
나노압입 기법을 활용한 시험장치



대표발명자 : 김승억 교수

나노압입 기법을 활용한 시험장치

□ 기술개요

□ 본 기술은 구조용 강재 용접부의 건전성 지표 결정 시스템 및 방법에 관한 것으로, 퍼지 멤버십 함수에 대한 유사도를 산출하여 건전성 지표를 0과 1 사이의 값으로 산출하는 구조용 강재 용접부의 건전성 지표 결정 시스템 및 방법에 관한 것임

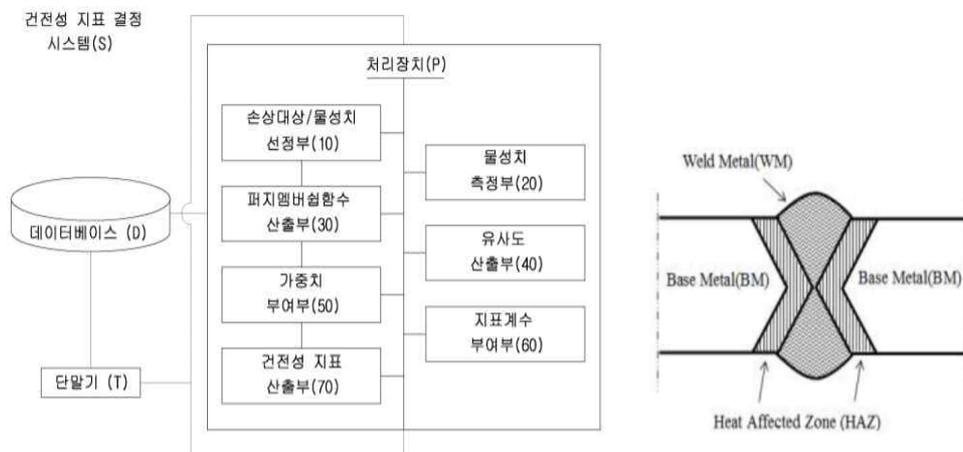
□ 기존 기술의 문제점:

- 기존 구조용 강재 용접부의 건전성 파악을 위하여 비파괴 검사가 이루어지고 있음
- 비파괴 검사는 강재에 손상을 주지 않은 장점이 있으나 물리적인 결함 검사에 한정됨
- 또한 비파괴 검사는 현장에서 직접 이루어져야만 하고 오차가 발생하기 쉬운 단점이 있음

□ 본 기술은 나노압입 실험을 바탕으로 강재에 부담을 주지 않으면서 건전성 지표를 결정할 수 있음

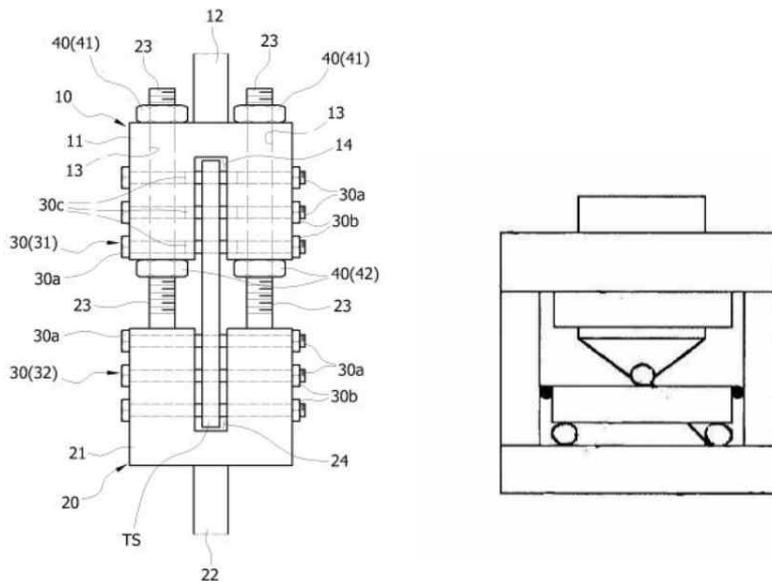
□ 기술의 특징 및 우수성

※ 구조용 강재 용접부의 건전성 지표 결정 시스템 및 방법 (10-1864335)



