(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월12일
(11) 등록번호 10-1394022
(24) 등록일자 2014년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 19/00 (2011.01) *G06F 17/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0090115
(22) 출원일자 2013년07월30일
심사청구일자 2013년07월30일
(56) 선행기술조사문헌
BIM을 활용한 친환경 건축물 외피 설계에 관한 기초적 연구, 2009.10.
KR101230929 B1

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김인한
서울 서초구 서초중앙로 188, C동 1907호 (서초동, 아크로비스타)
최중식
경기 수원시 팔달구 권선로 477, 115동 1102호 (매산로2가, 대한대우아파트)
양정임
인천 부평구 부평북로 463, 306동 306호 (삼산동, 주공미래타운3단지)
(74) 대리인
손민

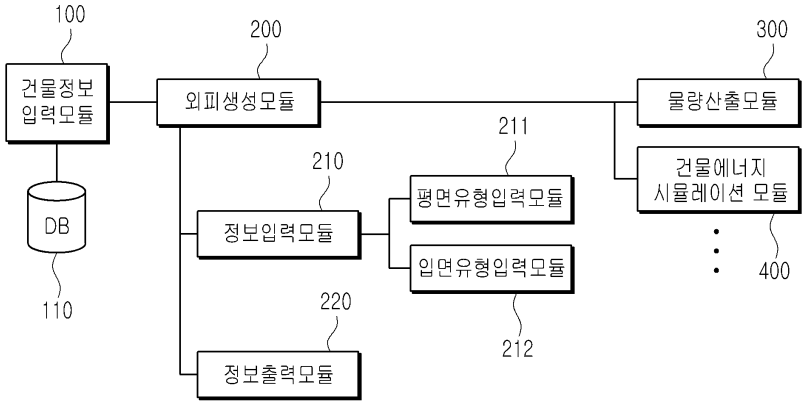
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 김동성

(54) 발명의 명칭 **BIM을 이용한 건물 외피 형태 자동화 생성 및 이를 이용한 건물 에너지 시뮬레이션 방법**

(57) 요 약

본 발명은 BIM과 같은 건물 정보 입력모듈을 사용함에 있어서, 건물 정보, 평면 유형 및 입면 유형을 활용함으로써 정확하고 신속한 건물 외피 형태를 생성하고 이를 이용하여 정확한 건물 에너지 시뮬레이션을 수행하는 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345170616
부처명	미래창조과학부 교육부
연구사업명	중견연구자지원
연구과제명	개방형 BIM기반 저탄소 설계 및 거대구조물 유지관리 건설기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	경희대학교산학협력단
연구기간	2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

(a) 정보 입력모듈(210)에 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보가 입력되는 단계;

(b) 외피 생성모듈(200)이 상기 입력된 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보를 이용하여 건물 외피를 생성하는 단계;

(c) 건물 정보 입력모듈(100)이 상기 생성된 건물 외피를 건물 정보 파일(IFC)에 반영하는 단계; 및

(d) 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 상기 건물 정보 파일(IFC)을 이용하여 건물의 에너지를 시뮬레이션하는 단계를 포함하고,

상기 (d) 단계 이전에,

(d1) 상기 정보 입력 모듈(210)에 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 건물 에너지 속성이 입력되는 단계를 더 포함하며,

상기 (d) 단계는,

(d') 상기 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 상기 건물 정보 파일(IFC) 및 상기 입력된 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 건물 에너지 속성을 이용하여 건물의 에너지를 시뮬레이션하는 단계이고,

상기 (d') 단계의 시뮬레이션 결과 냉방 최대부하 및 난방 최대부하 중 어느 하나 이상이 출력되며,

상기 (a) 내지 (c) 단계에 따라 상이한 다수의 정보가 각각 입력되어 다수의 건물 정보 파일(IFC)이 생성되고,

상기 (d') 단계에서 상기 다수의 건물 정보 파일(IFC)에 따라 각각 냉방 최대부하 및 난방 최대부하 중 어느 하나 이상이 출력되고,

상기 (d') 단계 이후,

(e) 상기 다수의 건물 정보 파일(IFC)에서 건물 외피 중 냉방 최대부하 또는 난방 최대부하가 가장 낮은 건물 정보 파일(IFC)이 선택되고, 이에 해당하는 건물 외피가 출력되는 단계를 더 포함하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 (d1) 단계의 상기 에너지 시뮬레이션용 기본 정보는, 냉난방 온도조건, 실내 발열 조건 및 환기횟수를 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 (d1) 단계의 상기 에너지 속성은, 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율, 일사획득계수(SHGC) 및 일사량을 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c1) 상기 건물 정보 입력모듈(100)이 상기 생성된 건물 외피를 이용하여 새로운 건물 정보 파일을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 8

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c2) 상기 건물 정보 입력모듈(100)이 기 생성된 건물 정보 파일에 저장된 건물 외피를 상기 (b) 단계에서 생성된 건물 외피로 대체하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 9

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 건물 정보 입력모듈(100)은 BIM(Building Information Modeling)을 지원하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 10

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후,

(d2) 물량 산출 모듈(300)이 상기 건물 정보 파일을 이용하여 건물 객체를 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 11

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 이후,

(b1) 정보 출력모듈(220)이 상기 생성된 건물 외피를 출력하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 12

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (a) 단계의 평면 유형은, 사각형, 원형, 및 다각형 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 평면 유형이 사각형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 가로길이 및 세로길이이며,

상기 평면 유형이 원형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 제 1 반지름 및 제 2 반지름이며,

상기 평면 유형이 다각형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 각수 및 반지름인 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 (a) 단계의 입면 유형은, 기본형, 면적변화형, Tapered형, Twist형 및 복합형 중 어느 하나이며,

상기 기본형은 입면에 변화가 없는 경우이며,

상기 복합형은 상기 면적변화형, 상기 Tapered형, 및 상기 Twist형 중 어느 둘 이상이 복합된 경우인 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 입면 유형이 면적변화형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 최상부면적 또는 최하부면적을 중간층면적으로 나눈 중간층면적비율이며,

상기 입면 유형이 Tapered형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 최하부면적을 최상부면적으로 나눈 면적비율이며,

상기 입면 유형이 Twist형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 회전각(Pi)인 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

청구항 16

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (a) 단계의 건물 정보는, 층수, 층고 및 슬라브 두께를 포함하는 것을 특징으로 하는,

건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 건물 외피 형태를 자동으로 생성하고 이를 이용하여 건물 에너지 시뮬레이션을 수행하는 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, BIM과 같은 건물 정보 입력모듈을 사용함에 있어서, 건물 정보, 평면 유형 및 입면 유형을 활용함으로써 정확하고 신속한 건물 외피 형태를 생성하고, 이렇게 생성된 건물 외피를 기반으로 효과적으로 정교한 건물 에너지 시뮬레이션을 수행하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 건설되고 있는 초고층건축물의 경향 중 하나는 건물형태의 표현 및 다양성에 있다. 과거의 정형적 형태와는 달리 자유로운 비정형 형태들이 제안되고 있으며, 이를 위한 계획적, 구조적인 방법들도 함께 제시되고 있다.

