



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](#)

제132회 석사학위논문

지도교수 손 봉 수

CAD로 작성된 2차원 설계 도면을 이용한 BIM 자동 생성 프로그램 개발에 관한 연구

A study on the development
of automatic BIM generation program
using 2D design drawings in CAD

중앙대학교 대학원

컴퓨터공학과 응용 소프트웨어 전공

변 영 수

2020년 2월

CAD로 작성된 2차원 설계 도면을 이용한 BIM 자동 생성 프로그램 개발에 관한 연구

A study on the development
of automatic BIM generation program
using 2D design drawings in CAD

이 논문을 석사학위논문으로 제출함.

2020년 2월

중앙대학교 대학원

컴퓨터공학과 응용 소프트웨어 전공

변 영 수

변영수의 석사학위논문으로 인정함.

심 사 위 원 장 _____인

심 사 위 원 _____인

심 사 위 원 _____인

중앙대학교 대학원

2020년 2월

목 차

제1장 서론	1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위	2
1.3 연구의 방법 및 절차	3
제2장 예비적 고찰	4
2.1 설계 도면의 정보	4
2.1.1 부재일람표	6
2.1.1.1 기둥일람표	6
2.1.1.2 보일람표	9
2.1.1.3 슬래브일람표	13
2.1.1.4 벽일람표	15
2.1.2 구조평면도	17
2.2 IFC 파일 포맷	21
2.3 기존 연구 고찰	23
2.3.1 CAD 설계도면 분석	23
2.3.2 IFC 파일 활용	24
2.3.3 3차원 모델 생성	25
제3장 2D 도면 기반 BIM 자동 생성 시스템 개발	28
3.1 도면 분석을 위한 CAD 파일의 전처리	28
3.2 ABGS 프로세스 구축 및 개발	29

3.2.1 파일 분류	31
3.2.2 각 부재일람표 분석	31
3.2.3 구조평면도 분석	32
3.2.4 3차원 데이터 구축 및 출력	33
3.3 ABGS 데이터 구조	33
3.4 ABGS 사용자 인터페이스	35
제4장 사례적용 연구	36
4.1 실험 환경 및 데이터	36
4.1.1 실험환경	36
4.1.2 실험 데이터	36
4.2 실험 결과	37
4.2.1 A(주택)	37
4.2.2 B(주차빌딩)	39
4.3 분석 및 고찰	40
제5장 결론 및 향후연구	42
참고문헌	43
국문초록	47
ABSTRACT	48

그림 목차

(그림 1) 기둥일람표 기재 형태와 예시	7
(그림 2) 다양한 기둥일람표 기재 예시	8
(그림 3) 보일람표 기재 형태와 예시	10
(그림 4) 보의 각 단부 구분	11
(그림 5) 단부 구분에 따른 보의 기재 방법	11
(그림 6) 다양한 보일람표 기재 예시	12
(그림 7) 슬래브일람표 기재 형태와 예시	14
(그림 8) 다양한 슬래브일람표 기재 예시	15
(그림 9) 다양한 벽일람표 기재 예시	16
(그림 10) 지상1층 구조평면도와 부분 확대도	17
(그림 11) 평면도와 일람표를 기반으로 상상할 수 있는 기둥 육면체의 모습	18
(그림 12) 일반적인 층 개념과 평면도에 그려진 층의 차이	19
(그림 13) 슬래브 영역	20
(그림 14) IFC 파일 포맷을 지원하는 소프트웨어 제품들의 목록	22
(그림 15) 하나의 파일에 들어있는 설계도면들을 분할하여 각 도면 당 하나의 파일로 저장하는 전처리 예시	29
(그림 16) ABGS 프로세스 개념도	30
(그림 17) ABGS 의 개략적인 Class Diagram	34
(그림 18) ABGS 사용자 인터페이스	34
(그림 19) A(주택)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 BIM모델	38
(그림 20) B(주차빌딩)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 BIM모델	39
(그림 21) 기본적인 속성정보가 입력된 슬래브 객체 예시	41

표 목차

<표 1> 건축도면 공동 표준화 지침에서의 건축 도면 목록	5
<표 2> 기둥일람표 정보 구성 기준	7
<표 3> 보일람표 정보 구성 기준	9
<표 4> 슬래브일람표 정보 구성 기준	14
<표 5> 벽일람표 정보 구성 기준	16
<표 6> IFC를 지원하는 오픈 소스 프로젝트	23
<표 7> 선정된 실험 데이터와 각 속성	36
<표 8> A(주택)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 부재 수량 검토	38
<표 9> B(주차빌딩)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 부재 수량 검토	40

제 1 장 서론

1.1 연구배경 및 목적

건축 분야에서 설계도 또는 설계도면은 앞으로 지어질 건축물의 모든 설계 관련 사항을 담고 있는 중요한 정보이다. 종이와 펜 및 여러 물리적 도구들을 사용하여 설계도를 만들던 시대를 넘어, 1970년에 만들어진 CAD를 이용하여 작성하기 시작했으며, 한국도 1990년대부터 CAD 가 설계사들에게 보급되어 지금까지 사용되면서 보편화되었다.

그리고 2000년대 초반부터 BIM 이라는 개념이 출현하였다. BIM 은 Building Information Model 또는 Building Information Modeling 의 약자로서, ‘다차원 가상공간에 기획, 설계, 엔지니어링(구조, 설비, 전기 등), 시공, 더 나아가 유지관리 및 폐기까지 가상으로 시설물에 대한 모델과 이런 모델을 모델링하는 과정’을 말한다[1]. 그리고 BIM에는 이런 모델뿐만 아니라 이와 관련된 모든 활동에 대한 정보가 들어가게 된다. BIM은 이런 모델과 모델링에 대한 ‘개념’이면서, 그와 관련된 ‘기술’들, 그리고 기술들을 구현하는 ‘소프트웨어 및 관련 프로세스들’을 모두 포함하는 개념이다[2].

정부는 이 BIM 을 건축 기술/문화 선진화의 주요한 수단으로 인식하였으며 BIM 을 시장에 정착시키기 위하여 학계와 함께 많은 연구를 진척시켰다. 특히 조달청은 2011년도부터 공공 건설 입찰 시 총공사비 500억원 이상의 사업의 경우 공모단계부터 BIM 적용을 하도록 하였으며, 이 때 BIM을 적용한다 함은 BIM 설계도를 제출하는 것을 의미한다[3]. 그리고 이를 점차 확대하여 2018 년도부터 발주되는 모든 ‘조달청 시설공사 맞춤형서비스 대상 사업’ 에 적용토록 하였다[4]. ‘조달청 시설공사 맞춤형서비스’ 라 함은 공사발주 경험이나 전문 인력이 부족한 수요기관을 대상으로 시설물의 기획, 설계, 시공, 사후관리의 건설 업무의 전부 혹은 일부를 조달청이 대행하는 서비스를 말한다.

이처럼 정부 차원의 BIM 활성화 노력이 적극적으로 나타나고 있으므로 BIM 정착에 있어 유리한 여건인 것이 사실이지만, 반면 국가 표준의 개발, 기관별 역할 관계 모호, 공공 발주를 위한 체계의 개발과 정착 등이 아직 미비한 상태여서 연구

개발 비용, 초기 시설투자 비용 등과 같은 새로운 비용이 발생하므로 민간의 경우는 BIM 투입 대비 이익 실현이 쉽지 않아 도입이 쉽지 않은 상황이다[5].

또한 도입한다 해도, 숙련된 BIM 사용자의 부족, 소프트웨어 간 호환 문제 등 BIM 도입 이후 설계사무소 내의 BIM 설계업무 시 드러나는 문제점 또한 큰 편이며[6], 건축인허가 시스템 및 설계환경은 기존의 2차원적 형태에 머물러 있고 BIM 과 CAD의 혼용으로 생산성 향상에 어려움을 겪고 있다[7]. 이에 따라 여러 업무 주체와 협업을 위해서는 여전히 공통의 이해를 기반으로 하는 2D 도면이 요구되어 BIM 모델과 별개의 도면으로 인한 이중 작업을 해야 하는 어려움이 존재한다[8]. 이런 이유로 인하여 BIM 으로 만든 설계 파일을 이용하여 오히려 2D도면을 다시 생성해야 하는 필요성이 생겼으며 이를 충족시키기 위하여 BIM 으로부터 2D 도면을 자동 생성하는 연구도 진행된 바 있다[9]. 뿐만 아니라 국내 90%를 차지하는 중소규모 건축사사무소에서는 기존 2D 기반의 설계 및 엔지니어링을 그대로 수행하고, 기존에 존재하지 않던 BIM 전문 협력업체가 2D 도면을 3D BIM으로 변환하여 별도의 3D, 4D, 5D BIM 결과물을 만들어내는 전환설계를 하기도 한다[10].

이러한 현실에 따르면 CAD를 설계도면 작성의 기본으로 삼고 있는 대다수의 현장 작업자의 현실에서 급격하게 BIM 제작 도구들을 도입하여 BIM을 직접 제작하도록 하는 것은 무리가 있는 것으로 판단되며, 이러한 판단을 근거로 본 연구는 설계도 작성자들이 일반적으로 사용되고 있는 CAD 를 이용하여 그린 2D 도면으로부터 BIM 을 자동 생성하고 그 결과를 국제표준 포맷인 IFC 파일로 출력하는 시스템의 개발에 대하여 제안한다.

1.2 연구의 범위

건축물은 그 자체의 모습을 유지하기 위하여, 건축물에 작용하는 모든 힘의 모멘트를 땅으로 흘려보내기 위한 구조를 이루도록 설계한다. 건축물의 구조는 건축물의 뼈대를 이루므로 또한 골조라고도 표현한다.

건축구조는 여러 가지 기준에 따라 분류할 수 있는데, 구조를 구성하는 재료에 따라 분류하면, 목구조, 벽돌구조, 시멘트블록구조, 철근콘크리트구조, 철골구조, 철골철근콘크리트구조 등으로 분류할 수 있다. 또한 구조의 형식에 따라 분류하면, 라멘구조, 벽식구조, 트러스 구조, 아치구조, 그 외 기타 여러 구조가 있다.

현대 건축기법상 주거 및 상업 시설의 대부분은 철근콘크리트를 이용한 라멘구조

또는 벽식구조를 이용하여 지어지고 있으며, 이러한 구조의 구조체를 이루고 있는 요소들을 부재라고 부르는데 부재의 종류에는 기초, 기둥, 보, 벽, 바닥판 등이 존재한다. 그리고 이런 부재들이 어떤 재료로 이루어져 있으며 건축물 상의 어디에 위치해야 할지 등에 관련된 자세한 정보가 설계도면에 기재된다.

본 연구는, 건축물의 구조 중 철근콘크리트를 이용한 라멘구조와 벽식구조의 주요 부재인 기둥, 보, 벽, 바닥판의 네 가지에 대한 BIM 을 생성하는 시스템을 만드는 것으로 한정한다.

1.3 연구의 방법 및 절차

CAD로 작성된 2차원 설계 도면을 이용하여 BIM을 자동 생성하는 시스템을 구축하기 위하여, 2장에서는 이 시스템에 활용될 입력물인 설계도면과 출력물인 IFC 파일 포맷에 대한 배경지식에 대해 고찰하고, 이런 정보들을 활용하기 위한 연구들은 어떤 것이 있었는지 간단하게 논의한다.

그리고 3장에서는 BIM 을 자동적으로 생성하는 본 연구를 위하여 개발한 시스템의 내용을 논의한 뒤, 4장에서는 구현된 시스템을 이용한 결과를 분석할 것이며, 5장에서 결론을 도출한다.

제2장 예비적 고찰

2.1 설계 도면의 정보

건축설계 과정을 단계적으로 구분한다면 계획설계, 중간설계, 실시설계로 나눌 수 있다[11]. 계획설계는 ‘건축사가 건축주로부터 제공된 자료와 기획업무 내용을 참작하여 건축물의 설계목표를 정하고 그에 대한 가능한 계획을 제시하는 단계로서, 디자인 개념의 설정 및 연관분야의 기본시스템이 검토된 계획안을 건축주에게 제안하여 승인을 받는 단계’이다. 이 단계에서 건축사, 즉 설계자는 건축물 뿐 아니라 관련 시설물과 대지에 관한 전반적인 자료를 기초로 디자인을 위한 기본 정보들을 확인한다. 일반적으로 지적도, 도시계획도, 측량도 등을 활용하지만, 실제 상황과는 다른 경우가 많기 때문에 현장 조사와 답사를 통해 주변 여건을 확인해야 한다. 이러한 기획 단계를 거쳐 건축물의 공간 크기와 구성, 동선 계획, 배치 계획 등과 개략적인 형태를 구상하고, 디자인 뿐 아니라 구조, 재료, 설비 등 총체적인 방침을 건축주와 협의하여 결론을 도출한다.

중간설계는 ‘계획설계 내용을 구체화하여 발전된 안을 정하고, 실시설계 단계에서의 변경 가능성을 최소화하기 위해 다각적인 검토가 이루어지는 단계로서, 연관분야의 시스템 확정에 따른 각종 자재, 장비의 규모, 용량이 구체화된 설계도서를 작성하여 건축주로부터 승인을 받는 단계’이다. 이 단계에서는 목적 건축물과 관련한 행정 기관 및 이해집단의 판단을 수렴한다. 계획설계를 기반으로 구조계획과 설비계획을 진행하며, 구조 부재들의 위치와 치수를 정확히 표현하여 도면을 작성한다.

