UAP10240	고급실크천장지	124.19	118.3	4.98	10
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	139.52	140.15	-0.45	2
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	39.73	-100.00	3
	UAS12023	반자돌림(m)	285.57	229.8	-19.53	3
	UAS14120	재료분리대	0	18.408	-100.00	3
	UAS16050	MDF걸레받이(m)	209.84	183.36	14.44	10
	UAS60262	경량철골천장틀	241.557	244.049	-1.02	10
	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	16.79	16.522	1.62	10
	UAS65123	경량벽	34.38	34.52	-0.41	3

제 5장 전적 BIM 모델 작성 전략

1. 건축 마감재 모델 작성 방법에 따른 BIM 물량오차 발생원인

복합객체와 개별객체로부터 BIM 물량 및 공사비를 산출한 결과, 복합객체로부터 산출한 물량이 개별객체로부터 산출한 물량보다 적은 경우(-)와 큰 경우(+)로 구분할 수 있다. 복합객체의 물량이 적게 나타나는 대표적인 예는 다음과 같다.

첫째, 바닥에 방수재를 시공 할 때에는 벽 높이 100mm까지 시공한다. 바닥과 벽이 만나는 모서리에서 누수가 될 가능성이 많기 때문이다. 복합객체로 모델링한 경우 이를 표현할 수 없지만, 개별객체로 모델링한 경우 이를 표현할 수 있다. 그러므로 욕실, 발코니 바닥의 액체방수물량이 증가한 것이다.

둘째, 문이나, 창호가 설치되는 벽은 '표 5-1'과 같이 단열재와 석고보드, 벽지의 면적이 추가된다. 문과 창호는 내부 열이 빠져나가기 쉽기 때문에 단열재를 보강해 주는데, 이러한 단열재 위에 설치되는 석고보드와 벽지의 면적이 증가되는 것이다.

개별객체의 물량이 복합객체의 물량보다 적게 산출되는 원인 중에 하나는 이전에 설치된 마감재의 두께 때문이다. 복합객체로 모델링하였을 때는 여러 마감재들 하나의 객체로 표현하기 때문에 마감재 두께에 따라 물량이 달라지지 않는다. 그러나 개별객체로 모델링하였을 때는 마감재의 두께에 따라 이후에 설치되는 마감재의 드로잉 길이가 달라진다. 예로 들면, '그림 5-1'과 같이 구조체에 의해 제한된 길이로 인해 중간 마감재의 두께에 따라 최종 마감재의 길이와 면적이 변하는 것이다. 이로 인해 복합객체로 형성된 모델의 물량이 개별객체로 형성된 모델의 물량보다 많이 산출되는 것이다. 단열재와 같이 두께가 100 mm이상으로 설치되는 자재. BIM 물량산출 테스트에서는 외벽을 따라 두께가 120mm인 단열재가 모델링 되었는데, 이 경우 벽지의 물량오차가 10~15%정도로 발생하였다. 그리고 이러한 오차는 실의

크기, 재료의 두께마다 다를 수 있으며, 실을 둘러싸고 있는 복합객체의 길이에 따라서 약간의 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 복합객체는 부재의 중심선(center line)을 기준으로 작성(Drawing)하고, 개별객체는 부재의 외곽선(outline)을 기준으로 작성하기 때문이다.

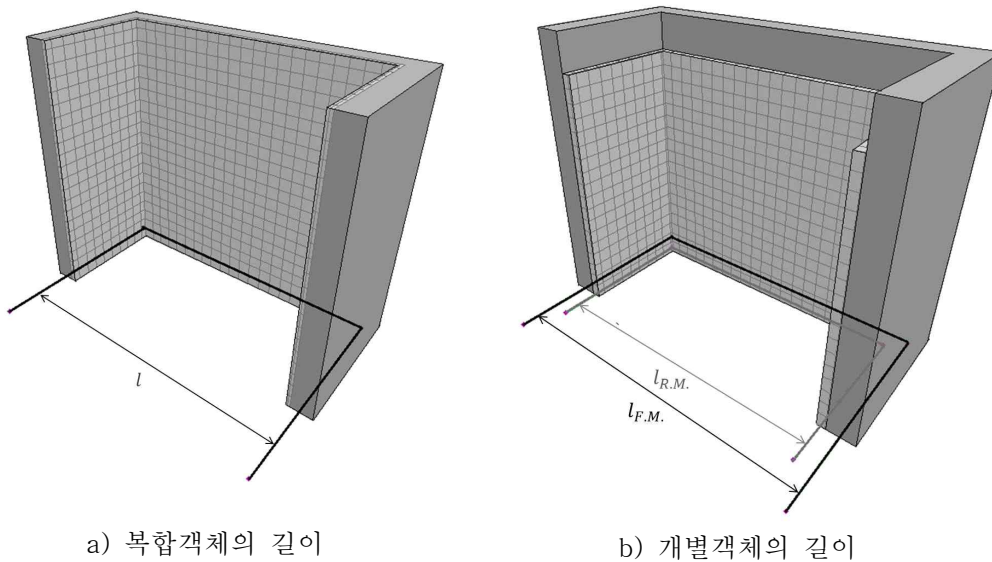


그림 5-1. 마감재의 두께에 따른 복합객체와 개별객체의 길이 차이

또한 ‘그림 5-1’의 b에서와 같이 벽 마감재를 개별객체로 모델링할 때에는 벽체의 높이를 다르게 적용할 수 있다. 특히 천정고까지 시공되는 벽의 최종 마감재의 경우, 개별객체와 복합객체로 모델링할 때의 높이 차이로 인하여 해당 모델로부터 산출한 물량에 차이가 발생하는 것이다.

복합객체와 개별객체의 물량이 가장 크게 차이나는 부분은 붙박이 가구(built-in Furniture)로 인해 최종 마감재가 제외되는 마감재이다. 일반적으로 붙박이 가구가 설치되는 부위에는 최종 마감재를 설치하지 않도록 견적지침서에 명시되어 있다. 현관에는 신발장, 주방에는 주방가구, 욕실에는 욕조와 욕실가구, 드레스룸에 화장

대, 장롱 등이 붙박이 가구에 해당된다. 이들 가구가 배치되는 장소에는 최종 마감재가 설치되지 않으며, 개별객체로 모델링한 경우 이를 표현할 수 있기 때문에 물량 차이가 발생하는 것이다.

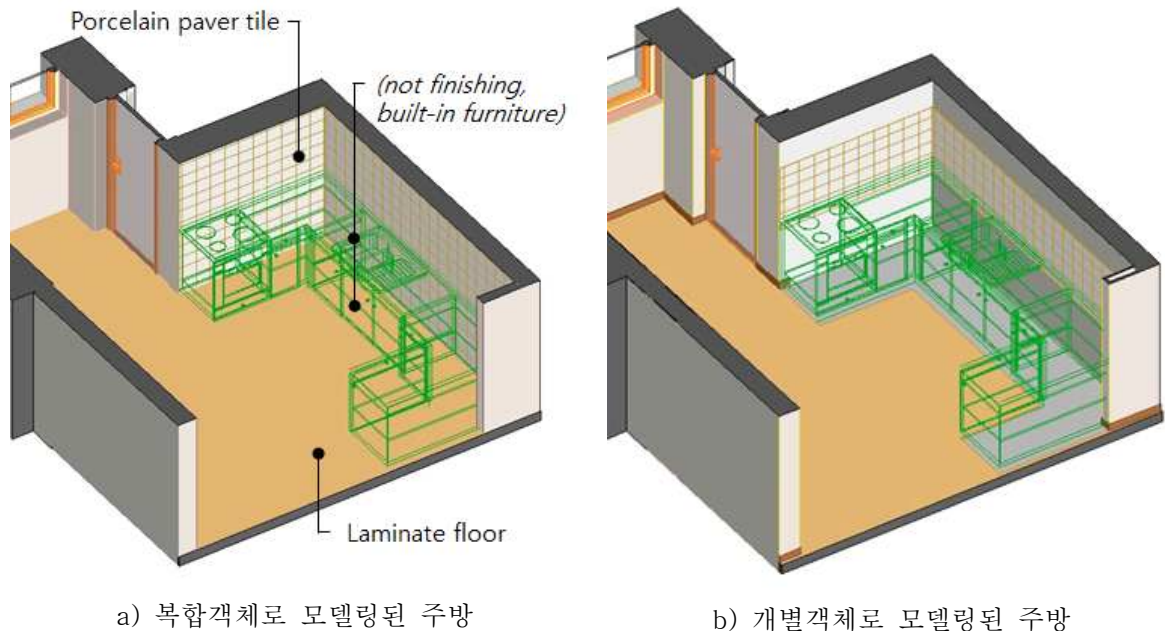
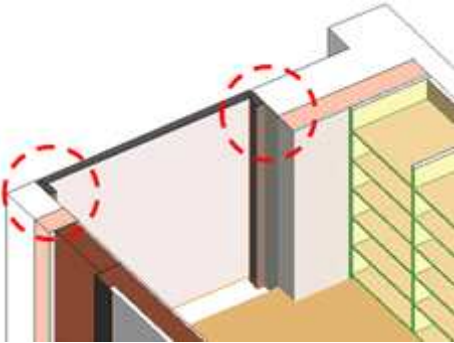
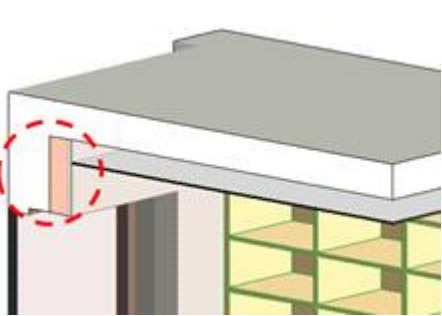
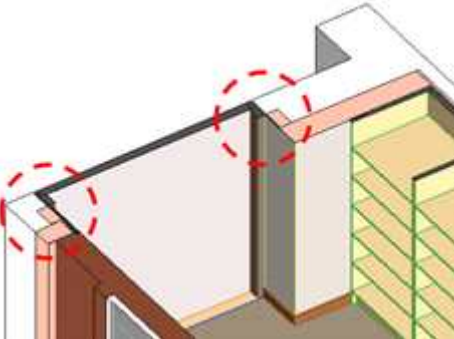
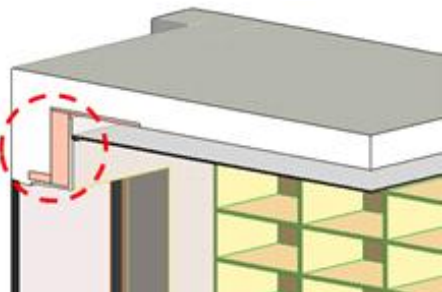


그림 5-2. 빌트인 가구로 인한 복합객체와 개별객체 모델링 예

이러한 물량차이가 발생하는 원인들은 개별로 작용하기도 하지만, 복합적으로 작용하는 경우도 있다. 예를 들어, '표 5-1'과 같이 현관문 주변의 벽지를 자세하게 표현하기 위해 객체를 추가적으로 모델링하는 경우가 있다. 이러한 경우 역시, 물량차이의 원인 중 하나로 작용한다. 그리고 견적 매뉴얼에 따라 현관의 신발장이 설치되는 부분에는 벽지가 설치되지 않아야 하므로, 빌트인 가구 설치로 인한 최종 마감재 공제로 인해 물량차이와 모델링 방법에 따른 표현방식의 차이가 동시에 작용한다. 욕실의 타일 역시 객체의 길이 또는 높이와 욕실장이 설치되는 부분의 마감재 공제로 객체 길이 차이와 최종 마감재 공제가 함께 작용하기 때문에, 모델링

방법에 따른 물량차이가 발생하는 원인은 다양한 관점에서 검토되어야 한다.

표 5-1. 현관문 주변 BIM 모델의 평면, 단면 상세

구분	평면	단면
복합 객체		
개별 객체		

모델 작성 방법에 따른 BIM 물량산출 결과, 평균 6~9%의 물량오차가 발생하고, 4~5%의 공사비 차이가 발생하였다. 그러나 일부 공종 및 자재의 물량차이는 해당 자재의 할증율인 3~10%를 크게 벗어나는 것으로 확인되었다. 본 연구에서는 복합 객체와 개별객체 모델링 방법에 따라 BIM 물량차이가 발생하는 원인이 세 가지로 도출되었으며, 각각의 원인에 의한 평균 물량차이는 '표 5-2'와 같다. 복합객체와 개별객체의 모델링 방법에 따른 물량차이가 양의 값과 음의 값이 혼재하기 때문에, '표 5-2'에서는 원본 데이터와 함께 모든 내역의 물량오차를 절대값으로 변환한 데

이터를 모두 정리하였다. 빌트인 가구 설치로 인한 최종 마감재 공제는 평균적으로 36%의 물량오차를 일으키는 것으로 나타났다. 이는 절대값으로 변환했을 때도 동일하기 때문에, 복합객체일 때 더 많은 물량이 산출되는 것으로 변동계수가 매우 적어 평균 36%에서 크게 벗어나지 않는 것으로 파악된다. 반면, 모델링 방법에 따른 객체 표현방식에 의한 물량차이, 객체의 길이 또는 벽 높이에 따른 물량오차는 양의 값과 음의 값을 모두 가지기 때문에, 원본 데이터의 평균과 절대값으로 변환한 데이터의 평균이 크게 차이나는 것을 알 수 있다. 앞서 언급하였듯이 이러한 물량오차 발생 원인은 객체마다 단독으로 적용되는 부분이 아니기 때문에 '표 5-2'의 결과를 절대적인 수치로 판단할 수 없고, 상대적인 수치로 해석해야한다.

표 5-2. BIM 모델 작성 수준에 따른 물량오차 발생원인

물량오차 발생 원인	원본 데이터			절대값으로 변환한 데이터		
	평균	표준 편차	변동 계수	평균	표준편차	변동 계수
1. 모델링 방법에 따른 표현방식의 차이 (<i>Representation of model</i>)	4.24%	0.285	7.610	26.38%	0.108	0.435
2. 객체 길이 차이 (<i>Derivation of length from 3D object</i>)	4.3%	0.116	4.177	5.94%	0.109	1.159
3. 벽의 높이 차이 (<i>Derivation of wall height</i>)	-0.1%	0.150	1.500	10.37	0.098	0.806
4. 최종 마감재 공제 (<i>Unnecessary modeling</i>)	36.23%	0.134	0.447	36.23%	0.134	0.447

2. 복합객체로부터 산출한 BIM 물량 보정 방안

BIM 물량산출 분석 결과, 물량차이 발생원인 중 빌트인 가구로 인한 최종 마감재 공제에 관한 물량차이가 제일 큰 것으로 나타났으며, 건축 마감재의 부위별로는 바닥과 벽이 천정 마감재보다 물량차이가 큰 것으로 나타났다. 공종별 분류에서는 타일, 장수, 도배(특히, 벽지), 잡공사(반자돌림, 걸레받이)의 물량차이가 큰 것으로 나타났다. BIM 견적에서는 해당 물량이 BIM으로부터 산출한 것인지, 수기로 계산하여 산출된 것인지 구분해야한다. 그리고 빌트인 가구가 설치되는 공간의 바닥, 벽 최종 마감재는 분리하여 모델링해야 한다. 빌트인 가구 설치로 인해 공제되는 최종 마감재 물량차이가 가장 크게 나타났기 때문이다. 빌트인 가구라 함은 현관의 신발장, 주방에 싱크대, 욕실에 욕실장, 거울, 그리고 욕조, 드레스룸에는 불박이장 등을 말하며, 현관, 주방, 욕실, 드레스룸을 중심으로 바닥과 벽의 최종 마감재는 개별객체로 모델링해야 하는 것이다. 이러한 내용을 반영하여 본 연구에서는 복합객체로부터 산출한 BIM 물량을 보정 방안을 아래와 같이 4가지로 제시하였다.

- 1) 복합객체로 부터 물량이 산출되지 않는 자재의 물량 보정
- 2) 빌트인 가구가 설치되는 실의 바닥, 벽 최종 마감재의 물량 보정
- 3) 방수공사 관련 바닥, 벽 마감재의 물량 보정
- 4) 빌트인 가구가 설치되는 실의 최종 천정 마감재와 모든 실의 벽 마감재 물량 보정

첫 번째 물량 보정안은 복합객체로 물량을 산출했을 때, 물량차이가 -100%였던 자재들의 물량을 보정하는 것이다. 예를 들어 단열결로보완재, 마루굽틀, 재료분리대, 커튼박스, 주방타일, 욕실 상부 시멘트몰탈 등이 해당된다. 두 번째 물량 보정안은 빌트인 가구가 설치되는, 현관, 주방, 욕실, 드레스룸의 바닥, 벽 최종 마감재를

개별객체로 모델링하여 물량을 보정하는 것이다. 세 번째는 욕실, 발코니에 방수공사와 관련된 바닥, 벽의 마감재를 개별객체로 모델링하여 물량을 보정하는 것이다. 마지막 네 번째는 빌크인 가구가 설치되는 현관, 주방, 욕실, 드레스룸의 모든 최종 마감재와 그 외 모든 실의 벽 마감재를 개별객체로 모델링하여 물량을 보정하는 것이다. 마감재 부위별 물량오차 및 공사비 분석 결과, 벽과 관련된 물량이 가장 큰 물량오차와 공사비 차이를 일으키는 것으로 나타났기 때문이다.

위 네가지 방법에 의해 단위세대 각 유형별로 물량을 보정한 결과 '표 5-3'과 같이 물량오차가 1% 이내로 줄었으며, 표준편차 역시 7% 이내로 축소되었음을 확인할 수 있다. 첫 번째 안에 의해 보정된 값이 복합부재로 부터 산출할 수 없었던 마감재의 물량을 포함하고 있으므로, 보정1의 분석 결과가 누락된 부분이 없이 산출된 정확한 물량이 반영된 결과이다.

표 5-3. BIM 물량오차 보정 방안 반영 결과

단위세대 유형		물량오차	보정1	보정2	보정3	보정4
59AL	평균	-9.07	6.43	2.75	2.65	0.36
	표준편차	40.33	18.44	13.67	9.99	1.85
74A	평균	-4.41	6.41	2.63	2.45	0.22
	표준편차	36.53	18.33	14.00	11.29	5.76
84A	평균	-6.10	5.78	2.51	2.39	0.50
	표준편차	45.31	29.36	27.14	29.32	7.74
84EH	평균	-2.67	9.12	4.22	3.46	0.64
	표준편차	39.60	24.12	18.00	12.76	5.88

또한 BIM 물량 보정 방안에 따른 공사비 분석 결과, '표 5-4'와 같이 복합객체와 개별객체로부터 산출된 BIM 물량 및 공사비의 차이가 평균 1% 이내로 축소되는 것을 확인하였다. 이러한 개별객체의 BIM 물량 보정방안을 통해 공사비 차이를 1% 이내로 유지할 수 있는 건축 마감 모델 작성을 위한 적정 수준을 제시하고자 한다.

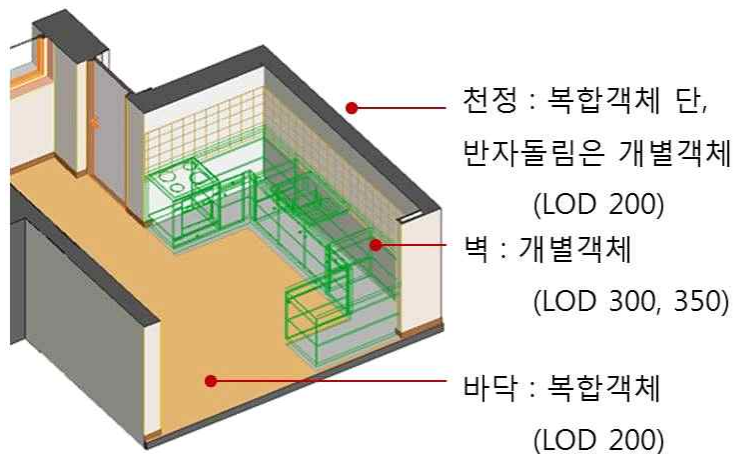
표 5-4. BIM 물량오차 보정 방안에 따른 비용 분석 결과

단위세대 유형		복합객체	1차 보정	2차 보정	3차 보정	4차 보정
59AL	공사비	11,321,025	12,071,238	11,753,578	11,590,698	11,410,381
	차이 ²²⁾	-67,865	682,348	364,688	201,808	21,491
74A	공사비	13,305,317	13,974,262	13,793,273	13,599,253	13,438,788
	차이	-7,419	661,526	480,537	286,517	126,052
84A	공사비	16,891,714	17,349,536	17,259,858	17,275,099	17,815,613
	차이	-666,173	-208,351	-298,029	-282,788	257,726
84EH	공사비	15,187,904	15,744,822	15,498,489	15,297,725	15,044,962
	차이	102,774	659,692	413,359	212,595	-40,168

22) 개별객체의 공사비와의 차이, 단위세대 유형별 개별객체의 공사비는 '표4-13' 참고.

