



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0140968
(43) 공개일자 2021년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 17/007 (2019.01) G01N 3/30 (2006.01)
G06F 119/14 (2020.01)
(52) CPC특허분류
G01M 17/0078 (2019.01)
G01N 3/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0057873
(22) 출원일자 2020년05월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
기아 주식회사
서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
강해중
부산광역시 해운대구 세실로 104, 102동 1701호(좌동, 해운대좌동롯데캐슬마스터1)
정인호
울산광역시 남구 대공원로 207, 106동 1901호(신정동, 대공원 월드메르디앙)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

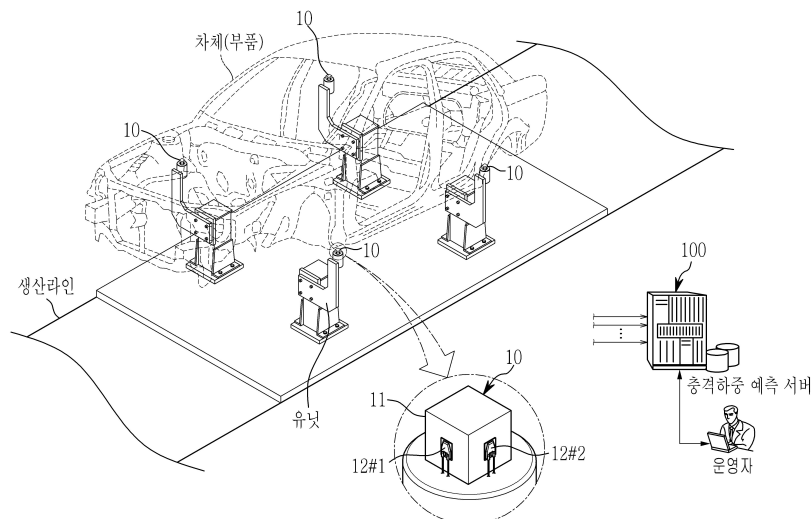
(54) 발명의 명칭 충격하중 예측 시스템 및 그 방법

(57) 요약

충격하중 예측 시스템 및 그 방법이 개시된다.

본 발명의 실시 예에 따른, 차량 생산라인의 유닛 구조물에 가해지는 외력을 측정하는 충격하중 예측 시스템은, 로드셀의 둘레를 따라 복수의 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge)를 포함하며 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 설치되는 충격 스트레인 측정 모듈 및 상기 충격 스트레인 측정 모듈을 통해 상기 유닛에 가해지는 외력에 대한 정량적 스트레인 데이터를 획득하고 시간에 따른 상기 스트레인 데이터의 분석정보를 토대로 동하중 해석에 필요한 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 서버를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06F 2119/14 (2020.01)

(72) 발명자

권선우

울산광역시 북구 달천로 103-20, 305동 801호 (달천동, 달천아이파크2차)

김동철

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교

황지영

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교

윤재근

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교

오정환

서울특별시 마포구 백범로 35, 서강대학교

명세서

청구범위

청구항 1

차량 생산라인의 유닛 구조물에 가해지는 외력을 측정하는 충격하중 예측 시스템에 있어서,

로드셀의 둘레를 따라 복수의 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge)를 포함하며, 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 설치되는 충격 스트레인 측정 모듈; 및

상기 충격 스트레인 측정 모듈을 통해 상기 유닛에 가해지는 외력에 대한 정량적 스트레인 데이터를 획득하고 시간에 따른 상기 스트레인 데이터의 분석정보를 토대로 동하중 해석에 필요한 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 서버;

를 포함하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 충격 스트레인 측정 모듈은

육면체로 구성된 상기 로드셀의 각 부착 지점과 매칭된 고유식별정보(ID)에 따른 제1 스트레인 게이지, 제2 스트레인 게이지, 제3 스트레인 게이지 및 제4 스트레인 게이지로 구분된 스트레인 데이터를 출력하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 스트레인 게이지는

상기 차체 혹은 부품의 상하차 작업이나 로봇을 활용한 용접 작업 시 상기 로드셀이 외력에 의해 변형되는 상기 스트레인 데이터를 측정하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 충격 스트레인 측정 모듈은

알루미늄(Aluminum) 및 스틸(Steel) 중 어느 하나의 로드셀 재료별 스트레인 측정 가능 범위를 도출하여 상기 외력의 크기를 9.0kN까지 직접 측정 가능하게 구성되는 충격하중 예측 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 충격하중 예측 서버는

상기 스트레인 게이지에서 측정된 스트레인 데이터를 수집하는 데이터 수집부;

충격하중 예측을 위한 하중 변환 소프트웨어로 구성되며, 상기 데이터 수집부에서 수집된 복수의 스트레인 데이터를 분석하여 평균화하는 데이터 분석부;

충격하중 예측을 위한 각종 소프트웨어, 프로그램 및 데이터를 저장하고 그 운용에 따라 생성되는 데이터를 관리하는 데이터베이스; 및

상기 등가 하중을 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 해석 외력 조건으로 입력하여 유닛에 가해진 동하중을 예측하는 제어부;

를 포함하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 데이터 수집부는

스트레인 스캐너로 구성되어 개별 스트레인 게이지와 각각 연결되고 충격 발생 시 상기 로드셀의 각 부착 위치와 매칭된 ID에 따른 개별 스트레인 데이터를 획득하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 데이터 분석부는

상기 스트레인 데이터의 평균화를 통해 변환된 평균 스트레인 데이터를 분석하여 최대치 스트레인(Peak Strain), 충격 발생 시간(Impact Time), 충격 후 스트레인(Steady State Strain)을 도출하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 데이터 분석부는

상기 평균 스트레인 데이터의 분석으로 도출된 데이터를 충격하중 해석모델의 외력조건 예측 프로그램에 입력하여 스트레인과 하중의 상관관계를 통한 상기 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 데이터베이스는

충격 해석 모델의 외력 조건 예측 소프트웨어를 저장하고, 복수의 충격조건에 대한 시뮬레이션 및 실험을 통해 상기 유닛의 절점(Panel point) 별로 복수의 해석 모델 외력 조건이 정의된 복수의 모델링 데이터를 저장하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는

상기 등가 하중을 상기 소프트웨어의 해석 프로그램에 입력하여 유닛에 대한 구조해석을 진행하되, 실제 유닛 구조물의 경계조건과 동일한 구속조건을 부여하여 상기 유닛의 충격 발생 위치를 파악하고 그 절점 별 하중 커브 도출 및 응력 집중부를 확인하는 충격하중 예측 시스템.

