



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월08일
(11) 등록번호 10-1655837
(24) 등록일자 2016년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/12 (2006.01) G01L 19/00 (2006.01)
G01N 3/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/12 (2013.01)
G01L 19/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0035175
(22) 출원일자 2015년03월13일
심사청구일자 2015년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP05057650 U*
JP11160190 A*
JP08122234 A
JP2014119422 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김진원
광주광역시 남구 효사랑길 14, 108동 904호(봉선동, 포스코더샵아파트)
엄기현
충청북도 제천시 의병대로26다길 19(동현동)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 한별

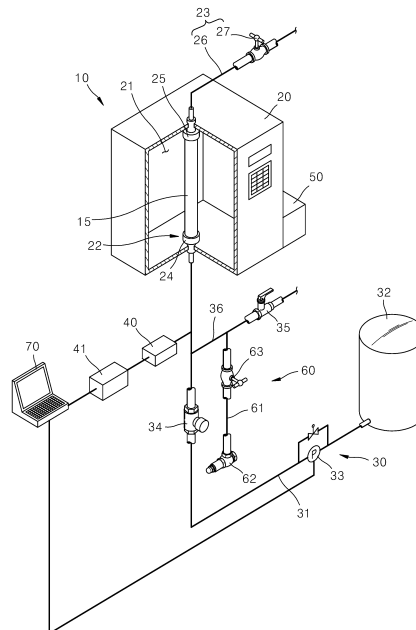
(54) 발명의 명칭 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법

(57) 요약

본 발명은 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험 방법에 관한 것으로서, 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치는 내부에 실험대상 튜브가 설치되는 내부공간이 마련된 하우징과, 공급관에 의해 상기 튜브에 연결되며, 상기 튜브 내부로 가압수를 주입하여 상기 튜브의 내부압력을 증가시키는 가압유닛과, 상

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



기 튜브 또는 공급관에 설치되어 상기 튜브의 내부압력을 측정하는 압력측정기와, 고온 상태에서 상기 튜브의 파열시험이 가능하도록 상기 하우스 내부에 설정된 설정온도로 가열시키는 가열부와, 상기 공급관에 설치되는 것으로서, 상기 가열부에 의해 상기 하우스의 내부가 상기 설정온도로 가열시 상기 튜브 내부의 압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 유압유지부와, 상기 압력측정기로부터 측정된 압력 데이터를 저장하는 압력저장부를 구비한다.

본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법은 파열시험을 고온의 환경에서 시행할 수 있도록 시편이 설치된 하우스를 가열하는 가열부가 마련되어 있으므로 원자력 발전소와 같이 고온·고압의 환경에서 운전되는 튜브에 대한 파열 압력을 측정할 수 있는 장점이 있다.

또한, 유압유지부에 의해 시편을 가열하는 과정에 시편 내부의 압력을 일정하게 유지시킬 수 있으므로 수압을 이용한 튜브 파열 시험을 가능하게 하며, 실제 고온·고압에서 수압이 작용되는 튜브에서 발생하는 파열 현상을 정확히 모사할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01N 3/18 (2013.01)
G01N 2203/0048 (2013.01)
G01N 2203/0067 (2013.01)
G01N 2203/0202 (2013.01)
G01N 2203/0204 (2013.01)
G01N 2203/0226 (2013.01)
G01N 2203/0611 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415137824
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	원자력융합핵심기술개발
연구과제명	증기발생기 전열관 다중/복합 응력부식 표면균열 성장 및 파열 거동 평가 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	순천대학교 산학협력단
연구기간	2014.10.01 ~ 2015.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

내부에 실험대상 튜브가 설치되는 내부공간이 마련된 하우징과;

공급관에 의해 상기 튜브에 연결되며, 상기 튜브 내부로 가압수를 주입하여 상기 튜브의 내부압력을 증가시키는 가압유닛과;

상기 튜브 또는 공급관에 설치되어 상기 튜브의 내부압력을 측정하는 압력측정기와;

고온 상태에서 상기 튜브의 파열시험이 가능하도록 상기 하우징 내부를 설정된 설정온도로 가열시키는 가열부와;