3. BIM 견적을 위한 건축 마감 모델의 적정 작성 수준

본 연구에서 도출한 건축 마감재 모델 작성 방법에 따른 BIM 물량오차 발생원인 및 물량 보정 방안에 따라, BIM 견적을 위한 건축 마감 모델 작성 전략을 '그림 5-2'와 같이 제시한다. 물량 및 공사비 차이가 크게 발생하는 벽 마감재는 모두 개별객체로 작성할 것을 권장하며, 천정과 벽 마감재는 복합객체로 작성함으로써 작업시간을 단축시킬 수 있다. 그리고 물량산출에 필요한 내역들 중에서 BIM 모델로부터 산출 가능한 내역과 불가능한 내역을 구분하여, 불가능한 내역은 기존 방식을 사용하여 물량 누락이 발생하도록 유도한다. 모든 공간의 벽 마감재를 개별객체로 작성하지 않더라도 최소 빌트인 가구가 설치되는 현관, 주방, 욕실, 드레스룸과 같은 공간의 최종 마감재는 개별객체로 작성한다. 또한 방수관련 마감재의 시공 상세에 따라 물량에 차이가 있는 욕실의 바닥, 벽 마감재는 모두 개별객체로 작성한다.



1. BIM으로 부터 산출한 물량인지 아닌지 구분해야 함.
2. 빌트인 가구가 설치되는 공간의 최종 마감재는 모두 분리
3. 방수 물량이 많은 욕실의 바닥, 벽 마감재는 모두 개별객체로 작성

그림 5-3. BIM 견적을 위한 건축 마감 모델의 적정 작성 수준

이러한 모델 작성 수준을 반드시 준수해야 하는 것은 아니지만, 모든 항목을 충족시킬수록 물량 및 공사비의 정확도가 향상된다. 본 연구에서 제시한 물량 보정 방안을 모두 만족시키는 '그림 5-3'과 같은 건축 마감 모델을 작성함으로써 실내 마감공사 물량과 공사비차이를 1% 이내로 감소시킬 수 있기 때문이다. 주어진 작업시간을 고려하여 적합한 모델 작성 방안을 선택하는 것을 권장하며, 계획한 모델 작성 방안에 따라 해당 BIM 모델로부터 산출한 물량과 공사비의 정확도에는 차이가 있을 수 있음을 유념해야 한다.

LOD Specification에서 정의하고 있는 건축 마감재 작성 수준을 예로 들어 정리하면, 천정 마감재인 경량철골천정, 석고보드, 벽지는 복합객체 즉, LOD 200 수준으로 모델링할 수 있다. 그러나 천정의 반자돌림 역시 별도로 모델링하여 자재의 고유 물량(길이) 속성을 추출할 수 있도록 모델링한다. 벽은 모두 개별객체로 모델링하는데, 조적벽, 칸막이벽이나 경량벽의 부속철물을 모델링하지 않고 개별객체로 작성하는 수준이 LOD 300으로, 조적벽, 칸막이벽이나 경량벽은 LOD 300으로 작성한다. 그 외 벽 마감재는 LOD 350 수준으로 모델링한다. 조적벽, 칸막이벽 등의 부속철물 및 내부구조물의 물량산출이 필요한 경우, 해당 벽도 LOD 350 수준으로 작성하는 것을 고려할 수 있다. 마지막으로 바닥은 모두 복합객체 즉, LOD 200으로 모델링하되, 빌트인 가구가 설치되는 실의 벽지는 별도로 모델링해야 한다.

BIM 견적을 위한 건축 마감 모델의 작성 수준은 BIM 견적의 정확성을 향상시킬 뿐만 아니라 BIM 프로젝트 수행에서 다른 참여자들과의 협업을 위한 BIM 데이터 작성 기준으로 활용된다. 프로젝트 단계마다 BIM을 활용하여 각 분야의 업무를 수행하는데 필요한 데이터가 무엇이고, 데이터 작성 수준을 협의하는 것이 필요한데, 본 연구 내용이 이러한 견적분야에 있어서 BIM 데이터 작성 기준으로 활용될 수 있는 것이다. 그리고 전반적으로 모델 작성 방법에 따른 물량오차가 평균 6~9%로 나타났지만, 공종별로 물량오차가 $\pm 30\%$ 가량 발생하기 때문에, 공종별 물량차이에 따른 계약금액 조정을 예방하기 위해 적정 모델 작성 수준을 준수해야 한다.

제6장 결론

1. 연구 결과

BIM기반 물량산출의 정확도를 위해서는 모든 부재를 개별로 모델링하는 것이 바람직하다. 그러나 이는 상당한 작업시간을 필요하기 때문에, 건적 업무의 신속성을 요구하는 환경에서는 적합하지 않다. BIM 건적이 기존 방식보다 정확하다고 해서 모델의 상세 수준이 높지 않은 복합객체로부터 산출된 물량도 정확하다고 볼 수 없다. 이에 본 연구는 건축 마감재의 3차원 모델링 방법인 복합객체와 개별객체로부터 산출한 BIM 물량과 공사비 차이를 분석한 결과, 해당 물량과 공사비에 차이가 있음을 발견하였으며, 복합객체로부터 산출한 물량이 정확하지 않은 것으로 나타났다. 평균적으로 단위세대 마다 5%의 물량오차가 발생하였지만, 20%이상의 편차를 보이고 있으며, 공종별로는 최대 30~40%의 물량차이가 나타나는 것이 확인되었다.

이에 본 연구는 BIM 모델링 방법, 즉 BIM 모델 작성 수준에 따라 물량차이가 발생하는 원인을 규명하고, 공사비 차이를 1% 이내로 줄이기 위한 BIM 모델 작성 방안 및 전략을 제시하였다. 물량차이 보정을 통한 BIM 건적 모델 작성 방안을 제시함으로써, BIM으로 부터 산출된 물량은 정확하다는 기존 사용자들의 의견과 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 복합부재로 모델링 하였을 경우, 개별부재로 부터 산출한 물량과 차이가 있음을 발견하였다.

BIM기반 물량산출 결과를 맹신하고 이러한 내용을 시공할 때 반영한다면, 자재 물량의 차이로 인한 공사비 증가, 그에 따른 분쟁, 시공 품질저하, 부실시공 등을 일으킬 수 있다. 그러므로 본 연구는 BIM기반 물량산출을 근거로 비용검토를 수행하는 과정에서 마감공사의 어떤 부분에서 물량차이가 심각하게 발생할 수 있는 지

를 파악함으로써 항목별 적정한 BIM기반 물량산출 기준을 제시하는데 의미가 있다.

본 연구는 BIM 물량차이가 모델링 방법 및 건축 마감의 설계적 특성에 따라 발생하는 것을 밝혀냄으로써, 프로젝트 단계마다 작성 수준이 달라지는 BIM 견적에서 물량 또는 공사비 차이가 모델링 방법에 의해 자연스럽게 발생하는 비용절감(증감)인지, 사전검토와 같은 노력으로 인해 발생하는 비용절감(증감)인지 판단하는 기준을 마련하였다. 물량보정 없이 순수한 복합객체로부터 산출한 물량은 실제 시공단계에 투입되는 물량에 준하는 개별객체의 물량보다 적게 산정된다. 그러나 복합객체로부터 산출한 물량에서 누락된 부분을 기존 견적 방식으로 산정하여, 물량의 누락 없이 복합객체로부터 물량을 산정한다면 이는 개별 객체의 물량보다 전반적으로 5~10% 많은 물량이 산출된다. 따라서 본 연구에서는 BIM기반 물량산출에서 복합객체로 모델링하면서, 물량의 정확도를 확보하기 위해 다음과 같은 결론을 제시한다.

첫째, BIM 물량산출을 위한 모델 작성 방안 및 계획이 수립되어야 한다. 어떤 마감재를 3차원 모델링을 할 것인지, 하지 않을 것인지, 복합객체로 형성된 모델로 물량을 산출하더라도 산출된 물량에 보정이 필요한지, 필요하지 않은지에 관한 계획이 물량산출 작업에 반영되어야 한다.

둘째, 자재 할증 기준을 초과하는 물량차이의 원인 3가지를 유의해야 한다. 3가지 원인으로는 BIM 모델의 작성 수준 및 상세에 따른 물량차이, 3차원 객체의 길이에 따른 물량차이, 빌트인 가구가 설치되는 부위의 최종 마감재 공제로 인한 물량 차이가 있다.

셋째, BIM 모델의 상세 수준에 따라 물량차이가 클 것으로 예상되는 마감재에 관해서는 추가적인 물량 검토가 필요하다. 복합객체로 모델링한 경우 전체적으로 평균 5%의 물량 감소가 나타났지만, 개별 마감재를 살펴보면 물량이 증가하는 항목과 물량이 감소하는 항목이 있다. 물량이 증가되는 경우는 주로 도면에는 표기되어 있지 않지만, 개별객체에서는 견적 매뉴얼에서 언급하고 있는 액체방수의 높이, 바닥 방수 치켜올림과 같은 상세 수준이 반영되기 때문이다.

그리고 본 연구는 BIM 물량산출 정확성 향상을 위한 건축 마감 모델 작성에 관한 적정 수준을 제시함으로써, '표 6-1'에서 보여지는 것과 같이 BIM 프로젝트에서 타 분야간 정보교환을 위해 건적분야에서 요구되는 BIM 수준을 제시하는 데 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

표 6-1. BIM기반 협업 환경에서 건적을 위해 요구되는 BIM 모델 작성 수준

BIM적용분야					건적		
프로젝트 단계					실시설계		
BIM 객체정보분류체계(안)					작성수준		
A. 건축 모델							
AA. 골조							
AB. 마감							
	시설물	공간	부위	자재	모델링 방법	LOD	추가정보
59AL	현관		바닥	석재 타일	복합	300	마루굽틀 제외
			벽	단열재, 석고보드, 벽지, 걸레받이	개별	350	-
			천정	경량철골,천정지, 몰딩	개별	300	-
	거실		바닥	완충재, 온돌판넬, 합판마루	복합	300	-
			벽	벽지, 걸레받이	복합	300	-
			천정	경량철골,천정지	복합	200	-
				몰딩	개별	300	커튼박스 제외
	주방		바닥	완충재, 온돌판넬, 합판마루	복합	300	-
			벽	방수석고보드, 타일, 벽지, 걸레받이	개별	350	-
			천정	경량철골, 천정지, 몰딩	개별	300	커튼박스 제외

2. 연구의 기여도

프로젝트가 진행되는 동안 확정되는 정보의 수준에 따라 견적의 정확성은 달라진다. 확정되는 정보(Defined Information)가 많아질수록 견적의 정확성은 향상된다(Larry 2006). 본 연구에서 제시한 BIM 모델 작성 및 물량 보정 방안 역시 더 많은 정보를 제공함으로써 BIM 물량 또는 견적의 정확성을 향상시키는 것이다. 그러나 BIM 물량의 정확성을 향상시키기 위해 구체적인 BIM 모델을 작성하는 방안을 제시한 것에 본 연구의 의미가 있다. 또한 본 연구는 작업시간이 부족한 설계단계에서 복합객체로 산출한 물량이 개별객체로부터 산출한 물량과 차이가 있다는 것을 밝혔다. 본 연구는 복합객체와 개별객체의 물량오차가 자재할증 범위를 벗어나 10% 이상 발생하는 공종 또는 자재가 있음을 발견한 것에 의미가 있다.

본 연구의 테스트 결과를 토대로 설계초기 단계에서 복합객체로 형성된 모델의 물량을 산출했을 때 해당 물량의 정확성을 역으로 판단할 수 있으며, 이를 통해 정확한 BIM기반 물량산출을 유도할 수 있다. 또한 본 연구는 향후 BIM기반 공사비 산정 시 적정한 기준과 모델의 완성도를 측정하기 위한 연구에 활용될 수 있다. 이번 연구가 공동주택 단위세대 내부 마감재에 국한되어서 이루어 졌지만, 다른 공공 건축물의 내부 마감재에 대한 BIM기반 물량산출에도 공통적으로 적용될 수 있다. BIM으로부터 산출된 물량에 단가를 적용한다면, 보다 정확한 공사비 예측이 가능할 것으로 기대한다.

초기 견적은 도면과 같은 프로젝트 정보가 적기 때문에 정확성이 떨어지고, 사용자 오류, 물량 누락과 같은 원인들에 의해 견적의 정확성에 차이가 있다. 그러나 본 연구를 통해 BIM 견적에서는 도면정보 외에, 3차원 모델의 상세수준, 표현방식 등에 따라서도 물량차이가 발생하는 것을 알 수 있었다. 모델링 방법에 의해 자연스럽게 발생하는 비용절감(또는 증감)인지, 사전검토와 같은 노력으로 인해 발생하는

비용절감(또는 증감)인지 구분할 수 있다.

BIM 모델로부터 정확한 물량을 산출하기 위해서는 매우 상세한 즉, LOD가 높은 모델이 필요하다. 그러나 LOD가 높은 모델을 작성하기 위해서는 2~11배의 작업시간이 필요하다(Leite et al. 2012). 그러나 신속 정확한 견적을 요구하는 설계 및 입찰단계에서는 낮은 수준의 BIM 모델로 물량산출 및 견적 업무를 수행할 수밖에 없다. 본 연구에서 제시한 3차원 모델링 방법에 따른 BIM 물량차이 예측 모델을 적용하여 시공이전 단계에서 보다 정확한 물량을 산출할 수 있는데, 본 연구의 의미가 있다.

BIM 견적은 공사비 절감에 크게 영향을 미치지 않는다(원종석 2014). BIM 적용을 통한 공사비 절감 효과는 간접체크, 시공성 검토, 건설참여자간 협업, 재작업 감소 등을 통해서 보다 크게 발생한다. BIM 견적은 프로젝트가 진행되는 과정에서 수많은 의사결정을 통해 끊임없이 변경되는 사항이 반영된 결과, 즉 공사비를 파악하기 위해 적용되는 것이다. BIM 적용 사업에서 공사비 변동 과정을 모니터링 하는데, 모델링 방법에 따른 물량차이를 감안하여 보다 정확한 물량을 산정하고, 시공단계에서 투입되는 물량에 차이가 발생하지 않도록 리스크를 예방할 수 있다.

본 연구를 통해서 견적 BIM 업무 수행 계획을 수립할 때, 작업 범위를 설정하는데 도움을 줄 수 있으며, 건축설계에서 작성된 모델을 견적 모델로 활용할 수 있는지를 검토함으로써 견적을 위한 모델링 재작업을 줄일 수 있다. 설계사무소나 시공사에서 견적 의뢰를 받은 견적사무소에서는 복합객체의 물량보정으로 인해 견적을 위한 모델을 작성하지 않고, 건축설계에서 작성된 모델을 활용함으로써 생산성을 향상시키고, 기존 견적방식과 동일한 기간 내에 BIM 견적 서비스를 제공할 수 있도록 도와준다. 또한 최저가입찰의 문제점을 극복하고자 시도되고 있는 물량내역 수정입찰제도를 효과적으로 지원할 수 있다.

3. 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 84m^2 이하의 소형 단위세대 4가지 유형을 대상으로 물량을 산출하였으며, BIM 모델 작성 방법을 복합객체와 개별객체로 한정하여 물량을 비교하였다. 그러나 더 많은 사례 확보를 통해 물량차이의 범위를 예측하는 모델로 활용할 수 있을 것이며, 프로젝트 단계마다 다양한 수준으로 작성되는 BIM 모델링 방법에 따른 물량차이를 보다 구체적으로 연구해볼 필요가 있다. 또한 골조공사 물량과 함께 계산하여 본 연구에서 제시한 BIM 마감공사 물량 보정 방안을 통해 BIM 적용 프로젝트에서의 원가관리 방안이 새롭게 수립될 수 있을 것이다.

단위세대는 평형 또는 면적이 클수록 최종 마감공사의 비율이 높아지고, 소형평형일수록 미장, 결로, 지붕, 목공사, 잡공사에 소요되는 비용이 상대적으로 증가한다(김성규 2003) 그러므로 단위세대를 평면유형 또는 면적단위로 구분하여 보다 상세한 물량 예측으로 발전할 수 있으며, 면적 또는 단위단가에 의한 개산견적에서부터 상세견적에 이르기까지 프로젝트 단계마다 BIM 모델 작성에 관한 적정 수준을 제시하는 연구로도 확장될 수 있다. 그러므로 본 연구는 향후 BIM 견적에 관한 다양한 연구를 수행하는데 초석을 마련하였으며, 지속적인 연구를 통해 BIM 견적이 효율적인 건설 프로젝트를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 강현욱, 유종환, 김용수 (2007) 공동주택에 대한 부위별 공사비 산정에 관한 연구, 한국건설관리학회논문집, 제8권 제2호, pp.173-181.
- 국토해양부 (2010) 건축분야 BIM 적용가이드
- 국토해양부 (2014) 건설정보분류체계 적용기준
- 김보민, 전형준, 장세준, 윤석현, & 백준홍. (2008). BIM을 활용한 시공물량산출 효율성 증대방안에 대한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 - 계획계/구조계. 학술발표대회.
- 김성규 (2003) 공동주택의 공사비 예측과 공사비 변동요인의 특성에 관한 연구, 연세대학교, 석사학위논문.
- 김우영, 이복남, 강혜민 (2012) 건설회사의 BIM 활용 실태 조사 및 시사점, 한국건설산업연구원
- 김원태 (2006) 미국 공공부문의 건설사업 사업비 관리 및 실적공사비 활용 실태조사, 건설산업연구원(CERIK)
- 김한샘, 이창호, 이아영. (2013). BIM기반 공사비 예측을 통한 설계단계에서 디자인 대안검토 방안, 대한건축학회 학술발표대회 논문집. 학술발표대회.
- 김한준, 최중식, 김한샘, 김인한. (2013). 개방형 BIM기반 개산견적을 위한 데이터 모델 구축 방안, 대한건축학회 논문집 : 계획계, 29(3), 61-70.
- 박민후, 황영삼. (2010). BIM기반 건물모델로부터 공간구획별 물량산출에 관한 연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집 - 계획계/구조계. 학술발표대회.
- 박승화 (2015) 통합설계프로세스 구축을 위한 개방형 BIM기반의 LOI별 건축설계정보 운용 및 관리에 관한 연구, 경희대학교
- 박영진, 원서경, 한충희, 이준복 (2011) 공동주택 골조공사의 3D BIM기반 개산견적 모델 연구, 대한건축학회 계획계, 제27권 제6호(통권 272호), pp.123-130.
- 박영진, 조창연, 오연숙, 이윤희. (2009). 공간 Factor를 활용한 개산견적 모델 및 BIM 통합방안. Paper presented at the 한국건설관리학회 학술발표대회.
- 박종원, 손보식, 이현수 (2005) 공사비지수 적용을 통한 군 시설공사의 예산산정 모