[0003] 또한, IT기술의 발달로 디지털미디어를 기반으로 하는 사고가 발전함에 따라 건축분야에서도 디지털과의 융합을 통해 새로움을 모색하고자 하는 실험적인 건축가들이 나타나기 시작했다. 디지털 모델링 도구들은 건축형태를 결정짓고 사고의 영역을 확대하고 발전시킬 수 있는 건축가의 디자인 보조 도구로서 작용하고 있다. 이로 인해 상상에만 그쳤던 자유로운 형태의 건물 표현이 가능해졌고, 불가능했던 표현의 영역도 복잡하고 수치화된 데이터로 표현이 가능하게 되어 초고층건축물 계획이 보다 효율적으로 가능해졌다(Javier Monedero, Parametric design : A review and some experiences, 15th eCAADe-Conference Proceedings, Vienna University of Technology, p.370, 2006.).

[0004] 하지만 기존의 디지털 모델링도구를 이용한 초고층건축물 계획은 2D 도면을 3D 모델링으로 표현하는 형태의 생성과 2D 도면의 설계변경 오류 및 계속되는 반복 작업으로 인한 오류 발생에 있어 상호 유기적인 작업이 어려운 현실이며(박상준, 홍관선, ‘비정형’ 공간에 따른 BIM(Building Information Modeling) 개념 적용의 필요성에 관한 연구, 디지털디자인학 연구, 10권, 3호, pp.239-248, 2010.), 초고층건축물 계획에 있어 설계변경의 오류를 최소화하여 비용절감을 가능하게 하고 수정사항을 쉽게 반영하여 시각화 할 수 있는 다른 접근이 요구되고 있다. 최근 초고층건축물에 관한 연구들은 디지털 모델링 도구로부터 생성된 다양한 건물형태의 변화에 따른 분석 및 시뮬레이션 등의 연구에만 치중되어있다(McCormack, J., A. Dorin, and T. Innocent., Generative design: a paradigm for design research. in Proceedings of Futureground, Design Research Society. 2004.).

[0005] 이러한 상황에서 계획설계단계에서 디지털 모델링도구를 사용하여 설계자가 초고층건축물의 복잡한 형태를 생성하고 다양한 설계요소들을 제어하기에는 어려움이 있으며, 이와 관련된 설계요소들을 고려한 형태생성 방법에 대한 연구들은 미비한 실정이다.

[0006] 한편, BIM(Building Information Modeling)이란, 최근 건설산업에서 화두가 되고 있는 3차원 설계기술을 의미하는데, 개방형 BIM은 어떤 종류의 소프트웨어를 사용하던 관계없이 데이터를 서로 공유하도록 국제 표준화된 건물 정보 파일(IFC)을 사용하는 BIM을 의미한다.

[0007] BIM을 이용하는 경우에도 마찬가지로 초고층건물의 정확한 3D 모델링, 다시 말해 건물 외피의 3D 모델링이 필수적이나, 전술한 이유 등으로 인하여 정확한 모델링은 요원하며, 이로 인하여 BIM을 활용한 각종 어플리케이션에서도 정교한 결과값을 도출하지 못하는 문제점이 발생한다.

[0008] 종래에, 국내의 건설/건축 분야의 실무에서 건물 외피 구축에 활용되는 상용 소프트웨어는 Graphisoft사의 ArchiCAD, Autodesk사의 Revit Architecture, Gehry Technologies사의 Digital Project, McNeel사의 Grasshopper, Bentley의 G.C(Generative Components), 그리고 이스라엘의 Eyal Nir가 개발한 Paracloud 모델러 등을 들 수 있으나, 역시 정확한 건물 외피 모델링은 어려운 실정이다.

[0009] 한편, 건물 에너지 시뮬레이션에 있어서도 정확한 건물 외피 모델링은 필수적이다.

[0010] 현재 대부분의 관련 연구들은 에너지 분석 과정의 중요성과 필요성을 기반으로 2D 기반의 에너지 분석에 대한 문제점을 도출하고 있다. 건축물의 에너지 분석 과정을 개선하는 방향의 종래 기술들을 살펴보면, 특정 BIM 기반의 프로그램에서 에너지 분석을 수행하는 과정 또는 그 과정에서의 데이터 교환에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 이 경우 에너지 분석을 위한 정보 입력의 많은 부분을 수작업으로 진행해야 한다는 문제점이 있다.

[0011] 또한, 에너지 분석 과정에서는 건물에 대한, 또는 건물이 위치한 지역에 따른 날씨 등 대한 매우 다양한 데이터들이 각각의 관계를 가지며 입력되어야 한다. 하지만, 현재 에너지 분석 관련 종래 기술들에서는 에너지 분석 과정 자체의 필요성이나 보다 정확한 결과값을 도출하기 위한 과정에 치중하고 있으며, 실제 입력되는 다양한 데이터들의 효율적인 관리에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 많은 정보들이 에너지 분석과정에서 재입력되거나 재활용되지 못하는 비효율성이 존재하고 있기 때문에 효율적인 BIM 기반의 데이터 관점에서의 정보교환에 대한 연구가 시급한 실정이다. 이에 따라, 현재 수행되고 있는 에너지 분석관련 종래기술들 평가 분석 시 결과값을 도출하는데 있어 BIM 모델링의 설정 값이 정확하게 모델링이 되지 않아 정확한 분석 데이터 값을 도출하지 못하고 에너지 성능 분석의 정확도가 검증되지 못하는 실정이다.

[0012] 관련 특허문헌을 검토하면 다음과 같다.