청구항 11

충격하중 예측 서버가 차량 생산라인의 유닛 구조물에 가해지는 외력을 측정하는 충격하중 예측 방법에 있어서,

- 로드셀의 둘레를 따라 복수의 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge)를 포함하는 충격 스트레인 측정 모듈이 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 장착되면 상기 스트레인 게이지를 초기화하는 단계;
- 상기 유닛에 외력에 의한 충격이 발생되면 상기 스트레인 게이지로부터 시간에 따른 스트레인 데이터를 수집하는 단계;
- 상기 스트레인 데이터의 분석작업을 통해 상기 수집된 4개 스트레인 데이터를 평균화 하는 단계; 및
- 상기 평균화를 통해 시간에 따른 평균 스트레인 데이터에서 최대치 스트레인, 충격 발생 시간 및 충격 후 스트레인을 분석하고, 이를 기반으로 시간에 따른 등가 하중을 도출하는 단계;

를 포함하는 충격하중 예측 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 a) 단계는,

a-1) 상기 스트레인 게이지의 출력장치를 초기화하여 스트레인을 0으로 맞추는 단계;

a-2) 스트레인 게이지의 노이즈를 측정하여 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하면 충격 실험을 개시하는 단계; 혹은

a-3) 상기 노이즈가 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하지 않으면 재초기화 하는 단계;

를 포함하는 충격하중 예측 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 a-3) 단계는,

상기 노이즈가 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하지 않은 상태에서 상한 임계치 이하의 조건을 충족하지 않으면 상기 스트레인 게이지의 고장으로 판단하여 상기 충격 스트레인 측정 모듈의 교체 이벤트를 출력하는 단계를 포함하는 충격하중 예측 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 d) 단계 이후에,

e) 상기 등가 하중을 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 입력정보로 상기 유닛에 대한 구조 해석을 진행 하여 동하중을 출력하는 단계를 더 포함하는 충격하중 예측 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 e) 단계는,

상기 유닛의 충격 발생 위치를 해석하고 절점 별 하중 커브(Load Curve)를 도출 및 응력 집중부를 확인(V-M Stress)하여 디스플레이에 출력하는 단계를 포함하는 충격하중 예측 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 충격하중 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 차량의 생산공장에서는 차체/부품의 라인이동을 위해 이송 유닛(Transfer Unit)에 탑재하거나 로봇을 이용한 차체조립 및 용접 등의 자동화 공정을 위해 지그 유닛(Jig Unit)에 탑재한 후 해당 공정작업을 수행하고 있다.

[0003] 차량 생산 시의 각 유닛에는 로봇 용접, 이송 유닛과의 충돌, 차체/부품의 상하차 등으로 인해 필연적으로 외력이 전달되며, 상기 외력의 종류에는 정하중(Static Load) 및 동하중(Dynamic Load) 등이 있다.

[0004] 최근 용접 로봇의 서보건에 의한 외력이 최소화되고 차량의 경량화로 인해, 차체를 지지해주는 각 유닛 또한 경량화될 필요가 있다. 하지만, 기존에는 동하중을 측정하는 시스템이 구축되어 있지 않아 차량 생산 시 발생하는 외력을 정량적으로 측정하지 못하는 실정이다.

[0005] 예컨대, 종래에는 스트레인 게이지(Strain Gauge)와 로드셀(loadcell)을 이용하여 차량이 관성력에 의한 효과를 제외한 정하중, 즉 중량을 얻는 여러 가지 방법이 개발되었다. 거동 양상을 확인하고자 하는 해석 구조물이 외부의 하중에 의하여 실질적으로 받는 영향에 대한 분석을 하기 위해서는 동하중(Dynamic Load)을 고려하는 것이 필수적이다. 그러나 종래의 정하중만을 고려하였을 때에는 외부의 충격하중에 의한 효과가 배제되는 문제점이 있다.

[0006] 한편, 항공기 모델링 분야에서는 항공기에 가해지는 동하중에 대한 분석과 그 방법을 제시한 기술이 있다. 이는 항공기 모델링에 특화된 방식으로 기존에 수동으로 파라미터를 입력하고 다양한 계산을 하는 과정을 소프트웨어화를 하여 자동화하는 방식을 제공한 것이다. 이는 항공기에 특화된 방식으로 기존 항공기를 해석하는 방법을 기반으로 하여 항공기의 다양한 파라미터 입력이 필수적이다. 그러므로 항공기 외에 생산공장에서 운용되는 유닛과 같은 임의의 구조물에 가해지는 충격하중에 대한 분석이 불가능하다.

[0007] 그러므로, 해석 구조물의 다양한 파라미터를 입력할 필요 없이 임의의 구조물에 가해지는 동하중에 대한 구조 해석법이 요구된다.

[0008] 이 배경기술 부문에 기재된 사항은 발명의 배경에 대한 이해를 증진하기 위하여 작성된 것으로서, 이 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술이 아닌 사항을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 실시 예는 스트레인 게이지가 부착된 충격 스트레인 측정 모듈에서 측정된 스트레인 데이터를 정량적으로 분석하여 유닛에 작용하는 동하중 구조 해석에 필요한 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따르면, 차량 생산라인의 유닛 구조물에 가해지는 외력을 측정하는 충격하중 예측 시스템은, 로드셀의 둘레를 따라 복수의 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge)를 포함하며, 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 설치되는 충격 스트레인 측정 모듈; 및 상기 충격 스트레인 측정 모듈을 통해 상기 유닛에 가해지는 외력에 대한 정량적 스트레인 데이터를 획득하고 시간에 따른 상기 스트레인 데이터의 분석정보를 토대로 동하중 해석에 필요한 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 서버;를 포함한다.

[0011] 또한, 상기 충격 스트레인 측정 모듈은 육면체로 구성된 상기 로드셀의 각 부착 지점과 매칭된 고유식별정보(ID)에 따른 제1 스트레인 게이지, 제2 스트레인 게이지, 제3 스트레인 게이지 및 제4 스트레인 게이지로 구분된 스트레인 데이터를 출력할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 스트레인 게이지는 상기 차체 혹은 부품의 상하차 작업이나 로봇을 활용한 용접 작업 시 상기 로드셀이 외력에 의해 변형되는 상기 스트레인 데이터를 측정할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 충격 스트레인 측정 모듈은 알루미늄(Aluminum) 및 스틸(Steel) 중 어느 하나의 로드셀 재료별 스트레인 측정 가능 범위를 도출하여 상기 외력의 크기를 9.0kN까지 직접 측정 가능하게 구성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 충격하중 예측 서버는 상기 스트레인 게이지에서 측정된 스트레인 데이터를 수집하는 데이터 수집부; 충격하중 예측을 위한 하중 변환 소프트웨어로 구성되며, 상기 데이터 수집부에서 수집된 복수의 스트레인 데이터를 분석하여 평균화하는 데이터 분석부; 충격하중 예측을 위한 각종 소프트웨어, 프로그램 및 데이터를 저장하고 그 운용에 따라 생성되는 데이터를 관리하는 데이터베이스; 및 상기 등가 하중을 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 해석 외력 조건으로 입력하여 유닛에 가해진 동하중을 예측하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 데이터 수집부는 스트레인 스캐너로 구성되어 개별 스트레인 게이지와 각각 연결되고 충격 발생 시 상기 로드셀의 각 부착 위치와 매칭된 ID에 따른 개별 스트레인 데이터를 획득할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 데이터 분석부는 상기 스트레인 데이터의 평균화를 통해 변환된 평균 스트레인 데이터를 분석하여 최대치 스트레인(Peak Strain), 충격 발생 시간(Impact Time), 충격 후 스트레인(Steady State Strain)을 도출할 수 있다.

