(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0061822
(43) 공개일자 2013년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/50 (2006.01) *G06F 9/44* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0128080
(22) 출원일자 2011년12월02일
심사청구일자 2011년12월02일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
신광복
대전광역시 유성구 동서대로 125 한밭대학교 N7동 306호
김준환
대전광역시 유성구 동서대로 125 한밭대학교 N7동 310호
강승구
대전광역시 유성구 동서대로 125 한밭대학교 N7동 310호
(74) 대리인
김종관, 권오식, 박창희

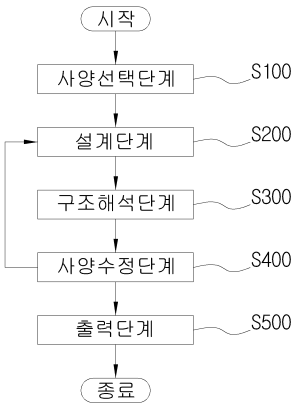
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **철도 차량의 자동화 구조해석 방법**

(57) 요 약

본 발명은 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램을 이용하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램을 이용하여 철도 차량의 차체 단면 형상을 각 프레임마다 설정 할 수 있도록 이루어져서 별도의 교육이나 전문 지식 없이도 철도 차량의 설계와 설계에 대한 구조해석이 가능한 자동화 구조해석 프로그램에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2011-0097-08
부처명	교육과학기술부/지식경제부
연구사업명	산학협력중심대학육성사업
연구과제명	설계자를 위한 철도차량용 알루미늄 차체 구조물의 자동화 구조해석 프로그램 개발
주관기관	한밭대학교 산학협력단
연구기간	2011.03.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

컴퓨터를 포함하는 연산처리수단에 의하여 실행되는 프로그램 형태로 구현되는 자동화 구조해석 프로그램에 의하여,

철도 차량 차체 형상 및 사용자 정의 모델(User Defined Model) 차체 형상이 저장된 데이터베이스로부터 사용자 입력을 받아 차체 형상이 선택되고, 선택된 차체 형상의 각부 수치 사양이 사용자 입력을 통해 입력되는 사양 선택 단계(S100);

입력된 수치 사양에 따라 설계된 차체 형상이 산출되는 설계 단계(S200);

상기 설계 단계(S200)에서 산출된 차체 형상에 대한 구조해석이 이루어지는 구조해석 단계(S300);

상기 구조해석 단계(S300)에서 산출된 구조해석 결과에 따라 각부 수치 사양이 사용자 입력을 통해 재입력되는 사양 수정 단계(S400);

를 포함하여 구성되며, 상기 설계 단계(S200), 상기 구조해석 단계(S300) 및 상기 사양 수정 단계(S400)가 순차적으로 반복 수행되어 차체 형상의 최적화 결과를 산출하는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자동화 구조해석 프로그램은 GUI(Graphical User Interface) 환경을 이용하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 구조해석 단계(S300)는

상기 설계 단계(S200)에서 산출된 차체 형상에 대한 하중기준과 구속조건을 계산하여, 미리 알려진 법규의 기준 범위에 해당되는지 확인하는 법규 기준 확인 단계(S310);를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 구조해석 단계(S300)는

상기 법규 기준 확인 단계(S310) 이후, 계산된 하중기준과 구속조건이 상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 유한요소(Finite Element) 해석 프로그램에 입력되고, 상기 유한요소 해석 프로그램에 의하여 차체 형상의 허용응력과 차체 형상의 처짐에 대한 해석 결과가 산출되는 유한요소 해석 단계(S320);를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 데이터베이스에 저장된 차체 형상은

상기 차체 형상의 각부가 파라메트릭 설계(Parametric Design)를 통하여 매개 변수로서 코드화되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 매개 변수는

상기 철도차량 차체를 구성하는 각 프레임부의 스팬(Span)의 길이·두께, 각 프레임부의 립(Rib)의 길이·두께, 사이드 프레임부의 경사진 각도, 루프 프레임부의 라운드, 출입문·창문·바퀴의 위치·길이·간격 또는 철도차량 차체의 전체 길이 중 선택되는 하나 이상을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은