상기 공급관에 설치되는 것으로서, 상기 가열부에 의해 상기 하우징의 내부가 상기 설정온도로 가열시 상기 튜브 내부의 압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 유압유지부와;

상기 압력측정기로부터 측정된 압력 데이터를 저장하는 압력저장부;를 구비하고,

상기 유압유지부는

상기 공급관에 연통되어 상기 공급관으로부터 상기 가압수를 배출시키는 배출관과;

상기 배출관에 설치되어 상기 튜브 내부의 압력이 상기 설정압력을 초과하면 상기 배출관을 개방시키는 릴리프 밸브와;

상기 가열부에 의해 상기 하우징 내부의 온도를 상기 설정온도까지 가열하는 동안 상기 튜브 내부의 압력이 상기 설정압력보다 높아지면 상기 릴리프밸브를 통해 상기 가압수가 배출될 수 있도록 상기 배출관을 개방시키되, 상기 하우징 내부의 온도가 상기 설정온도에 도달한 다음, 상기 파열시험을 위해 상기 가압유닛을 통해 상기 튜브의 내부압력을 증가시 상기 배출관을 폐쇄할 수 있도록 상기 가압수의 흐름 방향을 기준으로 상기 릴리프밸브 전방의 상기 배출관에 설치되는 개폐밸브;를 구비하는 것을 특징으로 하는 고온 튜브 파열 시험장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가압유닛은

상기 공급관에 연결되며, 내부에 상기 가압수가 수용된 수용탱크와,

상기 공급관에 설치되어 상기 수용탱크 내부에 수용된 상기 가압수를 상기 튜브로 공급하는 가압펌프와,

상기 공급관에 설치되어 상기 수용탱크로부터 상기 튜브로 공급된 상기 가압수가 상기 수용탱크 측으로 역류하는 것을 방지하는 체크밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 공급관에 설치되어 상기 튜브 또는 공급관 내부의 압력이 상기 설정압력보다 높은 기설정된 압력 이상일 경우, 상기 공급관 또는 튜브 내부의 가압수 중 일부를 외부로 배출시키는 안전밸브;를 더 구비하는 것을 특징

으로 하는 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

하우징의 내부에 실험대상 튜브를 설치하는 시편 설치단계와;

공급관을 통해 상기 튜브에 연결된 가압유닛을 작동시켜 상기 튜브 내부에 가압수를 주입하여 상기 튜브의 내부 압력을 소정의 압력으로 가압하는 제1가압단계와;

상기 제1가압단계가 완료되면, 상기 하우징의 챔버를 설정된 설정온도로 가열하되, 상기 튜브의 내부압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 가열단계와;

상기 가열단계가 완료되면 상기 튜브가 파열되도록 상기 튜브의 내부압력을 증가시키는 제2가압단계와;

상기 튜브의 파열시 상기 튜브의 내부압력을 측정하는 측정단계;를 포함하고,

상기 가열단계는

상기 튜브의 내부압력이 소정의 압력에 도달시, 상기 가압수의 압력이 상기 설정압력을 초과하면 배출관에 의해 상기 공급관에 연결된 릴리프 밸브가 상기 가압수를 외부로 배출시켜 상기 가압수의 압력을 유지시키도록 상기 릴리프 밸브로 상기 가압수가 유입될 수 있도록 상기 배출관에 설치된 개폐밸브를 조작하여 상기 배출관을 개방하는 개방단계와,

상기 개방단계가 완료되면 상기 하우징 내부를 상기 설정온도로 가열하는 승온단계와,

상기 하우징 내부의 온도가 상기 설정온도에 도달하면 상기 릴리프 밸브로의 상기 가압수 유입을 차단하는 차단 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 파열시험방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 고온·고압의 수압을 받고 있는 튜브의 파열현상을 모사하여 파열압력을 측정할 수 있는 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 튜브의 파열시험은 측정대상 튜브에 내압을 가하고, 튜브가 파열되는 압력을 구하는 시험을 말한다. 튜브의 파열시험에 적용되는 파열시험 장치는 튜브의 내부에 공기, 물, 오일 등의 유체를 주입하는 주입수단과 내압을 측정하는 수단을 구비한다. 튜브 내부로 가압수를 일정하게 주입하며, 튜브 내부의 압력을 측정하여 파열시 튜브의 내부압력을 기록한다.