- [0017] 또한, 상기 데이터 분석부는 상기 평균 스트레인 데이터의 분석으로 도출된 데이터를 충격하중 해석모델의 외력 조건 예측 프로그램에 입력하여 스트레인과 하중의 상관관계를 통한 상기 등가 하중을 도출할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 데이터베이스는 충격 해석 모델의 외력 조건 예측 소프트웨어를 저장하고, 복수의 충격조건에 따른 시뮬레이션 및 실험을 통해 상기 유닛의 절점(Panel point) 별로 복수의 해석 모델 외력 조건이 정의된 복수의 모델링 데이터를 저장할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 제어부는 상기 등가 하중을 상기 소프트웨어의 해석 프로그램에 입력하여 유닛에 대한 구조해석을 진행하되, 실제 유닛 구조물의 경계조건과 동일한 구속조건을 부여하여 상기 유닛의 충격 발생 위치를 파악하고 그 절점 별 하중 커브 도출 및 응력 집중부를 확인할 수 있다.
- [0020] 한편, 본 발명의 일 측면에 따른, 충격하중 예측 서버가 차량 생산라인의 유닛 구조물에 가해지는 외력을 측정하는 충격하중 예측 방법은, a) 로드셀의 둘레를 따라 복수의 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge)를 포함하는 충격 스트레인 측정 모듈이 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 장착되면 상기 스트레인 게이지를 초기화하는 단계; b) 상기 유닛에 외력에 의한 충격이 발생되면 상기 스트레인 게이지로부터 시간에 따른 스트레인 데이터를 수집하는 단계; c) 상기 스트레인 데이터의 분석작업을 통해 상기 수집된 4개 스트레인 데이터를 평균화 하는 단계; 및 d) 상기 평균화를 통해 시간에 따른 평균 스트레인 데이터에서 최대치 스트레인, 충격 발생 시간 및 충격 후 스트레인을 분석하고, 이를 기반으로 시간에 따른 등가 하중을 도출하는 단계;를 포함한다.
- [0021] 또한, 상기 a) 단계는, a-1) 상기 스트레인 게이지의 출력장치를 초기화하여 스트레인을 0으로 맞추는 단계; a-2) 스트레인 게이지의 노이즈를 측정하여 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하면 충격 실험을 개시하는 단계; 혹은 a-3) 상기 노이즈가 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하지 않으면 재초기화 하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 a-3) 단계는, 상기 노이즈가 하한 임계치 이하의 초기화 상태 조건을 충족하지 않은 상태에서 상한 임계치 이하의 조건을 충족하지 않으면 상기 스트레인 게이지의 고장으로 판단하여 상기 충격 스트레인 측정 모듈의 교체 이벤트를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 d) 단계 이후에, e) 상기 등가 하중을 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 입력정보로 상기 유닛에 대한 구조 해석을 진행 하여 동하중을 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 e) 단계는, 상기 유닛의 충격 발생 위치를 해석하고 절점 별 하중 커브(Load Curve)를 도출 및 응력 집중부를 확인(V-M Stress)하여 디스플레이에 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명의 실시 예에 따르면, 충격하중 예측 시스템을 통해 차량 생산 시 차체를 지지하는 유닛에서 발생하는 외력을 정량적으로 측정할 수 있고 이를 고려한 유닛의 두께 및 형상 최적화를 통한 경량화 설계가 가능한 효과가 있다.
- [0026] 또한, 충격체를 모델링할 필요가 없어 유한요소해석 모델 구성하는데 편리함이 있으며 실제 측정된 스트레인 데이터의 분석 정보를 입력하여 간단하게 유닛 구조물에 작용하는 시간에 따른 등가 하중을 도출함으로써 빠르고 정확한 해석이 가능한 효과가 있다.
- [0027] 또한, 충격하중 예측 시스템은 차량의 생산라인에서 발생하는 외력을 측정하는 것에 국한되지 않고 충격이 발생하는 모든 물체의 충격 하중을 예측할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 차량공장에 충격하중 예측 시스템에 적용된 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 충격 발생 시 4개 스트레인 데이터를 평균화한 평균 스트레인 데이터를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 충격해석 모델을 통한 충격해석 모델의 외력 조건 예측 방법을 나타낸다.

도 5 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 스트레인과 하중의 상관관계를 도출하는 방법을 나타낸다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 검증 방법 및 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0031] 명세서 전체에서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다.
- [0032] 명세서 전체에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결된다'거나 '접속된다'고 언급되는 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '직접 연결된다'거나 '직접 접속된다'고 언급되는 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 아니하는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0033] 명세서 전체에서, 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0034] 명세서 전체에서, '포함한다', '가진다' 등과 관련된 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 본 명세서에서 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 포함한다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0036] 이제 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템 및 그 방법에 대하여 도면을 참조로 하여 상세하게 설명한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 차량공장에 충격하중 예측 시스템에 적용된 개념도이다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다.
- [0039] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템은 차체 혹은 부품이 탑재되는 유닛에 설치되는 충격 스트레인 측정 모듈(10) 및 상기 충격 스트레인 측정 모듈(10)을 통해 상기 유닛에 가해지는 외력에 대한 정량적 스트레인 데이터를 획득하고, 시간에 따른 상기 스트레인 데이터의 분석정보를 토대로 동하중 해석에 필요한 등가 하중을 도출하는 충격하중 예측 서버(100)를 포함한다.
- [0040] 상기 유닛은 생산공장에서 차체/부품의 라인이동을 위한 이송 유닛(Transfer Unit) 및 로봇 용접을 위해 차체/부품을 고정하는 지그 유닛(Jig Unit)을 포함한다. 또한, 상기 외력은 차량 생산 시 로봇 용접, 차체/부품의 상하차 등으로 인해 해당 유닛에 가해지는 정하중(Static Load) 및 동하중(Dynamic Load)을 포함한다.
- [0041] 충격 스트레인 측정 모듈(10)은 도 1과 같이 육면체로 구성된 로드셀(11)의 둘레를 따라 4개 측면에 각각 부착된 스트레인 게이지(Strain Gauge, SG)(12)를 포함한다. 단, 도 2에서는 4개의 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)

를 표현하기 위하여 로드셀(11)의 4개 측면을 2차원 평면에 전개된 형상으로 도시하였다.