[0013] 한국특허공개번호 제2010-0083254호 및 제2010-0065442호 건물의 에너지 효율을 향상시키도록 수동 또는 자동으로 건물 외피의 모델링을 변경하는 방법을 개시한다. 그러나, 건물 전체 형상을 정확하게 모델링하는 어떠한 방법도 제안하지 않는다.

[0014] 한국특허공개번호 제2010-0129558호 및 미국출원번호 제2009-089018호는 건물의 3D 모델링의 정확도 향상을 위한 방안을 제안하나, 실시설계가 완료된 후 각 치수를 이용하거나 또는 시공중인 건물의 치수를 이용한 모델링으로서 계획설계단계에서 사용할 수 없다.

[0015] (특허문헌 1) KR2010-0083254 A

[0016] (특허문헌 2) KR2010-0065442 A

[0017] (특허문헌 3) KR2010-0129558 A

[0018] (특허문헌 4) US2009-089018 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 이에, 본 발명에서는 계획설계단계에서 초고층건축물 외피 형태를 중심으로 설계자가 다양한 설계요소를 직관적으로 제어할 수 있는 인터페이스를 통한 자동화된 외피 형태생성 방법과 이를 이용한 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기와 같은 과제를 해결하기 위해, (a) 정보 입력모듈(210)에 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보가 입력되는 단계; (b) 외피 생성모듈(200)이 상기 입력된 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보를 이용하여 건물 외피를 생성하는 단계; (c) 건물 정보 입력모듈(100)이 상기 생성된 건물 외피를 건물 정보 파일(IFC)에 반영하는 단계; 및 (d) 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 상기 건물 정보 파일(IFC)을 이용하여 건물의 에너지를 시뮬레이션하는 단계를 포함하는, 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 제공한다.

[0021] 또한, 상기 (d) 단계 이전에, (d1) 상기 정보 입력 모듈(210)에 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 건물 에너지 속성이 입력되는 단계를 더 포함하며, 상기 (d) 단계는, (d') 상기 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 상기

건물 정보 파일(IFC) 및 상기 입력된 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 건물 에너지 속성을 이용하여 건물의 에너지를 시뮬레이션하는 단계인 것이 바람직하다.

[0022] 이 경우, 상기 (d1) 단계의 상기 에너지 시뮬레이션용 기본 정보는, 냉난방 온도조건, 실내 발열 조건 및 환기 횟수를 포함하는 것이 바람직하며, 상기 에너지 속성은, 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율, 일사획득계수(SHGC) 및 일사량을 포함하는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 (d') 단계의 시뮬레이션 결과 냉방 최대부하 및 난방 최대부하 중 어느 하나 이상이 출력되는 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 (a) 내지 (c) 단계에 따라 상이한 다수의 정보가 각각 입력되어 다수의 건물 정보 파일(IFC)이 생성되고, 상기 (d') 단계에서 상기 다수의 건물 정보 파일(IFC)에 따라 각각 냉방 최대부하 및 난방 최대부하 중 어느 하나 이상이 출력되고, 상기 (d') 단계 이후, (e) 상기 다수의 건물 정보 파일(IFC)에서 건물 외피 중 냉방 최대부하 또는 난방 최대부하가 가장 낮은 건물 정보 파일(IFC)이 선택되고, 이에 해당하는 건물 외피가 출력되는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 건물 정보 입력모듈(100)이 상기 생성된 건물 외피를 이용하여 새로운 건물 정보 파일을 생성하는 단계를 포함하거나, (c2) 상기 건물 정보 입력모듈(100)이 기 생성된 건물 정보 파일에 저장된 건물 외피를 상기 (b) 단계에서 생성된 건물 외피로 대체하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0026] 또한, 상기 건물 정보 입력모듈(100)은 BIM(Building Information Modeling)을 지원하는 것이 바람직하다.

[0027] 또한, 상기 (c) 단계 이후, (d2) 물량 산출 모듈(300)이 상기 건물 정보 파일을 이용하여 건물의 물량을 산출하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 (b) 단계는 이후, (b1) 정보 출력모듈(220)이 상기 생성된 건물 외피를 출력하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0029] 또한, 상기 (a) 단계의 평면 유형은, 사각형, 원형, 및 다각형 중 어느 하나이고, 상기 평면 유형이 사각형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 가로길이 및 세로길이이며, 상기 평면 유형이 원형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 제 1 반지름 및 제 2 반지름이며, 상기 평면 유형이 다각형인 경우, 상기 평면 유형에 대한 정보는 각수 및 반지름인 것이 바람직하다.

[0030] 또한, 상기 (a) 단계의 입면 유형은, 기본형, 면적변화형, Tapered형, Twist형 및 복합형 중 어느 하나이며, 상기 입면 유형이 면적변화형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 최상부면적 또는 최하부면적을 중간층면적으로 나눈 중간층면적비율이며, 상기 입면 유형이 Tapered형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 최하부면적을 최상부면적으로 나눈 면적비율이며, 상기 입면 유형이 Twist형인 경우, 상기 입면 유형에 대한 정보는 회전각(Pi)인 것이 바람직하다.

[0031] 또한, 상기 (a) 단계의 건물 정보는, 층수, 층고 및 슬라브 두께를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0032] 본 발명에 의하여 계획설계단계부터 정확하고 다양한 건물 외피 모델링이 가능하다. 또한, 이를 이용하여 물량 산출 또는 건물 에너지 시뮬레이션 등 다양한 어플리케이션에 적용되어 그 정확도를 상승시킬 수 있다.

[0033] 특히, 계획설계단계에서 해당 건물 외피를 결정하는 경우 건물 에너지 시뮬레이션을 수행함으로서 에너지 최적의 외피를 결정하거나 변경할 수 있다는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 위한 시스템의 개념도이다.

도 2는 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 위하여 입력되는 평면 유형과 입면 유형에 대한 정보, 그리고 에너지 시뮬레이션에 필요한 정보를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 방법을 설명하는 순서도이며, 도 4는 이를 이용하여 본 발명에 따른 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 설명하는 순서도이다.

도 5는 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법에서 정보가 입력되는 인터페이스의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

도 6는 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 방법을 위하여 입력되는 평면 유형 및 입면 유형에 대한 정보를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법의 검증에 사용된 대안들 및 정보를 도시한다.

도 8a 및 8b는 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법의 검증에 사용된 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 에너지 속성에 대한 정보를 도시한다.

도 9a 내지 9c는 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법의 검증 결과를 각 대안별로 도시한다.

