



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년12월22일
(11) 등록번호 10-1002995
(24) 등록일자 2010년12월15일

(51) Int. Cl.

G01N 25/00 (2006.01) G01L 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0048662

(22) 출원일자 2008년05월26일

심사청구일자 2008년05월26일

(65) 공개번호 10-2009-0122716

(43) 공개일자 2009년12월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP08015115 A*

KR1020020041965 A*

논문(2004.10)

JP62204133 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전력공사

서울특별시 강남구 삼성동 167번지

(72) 발명자

김완재

대전광역시 유성구 문지동 103-16 한전 전력연구
원원자력발전연구소

권종주

대전광역시 유성구 문지동 103-16 한전 전력연구
원원자력발전연구소

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김희곤, 김인한

전체 청구항 수 : 총 6 항

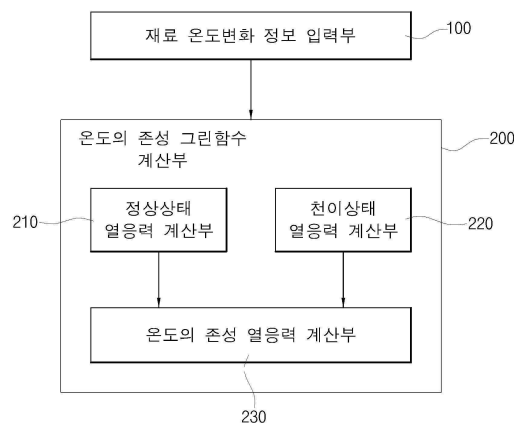
심사관 : 정경훈

(54) 가중합수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그방법

(57) 요약

본 발명은 가중합수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것으로, 재료온도의 변화정보를 입력하는 재료온도 변화정보 입력부와; 상기 재료온도 변화정보 입력부를 통해 재료온도 변화정보를 입력받고, 가중합수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시키는 온도의존성 그린함수 계산부를 포함하여 구성함으로써, 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중합수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시킬 수 있게 되는 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

구경희

대전광역시 유성구 덕진동 150-1 한국원자력연구원

김태룡

대전광역시 유성구 문지동 103-16 한전 전력연구원
원자력발전연구소

특허청구의 범위

청구항 1

재료온도의 변화정보를 입력하는 재료온도 변화정보 입력부; 및

상기 재료온도 변화정보 입력부를 통해 재료온도 변화정보를 입력받고, 가중함수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시키는 온도의존성 그린함수 계산부를 포함하되,

상기 가중함수는 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치.

청구항 2

재료온도의 변화정보를 입력받고, 정상상태 열응력 가중함수를 이용하여 온도의존성 그린함수에 대해 정상상태 열응력을 계산하는 정상상태 열응력 계산부;

재료온도의 변화정보를 입력받고, 천이상태 열응력 가중함수를 이용하여 온도의존성 그린함수에 대해 천이상태 열응력을 계산하는 천이상태 열응력 계산부; 및

상기 정상상태 열응력 계산부에서 계산된 정상상태 열응력과 상기 천이상태 열응력 계산부에서 계산된 천이상태 열응력을 전달받아 아래의 [수학식 1]을 이용하여,

[수학식 1]

$$\sigma_T(p, t) = G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}] + \sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t-\tau)W_T(\phi)\Delta\phi(\tau)$$

(여기서, $\sigma_T(p, t)$ 는 온도의존성 열응력이고, $G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}]$ 는 온도 의존성 열응력 중 정상

상태 열응력이고, $\sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t-\tau)W_T(\phi)\Delta\phi(\tau)$ 는 온도 의존성 열응력 중 천이상태 열응력이고, $W_{Ts}(\phi)$ 는

정상상태 열응력 가중함수이며, $W_T(\phi)$ 는 천이상태 열응력 가중함수임)

온도의존성 열응력을 계산하여 출력하는 온도의존성 열응력 계산부를 포함하되,

상기 정상상태 열응력 가중함수는 정상상태에서, 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하며,

상기 천이상태 열응력 가중함수는 천이상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 천이상태 열응력 계산부는,

상기 천이상태 열응력 가중함수를 여러 개의 시간당 온도 변화의 비에 대한 가중함수 값으로 설정하여 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

재료온도의 변화정보를 입력받는 제 10 단계와;

상기 제 10 단계 후 가중함수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시키는 제 20 단계를 포함하되,

상기 가중함수는 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산 방법.