- 텔, 대한건축학회논문집 구조계, 21권, 2호(통권196호), pp.111-121.
- 백혜선, 최상희, 최동식, 주재영 (2012) LH주택평면계획기준 연구, 한국토지주택공사
토지주택연구원
- 빌딩스마트협회 (2011) 분류체계 정립 및 개산견적 시범 프로그램 개발을 통한 BIM
공사비 관리 강화 용역연구 보고서
- 서울특별시 (2014) 건설공사 설계·설계변경 가이드라인(계획/설계·설계변경/계약
금액 조정)
- 손보식, 박문서, 이현수, 임대희 (2008) 사례연구를 통한 수량변화분석 기반 건축공
사비 개산견적 모델 분석, 대한건축학회논문집 계획계, 제24권, 제6호(통권 236
호), pp109-110.
- 손보식, 이현수, 김성태 (2007) 영향변수에 따른 수량변화 분석을 이용한 기본설계단
계의 개산견적 모델 개발, 한국건설관리학회논문집, 제8권 제2호, pp.155-166.
- 안성훈, 박우열 (2008) 건축 프로젝트 개산견적 신뢰도에 영향을 미치는 주요 인자
에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집, 제8권, 4호, pp.53-59.
- 오세욱, 성백준, 김영석, 김정렬. (2001). 3차원 CAD의 부위정보를 활용한 견적 자동
화시스템 구축에 관한 연구. 대한건축학회 구조계, 17(6), 103-113.
- 유미드시스템 (2011) BIM기반의 견적 및 공사관리를 위한 실무 모델링 가이드
- 윤명철. (2013). 건축설계 BIM기반 모델의 견적모델 활용 프로세스 연구. [A BIM-B
ased Architectural Model Takes Advantage of the Estimate Model Process]. 대
한건축학회 논문집 : 계획계, 29(9), 95-102.
- 윤명철 (2013) 건축설계를 고려한 합성단가 BIM 적용 개산견적 연구. [Architectural
Design Considering the Composed Unit Cost of BIM Rough Estimation Resear
ch - Focused on the Office of Construction and Facilities Management BIM Ba
sic Guidelines -]. 대한건축학회 논문집 : 계획계, 29(10), 131-140.
- 이보배, 천성범, 김한도, 윤자걸. (2012). BIM을 활용한 자동물량산출 기술개발. 대한
토목학회 학술대회. 학술발표대회 retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=A99834101>
- 이슬기 (2014) 조직문화를 고려한 BIM 수용준비도 평가모델, 광운대학교

- 이승훈 (2011) 공동주택 마감공사 공사주체별 작업지연 요인 분석
- 이재준, 신태홍, 김성아, 강명구, 진상운 (2008) BIM기반 건적자동화 체계구축을 위한 물량 데이터 유형 분석 체계 개발, 한국건설관리학회 학술발표대회.
- 이지용 외 (2015) BIM기반 건축객체 라이브러리를 활용한 개산건적 프로세스에 관한 연구, 대한건축학회 2015년도 춘계학술발표대회논문집 제35권 제1호(통권 제63집), 53-54.
- 이현진 (2012) 공동주택BIM보고서 (실시설계단계 단위세대 모델링 매뉴얼), 공동주택건설 실무자들의 BIM연대
- 이효석, 배재훈, 김성연, 한충희, 이준복 (2013). BIM기반 물량산출 가이드라인 체계 구축을 위한 공종분류체계에 대한 연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 대한건축학회. 33: 701-702.
- 전기현, 윤석현, 주정수 (2013). BIM 기반 개산건적을 위한 부위별 조합 DB 구성에 관한 연구. 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, 한국CAD/CAM학회. 2013: 641-643.
- 조달청 (2015) 시설사업 BIM 적용 기본지침서
- 조성환 (2002) 건축공사 원가계산의 문제점과 개선방향에 관한 연구, 연세대학교
- 조영선, 서봉교, 윤석현 (2015) BIM기반 공사비 산출을 위한 부위별 유형 조합 DB 프로토타입 시스템 개발, 대한건축학회, 3, 45-52 (8 pages)
- 조영선, 서봉교, 윤석현 (2015) BIM기반 공사비 산출을 위한 부위별 유형 조합 DB 프로토타입 시스템 개발, 대한건축학회논문집 계획계, 제31권 제3호(통권317호), pp.45-52.
- 조찬원 (2015) KBIMS 및 콘텐츠 개발현황 소개, 빌딩스마트포럼 발표자료
- 주성일, 전한중 (2009). 4D 시뮬레이션에 활용 가능한 BIM기반 물량산출 방법에 관한 연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집 - 계획계/구조계, 대한건축학회. 29: 335-338.
- 최민수 (2011) 물량내역수정입찰의 문제점 및 향후 운용 방향, 건설이슈포커스, 건설산업연구원(CERIK)
- 최중식, 김인한 (2013). 초고층 건축물의 개방형 BIM 기반 골조공사 개산건적 산출

- 모듈 개발. 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, 한국CAD/CAM학회. 2013: 419-420.
- 최창훈, 박영진, 소지윤, 김성연, 이준복 (2014). "3D BIM을 활용한 골조 거푸집 공사의 생산성 분석에 관한 연구." 한국건축시공학회지 14(4): 292-300.
- 통계청, 공동주택 보급 현황(Multi-unit Residential Situation), 2012. (http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1233)
- 한국건설기술연구원, 건설공사 적정공사비 산정 및 관리 시스템 구축 연구 (2011)
- 한국토지주택공사 (2005) 건축공사 표준상세도
- 한국토지주택공사 (2009) 건축견적지침서
- BIM-H (2015) SpeedBIMTM For Revit 2015 BIM 라이브러리 가이드
- Jrade, A. and Alkass, S. "Computer-Integrated system for estimating the costs of building projects." Journal of Architectural Engineering, ASCE, 14 (4), pp.205-223, 2007. ([http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)1076-0431\(2007\)13%3A4\(205\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)1076-0431(2007)13%3A4(205)))
- Monteiro, A., Martins, J. P. "A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design" Automation in Construction, Volume 35, November 2013, pp.238-253, 2013.
- Monteiro, A., Martins, J. P. "BIM Modeling for Contractors - Improving model takeoffs" Proceedings of the CIB W78 2012: 29th International Conference on IT in Construction-Beirut, Lebanon, 17-19 October, 2012. (<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/66830/2/951924.pdf>)
- Aibinu, A. and Venkatesh, S., "Status of BIM Adoption and the BIM Experience of Cost Consultants in Australia", Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice, 140(3), 2014.
- Alder, M. Adam (2006) Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to on-screen Takeoff for a Quantity takeoff of a Conceptual Estimate, Master of Science, Brigham Young University.
- Aram, S., Eastman, C., Beetz, J. (2014) Qualitative and Quantitative Cost Estimation, Computing In Civil And Building Engineering ©ASCE 2014

- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., and O'Reilly, K. (2011). "Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice." *Automation in Construction*, Vol. 20, No. 2, pp. 189-195, DOI: 10.1016/j.autcon.2010.09.016.
- AutoDesk, Autodesk Bim Deployment Plan Level Of Detail Exhibit, 2010
- AutoDesk Revit 2014 help, Element Material, 2013. (<http://help.autodesk.com/cloudhelp/2014/ENU/Revit/files/GUID-FD067FA5-623D-474B-98FB-686C096F0165.htm>)
- AutoDesk Revit 2014 help, Wall Foundation Instance Properties (<http://help.autodesk.com/view/RVT/2014/ENU/?guid=GUID-95ECC080-F3F8-44D0-B471-8AD6A78EB8A7>)
- Barlish, K., & Sullivan, K., "How to measure the benefits of BIM - A case study approach," *Automation in Construction*, 24(0), pp.149-159, 2012.
- BIM Forum, Level of Development Specification, 2013. (<http://www.bimforum.org/lod>)
- BIMS (2011) KABIM User Guide v1.0
- BIM Task Group (2011). A report for the government construction client group from the BIM industry working group, UK, URL:<http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>.
- Brad Hardin, "BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows", Wiley Publishing, Inc., 2009.
- Bryde, D., Broquetas, M., and Volm J. M. (2013). "The project benefits of Building Information Modelling (BIM)." *International Journal of Project Management*, Vol. 31, No. 7, pp. 971-980, DOI: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001.
- Cao, D., G. Wang, H. Li, M. Skitmore, T. Huang and W. Zhang (2015). "Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China." *Automation in Construction* 49, Part A(0): 113-122.
- Carl Erikson's paper at <http://www.cs.unc.edu/Research/ProjectSummaries/hlod.pdf> provides a quick, yet effective overlook at HLOD mechanisms. A more in

- involved description follows in his thesis, at <https://wwwx.cs.unc.edu/~geom/papers/documents/dissertations/erikson00.pdf>
- Chien, K.-F., Z.-H. Wu and S.-C. Huang (2014). "Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study." *Automation in Construction* 45: 1-15.
- Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators*, John Wiley and Sons, NJ.
- Can Ersen Firat, David Arditi, Juho-Pekka Hamalainen, Johan Stenstrand, Juhani Kiiras "Quantity Take-Off in Model-Based Systems", *Proceedings of the CIB W 78 2010: 27th International Conference -Cairo, Egypt, 16-18 November, 2010*
- Computer Integrated Construction Research Program. (2011). "BIM Project Execution Planning Guide . Version 2.1." May, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
- Computer Integrated Construction Research Program. (2013). "BIM Planning Guide for Facility Owners". Version 2.0, June, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. Available at <http://bim.psu.edu>.
- Epstein Erika (2012). *Implementing successful building Information modeling*, Architect House, Norwood, M.A.
- Leite, F. A. Akcamete, B. Akinci, G. Atasoy, and S. Kiziltas, "Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models." *Automation in Construction*, 20(5), pp.601-609, 2011.
- Franco K.T. Cheung, J. Rihan, J. Tah, D. Duce, E. Kurul, "Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models" *Automation in Construction*, 27, pp.67-77, 2012.
- Gallaher M.P., O'Connor A.C., Dettbarn J.L., Jr., and Gilday L.T., "Cost analysis of inadequate interoperability in the U.S. capital facilities industry." *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Md., chap.3, 2004.*
- GAO (2009) *GAO Cost Estimating and Assessment Guide*

- Graphisoft help center, Composite Structures, 2013. (<http://helpcenter.graphisoft.com/guides/archicad-17-int-reference-guide/configuration/attributes/composite-structures/>)
- Graphisoft help center, Wall Listing Parameters (<http://helpcenter.graphisoft.com/guides/archicad-18-int-reference-guide/views-of-the-virtual-building/archicad-model-views-2/interactive-schedule/element-listing-parameters-in-the-interactive-schedule/wall-listing-parameters/>)
- Harvey, M. Bernstein, Stephen, A. J., Michele, A. R., Donna, L. C., and William, T. (2014). Smart market report-the business value of bim for construction in major global markets, McGrawHill Construction, Bedford, MA., URL:http://bradleybim.files.wordpress.com/2014/01/2014_business_value_of_bim_for_construction_in_global_markets_smr_2014_.pdf.
- H. v. Meerveld, T. Hartmann, A.M. Adriaanse, C. Vermeij, Reflections on Estimating- The Effects of Project Complexity and the Use of BIM on the Estimating Process (visico@utwente.nl) VISICO Center, University of Twente, 2009.
- J. Kunz, M. Fischer, "Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions", Stanford Center for Integrated Facility Engineering, 2007. (<http://cife.stanford.edu/node/187>)
- Jim Bedrick, "Organizing the Development of a Building Information Model", AECbytes Feature, 2008. (<http://www.aecbytes.com/feature/2008/MPSforBIM.html>)
- Khemlani, L. (2007). Top Criteria for BIM Solutions: AECbytes Survey Results, URL: <http://www.aecbytes.com/feature/2007/BIMSurveyReport.html>.
- Kivits, R. A. and Furneaux, C. (2013). "BIM: Enabling sustainability and asset management through knowledge management." The Scientific World Journal, Vol. 2013, p. 14, DOI: 10.1155/2013/983721.
- K. Nassar, "Assessing Building Information Modeling Estimating Techniques Using Data from the Classroom" Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice, ASCE, 138, pp.171-180, 2012.

- Kim Y.J., Han J.Y., Shin D.W., Kim K.R., Kim C.D., Seo S.W. (2003) A Tact Planning and Scheduling Process Model for Reduction of Finishing Work Duration in Building Construction Projects, Journal of the Architectural Institute of Korea a Vol.19 no.1, pp. 161-167.
- Larry R. Dysert (2004) Skills & Knowledge of Cost Engineering, Chapter 9, AA CE International.
- Lawrence, M., Pottinger, R., Staub-French, S., & Nepal, M. P., "Creating flexible mappings between Building Information Models and cost information", Automation in Construction, 45, 107-118, 2014.
- Lee H. S. (1992) Automated interactive cost estimating system for reinforced concrete building structures, University of Michigan, Doctor's Thesis.
- Lee M. K., Chin S.Y, "A Study on the Accuracy of BIM-based Quantity Take-Off of Apartment Interior" Korean Journal of Construction Engineering and Management, volume 14, issue 1, pp.12-22, 2013. (http://m.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=9692c7c0a3110809ffe0bdc3ef48d419)
- Love, P. E. D., J. Matthews, I. Simpson, A. Hill and O. A. Olatunji (2014). "A benefits realization management building information modeling framework for asset owners." Automation in Construction 37(0): 1-10.
- M. N. Jadid and M.M. Idrees, "Cost estimation of structural skeleton using an interactive automation algorithm: A conceptual approach" Automation in Construction, 16(6), pp.797-805, 2007.
- Minister of Land, Infrastructure and Transport, 2013 Korea Housing Plan, 2013 (http://www.cgbest.co.kr/_custom/cgbest/_common/board/download.jsp?attach_no=14449)
- National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance™(2012) National BIM Standard - United States™ version2, Chapter 4.5
- National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance™, National BIM Standard - United States™ version2, Chapter 4.5, 2012.

- P. Runeson and M. Host, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empirical Software Engineering*, vol. 14, pp. 131-164, 2009.
- Peter E.D. Love, Ian Simpson, Andrew Hill, Craig Standing, "From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners", *Automation in Construction*, Volume 35, November 2013, Pages 208-216
- Peter Smith "BIM & the 5D Project Cost Manager, Original Research Article", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 119, 19 March 2014, Pages 475-484
- Peterson, F., Hartmann, T., Fruchter, R., & Fischer, M., "Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned", *Automation in Construction*, 20(2), 115-125, 2011.
- R. A. Kivits and C. Furneaux, "BIM: Enabling Sustainability and Asset Management through Knowledge Management," *The Scientific World Journal*, vol. 2013, Article ID 983721, 14 pages, 2013. doi:10.1155/2013/983721
- S. Karshenas, "Cost estimating in the age of 3D CAD software and object databases." *Proc., Construction Research Congress*, ASCE, Reston, VA, pp.1-8, 2005. Tiwari, S., Odelson, J., Watt, A., Khanzode, A. "Model Based Estimating to Inform Target Value Design" *AECbytes "Building the Future" Article* (August 12, 2009) (<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2009/ModelBasedEstimating.html>)
- Kim, S. A., Lee, C. H., Chin, S. Y., Choi, C. H., "Critical factors for assessment of BIM based Quantity-take off" *The 4th International Conference on Construction Engineering and Project Management (ICCEPM)*, v.4, 2011.
- S.-A. Kim, S. Chin, S.-W. Yoon, T.-H. Shin, Y.-S. Kim, C. Choi, "Automated Building Information Modeling system for building interior to improve productivity of BIM-based quantity take-off," *The International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC)*, 2009.
- Salman Azhar, "Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visu

- al Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects", First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I), p.435~446, 2008.
- Sattineni, A., & Bradford, H. (2011). Estimating with BIM: A Survey of US Construction Companies. The 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Seoul, South Korea.
- Shih-Ping Ho, Hui-Ping Tserng, and Shu-Hui Jan, "Enhancing Knowledge Sharing Management Using BIM Technology in Construction", The Scientific World Journal, Volume 2013, Article ID 983721, 14 pages
- Song Wu, Kanchana Ginige, Gerard Wood, Siaw Wee Jong, "How Can Building Information Modeling Support The New Rules Of Measurement (NRM1)", RICS, Report for Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014. (<http://www.rics.org/kr/knowledge/research/research-reports/how-does-bim-support-nrm1/>)
- Staub-French S. and Fischer M., "Generating and maintaining activity-based cost estimates with feature-based product models." Proc., Int. Symp. on Automation and Robotics in Construction (ISARC), IAARC, Washington, U.S.A., pp.287-292, 2002.
- Staub-French S., Fischer M., Kunz J., and Paulson B., "A generic feature-driven activity-based cost estimation process." Advanced Engineering Informatics, 17(1), pp.23-39, 2003.
- Staub-French S., Fischer M., Kunz J., and Paulson B., "An ontology for relating features with activities to calculate costs" Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 17(4), pp.243-254, 2003.
- Staub-French, S., & Fischer, M. (2000). Practical and research issues in using Industry Foundation Classes for construction cost estimating. CIFE Working Paper No. 56, Stanford University, Stanford, CA. (<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP056.pdf>)
- Succar, B., Sher, W., and Williams, A. (2012). "Measuring BIM performance: Five metrics." Architectural Engineering and Design Management, Vol. 8, No. 2, p

- p. 120-142, DOI: 10.1080/17452007.2012.659506.
- Sylvester, K. E., & Dietrich, C., "Evaluation of building information modeling (BIM) estimating methods in construction education", In Proc., 46th ASC Annual Int. Conf, 2010.
- U. S. Department of Energy (2011) Cost Estimating Guide
- VA (2011) The VA BIM Object/Element Matrix Manual Release 1.0
- Volk, R., Stengel, J., Schultmann, F., "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings-literature review and future needs", *Automation in Construction*, 38, 109-127, 2014.
- Won, Jongsung, A Goal-Use-KPI Approach for Measuring the Success Levels of BIM-Assisted Projects, Yensei University, Ph. D.'s Thesis, 2014.
- Whyte, J., "Building Information Modelling in 2012: Research Challenges", Contributions, Opportunities, Design Innovation Research Centre working paper 5, University of Reading, UK, 2012.
- X. Jiang, "Developments in cost estimating and scheduling in BIM technology", Northeastern University, Civil Engineering Master's Theses. Paper 20, 2011. (http://iris.lib.neu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=civil_eng_theses)
- Yu-Cheng Lin and Yu-Chih Su, "Developing Mobile- and BIM-Based Integrated Visual Facility Maintenance Management System", *The Scientific World Journal*, Volume 2013, Article ID 124249, 10 pages
- Z. Shen and R.R.A. Issa, "Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates" *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 15, pp.234-255, 2010.
- Zhao, P. and Wang C. C. (2014) A Comparison of Using Traditional Cost Estimating Software and BIM for Construction Cost Control, ICCREM 2014: Smart Construction and Management in the Context of New Technology, ASCE 2014
- Zhiliang, M., Zhenhua, W., Wu, S., & Zhe, L. (2011). Application and extension of the IFC standard in construction cost estimating for tendering in China. *Automation in Construction*, 20(2), 196-204.