- [0042] 스트레인 게이지(12)는 차체/부품의 상하차 작업이나 용접 작업 시 로드셀(11)이 외력에 의해 변형되는 스트레인 데이터를 측정한다.
- [0043] 충격 스트레인 측정 모듈(10)은 로드셀(11)의 각 부착 위치(지점)와 매칭된 고유식별정보(ID)에 따라 제1 스트레인 게이지(12#1), 제2 스트레인 게이지(12#2), 제3 스트레인 게이지(12#3) 및 제4 스트레인 게이지(12#4)로 구분된 스트레인 데이터를 출력할 수 있다.
- [0044] 충격 스트레인 측정 모듈(10)은 다양한 크기의 외력(이하, 충격과 동일한 의미를 가짐)에 따른 스트레인 측정을 위해 다양한 크기와 규격으로 제작될 수 있다.
- [0045] 예컨대, 충격 스트레인 측정 모듈(10)은 알루미늄(Aluminum) 및 스틸(Steel) 등의 로드셀(11) 재료별 스트레인 측정 가능 범위를 도출하여 외력의 크기를 0.05 ~ 9.0kN까지 직접 측정이 가능하게 구성될 수 있다.
- [0046] 충격하중 예측 서버(100)는 데이터 수집부(110), 데이터 분석부(120), 데이터베이스(DB)(130) 및 제어부(140)를 포함한다.
- [0047] 데이터 수집부(110)는 스트레인 스캐너로 구성되어 충격 스트레인 측정 모듈(10)을 모니터링하고, 외력에 의한 유닛에 충격 발생 시 각 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)에서 측정된 스트레인 데이터를 수집한다.
- [0048] 데이터 수집부(110)는 스트레인 측정 모듈(10)에 포함된 개별 스트레인 게이지(12#1~12#4)와 연결되고, 충격 발생 시 로드셀(11)의 각 부착 지점과 매칭된 상기 ID에 따른 개별 스트레인 데이터를 획득할 수 있다. 또한, 데이터 수집부(110)는 로드셀(11)을 통해 차차 탑재에 따른 충격 시의 하중을 수집할 수 있다.
- [0049] 데이터 분석부(120)는 충격하중 예측을 위한 하중 변환 소프트웨어로 구성될 수 있으며, 충격 시 데이터 수집부(110)에서 수집된 스트레인 데이터를 분석한다.
- [0050] 데이터 분석부(120)는 상기 하중 변환 소프트웨어의 실행으로 충격 발생 시 로드셀(11)에서 발생한 4개 스트레인 데이터를 평균화하는 데이터 분석 작업을 수행한다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 충격 발생 시 4개 스트레인 데이터를 평균화한 평균 스트레인 데이터를 나타낸다.
- [0052] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 충격해석 모델을 통한 충격해석 모델의 외력 조건 예측 방법을 나타낸다.
- [0053] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 분석부(120)는 상기 평균화를 통해 변환된 시간에 따른 평균 스트레인 데이터에서 최대치 스트레인(Peak Strain), 충격 발생 시간(Impact Time), 충격 후 스트레인(Steady State Strain)을 분석하고 이를 기반으로 시간에 따른 등가 하중을 도출한다.
- [0054] 데이터 분석부(120)는 상기 도출된 최대치 스트레인(Peak Strain), 충격 발생 시간(Impact Time), 충격 후 스트레인(Steady State Strain)을 충격하중 해석모델의 외력조건 예측 프로그램에 입력하여 스트레인과 하중의 상관관계를 통한 등가 하중을 도출한다.
- [0055] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 스트레인과 하중의 상관관계를 도출하는 방법을 나타낸다.
- [0056] 먼저, 도 5를 참조하면, 데이터 분석부(120)는 실험(Simulation)을 통해 도 2와 같이 충격 스트레인 측정 모듈(10)에 정량적 충격 하중을 가하는 압축 시험기(Universal Testing Machine)를 구비하여 하중을 가하고 그에 따른 스트레인 상관관계를 분석한다.
- [0057] 구체적으로, 압축 시험기를 통해 이미 알고 있는 하중을 충격 스트레인 측정 모듈(10)에 가함과 동시에 상기 하중으로 인해 발생하는 스트레인을 측정한다. 위와 동일한 과정을 다양한 하중에 대해 진행한 결과, 스트레인과 하중 사이에 리니어(linear)한 상관 관계를 도출할 수 있다. 데이터 분석부(120)는 위와 같은 과정을 여러 회 진행 하여 보다 정확한 스트레인과 하중 간의 상관관계를 도출할 수 있다.
- [0058] 또한, 도 6을 참조하면, 도 5의 실험 과정과 동일한 조건을 기반으로 일정 무게의 추를 자유낙하로 충격 스트레인 측정 모듈(10)에 떨어트리는 낙추 시험을 진행하여 동적(Dynamic) 해석을 통한 충격 하중과 스트레인 간의 상관관계를 도출할 수 있다.
- [0059] 또한, 도 7을 참조하면, 위의 실험과 해석을 통해 도출한 하중과 스트레인 관계를 비교할 때, 해석(Simulation) 결과 또한 실험(Experiment) 결과와 비슷한 상관 관계를 보이며, 각각 도출한 관계식의 차이가 최대 5% 이하로

나타난다.