- 나노압입 실험을 바탕으로 구조용 강재에 구조적 부담을 주지 않으면서도 측정된 물성치를 바탕으로 구조용 강재의 건전성 지표를 결정할 수 있음
- 사용연한에 따라 지속적으로 관리가 요구되는 용접부의 피로도, 잔류응력 및 충격 등의 손상정도를 간편하게 산출할 수 있고, 용접부를 구성하는 강재, 용접모재 및 열영향부를 종합적으로 고려하여 용접부의 건전성을 결정할 수 있음
- 용접부의 형상에 따라서 각영역의 중요도를 달리 고려할 수 있는 구조용 강재 용접부의 건전성 지표 결정 시스템 및 방법을 제공할 수 있음
- 유사도 산출부가 산출된 대상 퍼지멤버쉽함수와 데이터베이스의 퍼지멤버쉽함수에 대한 유사도를 산출하며, 건전성 지표 산출부가 산출된 유사도를 바탕으로 건전성 지표를 0과 1 사이의 값으로 산출
- 퍼지 멤버쉽함수 산출부 $\mu = \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{\sigma^2}\right)$ (μ 는 퍼지멤버쉽, m 은 평균, σ 는 표준편차)
- 유사도 산출부 $\lambda(A,B) = \frac{1}{2} \left\{ \exp\left[-\frac{(m_A - m_B)^2}{(\sigma_A + \sigma_B)^2}\right] + 1 \right\}$ (λ 는 유사도, A는 대상 강재 용접부, B는 데이터베이스)

※ 시험체의 잔류 응력 도입장치 (10-1670064)



- 인덴테이션(indentation)이란, 시험체의 기계적 성질을 분석하기 위한 방법 중 하나로서, 다양한 형상의 다이아몬드 압입자를 재료에 압입한 후 그 압입자 국과 압입 시의 하중을 비교, 분석하여 시험체의 경도나 파괴인성 등을 정밀하게 측정하기 위한 방법임

- 인덴테이션을 통한 잔류 응력상태의 해석을 수행하기 위해서는 시험체에 일정한 잔류 응력을 도입하여 잔류 응력이 유지된 상태를 확보하여야 함
- 통상적으로 잔류 응력을 도입하기 위한 기구로서 UTM(Universal Testing Machine)을 사용하나, UTM에 고정된 시험체를 바탕으로 추가적인 압입실험을 수행하는 것에는 많은 제약이 따를 수 밖에 없었음
- 선행기술문헌(대한민국 실용신안공보 제20-0312482호 '외부하중이 인가된 시편의 나노인덴테이션용 실험 치구'(2003.04. 23. 등록)은 시험체에 가해지는 외부하중을 임의로 변화시키면서 이 외부하중이 유지된 상태로 나노인덴테이션 실험을 수행하고자 개발되었으나, 꺾임시험(bending test)을 통하여 외부하중을 인가하는바, 시험체의 단면 위치에 따라 선형의 인장력과 압축력 분포가 도입되어 균일한 응력분포를 확보할 수 없는 문제점이 있음
- 본 기술은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, UTM을 이용하여 시험체에 외부하중을 인가하되, 추가적인 압입실험을 수행할 수 있도록 분리할 수 있으며, 시험체의 단면 위치와 무관하게 균일한 응력분포를 확보할 수 있는 시험체의 잔류 응력 도입장치를 제공하는데 그 목적이 있음
- 또한 시험체의 잔류 응력 도입장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양단의 제1,2 로딩바를 UTM에 체결하여 외부하중을 인가하고, 서포팅 컬럼을 고정하여 시험체에 균일한 잔류 응력을 도입함으로써, 잔류 응력에 따른 추가적인 압입실험 결과의 차이를 연구하기 위한 시험체의 잔류 응력 도입장치에 관한 것임

□ 기술적 효과

- 나노기술을 활용하여 용접부의 탄소성 성질을 산정하는 방법을 결정
- 구조용 강재의 잔류응력에 따른 미세구조의 특성변화를 파악하여, 잔류응력 측정기술 확보
- 구조용 강재 용접연결부의 피로도에 따른 미세구조의 특성변화를 파악하여, 용접부 피로도 측정기술 확보
- 강구조 용접부의 응력집중 현상과 연계하여 용접 연결부의 건전성을 확인할 수 있는 비파괴 검사 기술 개발
- 강구조 용접부의 건전성 평가에 대해 기존 선진국 기술과 대등한 위치를 확보하여 보다 정확하고 합리적인 안전 및 유지관리 기술 확보

□ **경제적 효과**

- 비파괴 검사 장비를 개발하여 저렴하게 용접연결부의 안전성 평가가 가능함
- 효율적인 용접연결부의 건전성 평가를 통해 강구조물의 재해 및 붕괴에 따른 인명과 경제적 손실 예방
- 나노기술을 이용한 강구조 용접부의 비파괴 검사 장비를 개발하여 수출 가능함

□ **기술의 적용분야**

- 시설물 안전 및 유지관리산업에 활용 가능한 대상구조물(교량, 철도레일, 원전구조물, 건축구조물, 플랜트 구조물, 항만구조물 등)

□ **특허현황**

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	시험체의 잔류 응력 도입장치	10-2015-0155799 (2015.11.06)	10-1670064 (2016.10.21)	한국
2	구조용 강재 용접부의 건전성 지표 결정 시스템 및 방법	10-2017-0052870 (2017.04.25)	10-1864335 (2018.05.29)	한국