도 10은 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 및 건물 에너지 시뮬레이션 방법의 검증 결과 획득된 냉난방 최대부하를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 도면을 참고하여 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 방법 및 이을 위한 시스템을 설명한다.

[0036] **1. 시스템의 설명**

[0037] 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 방법을 위한 시스템은, 건물 정보 입력모듈(100), 외피 생성모듈(200), 정보 입력모듈(210), 정보 출력모듈(220)을 포함한다.

[0038] 건물정보 입력 모듈(100)은 건물에 관련된 정보가 입출력되고 건물 정보 파일(IFC)을 생성, 관리한다. 일 실시예에서는 이는 전술한 개방형 BIM일 수 있다.

[0039] 건물 정보 파일(IFC)은 건물에 대한 다양한 정보들이 저장된 파일인데, 저장되는 정보들은 익히 알려져 있는 기술인바 상세한 설명은 생략한다.

[0040] 건물 정보 파일(IFC)은 별도의 데이터베이스(110)에서 저장되고 관리될 수 있다.

[0041] 건물 정보 파일(IFC)에는 다수의 건물 객체(Building elements)가 포함되며, 그 종류는 다양하다. 예를 들어, 건물정보 입력 모듈(100)이 개방형 BIM인 경우, 건물 객체는 벽체(Wall), 바닥(slab), 기둥(Column), 보(Beam), 창호(Window), 계단(Stair), 커튼월(Curtain Wall), 문(Door), 설비(Equipment), 램프(Ramp)를 비롯하여 건물에 구비되는 모든 객체를 포함한다. 또한, 별도의 지붕정보가 더 포함될 수 있다.

[0042] 외피 생성모듈(200)은, 정보 입력모듈(210)에서 입력되는 정보를 이용하여 외피를 생성한다.

[0043] 정보 입력모듈(210)에는 건물 정보, 평면 유형에 대한 정보 및 입면 유형에 대한 정보가 입력된다.

[0044] 입력되는 건물 정보는 층수, 층고 및 슬라브 두께인 것이 바람직하다. 이러한 정보들을 이용하여, 층수X(층고+슬라브두께)를 연산함으로써 건물 전체 높이를 알 수 있고 이를 이용하여 건물 외피의 전체 높이를 알 수 있기 때문이다.

[0045] 평면 유형에 대한 정보와 입면 유형에 대한 정보가 입력되기 위하여, 평면 유형 입력모듈(211)과 입면 유형 입력모듈(212)이 구비된다.

[0046] 평면 유형 입력모듈(211)에서 평면 유형이 입력되고 이에 대한 정보가 입력된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 평면 유형은 사각형, 원형, 및 다각형 중 어느 하나이다. 여기에서, 평면 유형이 사각형인 경우 평면 유형에 대한 정보는 가로길이 및 세로길이이며, 평면 유형이 원형인 경우 평면 유형에 대한 정보는 제 1 반지름 및 제 2 반지름이며, 평면 유형이 다각형인 경우 평면 유형에 대한 정보는 각수 및 반지름이다. 특히, 원형은 타원형인 경우를 포함하는 개념임에 주의한다.

[0047] 입면 유형 입력모듈(212)에서 입면 유형이 입력되고 이에 대한 정보가 입력된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 입면 유형은 기본형, 면적변화형, Tapered형, Twist형 및 복합형 중 어느 하나이다. 여기에서, 기본형은 입면에 변화가 없는 경우, 복합형은 면적변화형, Tapered형, 및 Twist형 중 어느 둘 이상이 복합된 경우를 의미한다. 또한, 여기에서, 입면 유형이 면적변화형인 경우 입면 유형에 대한 정보는 최상부면적 또는 최하부면적을 중간층면적으로 나눈 중간층면적비율이며, 입면 유형이 Tapered형인 경우 입면 유형에 대한 정보는 최하부면적을 최상부면적으로 나눈 면적비율이며, 입면 유형이 Twist형인 경우 입면 유형에 대한 정보는 회전각(Pi)이다. 복합형인 경우 복합된 둘 이상의 유형에 필요한 정보가 모두 입력된다.

[0048] 외피 생성모듈(200)은, 입력된 건물 정보, 평면 유형에 대한 정보 및 입면 유형에 대한 정보를 이용하여 건물 외피를 생성한다.

[0049] 보다 구체적으로, 평면 유형에 대한 정보를 이용하여 건물 외피의 평면이 결정되고, 건물 정보(층수, 층고 및 슬라브 두께)를 이용하여 건물 외피의 높이가 결정되면 건물 외피의 1차 모델링이 이루어지며, 입면 유형에 대한 정보를 이용하여 앞서 1차 모델링된 건물 외피의 입면을 변경함으로써, 최종적으로 건물 외피가 자동으로 생성된다.

[0050] 이와 같이, 본 발명에 의하여 평면 유형 및 입면 유형을 건물 외피에 가장 많이 사용되는 3가지 및 5가지 형태로 구분하고 그 각각의 형태 설정에 필요한 정보를 입력받음으로써 많은 유형의 건물 외피의 평면 및 입면을 효과적으로 표현할 수 있다.

[0051] 또한, 그러한 평면과 입면의 조합에 의하여 결과적으로 대부분의 건물 외피의 형태를 구현하는 것이 가능하다.

[0052] 도 6는 이와 같이 구현된 건물 외피의 예시를 도시한다.

[0053] 한편, 정보 출력모듈(220)은 정보가 입력되고 외피가 생성되는 동안 또는 외피가 생성된 후 이를 출력함으로써 사용자가 이를 확인할 수 있도록 한다.

[0054] 이와 같은 방법으로 건물 외피가 생성되면, 건물 정보 입력모듈(100)은 이를 건물 정보 파일(IFC)에 반영한다.

[0055] 일 실시예에서는, 건물 정보 파일(IFC)의 생성 단계에서, 외피 생성모듈(200)에서 생성된 건물 외피를 이용하여 생성될 수 있다.

[0056] 다른 실시예에서는, 건물 정보 파일(IFC)은 기 생성되어 있는 단계에서, 즉 건물 정보 파일(IFC) 내에 건물 외피가 미리 저장되어 있는 단계에서, 외피 생성모듈(200)에서 생성된 외피로 이를 대체할 수 있다.