- [0060] DB(130)는 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 운용을 위한 각종 소프트웨어, 프로그램 및 데이터를 저장하고, 그 운용에 따라 생성되는 데이터를 관리한다.
- [0061] 예컨대, DB(130)는 충격 해석 모델의 외력 조건 예측 소프트웨어를 저장하고, 각종 시뮬레이션 및 실험으로 다양한 해석 모델 외력 조건이 정의된 다양한 모델링 데이터를 저장할 수 있다. 이 때, DB(130)는 유닛의 절점(Panel point) 별로 다양한 해석 모델 외력 조건이 정의된 다양한 모델링 데이터를 저장할 수 있다.
- [0062] 제어부(140)는 생산라인의 공정 제어를 수행하는 중앙처리장치로써, 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 운용을 위한 상기 각부의 전반적인 동작을 제어한다.
- [0063] 제어부(140)는 데이터 수집부(110)를 통해 충격 스트레인 측정 모듈(10)에서 실시간으로 측정된 스트레인 데이터를 수집하고, 데이터 분석부(120)를 통한 상기 스트레인 데이터의 평균화 작업 처리 후 최대치 스트레인, 충격 후 스트레인, 충격 시간 도출 및 그에 따른 등가 하중 도출 데이터를 동적(Dynamic) 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 해석 외력 조건으로 입력하여 유닛에 가해진 동하중을 예측한다.
- [0064] 제어부(140)는 데이터 분석부(120)를 통해 도출된 등가 하중을 상기 예측 소프트웨어의 해석 프로그램에 입력하여 유닛에 대한 구조해석을 진행한다. 이때의 해석 진행 시 실제 유닛 구조물의 경계조건과 동일한 구속조건을 부여할 수 있다.
- [0065] 제어부(140)는 상기 구조해석을 통해 유닛의 충격 발생 위치를 해석하고 그 절점 별 하중 커브(Load Curve) 도출 및 응력 집중부를 확인할 수 있다.
- [0066] 한편, 전술한 충격하중 예측 시스템의 구성을 바탕으로 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 방법을 설명하되, 그 주체를 제어부(140)를 포함하고 있는 충격하중 예측 서버(100)로 하여 설명하도록 한다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.
- [0068] 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 서버(100)는 생산라인에서 운용되는 유닛의 외력이 발생하는 위치에 로드셀(11)의 각 측면에 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)가 부착된 충격 스트레인 측정 모듈(10)이 장착되면(S1), 상기 복수의 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)를 초기화한다(S2). 이 때, 충격 스트레인 측정 모듈(10)을 장착하는 과정에서 어느 하나의 스트레인 게이지(12)의 미세한 변형으로 인하여 초기값이 0이 아닌 특정 값으로 출력될 수 있다. 따라서, 충격하중 예측 서버(100)는 충격 스트레인 측정 모듈(10)이 장착된 후 모든 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)의 출력장치를 초기화하여 스트레인을 0으로 맞춰준다.
- [0069] 충격하중 예측 서버(100)는 상기 초기화 후 스트레인 게이지(12#1 ~ 12#4)의 노이즈를 측정하여 일정 기준의 초기화 상태 조건을 충족하는지 확인한다(S3).
- [0070] 예컨대, 충격하중 예측 서버(100)는 스트레인 게이지의 노이즈 값이 $5\mu m$ 인 것을 감안하여, 상기 측정된 노이즈가 하한 임계치로 설정된 $5\mu m$ 이하를 충족하지 않으면(S4; 아니오), 상기 S2 단계로 돌아가 재초기화를 수행할 수 있다. 다만, 충격하중 예측 서버(100)는 상기 측정된 노이즈가 하한 임계치로 설정된 $5\mu m$ 를 초과하고 상한 임계치로 설정된 $20\mu m$ 이하인 조건을 충족하지 않으면(S5; 아니오), 스트레인 게이지의 고장으로 판단하여 충격 스트레인 측정 모듈(10)의 교체 이벤트 알람을 출력한다. 이에 충격 스트레인 측정 모듈(10)의 교체 후 리턴 될 수 있다.
- [0071] 반면에, 충격하중 예측 서버(100)는 상기 측정된 노이즈가 $5\mu m$ 이하인 조건을 충족하면(S4; 예), 정상상태로 판단하여 충격 실험을 개시한다(S7). 여기서, 충격 실험은 생산라인에서 차체/부품(FLR COMPLE, BIW 등)을 유닛에 탑재하는 과정에서 실제 충격이 발생하는 조건과 동일하게 진행된다.
- [0072] 충격하중 예측 서버(100)는 유닛에 차체/부품을 탑재 시 외력에 의한 충격이 발생되면 충격 스트레인 측정 모듈(10)을 통해 시간에 따른 스트레인 데이터를 수집한다(S8).
- [0073] 충격하중 예측 서버(100)는 하중 변환 소프트웨어를 실행한 데이터 분석작업을 통해 상기 충격 발생 시 충격 스트레인 측정 모듈(10)에서 수신된 4개 스트레인 데이터를 평균화 한다(S9).
- [0074] 충격하중 예측 서버(100)는 상기 평균화를 통해 시간에 따른 평균 스트레인 데이터에서 최대치 스트레인, 충격 발생 시간(예; 0.01초 동안 Contact 발생) 및 상기 충격 후 충격체의 자중으로 인한 충격 후 스트레인을 분석하고(S10), 이를 기반으로 시간에 따른 등가 하중을 도출한다(S11).