상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 설계 프로그램(CAD)을 사용하여 시각화된 차체 형상이 출력되는 단계(S500);를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 철도 차량 차체 구조물 해석을 위한 자동화 구조해석 방법에 관한 것으로, 상세하게는 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램을 이용하여 설계자가 손쉽게 설계 변경 및 검증을 통하여 철도차량 차체 설계를 수행할 수 있는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 에너지 가격 상승 및 저탄소 녹색성장이 대두됨에 따라 에너지 효율이 높고 탄소배출량이 적어 친환경 지상운송수단인 철도 차량에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 철도 차량은 승객의 안전성을 확보하기 위하여 승객 및 차량에 따른 하중에 대한 철도 차량 차체 구조물의 안정성이 요구됨으로써, 안정성 평가는 국토해양부에서 고시한 '도시철도차량 안전기준에 관한 규칙', '철도안전법'에 의거하여 수행되고 있다. 이때, 안전성 평가를 위해 보통 유한요소법을 이용한 해석적 검증을 사용하며, 실차 제작을 통한 시험적 검증에 비해 해석적 검증은 설계변경에 따른 구조 안전성 평가가 가능하며 낮은 비용과 시간이 절감되는 이점이 있다.

[0003] 하지만 유한요소법을 이용한 해석적 검증에 이용되는 상용 유한요소해석 프로그램을 사용한 철도차량의 해석 프로세스는 차체 설계를 통한 모델링, 유한요소 모델링, 하중 및 경계조건 부여, 유한요소 해석 등으로 구분되며, 각각의 프로세스 별로 사용되는 별도의 프로그램이 요구되는 실정된다. 이에 따라, 설계검증 및 변경이 용이하지 않고 각각의 프로그램 사용방법과 과정이 복잡하여 이에 대한 전문지식을 갖고 있는 소수 전문가에 의존하여 수행되어 왔기 때문에, 많은 시간과 비용 소모가 큰 문제점이 있었다.

[0004] 이에 한국 공개 특허 2011-0070242호("시뮬레이션 기법을 이용한 철도차량의 신뢰도 계산 방법", 이하 선행기술1)에서는 복합 구조인 철도차량의 신뢰도를 효과적으로 계산하기 위하여 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 이용하여 신뢰도를 계산하는 방법에 관한 것을 개시하고 있다. 그러나 상기 선행기술1에서 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 이용하여 철도 차량의 신뢰도를 해석하기 위해서는 별도의 전문 지식을 보유하고 있는 전문가에 의존하여

야 하기 때문에 불편함이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제 0070242호 (공개일자 2011.06.24)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상술한 문제점들을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램을 이용한 철도 차량의 자동화 구조해석 방법으로, 철도 차량 차체 구조물 해석을 위하여 수행되는 모든 프로세스를 GUI 환경으로 구조해석 프로세스를 간략함으로써 설계검증에 소요되는 시간 및 비용을 절감하고, 설계자가 별도의 교육이나 전문 지식 없이 철도 차량 차체 구조물 안전성 평가를 용이하게 할 수 있는 철도 차량의 자동화 구조해석 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은 컴퓨터를 포함하는 연산처리수단에 의하여 실행되는 프로그램 형태로 구현되는 자동화 구조해석 프로그램에 의하여, 철도 차량 차체 형상 및 사용자 정의 모델(User Defined Model) 차체 형상이 저장된 데이터베이스로부터 사용자 입력을 받아 차체 형상이 선택되고, 선택된 차체 형상의 각부 수치 사양이 사용자 입력을 통해 입력되는 사양 선택 단계(S100), 입력된 수치 사양에 따라 설계된 차체 형상이 산출되는 설계 단계(S200), 상기 설계 단계(S200)에서 산출된 차체 형상에 대한 구조해석이 이루어지는 구조해석 단계(S300), 상기 구조해석 단계(S300)에서 산출된 구조해석 결과에 따라 각부 수치 사양이 사용자 입력을 통해 재입력되는 사양 수정 단계(S400)를 포함하여 구성되며, 상기 설계 단계(S200), 상기 구조해석 단계(S300), 및 상기 사양 수정 단계(S400)가 순차적으로 반복 수행되어 차체 형상의 최적화 결과를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 바람직하게, 상기 자동화 구조해석 프로그램은 GUI(Graphical User Interface) 환경을 이용하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 더 바람직하게, 상기 구조해석 단계(S300)는 상기 설계 단계(S200)에서 산출된 차체 형상에 대한 하중기준과 구속조건을 계산하여, 미리 알려진 법규의 기준 범위에 해당되는지 확인하는 법규 기준 확인 단계(S310)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 더 바람직하게, 상기 구조해석 단계(S300)는 상기 법규 기준 확인 단계(S310) 이후, 계산된 하중기준과 구속조건이 상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 유한요소(Finite Element) 해석 프로그램에 입력되고, 상기 유한요소 해석 프로그램에 의하여 차체 형상의 허용응력과 차체 형상의 처짐에 대한 해석 결과가 산출되는 유한요소 해석 단계(S320)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 바람직하게, 상기 데이터베이스에 저장된 차체 형상은 상기 차체 형상의 각부가 파라메트릭 설계(Parametric Design)를 통하여 매개 변수로서 코드화되어 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게, 상기 매개 변수는 상기 철도차량 차체를 구성하는 각 프레임부의 스팬(Span)의 길이·두께, 각 프레임부의 립(Rib)의 길이·두께, 사이드 프레임부의 경사진 각도, 루프 프레임부의 라운드, 출입문·창문·바퀴의 위치·길이·간격 또는 철도 차량 차체의 전체 길이 중 선택되는 하나 이상을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 더 바람직하게, 상기 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은 상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 설계 프로그램(CAD)을 사용하여 시각화된 차체 형상이 출력되는 단계(S500)를 더 포함하여 구성되는 특징이 있다.