청구항 9

재료온도의 변화정보를 입력받고, 정상상태 열응력 가중함수를 이용하여 온도의존성 그린함수에 대해 정상상태 열응력을 계산하는 제 21 단계와;

재료온도의 변화정보를 입력받고, 천이상태 열응력 가중함수를 이용하여 온도의존성 그린함수에 대해 천이상태 열응력을 계산하는 제 22 단계와;

상기 제 21 단계에서 계산된 정상상태 열응력과 상기 제 22 단계에서 계산된 천이상태 열응력을 전달받아 아래의 [수학식 1]을 이용하여,

[수학식 1]

$$\sigma_T(p,t) = G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t)-T_{ref}] + \sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p,t-\tau)W_T(\phi)\Delta\phi(\tau)$$

(여기서, $\sigma_T(p,t)$ 는 온도의존성 열응력이고, $G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t)-T_{ref}]$ 는 온도 의존성 열응력 중 정상상

태 열응력이고, $\sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p,t-\tau)W_T(\phi)\Delta\phi(\tau)$ 는 온도 의존성 열응력 중 천이상태 열응력이고, $W_{Ts}(\phi)$ 는

정상상태 열응력 가중함수이며, $W_T(\phi)$ 는 천이상태 열응력 가중함수임)

온도의존성 열응력을 계산하여 출력하는 제 23 단계를 포함하되,

상기 정상상태 열응력 가중함수는 정상상태에서, 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하며,

상기 천이상태 열응력 가중함수는 천이상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 제 22 단계는,

상기 천이상태 열응력 가중함수를 여러 개의 시간당 온도 변화의 비에 대한 가중함수 값으로 설정하여 계산하는 것을 특징으로 하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산방법.

청구항 14

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 온도에 따라 발생하는 재료의 열응력 값의 계산에 관한 것으로, 특히 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중함수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시키기에 적당하도록 한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 그린함수(Green's function)는 상미분방정식이나 타원형 또는 포물형 편미분방정식에 대한 경계값문제를 풀 때 이용되는 특수한 함수로서, 영국의 수학자 G.그린의 이름을 따서 명명된 것이다.

[0003] 이러한 그린함수를 이용하여 적용한 기술은 대한민국특허청 공개번호 제 2002-0041965 호의 "화력 발전소 열응력 모니터링 장치 및 그 방법"에서 제시된 바 있다.

[0004] 다음의 수학적 식 1은 그린함수를 사용한 열응력 값의 계산식을 나타낸 것이다.

수학적 식 1

$$\sigma_s(p,t) = \int_{t_0}^t G(p,t-\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \phi(\tau) d\tau$$

$$= G_s(p) \phi(t) + \sum_{i=t_0}^i \overline{G}(p,t-\tau) \Delta \phi(\tau)$$

[0005]

[0006] " $G_s(p)$ "는 감쇠 기간이 지난 후 일정한 시점에서의 그린 함수를 나타내고, " $\phi(t)$ "는 시간에 따라 변화하는 모니터링 위치의 실제 온도 측정값을 나타내며, " $\overline{G}(p,t-\tau)$ "는 감쇠 기간 동안의 그린 함수를 나타내고, " $\Delta \phi(\tau)$ "는 감쇠 기간 동안의 일정 간격에서의 온도 변화값을 나타낸다.