부 록

<부록 1> 단위세대 BIM 물량산출 공종별 비교

공종	코드	내역	복합부재 물량	개별부재 물량	물량차이 (%)	자재 할증
조적공사	UAE10001	조적	43.78	41.92	4.44	3
조적공사	UAE10001	조적	35.15	31.62	11.16	3
조적공사	UAE10001	조적	53.51	52.02	2.86	3
조적공사	UAE10101	조적	7.99	7.82	2.17	3
조적공사	UAE10101	조적	4.26	4.08	4.41	3
소 계			144.69	137.46	5.26%	
타일공사	UAF10205	도기질타일	21.26	14.87	42.97	3
타일공사	UAF10205	도기질타일	19.53	15.98	22.22	3
타일공사	UAF10205	도기질타일	19.38	15.24	27.17	3
타일공사	UAF10205	도기질타일	19.17	13.67	40.23	3
타일공사	UAF10205	도기질타일	18.82	13.98	34.62	3
타일공사	UAF10205	도기질타일	17.51	15.13	15.73	3
타일공사	UAF10115	도기질타일	0	4.16	-100	3
타일공사	UAF10115	도기질타일	0	4.96	-100	3
타일공사	UAF10221	도기질타일	0	2.84	-100	3
타일공사	UAF10221	도기질타일	0	0.94	-100	3
타일공사	UAF10115	도기질타일	0	3.77	-100	3
소 계			115.67	105.54	9.6%	
타일공사	UAF20019	자기질타일	3.95	2.75	43.64	3
타일공사	UAF20019	자기질타일	3.64	3.62	0.55	3
타일공사	UAF20019	자기질타일	3.08	2.77	11.19	3
타일공사	UAF20019	자기질타일	2.01	2.04	-1.47	3
타일공사	UAF20019	자기질타일	3.5	2.32	50.86	3
타일공사	UAF20019	자기질타일	3.3	3.25	1.54	3

타일공사	UAF20330	자기질타일	2.82	1.83	54.1	3
타일공사	UAF20330	자기질타일	2.3	1.62	41.98	3
타일공사	UAF20330	자기질타일	3.855	2.25	71.33	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	3.41	3.43	-0.58	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	4.06	3.69	10.03	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	1.52	1.52	0	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	3.08	3.1	-0.65	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	2.01	2.01	0	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	3.93	3.934	-0.1	3
타일공사	UAF20110	자기질타일	4.228	4.228	0	3
소 계			50.693	44.362	14.27%	
단열공사	UAG20012	단열결로보완재	0	12.38	-100	10
단열공사	UAG20012	단열결로보완재	0	9.17	-100	10
단열공사	UAG20012	단열결로보완재	0	15.617	-100	10
단열공사	UAG20041	단열결로보완재	0	10.36	-100	10
단열공사	UAG20041	단열결로보완재	0	7.22	-100	10
단열공사	UAG20041	단열결로보완재	0	10.553	-100	10
단열공사	UAG20042	단열결로보완재	0	0.52	-100	10
단열공사	UAG20042	단열결로보완재	0	0.54	-100	10
단열공사	UAG20042	단열결로보완재	0	3.18	-100	10
소 계			0	69.54	-100%	
단열공사	UAG81401	단열재	1.98	1.83	8.2	10
단열공사	UAG81401	단열재	4.49	4.49	0	10
단열공사	UAG81401	단열재	9.5	9.66	-1.66	10
단열공사	UAG81402	단열재	5.82	5.82	0	10
단열공사	UAG81402	단열재	4.97	5	-0.6	10
단열공사	UAG81402	단열재	5.4	5.17	4.45	10
단열공사	UAG81402	단열재	7.48	7.51	-0.4	10
단열공사	UAG81402	단열재	4.73	4.64	1.94	10
단열공사	UAG81402	단열재	24.54	25.47	-3.65	10
단열공사	UAG81402	단열재	77.868	76.959	1.18	10

단열공사	UAG12202	단열재	3.95	3.95	0	10
단열공사	UAG12202	단열재	0	1.09	-100	10
단열공사	UAG81502	단열재	0	0.62	-100	10
단열공사	UAG81502	단열재	0	0.55	-100	10
단열공사	UAG81502	단열재	0	1.1	-100	10
소 계			150.728	153.859	-2.03%	
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	1.98	2.88	-31.25	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	5.82	5.71	1.93	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	5.4	4.25	27.06	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	7.48	6.94	7.78	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	4.73	3.48	35.92	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	3.2	3.09	3.56	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	4.37	3.81	14.7	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	7.29	7.02	3.85	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	4.29	4.21	1.9	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	2.79	2.61	6.9	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	6.4	5.77	10.92	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	8.63	9.59	-10.01	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	6.97	6.24	11.7	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	13.14	13.34	-1.5	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	16.38	15.93	2.82	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	11.01	10.64	3.48	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	5.61	4.92	14.02	5
단열공사	UAG50010	석고보드_단열위	3.06	3.04	0.66	5
소 계			118.55	113.47	4.48%	
단열공사	UAG80510	단열+방수석고보드	2.65	2.34	13.25	5
단열공사	UAG50020	방수석고보드	4.6	4.4	4.55	5
목공사	UAH30100	합판마루	28.22	28.72	-1.74	10
목공사	UAH30100	합판마루	9.59	7.43	29.07	10
목공사	UAH30100	합판마루	11.84	11.96	-1	10
목공사	UAH30100	합판마루	10.42	10.42	0	10

목공사	UAH30100	합판마루	11.66	11.69	-0.26	10
목공사	UAH30100	합판마루	3	1.93	55.44	10
목공사	UAH30100	합판마루	21.09	21.37	-1.31	10
목공사	UAH30100	합판마루	11.46	9.68	18.39	10
목공사	UAH30100	합판마루	9.3	9.26	0.43	10
목공사	UAH30100	합판마루	10.62	10.59	0.28	10
목공사	UAH30100	합판마루	12.32	12.28	0.33	10
목공사	UAH30100	합판마루	28.26	28.75	-1.7	10
목공사	UAH30100	합판마루	13.687	10.71	27.8	10
목공사	UAH30100	합판마루	17.69	17.78	-0.51	10
목공사	UAH30100	합판마루	12.25	12.247	0.02	10
목공사	UAH30100	합판마루	12.45	12.445	0.04	10
목공사	UAH30100	합판마루	5.32	5.48	-2.92	10
소 계			229.177	222.742	2.89%	
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	4.63	6.59	-29.74	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	2.99	2.97	0.67	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	8.28	7.93	4.41	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	10.91	8.02	36.03	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	3.73	3.73	0	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	1.39	1.47	-5.44	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	7.38	7.59	-2.77	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	4.08	3.74	9.09	5
미장공사	UAJ14220	시멘트모르타르	11.67	11.16	4.57	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	7.4	13.19	-43.9	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	7.14	11.96	-40.3	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	9.83	7.26	35.4	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	9.74	7.05	38.16	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	5.07	8.31	-38.99	5
미장공사	UAJ15012	시멘트모르타르	9.206	6.8	35.38	5
소 계			103.446	107.77	-4.01%	
미장공사	UAJ16092	방수몰탈위 내벽몰탈	0	9.33	-100	3

미장공사	UAJ16092	방수몰탈위 내벽몰탈	0	9.03	-100	3
미장공사	UAJ16092	방수몰탈위 내벽몰탈	4.99	5.04	-0.99	3
소 계			4.99	23.4	-78.7%	
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	5.33	6.7	-20.45	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	18.05	16.84	7.19	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	10.19	9.7	5.05	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	4.92	5.01	-1.8	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	11.61	11.61	0	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	23.25	23.25	0	5
미장공사	UAJ60040	콘크리트면처리	20.27	20.27	0	5
소 계			93.62	93.38	-0.26%	
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	3.41	3.43	-0.58	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	4.06	3.69	10.03	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	1.52	1.52	0	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	3.08	3.1	-0.65	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	2.01	2.01	0	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	3.934	3.934	0	5
미장공사	UAJ60020	콘크리트면처리(천정)	4.23	4.228	0.05	5
소 계			22.244	21.912	1.52%	
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.95	3.99	-1	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	10.36	11.96	-13.38	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.64	3.7	-1.62	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	9.84	11.64	-15.46	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.08	4.05	-23.95	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	2.01	4.47	-55.03	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.08	3.9	-21.03	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	2.01	2.56	-21.48	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.5	4.47	-21.7	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.3	5.07	-34.91	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	3.93	5.09	-22.79	5
방수공사	UAK20020	액체방수1종	4.228	5.344	-20.88	5

방수공사	UAK20010	액체방수2종	2.58	2.82	-8.51	5
방수공사	UAK20010	액체방수2종	2.78	2.58	7.75	5
방수공사	UAK20010	액체방수2종	3.768	3.82	-1.36	5
소 계			62.056	75.464	-17.8%	
수장공사	UAM20010	석고보드	8.38	9.4	-10.85	5
수장공사	UAM20010	석고보드	11.77	11.35	3.7	5
수장공사	UAM20010	석고보드	6.15	5.86	4.95	5
수장공사	UAM20010	석고보드	5.43	4.75	14.32	5
수장공사	UAM20010	석고보드	1.5	1.41	6.38	5
수장공사	UAM20010	석고보드	5.24	5.13	2.14	5
수장공사	UAM20010	석고보드	0	1.06	-100	5
수장공사	UAM20010	석고보드	6.52	6.97	-6.46	5
수장공사	UAM20010	석고보드	4	4.8	-16.67	5
수장공사	UAM20010	석고보드	5.91	5.43	8.84	5
소 계			54.9	56.16	-2.2%	
수장공사	UAM20110	방수석고보드	3.19	5.14	-37.94	5
수장공사	UAM65085	마루굽틀	0	0.79	-100	3
수장공사	UAM65085	마루굽틀	0	0.38	-100	3
수장공사	UAM65085	마루굽틀	0	0.37	-100	3
도장공사	UA030020	외부용페인트	16.24	14.11	15.1	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	18.05	16.84	7.19	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	10.19	9.7	5.05	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	11.62	10.75	8.09	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	11.61	11.41	1.75	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	23.25	22.91	1.48	5
도장공사	UA030020	외부용페인트	20.27	19.92	1.76	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	3.41	3.43	-0.58	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	4.06	3.69	10.03	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	1.52	1.52	0	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	3.08	3.1	-0.65	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	2.01	2.01	0	5

도장공사	UA030030	외부용페인트	3.934	3.934	0	5
도장공사	UA030030	외부용페인트	4.23	4.228	0.05	5
소 계			133.474	127.552	4.6%	
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	9.34	10.04	-6.97	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	8.99	8.96	0.33	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	5	4.96	0.81	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	8.56	8.52	0.47	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	4.87	4.9	-0.61	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	10.05	9.97	0.8	5
도장공사	UA020020	걸레받이페인트	8.85	9.68	-8.57	5
소 계			55.66	57.03	-2.40%	
도배공사	UAP10220	실크벽지	25.96	24.31	6.79	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	29.07	26.36	10.28	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	29.06	27.04	7.47	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	25.66	21.77	17.87	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	29.34	25.51	15.01	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	34.9	30.73	13.57	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	35.09	30.15	16.38	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	33.36	29.3	13.86	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	32.5	28.96	12.22	10
도배공사	UAP10220	실크벽지	25.03	22.6	10.75	10
소 계			299.97	266.73	12.46%	
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	7.61	6.55	16.18	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	31	29.34	5.66	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	8.94	7.29	22.63	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	6.92	5.87	17.89	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	23.51	22.58	4.12	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	25.93	14.75	75.8	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	5.72	3.72	53.76	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	43.2	29.75	45.21	10
도배공사	UAP10220	고급실크벽지	31.23	17.07	82.95	10

소 계			184.06	136.92	34.43%	
도배공사	UAP10220	아트월	11.02	11.02	0	8
도배공사	UAP10220	아트월	9.98	9.98	0	8
도배공사	UAP10220	아트월	10.74	10.74	0	8
소 계			31.74	31.74	0	
도배공사	UAP10240	실크천장지	11.84	12.02	-1.5	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	10.42	10.61	-1.79	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	11.66	11.91	-2.1	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	9.3	8.68	7.14	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	10.62	10.12	4.94	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	12.32	11.72	5.12	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	17.69	17.9	-1.17	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	12.247	12.41	-1.31	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	12.45	12.62	-1.35	10
도배공사	UAP10240	실크천장지	5.32	5.3	0.38	10
소 계			113.867	113.29	0.51%	
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	2.72	2.07	31.4	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	28.22	28.65	-1.5	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	9.59	8.45	13.49	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	3	1.66	80.72	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	2.3	2.29	0.44	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	21.09	20.44	3.18	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	11.46	10.86	5.52	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	3.86	2.32	66.38	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	28.26	28.53	-0.95	10
도배공사	UAP10240	고급실크천장지	13.69	13.03	5.07	10
소 계			124.19	118.3	4.98%	
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	28.22	28.36	-0.49	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	9.59	9.66	-0.72	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	11.84	11.88	-0.34	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	10.42	10.42	0	2

온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	11.66	11.69	-0.26	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	3	3.03	-0.99	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	21.09	21.51	-1.95	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	11.46	11.46	0	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	9.3	9.26	0.43	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	10.62	10.59	0.28	2
온돌공사	UAQ11160	판넬히팅	12.32	12.29	0.24	2
소 계			139.52	140.15	-0.45%	
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.86	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	1.63	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	2.54	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	2.55	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.04	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.63	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.35	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	2.74	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.25	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	4.386	3.77	16.34	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.63	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	2.73	-100	3
잡공사	UAS11031	커튼박스	0	3.01	-100	3
소 계			0	39.73	-100%	
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	6.65	4.68	42.09	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	26.61	22.45	18.53	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	12.4	8.8	40.91	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	13.79	13.8	-0.07	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	13.29	12.94	2.7	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	13.76	13.46	2.23	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	7.17	5.18	38.42	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	6.08	3.99	52.38	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	23.12	18.72	23.5	3

잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	14.83	8.87	67.19	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	12.27	11.88	3.28	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	13.24	12.88	2.8	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	14.74	14.38	2.5	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	7.87	4.94	59.31	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	27.21	18.07	50.58	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	16.29	8.52	91.2	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	17	12.08	40.73	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	14.43	11.27	28.04	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	14.28	10.84	31.73	3
잡공사	UAS12023	반자돌림(m)	10.54	12.05	-12.53	3
소 계			285.57	229.8	-19.53%	
잡공사	UAS14120	재료분리대	0	16	-100	3
잡공사	UAS14120	재료분리대	0	0.92	-100	3
잡공사	UAS14120	재료분리대	0	1.488	-100	3
소 계			0	18.408	-100	
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	2.75	2.23	23.32	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	15.93	14.77	7.85	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	5.12	3.1	65.16	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	12	9.81	22.32	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	13.67	11.49	18.97	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	13.35	12.82	4.13	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	3.14	2.46	27.64	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	11.87	11.34	4.67	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	11.15	7.47	49.26	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	10.03	8.73	14.89	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	12.35	12.32	0.24	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	14.25	13.83	3.04	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	1.99	1.38	44.2	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	15.18	14.83	2.36	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	12.3	7.6	61.84	10

잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	16.62	14.36	15.74	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	14.4	13.51	6.59	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	14.56	13.36	8.98	10
잡공사	UAS16050	MDF걸레받이(m)	9.18	7.95	15.47	10
소 계			209.84	183.36	14.44	
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	11.84	11.84	0	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	10.42	10.43	-0.1	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	11.66	11.69	-0.26	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	3	3.04	-1.32	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	9.3	9.2	1.09	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	10.62	10.59	0.28	10
잡공사	UAS60252	경량철골천장틀	12.32	12.28	0.33	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	2.72	2.72	0	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	28.22	28.36	-0.49	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	9.59	9.65	-0.62	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	2.3	2.29	0.44	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	21.09	21.06	0.14	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	11.46	11.46	0	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	3.86	3.78	2.12	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	28.26	29.307	-3.57	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	13.69	13.687	0.02	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	17.69	18.525	-4.51	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	12.247	12.88	-4.91	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	12.45	12.44	0.08	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	3.5	3.52	-0.57	10
잡공사	UAS60262	경량철골천장틀	5.32	5.3	0.38	10
소 계			241.557	244.049	-1.02	
잡공사	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	3.95	3.81	3.67	10
잡공사	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	3.64	3.53	3.12	10
잡공사	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	2.74	2.75	-0.36	10
잡공사	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	3.16	3.18	-0.63	10

잡공사	UAS60040	경량철골천장틀_SMC	3.3	3.252	1.48	10
소 계			16.79	16.522	1.62	
잡공사	UAS65123	경량벽	1	1	0	3
잡공사	UAS65123	경량벽	1.51	1.51	0	3
잡공사	UAS65123	경량벽	8.92	8.92	0	3
잡공사	UAS65123	경량벽	2.1	2.64	-20.45	3
잡공사	UAS65123	경량벽	9.45	9.05	4.42	3
잡공사	UAS65123	경량벽	11.4	11.4	0	3
소 계			34.38	34.52	-0.41	

<부록 2> 59AL_BIM 물량산출 및 보정 결과

공간	부위	유형	마감재 내역	CMO 물량	IMO 물량	물량오 차(%)	단가	보정1		보정2		보정3		보정4	
								물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용
현관	바닥	중간	시멘트모르타르	2.3	2.51	-8.37	168	-8.37	386	-8.37	386	-8.37	386	-8.37	386
현관	바닥	최종	자기질타일	2.3	1.62	41.98	38,977	41.98	89,647	0.00	63,143	-	63,143	0.00	63,143
현관	바닥	최종	마루굽틀	0	1.25	-100	26,918	-	33,648	0.00	33,648	-	33,648	0.00	33,648
현관	벽	중간	석고보드_단열위	3.2	3.09	3.56	14,004	3.56	44,813	3.56	44,813	3.56	44,813	3.56	44,813
현관	벽	중간	시멘트모르타르	3.73	3.73	0	23,181	-	86,465	0.00	86,465	-	86,465	0.00	86,465
현관	벽	최종	고급실크벽지	6.92	5.87	17.89	4,783	17.89	33,098	0.00	28,076	-	28,076	0.00	28,076
현관	벽	최종	MDF걸레받이(m)	3.14	2.46	27.64	2,174	27.64	6,826	0.00	5,348	-	5,348	0.00	5,348
현관	천장	중간	경량철골천장틀	2.3	2.29	0.44	14,319	0.44	32,934	0.44	32,934	0.44	32,934	0.44	32,934
현관	천장	최종	고급실크천장지	2.3	2.29	0.44	5,488	0.44	12,622	0.44	12,622	0.44	12,622	0.00	12,568
현관	천장	최종	반자돌림(m)	6.08	3.99	52.38	2,680	52.38	16,294	52.38	16,294	52.38	16,294	0.00	10,693
거실	바닥	중간	완충재	21.09	21.6	-2.36	-	-2.36	-	-	-	-	-	-	-
거실	바닥	중간	판넬히팅	21.09	21.51	-1.95	8,994	-1.95	189,683	-1.95	189,683	-1.95	189,683	-1.95	189,683
거실	바닥	최종	합판마루	21.09	21.37	-1.31	31,316	-1.31	660,454	-1.31	660,454	-1.31	660,454	-1.31	660,454
거실	벽	중간	석고보드_단열위	4.37	3.81	14.7	14,004	14.7	61,197	14.70	61,197	14.70	61,197	0.00	53,355
거실	벽	중간	시멘트모르타르	1.39	1.47	-5.44	23,181	-5.44	32,222	-5.44	32,222	-5.44	32,222	0.00	34,076
거실	벽	중간	석고보드	5.43	4.75	14.32	5,513	14.32	29,936	14.32	29,936	14.32	29,936	0.00	26,187
거실	벽	최종	고급실크벽지	23.51	22.58	4.12	4,783	4.12	112,448	4.12	112,448	4.12	112,448	0.00	108,000
거실	벽	최종	MDF걸레받이(m)	11.87	11.34	4.67	2,174	4.67	25,805	4.67	25,805	4.67	25,805	0.00	24,653
거실	벽	최종	아트월	9.98	9.98	0	4,457	-	44,481	0.00	44,481	-	44,481	0.00	44,481
거실	천장	중간	경량철골천장틀	21.09	21.06	0.14	14,319	0.14	301,988	0.14	301,988	0.14	301,988	0.14	301,988
거실	천장	최종	고급실크천장지	21.09	20.44	3.18	5,488	3.18	115,742	3.18	115,742	3.18	115,742	3.18	115,742
거실	천장	최종	반자돌림(m)	23.12	18.72	23.5	2,680	23.5	61,962	23.50	61,962	23.50	61,962	0.00	50,170
거실	천장	최종	커튼박스	0	3.63	-100	7,339	-	26,641	0.00	26,641	-	26,641	0.00	26,641