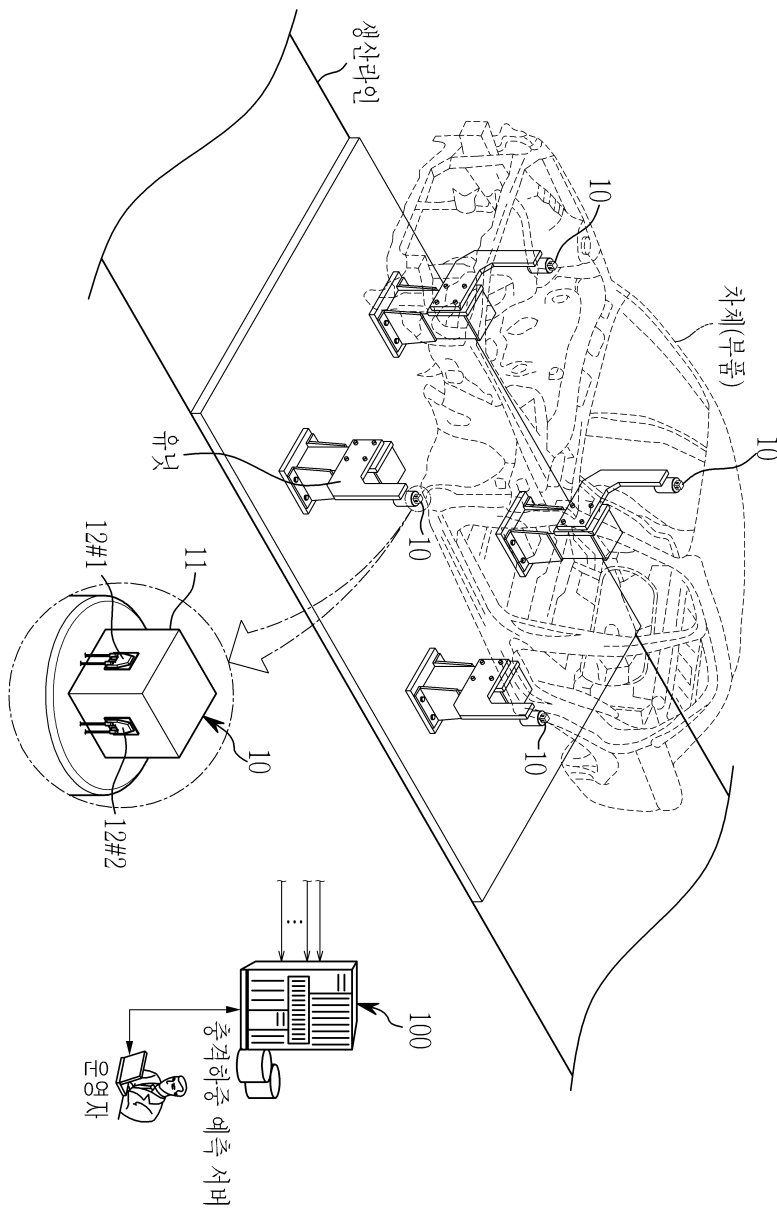
- [0075] 충격하중 예측 서버(100)는 도출된 상기 등가 하중을 충격 해석모델의 외력조건 예측 소프트웨어의 입력정보로 상기 유닛에 대한 구조 해석을 진행 하여 동하중을 출력한다. 상기 해석 진행 시 실제 유닛의 구조물 경계조건과 동일한 구속조건을 부여한다.
- [0076] 이 때, 충격하중 예측 서버(100)는 유닛의 충격 발생 위치를 해석하고 절점 별 하중 커브(Load Curve)를 도출할 수 있고(S12), 응력 집중부를 확인(V-M Stress)하여 디스플레이에 출력할 수 있다(S13).
- [0077] 이후, 충격하중 예측 서버(100)는 유닛의 이동/이송에 따른 구조물 거동 분석을 진행할 수 있다.
- [0078] 한편, 도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템의 검증 방법 및 결과를 나타낸다.
- [0079] 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템을 사용한 해석 결과의 스트레인과 실험을 통해 유닛의 여러 부위에서 측정(실측)한 스트레인을 비교한 검증 결과를 보여준다.
- [0080] 상기 검증은 도 1과 같이 유닛의 끝단에 위치한 원기둥 구조물 상에 충격 스트레인 측정 모듈(10)을 장착한 후 차체 부재 탑재에 따른 스트레인 데이터를 분석 및 해석하였고, 동시에 상기 유닛의 절점(Panel point) 별 3곳 영역에 직접 스트레인 게이지(12)를 부착하여 실험 스트레인을 측정한 두 결과를 비교하는 방식으로 진행한 것이다.
- [0081] 유닛에 차체/부품을 탑재 시의 외력에 따라 각 영역에서는 인장 및 압축 응력이 발생되었으며, 그 충격하중 예측 시스템을 통해 도출한 해석과 실험의 피크 스트레인 차이는 대부분 5~7 차이로 거의 유사한 예측결과가 나타났다.
- [0082] 이와 같이, 본 발명의 실시 예에 따르면, 충격하중 예측 시스템을 통해 차량 생산 시 차체를 지지하는 유닛에서 발생하는 외력을 정량적으로 측정할 수 있고 이를 고려한 유닛의 두께 및 형상 최적화를 통한 경량화 설계가 가능한 효과가 있다.
- [0083] 또한, 충격체를 모델링할 필요가 없어 유한요소해석 모델 구성하는데 편리함이 있으며 실제 측정된 스트레인 데이터의 분석 정보를 입력하여 간단하게 유닛 구조물에 작용하는 시간에 따른 등가 하중을 도출함으로써 빠르고 정확한 해석이 가능한 효과가 있다.
- [0084] 이상에서는 본 발명의 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시 예에만 한정되는 것은 아니며 그 외의 다양한 변형이 가능하다.
- [0085] 예컨대, 전술한 본 발명의 실시 예에서는 유닛에 차체/부품을 상하차 시 외력을 측정하는 것을 위주로 설명하였으나, 본 발명의 실시 예는 이에 한정되지 않으며 지그 유닛에 고정된 차체/부품에 로봇을 이용한 용접작업 시 유닛에 가해지는 외력을 측정하는 등 다양한 물체에 가해지는 외력을 정량적으로 해석할 수 있다.
- [0086] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 충격하중 예측 시스템은 단순히 생산라인에서 차체부품의 상하차 시 발생하는 외력을 측정하는 것에 국한되지 않고 충격이 발생하는 모든 물체의 충격 하중을 예측하여 차세대 경량화 생산라인 개발에 활용 가능한 효과가 있다.
- [0087] 본 발명의 실시 예는 이상에서 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시 예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0088] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

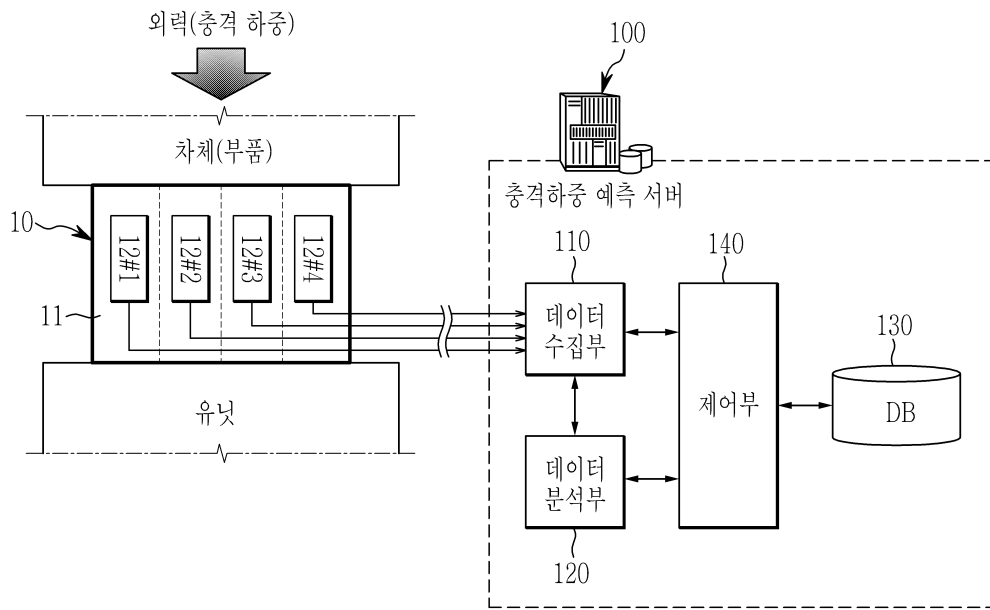
- | | | |
|--------|-------------------|-----------------|
| [0089] | 10: 충격 스트레인 측정 모듈 | 11: 랩토텐 |
| | 12: 스트레인 게이지 | 100: 충격하중 예측 서버 |
| | 110: 데이터 수집부 | 120: 데이터 분석부 |
| | 130: 데이터베이스(DB) | 140: 제어부 |