[0057] 외피 생성모듈(200)에서 자동으로 생성된 건물 외피가 건물 정보 파일(IFC)에 반영되면, 이를 이용하여 물량 산출 모듈(300)이 건물의 물량을 산출하거나 또는 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 건물의 에너지를 시뮬레이션할 수 있다. 특히, 전술한 바와 같이 건물 에너지 시뮬레이션에 활용될 경우, 계획설계단계에서 에너지 효율을 고려한 건물 외피 계획이 가능할 뿐만 아니라 외피 형태를 변경할 경우의 에너지 효율의 변화 여부를 즉각적으로 확인할 수 있다는 장점이 있다.

[0058] 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 건물 정보 입력 모듈(100)로부터 건물 정보 파일(IFC)을 불러와서 이를 이용하여 건물 에너지를 시뮬레이션할 수 있다. 건물 정보 파일(IFC)은 외피 생성 모듈(200)에서 생성된 건물 외피가 반영되어 있음은 물론이다.

[0059] 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 에너지 시뮬레이션을 위하여 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 에너지 속성을 필요로 한다. 이들은 정보 입력 모듈(210)을 통하여 입력될 수 있다.

[0060] 에너지 시뮬레이션용 기본 정보는, 냉난방 온도조건, 실내 발열 조건 및 환기횟수를 포함한다.

[0061] 에너지 속성은 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율, 일사획득계수(SHGC) 및 일사량을 포함한다. 여기에서, 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율의 경우 건물 정보 파일(IFC)에 포함된 객체들의 속성을 통하여 자동으로 획득될 수 있다. 일사획득계수(SHGC) 및 일사량은 건물이 위치하게 되는 사이트(site)의 정보에 따른다.

[0062] 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 에너지 시뮬레이션을 위하여 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 및 에너지 속성을 이용하여 냉방 최대부하 및 난방 최대부하를 연산할 수 있는데, 연산 방법 자체는 종래 기술인바 상세한

설명은 생략한다.

[0063] 일 실시예에서, 하나의 계획설계에 있어서 다수의 건물 외피가 반영된 다수의 건물 정보 파일(IFC)이 동시에 사용될 수 있다. 이 경우, 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 냉방 최대부하 및 난방 최대부하를 연산하고 어떠한 건물 정보 파일(IFC), 다시 말해 어떠한 건물 외피가 에너지 효율 면에서 최적인지를 출력할 수 있다(도 10).

[0064] 한편 본 발명은 인터페이스 등을 이용한 어떠한 입출력 방법도 사용할 수 있는데, 도 5는 인터페이스의 일례를 도시하나, 이에 제한되지 않음은 물론이다.

[0065] 도 5에 도시된 인터페이스에서, 좌상단은 평면 유형 및 입면 유형을 선택하고 이에 대한 정보를 입력하는 창, 그리고 기본이 되는 건물 정보(층수, 층고 등)를 입력하는 창이다.

[0066] 우상단은 해당 건물 외피의 형태를 개략적으로 출력하는 창이다.

[0067] 하단은 건물 에너지 시뮬레이션을 위하여 필요한 에너지 속성을 입력하는 창이다.

[0068] **2. 방법의 설명**

[0069] 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 건물 외피 형태 자동화 생성 방법을 설명한다.

[0070] 먼저, 정보 입력모듈(210)에 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보가 입력된다(S100).

[0071] 전술한 바와 같이, 건물 정보는 층수, 층고 및 슬라브 두께를 포함한다.

[0072] 평면 유형은 사각형, 원형, 및 다각형 중 어느 하나이며, 평면 유형에 대한 정보는 각각의 경우 가로길이 및 세로길이, 제 1 반지름 및 제 2 반지름, 각수 및 반지름이다.

[0073] 입면 유형은 기본형, 면적변화형, Tapered형, Twist형 및 복합형 중 어느 하나이다. 입면 유형에 대한 정보는 면적변화형, Tapered형, 및 Twist형의 경우 각각 중간층면적비율, 면적비율, 회전각(Pi)이다. 복합형인 경우 복합된 둘 이상의 유형에 필요한 정보가 모두 입력된다.

[0074] 다음, 외피 생성모듈(200)이 상기 입력된 건물 정보, 평면 유형과 이에 대한 정보 및 입면 유형과 이에 대한 정보를 이용하여 건물 외피를 생성한다(S200).

[0075] 다음, 정보 출력모듈(220)이 상기 생성된 건물 외피를 출력한다(S300). S200 단계와 S300 단계는 동시에 이루어질 수도 있다.

[0076] 다음, 건물 정보 입력 모듈(100)이 상기 생성된 건물 외피를 건물 정보 파일(IFC)에 반영한다(S400).

[0077] 이와 같은 과정으로 계획설계단계부터 정확하고 다양한 건물 외피 모델링이 가능하며, 이를 이용하여 물량산출 또는 건물에너지시뮬레이션 등 다양한 어플리케이션에 적용되어 그 정확도를 상승시킬 수 있으며, 계획설계단계에서 해당 건물 외피를 변경하는 경우에도 변경된 부분이 빠르고 정확하게 반영될 수 있다는 장점을 갖는다.

[0078] 도 4를 참조하여 본 발명에 따라 자동화 생성된 건물 외피 형태를 이용한 건물 에너지 시뮬레이션 방법을 설명한다.

[0079] 먼저, 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)이 건물 정보 입력 모듈(100)로부터 건물 정보 파일(IFC)을 로딩한다(S500). 건물 정보 파일(IFC)에는 외피 생성 모듈(200)에서 생성된 건물 외피에 대한 정보가 반영되어 있다.

[0080] 다음, 정보 입력 모듈(210)을 통하여 에너지 시뮬레이션용 기본 조건을 입력한다(S600). 에너지 시뮬레이션용 기본 정보는, 냉난방 온도조건, 실내 발열 조건 및 환기횟수를 포함한다.

[0081] 다음, 정보 입력 모듈(210)을 통하여 에너지 속성에 대한 정보를 입력한다(S700). 에너지 속성은 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율, 일사획득계수(SHGC) 및 일사량을 포함한다. 여기에서, 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율의 경우 건물 정보 파일(IFC)에 포함된 객체들의 속성을 통하여 자동으로 획득될 수도 있다.

[0082] 다음, 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 건물 정보 파일(IFC)과 획득된 정보들을 이용하여 냉방 최대부하 및 난방 최대부하 중 어느 하나 이상을 연산한다(S800).