[0007] 따라서 " $G_s(p)$ ", " $\overline{G}(p,t-\tau)$ "는 이미 결정된 값이기 때문에, 열응력($\sigma_s(p,t)$)은 시간에 따라 변화하는 모니터링 위치의 실제 온도 측정값인 " $\phi(t)$ " 값과 " $\Delta \phi(\tau)$ " 값에 의해 결정된다.

[0008] 그리고 임의의 시간 및 위치에서의 열응력 값은 그린함수에 경계온도의 미분 값을 곱한 후 주어진 시간에 대해

적분함으로써 구해진다.

[0009] 한편 온도 변화에 따른 열전도계수, 열팽창계수, 비열계수, 탄성계수 등의 열적, 기계적 재료 물성치의 변화는 궁극적으로 재료의 열응력 값을 변경시키므로 온도 변화에 따른 재료물성치의 변화를 고려해야 하나, 기존의 그린함수는 이를 반영하지 못하여 정확한 열응력 값을 구하지 못하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중함수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시킬 수 있는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치의 블록구성도이다.

[0012] 이에 도시된 바와 같이, 재료온도의 변화정보를 입력하는 재료온도 변화정보 입력부(100)와; 상기 재료온도 변화정보 입력부(100)를 통해 재료온도 변화정보를 입력받고, 가중함수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시키는 온도의존성 그린함수 계산부(200)를 포함하되,

상기 가중함수는 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한 본 발명, 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치는, 재료온도의 변화정보를 입력받고, 정상상태 열응력 가중함수(212)를 이용하여 온도의존성 그린함수(211)에 대해 정상상태 열응력을 계산하는 정상상태 열응력 계산부(210)와; 재료온도의 변화정보를 입력받고, 천이상태 열응력 가중함수(222)를 이용하여 온도의존성 그린함수(221)에 대해 천이상태 열응력을 계산하는 천이상태 열응력 계산부(220)와; 상기 정상상태 열응력 계산부(210)에서 계산된 정상상태 열응력과 상기 천이상태 열응력 계산부(220)에서 계산된 천이상태 열응력을 전달받아 아래의 [수학식 1]을 이용하여,

[수학식 1]

$$\sigma_T(p, t) = G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}] + \sum_{t-t_d}^t \bar{G}(p, t-\tau)W_T(\dot{\phi})\Delta\phi(\tau)$$

(여기서, $\sigma_T(p, t)$ 는 온도의존성 열응력이고, $G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}]$ 는 온도 의존성 열응력 중 정상

상태 열응력이고, $\sum_{t-t_d}^t \bar{G}(p, t-\tau)W_T(\dot{\phi})\Delta\phi(\tau)$ 는 온도 의존성 열응력 중 천이상태 열응력이고, $W_{Ts}(\phi)$ 는 정

상상태 열응력 가중함수이며, $W_T(\dot{\phi})$ 는 천이상태 열응력 가중함수임)

온도의존성 열응력을 계산하여 출력하는 온도의존성 열응력 계산부 (230)를 포함하되,

상기 정상상태 열응력 가중함수는 정상상태에서, 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하며,

상기 천이상태 열응력 가중함수는 천이상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 삭제

[0015] 삭제

[0016] 삭제

[0017] 상기 천이상태 열응력 계산부(220)는, 상기 천이상태 열응력 가중함수(222)를 여러 개의 시간당 온도 변화의 비에 대한 가중함수 값으로 설정하여 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 삭제

[0019] 삭제

[0020] 삭제

[0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산방법을 보인 흐름도이다.