[0003] 이와 같은 파열시험 장치는 고압에서 운전되는 발전소나 화학플랜트의 소구경 배관, 열교환기 튜브, 핵연료봉 등의 손상압력 평가에 사용되며, 고온·고압에서 운전되는 이들 배관 및 튜브의 결함 안정성 평가에도 적용된다.

[0004] 국내 공개특허공보 제10-2000-0064210호에서는 산업용 파이프와 배관의 파열 및 피로 시험 장치가 개시되어 있다. 상기 시험장치는 파이프의 파열 및 피로손상을 시험하기 위한 유압 및 공기구동식 파열 및 피로시험기로

[0005] 약 $100 \sim 5,000 \text{ kg/cm}^2$ (약 1500 내지 60,000 psi) 범위의 압력 및 10℃ 내지 200℃ 범위의 온도를 견디기에 적합한 시편부착부를 포함하기 위한 벽이 있는 용기와, 상기 시편부착부에 오일 및 공기를 유입시키기 위한 그 용기에 부착된 유입수단과, 상기 오일 및 공기를 유입 수단에 공급하기 위한 저장 수단과, 상기 유입 수단 중 보조

가압 수단으로 어큐뮬레이터(Accumulator)를 부착한 수단과, 상기 유입 수단 중 릴리프밸브와 모터를 이용하여 가압펌프로 반복하중을 주는 수단과, 상기 유입 수단에 에어오퍼레이팅밸브와 솔레노이드밸브를 이용하는 자동 조절 수단을 구비한다.

[0006] 원자력 발전소의 증기발생기 전열관과 같은 열교환기 튜브는 300℃, 150기압 이상의 고온·고압의 냉각수가 흐른다. 따라서, 파열 발생시 내부의 물이 순간적으로 기화되면서 급격한 부피팽창에 의해 튜브가 파단되는 현상이 발생한다. 이러한 파열거동은 기존의 공기나 오일을 이용한 가압 방법으로는 모사가 불가능하다. 따라서, 고온·고압 조건에서 운전되는 열교환기 튜브에 대한 파열 현상을 정확히 모사한 파열시험을 수행하기 위해서는 300℃ 이상의 고온 조건에서 수압을 이용한 파열시험이 수행되어야 한다. 그러나, 상기 시험장치는 시편을 300℃ 이상으로 가열하기 위한 별도의 가열수단이 없고, 고온 조건에서 내부의 물이 가열되었을 때, 기화되는 현상을 방지하기 위한 방안이 없으며, 일정한 압력으로 유지시키는 수단도 마련되어 있지 않다. 그러므로 원자력 발전소의 증기발생기 전열관과 같이 고온·고압의 냉각수가 흐르는 튜브의 파열 현상을 모사할 수 있는 수압을 이용한 고온 조건의 파열시험을 수행하는 데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 창안된 것으로서, 파열시험을 고온의 환경에서 시행할 수 있도록 튜브가 설치된 하우징을 가열하는 가열부와 가열시 튜브의 내압을 일정하게 유지해주는 유압유지부가 마련된 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치는 내부에 실험대상 튜브가 설치되는 내부공간이 마련된 하우징과, 공급관에 의해 상기 튜브에 연결되며, 상기 튜브 내부로 가압수를 주입하여 상기 튜브의 내부압력을 증가시키는 가압유닛과, 상기 튜브 또는 공급관에 설치되어 상기 튜브의 내부압력을 측정하는 압력측정기와, 일정한 고온 조건에서 상기 튜브의 파열시험이 가능하도록 상기 하우징 내부를 설정된 설정온도로 가열시키는 가열부와, 상기 공급관에 설치되는 것으로서, 상기 가열부에 의해 상기 하우징의 내부가 상기 설정온도로 가열시 상기 튜브 내부의 압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 유압유지부와, 상기 압력측정기로부터 측정된 압력 데이터를 저장하는 압력저장부를 구비한다.