발명의 효과

[0014] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은 설계자가 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램을 이용하여 산업현장에서 철도 차량 차체를 설계하고 설계에 대한 구조해석 및 설계검증을 하는데 있어서 별도의 교육이나 고도의 전문 지식 없이 가능하다.

[0015] 특히, 기존 철도 차량의 차체 설계검증 단계에서 사용되는 각각의 프로그램에 대한 구매 없이 단일 프로그램인 상기 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램으로 차체 설계에 대한 구조해석 및 설계검증이 가능하므로 소요되는 비용과 시간을 절감할 수 있다.

[0016] 또한, 철도 차량 차체의 설계 변수를 쉽게 변경할 수 있고, 이로 인해 좀 더 최적화된 철도 차량 차체 모델을 빠르게 도출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 철도 차량의 자동화 구조해석 방법의 전체적인 구성을 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 구조해석 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램에 의한 파라메트릭 설계이다.

도 4는 본 발명의 또다른 일실시예에 따른 시각화된 차체 형상이 출력된 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 철도 차량의 자동화 구조해석 방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0019] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 철도 차량의 자동화 구조해석 방법의 순서도이다.

[0021] 도 1을 참조로 하여 본 발명의 철도 차량의 자동화 구조해석 방법에 대해 상세하게 설명한다.

[0022] 본 발명인 철도 차량의 자동화 구조해석 방법은 컴퓨터를 포함하는 연산처리수단에 의하여 실행되는 프로그램 형태로 구현되는 자동화 구조해석 프로그램에 의하여, 기존에 있는 철도 차량 차체의 단면 형상 및 사용자 정의 모델(User Defined Model) 차체를 통한 다양한 형상의 차체 구조물 형상이 저장된 데이터베이스로부터 사용자의 입력을 받아 철도 차량의 차체 설계 사양이 선택되며, 이때, 선택된 차체 형상의 각부 수치 사양이 입력된다.(S100)

[0023] 입력된 각부의 수치 사양에 따라 설계된 차체 형상이 산출되고,(S200) 산출된 차체 형상에 대한 구조해석이 이루어진다.(S300)

[0024] 다음, 도 2를 참고하여 철도 차량의 자동화 구조해석 방법의 구조해석 단계를 상세히 설명한다.