실시설계는 ‘중간설계를 바탕으로 하여 입찰, 계약 및 공사에 필요한 설계도서를 작성하는 단계로서, 공사의 범위, 양, 질, 치수, 위치, 재질, 질감, 색상 등을 결정하여 설계도서를 작성’하는 단계이다. 그 이름이 표현하듯이, 공사를 실시할 때 실제로 사용할 수 있을 정도로 자세한 정보를 담은 실시설계도면을 작성하는 단계이다. 이 때 ‘설계도서’라 함은, ‘건축물의 건축 등에 관한 공사용의 도면과 구조 계산서 및 시방서 기타’ 등을 말한다. 즉, 설계도서는 설계도면들을 비롯하여 건축 설비를 진행할 때의 예산을 계산한 계산서와 토질 및 지질 관계서류 등을 포함한,

해당 공사를 진행하기 위해 필요한 모든 정보를 담고 있는 서류 세트라는 의미이다. 이렇게 관련 법령들 및 규칙들은 설계도서란 무엇인가에 대해 정의하고 있지만, 설계도면에 대해서는 어떤 형식으로 어떤 내용이 들어가야 할지에 대해서는 정의하지 않고 있다. 그렇다면 설계도에 필요한 정보는 무엇이며 그것을 어떻게 작성해야 하는지에 대해서는 작성자마다 기준이 다를 수 있다. 그러나 건축 설계 분야에 대하여 정규과정을 거친 후 현장 업무에 종사하는 사람들 내에서는 설계도면의 구성 및 형태에 대한 일종의 암묵적인 합의가 존재할 수 있다. 그런 합의를 명시화하기 위한 움직임의 하나로써, (사)한국건축가협회에서 작성한 ‘건축도면 공동 표준화 지침’[12] 이 있다. 이 문서는 단지 지침일 뿐이므로 강제성이 있는 것은 아니지만 설계도면에 대한 일반적인 합의의 내용을 담고 있을 것으로 여겨지기에, 설계도면을 활용하기 위한 기준으로서는 좋은 참고가 된다. 따라서 본 연구에서 설계도면과 관련해서는 이 지침을 기반으로 논의를 진행해 나갈 것이다.

<표 4> 건축도면 공동 표준화 지침에서의 건축 도면 목록

분류	도면
건축	공통도면, 표지, 도면목록, 투시도 또는 조감도, 일반사항, 개요, 설계개요, 안 내도/지적도, 구적도/구적표, 배치도, 대지종횡단면도, 주차계획도, 면적산출 표, 각종계획도, 마감, 실내재료마감표, 표준마감상세도, 기본도면, 평면도, 입면도, 주단면도, 수직수평동선관련상세도, 코아상세도, 계단상세도, 승강기, 샤프트상세도, 주차경사로상세도, 주차리프트상세도, 부분상세도, 평면상세도, 입단면상세도, 출입구상세도, 내부벽체일람표, 창호도, 창호평면도, 창호일람 표, 창호상세도, 창호입면도, 창호잡철물목록, 내부전개도, 찬장도(평면 및 상 세도), 로비관련도면, 주요실전개도, 승강기홀전개도, 화장실전개도, 칸막이전 개도, 기타분야, 정확조, 소음 및 방음, 무대 또는 조명, 주방, 음향, 전시, 기 타
구조	공통도면, 표지, 도면목록, 일반사항, 위치도, 기초위치도, 기둥중심도, 구조평 면도, 평면도, RC일람표, 기초일람표, 기둥일람표, 콘크리트벽일람표, 보일람 표, 슬래브일람표, 벽개구부일람표, RC구조상세도, RC평면상세도, RC단면상 세도, 잡배근상세도, 철골일람표, 철골기둥일람표, 베이스플레이트일람표, 기 둥접합상세도, 철골보일람표, 보접합상세도, 기타접합상세도, 철골구조 상세 도, 출골평면상세도, 철골단면상세도, 데크플레이트 상세도, 기타

이 지침에는 실시 설계도면까지 작성하였을 때 포함되어야 할 도면들의 종류가 나와 있다. 표 1 은 건축도면 공동 표준화 지침에 나와 있는 건축 도면번호 목록을 간략화 하여 크게 건축도면과 구조도면으로만 구분하고 자세히 분류하지 않고 나열하였다. 각 도면들의 자세한 용도는 여기서 설명하지 않겠지만 얼마나 많은 도면들이 작성되어야 하는지에 대해 느껴보기에는 부족함이 없을 것이다.

이러한 설계도면 중 본 연구의 범위에 해당하는 골조공사와 관련되어 활용할 설계도면은 부재일람표에 해당하는 도면들과 구조평면도에 해당하는 도면들이므로 이 도면들에 어떤 정보가 들어 있는지 알아본다.

2.1.1 부재일람표

앞서의 도면 목록에는 ‘부재일람표’ 라는 이름은 없다. 이 이름은 기둥, 보, 바닥판, 벽 등의 각 부재들에 대한 일람표를 총칭하여 이르는 말이다. 각 부재별로 작성되는 이 일람표들은, 각 부재들의 단면의 모양과 이 부재에 소요되는 재료가 부재 내부에서 어떤 방향과 모양으로 어디에 배치되어야 하는지에 대한 정보를 담고 있다. 본 연구의 범위인 철근콘크리트구조 골조공사에서는 구조체에 대한 재료로는 철근과 콘크리트가 사용되므로 각 일람표 또한 철근과 콘크리트에 대한 정보를 담고 있다. 이 때 콘크리트는 특정한 모양이 있기 보다는 철근이 차지하는 공간의 나머지 공간을 꽉 채우도록 되어 있으므로, 결국 중요한 정보는 철근이 어떤 모양으로 어떻게 배치되는가가 될 것이다.

여기서는 기둥일람표, 보일람표, 슬래브일람표, 벽일람표의 정보 내용과 표기 방법을 소개하며, 상기한 바와 같이 ‘건축도면 공동 표준화 지침’을 기준으로 하되, 작업자나 사무실마다 조금씩 다를 수 있는 표기 방법에 대해 예시와 함께 설명할 것이다.

2.1.1.1 기둥일람표

표 2 는 기둥일람표에 기재되어야 할 정보의 구성 기준을, 그림 1 의 (a) 는 이런 정보가 기둥일람표에 어떤 모습으로 기재되는지의 형식을 보여주고 있다.

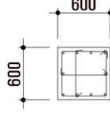
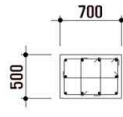
<표 5> 기둥일람표 정보 구성 기준

번호	속성정보		형식 (정밀도)	단위	필수 여부	비고
	항목	자료구조				
1	타이틀	데이터	문자	-	선택	기둥일람표
2	부호	데이터	문자	-	필수	C1
3	층별	데이터	문자	-	선택	지하층
4	단면형태	도형	-	-	선택	-
5	크기	데이터	문자	mm	필수	600×600
6	주근	데이터	문자	var.	선택	12-HD22
7	부근	데이터	문자	var.	필수	4-HD19
8	대근	데이터	문자	mm	선택	D10@300
9	부대근	데이터	문자	mm	필수	D10@900

기둥 일 람 표		
층별	부 호	
	단 면 형태	
	크 기	
	주 근	
	부 근	
	대 근	
	부대근	

(a)

기둥 일람표

층별	NAME	C5	C6
-1F~3F	형태		
	크기	600X600	500X700
	주근	10-HD22	10-HD22
	중앙대근	HD10@300	HD10@200
	단부대근	HD10@150	HD10@200

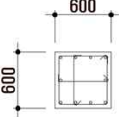
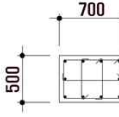
(b)

(그림 1) 기둥일람표 기재 형태와 예시

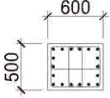
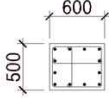
표 2의 속성정보의 항목 열에 있는 단어들이 그림 1의 왼쪽 두 열에 들어가 있으며 이 단어들은 레이블로 사용하기로 약속된 키워드들이다. 그리고 이제 표 2의 '비고' 열에 있는 텍스트들이 그림 1의 각 레이블의 오른쪽 칸('층별'은 레이블의 아래 칸)에 기재되었다고 가정해 보자. 이를 기준으로 정보 내용을 알아보면, 이 기둥일람표의 내용은 '지하층의 C1 기둥'에 대한 것이다. 즉, [층, 부호] 쌍이 기둥을 식별하는 식별자이다. 이 지하층의 C1 기둥은, '단면형태'의 오른쪽에 기

재되는 기둥 단면 그림과 같은 모양의 단면을 가질 것이며, 이 단면은 ‘크기’의 오른쪽 칸에 기재된 가로, 세로 숫자만큼의 길이인 600×600 일 것이다. ‘주근’은 HD22 규격의 철근이 12가닥, ‘부근’은 HD19 규격의 철근이 4가닥, ‘대근’은 D10 규격의 철근이 300mm 간격으로 배치되며, ‘부대근’은 D10 규격의 철근이 900mm 간격으로 배치될 것이다. 그리고 표 2의 ‘필수여부’ 열에 나와 있는 바와 같이 필수적인 정보인지 또는 선택적인 정보인지 여부에 따라 이런 정보들 중 생략되는 것도 있을 수 있다. 그림 1의 (b)는 이것의 실제 예시를 보여주고 있다.

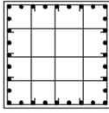
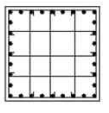
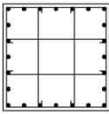
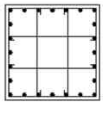
또한 상기한 바와 같이, 건축도면 공동 표준화 지침은 강제 사항이 아니므로 다른 설계도 작성자는 이 지침과는 다른 형태로 이 정보들을 기재할 수 있다. 그림 2는 그런 실제 예시들을 보여주고 있다.

NAME	C5	C10
형태		
층수	-1F~3F	-1F
주근	10-HD22	10-HD22
중앙대근	HD10@300	HD10@200
단부대근	HD10@150	HD10@200

(a)

부호	C1	C1
크기	600 X 500	600 X 500
층	B3	B2 ~ B1
형태		
주근	18 - HD25	12 - HD25
대근	HD10 @300	HD10 @300
단부대근	HD10 @200	HD10 @200

(b)

NAME	-3F	-2F
C1		
크 기	900 x 900	800 x 800
주 근	32-SHD25	32-SHD25
단 부 대 근	HD10@300	HD10@150
중 앙 대 근	HD10@300	HD10@300
C1A		
크 기	900 x 900	800 x 800
주 근	24-SHD25	24-SHD25
단 부 대 근	HD10@150	HD10@150
중 앙 대 근	HD10@300	HD10@300

(c)

(그림 2) 다양한 기둥일람표 기재 예시

2.1.1.2 보일람표

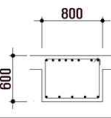
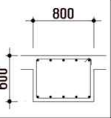
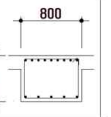
표 3 은 보일람표에 기재되어야 할 정보의 구성 기준을 보여주고 있으며, 그림 3 의 (a) 는 이런 정보가 보일람표에 어떤 모습으로 기재되는지 보여주고 있다. 기둥 일람표의 경우와 마찬가지로, ‘층별’ 의 하단에 기재된 층과 ‘부호’ 의 오른쪽에 기재된 부호의 쌍이 보를 식별하는 식별자이다. 이하 단면형태 정보와 철근 정보는 기둥과 유사하므로 자세히 설명하지 않는다.

<표 6> 보일람표 정보 구성 기준

번호	속성정보		형식 (정밀도)	단위	필수 여부	비고
	항목	자료구조				
1	타이틀	데이터	문자	-	선택	보일람표
2	부호	데이터	문자	-	필수	B1
3	층별	데이터	문자	-	선택	-
4	단면 형태	내단부	도형	-	선택	-
5		중양부/전단부	도형	-	필수	-
6		외단부	도형	-	선택	-
7	크기	데이터	문자	mm	필수	400×600
8	상부근	내단부	데이터	문자	var.	10-HD22
9		중양부/전단부	데이터	문자	var.	3-HD22
10		외단부	데이터	문자	var.	3-HD22
11	하부근	내단부	데이터	문자	var.	4-HD22
12		중양부/전단부	데이터	문자	var.	3-HD22
13		외단부	데이터	문자	var.	10-HD22
14	녹근	내단부	데이터	문자	mm	HD13@200
15		중양부/전단부	데이터	문자	mm	필수 HD13@250
16		외단부	데이터	문자	mm	선택 HD13@200
17	보조근	데이터	문자	var.	선택	2-HD100

보 일 랑 표				
총별	부 호			
	단 면			
	형 태			
		내단부	중앙부/전단부	내단부
	크 기			
	상부근			
	하부근			
	녹 근			
	보조근			

(a)

중별	부 호	G2		
2-R	형 태			
		내단부	중앙부	외단부
	크기	800X600	800X600	800X600
	상부근	9 - HD22	5 - HD22	9 - HD22
	하부근	5 - HD22	5 - HD22	5 - HD22
	녹근	HD10@250	HD10@250	HD10@250
	보조근	-	-	-

(b)

(그림 3) 보일람표 기재 형태와 예시

그러나 보의 경우는 좀 더 특징이 있는데, 그림 3 의 (a) 에서 보면 하나의 부호 열 밑에 세 개의 열로 분할되어 있으며 각 열에 ‘내단부’, ‘중앙부/전단부’, ‘외단부’ 라는 표시가 있음을 알 수 있다. 그리고 구성 기준을 보면 ‘중앙부/전단부’ 는 필수 기재 사항이며 ‘내단부’ 와 ‘외단부’ 는 선택 사항으로 나와 있다. 다시 말하자면 하나의 부호 밑으로 기재되는 단면 정보와 철근 정보는 하나의 열 일 수도 있지만, 두 열로 나뉘거나 세 열로 나뉘는 경우도 있다는 것이다. 이 기재 특징을 이해하기 위해서는 보 자체의 특성을 이해해야 한다.

보는 기둥과 기둥 사이에 가로로 길게 만들어지는 수평형 부재(줄여서 수평재)로서, 슬래브가 자신에게 전달한 힘을 가로로 전달하여 기둥까지 보내도록 되어 있다. 가로로 길게 늘어져 있는 부재는 중력의 영향으로 가운데 부분은 밑으로 처지는 힘이 발생하며, 작용 반작용의 원리로 양 끝은 위로 상승하는 힘이 발생한다. 이렇게 보의 중앙 부분(중앙부)과 양 끝 부분(단부)에 작용하는 힘이 다르기 때문에 철근의 배근 또한 다르게 해야 하며, 이 중앙부와 단부를 나누는 지점은 통상 보의 전체 길이 중 끝에서부터 중앙 방향으로 1/4 지점까지를 단부로 본다. 그래서 양 끝의 1/4 지점 두 군데가 단부이며 가운데 1/2 영역이 중앙부이다. 양 끝의 단부는 또한 건물 내부를 향해 있는 내단부와 건물 바깥쪽을 향해 있는 외단부로 구분할 수 있다. 그림 4 는 방금 설명한 보의 모습을 알기 쉽게 도식화해 보여 주고 있다.