[0022] 이에 도시된 바와 같이, 재료온도의 변화정보를 입력받는 제 10 단계(ST10)와; 상기 제 10 단계 후 가중함수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시키는 제 20 단계(ST20)를 포함하되, 상기 가중함수는 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한 본 발명, 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산방법은, 재료온도의 변화정보를 입력받고, 정상상태 열응력 가중함수 (212)를 이용하여 온도의존성 그린함수 (211)에 대해 정상상태 열응력을 계산하는 제 21 단계 (ST21_와; 재료온도의 변화정보를 입력받고, 천이상태 열응력 가중함수(222)를 이용하여 온도의존성 그린함수 (221)에 대해 천이상태 열응력을 계산하는 제 22 단계(ST22)와; 상기 제 21 단계에서 계산된 정상상태 열응력과 상기 제 22 단계에서 계산된 천이상태 열응력을 전달받아 아래의 [수학식 1]을 이용하여,

[수학식 1]

$$\sigma_T(p, t) = G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}] + \sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t - \tau)W_T(\phi)\dot{\phi}(\tau)$$

(여기서, $\sigma_T(p, t)$ 는 온도의존성 열응력이고, $G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}]$ 는 온도 의존성 열응력 중 정상

상태 열응력이고, $\sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t - \tau)W_T(\phi)\dot{\phi}(\tau)$ 는 온도 의존성 열응력 중 천이상태 열응력이고, $W_{Ts}(\phi)$ 는

정상상태 열응력 가중함수이며, $W_T(\phi)$ 는 천이상태 열응력 가중함수임)

온도의존성 열응력을 계산하여 출력하는 제 23단계 (ST23)를 포함하되,

상기 정상상태 열응력 가중함수는 정상상태에서, 유한요소법 (FEM; Finite Elements Method)을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하며, 상기 천이상태 열응력 가중함수는 천이상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산하는 것을 특징으로 한다.

- [0024] 삭제
- [0025] 삭제
- [0026] 삭제
- [0027] 상기 제 22 단계는, 상기 천이상태 열응력 가중함수(222)를 여러 개의 시간당 온도 변화의 비에 대한 가중함수 값으로 설정하여 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 삭제
- [0029] 삭제
- [0030] 삭제

효 과

- [0031] 본 발명에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그 방법은 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중함수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있게 된다.
- [0032] 따라서 본 발명은 재료의 열응력 값을 계산하는데 있어 온도에 따른 재료의 열적, 기계적 특성의 변화를 고려할 수 있으므로, 이를 고려할 수 없는 온도 비의존성 그린함수를 사용하였을 때와 비교하여 더욱 정확한 열응력 값을 구할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0033] 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치 및 그 방법의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 용어의 의미는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 해석되어야 할 것이다.
- [0034] 먼저 본 발명은 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중함수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시키고자 한 것이다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치의 블록구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산방법을 보인 흐름도이다.
- [0036] 먼저 재료온도 변화정보 입력부(100)는 재료온도의 변화정보를 온도의존성 그린함수 계산부(200)로 입력한다(ST10).
- [0037] 그러면 온도의존성 그린함수 계산부(200)는 재료온도 변화정보 입력부(100)를 통해 재료온도 변화정보를 입력받고, 가중함수를 사용하여 온도의존성 그린함수를 계산하여 그 결과를 출력시킨다(ST20).

[0038] 그리고 온도의존성 그린함수 계산부(200)에서 정상상태 열응력 계산부(210)는 재료온도의 변화정보를 입력받고, 정상상태 열응력 가중함수(212)를 이용하여 온도의존성 그린함수(211)에 대해 정상상태 열응력을 계산하여 온도의존성 열응력 계산부(230)로 전달한다. 이때 정상상태 열응력 계산부(210)는 정상상태 열응력 가중함수(212)를 정상상태에서의 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산한다. 또한 정상상태 열응력 계산부(210)는 정상상태 열응력 가중함수(212)를 온도에 따른 다항함수로 설정하여 계산할 수 있다(ST21).

여기서 상기 정상상태 열응력 가중함수는 정상상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산한다.