[0009] 상기 유압유지부는 상기 공급관에 연통되어 상기 공급관으로부터 상기 가압수를 배출시키는 배출관과, 상기 배출관에 설치되어 상기 튜브 내부의 압력이 상기 설정압력을 초과하면 상기 배출관을 개방시키는 릴리프 밸브와, 상기 가열부에 의해 상기 하우징 내부의 온도를 상기 설정온도까지 가열하는 동안 상기 튜브 내부의 압력이 상기 설정압력보다 높아지면 상기 릴리프밸브를 통해 상기 가압수가 배출될 수 있도록 상기 배출관을 개방시키되, 상기 하우징 내부의 온도가 상기 설정온도에 도달한 다음, 상기 파열시험을 위해 상기 가압유닛을 통해 상기 튜브의 내부압력을 증가시 상기 배출관을 폐쇄할 수 있도록 상기 가압수의 흐름 방향을 기준으로 상기 릴리프밸브 전방의 상기 배출관에 설치되는 개폐밸브를 구비한다.

[0010] 상기 가압유닛은 상기 공급관에 연결되며, 내부에 상기 가압수가 수용된 수용탱크와, 상기 공급관에 설치되어 상기 수용탱크 내부에 수용된 상기 가압수를 상기 튜브로 공급하는 가압펌프와, 상기 공급관에 설치되어 상기 수용탱크로부터 상기 튜브로 공급된 상기 가압수가 상기 수용탱크 측으로 역류하는 것을 방지하는 체크밸브를 구비하는 것이 바람직하다.

[0011] 한편, 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치는 상기 공급관에 설치되어 상기 튜브 또는 공급관 내부의 압력이 상기 설정압력보다 높은 기설정된 압력 이상일 경우, 상기 공급관 또는 튜브 내부의 가압수 중 일부를 외부로 배출시켜 과압을 방지하는 안전밸브를 더 구비하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 본 발명에 따른 파열시험방법은 하우징의 내부에 실험대상 튜브를 설치하는 시편 설치단계와, 공급관을 통해 상기 튜브에 연결된 가압유닛을 작동시켜 상기 튜브 내부에 가압수를 주입하여 상기 튜브의 내부압력을 소정의 압력으로 가압하는 제1가압단계와, 상기 제1가압단계가 완료되면, 상기 하우징의 챔버를 설정된 설정온도로 가열하되, 상기 튜브의 내부압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 가열단계와, 상기 가열단계가 완료되면 상기 튜브가 파열되도록 상기 튜브의 내부압력을 증가시키는

제2가압단계와, 상기 튜브의 파열시 상기 튜브의 내부압력을 측정하는 측정단계를 포함한다.

[0013] 상기 가열단계는 상기 튜브의 내부압력이 소정의 압력에 도달시, 상기 가압수의 압력이 상기 설정압력을 초과하면 배출관에 의해 상기 공급관에 연결된 릴리프 밸브가 상기 가압수를 외부로 배출시켜 상기 가압수의 압력을 유지시키도록 상기 릴리프 밸브로 상기 가압수가 유입될 수 있도록 상기 배출관에 설치된 개폐밸브를 조작하여 상기 배출관을 개방하는 개방단계와, 상기 개방단계가 완료되면 상기 하우징 내부를 상기 설정온도로 가열하는 승온단계와, 상기 하우징 내부의 온도가 상기 설정온도에 도달하면 상기 릴리프 밸브로의 상기 가압수 유입을 차단하는 차단단계를 구비한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치 및 이를 이용한 파열 시험방법은 파열시험을 고온의 환경에서 시행할 수 있도록 시편이 설치된 하우징을 가열하는 가열부가 마련되어 있으므로 원자력 발전소와 같이 고온·고압의 환경에 운전되는 튜브에 대한 파열 압력을 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0015] 또한, 유압유지부에 의해 시편의 가열시 시편 내부의 압력을 일정하게 유지시킬 수 있으므로 기화현상 없이 수압을 이용한 고온 튜브 파열 시험을 가능하게 하며, 실제 고온·고압의 냉각수가 흐르는 튜브에서 발생하는 파열거동을 모사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치에 대한 사시도이고,

도 2는 도 1의 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치에 대한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치를 더욱 상세하게 설명한다.