도면

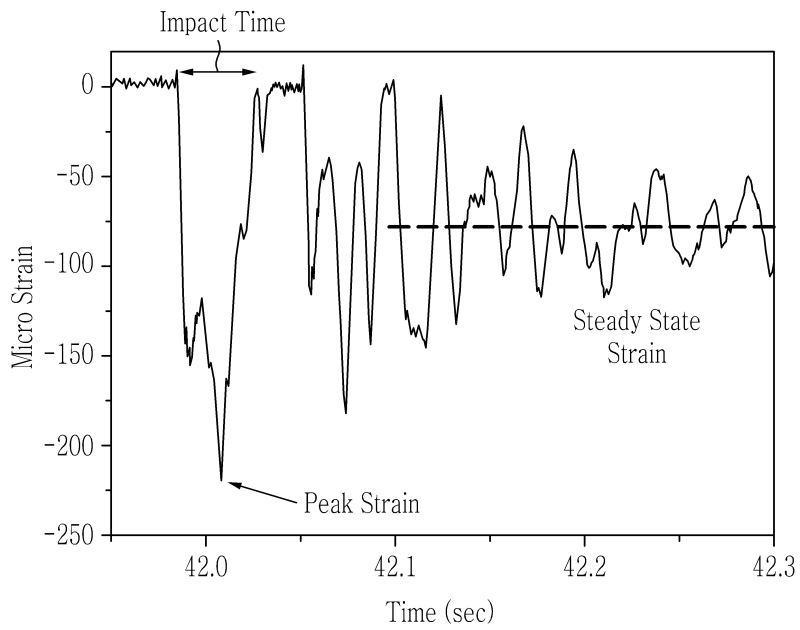
도면1



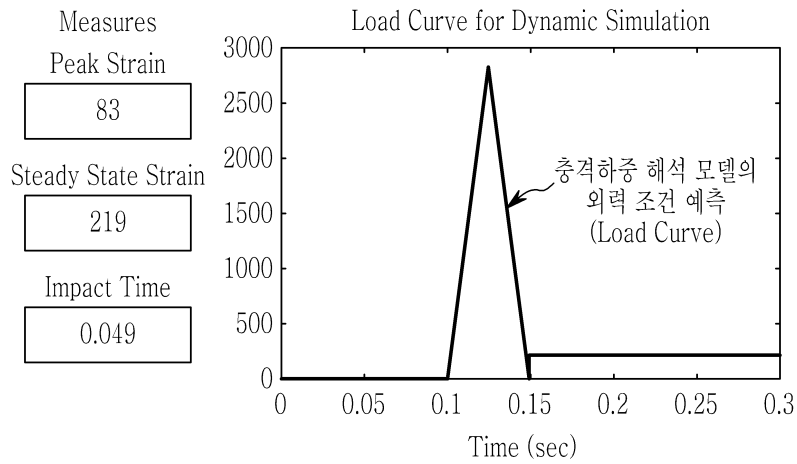
도면2



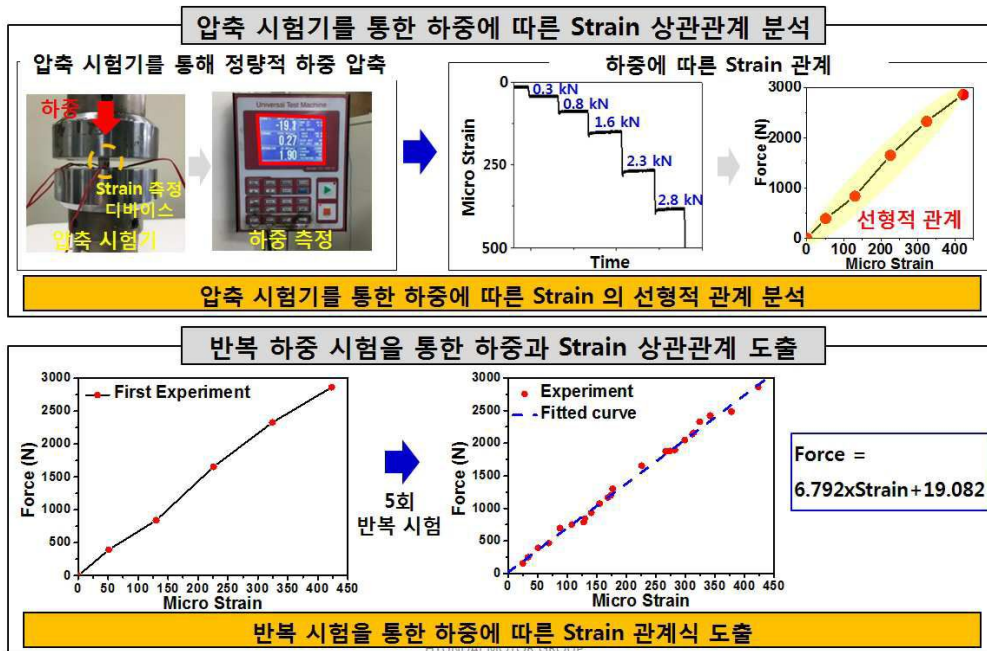
도면3



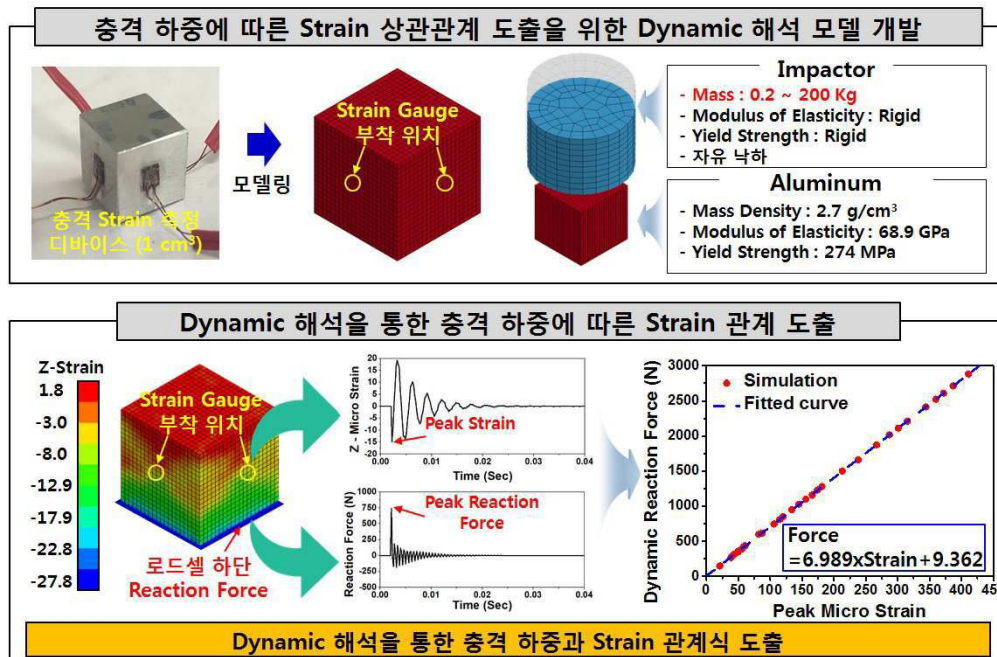
도면4