[0039] 천이상태 열응력 계산부(220)는 재료온도의 변화정보를 입력받고, 천이상태 열응력 가중함수(222)를 이용하여 온도의존성 그린함수(221)에 대해 천이상태 열응력을 계산하여 온도의존성 열응력 계산부(230)로 전달한다. 이때 천이상태 열응력 계산부(220)는 천이상태 열응력 가중함수(222)를 천이상태에서의 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산한다. 또한 천이상태 열응력 계산부(220)는, 천이상태 열응력 가중함수(222)를 여러 개의 시간당 온도 변화의 비에 대한 가중함수 값으로 설정하여 계산할 수 있다(ST22).

여기서 상기 천이상태 열응력 가중함수는 천이상태에서, FEM을 이용하여 각각 계산한 온도 의존적 열응력 값과 온도 비의존적 열응력 값의 비로서 계산한다.

[0040] 온도의존성 열응력 계산부(230)는 정상상태 열응력 계산부(210)에서 계산된 정상상태 열응력과 천이상태 열응력 계산부(220)에서 계산된 천이상태 열응력을 전달받아 온도의존성 열응력을 계산하여 출력한다(ST23).

[0041] 도 3은 본 발명에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수의 개념도이다.

[0042] 그래서 온도의존성 열응력 계산부(230)에서 출력하는 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수는 다음의 수식 2와 같다.

수학식 2

$$\sigma_T(p, t) = G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}] + \sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t - \tau)W_T(\dot{\phi})\Delta\phi(\tau)$$

[0043]

[0044] 에 의한 온도의존성 열응력을 출력하고, 여기서 $\sigma_T(p, t)$ 는 온도의존성 열응력이고, $G_s(p)W_{Ts}(\phi)[\phi(t) - T_{ref}]$ 는 정상상태 열응력이며, $\sum_{t=t_d}^t \bar{G}(p, t - \tau)W_T(\dot{\phi})\Delta\phi(\tau)$ 는 천이상태 열응력이다.

[0045] 그리고 도 3의 함수에서 210은 정상상태 열응력이며, 211은 온도의존성 그린함수이고, 212는 정상상태 열응력 가중함수이며, 220은 천이상태 열응력이고, 221은 온도의존성 그린함수이며, 222는 천이상태 열응력 가중함수이고, 230은 온도의존성 열응력이다.

[0046] 또한 정상상태 열응력(210)과 천이상태 열응력(220)은 온도의존적 재료 물성치를 고려한 그린함수와 온도의 곱으로 표현된다.

[0047] 또한 온도의존성 그린함수(211, 221)는 기존의 그린함수와 재료 물성치 변화에 따른 열응력 값의 변화를 고려한 가중함수의 곱으로 표현된다.

[0048] 또한 정상상태 열응력 가중함수(212)는 정상상태에서의 온도의존성 열응력 값과 온도 비의존성 열응력 값의 비를 온도의 함수로 나타낸 것이다. 그러므로 정상상태 열응력 가중함수가 기존의 그린함수에 곱해지면 온도의존형 그린함수를 구할 수 있다. 정상상태 열응력 가중함수는 열응력 값을 계산하는 대상의 형상과 재질 그리고 경계의 온도 및 구속 조건에 따라 달라지며 이는 온도를 변수로 하는 다항식의 최적곡선으로 나타낼 수 있다.

[0049] 도 4는 본 발명에서 최적곡선으로 표현된 정상상태 열응력 가중함수의 예를 보인 그래프이다.

[0050] 삭제

[0051] 삭제

[0052] 삭제

[0053] 삭제

[0054] 삭제

[0055] 삭제

[0056] 삭제

[0057] 또한 천이상태 열응력 가중함수(222)는 천이상태에서의 온도의존성 열응력 값과 온도 비의존성 열응력 값의 비를 온도비의 함수로 나타낸 것이다. 그러므로 천이상태 열응력 가중함수가 기존의 그린함수에 곱해지면 온도의존성 그린함수를 구할 수 있다. 정상상태 열응력 가중함수의 경우와 동일하게 천이상태 열응력 가중함수는 열응력을 계산하는 대상의 형상과 재질 그리고 경계의 온도 및 구속 조건에 따라 달라진다. 천이상태 열응력 값은 시간당 온도 변화량에 따라 변하므로 다양한 시간당 온도 변화의 비에 대해 열응력 가중함수 값을 구하고 이 과정을 통해 필요한 구간에서의 천이상태 열응력 가중함수를 결정할 수 있다.