[0083] 이와 같은 과정으로 계획설계단계에서 획득된 다양한 건물 외피마다 신속하고 정확한 에너지 시뮬레이션이 가능하여, 사용자의 의사 결정에 큰 도움을 줄 수 있다.

[0084] **3. 검증**

[0085] 본 발명에 따른 방법을 이용하여, 초고층 건물에 있어서 건물 외피의 에너지 성능을 분석해보았다. 도 8a에 도시된 바와 같이, 대한민국 서울에 위치하게 되는 건물을 예로 들어 검증하였다.

[0086] 도 7에 도시되는 바와 같이, ALT1, ALT2, ALT3의 대안을 이용하였다.

[0087] 정보 입력 모듈(210)에 입력되는 외피 생성 관련 정보는 도 7에 도시된다.

[0088] ALT1의 평면 유형은 다각형이고 이에 대한 정보로서 각수 6개, 반지름 30m로 설정하였으며, ALT2의 평면 유형은 사각형이고, 이에 대한 정보로서 가로길이 30m, 세로길이 30m로 설정하였으며, ALT3의 평면 유형은 원형이고, 이에 대한 정보로서 제 1 반지름은 30m, 제 2 반지름은 30m로 설정하였다. 건물 정보로서, 층수는 77층, 층고는 4m로 설정하였다.

[0089] 또한, 건물 에너지 시뮬레이션을 위하여 입력되는 정보로서, 에너지 시뮬레이션용 기본 정보 냉난방 온도조건, 실내 발열 조건 및 환기횟수가 도 8a에 도시된다.

[0090] 또한, 건물 에너지 시뮬레이션을 위하여 입력되는 정보로서, 에너지 속성에 대한 정보인 외벽, 지붕, 바닥과 창호의 열관류율, 일사획득계수(SHGC) 및 일사량이 도 8b에 도시된다.

[0091] 건물 에너지 시뮬레이션 모듈(400)은 이를 이용하여 ALT1, ALT2, ALT3 각각에 대한 건물 에너지를 시뮬레이션함으로서 냉난방 최대부하를 연산하였으며, 그 결과는 각각 도 9a, 도 9b, 도 9c에 도시된다.

[0092] 이를 종합한 결과가 도 10에 도시되는데, 이를 통하여 본 검증에서는 건물 외피의 평면 유형이 사각형인 ALT2의 대안에서 냉방 최대부하 및 난방 최대부하가 가장 낮기에 에너지 관점에서 효율적임을 확인하였다.

[0093] 이와 같이, 본 발명을 통하여 에너지 시뮬레이션 관점에서 최적의 건물 외피 형태를 사용자에게 효과적이고 즉시적으로 제공할 수 있다.

[0094] 이상, 본 명세서에는 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 도면에 도시한 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당업자라면 본 발명의 실시예로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0095] 100: 건물 정보 입력모듈