[0018] 도 1 및 도 2에는 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치가 도시되어 있다.

[0019] 도면을 참조하면, 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치(10)는 내부에 실험대상 튜브(15)가 설치되는 내부공간(21)이 마련된 하우징(20)과, 공급관(31)에 의해 상기 튜브(15)에 연결되며, 상기 튜브(15) 내부로 액상의 가압수를 주입하여 상기 튜브(15)의 내부압력을 증가시키는 가압유닛(30)과, 상기 튜브(15) 또는 공급관(31)에 설치되어 상기 튜브(15)의 내부압력을 측정하는 압력측정기(40)와, 고온 상태에서 상기 튜브(15)의 파열여부를 측정할 수 있도록 상기 하우징(20) 내부를 설정된 설정온도로 가열시키는 가열부(50)와, 상기 공급관(31)에 설치되는 것으로서, 상기 가열부(50)에 의해 상기 하우징(20)의 내부가 상기 설정온도로 가열시 상기 튜브(15) 내부의 압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 유압유지부(60)와, 상기 압력측정기(40)로부터 측정된 압력 데이터를 저장하는 압력저장부(70)를 구비한다.

[0020] 하우징(20)은 내부에 실험대상 튜브(15)가 설치되는 내부공간(21)이 마련되는 사각 구조물로 형성된다. 하우징(20) 내부에는 상기 튜브(15)의 양단부를 파지하기 위한 파지부재(22)가 설치되어 있다. 파지부재(22)는 하우징(20)의 바닥면에 설치되며, 튜브(15)의 하단이 연통되게 설치되는 제1파지관(24)과, 하우징(20)의 천장면에 설치되며, 튜브(15)의 상단이 연통되게 설치되는 제2파지관(25)을 구비한다. 제1파지관(24)은 공급관(31)에 연통되게 연결된다.

[0021] 한편, 상기 제2파지관(25)에는 튜브(15) 내에 충전된 가압수를 외부로 배출하기 위한 배출부(23)가 설치되어 있다. 상기 배출부(23)는 일단이 상기 제2파지관(25)에 연통되게 연결되는 인출관(26)과, 상기 인출관(26)에 설치되어 상기 인출관(26)을 개폐하는 니들밸브(27)를 구비한다.

[0022] 가압유닛(30)은 상기 공급관(31)에 연결되며, 내부에 상기 가압수가 수용된 수용탱크(32)와, 상기 공급관(31)에 설치되어 상기 수용탱크(32) 내부에 수용된 상기 가압수를 상기 튜브(15)로 공급하는 가압펌프(33)와, 상기 공급관(31)에 설치되어 상기 수용탱크(32)로부터 상기 튜브(15)로 공급된 상기 가압수가 상기 수용탱크(32) 측으로 역류하는 것을 방지하는 체크밸브(34)를 구비한다. 이때, 수용탱크(32) 내에 수용된 가압수는 증류수인 것이 바람직하다.

[0023] 한편, 가압유닛(30)은 상기 공급관(31)에 설치되어 상기 튜브(15) 또는 공급관(31) 내부의 압력이 상기 설정압

력보다 높은 기설정된 압력 이상일 경우, 상기 공급관(31) 또는 튜브(15) 내부의 가압수 중 일부를 외부로 배출시키는 안전밸브(35)를 더 구비한다.

[0024] 상기 안전밸브(35)는 공급관(31)에 연통된 연통관(36)에 설치되며, 공급관(31) 및 기타 장비가 파손되는 압력 이상으로 상기 공급관(31) 내의 압력이 증가하면 공급관(31)의 가압수를 외부로 배출시켜 튜브(15) 내부의 압력을 감소시킨다.

[0025] 압력측정기(40)는 가압수의 흐름방향을 기준으로 체크밸브(34) 후방의 공급관(31)에 설치되어 튜브(15) 내부의 압력을 측정한다. 압력측정기(40)에 의해 측정된 아날로그 압력값은 데이터 로거(41)를 통해 디지털수로 변환되어 압력저장부(70)에 저장된다.