(그림 4) 보의 각 단부 구분

두 개의 단부와 하나의 중앙부의 철근 배근이 각기 다르면 ‘내단부’, ‘중앙부’, ‘외단부’로 나누어 기재하며, 내단부와 외단부의 철근 배근이 동일하면 그 둘을 하나의 열로 묶어서 ‘양단부’ 그리고 가운데 부분을 ‘중앙부’로 기재하고, 보 전체에 대해 철근 배근이 동일하면 ‘전단부’로 하나의 열에 기재한다. 그림 5는 이런 모습을 보여주고 있다.

중별	부 호	G2			B2		B3
2~R	영 태						
		내단부	중앙부	외단부	양단부	중앙부	전단부
	크기	14 - HD22	3 - HD22	14 - HD22	4 - HD22	2 - HD22	500X600
	상부근	5 - HD22	8 - HD22	5 - HD22	4 - HD22	4 - HD22	4 - HD22
	하부근	HD10@150	HD10@300	HD10@150	HD10@300	HD10@300	4 - HD22
	측근	600x750	600x750	600x750	500x750	500x750	HD10@250
	보조근	-	-	-	-	-	-

(a)

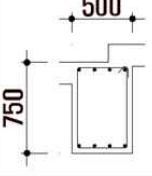
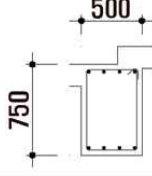
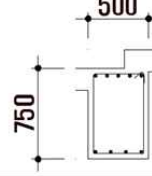
(b)

(c)

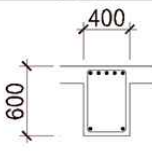
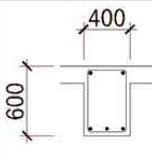
(그림 5) 단부 구분에 따른 보의 기재 방법 (a) 내단부, 중앙부, 외단부로 나눈 G2
(b) 양단부, 중앙부로 나눈 B2, (c) 전체가 철근 배근이 같은 B3

뿐만 아니라, 그림 5 에서는 보의 부호 표기에 G와 B가 쓰이고 있음을 볼 수 있다. 이는 보의 용도 구분에 따른 것으로, 기둥과 기둥 사이에 배치하는 보는 ‘큰 보’라 부르고 영어로는 ‘Girder’ 이며 이 경우 부호로는 G를 사용하고, 보와 보 사이에 배치하는 보는 ‘작은 보’라 부르며 영어로는 ‘Beam’ 이고 이 경우 부호로 B를 사용한다.

그리고 그림 6 은 동일한 보의 정보를 표기하는 데에 있어 작성자에 따라 여러 가지 표기법이 있음을 보여주고 있다.

부 호	1G3D		
단 부	내단부	중앙부	외단부
형 태			
상부근	4 - HD22	4 - HD22	5 - HD22
하부근	4 - HD22	4 - HD22	4 - HD22
늑근	HD10@150	HD10@300	HD10@150
크기	-	-	-

(a)

NAME	G1	
크기	400 X 600	
형태	양단부	중앙부
		
상부근	5 - HD22	2 - HD22
하부근	2 - HD22	3 - HD22
늑근	2-HD10 @200	2-HD10 @250

(b)

부 호	RG3,4G23,1G3	
크 기	400 x 800	
단 면	양단부	중앙부
		
상 부 근	5-SHD19	2-SHD19
하 부 근	2-SHD19	3-SHD19
늑 근	HD10@300	HD10@300

(c)

(그림 6) 다양한 보일람표 기재 예시

그림 6 의 (a) 와 (c) 에서는 부호에 이제까지 보지 못했던 표기법이 나오는데, G 앞에 숫자가 있는 형태이다. G 앞의 숫자는 층을 표현한다. 즉 ‘1G3D’ 는 1층의 G3D 보이며 ‘RG3’ 는 Roof 즉 지붕층의 G3 보이다. 지하층도 지하2층의 B2 보는 ‘-2B2’ 와 같은 식으로 표현할 수 있다. 이런 식으로 층과 부호를 한 번에 표기하는 것은 기둥, 보, 슬래브, 벽 모든 부재에서 가능한 방식이다. 다만 R 이 붙는 경우, 보와 슬래브 같이 수평으로 놓이는 수평재의 경우는 R 이 Roof를 나타내지만 기둥과 벽 같이 수직으로 놓이는 수직재의 경우는 R이 Roof를 나타내지 않는다는 특징이 있다.

2.1.1.3 슬래브일람표

슬래브일람표의 슬래브는 바닥판을 의미하는 영어 단어 ‘Slab’ 를 그대로 한글 표기로 가져온 것으로, 현장에서는 슬래브와 바닥판을 혼용하여 사용하고 있다. 기둥, 보, 벽 등은 한국어를 사용하면서 왜 바닥판만 굳이 영어를 사용하는지는 알 수 없는데 다만 관례적으로 그렇게 쓰고 있다는 점은 알고 있어야 한다. (이후 ‘바닥판’은 슬래브를 지칭함.)

기둥, 보와 마찬가지로 표 4 는 슬래브일람표의 구성 기준을 보여주고 있으며 그림 7 의 (a) 는 도면 기재 모습을 보여주고 있는데, 기둥과 보와는 달리 단면형태에 대한 그림이 없다. 바닥판의 단면 그림은 일람표 밖에 따로 그려준다. 이는 벽 일람표도 동일하다.

〈표 7〉 슬래브일람표 정보 구성 기준

번호	속성정보		형식 (정밀도)	단위	필수 여부	비고	
	항목	자료구조					
1	타이틀		데이터	문자	-	선택	슬라브일람표
2	부호		데이터	문자	-	필수	1S1
3	형태		데이터	문자	-	필수	A
4	두께		데이터	문자	mm	필수	150
5	단변중앙 부철근 (Lx1)	상부근(X1)	데이터	문자	mm	필수	HD10@200
6		절곡근(X2)	데이터	문자	mm	필수	HD10@200
7		하부근(X3)	데이터	문자	mm	선택	"
8	단변단부 철근(Lx2)	상부근(X4)	데이터	문자	mm	선택	"
9		하부근(X5)	데이터	문자	mm	선택	"
10	장변중앙 부철근 (Ly1)	상부근(Y1)	데이터	문자	mm	필수	HD10@300
11		절곡근(Y2)	데이터	문자	mm	필수	HD10@300
12		하부근(Y3)	데이터	문자	mm	선택	"
13	장변단부 철근(Ly2)	상부근(Y4)	데이터	문자	mm	선택	"
14		하부근(Y5)	데이터	문자	mm	선택	"
15	비고		데이터	문자	mm	선택	-

슬래브일람표													
부호	형태	두께	단변중앙부철근(Lx1)			단변단부철근(Lx2)		장변중앙부철근(Ly1)			장변단부철근(Ly2)		비고
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	

(a)

부호	형태	두께	단변중앙부철근(Lx1)			단변단부철근(Lx2)		장변중앙부철근(Ly1)			장변단부철근(Ly2)		비고
			X1	X2	X3	X4	X5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
S1	A	180	HD10@300		HD10@300			HD10@300		HD13@600			
S2	A	180	HD16@600		HD13@600			HD16@600		HD13@600			
1~RS3	B	180	HD13@400		HD10@400			HD13@400		HD10@400			
1~4S4	B	180	HD13@200		HD10@200			HD13@400		HD10@400			
1S5	B	180	HD10@300		HD10@300			HD10@200		HD10@400			
1S6, 4S6	A	180	HD10@200		HD10@200			HD10@300		HD10@400			
1S7	B	250	HD13@200		HD13@200			HD13@200		HD10@400			
2S8, 3S8, RS8	A	180	HD16@400		HD13@400			HD16@400		HD13@400			
2S9, 3S9	A	180	HD13@300		HD10@300			HD13@600		HD10@600			

(b)

(그림 7) 슬래브일람표 기재 형태와 예시

그림 7 의 (b) 는 이의 실제 예를 보여주고 있으며, 기둥, 보와 마찬가지로 지침 외의 다른 모습들 또한 가능함을 그림 8 을 통하여 볼 수 있다.

부호	층수	두께	TYPE	X1	X2	X3	X4	X5	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
S7	1F	250	B	HD13@200		HD13@200			HD13@200		HD10@400		
S8	2F, 3F, ROOF	180	B	HD16@400		HD13@400			HD16@400		HD13@400		
S9	2F, 3F	180	B	HD13@300		HD10@300			HD13@600		HD10@600		
S10	3F	180	B	HD16@600		HD13@600			HD16@600		HD13@600		
S11	4F	180	B	HD16@300		HD13@300			HD16@400		HD13@400		
S12	4F	180	B	HD10@150		HD10@150			HD10@300		HD10@400		
S13	P1	400	B	HD13@300		HD13@300			HD13@100		HD10@400		
S14	P1	180	B	HD10@400		HD13@400			HD13@400		HD10@400		
S15	1F	200	B	HD13@300		HD13@300			HD13@300		HD10@400		
S16	1F	800	B	HD22@200		HD19@200			HD19@200		HD10@400		

(a)

MARK	TYPE	THK	Lx			Ly		
			1	2	3	1	2	3
S1	B	150	HD10@250	HD10@250		HD10@250	HD10@250	
S2	B	150	HD10@150	HD10@150		HD10@150	HD10@250	
S3	B	150	HD13@150	HD10@150		HD13@150	HD10@150	
S4, CS1	B	150	HD13@200	HD10@200		HD10@200	HD10@200	

(b)

(그림 8) 다양한 슬래브일람표 기재 예시

2.1.1.4 벽일람표

기둥, 보, 슬래브는 전부 구조를 위한 부재인데 반해, 벽은 구조를 위해 세울 수도 있고 구조 외의 마감 치장을 위해 세울 수도 있다. 예를 들어, 넓은 공간을 임시로 막기 위해 세운 칸막이벽이나 실내 장식을 위한 벽돌벽 같은 경우는 구조를 위한 벽이 아니어서 건축물의 무게를 지탱할 수 없다. 이에 구조를 위한 벽은 따로 ‘옹벽’ 이라고 부르기도 하며 구조를 위한 벽의 일람표는 ‘옹벽일람표’ 라고 부르기도 한다.

본 연구에서 지침으로 삼고 있는 건축도면 공동 표준화 지침에는 벽일람표의 구성 기준과 도면 기재 모습이 없다. 이에 따라 벽일람표의 구성 기준은 본 연구자의 설계도면 연구에 의거해 일반적으로 사용된다고 생각되는 형태로 표 5 와 같이 작성하였으며, 도면 기재 모습은 그림 9 와 같이 다양한 실제 기재 예시를 보여주는 것으로 같음한다. 슬래브일람표와 거의 유사한데, 형태 레이블이 없고 X1~X5, Y1~Y5 대신 V1, V2, H1, H2 가 기재되어 있는 것만 다르다.

<표 8> 벽일람표 정보 구성 기준

번호	속성정보		형식 (정밀도)	단위	필수 여부	비고	
	항목	자료구조					
1	타이틀		데이터	문자	-	선택	벽일람표
2	부호		데이터	문자	-	필수	W1
3	층수		데이터	문자	-	필수	1F
4	두께		데이터	문자	mm	필수	200
5	수직근	외단근(V1)	데이터	문자	mm	필수	HD10@200
6		내단근(V2)	데이터	문자	mm	선택	HD10@200
7	수평근	외단근(H1)	데이터	문자	mm	필수	HD10@200
8		내단근(H2)	데이터	문자	mm	선택	HD10@200
9	비고		데이터	문자	mm	선택	-

NAME	THK.	TYPE	STORY	V1	V2	H1	H2	보강근
W1	200	A	ALL	HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300	4-HD13
W2	200	A	ALL	HD10@200	HD10@200	HD10@200	HD10@200	4-HD13
W3	200	A	ALL	HD13@150	HD13@150	HD10@100	HD10@100	4-HD13
WW1	100	C	ALL	HD10@300		HD10@300		

(a)

부호	층수	두께	V1	H1	V2	H2
W1	-1F	200	HD13@300	HD10@150	HD13@300	HD10@150
W1	1F	200	HD13@300	HD10@200	HD13@300	HD10@200
W1	RF	200	HD13@150	HD10@200	HD13@150	HD10@200
W1	2F~4F	200	HD13@400	HD10@200	HD13@400	HD10@200

(b)

NAME	층	THK	V1	V2	H1	H2
W1	ROOF, 3F, 2F	200	HD10@300	HD10@300	HD10@250	HD10@250
	1F, B1		HD10@200	HD10@200	HD10@250	HD10@250
	B2, B3		HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300
	ROOF, 3F, 2F		HD10@250	HD10@250	HD10@300	HD10@300
W2	1F	200	HD13@250	HD13@250	HD10@250	HD10@250
	B1		HD10@250	HD10@250	HD10@300	HD10@300
	B2, B3		HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300
	ROOF, 3F, 2F		HD10@200	HD10@200	HD10@250	HD10@250
W3	1F, B1	200	HD13@200	HD13@200	HD10@250	HD10@250
	B2, B3		HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300
	3F		HD13@200	HD13@200	HD10@150	HD10@150
	2F		HD13@100	HD13@100	HD10@150	HD10@150
W4	1F	200	HD16@100	HD16@100	HD10@120	HD10@120
	B1		HD10@200	HD10@200	HD10@250	HD10@250
	B2, B3		HD10@300	HD10@300	HD10@300	HD10@300
	2F, 3F, 1F, B1		HD13@150	HD13@150	HD10@150	HD10@150