110: 데이터베이스

200: 외피 생성모듈

210: 정보 입력모듈

211: 평면 유형 입력모듈

212: 입면 유형 입력모듈

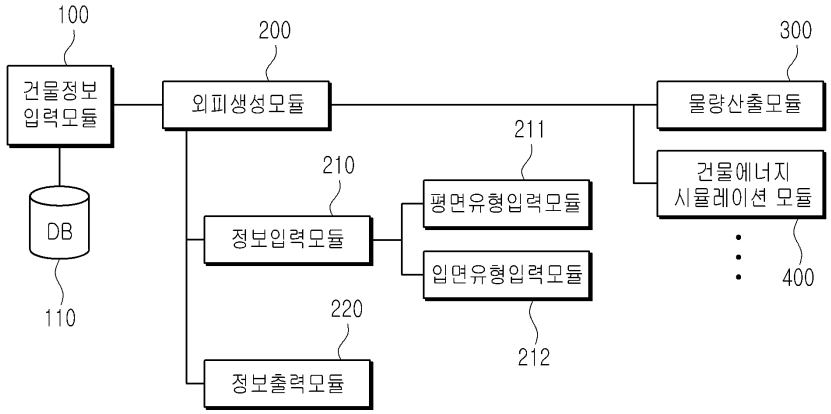
220: 정보 출력모듈

300: 물량 산출 모듈

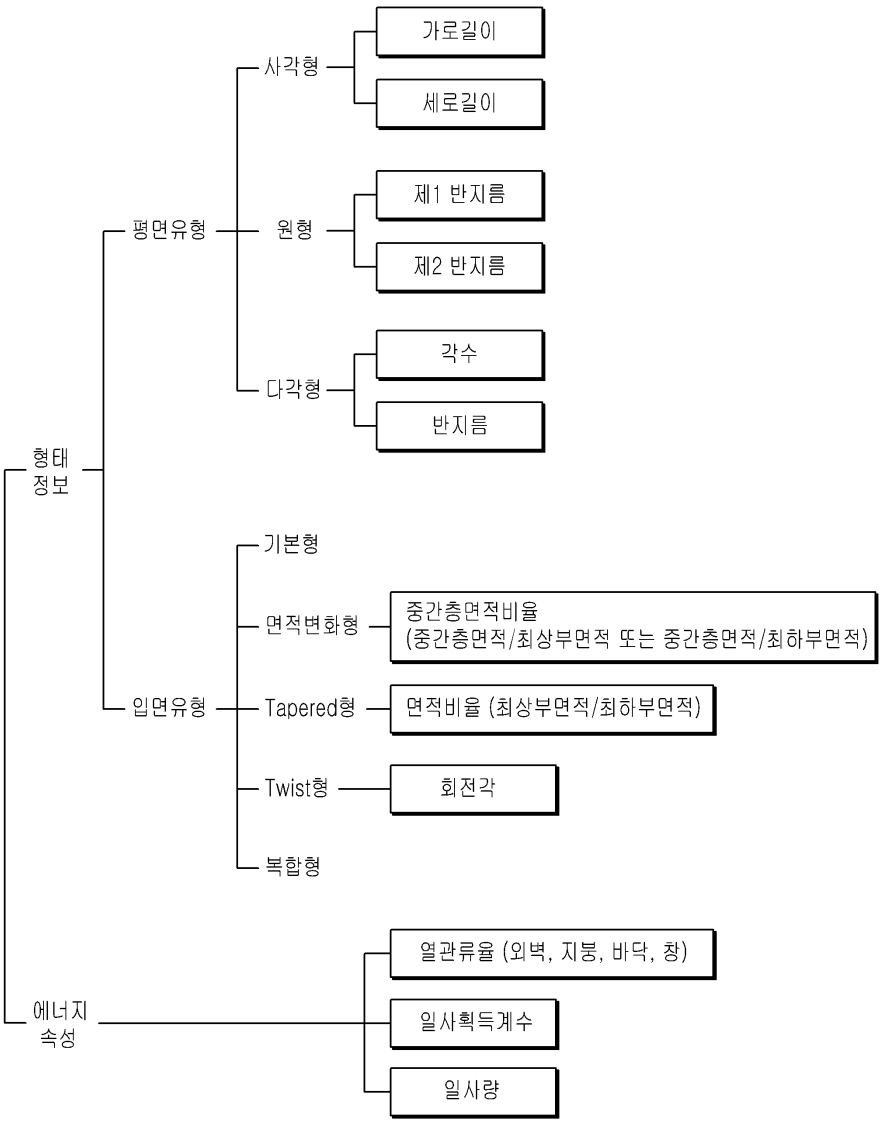
400: 건물 에너지 시뮬레이션 모듈

도면

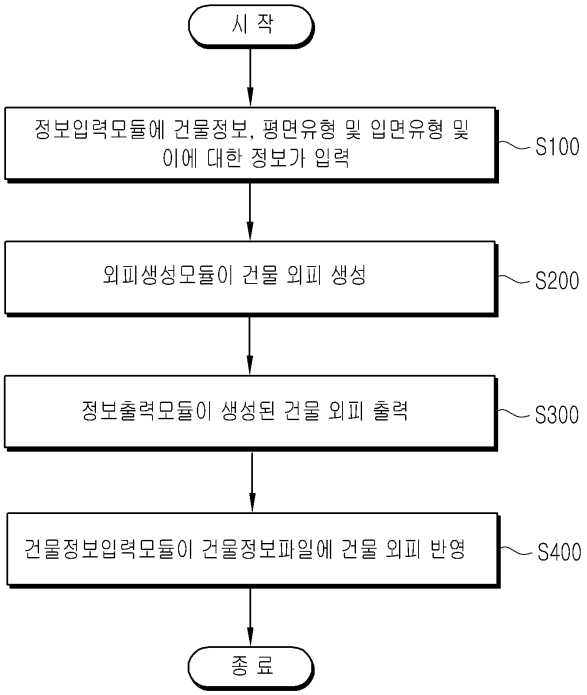
도면1



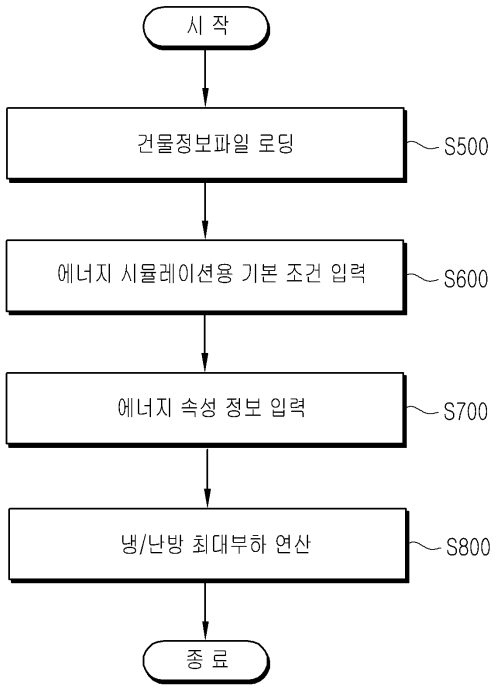
도면2


형태 정보
평면유형
사각형
가로길이
세로길이
원형
제1 반지름
제2 반지름
다각형
각수
반지름
입면유형
기본형
면적변화형
중간층면적비율 (중간층면적/최상부면적 또는 중간층면적/최하부면적)
Tapered형
면적비율 (최상부면적/최하부면적)
Twist형
회전각
복합형
에너지 속성
열관류율 (외벽, 지붕, 바닥, 창)
일사획득계수
일사량

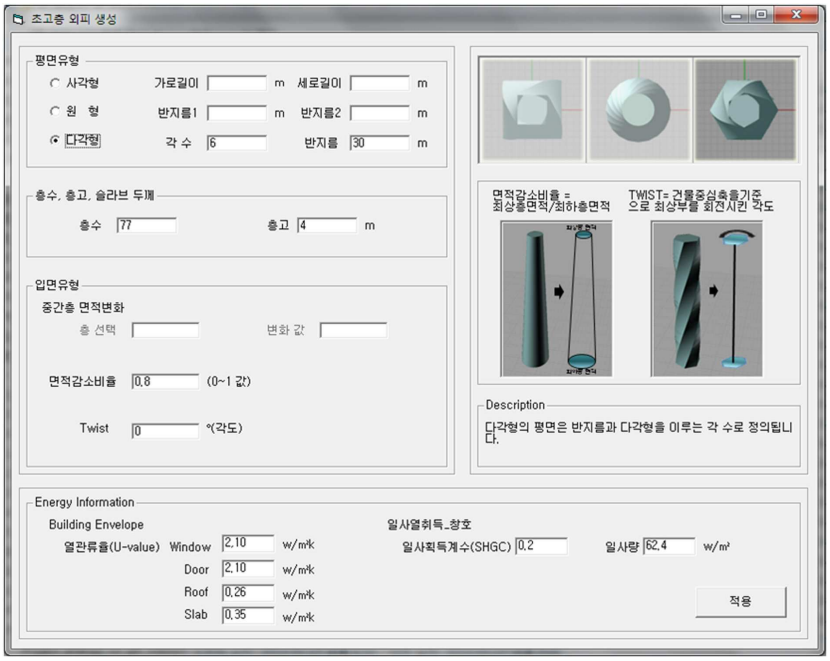
도면3


시 작
정보입력모듈에 건물정보, 평면유형 및 입면유형 및 이에 대한 정보가 입력
S100
외피생성모듈이 건물 외피 생성
S200
정보출력모듈이 생성된 건물 외피 출력
S300
건물정보입력모듈이 건물정보파일에 건물 외피 반영
S400
종 료