[0026] 가열부(50)는 상기 하우징(20)에 설치되어 하우징(20) 내부의 온도가 설정온도에 도달하도록 가열시킨다. 상기 가열부(50)는 도면에 도시되진 않았지만, 하우징(20) 내부에 설치되어 외부로부터 입력된 전원에 의해 발열하는 전열선과, 하우징(20) 내부에 설치되어 온도를 측정하는 온도측정기와, 상기 온도측정기로부터 측정된 온도값을 토대로 상기 하우징(20) 내부온도가 설정온도 미만이면 전열선에 전원을 공급하고, 하우징(20) 내부 온도가 설정온도 이상이면 전열선에 전원 공급을 차단하는 제어부를 구비한다. 이때, 설정온도는 실험 대상에 따라 결정되며, 원자력 발전소 증기발생기 전열관 튜브의 경우 300℃ 이상이다.

[0027] 한편, 가열부(50)는 전열선 대신에 하우징(20) 내부에 고온의 열풍을 주입하는 열풍기를 구비할 수도 있다.

[0028] 유압유지부(60)는 상기 공급관(31)에 연통되어 상기 공급관(31)으로부터 상기 가압수를 배출시키는 배출관(61)과, 상기 배출관(61)에 설치되어 상기 튜브(15) 내부의 압력이 상기 설정압력을 초과하면 상기 배출관(61)을 개방시키는 릴리프 밸브(62)와, 상기 배출관(61)에 설치되는 개폐밸브(63)를 구비한다.

[0029] 배출관(61)은 일단이 연통관(36)에 설치되어 공급관(31)에 연통되며, 타단은 도면에 도시되진 않았지만, 수용탱크(32)에 연통되거나 증류수 배출수단에 연결되어 있다.

[0030] 릴리프 밸브(62)는 배출관(61)에 유입된 가압수의 압력이 설정압력을 초과하면 배출관(61)을 개방시켜 가압수를 외부로 배출시키며, 배출관(61)에 유입된 가압수의 압력이 설정압력이하이면 배출관(61)을 폐쇄한다. 이때, 상기 설정압력은 가압수의 포화압력보다 5MPa 이상인 것이 바람직하다.

[0031] 개폐밸브(63)는 상기 가압수의 흐름방향을 기준으로 상기 릴리프 밸브(62) 전방의 상기 배출관(61)에 설치된다.

[0032] 튜브의 파열시험 전에 하우징(20)의 내부온도는 설정온도 미만이므로 작업자는 하우징(20)의 내부온도를 설정온도로 가온시키기 위해 가열부(50)를 작동시킨다. 이때, 작업자는 가압수가 릴리프밸브(62) 측으로 유동하도록 배출관(61)이 개방되게 개폐밸브(63)를 작동시킨다. 하우징(20) 내부의 온도가 설정온도에 도달하면 작업자는 가압수가 릴리프밸브(62) 측으로 공급되는 것을 차단할 수 있도록 배출관(61)을 폐쇄하게 개폐밸브(63)를 작동시킨다.

[0033] 압력저장부(70)는 압력측정기(40)를 통해 측정된 압력값을 저장하는 컴퓨터와 같은 저장수단을 구비한다. 상기 압력저장부(70)는 데이터 로거(41)를 통해 디지털수로 변환된 압력값을 저장하고, 모니터와 같은 디스플레이수단을 통해 상기 압력값을 작업자에게 출력한다.

[0034] 상기 언급된 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치(10)를 이용한 파열 시험 방법을 상세히 설명하면 다음과 같다. 전열관 고온 파열 시험 장치(10)를 이용한 파열 시험 방법은 시편 설치단계, 제1가압단계, 가열단계, 제2가압단계 및 측정단계를 구비한다.

[0035] 시편 설치단계는 하우징(20)의 내부에 실험대상 튜브(15)를 설치하는 단계이다. 이때, 튜브(15)의 양단을 제1파지관(24) 및 제2파지관(25)에 연통되게 설치한다. 한편, 제1파지관(24)은 하우징(20) 내부에 고정되며, 제2파지관(25)은 튜브(15)의 열팽창에 의한 변위를 허용할 수 있도록 상하방향으로 이동가능하게 하우징(20)에 설치되는 것이 바람직하다.