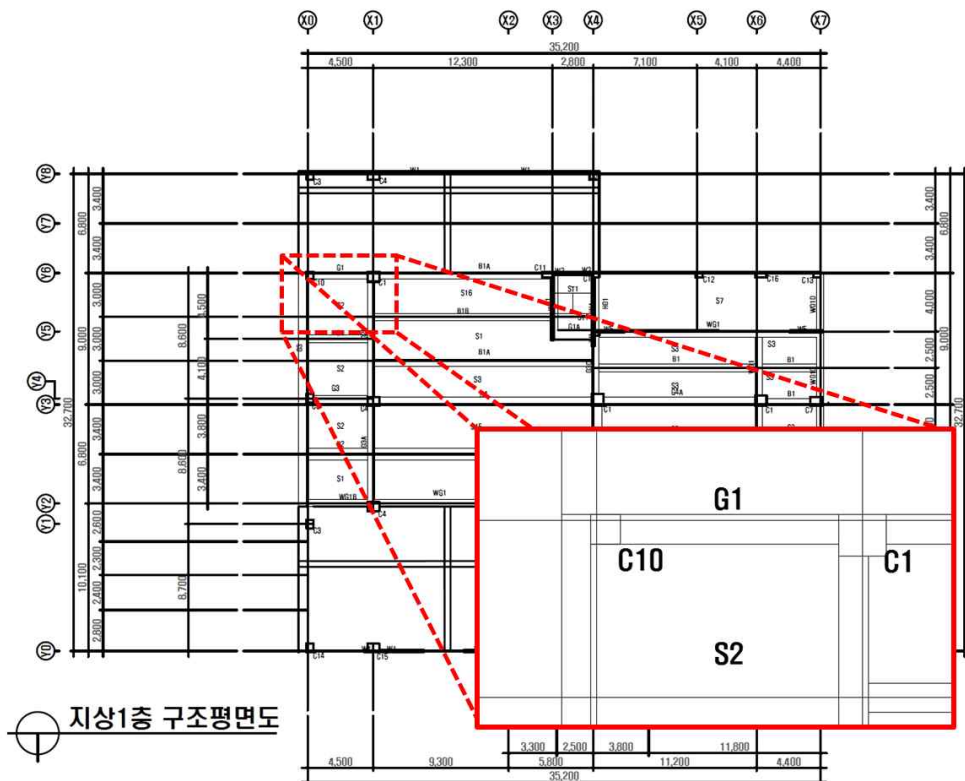
(c)

(그림 9) 다양한 벽일람표 기재 예시

2.1.2 구조평면도

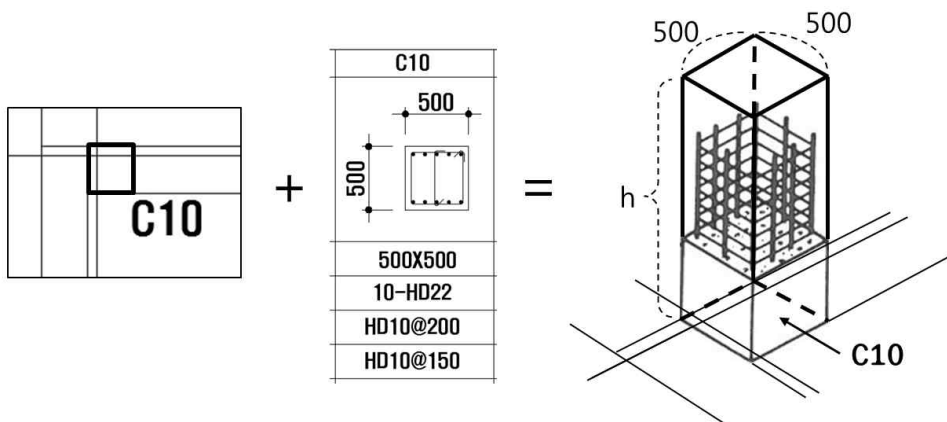
건축에 있어 평면도는 건물의 각층을 일정한 높이의 수평면에서 절단한 면을 수평 투사한 도면을 가리킨다. 지어질 건축물의 지하 가장 바닥부터 가장 위층까지의 모든 층에 대한 평면도가 작성되며, 지붕과 옥상층 등의 수평 투영도도 평면도에 포함시킨다.

이러한 평면도들 중 구조공사를 위하여 작성된 평면도를 구조평면도라 하며, 구조평면도에는 기둥, 보, 바닥판, 벽 등의 모든 부재들이 평면상에 어떻게 배치되어야 하는지에 대한 정보를 담고 있다. 그림 10 은 그런 모습을 잘 보여주고 있는 일반적인 형태의 구조평면도이다. (이후 평면도라 함은 구조평면도를 지칭한다.)



(그림 10) 지상1층 구조평면도와 부분 확대도

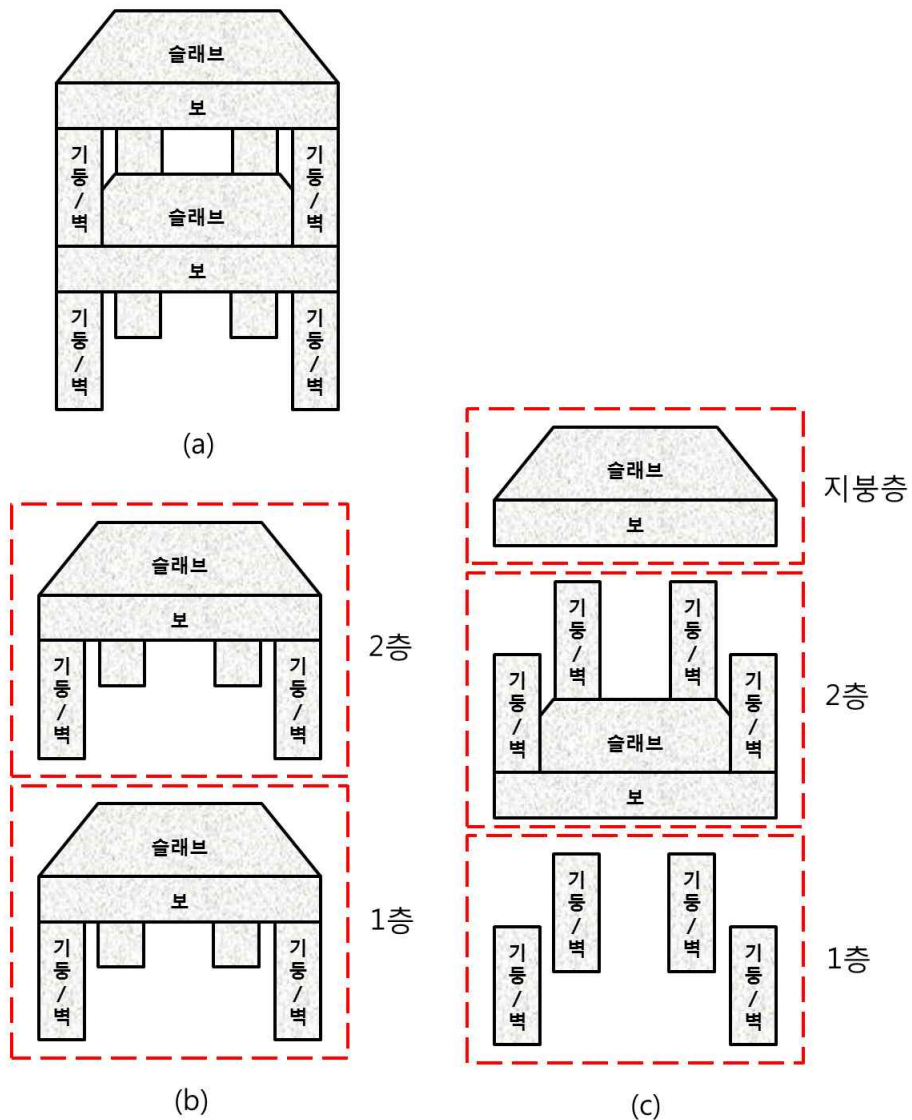
건축물의 가장 겉면의 외곽에는 직선과 숫자로 이루어진 치수선이 있으며, 건축물의 겉면과 내부에 배치되는 부재들이 기재되어 있다. 기본적으로 하나의 부재는 하나의 직사각형으로 그리지만 이것들이 연결되어 있을 경우 끊지 않고 연결하여 그리기도 한다. 하나의 부재 그림 (즉, 직사각형) 옆에는 그 부재가 무엇인지를 부호를 써서 표시하는데, 이 부호는 각 부재들의 일람표에 기재되어 있던 바로 그 부호를 사용한다. 예를 들어 그림 10 의 확대 부분을 보면, 'C10' 이라는 부호가 기재되어 있고 그 좌측 상단에 정사각형이 그려져 있다. 그것이 의미하는 바는, 기둥 일람표에 층별이 1층이고 부호가 C10 인 기둥 정보가 반드시 존재할 것이며, 이 기둥일람표의 [1층, C10] 에 기재된 단면형태와 철근을 가진 기둥이 이 평면도에 기재된 C10 의 정사각형 그림 위치에 세워진다는 것이다. (이 때 만약 기둥일람표에 [1층, C10] 정보가 존재하지 않는다면 이것은 설계도 작성자의 작성 오류이다.) 그러므로 C10 이 그려진 이 평면도를 보면, 실제로 그 자리에는 [1층, C10] 의 단면이 1층 높이만큼 수직으로 연장된 육면체가 세워질 것이라는 것을 상상할 수 있다. 그림 11 은 이런 생각의 흐름을 보여주고 있다.



(그림 11) 평면도와 일람표를 기반으로 상상할 수 있는 기둥 육면체의 모습

마찬가지로 그림 10 의 확대도에는 C10과 C1 사이에 가로로 긴 직사각형 그림이 그려져 있고 그 위에 G1 이라고 기재되어 있으므로 보일람표의 [1층, G1] 의 그려진 단면의 모양이 G1 아래에 그려진 직사각형의 길이만큼 가로로 연장된 육면체가 만들어질 것이라는 것 또한 상상할 수 있다. 이런 방식으로 일람표와 평면도를 통해 실제 3차원으로 만들어질 구조체의 전체 모습을 상상할 수 있으므로, 각 부재

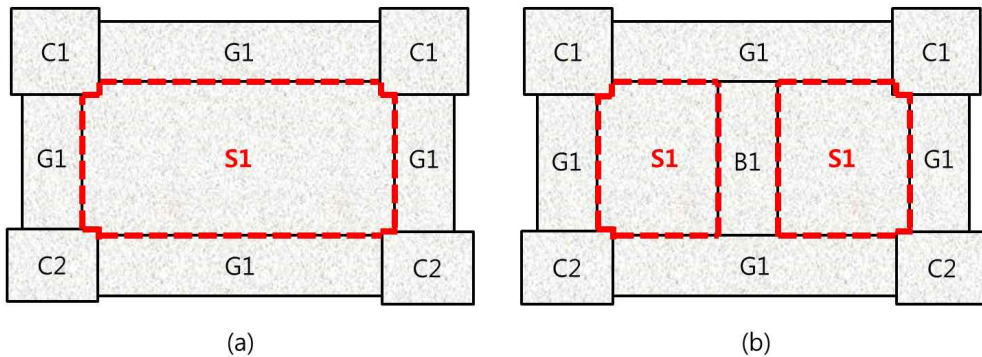
별 일람표와 각 층의 평면도가 있으면 사실상 전체 골조의 모습을 상상할 수 있어 이를 따라 실제 시공이 가능하다.



(그림 12) 일반적인 층 개념과 평면도에 그려진 층의 차이 (a) 2층의 구조체
(b) 일반적으로 생각하는 층 개념 (c) 평면도에 그려진 층 개념

또 평면도의 특징으로 알아야 할 것은 평면도의 층 개념이다. 각 층마다 한 장씩의 평면도가 작성되는데, 이 때 실제 사람들이 인식하는 층의 개념과 설계도면상의 층의 개념은 조금 다르다. 그림 12 의 (a) 와 같은 2층 높이의 구조체가 세워졌다고 가정할 때, 일반적으로 사람들이 인식하는 층의 개념은 그림 12 의 (b) 와 같은 것이다. 그러나 실제로 평면도에 그릴 때의 층 개념은 그림 12 의 (c) 와 같은 것으로, 예를 들어 2층 평면도에 그려지는 모습은 2층의 기둥과 벽, 1층의 보와 바닥판이다.

또 다른 특징으로는, 기둥, 보, 벽은 직사각형이 있지만 바닥판은 직사각형이 없이 부호만 써 있다는 것이다. 이 때 이 부호가 가리키고 있는 바닥판은 인접한 기둥, 보, 벽을 그 둘레로 삼는다. 말하자면 하나의 바닥판의 영역은 인접한 기둥, 보, 벽의 내부에 그려지는 영역인 것이다. 그림 13 은 이런 개념을 그림으로 보여주고 있다.



(그림 13) 슬래브 영역 (a) 네 개의 기둥과 네 개의 보로 에워 쌓인 슬래브 영역.

(b) (a)와 동일한 구조의 가운데에 작은 보가 하나 더 들어가면서 둘로 나뉜 슬래브 S1. 각자가 하나의 슬래브 영역이 된다.

2.2 IFC 파일 포맷

일반적으로 IFC 또는 ‘Industry Foundation Classes’ 는 건물 및 토목 인프라를 포함하여 시설물과 그에 대한 환경에 대하여 디지털화된 서술을 할 수 있도록 제안된 표준 파일 포맷이다. 개방형 국제 표준 (ISO 16739) 이며 다양한 하드웨어 장치, 소프트웨어 플랫폼 및 인터페이스에서 사용할 수 있도록 고안되었다[13]. 그리고 이와 관련된 연구 및 홍보는 buildingSMART International (<http://www.buildingsmart.org>) 에 의해 주도되고 있다.

IFC 파일 포맷은 1996년 12월 발표된 1.0 버전으로부터 시작하여, 2019년 4월 4.2버전까지 발표되었으며, 이 중 표준으로 확정되어 쓰이고 있는 것은 2.3.0.1버전 (IFC2x3 TC1 - ISO/PAS 16739:2005) 과 4.0버전 (ISO 16739:2013), 4.0.2.1버전 (ISO 16739-1:2018) 이다.