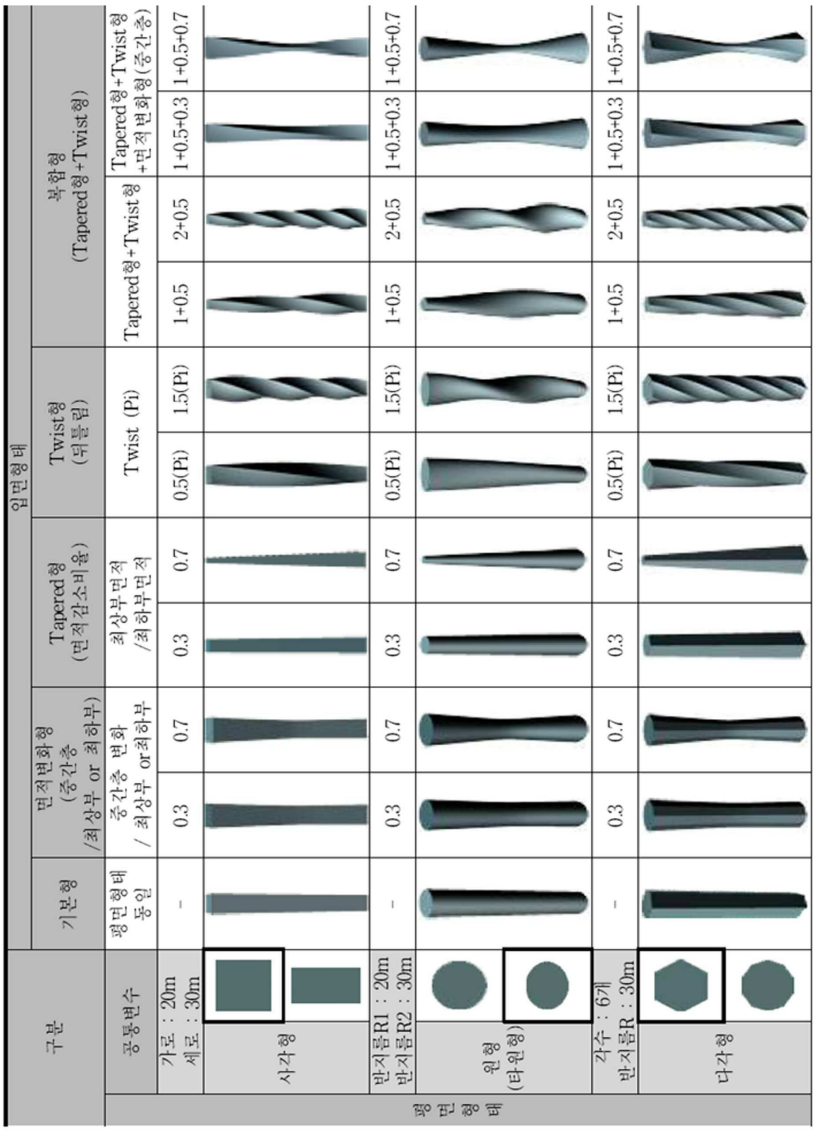
도면4


시 작
건물정보파일 로딩
S500
에너지 시뮬레이션용 기본 조건 입력
S600
에너지 속성 정보 입력
S700
냉/난방 최대부하 연산
S800
종 료

도면5


조고층 외피 생성
평면유형
사각형
가로길이
m
세로길이
m
원 형
반지름1
m
반지름2
m
다각형
각 수
6
반지름
30
m
층수, 층고, 슬라브 두께
층수
77
층고
4
m
입면유형
중간층 면적변화
층 선택
변화 값
면적감소비율
0.8
(0~1 값)
Twist
0
°(각도)
면적감소비율 = 최상층면적/최하층면적
TWIST= 건물중심축을기준으로 최상부를 회전시킨 각도
Description
다각형의 평면은 반지름과 다각형을 이루는 각 수로 정의됩니다.
Energy Information
Building Envelope
열관류율(U-value)
Window
2.10
w/m²k
Door
2.10
w/m²k
Roof
0.26
w/m²k
Slab
0.35
w/m²k
일사열취득_창호
일사획득계수(SHGC)
0.2
일사량
62.4
w/m²
적용

도면6



도면7

구분	대안_ALT1	대안_ALT2	대안_ALT3
IFC 초고층 건물 외피 데이터	다각형 각수 : 6개 반지름R : 30m	사각형 가로 : 30m 세로 : 30m	원형 반지름 R1: 30m 반지름 R2: 30m
형태생성 소프트웨어	Grasshopper (*ssIFC* plug-in)		
IFC version	IFC2X3		

도면8a

구 분			내 용
위치	서울	Latitude	37.5126636
		Longitude	127.1026719
규모	지상높이		308m
	층수		77층
	층고		4m
설계온도	냉방(℃)		실외:32℃ 실내:27℃
	난방(℃)		실외:-8℃ 실내:20℃
실내부하	재실자(W/m²)		현열: 20, 잠열: 35, 거주밀도: 31
	조명(W/m²)		20
	기기(W/m²)		20
외기	환기횟수		0.5ac/hr(Infiltration)

도면8b

구 분		물성치 값	비 고
열관류율	외벽	0.47	열반사 단열재
	지붕	0.29	
	바닥	0.58	
	창호	3.40	로이칼라 복층유리
SHGC		0.53	
일사량		0.50	

도면9a

구분	냉방 최대부하	난방 최대부하
	냉방(kW)	난방(kW)
외벽 전도	70.3	99.0
지붕 전도	52.3	84.6
창호 전도	176.5	341.0
창호 일사	580.2	-
재실자 발열	171.0	-
조명 발열	299.0	-
기기 발열	390.5	-
침기	184.8	189.5
합계	1924.6	714.1

도면9b

구분	냉방 최대부하	난방 최대부하
	냉방(kW)	난방(kW)
외벽 전도	57.3	99.0
지붕 전도	47.9	77.9
창호 전도	150.2	240.3
창호 일사	321.0	-
재실자 발열	171.0	-
조명 발열	299.0	-
기기 발열	390.5	-
침기	184.8	189.5
합계	1621.7	606.7

도면9c

구분	냉방 최대부하	난방 최대부하
	냉방(kW)	난방(kW)
외벽 전도	83.3	99.0
지붕 전도	58.4	87.9
창호 전도	450.2	380.3
창호 일사	681.0	-
재실자 발열	171.0	-
조명 발열	299.0	-
기기 발열	390.5	-
침기	184.8	189.5
합계	2318.2	756.7

도면10