[0036] 제1가압단계는 가압펌프(33)를 작동시켜 튜브(15) 내부에 가압수를 주입하여 상기 튜브(15)의 내부압력을 소정의 압력으로 가압하는 단계이다. 이때, 작업자는 먼저 니들밸브(27)를 작동시켜 인출관(26)을 개방한 다음, 튜브(15) 내로 가압수를 주입하여 튜브(15) 및 공급관(31) 내에 충전된 공기를 외부로 배출시킨다. 그리고, 공기의 배출이 완료되면 인출관(26)을 폐쇄한 다음, 튜브(15) 내부에 가압수를 주입하여 튜브(15)의 내부압력을 상승시킨다. 이때, 튜브(15)의 내부압력이 상기 설정압력에 도달하도록 튜브(15) 내부에 가압수를 주입하는 것이 바람직하다.

- [0037] 가열단계는 상기 제1가압단계가 완료되면, 상기 하우징(20)의 챔버를 설정된 설정온도로 가열하되, 상기 튜브(15)의 내부압력을 상기 설정온도에서의 상기 가압수의 포화증기압 이상인 설정압력으로 유지시키는 단계로서, 개방단계, 승온단계 및 차단단계를 구비한다.
- [0038] 개방단계는 튜브(15)의 내부압력이 설정압력에 도달하면 릴리프 밸브(62) 측으로 가압수가 유입되도록 상기 배출관(61)을 개방시킨다. 작업자는 개폐밸브(63)를 작동시켜 상기 배출관(61)을 개방시키고, 릴리프 밸브(62)는 배출관(61)에 유입된 가압수의 압력이 설정압력을 초과하면 배출관(61)의 가압수를 외부로 배출시킨다.
- [0039] 일반적으로 튜브(15)의 내부에 가압수를 충전한 상태에서 하우징(20) 내부를 가열시 온도의 상승에 의해 가압수가 기화되거나 과압되어 고온 파열시험이 불가능하지만 본원 발명은 상기 릴리프 밸브(62) 및 개폐밸브(63)에 의해 튜브(15) 내부 압력은 설정압력으로 일정하게 유지시키므로 고온 조건에서 수압에 의한 파열시험이 가능하다.
- [0040] 승온단계는 개방단계가 완료되면 하우징(20) 내부를 설정온도까지 가열하는 단계이다. 작업자는 가열부(50)를 작동시켜 하우징(20) 내부 온도를 증가시킨다.
- [0041] 차단단계는 하우징(20) 내부의 온도가 설정온도에 도달하면 상기 릴리프 밸브(62)로의 가압수 유입을 차단하는 단계이다. 작업자는 개폐밸브(63)를 통해 배출관(61)을 폐쇄하므로 릴리프 밸브(62)로의 가압수 유입을 차단한다.
- [0042] 제2가압단계는 가열단계가 완료되면 튜브(15)가 파열되도록 상기 튜브(15)의 내부압력을 증가시킨다. 작업자는 가압펌프(33)를 작동시켜 점진적으로 튜브(15) 내로 가압수의 유입량을 증가시켜 튜브(15)의 내부압력을 증가시킨다. 가압펌프(33)의 유량은 압력저장부(70)에 탑재된 제어 프로그램의 제어한다.
- [0043] 측정단계는 튜브(15)의 파열시 튜브(15)의 내부압력을 측정하는 단계이다. 압력저장부(70)는 튜브(15) 내부에 가압수가 유입된 시점부터 튜브(15)가 파열된 시점까지의 압력측정기(40)로부터 측정된 튜브(15) 내부압력 값을 저장한다. 이때, 작업자는 압력저장부(70)에 저장된 압력값을 토대로 고온 조건 내에서의 튜브(15) 파열 압력값을 산출한다.
- [0044] 상기 언급된 바와 같이 구성된 본 발명에 따른 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치(10) 및 이를 이용한 파열 시험방법은 파열시험을 고온의 환경에서 시행할 수 있도록 시편이 설치된 하우징(20)을 가열하는 가열부(50)가 마련되어 있으므로 고온·고압의 환경에서 운전되는 튜브에 대한 파열 압력을 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0045] 또한, 본 발명은 유압유지부(60)에 의해 시편을 가열하는 과정에 시편 내부의 압력을 일정하게 유지시킬 수 있으므로 수압을 이용한 튜브 파열 시험을 가능하게 하며, 실제 고온·고압 조건에서 수압을 받는 원자력 발전소 전열관과 같은 열교환기 튜브의 파열현상을 정확하게 모사할 수 있다.
- [0046] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0047] 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