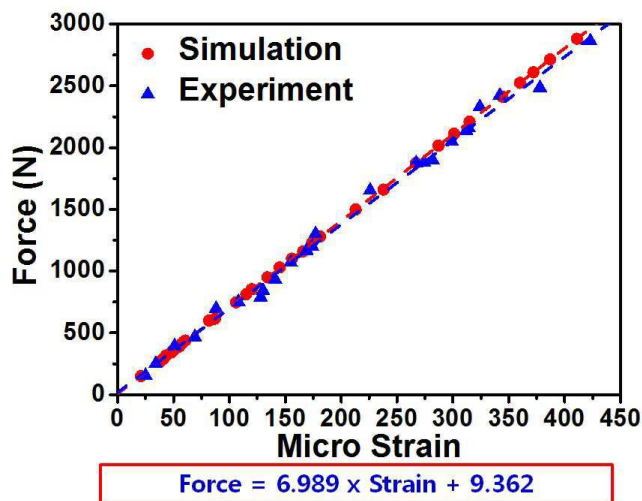
도면5



도면6

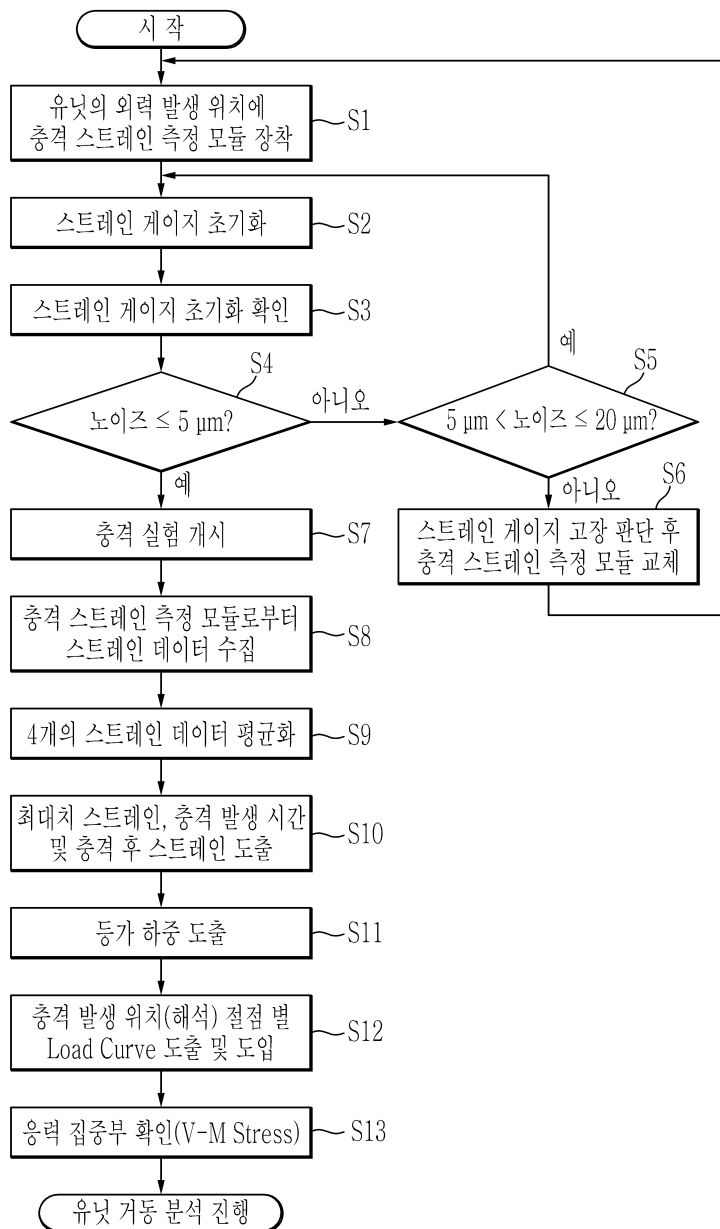


도면7

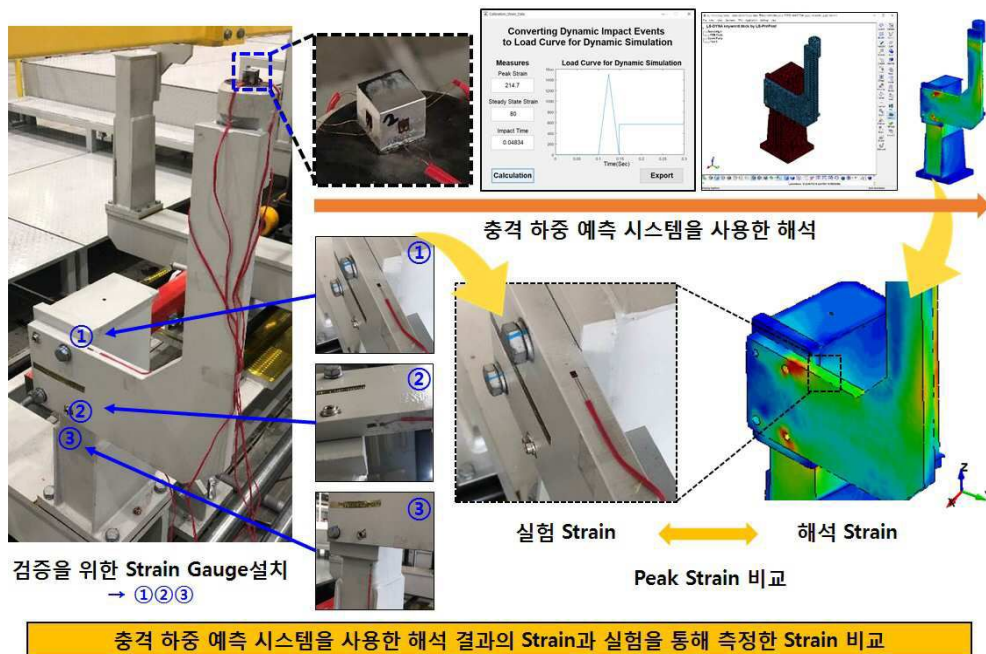


실험과 해석을 통해 각각 도출한 관계식 차이 최대 5 %

도면8



도면9



도면10