IFC 포맷 관련 개발자로서 이 중 어떤 버전을 활용해야 좋을 것인가를 고민하는 이들을 위해 buildingSMART International 측은 공식적으로 최신 버전인 IFC4.1을 추천하며, IFC4.1은 IFC4.0과 완벽하게 호환되고 4.1 및 4.0의 핵심 정의 IFC 2x3 TC1 과 완벽하게 호환된다고 설명하고 있다. 그러나 buildingSMART International 는 그림 14 와 같이 자체 홈페이지에 IFC 파일 포맷을 지원하는 모든 소프트웨어 제품의 목록을 보여주고 있는데, 이를 살펴보았을 때 아직까지는 대부분의 관련 기업들은 2.3 버전을 지원하고 있는 데에 그치고 있는 것으로 보인다. 그림 8은 홈페이지에 등록된 190개 중 25개 목록을 보여주고 있고 이 제품들은 모두 2.3 버전을 지원하지만 4.0 버전을 지원하는 제품은 단 2개밖에 없다. 이후 165개 제품 목록의 상황도 크게 다르지 않다.

다만, 설계사무소에서 BIM 설계 소프트웨어 도입 시 가장 많이 고려되고 있는 AutoDESK 사의 Revit 과 Graphissoft 사의 ArchiCAD 등은 자체 출력 파일 포맷 외에도 IFC 포맷 출력을 지원하고 있는데 2.3과 4.0버전을 모두 지원하고 있다. 또한 개방형 BIM을 확산시키기 위하여 (사)빌딩스마트협회, 경희대학교 컨소시엄이 주도하고 정부의 국토교통부가 지원하는 KBIMS 사업에서는 IFC 포맷 4.0을 기본적으로 활용하고 있다[14].

Vendor/Developer	Product	Category	Sub-category	IFC2x3	IFC4	BCF XML	BCF API
3D Repo Ltd.	3D Repo	Data Server	Project Collaboration	X		X	
4M SA	4M Fine4RATE	Building Energy Modeling		X			
4M SA	4M FineELEC	Model Authoring	Building Services	X			
4M SA	4M FineGREEN	Building Energy Modeling		X			
4M SA	4M FineHVAC	Model Authoring	Building Services	X			
4M SA	4M FineSANI	Model Authoring	Building Services	X			
4M SA	4M IDEA Architecture	Model Authoring	Architectural	X			
4M SA	4M STRAD	Model Authoring	Structural	X			
4M SA	4MCAD	Model Authoring	General	X			
Oracle	Aconex	Data Server		X	X	X	X
Sopra Steria	ACTIVE3D	Facility Management		X			
Asite Solutions Ltd.	Adoddle	Data Server	Project Collaboration	X			
GRAITEC SA	Advance Design	Model Authoring	Structural	X			
Autodesk, Inc.	Advance Steel	Model Authoring	Structural	X			
AEC3	AEC3 BimServices	Other		X			
Bentley Systems, Inc.	AECOsım Building Designer V8i	Model Authoring	General	X			
ALLPLAN Deutschland GmbH	Allplan Architecture	Model Authoring	Architectural	X		X	
ALLPLAN Deutschland GmbH	Allplan Bimplus	Data Server	Project Collaboration	X		X	
ALLPLAN Deutschland GmbH	Allplan Engineering	Model Authoring	Structural	X		X	
Esri	ArcGIS Desktop	Geographic Information System		X			
Solideo Systems Co., Ltd	ArchiBIM Analyzer	Model Viewer		X			
Solideo Systems Co., Ltd	ArchiBIM Server	Data Server		X			
Solideo Systems Co., Ltd	ArchiBIM Viewer	Model Viewer		X			
GRAPHISOFT (Nemetschek)	ARCHICAD	Model Authoring	Architectural	X	X	X	
Solideo Systems Co., Ltd	ArchiFMS	Facility Management		X			

Showing 1 to 25 of 190 entries

Previous Next

(그림 14) IFC 파일 포맷을 지원하는 소프트웨어 제품들의 목록

IFC를 지원하는 오픈소스 프로젝트들이 있으며, 표 6 은 그런 프로젝트들을 간단하게 정리해 놓았다. 이 프로젝트들의 자세한 설명이나 이 외에도 있을만한 프로젝트들에 대한 조사는 이 연구의 범위를 넘어가는 것이므로 생략한다.

<표 9> IFC를 지원하는 오픈 소스 프로젝트

제목	특징	홈페이지
Open source BIM Server	IFC 파일을 데이터베이스로 관리하여 협업 지원.	www.bimserver.org
BIM surfer	웹브라우저 상에서 IFC 파일을 볼 수 있는 WebGL 뷰어	www.bimsurfer.org
IfcOpenShell	OpenCascade 기반의 IFC 지오메트리 엔진.	www.ifcopenshell.org
IfcPlusPlus	C++ 클래스 모델로 이루어져 있으며 Qt를 이용하여 IFC 뷰어 구현.	www.ifcquery.com
FreeCAD	OpenCascade 기반이며 IfcOpenShell 활용.	www.freecadweb.org
xBIM Toolkit	IFC2x3 및 IFC4 데이터 모델을 지원하는 .NET 오픈 소스 소프트웨어 개발 툴킷	www.xbim.net

2.3 기존 연구 고찰

2.3.1 CAD 설계도면 분석

설계도면을 그리는데 CAD를 이용하여 온 지가 이미 꽤 되었으므로 이를 직접 분석하여 관련 결과물을 자동으로 내어 놓고자 하는 연구들은 이미 그 역사가 오래 되었다.

조철호는 구조해석과 단면산정, 골조적산 등에까지 CAD 시스템을 활용할 수 있도록 일관 시스템을 개발하는 연구를 진행하였다[15]. 송석기 등은 CAD를 이용해 작성한 대량의 설계도면들을 디지털 상태에서 효과적으로 관리하기 위한 건축도면 인식 기술에 관하여 연구하였다[16]. 박상헌 등은 대량의 설계도면들을 효과적으로 관리한다는 목적을 위하여 CAD로 작성된 2D 도면의 텍스트 정보를 추출하여 자동으로 분류하는 기법을 선보였다[17]. 하기주 등은 CAD 로 그려진 설계도면의 정보들을 객체화하고 이를 기반으로 물량을 산출하는 시스템을 연구하였다[18].

이와 같은 연구들은 CAD로 그려진 설계도면을 출력하여 이미지 분석을 시도하거나 파일 그대로의 상태를 직접 분석하여 원하는 정보를 추출하고, 이런 정보들을 분류하거나 객체화 하는 작업을 자동화하는 데에 초점을 맞추었다. 이러한 시도들은 실제 구현 측면에서는 본 연구와 차이가 있을 수 있으나, 설계도면으로부터 적절한 정보들을 추출하여 객체화하여 활용한다는 기본 개념은 본 연구와 부합하는 측면이 많다고 볼 수 있다.

2.3.2 IFC 파일 활용

IFC 파일을 타 포맷 정보 형태로 변환하거나, 파일 자체의 내용을 수정하거나, 내용을 분석하여 건축물 관련된 정보들을 추출 및 가공하는 등의 관련된 많은 연구들이 진행된 바 있다.

Junxiang Zhu 등은 BIM 정보를 GIS에서 활용하기 위하여 IFC 파일 데이터를 shapefile 로 변환하는 OSA(Open-Source Approach)를 제안하였으며[19]. 이어서 이런 변환의 효과적인 달성을 위한 E-AMG(Enhanced Automatic Multipatch Generation) 알고리즘을 제안하였다[20]. Huaquan Ying 등은, IFC 모델은 곡면이 있을 경우 이것을 다면체 형상으로 표현하는데 이 때 이 다면체 형상이 올바른 기하학적 관계를 가질 수 있도록 새로운 IFC BIM을 생성하는 알고리즘에 대한 연구를 하였다[21]. 구본상 등은 IFC BIM 의 구성 요소를 검색하여 모델 요소가 IFC 클래스에 제대로 매핑된 것인지 머신 러닝 방식으로 탐지하는 프레임워크를 제작하였다[22]. Will Y. Lin 등은 장소 기반 서비스의 한 가지로, IFC 모델의 기하학 정보를 이용하여 실내 경로를 생성해 주는 i-GIT를 제안하였다[23]. Sijie Zhang 등은 IFC 파일의 BIM을 자동으로 분석하고 추락 관련 위험과 관련된 다양한 사례에 대해 사용자에게 예방조치를 제안하는 알고리즘을 개발하였다[24]. 김인한 등은 해당 건물이 법규를 위반하지 않았는지 검토하기 위하여, IFC 파일에 포함되는 속성정보를 추가 정의하여 확장 입력하는 연구를 진행하였다[25]. 에너지 절약을 통한 친환경 이슈와 함께, 김창민 등은 IFC 파일을 분석하여 친환경주택 성능평가 프로그램에 필요한 정보를 자동으로 입력할 수 있게 하는 방법을 제안하였으며[26]. 김준영 등은 건물 에너지 성능평가를 위한 IFC 기반 외피전개도 요구정보를 추출하는 알고리즘을 개발하였다[27].

2.3.3 3차원 모델 생성

컴퓨터 과학과 공학 분야에 있어서, 2D 의 수평 그림과 수직 그림을 바탕으로 자동으로 3D 오브젝트를 만들어 내는 기술은 이미 널리 알려진 것이라고 볼 수 있으며, 마땅히 건축 설계 영역도 이미 관련 기술은 충분히 나와 있을 것이라고 예측할 수 있다.

실제로, 다양한 기반 데이터로부터 3D 설계 정보를 만들고자 하는 시도는 다수 있었다. 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, (1) 이미 지어진 건축물에 대한 운영과 유지보수 목적으로 레이저나 카메라 등의 장비를 이용해 건물을 스캔내지는 촬영하고 분석하여 BIM을 구축하는 경우 (2) 도면이나 관련 정보로부터 직접 3D 설계를 구축하는 경우이다. 전자와 관련하여, 홍승환 등은 지상레이저스캐닝을 통해 3차원 실내공간정보 구축에 관하여 연구하였으며[28], 박기범 등은 지상라이다(LiDAR)를 이용해 추출된 2D 벡터 자료와 건축설계도면과의 부합여부를 비교 분석하여 3차원 실내공간정보의 활용적합성 여부를 분석하였다[29]. Qiuchen Lu 등은 디지털 카메라로 건물을 촬영한 이미지를 자동으로 분석하여 건물 표면 재료를 인식하고 IFC 형태로 저장하는 시스템을 만들었다[30]. 후자와 관련하여, 이현직 등은 건설 개발 특히 토목 공사 후의 지형 정보를 3D로 자동 생성하기 위한 2D 설계자료 분석에 관하여 연구하였다[31]. 이윤 등은 2차원 소방대상 시설물 도면을 이용하여 3차원 공간정보를 구축하는 연구를 진행하였다[32].

상기한 바와 같이, 설계도면에는 건축물을 3차원으로 형상화(또는 시공)하기 위해 필요한 모든 정보가 이미 기재되어 있다는 사실과, CAD 분석 연구, IFC 활용 연구, 3차원 모델 생성 연구의 각 분야에서 상당한 연구가 진척되어 왔음을 생각할 때, 이들을 적절히 연계하여 CAD 로 그린 2D 설계도면으로부터 BIM을 자동으로 만들어주는 시스템이 아직도 설계 현장에서 사용될 만한 수준으로 만들어지지 않았다는 것을 오히려 현실로 받아들이기 어려울 수 있다.

이러한 현실의 이유를 생각해보기 위하여, 관련 연구들에 자주 등장하는 ‘자동’이라는 표현의 의미를 좀 더 생각해 봐야 한다. ‘자동화’ 또는 ‘자동으로’ 라는 말의 의미는, 기존에는 사람의 손으로 하던 전체 작업 중 상당한 영역을 SW가 해결해 준다는 의미로 볼 수 있다. 이 때 이 ‘상당한 영역’의 의미를 좀 더 구체화할 필요가 있는데, 두 가지 측면을 생각해 볼 수 있다. (1) 사람이 직접 손으로 하던 작업의 전체 프로세스 단계 중 얼마나 많은 단계를 SW가 해결해 주는가? (2) 사

람이 손으로 기재 또는 입력하던 전체 정보 중 얼마나 많은 정보의 입력을 SW가 해결해 주는가? (이후 전자를 프로세스의 자동화, 후자를 정보입력의 자동화라고 칭한다.) 이 두 가지가 동시에 충족되는가, 충족된다면 얼마나 충족되는가는 매우 중요한 요소이다.

프로세스의 자동화 측면에서 생각해 볼 때, CAD 는 일반적으로 레이어 기능을 지원하며 CAD 사용자는 이를 이용해 설계도면을 작성하는 것이 일반적이다. 예를 들어 사용자는 기둥 부재는 기둥 레이어를 만들어 해당 레이어에 기둥을 그리고, 보 부재는 보 레이어를 만들어 해당 레이어에 보를 그려 넣는 식이다. 그러면 분석 알고리즘을 작성할 때, 사용자가 그려 넣은 패턴을 이용해 해당 레이어의 특성을 유추하는 방식으로 기능이 작동하도록 하면 되지 않겠는가 할 수 있지만, 해당 레이어에 꼭 해당하는 부재만 들어간다고 확신할 수는 없다. 설계도면을 급하게 수정하다보면 기둥 레이어에 보를 그리는 일이 벌어지기도 하는데, 그런 경우 다른 레이어에 그렸다는 것은 CAD 작성 내부적인 문제일 뿐 어떤 레이어에 그려도 출력된 설계도를 보는 사람 입장에서는 다 합쳐진 그림을 보게 되기 때문에 아무 문제가 없다. 그러나 이런 경우 레이어 단위로 도면 분석을 하는 SW 입장에서는 문제가 발생하게 마련이다. 이에 따라 많은 CAD 분석 SW들은 분석을 시작하기 전에 사용자에게 레이어 지정을 요구한다. 레이어 하나하나의 의미를 사용자가 지정하라는 것이다. 이와 비슷한 방법으로, 파일의 전체 처리가 어려워 특정 영역을 사용자에게 일일이 마우스로 드래그하여 해당 영역의 의미를 입력하게 하는 방식도 있다. 이런 방식들은 프로세스의 자동화 비율을 현저히 떨어뜨리게 된다.