주방	바닥	중간	완충재	11.46	11.46	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
주방	바닥	중간	판넬히팅	11.46	11.46	0	8,994	-	103,071	0.00	103,071	-	103,071	0.00	103,071
주방	바닥	최종	합판마루	11.46	9.68	18.39	31,316	18.39	358,881	0.00	303,139	-	303,139	0.00	303,139
주방	벽	중간	석고보드_단열위	7.29	7.02	3.85	14,004	3.85	102,089	3.85	102,089	3.85	102,089	0.00	98,308
주방	벽	중간	방수석고보드	3.19	5.14	-37.94	16,937	-37.94	54,029	-37.94	54,029	-37.94	54,029	0.00	87,056
주방	벽	최종	도기질타일	0	4.96	-100	25,026	-	124,129	0.00	124,129	-	124,129	0.00	124,129
주방	벽	최종	고급실크벽지	25.93	14.75	75.8	4,783	75.8	124,023	0.00	70,549	-	70,549	0.00	70,549
주방	벽	최종	MDF걸레받이(m)	11.15	7.47	49.26	2,174	49.26	24,240	0.00	16,240	-	16,240	0.00	16,240
주방	천장	중간	경량철골천장틀	11.46	11.46	0	14,319	-	164,096	0.00	164,096	-	164,096	0.00	164,096
주방	천장	최종	고급실크천장지	11.46	10.86	5.52	5,488	5.52	62,892	5.52	62,892	5.52	62,892	0.00	59,600
주방	천장	최종	반자돌림(m)	14.83	8.87	67.19	2,680	67.19	39,744	67.19	39,744	67.19	39,744	0.00	23,772
침실1	바닥	중간	완충재	9.3	9.32	-0.21	-	-0.21	-	-	-	-	-	-	-
침실1	바닥	중간	판넬히팅	9.3	9.26	0.43	8,994	0.43	83,644	0.43	83,644	0.43	83,644	0.43	83,644
침실1	바닥	최종	합판마루	9.3	9.26	0.43	31,316	0.43	291,239	0.43	291,239	0.43	291,239	0.43	291,239
침실1	벽	중간	석고보드_단열위	4.29	4.21	1.9	14,004	1.9	60,077	1.90	60,077	1.90	60,077	0.00	58,957
침실1	벽	중간	석고보드	1.5	1.41	6.38	5,513	6.38	8,270	6.38	8,270	6.38	8,270	0.00	7,773
침실1	벽	최종	실크벽지	25.66	21.77	17.87	4,457	17.87	114,367	17.87	114,367	17.87	114,367	0.00	97,029
침실1	벽	최종	MDF걸레받이(m)	10.03	8.73	14.89	2,174	14.89	21,805	14.89	21,805	14.89	21,805	0.00	18,979
침실1	천장	중간	경량철골천장틀	9.3	9.2	1.09	13,765	1.09	128,015	1.09	128,015	1.09	128,015	1.09	128,015
침실1	천장	최종	실크천장지	9.3	8.68	7.14	5,162	7.14	48,007	7.14	48,007	7.14	48,007	7.14	48,007
침실1	천장	최종	반자돌림(m)	12.27	11.88	3.28	2,680	3.28	32,884	3.28	32,884	3.28	32,884	3.28	32,884
침실1	천장	최종	커튼박스	0	3.35	-100	7,339	-	24,586	0.00	24,586	-	24,586	0.00	24,586
침실2	바닥	중간	완충재	10.62	10.65	-0.28	-	-0.28	-	-	-	-	-	-	-
침실2	바닥	중간	판넬히팅	10.62	10.59	0.28	8,994	0.28	95,516	0.28	95,516	0.28	95,516	0.28	95,516
침실2	바닥	최종	합판마루	10.62	10.59	0.28	31,316	0.28	332,576	0.28	332,576	0.28	332,576	0.28	332,576
침실2	벽	중간	석고보드_단열위	2.79	2.61	6.9	14,004	6.9	39,071	6.90	39,071	6.90	39,071	0.00	36,550
침실2	벽	중간	석고보드	5.24	5.13	2.14	5,513	2.14	28,888	2.14	28,888	2.14	28,888	0.00	28,282

침실2	벽	최종	실크벽지	29.34	25.51	15.01	4,457	15.01	130,768	15.01	130,768	15.01	130,768	0.00	113,698
침실2	벽	최종	MDF걸레받이(m)	12.35	12.32	0.24	2,174	0.24	26,849	0.24	26,849	0.24	26,849	0.00	26,784
침실2	천장	중간	경량철골천장틀	10.62	10.59	0.28	13,765	0.28	146,184	0.28	146,184	0.28	146,184	0.28	146,184
침실2	천장	최종	실크천장지	10.62	10.12	4.94	5,162	4.94	54,820	4.94	54,820	4.94	54,820	4.94	54,820
침실2	천장	최종	반자돌림(m)	13.24	12.88	2.8	2,680	2.8	35,483	2.80	35,483	2.80	35,483	2.80	35,483
침실2	천장	최종	커튼박스	0	2.74	-100	7,339	-	0,109	0.00	20,109	-	20,109	0.00	20,109
침실3	바닥	중간	완충재	12.32	12.37	-0.4	-	-0.4	-	-	-	-	-	-	-
침실3	바닥	중간	판넬히팅	12.32	12.29	0.24	8,994	0.24	110,806	0.24	110,806	0.24	110,806	0.24	110,806
침실3	바닥	최종	합판마루	12.32	12.28	0.33	31,316	0.33	385,813	0.33	385,813	0.33	385,813	0.33	385,813
침실3	벽	중간	석고보드_단열위	6.4	5.77	10.92	14,004	10.92	89,626	10.92	89,626	10.92	89,626	0.00	80,803
침실3	벽	중간	시멘트모르타르	7.38	7.59	-2.77	23,181	-2.77	171,076	-2.77	171,076	-2.77	171,076	0.00	175,944
침실3	벽	최종	실크벽지	34.9	30.73	13.57	4,457	13.57	155,549	13.57	155,549	13.57	155,549	0.00	136,964
침실3	벽	최종	MDF걸레받이(m)	14.25	13.83	3.04	2,174	3.04	30,980	3.04	30,980	3.04	30,980	0.00	30,066
침실3	천장	중간	경량철골천장틀	12.32	12.28	0.33	13,765	0.33	169,585	0.33	169,585	0.33	169,585	0.33	169,585
침실3	천장	최종	실크천장지	12.32	11.72	5.12	5,162	5.12	63,596	5.12	63,596	5.12	63,596	5.12	63,596
침실3	천장	최종	반자돌림(m)	14.74	14.38	2.5	2,680	2.5	39,503	2.50	39,503	2.50	39,503	2.50	39,503
침실3	천장	최종	커튼박스	0	3.25	-100	7,339	-	23,852	0.00	23,852	-	23,852	0.00	23,852
공동욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.08	4.05	-23.95	18,050	-23.95	55,594	-23.95	55,594	-	73,103	0.00	73,103
공동욕실	바닥	최종	재료분리대	0	0.92	-100	2,094	-	1,926	0.00	1,926	-	1,926	0.00	1,926
공동욕실	바닥	최종	자기질타일	3.08	2.77	11.19	37,138	11.19	114,385	0.00	102,872	-	102,872	0.00	102,872
공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	9.83	7.26	35.4	5,883	35.4	57,830	35.40	57,830	-	42,711	0.00	42,711
공동욕실	벽	중간	액체방수2종	2.58	2.82	-8.51	5,497	-8.51	14,182	-8.51	14,182	-	15,502	0.00	15,502
공동욕실	벽	중간	액체방수2종	4.56	4.58	-0.44	13,764	-0.44	62,764	-0.44	62,764	-	63,039	0.00	63,039
공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	0	1.04	-100	15,924	-	16,561	0.00	16,561	-	16,561	0.00	16,561
공동욕실	벽	최종	도기질타일	19.38	15.24	27.17	37,663	27.17	729,909	0.00	573,984	-	573,984	0.00	573,984
공동욕실	벽	최종	도기질타일	0	2.84	-100	37,663	-	106,963	0.00	106,963	-	106,963	0.00	106,963
공동욕실	천장	중간	경량철골천장틀_SMC	2.74	2.75	-0.36	29,635	-0.36	81,200	-0.36	81,200	-0.36	81,200	-0.36	81,200

부부욕실	바닥	중간	액체방수1종	2.01	4.47	-55.03	18,050	-55.03	36,281	-55.03	36,281	-	80,684	0.00	80,684
부부욕실	바닥	최종	자기질타일	2.01	2.04	-1.47	37,138	-1.47	74,647	-1.47	74,647	-	75,762	0.00	75,762
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	9.74	7.05	38.16	5,883	38.16	57,300	38.16	57,300	-	41,475	0.00	41,475
부부욕실	벽	중간	액체방수2종	2.78	2.58	7.75	5,497	7.75	15,282	7.75	15,282	-	14,182	0.00	14,182
부부욕실	벽	중간	액체방수2종	5.54	4.54	22.03	13,764	22.03	76,253	22.03	76,253	-	62,489	0.00	62,489
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	0	1.05	-100	15,924	-	16,720	0.00	16,720	-	16,720	0.00	16,720
부부욕실	벽	최종	도기질타일	19.17	13.67	40.23	37,663	40.23	722,000	40.23	722,000	-	514,853	0.00	514,853
부부욕실	벽	최종	도기질타일	0	0.94	-100	37,663	-	35,403	0.00	35,403	-	35,403	0.00	35,403
부부욕실	천장	중간	경량철골천장틀_SMC	3.16	3.18	-0.63	29,635	-0.63	93,647	-0.63	93,647	-0.63	93,647	-0.63	93,647
발코니1	바닥	중간	액체방수1종	3.08	3.9	-21.03	18,050	-21.03	55,594	-21.03	55,594	-	70,395	0.00	70,395
발코니1	바닥	최종	자기질타일	3.08	3.1	-0.65	36,248	-0.65	111,644	-0.65	111,644	-	112,369	-0.65	111,644
발코니1	벽	중간	시멘트모르타르	4.08	3.74	9.09	23,181	9.09	94,578	9.09	94,578	9.09	94,578	9.09	94,578
발코니1	벽	중간	콘크리트면처리	4.92	5.01	-1.8	1,863	-1.8	9,166	-1.80	9,166	-1.80	9,166	-1.80	9,166
발코니1	벽	최종	외부용페인트	11.62	10.75	8.09	3,527	8.09	40,984	8.09	40,984	8.09	40,984	8.09	40,984
발코니1	벽	최종	갈레받이페인트	8.56	8.52	0.47	13,059	0.47	111,785	0.47	111,785	0.47	111,785	0.47	111,785
발코니1	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	3.08	3.1	-0.65	3,225	-0.65	9,933	-0.65	9,933	-0.65	9,933	-0.65	9,933
발코니1	천장	최종	외부용페인트	3.08	3.1	-0.65	4,255	-0.65	13,105	-0.65	13,105	-0.65	13,105	-0.65	13,105
발코니2	바닥	중간	액체방수1종	2.01	2.56	-21.48	18,050	-21.48	36,281	-21.48	36,281	-	46,208	0.00	46,208
발코니2	바닥	최종	자기질타일	2.01	2.01	0	36,248	-	72,858	0.00	72,858	-	72,858	0.00	72,858
발코니2	벽	중간	콘크리트면처리	11.61	11.61	0	1,863	-	21,629	0.00	21,629	-	21,629	0.00	21,629
발코니2	벽	최종	외부용페인트	11.61	11.41	1.75	3,527	1.75	40,948	1.75	40,948	1.75	40,948	1.75	40,948
발코니2	벽	최종	갈레받이페인트	4.87	4.9	-0.61	13,059	-0.61	63,597	-0.61	63,597	-0.61	63,597	-0.61	63,597
발코니2	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	2.01	2.01	0	3,225	-	6,482	0.00	6,482	-	6,482	0.00	6,482
발코니2	천장	최종	외부용페인트	2.01	2.01	0	4,255	-	8,553	0.00	8,553	-	8,553	0.00	8,553
공통	벽	중간	조적	35.15	31.62	11.16	20,203	11.16	710,121	11.16	710,121	11.16	710,121	0.00	638,806
공통	벽	중간	조적	4.26	4.08	4.41	37,023	4.41	157,720	4.41	157,720	4.41	157,720	0.00	151,055
공통	벽	중간	단열결로보완재	0	9.17	-100	16,312	-	149,581	0.00	149,581	-	149,581	0.00	149,581

공통	표	중간	단열결로보완재	0	7.22	-100	15,928	-	115,000	0.00	115,000	-	115,000	0.00	115,000
공통	표	중간	단열결로보완재	0	0.54	-100	21,182	-	11,438	0.00	11,438	-	11,438	0.00	11,438
공통	표	중간	단열재	9.5	9.66	-1.66	23,886	-1.66	226,917	-1.66	226,917	-1.66	226,917	0.00	230,739
공통	표	중간	단열재	24.54	25.47	-3.65	15,087	-3.65	370,235	-3.65	370,235	-3.65	370,235	0.00	384,266
공통	표	중간	단열재	0	1.09	-100	20,780	-	22,650	0.00	22,650	-	22,650	0.00	22,650
공통	표	중간	단열재	0	0.55	-100	38,192	-	21,006	0.00	21,006	-	21,006	0.00	21,006
공통	표	중간	경량벽	9.45	9.05	4.42	87,096	4.42	823,057	4.42	823,057	4.42	823,057	0.00	788,219
공통	표	중간	경량벽	2.25	2.29	-1.75	87,096	-1.75	195,966	-1.75	195,966	-1.75	195,966	0.00	199,450
공통	표	중간	경량벽	1.82	1.82	0	26,397	-	48,043	0.00	48,043	-	48,043	0.00	48,043
공통	표	중간	경량벽	2.12	2.15	-1.4	6,362	-1.4	13,487	-1.40	13,487	-1.40	13,487	0.00	13,678
평균 / 합계						-9.07		6.43	12,071,238	2.75	11,753,578	2.65	11,590,698	0.36	11,410,381
표준편차						40.33		18.44		13.74		10.02		1.66	

<부록 3> 74A_BIM 물량산출 및 보정 결과

공간	부위	유형	마감재 내역	CMO 물량	IMO 물량	물량오 차(%)	단가	보정1		보정2		보정3		보정4	
								물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용
현관	바닥	중간	시멘트모르타르	2.82	2.82	0	168	0.00	474	0.00	474	0.00	474	0.00	474
현관	바닥	최종	자기질타일	2.82	1.83	54.1	38,977	54.10	109,915	0.00	71,328	0.00	71,328	0.00	71,328
현관	바닥	최종	마루갑틀	0	1.2	-100	26,918	0.00	32,302	0.00	32,302	0.00	32,302	0.00	32,302
현관	벽	중간	시멘트모르타르	4.63	6.59	-29.74	23,181	-29.74	107,328	-29.74	107,328	-29.74	107,328	0.00	152,763
현관	벽	중간	석고보드_단열위	1.98	2.88	-31.25	14,004	-31.25	27,728	-31.25	27,728	-31.25	27,728	0.00	40,332
현관	벽	중간	경량벽	1	1	0	38,192	0.00	38,192	0.00	38,192	0.00	38,192	0.00	38,192
현관	벽	최종	고급실크벽지	7.61	6.55	16.18	4,783	16.18	36,399	0.00	31,329	0.00	31,329	0.00	31,329
현관	벽	최종	MDF걸레받이(m)	2.75	2.23	23.32	2,174	23.32	5,979	0.00	4,848	0.00	4,848	0.00	4,848
현관	천장	중간	경량철골천장틀	2.72	2.72	0	14,319	0.00	38,948	0.00	38,948	0.00	38,948	0.00	38,948
현관	천장	중간	석고보드	2.72	2.72	0	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-
현관	천장	최종	고급실크천장지	2.72	2.07	31.4	5,488	31.40	14,927	31.40	14,927	31.40	14,927	0.00	11,360
현관	천장	최종	반자돌림(m)	6.65	4.68	42.09	2,680	42.09	17,822	42.09	17,822	42.09	17,822	0.00	12,542
거실	바닥	중간	완충재	28.22	28.48	-0.91	-	-0.91	-	-0.91	-	-0.91	-	-0.91	-
거실	바닥	중간	판넬히팅	28.22	28.36	-0.49	8,994	-0.49	253,811	-0.49	253,811	-0.49	253,811	-0.49	253,811
거실	바닥	최종	합판마루	28.22	28.72	-1.74	31,316	-1.74	883,738	-1.74	883,738	-1.74	883,738	-1.74	883,738
거실	벽	중간	시멘트모르타르	2.99	2.97	0.67	23,181	0.67	69,311	0.67	69,311	0.67	69,311	0.00	68,848
거실	벽	중간	석고보드	8.38	9.4	-10.85	5,513	-10.85	46,199	-10.85	46,199	-10.85	46,199	0.00	51,822
거실	벽	중간	석고보드_단열위	5.82	5.71	1.93	14,004	1.93	81,503	1.93	81,503	1.93	81,503	0.00	79,963
거실	벽	최종	고급실크벽지	31	29.34	5.66	4,783	5.66	148,273	5.66	148,273	5.66	148,273	0.00	140,333
거실	벽	최종	아트월	11.02	11.02	0	4,457	0.00	49,116	0.00	49,116	0.00	49,116	0.00	49,116
거실	벽	최종	MDF걸레받이(m)	15.93	14.77	7.85	2,174	7.85	34,632	7.85	34,632	7.85	34,632	7.85	34,632
거실	천장	중간	경량철골천장틀	28.22	28.36	-0.49	14,319	-0.49	404,082	-0.49	404,082	-0.49	404,082	-0.49	404,082
거실	천장	중간	석고보드	28.22	27.7	1.88	-	1.88	-	1.88	-	1.88	-	1.88	-
거실	천장	최종	고급실크천장지	28.22	28.65	-1.5	5,488	-1.50	154,871	-1.50	154,871	-1.50	154,871	0.00	157,231

거실	천장	최종	반자돌림(m)	26.61	22.45	18.53	2,680	18.53	71,315	18.53	71,315	18.53	71,315	18.53	71,315
거실	천장	최종	커튼박스	0	3.86	-100	7,339	0.00	28,329	0.00	28,329	0.00	28,329	0.00	28,329
주방	바닥	중간	완충재	9.59	9.66	-0.72	-	-0.72	-	-0.01	-	-0.01	-	-0.01	-
주방	바닥	중간	판넬히팅	9.59	9.66	-0.72	8,994	-0.72	86,252	-0.72	86,252	-0.72	86,252	0.00	86,882
주방	바닥	최종	합판마루	9.59	7.43	29.07	31,316	29.07	300,320	0.00	232,678	0.00	232,678	0.00	232,678
주방	벽	중간	방수석고보드	4.6	4.4	4.55	16,937	4.55	77,910	4.55	77,910	4.55	77,910	0.00	74,523
주방	벽	중간	단열+방수석고보드	2.65	2.34	13.25	20,788	13.25	55,088	13.25	55,088	13.25	55,088	0.13	55,088
주방	벽	중간	경량벽	1.51	1.51	0	38,192	0.00	57,670	0.00	57,670	0.00	57,670	0.00	57,670
주방	벽	최종	고급실크벽지	8.94	7.29	22.63	4,783	22.63	42,760	0.00	34,868	0.00	34,868	0.00	34,868
주방	벽	최종	도기질타일	0	4.16	-100	25,026	0.00	104,108	0.00	104,108	0.00	104,108	0.00	104,108
주방	벽	최종	MDF걸레받이(m)	5.12	3.1	65.16	2,174	65.16	11,131	0.00	6,739	0.00	6,739	0.00	6,739
주방	천장	중간	경량철골천장틀	9.59	9.65	-0.62	14,319	-0.62	137,319	-0.62	137,319	-0.62	137,319	0.00	138,178
주방	천장	중간	석고보드	9.59	9.37	2.35	-	2.35	-	2.35	-	2.35	-	0.00	-
주방	천장	최종	고급실크천장지	9.59	8.45	13.49	5,488	13.49	52,630	13.49	52,630	13.49	52,630	0.00	46,374
주방	천장	최종	반자돌림(m)	12.4	8.8	40.91	2,680	40.91	33,232	40.91	33,232	40.91	33,232	0.00	23,584
주방	천장	최종	커튼박스	0	1.63	-100	7,339	0.00	11,963	0.00	11,963	0.00	11,963	0.00	11,963
침실1	바닥	중간	완충재	11.84	11.88	-0.34	-	-0.34	-	-0.34	-	-0.34	-	0.00	-
침실1	바닥	중간	판넬히팅	11.84	11.88	-0.34	8,994	-0.34	106,489	-0.34	106,489	-0.34	106,489	-0.34	106,489
침실1	바닥	최종	합판마루	11.84	11.96	-1	31,316	-1.00	370,781	-1.00	370,781	-1.00	370,781	-1.00	370,781
침실1	벽	중간	석고보드_단열위	5.4	4.25	27.06	14,004	27.06	75,622	27.06	75,622	27.06	75,622	0.00	59,517
침실1	벽	최종	실크벽지	25.96	24.31	6.79	4,457	6.79	115,704	6.79	115,704	6.79	115,704	0.00	108,350
침실1	벽	최종	MDF걸레받이(m)	12	9.81	22.32	2,174	22.32	26,088	22.32	26,088	22.32	26,088	0.00	21,327
침실1	천장	중간	경량철골천장틀	11.84	11.84	0	13,765	0.00	162,978	0.00	162,978	0.00	162,978	0.00	162,978
침실1	천장	중간	석고보드	11.84	11.4	3.86	-	3.86	-	3.86	-	3.86	-	3.86	-
침실1	천장	최종	실크천장지	11.84	12.02	-1.5	5,162	-1.50	61,118	-1.50	61,118	-1.50	61,118	-1.50	61,118
침실1	천장	최종	반자돌림(m)	13.79	13.8	-0.07	2,680	-0.07	36,957	-0.07	36,957	-0.07	36,957	-0.07	36,957
침실1	천장	최종	커튼박스	0	2.54	-100	7,339	0.00	18,641	0.00	18,641	0.00	18,641	0.00	18,641
침실2	바닥	중간	완충재	10.42	10.53	-1.04	-	-1.04	-	-1.04	-	-1.04	-	-1.04	-
침실2	바닥	중간	판넬히팅	10.42	10.42	0	8,994	0.00	93,717	0.00	93,717	0.00	93,717	0.00	93,717
침실2	바닥	최종	합판마루	10.42	10.42	0	31,316	0.00	326,313	0.00	326,313	0.00	326,313	0.00	326,313