[0025] 이때, 구조해석은 설계된 구조물이 실제 구조물로 제작되었을 때, 미리 예상되었던 외부의 힘이 가해지는 경우, 가장 불리한 경우에서도 구조물의 안전함을 검증하는 단계이다. 이를 위해, 본 발명인 철도 차량의 자동화 구조해석 방법의 상기 구조해석 단계(S300)에서는 상기 설계 단계(S200)에서 산출된 차체 형상에 대한 하중기준과 구속조건을 계산하여, 미리 알려진 법규의 기준 범위에 해당되는지 확인할 수 있다.(S310)

[0026] 상기 법규 기준 확인 단계(S310) 이후, 상기 자동화 구조해석 프로그램을 통해 자동으로 계산된 하중기준과 구속조건이 상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 유한요소(Finite Element) 해석 프로그램에 입력되고,

상기 상용 유한요소 해석 프로그램에 의하여 차체 형상의 허용응력과 차체 형상의 처짐에 대한 해석 결과가 산출될 수 있다.(S320)

[0027] 이때 하중기준은 도시철도차량 안전기준에 관한 규칙과 철도안전법에서 제시하는 수직, 수평압축, 비틀림 및 3점지지 하중을 의미한다.

[0028] 하기의 표 1은 도시철도차량 안전 기준에 관한 규칙에 의한 하중기준이며, 하기의 표 2는 철도안전법에 의한 하중기준이다.

표 1

[0029]

하중 종류	하중 크기
수직하중	[공차중량 + 최대승객하중 - 대차중량]×[1+동하중계수] - 차체중량
수평압축하중	압축하중 = 490 kN 수직하중 = [공차중량 - 대차중량 - 차체하중]
비틀림 하중	39.2 kN·m
3점 지지	공차중량 - 대차중량 - 차체하중
굽힘 및 비틀림 고유진동수 측정	진동이 가능한 부하하중

표 2

[0030]

하중 종류	하중 크기
수직하중	1.3 × [M1 + [M21 또는 M22]] × g
압축하중	2,000kN
	300kN
	300kN
인장하중	1,500kN
운행조건하중	1.2 × [M1 + M4] × g
진동시험	고유진동수 측정 가능한 하중

[0031] M1: 운행상태의 차량하중

[0032] M21 : 좌석수 × 75kg × 2

[0033] M22 : 좌석수 × 75kg + [4 × 75kg × 복도 및 갱웨이면적(m^2)]

[0034] M4 : 좌석수 × 75kg + [2 × 75kg × 복도 및 갱웨이면적(m^2) + [2 × 75kg × 승객서비스용 객실수] + [300kg × 짐칸면적(m^2)]]

[0035] g : 중력가속도 9.81m/s^2

[0036] 또한, 각 철도 차량별로 별도의 차체의 허용응력과 차체 형상의 처짐의 허용 기준이 있으며, 하기의 표 3는 허용응력과 차체의 처짐에 대해 정리한 표이다.

표 3

[0037]

구 분			허용 기준
허용응력	A6005A-T6	모재부	215MPa
		용접부	115MPa
	A5083-O	모재부	205MPa
		용접부	125MPa
	A6061P-T651	모재부	245MPa
		용접부	145MPa
수직하중 시 차체의 처짐		대차 중심거리 1/1000 이내	
굽힘 고유진동수		10 Hz 이상	

[0038] 상기 구조해석 단계(S300)에서 산출된 구조해석 결과에 따라 각부 수치 사양이 재입력되어 사양이 수정된다.(S400)

[0039] 이때, 상기 설계 단계(S200), 상기 구조해석 단계(S300) 및 상기 사양 수정 단계(S400)는 순차적으로 반복 수행되어 차체 형상의 최적화 결과를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0040] 이때, 도 3을 참고하여 GUI 환경의 자동화 구조해석 프로그램에 의한 파라메트릭 설계이다.

[0041] 상기 자동화 구조해석 프로그램은 GUI(Graphical User Interface) 환경을 이용하고, 상기 데이터베이스에 저장된 차체 형상은 상기 차체 형상의 각부가 파라메트릭 설계(Parametric Design)를 통하여 매개 변수로서 코드화되어 이루어져있다. 파라메트릭 설계를 이용함으로써, 각각의 매개 변수들이 서로 연관성을 지니게 되어, 어떤 특정한 매개 변수 값이 변경되었을 시, 그 매개 변수에 연결된 다른 매개 변수 또한 자동으로 변하게 되므로 설계의 수정을 수행 시 효율성을 높일 수 있다.