정보 입력의 자동화 측면에서는, BIM 은 단순히 모델을 3D 로 보여 주기 위한 3D 모델링만을 뜻하는 것은 아니라는 것에 주의해야 한다. 3D 모델링을 기본으로 하여, 부가적인 객체 속성정보가 함께 포함되어야 한다. 예를 들어, 구조공사 설계도면을 바탕으로 BIM을 만들어 낼 경우, 기본적으로 생각할 수 있는 3D 모델은 기둥, 보, 벽, 바닥판 등의 부재들을 각각 하나의 직육면체로 모델링 하여 배치하는 것이다. 그러나 작업은 여기서 끝나지 않고 이 각 부재의 여러 가지 속성정보 예를 들어, 철근과 콘크리트 같은 소요 재료의 정보도 함께 입력되어야 한다. 이때 이 정보는 단순히 ‘철근과 콘크리트가 사용된다’ 는 정도가 아니라, 각 부재 내에서도 몇 가닥의 철근이 어떤 길이로 어디에 배치되며 해당 부재가 다른 부재와 만나는 부분의 철근은 어떻게 이어지거나 정착되는지와 같은 정보들을 포함하고 있어야 한다. 이런 정보는 설계도면에 모든 것이 다 기재되어 있는 것이 아니라,

이미 기재되어진 정보들을 분석하여 도출해야 하는 것들이다. BIM 설계를 만들 때는 3D 모델링 작업뿐만 아니라 이런 정보들도 함께 입력해야 하며, 일반적으로 BIM SW를 사용해 BIM을 만들어 내는 작업자는 모델링 작업과 정보 입력 작업을 직접 수행 한다. 정보입력의 자동화를 위해서는 이런 정보 입력이 자동으로 수행되어야 한다.

제3장 2D 도면 기반 BIM 자동 생성 시스템 개발

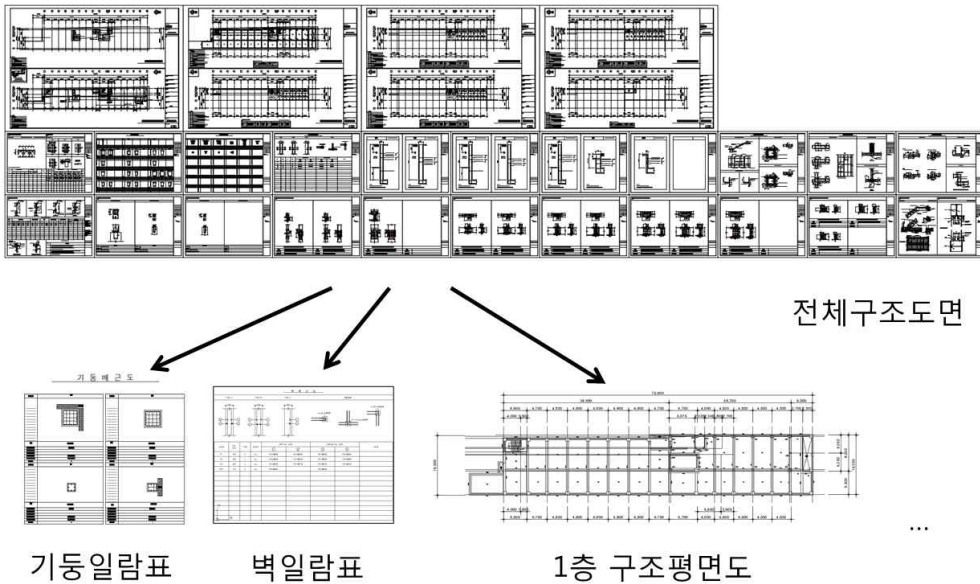
이상의 배경지식과 기존 연구를 바탕으로, CAD 로 만들어진 2차원 설계도면을 분석하여 BIM 파일을 자동으로 생성할 때의 ‘자동’은 프로세스의 자동화(내지는 간략화)와 정보 입력의 자동화에 초점을 맞추어야 함을 알 수 있다. 이에 대한 해결 방안으로 본 연구에서는 BIM 파일 자동 생성 시스템 (Automatic BIM-file Generation System, 이하 ABGS) 을 구축한다.

3.1 도면 분석을 위한 CAD 파일의 전처리

도면 분석이라 하면 종이에 그려진 도면 또는 이미지 파일로 출력된 도면을 분석하는 것을 생각할 수 있겠지만, 일반적인 설계도 작성자들이 CAD를 사용하여 도면을 그린 후 그대로 CAD 자체 포맷의 파일로 저장하여 그 파일을 주고받는 현실을 반영할 때, 그런 방법은 종이로 출력 또는 이미지로의 출력이라는 불필요한 단계를 한 번 더 거치는 것이다. 따라서 본 연구에서는 출력 단계를 거치지 않고 CAD 파일을 직접 분석하는 방식을 기반으로 한다.

그리고 설계도 작성자들이 CAD 파일에 설계도면을 어떻게 저장할 것인가를 유추해 볼 때, 하나의 파일 당 한 장의 설계도를 저장하는 방식을 쓸 수도 있지만 관련성이 있는 도면들을 모아서 그룹 당 하나의 파일로 저장할 수도 있고 어떤 경우는 하나의 파일에 모든 도면을 저장할 수도 있다.

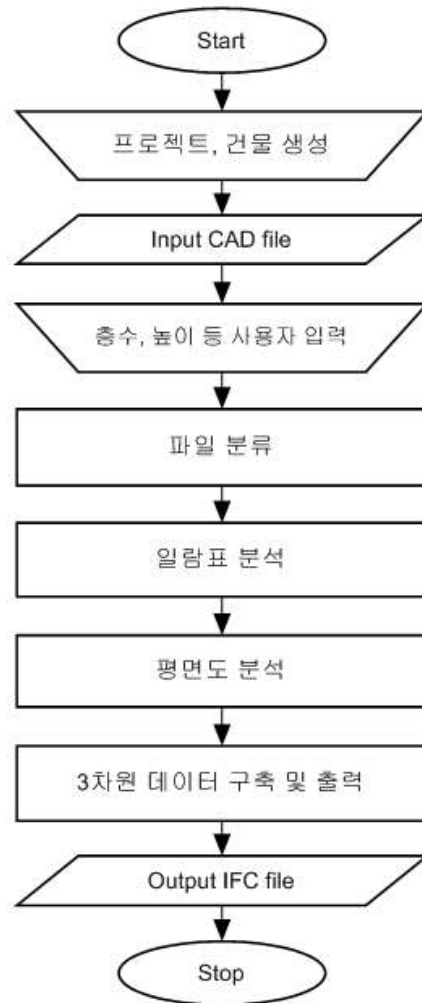
본 연구의 도면 분석 프로세스는 각 도면 한 장을 하나의 파일로 저장하여 분석하도록 하였으므로 하나의 파일에 여러 장의 설계도가 저장되어 있다면 각각을 한 장씩 나누어 하나씩의 파일에 저장하도록 하는 전처리가 필요하다. 그림 15 는 이러한 전처리의 예시를 보여주고 있다.



(그림 15) 하나의 파일에 들어있는 설계도면들을 분할하여
각 도면 당 하나의 파일로 저장하는 전처리 예시

3.2 ABGS 프로세스 구축 및 개발

ABGS 프로세스의 단계는 앞서 전처리한 파일들을 입력함을 시작으로, 그림 16과 같이 파일 분류단계, 일람표 분석단계, 평면도 분석단계 및 3차원 데이터 구축 및 출력단계로 구분된다. ABGS에서는, 프로세스의 자동화를 고려하여 SW의 수행 중간에 발생하게 될 사용자 입력을 없애기 위하여 모든 필요한 사용자의 정보 입력은 프로세스 시작 단계에 배치한다.



(그림 16) ABGS 프로세스 개념도

SW를 시작하고, 사용자는 프로젝트를 생성하고, 필요한 건물들을 생성한 뒤 변환하고자 하는 CAD 파일을 입력하고, 층수와 층고 등 필요한 정보들을 입력한다. 그리고 SW에게 변환 시작을 지시하면 그 이후 IFC 파일이 출력되기 전까지 모든 프로세스는 SW 내부적으로 진행된다. 그림 16은 ABGS의 프로세스 전체 흐름의 개념도이다. 이제부터 SW 내부에서 프로세스가 어떻게 진행되는지에 대해 논의한다.

3.2.1 파일 분류

입력된 파일들을 각각의 이름에 따라 해당 파일이 평면도인지 일람표인지, 일람표라면 어떤 부재에 대한 일람표인지 분류한다.

3.2.2 각 부재일람표 분석

각 부재일람표의 정보들을 추출하는 알고리즘은 사람이 도면을 읽는 순서와 크게 다르지 않다. 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래의 방향으로 정보를 읽어들이며 [층, 부호] 쌍으로 구분되는 데이터 구조체 리스트로 변환한다. 읽어오는 그림은 부재의 단면이며, 텍스트는 부호를 비롯하여 각 부재별로 특화된 정보와 철근 정보 등이다.

2장에서 살펴보았듯이, 기둥일람표와 보일람표의 레이블은 가장 좌측에 세로 형태로 표기되며, 이 레이블과 상응하는 데이터 내용은 레이블의 오른쪽에 기입된다. 보일람표 분석시 주의할 점은, 하나의 부호가 여러 개의 단부로 나뉘는 것을 유의해야 한다는 것이다. 슬래브일람표는 기둥일람표나 보일람표와 달리 레이블이 가장 상단에 가로 형태로 표기되며, 이 레이블과 상응하는 데이터는 그 하단에 표시된다. 바닥판 종류가 하나 이상 있을 경우 부호별로 표의 하단에 계속 행이 늘어나게 된다. 기둥일람표나 보일람표와 원점 기준 대칭 형태라고 볼 수 있으므로 데이터를 읽어들이는 순서를 세로에서 가로로 바꾸어 처리하면 된다. 동일한 부호에 다른 층을 분리하여 표시하는 경우가 있다. 이 또한 보일람표에서 하나의 부호에 단부별로 철근 정보가 표시된 형태의 원점 기준 대칭 형태라고 볼 수 있으므로 단지 세로로 읽던 것을 가로로 읽는 것으로 변경하여 분석하는 방법에서 크게 벗어나지 않는다. 벽일람표는 형태와 처리 방식이 슬래브일람표와 동일하며 단지 레이블의 종류가 다를 뿐이므로 어렵지 않게 분석할 수 있다.

기둥, 보, 슬래브, 벽의 각 일람표들을 분석하고 나면 각 부재별로 '층별 부호별 부재 정보'가 생성된다. 모든 층별 부호별 부재 정보는, [층, 부호]의 쌍을 식별자로 가진다.

3.2.3 구조평면도 분석

각 부재별 일람표와 각 층의 평면도를 통하여 건물의 전체 3차원 모습을 상상할 수 있었던 것과 동일한 방법으로 일람표와 평면도를 연계하여 분석한다.

평면도에 그려진 선들을 조합하여 직사각형을 만들어 내고 이 직사각형과 가장 가까이 있는 부호를 하나의 쌍으로 간주하는 알고리즘을 실행하여 해당 평면도로 부터 [그림, 부호] 쌍 세트를 생성한다. 이 방식은 작성자가 만들고자 의도한 부재의 부호는 해당 부재의 가장 가까이에 기재하는 실제 사람의 작성 규칙과 일치하므로 타당하다. 그 후 이 평면도의 층 정보와 각 쌍의 부호를 이용하여 층별 부호별 부재 정보를 검색하여 일치되는 것을 찾아 매칭시킨다. 이는 1 대 다(多) 매칭으로, 일람표의 분석 결과인 층별 부호별 부재 정보가 평면도의 여러 개의 [그림, 부호] 쌍에 매칭되는 것이다.

하나의 평면도 안에는 어떤 부재에 대한 동일한 부호가 여러 번 사용될 수 있다. 이것은 동일한 속성의 부재를 여러 군데에 만들겠다는 의미이기 때문에 전혀 문제가 되지 않으며 당연한 것이다. 문제는 평면도에 어떤 직사각형 그림이 있고 그 옆에 부호가 기재되어 있는데 그 부호를 어떤 일람표 정보로부터도 찾을 수 없을 때에 발생한다. 이 때 이 직사각형 그림은 무엇을 의미하는지 알 수 없기 때문이다. 그림만 있고 부호는 기재되어 있지 않은 경우 또한 마찬가지로 이 그림의 의미를 알 수가 없다. 또는 부호만 기재되어 있고 그림이 없는 경우, 이 부호가 일람표 내에 있는 정보라고 가정할 때, 부재의 속성은 알 수 없지만 이 부재가 평면의 어디에 위치하는지는 알 수가 없다.

본 연구에서는 이런 경우들은 아무 것도 하지 않고 넘어가는 것으로 처리했으며, 사실 설계도 작성자의 의도를 명확히 알 수 없기 때문에 아무 것도 하지 않는 것이 옳은 방법이라고 생각된다. 그러나 사용자 편의를 생각할 때는, 본격적인 작업 수행 전에 평면도만 전처리 수준의 분석을 수행하여 부호만 있거나 그림만 있는 경우 사용자에게 미리 알려 주거나, 작업 수행 중에 이런 것이 발견되면 일람표에 기재된 부재 정보 중 구조적으로 가장 타당해 보이는 것으로 대체하여 처리하고 프로세스를 모두 마친 후 사용자에게 이런 작업을 했음을 알려주는 방식도 생각해 볼만하다.