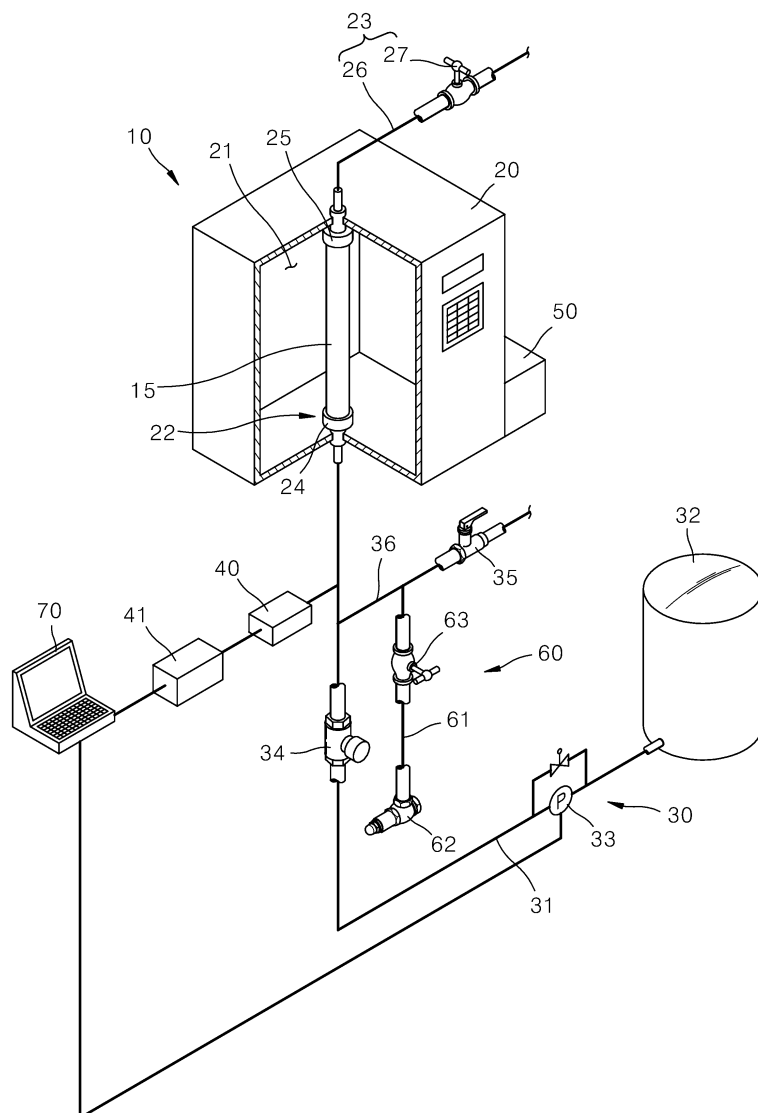
부호의 설명

- [0048] 10: 수압을 이용한 고온 튜브 파열시험 장치
15: 실험대상 튜브
20: 하우징
21: 설치공간
22: 파지부재
23: 배출부
27: 니들밸브
30: 가압유닛
31: 공급관

- 32: 수용탱크
- 33: 가압펌프
- 34: 체크밸브
- 35: 안전밸브
- 40: 압력측정기
- 50: 가열부
- 60: 유압유지부
- 61: 배출관
- 62: 릴리프 밸브
- 63: 개폐밸브
- 70: 압력저장부

도면

도면1



도면2