[0042] 이때, 상기 매개 변수는 철도 차량의 차체를 구성하는 각 프레임의 스팬(Span)의 길이와 두께가 지정되며, 립(Rib)의 길이와 두께도 지정된다. 또한, 사이드 프레임 부의 경사진 각도와 루프 프레임의 라운드 또한 매개 변수로 지정된다. 더불어, 차체 세부 구성도 매개 변수로 지정되며, 이에 해당되는 것은 차체의 출입문, 창문, 바퀴의 위치와 길이 및 간격이 해당되며, 철도 차량 차체의 전체 길이 또한 매개 변수로 지정될 수 있다.

[0043] 이를 통해, GUI 환경에서의 상기 자동화 구조해석 프로그램을 사용하여, 별도의 교육이나 전문 지식이 없더라도, 상기 주요한 매개 변수들을 자유자재로 입력과 수정이 가능하므로, 원하는 차체 설계 형상의 유한요소 해석에 대한 결과가 쉽고 빠르게 산출될 수 있다. 또한, 상기 자동화 구조해석 프로그램과 연동된 상용 설계 프로그램(CAD)을 사용하여 시각화된 차체 형상이 출력되는 특징이 있다.(S500)

[0044] 이러한 상기 자동화 구조해석 방법의 일실시예에 따른 시각화된 차체 형상의 출력은 도 4에 도시된다.

[0045] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형 가능함은 물론이다.