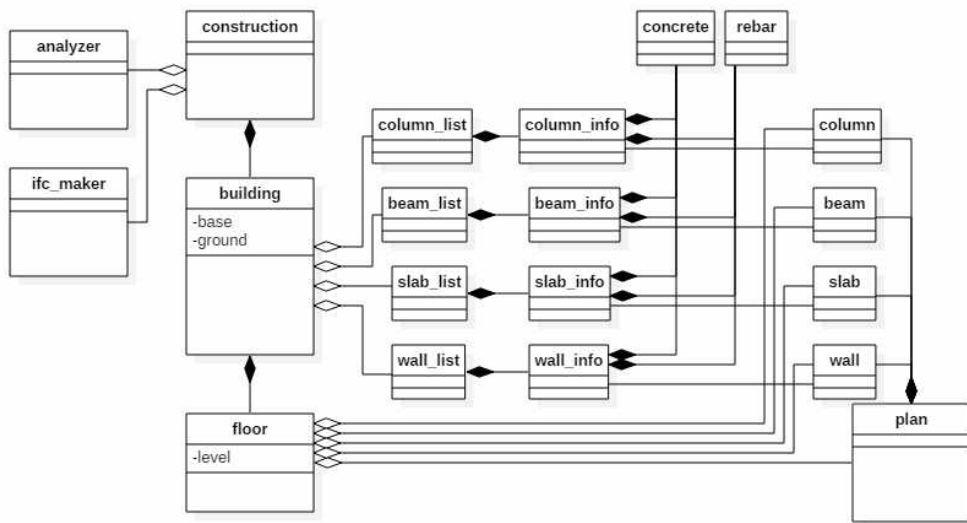
3.2.4 3차원 데이터 구축 및 출력

일람표와 평면도를 바탕으로 분석한 2차원 정보에 사용자가 입력한 높이 정보 및 평면도간 위상 정보를 이용하여 3차원 오브젝트 구축하고 해당 정보를 IFC 포맷에 맞추어 파일로 출력한다.

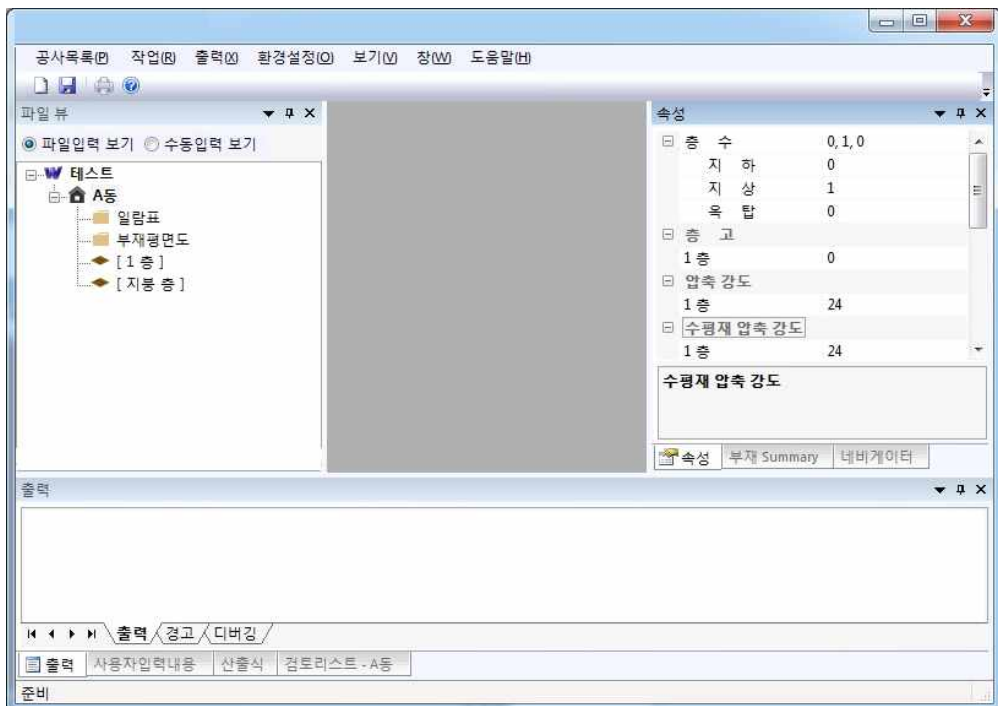
이 출력을 위하여 상기 소개한 오픈 소스 프로젝트 중 한 가지를 선택하여 적용하였는데, 연구에 참여한 개발자 특성, 개발 언어 지원, 실행 기반 OS, 독립형 어플리케이션(Stand-alone application) 지원 등의 여러 연구 환경을 고려하여 IfcOpenShell 을 적용하였으며, 본 연구의 결과물은 IFC2x3 버전 파일로 출력하도록 하였다.

3.3 ABGS 데이터 구조

하나의 공사(construction)는 곧 하나의 프로젝트이다. 하나의 프로젝트 인스턴스는 사용자가 원하는 만큼의 건물(building) 인스턴스를 생성하여 소유한다. 해당 건물의 층수에 따라 하나 이상의 'floor' 클래스의 인스턴스가 생성되어, 건물은 floor 인스턴스들과 각 부재의 일람표 설계도면들의 인스턴스를 가진다. 각 층 평면도 인스턴스는 각 층 floor 인스턴스에 1대1로 매칭된다. 'analyzer'를 거쳐 생성된 '부호별 부재 정보' 들은 건물 인스턴스에 소속되고, '개체별 부재 정보' 들은 floor 인스턴스에 소속된다. 그리고 'ifc_maker' 인스턴스는 '개체별 부재 정보' 들은 IFC 포맷 형태로 출력한다. 그림 17 은 클래스 다이어그램을 통해 이런 데이터들의 연관 관계를 보여주고 있으며, 클래스 내부의 자세한 사항은 생략하였다.



(그림 17) ABGS 의 개략적인 Class Diagram



(그림 18) ABGS 사용자 인터페이스

3.4 ABGS 사용자 인터페이스

ABGS 는 프로젝트를 생성하고, 건물을 추가하고, 도면을 입력할 수 있는 메뉴 및 파일 트리를 가지고 있다. 또한 건물의 속성 입력창을 통해 규모와 높이 등을 입력할 수 있다. 메인 메뉴 또는 파일트리의 팝업 메뉴를 통하여 원하는 작업을 지정하고 시작할 수 있으며, 출력 창을 통하여 작업 과정이 출력된다. 그림 18 은 이러한 ABGS 의 사용자 인터페이스를 보여주고 있다.

제4장 사례적용 연구

설계 도면은 다양한 건축물의 모양을 표현하고 있으며, 각 설계사들마다 그림의 표현 방식이 독특한 측면이 있다. 그러므로 개발한 시스템이 이런 다양한 표현 방식을 모두 포용하여 제대로 된 결과물을 낼 수 있는지는 매우 중요한 관심사 중 하나이다. 이에 따라 다양한 건축 구조 도면을 활용하여 ABGS 시스템을 실험하고 결과물을 분석한다.

4.1 실험 환경 및 데이터

4.1.1 실험환경

ABGS 시스템의 실험은 Intel Core i5-4570 CPU 와 8GB 의 메모리 공간을 갖는 데스크톱 하드웨어 플랫폼과 Microsoft Windows 7 64bit 의 OS 환경에서 실행되었다.

4.1.2 실험 데이터

철근콘크리트구조를 가진 건축설계도면 중 설계사무소마다의 다양한 도면 기재 특징을 모두 처리할 수 있는지, 목적에 따른 층 설정과 다양한 형태의 평면도를 처리할 수 있는지 등의 여부를 고려하여 다음 2가지의 도면 세트를 실험용 데이터로 선정하였다. 표 7 은 선정된 데이터의 속성들을 표현한 것이다.

<표 10> 선정된 실험 데이터와 각 속성

	A	B
종류	주택	주차빌딩
규모	지하1층, 지상4층	지하3층, 지상3층
총연면적	약 5,900m ²	약 8,770m ²

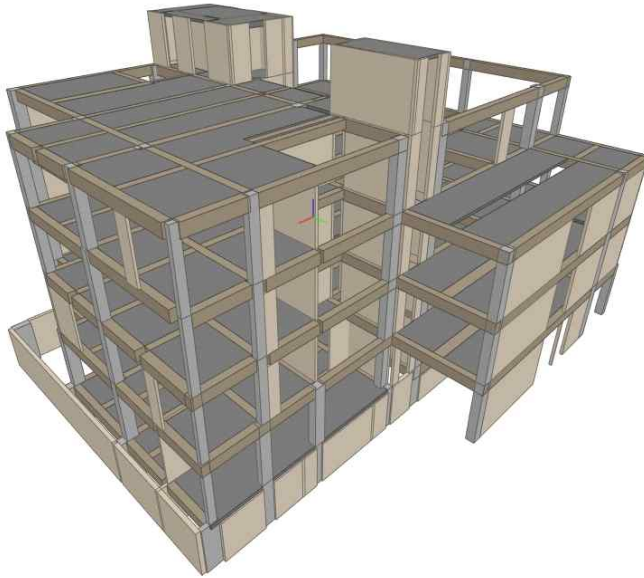
4.2 실험 결과

ABGS 시스템 상에서 각각의 실험 데이터를 실행하기 위한 프로젝트를 생성하여 CAD 파일을 입력하고 층 규모와 층고 등을 입력한 뒤 프로세스를 실행하여 각각 IFC 결과를 출력하였다.

결과가 출력되기까지의 각각의 실행된 시간을 측정하였으며, 출력된 IFC 파일에 들어 있는 BIM 모델의 형태가 설계자가 의도했던 원래의 건물 형태와 동일한 형태인지 확인하기 위하여 CAD 파일 설계도에서의 각 4개 부재 (기둥, 보, 슬래브, 벽) 의 개수와 IFC 파일 BIM 모델에서의 각 4개의 부재의 개수를 비교하였다. 또한 각 부재들이 모두 설계도와 같은 위치, 모양과 방향으로 설정되어 있는지를 분석하였다.

4.2.1 A(주택)

지하 1층, 지상 4층 규모의 주택에 대한 설계도면을 입력하고 프로세스를 실행하여 그림 19 와 같은 BIM 모델 정보를 가지고 있는 IFC 파일을 얻었다. 실행시간은 27초였으며, 각 4개 부재 개수의 결과는 표 8 과 같다. 표 8 은 각 부재에 대하여 CAD 설계도면에 기재된 부호의 개수와 BIM 모델에 생성된 부재의 개수를 각각 비교한 것이다.



(그림 19) A(주택)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 BIM모델

<표 11> A(주택)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 부재 수량 검토

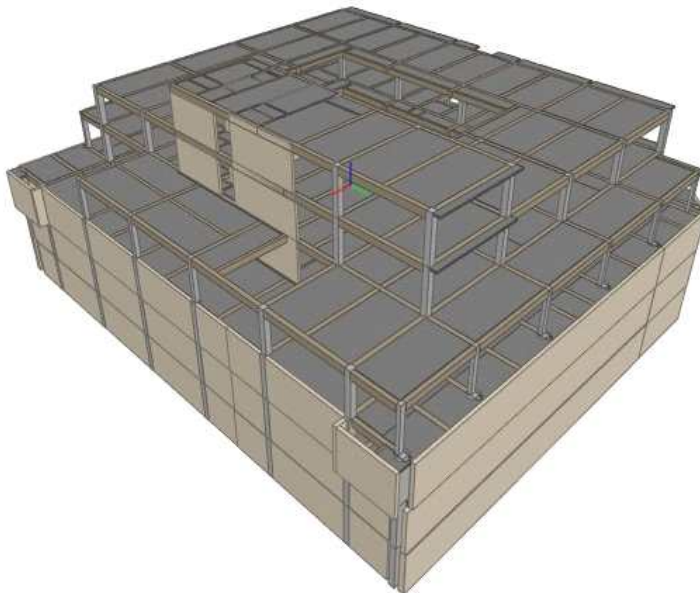
	기둥		보		슬래브		벽	
	CAD	IFC	CAD	IFC	CAD	IFC	CAD	IFC
지하1층	24	24	39	39	25	25	33	33
지상1층	26	26	61	61	32	32	32	32
지상2층	26	25	59	59	31	31	36	36
지상3층	26	25	60	58	29	29	36	36
지상4층	20	19	35	35	22	22	32	31
옥탑	-	-	-	-	6	6	19	19
계	122	119	254	252	145	145	188	187

기둥은 지상2층, 지상3층, 지상4층에서 각각 1개씩의 차이를 보이고 있다. 이는 기둥일람표에 표기된 치수와 평면도 상에 그린 치수가 맞지 않아서 발생한 일로, 부호가 C12 인 기둥이 지상2층, 지상3층과 지상4층에 1개씩 있었는데 기둥일람표에서 이 부호의 치수는 800×600 이었으나 평면도에는 500×400 으로 그려져 있어

서 서로 맞지 않아 처리되지 않은 것으로 보인다. 보에서는 지상3층에서 2개의 차이를 보이고 있다. 이는 일람표와 평면도의 층 기재가 맞지 않아서 발생한 것으로, 보일람표에서는 해당 부호에 대하여 지하1층에서 지상2층까지만 존재하는 것으로 기재하였기 때문에 지상3층 평면도에 기재된 해당 부호는 처리되지 않았다. 벽에서는 지상4층에서 1개의 차이를 보이고 있다. 이 1개는 평면도에 부호가 있으나 그림은 없는 것으로, 설계자의 의도가 벽이 존재하는 것으로 기재한 것인지 벽이 없는 곳에 잘못 기재한 것인지 불분명하므로 처리되지 않았다.

4.2.2 B(주차빌딩)

마찬가지로 지하 3층, 지상 3층 규모의 주차빌딩에 대한 설계도면을 입력하고 프로세스를 실행하여 그림 20 과 같은 BIM 모델 정보를 가지고 있는 IFC 파일을 얻었다. 실행시간은 26초였으며, 각 4개 부재 개수의 결과는 표 9 와 같다.



(그림 20) B(주차빌딩)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 BIM모델

<표 12> B(주차빌딩)에 대하여 ABGS를 수행한 결과 부재 수량 검토

	기둥		보		슬래브		벽	
	CAD	IFC	CAD	IFC	CAD	IFC	CAD	IFC
지하3층	46	46	117	117	76	76	33	33
지하2층	46	46	122	122	81	81	32	32
지하1층	46	46	146	146	121	121	32	32
지상1층	42	42	128	126	74	74	15	15
지상2층	26	26	94	88	52	52	15	15
지상3층	6	6	25	25	18	18	15	15
계	212	212	632	624	422	422	142	142

보가 지상1층에서 2개, 지상2층에서 6개의 차이를 보이고 있다. 이는 해당 부호가 평면도에는 있으나 보일람표에는 전혀 존재하지 않아 발생된 것이다.