침실2	벽	중간	석고보드	11.77	11.35	3.7	5,513	3.70	64,888	3.70	64,888	3.70	64,888	0.00	62,573
침실2	벽	중간	석고보드_단열위	7.48	6.94	7.78	14,004	7.78	104,750	7.78	104,750	7.78	104,750	0.00	97,188
침실2	벽	최종	실크벽지	29.07	26.36	10.28	4,457	10.28	129,565	10.28	129,565	10.28	129,565	0.00	117,487
침실2	벽	최종	MDF걸레받이(m)	13.67	11.49	18.97	2,174	18.97	29,719	18.97	29,719	18.97	29,719	0.00	24,979
침실2	천장	중간	경량철골천장틀	10.42	10.43	-0.1	13,765	-0.10	143,431	-0.10	143,431	-0.10	143,431	-0.10	143,431
침실2	천장	중간	석고보드	10.42	9.99	4.3	-	4.30	-	4.30	-	4.30	-	4.30	-
침실2	천장	최종	실크천장지	10.42	10.61	-1.79	5,162	-1.79	53,788	-1.79	53,788	-1.79	53,788	-1.79	53,788
침실2	천장	최종	반자돌림(m)	13.29	12.94	2.7	2,680	2.70	35,617	2.70	35,617	2.70	35,617	2.70	35,617
침실2	천장	최종	커튼박스	0	2.55	-100	7,339	0.00	18,714	0.00	18,714	0.00	18,714	0.00	18,714
침실3	바닥	중간	완충재	11.66	11.73	-0.6	-	-0.60	-	-0.60	-	-0.60	-	-0.60	-
침실3	바닥	중간	판넬히팅	11.66	11.69	-0.26	8,994	-0.26	104,870	-0.26	104,870	-0.26	104,870	-0.26	104,870
침실3	바닥	최종	합판마루	11.66	11.69	-0.26	31,316	-0.26	365,145	-0.26	365,145	-0.26	365,145	-0.26	365,145
침실3	벽	중간	석고보드	6.15	5.86	4.95	5,513	4.95	33,905	4.95	33,905	4.95	33,905	0.00	32,306
침실3	벽	중간	석고보드_단열위	4.73	3.48	35.92	14,004	35.92	66,239	35.92	66,239	35.92	66,239	0.00	48,734
침실3	벽	최종	실크벽지	29.06	27.04	7.47	4,457	7.47	129,520	7.47	129,520	7.47	129,520	0.00	120,517
침실3	벽	최종	MDF걸레받이(m)	13.35	12.82	4.13	2,174	4.13	29,023	4.13	29,023	4.13	29,023	0.00	27,871
침실3	천장	중간	경량철골천장틀	11.66	11.69	-0.26	13,765	-0.26	160,500	-0.26	160,500	-0.26	160,500	0.00	160,913
침실3	천장	중간	석고보드	11.66	11.17	4.39	-	4.39	-	4.39	-	4.39	-	4.39	-
침실3	천장	최종	실크천장지	11.66	11.91	-2.1	5,162	-2.10	60,189	-2.10	60,189	-2.10	60,189	-2.10	60,189
침실3	천장	최종	반자돌림(m)	13.76	13.46	2.23	2,680	2.23	36,877	2.23	36,877	2.23	36,877	2.23	36,877
침실3	천장	최종	커튼박스	0	3.04	-100	7,339	0.00	22,311	0.00	22,311	0.00	22,311	0.00	22,311
공동욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.95	3.99	-1	18,050	-1.00	71,298	-1.00	71,298	0.00	72,020	0.00	72,020
공동욕실	바닥	중간	시멘트모르타르	3.95	2.75	43.64	168	43.64	664	43.64	664	0.00	462	0.00	462
공동욕실	바닥	최종	자기질타일	3.95	2.75	43.64	37,138	43.64	146,695	43.64	146,695	0.00	102,130	0.00	102,130
공동욕실	벽	중간	액체방수1종	10.36	11.96	-13.38	18,050	-13.38	186,998	-13.38	186,998	0.00	215,878	0.00	215,878
공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	7.4	13.19	-43.9	5,883	-43.90	43,534	-43.90	43,534	-43.90	43,534	-43.90	43,534
공동욕실	벽	최종	도기질타일	21.26	14.87	42.97	37,663	42.97	800,715	42.97	800,715	0.00	560,049	0.00	560,049
공동욕실	천장	최종	SMC	3.95	3.81	3.67	29,635	3.67	117,058	3.67	117,058	3.67	117,058	3.67	117,058
부부욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.64	3.7	-1.62	18,050	-1.62	65,702	-1.62	65,702	0.00	66,785	0.00	66,785
부부욕실	바닥	중간	시멘트모르타르	3.64	3.62	0.55	168	0.55	612	0.55	612	0.00	608	0.00	608

부부욕실	바닥	최종	자기질타일	3.64	3.62	0.55	37,138	0.55	135,182	0.55	135,182	0.00	134,440	0.00	134,440
부부욕실	바닥	최종	재료분리대	0	16	-100	2,094	0.00	33,504	0.00	33,504	0.00	33,504	0.00	33,504
부부욕실	벽	중간	액체방수1종	9.84	11.64	-15.46	18,050	-15.46	177,612	-15.46	177,612	0.00	210,102	0.00	210,102
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	7.14	11.96	-40.3	5,883	-40.30	42,005	-40.30	42,005	0.00	70,361	0.00	70,361
부부욕실	벽	최종	도기질타일	19.53	15.98	22.22	37,663	22.22	735,558	22.22	735,558	22.22	735,558	22.22	735,558
부부욕실	천장	최종	SMC	3.64	3.53	3.12	29,635	3.12	107,871	3.12	107,871	3.12	107,871	3.12	107,871
드레스룸	바닥	중간	완충재	3	3.03	-0.99	-	-0.99	-	-0.99	-	-0.99	-	-0.99	-
드레스룸	바닥	중간	판넬히팅	3	3.03	-0.99	8,994	-0.99	26,982	-0.99	26,982	-0.99	26,982	-0.99	26,982
드레스룸	바닥	최종	합판마루	3	1.93	55.44	31,316	55.44	93,948	0.00	60,440	0.00	60,440	0.00	60,440
드레스룸	벽	중간	시멘트모르타르	8.28	7.93	4.41	23,181	4.41	191,939	4.41	191,939	4.41	191,939	4.41	191,939
드레스룸	벽	최종	실크벽지	15	13.85	8.3	4,457	8.30	66,855	0.00	61,729	0.00	61,729	0.00	61,729
드레스룸	벽	최종	MDF걸레받이(m)	6.4	3.92	63.27	2,174	63.27	13,914	0.00	8,522	0.00	8,522	0.00	8,522
드레스룸	천장	중간	경량철골천장틀	3	3.04	-1.32	13,765	-1.32	41,295	-1.32	41,295	-1.32	41,295	-1.32	41,295
드레스룸	천장	중간	석고보드	3	3.04	-1.32	-	-1.32	-	-1.32	-	-1.32	-	-1.32	-
드레스룸	천장	최종	고급실크천장지	3	1.66	80.72	5,162	80.72	15,486	0.00	8,569	0.00	8,569	0.00	8,569
드레스룸	천장	최종	반자돌림(m)	7.17	5.18	38.42	2,680	38.42	19,216	0.00	13,882	0.00	13,882	0.00	13,882
발코니1	바닥	중간	시멘트모르타르	3.41	4.44	-23.2	168	-23.20	573	-23.20	573	0.00	746	0.00	746
발코니1	바닥	중간	방수몰탈위 내벽몰탈	0	9.33	-100	7,089	0.00	66,140	0.00	66,140	0.00	66,140	0.00	66,140
발코니1	바닥	최종	자기질타일	3.41	3.43	-0.58	36,248	-0.58	123,606	-0.58	123,606	-0.58	123,606	-0.58	123,606
발코니1	벽	중간	콘크리트면처리	5.33	6.7	-20.45	1,863	-20.45	9,930	-20.45	9,930	-20.45	9,930	0.00	12,482
발코니1	벽	중간	시멘트모르타르	10.91	8.02	36.03	23,181	36.03	252,905	36.03	252,905	36.03	252,905	0.00	185,912
발코니1	벽	최종	외부용페인트	16.24	14.11	15.1	3,527	15.10	57,278	15.10	57,278	15.10	57,278	0.00	49,766
발코니1	벽	최종	걸레받이페인트	9.34	10.04	-6.97	13,059	-6.97	121,971	-6.97	121,971	-6.97	121,971	0.00	131,112
발코니1	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	3.41	3.43	-0.58	3,225	-0.58	10,997	-0.58	10,997	-0.58	10,997	-0.58	10,997
발코니1	천장	최종	외부용페인트	3.41	3.43	-0.58	4,255	-0.58	14,510	-0.58	14,510	-0.58	14,510	-0.58	14,510
발코니2	바닥	중간	시멘트모르타르	4.06	4.66	-12.88	168	-12.88	682	-12.88	682	0.00	783	0.00	783
발코니2	바닥	중간	방수몰탈위 내벽몰탈	0	9.03	-100	7,089	0.00	64,014	0.00	64,014	0.00	64,014	0.00	64,014
발코니2	바닥	최종	자기질타일	4.06	3.69	10.03	36,248	10.03	147,167	10.03	147,167	10.03	147,167	10.03	147,167
발코니2	벽	중간	콘크리트면처리	18.05	16.84	7.19	1,863	7.19	33,627	7.19	33,627	7.19	33,627	7.19	33,627
발코니2	벽	최종	외부용페인트	18.05	16.84	7.19	3,527	7.19	63,662	7.19	63,662	7.19	63,662	0.00	59,395

발코니2	벽	최종	걸레받이페인트	8.99	8.96	0.33	13,059	0.33	117,400	0.33	117,400	0.33	117,400	0.00	117,009
발코니2	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	4.06	3.69	10.03	3,225	10.03	13,094	10.03	13,094	10.03	13,094	10.03	13,094
발코니2	천장	최종	외부용페인트	4.06	3.69	10.03	4,255	10.03	17,275	10.03	17,275	10.03	17,275	10.03	17,275
대피공간	바닥	중간	시멘트모르타르	1.52	2.07	-26.57	168	-26.57	255	-26.57	255	-26.57	255	-26.57	255
대피공간	바닥	중간	방수몰탈위 내벽몰탈	4.99	5.04	-0.99	7,089	-0.99	35,374	-0.99	35,374	0.00	35,729	0.00	35,729
대피공간	바닥	최종	자기질타일	1.52	1.52	0	36,248	0.00	55,097	0.00	55,097	0.00	55,097	0.00	55,097
대피공간	벽	중간	콘크리트면처리	10.19	9.7	5.05	1,863	5.05	18,984	5.05	18,984	5.05	18,984	0.00	18,071
대피공간	벽	최종	외부용페인트	10.19	9.7	5.05	3,527	5.05	35,940	5.05	35,940	5.05	35,940	0.00	34,212
대피공간	벽	최종	걸레받이페인트	5	4.96	0.81	13,059	0.81	65,295	0.81	65,295	0.81	65,295	0.00	64,773
대피공간	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	1.52	1.52	0	3,225	0.00	4,902	0.00	4,902	0.00	4,902	0.00	4,902
대피공간	천장	최종	외부용페인트	1.52	1.52	0	4,255	0.00	6,468	0.00	6,468	0.00	6,468	0.00	6,468
공통	벽	중간	경량벽	8.92	8.92	0	38,192	0.00	340,673	0.00	340,673	0.00	340,673	0.00	340,673
공통	벽	중간	조적	7.99	7.82	2.17	37,023	2.17	295,817	2.17	295,817	2.17	295,817	0.00	289,523
공통	벽	중간	조적	43.78	41.92	4.44	20,203	4.44	884,470	4.44	884,470	4.44	884,470	0.00	846,893
공통	벽	중간	단열결로보완재	0	10.36	-100	16,312	0.00	168,992	0.00	168,992	0.00	168,992	0.00	168,992
공통	벽	중간	단열결로보완재	0	0.52	-100	15,928	0.00	8,283	0.00	8,283	0.00	8,283	0.00	8,283
공통	천장	중간	단열결로보완재	0	12.38	-100	6,362	0.00	78,762	0.00	78,762	0.00	78,762	0.00	78,762
공통	벽	중간	단열재	1.98	1.83	8.2	21,182	8.20	41,940	8.20	41,940	8.20	41,940	0.00	38,763
공통	벽	중간	단열재	0	0.62	-100	20,780	0.00	12,884	0.00	12,884	0.00	12,884	0.00	12,884
공통	벽	중간	단열재	5.82	5.82	0	23,886	0.00	139,017	0.00	139,017	0.00	139,017	0.00	139,017
공통	벽	중간	단열재	4.97	5	-0.6	38,192	-0.60	189,814	-0.60	189,814	-0.60	189,814	0.00	190,960
공통	벽	중간	단열재	5.4	5.17	4.45	38,192	4.45	206,237	4.45	206,237	4.45	206,237	0.00	197,453
공통	벽	중간	단열재	7.48	7.51	-0.4	23,886	-0.40	178,667	-0.40	178,667	-0.40	178,667	0.00	179,384
공통	벽	중간	단열재	4.73	4.64	1.94	23,886	1.94	112,981	1.94	112,981	1.94	112,981	0.00	110,831
공통	벽	중간	단열재	3.95	3.95	0	15,087	0.00	59,594	0.00	59,594	0.00	59,594	0.00	59,594
공통	벽	중간	단열재	4.49	4.49	0	21,182	0.00	95,107	0.00	95,107	0.00	95,107	0.00	95,107
공통	벽	중간	경량벽	2.1	2.64	-20.45	38,192	-20.45	80,203	-20.45	80,203	-20.45	80,203	0.00	100,827
평균 / 합계						-4.41		6.41	13,974,262	2.632	13,793,273	2.448	13,599,253	0.222	13,438,788
표준편차						36.53		18.33		14.00		11.29		5.76	

<부록 4> 84A_BIM 물량산출 및 보정 결과

공간	부위	유형	마감재 내역	CMO 물량	IMO 물량	물량오차 (%)	단가	보정1		보정2		보정3		보정4	
								물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용
현관	바닥	중간	시멘트모르타르	2.68	2.83	-5.3	168	-5.30	450	0.00	475	0.00	475	0.00	475
현관	바닥	최종	자기질타일	2.68	1.47	82.31	38,977	82.31	104,458	0.00	57,296	0.00	57,296	0.00	57,296
현관	바닥	최종	마루굽틀	0	1.28	-100	26,918	0.00	34,455	0.00	34,455	0.00	34,455	0.00	34,455
현관	벽	중간	석고보드_단열위	6.9	10.61	-34.97	14,004	-34.97	96,628	-34.97	96,628	-34.97	96,628	0.00	148,582
현관	벽	최종	고급실크벽지	2.39	2.82	-15.25	4,783	-15.25	11,431	0.00	13,488	0.00	13,488	0.00	13,488
현관	벽	최종	MDF걸레받이(m)	0.91	1.04	-12.5	2,174	-12.50	1,978	0.00	2,261	0.00	2,261	0.00	2,261
현관	천장	중간	경량철골천장틀	2.68	2.68	0	14,319	0.00	38,375	0.00	38,375	0.00	38,375	0.00	38,375
현관	천장	최종	고급실크천장지	2.68	1.86	44.09	5,488	44.09	14,708	44.09	14,708	44.09	14,708	0.00	10,208
현관	천장	최종	반자돌림(m)	6.9	3.83	80.16	2,680	80.16	18,492	80.16	18,492	80.16	18,492	0.00	10,264
거실	바닥	중간	완충재	26.46	26.85	-1.45	-	-1.45	-	-1.45	-	-1.45	-	-1.45	-
거실	바닥	중간	판넬히팅	26.46	26.78	-1.19	8,994	-1.19	237,981	-1.19	237,981	-1.19	237,981	-1.19	237,981
거실	바닥	최종	합판마루	26.46	27.15	-2.54	31,316	-2.54	828,621	-2.54	828,621	-2.54	828,621	-2.54	828,621
거실	벽	중간	석고보드	3.37	6.09	-44.66	5,513	-44.66	18,579	-44.66	18,579	-44.66	18,579	0.00	33,574
거실	벽	중간	석고보드_단열위	19.45	19.57	-0.61	14,004	-0.61	272,378	-0.61	272,378	-0.61	272,378	0.00	274,058
거실	벽	최종	고급실크벽지	31	29.34	5.66	4,783	5.66	148,273	5.66	148,273	5.66	148,273	0.00	140,333
거실	벽	최종	고급실크벽지	5.52	19.93	-72.3	7,435	-72.30	41,041	-72.30	41,041	-72.30	41,041	0.00	148,180
거실	벽	최종	MDF걸레받이(m)	7.67	18.98	-59.59	2,174	-59.59	16,675	-59.59	16,675	-59.59	16,675	-59.59	16,675
거실	천장	중간	경량철골천장틀	26.46	25.61	3.32	14,319	3.32	378,881	3.32	378,881	3.32	378,881	3.32	378,881
거실	천장	최종	고급실크천장지	26.46	25.61	3.32	5,488	3.32	145,212	3.32	145,212	3.32	145,212	0.00	140,548
거실	천장	최종	반자돌림(m)	33.1	26.97	22.73	2,680	22.73	88,708	22.73	88,708	22.73	88,708	22.73	88,708
거실	천장	최종	커튼박스	0	4.53	-100	7,339	0.00	33,246	0.00	33,246	0.00	33,246	0.00	33,246
주방	바닥	중간	완충재	13.07	13.18	-0.83	-	-0.83	-	-0.01	-	-0.01	-	-0.01	-
주방	바닥	중간	판넬히팅	13.07	13.18	-0.83	8,994	-0.83	117,552	-0.83	117,552	-0.83	117,552	0.00	118,541
주방	바닥	최종	합판마루	13.07	10.61	23.19	31,316	23.19	409,300	0.00	332,263	0.00	332,263	0.00	332,263
주방	벽	중간	방수석고보드	9.49	9.12	4.06	16,937	4.06	160,732	4.06	160,732	4.06	160,732	0.00	154,465
주방	벽	중간	석고보드_단열위	2.77	2.46	12.6	14,004	12.60	38,791	12.60	38,791	12.60	38,791	0.00	34,450