부호의 설명

[0046] S100 : 사양 선택 단계 S200 : 설계 단계

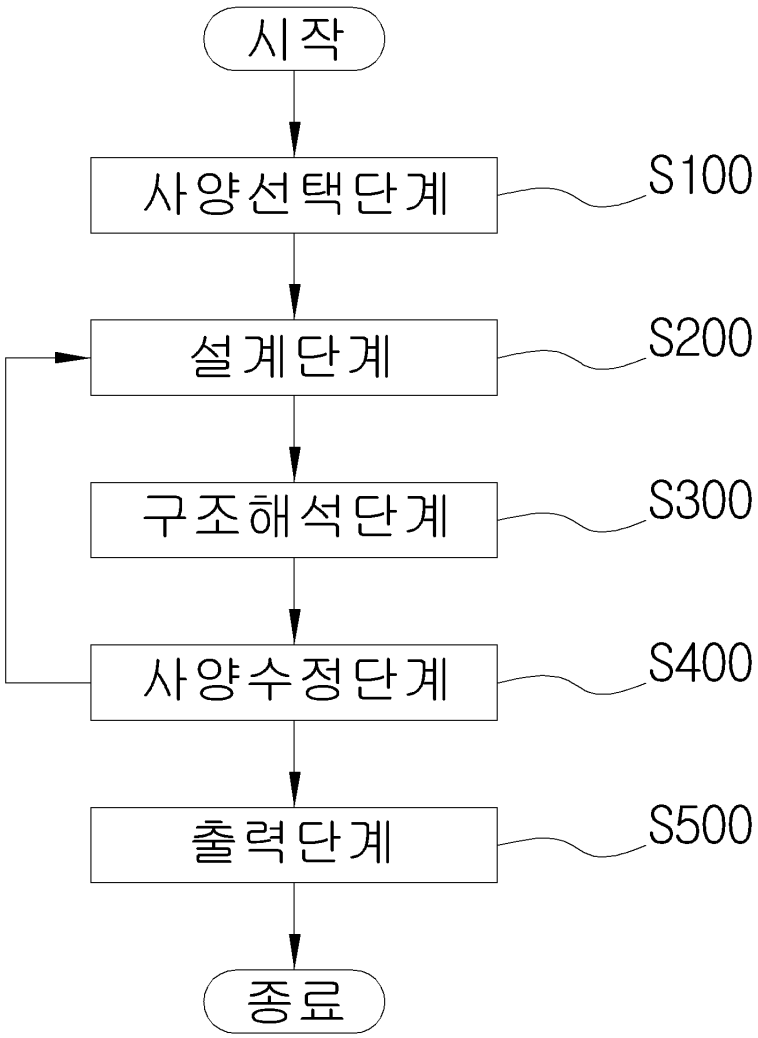
S300 : 구조해석 단계

S310 : 법규 기준 확인 단계 S320 : 유한요소 해석 단계

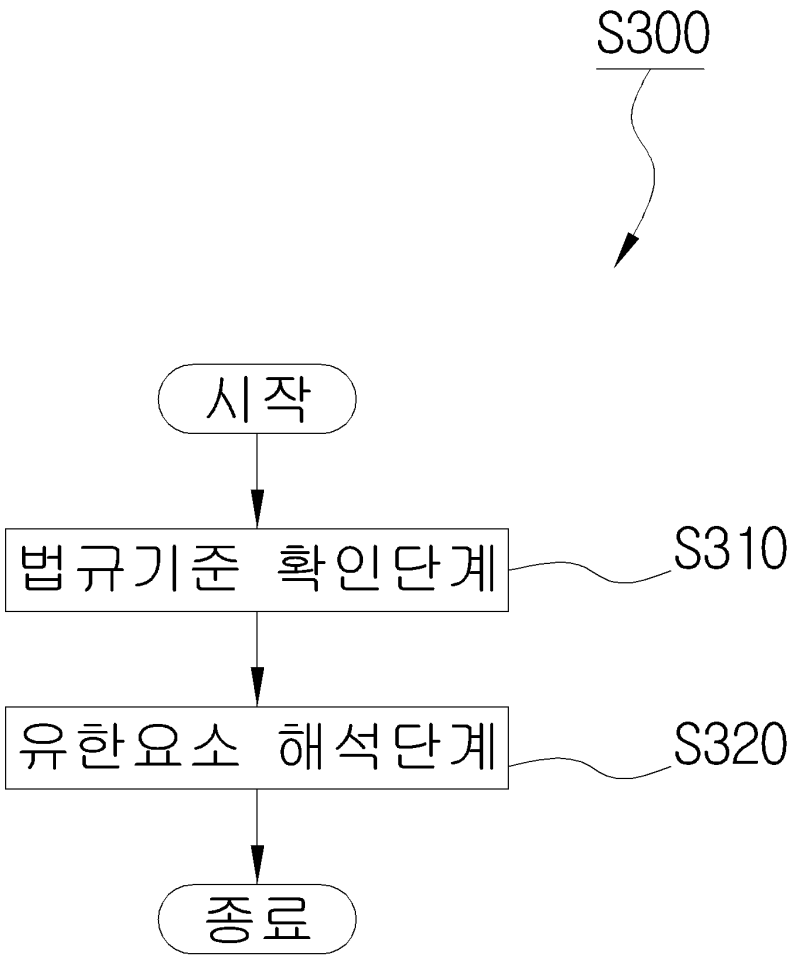
S400 : 사양 수정 단계 S500 : 출력 단계

도면

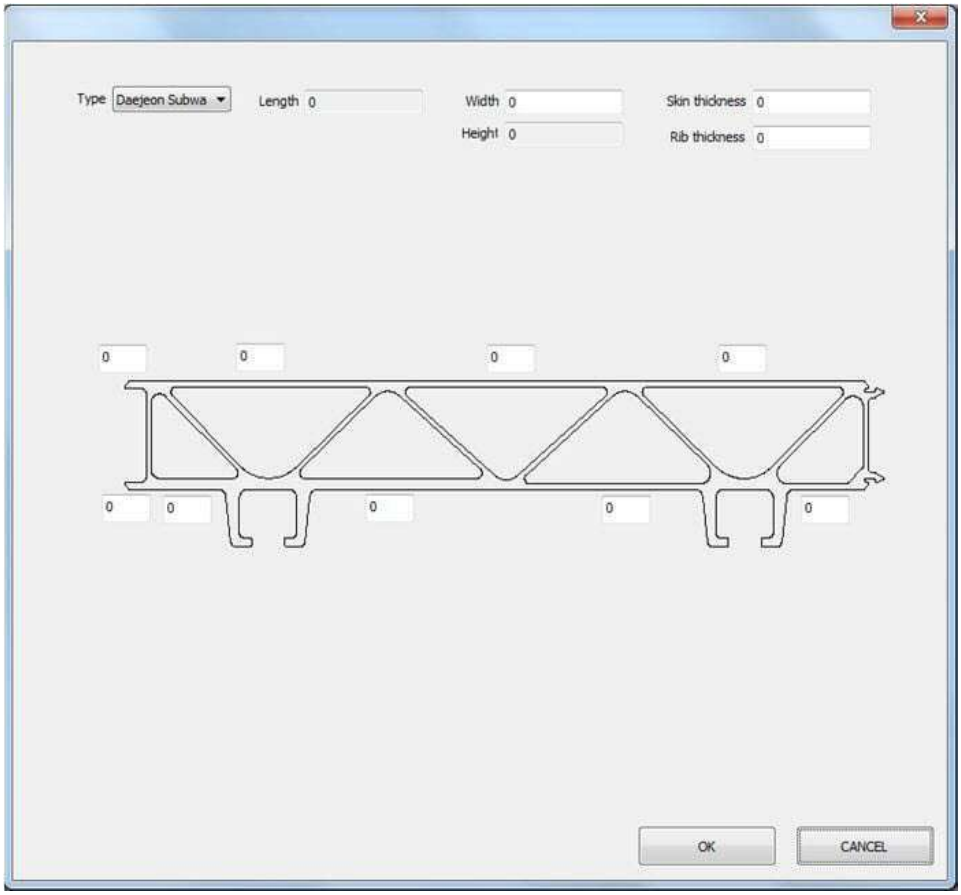
도면1



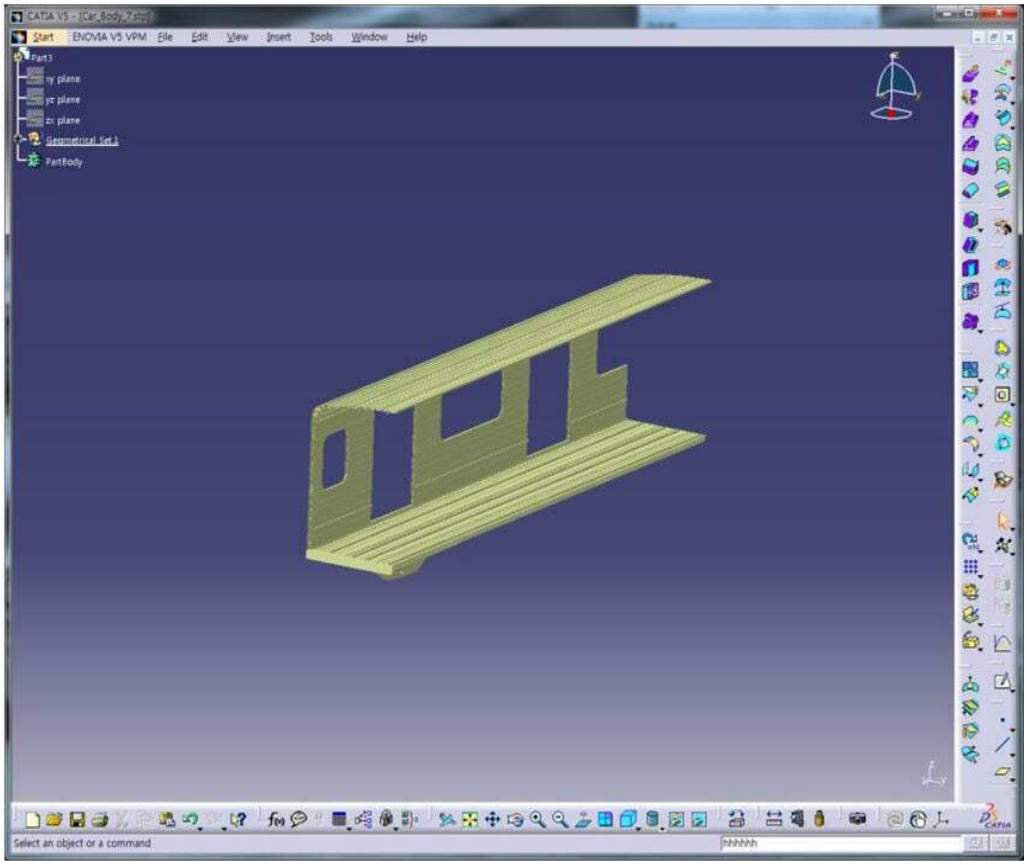
도면2



도면3


Type
Daejeon Subwa
Length 0
Width 0
Height 0
Skin thickness 0
Rib thickness 0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
OK
CANCEL

도면4


Start
ENOVIA V5 VPM
File
Edit
View
Insert
Tools
Window
Help
Part3
Geometrical Set.1
PartBody
Select an object or a command