4.3 분석 및 고찰

처리 시간의 경우 건축물의 규모에 비례하여 늘어나고 있으나 초단위에서 분단위를 오가는 것으로 보인다. 이는 유사한 설계도면들을 BIM 설계 전문 SW를 사용하여 작업할 경우 시간이 몇 시간에서 며칠 단위로 걸리는 것에 비하여 획기적으로 줄어든 것이다.

또한 각 변환 전과 변환 후의 부재 수량을 통해 확인해 본 결과, 일람표와 평면도간의 정보가 제대로 맞는 경우 모두 정확하게 BIM 모델이 생성되는 것을 확인할 수 있었으며 각각의 부재 객체에 대한 기본정보들이 입력된 것을 확인할 수 있었다. 그림 21 은 슬래브 객체에 대하여 입력된 기본적인 속성 정보의 예이다. 이번 연구에서는 속성 정보를 다양하게 입력해 주지 못했으며, 단지 SW 내부적으로 속성 정보를 자동으로 입력해주는 루틴이 있음을 보이는데 그쳤다. 그러나 더 많은 속성 정보를 정의하기만 하면 해당 루틴을 통하여 충분히 더 많은 정보를 넣어줄 수 있으므로 활용도는 매우 높다고 말할 수 있다.

현재의 ABGS 는 작업을 시작하기 전에 도면을 각 장으로 분할하는 전처리 작업이 있으며, BIM 모델 생성이 자동화됨에 따라 오히려 전처리 작업 시간이 작업의

상당 부분을 차지하는 현상이 발생하게 되었다. 프로세스의 자동화를 위해서는 이런 전처리 작업도 자동화하기 위한 방법을 찾아야 할 것으로 보인다. 또한 현재 작업자가 입력하고 있는 초기 입력 정보도 실제로는 설계도면의 어딘가에 모두 기재되어 있음을 생각할 때, 일람표와 평면도 외에도 모두 분석하여 자동 입력될 수 있게 하여 사용자의 정보 입력을 최소화할 수 있는 방안을 찾아야 할 것이다.

Properties		Location	
이	Name	Value	Unit
Element Specific			
	Guid	06229wPQDE9e9LF6i714s\$	
	IfcEntity	IfcSlab	
	Name	S2 4 180mm (11)	
	PredefinedType	FLOOR	
MEASURE			
	Area	16.81	m2
	Around	16 400	mm
	Thick	180	mm
	Volume	3.0258	m3
Pset_SlabCommon			
	IsExternal	No	
	LoadBearing	Yes	
	PitchAngle	0	
	Reference	S2	

(그림 21) 기본적인 속성정보가 입력된 슬래브 객체 예시

제5장 결론 및 향후연구

본 연구에서는 철근콘크리트구조 건축물에 대한 CAD 설계도면을 입력하면 자동으로 BIM 모델을 생성하는 단계별 업무 프로세스를 제시하였다 또한, 제안된 업무 프로세스를 따라 동작하는 시스템인 ABGS를 제안하였고 실제로 사용되는 대표적인 CAD 설계도면들을 입력하여 결과를 도출하였다. 이를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

본 연구에서 제안된 ABGS 는 설계자들이 기존에 사용하던 CAD 파일 도면을 직접 분석하여 BIM 모델을 자동으로 생성한다. 이 시스템은 BIM 설계 전문 SW 와 같은 사용자의 직접적인 모델링 작업을 요구하지 않으며 CAD 파일 입력과 몇 가지 간단한 사용자 입력만으로도 손쉽게 BIM 모델이 담긴 IFC 파일을 얻을 수 있게 한다. ABGS 는 결과 파일을 출력하기까지 5~6층 규모의 건물은 수 십초 내에 처리하는 빠른 속도를 보여주며, 일람표와 평면도 간의 정보가 일치하는 한 설계자가 의도한 바의 정확한 모델을 출력한다. 또한 단순히 모델만 생성하는 것이 아니라, 부재 객체들의 속성 정보나 층, 건축물 등의 속성 정보도 입력하여 BIM 모델로서 가져야 할 정보들을 입력할 수 있는 기능을 갖추고 있다.

이 ABGS 시스템을 이용하면, BIM 모델을 얻고 싶지만 BIM 제작 도구의 도입은 어렵게 여기는 설계자들은 훨씬 수월하게 BIM 모델을 담은 IFC 파일을 얻을 수 있을 것이다. 또한 건축물은 골조공사 뿐만 아니라 마감공사까지 실행하여 완성되는 것이므로, 마감공사의 BIM 정보를 자동으로 생성하기 위한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] In-Han Kim, 'The History and Concept of BIM', Architectural Institute of Korea, Review of Architecture and Building Science 54(1), 2010.1, pp.16-21
- [2] Salman Azhar, 'Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry', 2011.04.
- [3] 조달청 '시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.0 2010.12
- [4] 조달청 '시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.32 2017.12
- [5] 김우영, 이복남, 강혜민, '건설회사의 BIM 활용 실태 조사 및 시사점', 한국건설산업연구원, 2012.11
- [6] 조현식, 안치원 '대학 BIM교육요소 도출을 위한 국내 설계사무소 BIM활용 현황 분석', 대한건축학회, 학술발표대회 논문집 35(1), 2015.04, pp.45-46
- [7] (사)빌딩스마트협회, '개방형 BIM기반 건축설계핵심 기술 고도화 및 실증 기획 최종보고서', 국토교통 연구기획 사업, 2016.06.
- [8] An, Y. and Lee, G., 2016, Survey on the Status of BIM Adoption in Korea, The BIM, spring 2016, pp.8-12.
- [9] Inhan Kim, Minjae Lee, Jungsik Choi, and Gutaek Kim, 'Development of an Application to Generate 2D Drawings in Automation using Open BIM Technologies', Society for Computational Design and Engineering, Korean Journal of Computational Design and Engineering 21(4), 2016.12, pp.417-425
- [10] (사)빌딩스마트협회, '개방형 BIM기반 건축설계핵심 기술 고도화 및 실증 기획 최종보고서', 국토교통 연구기획 사업, 2016.06.
- [11] 국토교통부, 건축물의 설계도서 작성기준, 국토교통부 고시 제2016-1025호, 2016.12
- [12] (사)한국건축가협회, '건축도면 공동 표준화지침' v1.1, 2006
- [13] IFC-An Introduction (<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>), buildingSMART International
- [14] (사)빌딩스마트협회 컨소시엄, '개방형 BIM기반의 건축물 설계표준 및 인

프라 구축', 국토교통과학기술진흥원, 2017.01

- [15] 조철호, '건축구조 설계일관 CAD시스템 개발에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 제6권 제2호, 1990.04, pp.279-289
- [16] 송석기, 이명식, 노대원, 이문섭, '건축도면정보 재활용을 위한 도면인식 관리시스템의 구축', 대한건축학회, 대한건축학회논문집-계획계 제16권 제7호, 2000.07, pp.31-38
- [17] 박상현, 조동현, 구교진, '2D 도면 텍스트 정보 추출을 활용한 도면관리 프로토타입' 대한건축학회 학술발표대회 논문집 33(1), 2013.04, pp.559-560
- [18] 하기주, 이동렬, 김주영, 하민수, 'CAD 기반 설계도면 객체 정보화를 통한 물량산출 시스템에 관한 연구' 대한건축학회 학술발표대회논문집 제37권 제2호, 2017.10
- [19] Junxiang Zhu, Peng Wang, Xiangyu Wang, 'An Assessment of Paths for Transforming IFC to Shapefile for Integration of BIM and GIS', 2018 26th International Conference on Geoinformatics, 2018.06
- [20] Junxiang Zhu, Xiangyu Wang, Mengcheng Chen, Peng Wua, Mi Jeong Kim, 'Integration of BIM and GIS: IFC geometry transformation to shapefile using enhanced open-source approach, Automation in construction vol.106, October 2019
- [21] Huaquan Ying, Sanghoon Lee, 'An algorithm to facet curved walls in IFC BIM for building energy analysis', Automation in Construction, vol 103, July 2019, pp.80-103, 2019
- [22] Bonsang Koo, Byungjin Shin, 'Applying novelty detection to identify model element to IFC class misclassifications on architectural and infrastructure Building Information Models', Journal of computational design and engineering, vol 5, October 2018, pp.391-400, 2018
- [23] Will Y. Lin, Pao H. Lin, 'Intelligent generation of indoor topology (i-GIT) for human indoor pathfinding based on IFC models and 3D GIS technology', Automation in construction, vol.94, October 2018, pp.340~359, 2018
- [24] Sijie Zhang, Jochen Teizer, Jin-Kook Lee, Charles M. Eastman,

- Manu Venugopal, 'Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules', Automation in construction, vol.29, January 2013, pp.183~195, 2013
- [25] Inhan Kim, Yongha Kim, and Jungsik Choi, 'Development of IFC Property Extension Structure for Automated Building Code Checking in the Architectural Design Phase', Korean Journal of Computational Design and Engineering, Vol. 23, No. 3, pp.233~244. September 2018
- [26] Chang-Min Kim, Yeon-Ah Kim, Jong-Pil Hong, Chang-Ho Choi, Hyun-Woo Lee, 'A Study on IFC-BIM based Automated Information Extraction Method for Evaluation of Low-energy Green Home : Focused on Architectural BIM', Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, vol.12, No.2, April 2017, pp.91-99
- [27] Jun-Young Kim, Chang-Min Kim, Chang-Young Park, Young-Joon Park, Chang-Ho Choi, 'Develop an IFC-Based Algorithm to Extract Required Information From Planar Figure of Envelope For Building Energy Performance Assessment', Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, vol.12, No.3, June 2018, pp.277~289
- [28] Hong, Seung Hwan, Cho, Hyoung Sig, Kim, Nam Hoon, Sohn, Hong Gyoo, 3D Indoor Modeling Based on Terrestrial Laser Scanning, Journal of the Korean Society of Civil Engineers Vol. 35, No. 2: 525-531, 2015.04
- [29] 박기범, 진기호, 장세진, 하성룡, '건축설계도면의 3차원 실내공간정보구축 활용적합성 연구 - 지상라이다 및 3차원 모델링 데이터와의 비교분석을 중심으로', 한국지적정보학회 춘계학술대회 발표논문집 pp.43-53, 2013.06
- [30] Qiuchen Lu, Sanghoon Lee, Long Chen, 'Image-driven fuzzy-based system to construct as-is IFC BIM objects', Automation in construction, vol.92, August 2018, pp.68-87, 2018
- [31] Lee, Hyun Jik · Park, Eun Gwan · Moon, Geun Soo, 'The Methods for 3D Terrain Model Automation Using 2D Plan', Journal of the

Korean Society for Geospatial Information System Vol.21 No.1
pp.87-93, 2013.03

- [32] 이윤, 김인현, 최윤수, 오규식, '2차원 소방대상 시설물도면의 3차원 공간
정보 구축방안', 한국공간정보학회지 제18권 제5호, pp.47-54, 2010.12

국 문 초 록

CAD로 작성된 2차원 설계 도면을 이용한 BIM 자동 생성 프로그램 개발에 관한 연구

변영수

컴퓨터공학과 응용 소프트웨어 전공

중앙대학교 대학원

BIM 은 Building Information Model 또는 Building Information Modeling 의 약자로서, 다차원 가상공간에 가상의 시설물을 모델링 하는 것과 그 결과물인 모델을 지칭하며, 이를 지칭하는 개념뿐만 아니라 관련 기술과 소프트웨어 및 프로세스 들을 포함하는 의미를 갖는 단어이다. 이미 BIM 이 건축 분야, 특히 설계 분야에 도입된 지 오래되었으며 정부는 BIM 을 건축 기술/문화 선진화의 주요한 수단으로 인식하여 사용을 장려하며 정책적으로 지원하고 있다. 그러나 아직까지도 시장에서는 보편적으로 사용되고 있지 못하며, 아직도 대부분의 현직 설계사들은 오랫동안 사용해온 CAD를 그대로 사용하고 있다. 이런 현실의 주요한 이유는 BIM 전문 SW 들을 이용하여 BIM을 만들어 내는 작업 환경을 갖추기 위한 초기비용과 유지비용이 매우 비싸기 때문이다.

본 연구에서는 CAD 로 제작한 설계도면 파일을 입력하면 그 내용을 분석하여 자동으로 BIM 모델을 생성하여 IFC 파일로 출력하는 ABGS (Automatic BIM-file Generation System)를 제안하였다. 또한 제안된 시스템에 대한 실험을 거쳐, 각 도면별로 분할 저장된 CAD 도면 파일과 몇 가지의 사용자 입력만으로 빠르고 정확하게 결과물을 도출함을 확인하였다. ABGS를 이용하면 사용자는 BIM 전문 SW를 사용할 때보다 훨씬 적은 비용으로 빠르게 BIM 모델을 얻을 수 있다. 이는 설계자들의 BIM 사용을 활성화하여 건축 기술/문화 선진화에 일조할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

A study on the development of automatic BIM generation program using 2D design drawings in CAD

Youngsoo Byun

Major in Application Software

Dept. Computer Science and Engineering

The Graduate School of Chung-Ang University

BIM stands for 'Building Information Model' or 'Building Information Modeling', which refers to the modeling of virtual facilities in a multidimensional virtual space and the resulting model, which includes not only concepts but also related technologies, softwares and processes. BIM has long been introduced in the field of architecture design, and the government recognizes BIM as a major means of advancement in construction technology and culture, encouraging its use and supporting policy. However, it is still not universally used in the market, and most designers use CAD yet. The main reason is that the initial costs for setting up a BIM work environment and maintenance costs for using BIM software are very expensive.

In this paper, the ABGS (automatic BIM-file Generation System) is proposed which generate the BIM model automatically and output it as an IFC file after analyzing the contents of CAD drawing file. And through the experiments on the proposed system, it was confirmed that the results were obtained quickly and accurately with only CAD files and a few user inputs. With ABGS, BIM model can be obtained at a much lower cost, which is expected to encouraging users to use BIM and to help advance construction technology and culture.