주방	벽	중간	석고보드	4.84	6.48	-25.31	5,513	-25.31	26,683	-25.31	26,683	-25.31	26,683	0.00	35,724
주방	벽	최종	고급실크벽지	8.94	7.29	22.63	4,783	22.63	42,760	0.00	34,868	0.00	34,868	0.00	34,868
주방	벽	최종	고급실크벽지	6.55	7.36	-11.01	7,435	-11.01	-	0.00	54,722	0.00	54,722	0.00	54,722
주방	벽	최종	도기질타일	0	4.16	-100	25,026	0.00	104,108	0.00	104,108	0.00	104,108	0.00	104,108
주방	벽	최종	MDF걸레받이(m)	0	0.27	-100	2,174	0.00	587	0.00	587	0.00	587	0.00	587
주방	천장	중간	경량철골천장틀	13.07	12.9	1.32	14,319	1.32	187,149	1.32	187,149	1.32	187,149	0.00	184,715
주방	천장	최종	고급실크천장지	13.07	10.34	26.4	5,488	26.40	71,728	26.40	71,728	26.40	71,728	0.00	56,746
주방	천장	최종	반자돌림(m)	15.3	9.41	62.59	2,680	62.59	41,004	62.59	41,004	62.59	41,004	0.00	25,219
주방	천장	최종	거튼박스	0	1.65	-100	7,339	0.00	12,109	0.00	12,109	0.00	12,109	0.00	12,109
드레스룸	바닥	중간	완충재	3.72	3.72	0	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-
드레스룸	바닥	중간	판넬히팅	3.72	3.72	0	8,994	0.00	33,458	0.00	33,458	0.00	33,458	0.00	33,458
드레스룸	바닥	최종	합판마루	3.72	4	-7.00	31,316	-7.00	116,496	-7.00	116,496	-7.00	116,496	-7.00	116,496
드레스룸	벽	중간	석고보드_단열위	2.35	2.05	14.63	14,004	14.63	32,909	14.63	32,909	14.63	32,909	0.00	28,708
드레스룸	벽	중간	시멘트모르타르	3.44	6.64	-48.19	23,181	-48.19	-	-100.00	-	-100.00	-	0.00	153,922
드레스룸	벽	최종	실크벽지	6.56	3.76	74.47	4,457	74.47	29,238	74.47	29,238	74.47	29,238	0.00	16,758
드레스룸	벽	최종	실크벽지	3.44	1.31	162.6	7,108	162.60	-	-100.00	-	-100.00	-	0.00	9,311
드레스룸	벽	최종	MDF걸레받이(m)	7.51	2.59	189.96	2,174	189.96	16,327	189.96	16,327	189.96	16,327	0.00	5,631
드레스룸	천장	중간	경량철골천장틀	3.72	3.72	0	13,765	0.00	51,206	0.00	51,206	0.00	51,206	0.00	51,206
드레스룸	천장	최종	실크천장지	3.72	2.84	30.99	5,162	30.99	19,203	0.00	14,660	0.00	14,660	0.00	14,660
드레스룸	천장	최종	반자돌림(m)	8.62	4.84	78.1	2,680	78.10	23,102	0.00	12,971	0.00	12,971	0.00	12,971
침실1	바닥	중간	완충재	13.11	13.33	-1.65	-	-1.65	-	-1.65	-	-1.65	-	-1.65	-
침실1	바닥	중간	판넬히팅	13.11	13.33	-1.65	8,994	-1.65	117,911	-1.65	117,911	-1.65	117,911	-1.65	117,911
침실1	바닥	최종	합판마루	13.11	13.11	0	31,316	0.00	410,553	0.00	410,553	0.00	410,553	0.00	410,553
침실1	벽	중간	석고보드_단열위	15.18	13.75	10.4	14,004	10.40	212,581	10.40	212,581	10.40	212,581	0.00	192,555
침실1	벽	최종	실크벽지	19.39	16.43	18.02	4,457	18.02	86,421	18.02	86,421	18.02	86,421	0.00	73,229
침실1	벽	최종	실크벽지	7.86	6.98	12.61	7,108	12.61	55,869	12.61	55,869	12.61	55,869	0.00	49,614
침실1	벽	최종	MDF걸레받이(m)	8.97	9.92	-9.58	2,174	-9.58	19,501	-9.58	19,501	-9.58	19,501	0.00	21,566
침실1	천장	중간	경량철골천장틀	13.11	12.55	4.46	13,765	4.46	180,459	4.46	180,459	4.46	180,459	4.46	180,459
침실1	천장	최종	실크천장지	13.11	12.54	4.55	5,162	4.55	67,674	4.55	67,674	4.55	67,674	4.55	67,674

침실1	천장	최종	반자돌림(m)	14.54	14.38	1.11	2,680	1.11	38,967	1.11	38,967	1.11	38,967	1.11	38,967
침실1	천장	최종	커튼박스	0	3.94	-100	7,339	0.00	28,916	0.00	28,916	0.00	28,916	0.00	28,916
침실2	바닥	중간	완충재	9.14	9.34	-2.14	-	-2.14	-	-2.14	-	-2.14	-	-2.14	-
침실2	바닥	중간	판넬히팅	9.14	9.29	-1.61	8,994	-1.61	82,205	-1.61	82,205	-1.61	82,205	-1.61	82,205
침실2	바닥	최종	합판마루	9.14	9.14	0	31,316	0.00	286,228	0.00	286,228	0.00	286,228	0.00	286,228
침실2	벽	중간	석고보드_단열위	8.7	8.53	1.99	14,004	1.99	121,835	1.99	121,835	1.99	121,835	0.00	119,454
침실2	벽	중간	시멘트모르타르	4.59	4.51	1.77	23,181	1.77	106,401	1.77	106,401	1.77	106,401	0.00	104,546
침실2	벽	최종	실크벽지	9.93	7.43	33.65	4,457	33.65	44,258	33.65	44,258	33.65	44,258	0.00	33,116
침실2	벽	최종	실크벽지	14.35	13.96	2.79	7,108	2.79	102,000	2.79	102,000	2.79	102,000	0.00	99,228
침실2	벽	최종	MDF걸레받이(m)	9.13	9.18	-0.54	2,174	-0.54	19,849	-0.54	19,849	-0.54	19,849	0.00	19,957
침실2	천장	중간	경량철골천장틀	9.14	8.68	5.3	13,765	5.30	125,812	5.30	125,812	5.30	125,812	5.30	125,812
침실2	천장	최종	실크천장지	9.14	8.66	5.54	5,162	5.54	47,181	5.54	47,181	5.54	47,181	5.54	47,181
침실2	천장	최종	반자돌림(m)	12.1	11.8	2.54	2,680	2.54	32,428	2.54	32,428	2.54	32,428	2.54	32,428
침실2	천장	최종	커튼박스	0	3.04	-100	7,339	0.00	22,311	0.00	22,311	0.00	22,311	0.00	22,311
침실3	바닥	중간	완충재	8.01	8.12	-1.35	-	-1.35	-	-1.35	-	-1.35	-	-1.35	-
침실3	바닥	중간	판넬히팅	8.01	8.11	-1.23	8,994	-1.23	72,042	-1.23	72,042	-1.23	72,042	-1.23	72,042
침실3	바닥	최종	합판마루	8.01	8.01	0	31,316	0.00	250,841	0.00	250,841	0.00	250,841	0.00	250,841
침실3	벽	중간	석고보드_단열위	11.18	10.3	8.54	14,004	8.54	156,565	8.54	156,565	8.54	156,565	0.00	144,241
침실3	벽	최종	실크벽지	11.18	9.17	21.92	4,457	21.92	49,829	21.92	49,829	21.92	49,829	0.00	40,871
침실3	벽	최종	실크벽지	12.41	11.21	10.7	7,108	10.70	88,210	10.70	88,210	10.70	88,210	0.00	79,681
침실3	벽	최종	MDF걸레받이(m)	9.15	8.92	2.58	2,174	2.58	19,892	2.58	19,892	2.58	19,892	0.00	19,392
침실3	천장	중간	경량철골천장틀	8.01	7.54	6.23	13,765	6.23	110,258	6.23	110,258	6.23	110,258	0.00	103,788
침실3	천장	최종	실크천장지	8.01	7.56	5.95	5,162	5.95	41,348	5.95	41,348	5.95	41,348	5.95	41,348
침실3	천장	최종	반자돌림(m)	11.48	11.18	2.68	2,680	2.68	30,766	2.68	30,766	2.68	30,766	2.68	30,766
침실3	천장	최종	커튼박스	0	2.73	-100	7,339	0.00	20,035	0.00	20,035	0.00	20,035	0.00	20,035
공동욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.54	4.39	-19.36	13,764	-19.36	48,725	-19.36	48,725	0.00	60,424	0.00	60,424
공동욕실	바닥	최종	자기질타일	3.54	3.37	5.04	36,248	5.04	128,318	5.04	128,318	0.00	122,156	0.00	122,156
공동욕실	바닥	최종	재료분리대	0	1.6	-100	2,094	0.00	3,350	0.00	3,350	0.00	3,350	0.00	3,350
공동욕실	벽	중간	액체방수1종	6.672	6.07	9.92	13,764	9.92	91,833	9.92	91,833	0.00	83,547	0.00	83,547
공동욕실	벽	중간	액체방수1종	2.58	3.09	-16.5	5,883	-16.50	15,178	-16.50	15,178	0.00	18,178	0.00	18,178

공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	6.672	5.98	11.57	168	11.57	1,121	11.57	1,121	11.57	1,121	11.57	1,121
공동욕실	벽	최종	도기질타일	13.7	15.06	-9.03	37,663	-9.03	515,983	-9.03	515,983	0.00	567,205	0.00	567,205
공동욕실	천장	최종	SMC	3.51	3.2	9.69	29,635	9.69	104,019	9.69	104,019	9.69	104,019	9.69	104,019
부부욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.38	4.56	-25.88	18,050	-25.88	61,009	-25.88	61,009	0.00	82,308	0.00	82,308
부부욕실	바닥	중간	시멘트모르타르	3.38	4.56	-25.88	168	-25.88	568	-25.88	568	0.00	766	0.00	766
부부욕실	바닥	최종	자기질타일	3.38	2.09	61.72	36,248	61.72	122,518	61.72	122,518	0.00	75,758	0.00	75,758
부부욕실	벽	중간	액체방수1종	8.64	8.75	-1.26	15,924	-1.26	137,583	-1.26	137,583	0.00	139,335	0.00	139,335
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	8.64	6.55	31.91	5,883	31.91	50,829	31.91	50,829	0.00	38,534	0.00	38,534
부부욕실	벽	최종	도기질타일	19.67	13.08	50.38	37,663	50.38	740,831	50.38	740,831	50.38	740,831	50.38	740,831
부부욕실	천장	최종	SMC	3.38	3.37	0.3	29,635	0.30	100,166	0.30	100,166	0.30	100,166	0.30	100,166
발코니1	바닥	중간	방수몰탈	7	6.95	0.72	7,089	0.72	49,623	0.72	49,623	0.00	49,269	0.00	49,269
발코니1	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	3.4	-100	14,757	0.00	50,174	0.00	50,174	0.00	50,174	0.00	50,174
발코니1	바닥	최종	자기질타일	7	6.91	1.3	36,248	1.30	253,736	1.30	253,736	1.30	253,736	1.30	253,736
발코니1	벽	중간	콘크리트면처리	14.39	13.69	5.11	1,863	5.11	26,809	5.11	26,809	5.11	26,809	0.00	25,504
발코니1	벽	중간	시멘트모르타르	6.18	5.63	9.77	23,181	9.77	143,259	9.77	143,259	9.77	143,259	0.00	130,509
발코니1	벽	최종	외부용페인트	20.57	27.21	-24.4	3,527	-24.40	72,550	-24.40	72,550	-24.40	72,550	0.00	95,970
발코니1	벽	최종	갈레받이페인트	11.42	24.34	-53.08	13,059	-53.08	149,134	-53.08	149,134	-53.08	149,134	0.00	317,856
발코니1	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	7	6.98	0.29	3,225	0.29	22,575	0.29	22,575	0.29	22,575	0.29	22,575
발코니1	천장	최종	외부용페인트	7	6.98	0.29	4,255	0.29	29,785	0.29	29,785	0.29	29,785	0.29	29,785
발코니2	바닥	중간	방수몰탈	5.15	5.09	1.18	7,089	1.18	36,508	1.18	36,508	0.00	36,083	0.00	36,083
발코니2	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	1.07	-100	14,757	0.00	15,790	0.00	15,790	0.00	15,790	0.00	15,790
발코니2	바닥	최종	자기질타일	5.15	5.02	2.59	36,248	2.59	186,677	2.59	186,677	2.59	186,677	2.59	186,677
발코니2	벽	중간	시멘트모르타르	6.18	5.63	9.77	23,181	9.77	143,259	9.77	143,259	9.77	143,259	0.00	130,509
발코니2	벽	중간	콘크리트면처리	14.39	13.69	5.11	1,863	5.11	26,809	5.11	26,809	5.11	26,809	5.11	26,809
발코니2	벽	최종	외부용페인트	20.57	27.21	-24.4	3,527	-24.40	72,550	-24.40	72,550	-24.40	72,550	0.00	95,970
발코니2	벽	최종	갈레받이페인트	11.42	24.34	-53.08	13,059	-53.08	149,134	-53.08	149,134	-53.08	149,134	0.00	317,856
발코니2	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	7	6.98	0.29	3,225	0.29	22,575	0.29	22,575	0.29	22,575	0.29	22,575
발코니2	천장	최종	외부용페인트	7	6.98	0.29	4,255	0.29	29,785	0.29	29,785	0.29	29,785	0.29	29,785
발코니3	바닥	중간	방수몰탈	5.15	5.09	1.18	7,089	1.18	36,508	1.18	36,508	0.00	36,083	0.00	36,083
발코니3	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	1.07	-100	14,757	0.00	15,790	0.00	15,790	0.00	15,790	0.00	15,790

발코니3	바닥	최종	자기질타일	5.15	5.02	2.59	36,248	2.59	186,677	2.59	186,677	2.59	186,677	0.00	181,965
발코니3	벽	중간	시멘트모르타르	4.97	4.47	11.19	23,181	11.19	115,210	11.19	115,210	11.19	115,210	0.00	103,619
발코니3	벽	중간	콘크리트면처리	8.33	7.86	5.98	1,863	5.98	15,519	5.98	15,519	5.98	15,519	0.00	14,643
발코니3	벽	최종	외부용페인트	13.3	7.6	75.00	3,527	75.00	46,909	75.00	46,909	75.00	46,909	0.00	26,805
발코니3	벽	최종	걸레받이페인트	8.33	6.25	33.28	13,059	33.28	108,781	33.28	108,781	33.28	108,781	0.00	81,619
발코니3	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	5.15	5.12	0.59	3,225	0.59	16,609	0.59	16,609	0.59	16,609	0.00	16,512
발코니3	천장	최종	외부용페인트	5.15	5.12	0.59	4,255	0.59	21,913	0.59	21,913	0.59	21,913	0.00	21,786
발코니4	바닥	중간	방수몰탈	1.78	1.77	0.56	7,089	0.56	12,618	0.56	12,618	0.00	12,548	0.00	12,548
발코니4	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	0.83	-100	14,757	0.00	12,248	0.00	12,248	0.00	12,248	0.00	12,248
발코니4	바닥	최종	재료분리대	0	15.1	-100	2,094	0.00	31,619	0.00	31,619	0.00	31,619	0.00	31,619
발코니4	바닥	최종	자기질타일	1.78	1.69	5.33	36,248	5.33	64,521	5.33	64,521	5.33	64,521	0.00	61,259
발코니4	벽	중간	콘크리트면처리	7.21	6.94	3.89	1,863	3.89	13,432	3.89	13,432	3.89	13,432	0.00	12,929
발코니4	벽	최종	외부용페인트	7.21	6.84	5.41	3,527	5.41	25,430	5.41	25,430	5.41	25,430	0.00	24,125
발코니4	벽	최종	걸레받이페인트	3.88	3.87	0.26	13,059	0.26	50,669	0.26	50,669	0.26	50,669	0.00	50,538
발코니4	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	1.78	1.78	0	3,225	0.00	5,741	0.00	5,741	0.00	5,741	0.00	5,741
발코니4	천장	최종	외부용페인트	1.78	1.78	0	4,255	0.00	7,574	0.00	7,574	0.00	7,574	0.00	7,574
발코니5	바닥	중간	방수몰탈	3.07	3.14	-2.23	7,089	-2.23	21,763	-2.23	21,763	0.00	22,259	0.00	22,259
발코니5	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	0.82	-100	14,757	0.00	12,101	0.00	12,101	0.00	12,101	0.00	12,101
발코니5	바닥	최종	자기질타일	3.07	3.08	-0.32	36,248	-0.32	111,281	-0.32	111,281	-0.32	111,281	0.00	111,644
발코니5	벽	중간	시멘트모르타르	1.47	1.31	12.21	23,181	12.21	34,076	12.21	34,076	12.21	34,076	0.00	30,367
발코니5	벽	중간	콘크리트면처리	16.44	12.6	30.48	1,863	30.48	30,628	30.48	30,628	30.48	30,628	0.00	23,474
발코니5	벽	최종	외부용페인트	17.91	13.81	29.69	3,527	29.69	63,169	29.69	63,169	29.69	63,169	0.00	48,708
발코니5	벽	최종	걸레받이페인트	7.46	7.83	-4.73	13,059	-4.73	97,420	-4.73	97,420	-4.73	97,420	0.00	102,252
발코니5	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	3.08	3.08	0	3,225	0.00	9,933	0.00	9,933	0.00	9,933	0.00	9,933
발코니5	천장	최종	외부용페인트	3.08	3.08	0	4,255	0.00	13,105	0.00	13,105	0.00	13,105	0.00	13,105
발코니6	바닥	중간	방수몰탈	5.52	5.57	-0.9	7,089	-0.90	39,131	-0.90	39,131	0.00	39,486	0.00	39,486
발코니6	바닥	중간	방수+몰탈 치켜올림	0	1.22	-100	14,757	0.00	18,004	0.00	18,004	0.00	18,004	0.00	18,004
발코니6	바닥	최종	자기질타일	5.52	5.45	1.28	36,248	1.28	200,089	1.28	200,089	1.28	200,089	0.00	197,552
발코니6	벽	중간	시멘트모르타르	8.05	8.13	-0.98	23,181	-0.98	186,607	-0.98	186,607	-0.98	186,607	0.00	188,462
발코니6	벽	중간	콘크리트면처리	15.33	14.75	3.93	1,863	3.93	28,560	3.93	28,560	3.93	28,560	0.00	27,479

발코니6	벽	최종	외부용페인트	23.38	22.02	6.18	3,527	6.18	82,461	6.18	82,461	6.18	82,461	0.00	77,665
발코니6	벽	최종	걸레받이페인트	12.38	12.14	1.98	13,059	1.98	161,670	1.98	161,670	1.98	161,670	0.00	158,536
발코니6	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	5.52	5.52	0	3,225	0.00	17,802	0.00	17,802	0.00	17,802	0.00	17,802
발코니6	천장	최종	외부용페인트	5.52	5.52	0	4,255	0.00	23,488	0.00	23,488	0.00	23,488	0.00	23,488
공통	벽	중간	경량벽	5.16	5.1	1.18	38,192	1.18	197,071	1.18	197,071	1.18	197,071	0.00	194,779
공통	벽	중간	경량벽	7.44	7.59	-1.98	87,096	-1.98	647,994	-1.98	647,994	-1.98	647,994	0.00	661,059
공통	벽	중간	콘크리트블럭	25.58	26.72	-4.27	18,620	-4.27	476,300	-4.27	476,300	-4.27	476,300	0.00	497,526
공통	벽	중간	조적	44.51	40.17	10.8	20,203	10.80	899,218	10.80	899,218	10.80	899,218	0.00	811,538
공통	벽	중간	조적	16.26	23.13	-29.7	37,023	-29.70	602,000	-29.70	602,000	-29.70	602,000	0.00	856,351
공통	벽	중간	단열결로보완재	0	3.95	-100	15,928	0.00	62,916	0.00	62,916	0.00	62,916	0.00	62,916
공통	천장	중간	단열결로보완재	0	15.15	-100	6,362	0.00	96,384	0.00	96,384	0.00	96,384	0.00	96,384
공통	벽	중간	단열재	33.04	33.65	-1.81	21,182	-1.81	699,853	-1.81	699,853	-1.81	699,853	0.00	712,774
공통	벽	중간	단열재	26.32	25.86	1.78	15,087	1.78	397,090	1.78	397,090	1.78	397,090	0.00	390,150
공통	벽	중간	단열재	0	1.76	-100	20,780	0.00	36,573	0.00	36,573	0.00	36,573	0.00	36,573
공통	벽	중간	단열재	36.36	31.19	16.58	15,901	16.58	578,160	16.58	578,160	16.58	578,160	0.00	495,952
평균						-6.10		6.41	17,349,536	2.51	17,259,858	2.39	17,275,099	0.50	17,815,613
표준편차						45.31		29.36		27.14		26.32		7.74	

<부록 5> 84EH_BIM 물량산출 및 보정 결과

공간	부위	유형	마감재 내역	CMO 물량	IMO 물량	물량오차 (%)	단가	보정1		보정2		보정3		보정4	
								물량 오차	물량	물량 오차	비용	물량 오차	비용	물량 오차	비용
현관	바닥	중간	시멘트모르타르	3.86	3.56	8.43	168	8.43	648	0.00	598	0.00	598	0.00	598
현관	바닥	최종	자기질타일	3.855	2.25	71.33	38,977	71.33	150,256	0.00	87,698	0.00	87,698	0.00	87,698
현관	바닥	최종	마루갑틀	0	1.48	-100	26,918	-	39,839	0.00	39,839	0.00	39,839	0.00	39,839
현관	벽	중간	석고보드_단열위	8.63	9.59	-10.01	14,004	-10.01	120,855	-10.01	120,855	-10.01	120,855	-10.01	120,855
현관	벽	중간	석고보드	0	1.06	-100	5,513	-	5,844	0.00	5,844	0.00	5,844	0.00	5,844
현관	벽	최종	고급실크벽지	5.72	3.72	53.76	4,783	53.76	27,359	0.00	17,793	0.00	17,793	0.00	17,793
현관	벽	최종	MDF걸레받이(m)	1.99	1.38	44.2	2,174	44.20	4,326	0.00	3,000	0.00	3,000	0.00	3,000
현관	천장	중간	경량철골천장틀	3.86	3.78	2.12	14,319	2.12	55,271	2.12	55,271	2.12	55,271	2.12	55,271
현관	천장	최종	고급실크천장지	3.86	2.32	66.38	5,488	66.38	21,184	66.38	21,184	0.00	12,732	0.00	12,732
현관	천장	최종	반자돌림(m)	7.87	4.94	59.31	2,680	59.31	21,092	59.31	21,092	0.00	13,239	0.00	13,239
거실	바닥	중간	판넬히팅	28.26	28.37	-0.39	8,994	-0.39	254,170	-0.39	254,170	-0.39	254,170	-0.39	254,170
거실	바닥	최종	합판마루	28.26	28.75	-1.7	31,316	-1.70	884,990	-1.70	884,990	-1.70	884,990	-1.70	884,990
거실	벽	중간	석고보드_단열위	6.97	6.24	11.7	14,004	11.70	97,608	11.70	97,608	11.70	97,608	0.00	87,385
거실	벽	중간	석고보드	6.52	6.97	-6.46	5,513	-6.46	35,945	-6.46	35,945	-6.46	35,945	0.00	38,426
거실	벽	최종	고급실크벽지	43.2	29.75	45.21	4,783	45.21	206,626	45.21	206,626	45.21	206,626	0.00	142,294
거실	벽	최종	MDF걸레받이(m)	15.18	14.83	2.36	2,174	2.36	33,001	2.36	33,001	2.36	33,001	0.00	32,240
거실	벽	최종	아트월	10.74	10.74	0	4,457	-	47,868	0.00	47,868	0.00	47,868	0.00	47,868
거실	천장	중간	경량철골천장틀	28.26	29.307	-3.57	14,319	-3.57	404,655	-3.57	404,655	-3.57	404,655	-3.57	404,655
거실	천장	최종	고급실크천장지	28.26	28.53	-0.95	5,488	-0.95	155,091	-0.95	155,091	-0.95	155,091	-0.95	155,091
거실	천장	최종	반자돌림(m)	27.21	18.07	50.58	2,680	50.58	72,923	50.58	72,923	50.58	72,923	0.00	48,428
거실	천장	최종	거튼박스	4.386	3.77	16.34	7,339	16.34	32,189	16.34	32,189	16.34	32,189	0.00	27,668
주방	바닥	중간	판넬히팅	13.69	13.75	-0.44	8,994	-0.44	123,128	0.00	123,668	0.00	123,668	0.00	123,668
주방	바닥	최종	합판마루	13.687	10.71	27.8	31,316	27.80	428,622	0.00	335,394	0.00	335,394	0.00	335,394
주방	벽	중간	석고보드_단열위	4	4.8	-16.67	14,004	-16.67	56,016	-16.67	56,016	-16.67	56,016	0.00	67,219
주방	벽	중간	방수석고보드	13.14	13.34	-1.5	16,937	-1.50	222,552	-1.50	222,552	-1.50	222,552	0.00	225,940

주방	벽	최종	도기질타일	0	3.77	-100	25,026	-	94,348	0.00	94,348	0.00	94,348	0.00	94,348
주방	벽	최종	고급실크벽지	31.23	17.07	82.95	4,783	82.95	149,373	0.00	81,646	0.00	81,646	0.00	81,646
주방	벽	최종	MDF걸레받이(m)	12.3	7.6	61.84	2,174	61.84	26,740	0.00	16,522	0.00	16,522	0.00	16,522
주방	천장	중간	경량철골천장틀	13.69	13.687	0.02	14,319	0.02	196,027	0.02	196,027	0.02	196,027	0.02	196,027
주방	천장	최종	고급실크천장지	13.69	13.03	5.07	5,488	5.07	75,131	5.07	75,131	5.07	75,131	0.00	71,509
주방	천장	최종	반자돌림(m)	16.29	8.52	91.2	2,680	91.20	43,657	91.20	43,657	91.20	43,657	0.00	22,834
드레스룸	바닥	중간	판넬히팅	5.32	5.57	-4.49	8,994	-4.49	47,848	0.00	50,097	0.00	50,097	0.00	50,097
드레스룸	바닥	최종	합판마루	5.32	5.48	-2.92	31,316	-2.92	166,601	0.00	171,612	0.00	171,612	0.00	171,612
드레스룸	벽	중간	석고보드_단열위	3.06	3.04	0.66	14,004	0.66	42,852	0.66	42,852	0.66	42,852	0.66	42,852
드레스룸	벽	중간	시멘트모르타르	11.67	11.16	4.57	23,181	4.57	270,522	4.57	270,522	4.57	270,522	4.57	270,522
드레스룸	벽	최종	실크벽지	25.03	22.6	10.75	4,457	10.75	111,559	0.00	100,728	0.00	100,728	0.00	100,728
드레스룸	벽	최종	MDF걸레받이(m)	9.18	7.95	15.47	2,174	15.47	19,957	0.00	17,283	0.00	17,283	0.00	17,283
드레스룸	천장	중간	경량철골천장틀	5.32	5.3	0.38	14,319	0.38	76,177	0.38	76,177	0.38	76,177	0.38	76,177
드레스룸	천장	최종	실크천장지	5.32	5.3	0.38	5,162	0.38	27,462	0.38	27,462	0.38	27,462	0.00	27,359
드레스룸	천장	최종	반자돌림(m)	10.54	12.05	-12.53	2,680	-12.53	28,247	0.00	32,294	0.00	32,294	0.00	32,294
침실1	바닥	중간	판넬히팅	17.69	17.788	-0.55	8,994	-0.55	159,104	-0.55	159,104	-0.55	159,104	-0.55	159,104
침실1	바닥	최종	합판마루	17.69	17.78	-0.51	31,316	-0.51	553,980	-0.51	553,980	-0.51	553,980	-0.51	553,980
침실1	벽	중간	석고보드_단열위	16.38	15.93	2.82	14,004	2.82	229,386	2.82	229,386	2.82	229,386	0.00	223,084
침실1	벽	최종	실크벽지	35.09	30.15	16.38	4,457	16.38	156,396	16.38	156,396	16.38	156,396	0.00	134,379
침실1	벽	최종	MDF걸레받이(m)	16.62	14.36	15.74	2,174	15.74	36,132	15.74	36,132	15.74	36,132	0.00	31,219
침실1	천장	중간	경량철골천장틀	17.69	18.525	-4.51	13,765	-4.51	243,503	-4.51	243,503	-4.51	243,503	-4.51	243,503
침실1	천장	최종	실크천장지	17.69	17.9	-1.17	5,162	-1.17	91,316	-1.17	91,316	-1.17	91,316	-1.17	91,316
침실1	천장	최종	반자돌림(m)	17	12.08	40.73	2,680	40.73	45,560	40.73	45,560	40.73	45,560	40.73	45,560
침실1	천장	최종	커튼박스	0	3.63	-100	7,339	-	26,641	0.00	26,641	0.00	26,641	0.00	26,641
침실2	바닥	중간	판넬히팅	12.25	12.312	-0.5	8,994	-0.50	110,177	-0.50	110,177	-0.50	110,177	-0.50	110,177
침실2	바닥	최종	합판마루	12.25	12.247	0.02	31,316	0.02	383,621	0.02	383,621	0.02	383,621	0.02	383,621
침실2	벽	중간	석고보드_단열위	11.01	10.64	3.48	14,004	3.48	154,184	3.48	154,184	3.48	154,184	0.00	149,003
침실2	벽	최종	실크벽지	33.36	29.3	13.86	4,457	13.86	148,686	13.86	148,686	13.86	148,686	0.00	130,590
침실2	벽	최종	MDF걸레받이(m)	14.4	13.51	6.59	2,174	6.59	31,306	6.59	31,306	6.59	31,306	0.00	29,371
침실2	천장	중간	경량철골천장틀	12.247	12.88	-4.91	13,765	-4.91	168,580	-4.91	168,580	-4.91	168,580	-4.91	168,580

침실2	천장	최종	실크천장지	12.247	12.41	-1.31	5,162	-1.31	63,219	-1.31	63,219	-1.31	63,219	-1.31	63,219
침실2	천장	최종	반자돌림(m)	14.43	11.27	28.04	2,680	28.04	38,672	28.04	38,672	28.04	38,672	28.04	38,672
침실2	천장	최종	커튼박스	0	2.73	-100	7,339	-	20,035	0.00	20,035	0.00	20,035	0.00	20,035
침실3	바닥	중간	판넬히팅	12.45	12.971	-4.02	8,994	-4.02	111,975	-4.02	111,975	-4.02	111,975	-4.02	111,975
침실3	바닥	최종	합판마루	12.45	12.445	0.04	31,316	0.04	389,884	0.04	389,884	0.04	389,884	0.04	389,884
침실3	벽	중간	석고보드_단열위	5.61	4.92	14.02	14,004	14.02	78,562	14.02	78,562	14.02	78,562	0.00	68,900
침실3	벽	중간	석고보드	5.91	5.43	8.84	5,513	8.84	32,582	8.84	32,582	8.84	32,582	0.00	29,936
침실3	벽	최종	실크벽지	32.5	28.96	12.22	4,457	12.22	144,853	12.22	144,853	12.22	144,853	0.00	129,075
침실3	벽	최종	MDF걸레받이(m)	14.56	13.36	8.98	2,174	8.98	31,653	8.98	31,653	8.98	31,653	0.00	29,045
침실3	천장	중간	경량철골천장틀	12.45	12.44	0.08	13,765	0.08	171,374	0.08	171,374	0.08	171,374	0.08	171,374
침실3	천장	최종	실크천장지	12.45	12.62	-1.35	5,162	-1.35	64,267	-1.35	64,267	-1.35	64,267	-1.35	64,267
침실3	천장	최종	반자돌림(m)	14.28	10.84	31.73	2,680	31.73	38,270	31.73	38,270	31.73	38,270	31.73	38,270
침실3	천장	최종	커튼박스	0	3.01	-100	7,339	-	22,090	0.00	22,090	0.00	22,090	0.00	22,090
공동욕실	바닥	중간	시멘트모르타르	3.5	3.69	-5.15	168	-5.15	588	-5.15	588	0.00	620	0.00	620
공동욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.5	4.47	-21.7	18,050	-21.70	63,175	-21.70	63,175	0.00	80,684	0.00	80,684
공동욕실	바닥	최종	자기질타일	3.5	2.32	50.86	37,138	50.86	129,983	50.86	129,983	0.00	86,160	0.00	86,160
공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	5.07	8.31	-38.99	5,883	-38.99	29,827	-38.99	29,827	0.00	48,888	0.00	48,888
공동욕실	벽	중간	시멘트모르타르	4.68	4.68	0	5,497	-	25,726	0.00	25,726	0.00	25,726	0.00	25,726
공동욕실	벽	중간	액체방수2종	3.768	3.82	-1.36	13,764	-1.36	51,863	-1.36	51,863	0.00	52,578	0.00	52,578
공동욕실	벽	중간	액체방수2종	4.68	5.43	-13.81	15,924	-13.81	74,524	-13.81	74,524	0.00	86,467	0.00	86,467
공동욕실	벽	최종	도기질타일	18.82	13.98	34.62	37,663	34.62	708,818	34.62	708,818	0.00	526,529	0.00	526,529
공동욕실	천장	중간	경량철골천장틀	3.5	3.52	-0.57	14,319	-0.57	50,117	-0.57	50,117	-0.57	50,117	-0.57	50,117
공동욕실	천장	최종	SMC	3.5	3.52	-0.57	29,635	-0.57	103,723	-0.57	103,723	-0.57	103,723	-0.57	103,723
부부욕실	바닥	중간	시멘트모르타르	3.3	3.49	-5.44	168	-5.44	554	-5.44	554	0.00	586	0.00	586
부부욕실	바닥	중간	액체방수1종	3.3	5.07	-34.91	18,050	-34.91	59,565	-34.91	59,565	0.00	91,514	0.00	91,514
부부욕실	바닥	최종	재료분리대	0	1.488	-100	2,094	-	3,116	0.00	3,116	0.00	3,116	0.00	3,116
부부욕실	바닥	최종	자기질타일	3.3	3.25	1.54	37,138	1.54	122,555	1.54	122,555	0.00	120,699	0.00	120,699
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	9.206	6.8	35.38	5,883	35.38	54,159	35.38	54,159	0.00	40,004	0.00	40,004
부부욕실	벽	중간	시멘트모르타르	8.304	8.43	-1.49	5,497	-1.49	45,647	-1.49	45,647	0.00	46,340	0.00	46,340
부부욕실	벽	중간	액체방수2종	8.304	9.82	-15.44	15,924	-15.44	132,233	-15.44	132,233	0.00	156,374	0.00	156,374

부부욕실	벽	최종	도기질타일	17.51	15.13	15.73	37,663	15.73	659,479	15.73	659,479	0.00	569,841	0.00	569,841
부부욕실	천장	최종	SMC	3.3	3.252	1.48	29,635	1.48	97,796	1.48	97,796	1.48	97,796	1.48	97,796
발코니1	바닥	중간	액체방수1종	3.93	5.09	-22.79	18,050	-22.79	70,937	-22.79	70,937	0.00	91,875	0.00	91,875
발코니1	바닥	최종	자기질타일	3.93	3.934	-0.1	36,248	-0.10	142,455	-0.10	142,455	0.00	142,600	0.00	142,600
발코니1	벽	중간	콘크리트면처리	23.25	23.25	0	1,863	-	43,315	0.00	43,315	0.00	43,315	0.00	43,315
발코니1	벽	최종	외부용페인트	23.25	22.91	1.48	3,527	1.48	82,003	1.48	82,003	1.48	82,003	1.48	82,003
발코니1	벽	최종	걸레받이페인트	10.05	9.97	0.8	13,059	0.80	131,243	0.80	131,243	0.80	131,243	0.80	131,243
발코니1	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	3.934	3.934	0	3,225	-	12,687	0.00	12,687	0.00	12,687	0.00	12,687
발코니1	천장	최종	외부용페인트	3.934	3.934	0	4,255	-	16,739	0.00	16,739	0.00	16,739	0.00	16,739
발코니2	바닥	중간	액체방수1종	4.228	5.344	-20.88	18,050	-20.88	76,315	-20.88	76,315	0.00	96,459	0.00	96,459
발코니2	바닥	최종	자기질타일	4.228	4.228	0	36,248	-	153,257	0.00	153,257	0.00	153,257	0.00	153,257
발코니2	벽	중간	콘크리트면처리	20.27	20.27	0	1,863	-	37,763	0.00	37,763	0.00	37,763	0.00	37,763
발코니2	벽	최종	외부용페인트	20.27	19.92	1.76	3,527	1.76	71,492	1.76	71,492	1.76	71,492	1.76	71,492
발코니2	벽	최종	걸레받이페인트	8.85	9.68	-8.57	13,059	-8.57	115,572	-8.57	115,572	-8.57	115,572	-8.57	115,572
발코니2	천장	중간	콘크리트면처리(천정)	4.23	4.228	0.05	3,225	0.05	13,642	0.05	13,642	0.05	13,642	0.05	13,642
발코니2	천장	최종	외부용페인트	4.23	4.228	0.05	4,255	0.05	17,999	0.05	17,999	0.05	17,999	0.05	17,999
공통	벽	중간	조적	53.51	52.02	2.86	20,203	2.86	1,081,041	2.86	1,081,041	2.86	1,081,041	0.00	1,050,939
공통	벽	중간	단열걸로보완재	0	10.553	-100	16,312	-	172,141	0.00	172,141	0.00	172,141	0.00	172,141
공통	벽	중간	단열걸로보완재	0	3.18	-100	15,928	-	50,651	0.00	50,651	0.00	50,651	0.00	50,651
공통	벽	중간	단열재	77.868	76.959	1.18	23,886	1.18	1,859,955	1.18	1,859,955	1.18	1,859,955	0.00	1,838,243
공통	벽	중간	단열재	0	1.1	-100	20,780	-	22,858	0.00	22,858	0.00	22,858	0.00	22,858
공통	벽	중간	경량벽	11.4	11.4	0	38,192	-	435,389	0.00	435,389	0.00	435,389	0.00	435,389
공통	천장	중간	단열걸로보완재	0	15.617	-100	6,362	-	99,355	0.00	99,355	0.00	99,355	0.00	99,355
평균						-2.67		9.12	15,744,822	4.22	15,498,489	3.46	15,297,725	0.64	15,044,962
표준편차						39.61		24.12		18.00		12.76		5.88	

ABSTRACT

Study on Modeling Strategy of Building Interior Works for Improving Accuracy of Quantity based on BIM

Kim, Seong Ah

Civil, Architectural and Environmental System Engineering

Sungkyunkwan University

Since BIM-based quantity take-off(BQT) is directly related to the project cost and one of the most important management factors for a project, the accuracy of the quantity take-off from BIM is required through the project life cycle. Even in a BIM-based project, a whole and complete modeling for interior works is not accepted due to constraints of time and money for those efforts. Instead, space models are utilized to derive areas and volumes to estimate quantities of interior works items or compositely modeled objects that generically combines structural members with interior finish materials. Although it has been recognized that those work-around for quantity take-off of interior works could be different depending on modeling method and its completeness but it is unknown how much degree it would be and what kind of works have more discrepancies and why those occur. Therefore, this study implemented the research with the following procedure in order to identify discrepancies of BQT depending on

finishing material modeling methods and the completeness; 1) the features of interior finish works for a typical apartment unit has been analyzed and quantity take-off criteria of finishing material and modeling methods were studied; 2) BIM-based quantity take-off test was implemented by selecting four different areas of apartment units, and 3) quantity differences of the models formed with Individually Modeled Objects(IMO) and Compositely Modeled Objects(CMO) were compared and analyzed followed by suggestions for efficient and reliable BQT. CMO is faster than IMO and produces a discrepancy rate of 5% overall. However, CMO cannot be disregarded fully during the project life-cycle due to various constraints, such as a lack of design information at the early design stage, time and money constraints, and low productivity on IMO. The most practical approach for BQT would be a combination of CMO and IMO, whose proportions change as the project progresses.

This paper describes the limits of quantity take-off based on CMO. Three modeling guidelines for BQT were proposed that could minimize the quantity discrepancy of CMO, as described above in the suggestion section. In addition, it was observed that the CMO causes an overestimation of some items and an underestimation of others. These discrepancies were far greater than their acceptable waste rates in both cases. If an inaccurate BQT result is utilized during the pre-tender or contract process as criteria, serious problems may result, such as construction cost overruns, claims for underestimation, poor quality construction, and disputes between the general contractor and sub-contractor. In this respect, this study is also valuable for identifying work items that might be problematic in BQT.