[0058] 도 5는 본 발명에서 시간당 온도 변화의 비에 대한 열응력 가중함수 곡선의 예를 보인 그래프이다.

[0059] 또한 온도의존성 열응력(230)은 온도의존적 재료 물성치 변화를 고려한 재료 내부의 열응력을 나타내며 본 발명을 통해 최종적으로 구하고자 하는 결과이다.

[0060] 이처럼 본 발명은 온도 변화에 따른 재료 물성치의 변화를 고려할 수 있도록 가중함수를 고안하여 열응력 값 계산의 정확도를 향상시키게 되는 것이다.

[0061] 이상에서 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술적 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0062] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산장치의 블록구성도이다.

[0063] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수 계산방법을 보인 흐름도이다.

[0064] 도 3은 본 발명에 의한 가중함수를 사용한 온도의존성 그린함수의 개념도이다.

[0065] 도 4는 본 발명에서 최적곡선으로 표현된 정상상태 열응력 가중함수의 예를 보인 그래프이다.

[0066] 도 5는 본 발명에서 시간당 온도 변화의 비에 대한 열응력 가중함수 곡선의 예를 보인 그래프이다.

[0067] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

[0068] 100 : 재료온도 변화정보 입력부

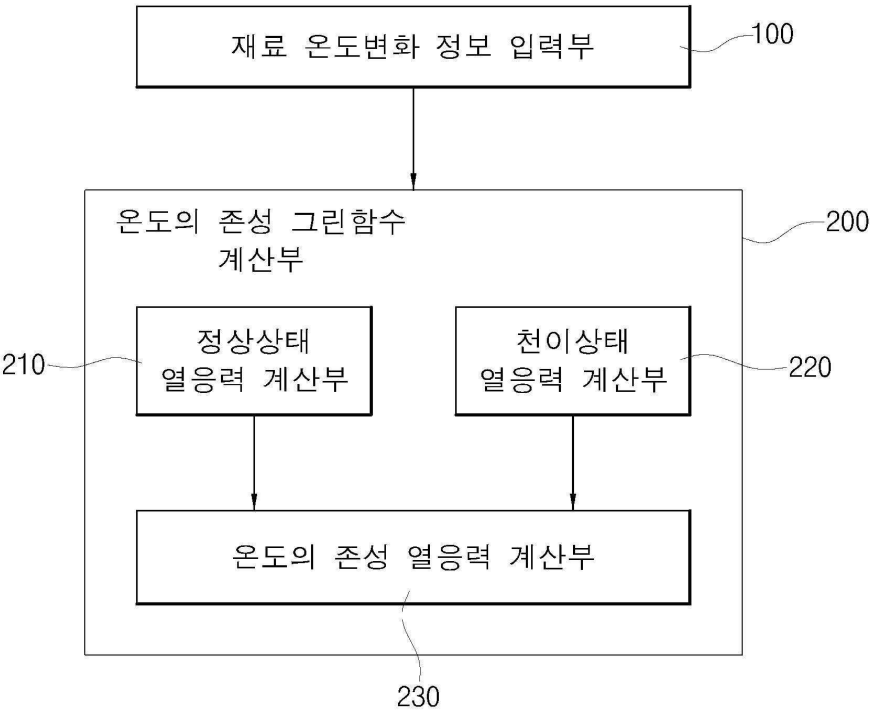
[0069] 200 : 온도의존성 그린함수 계산부

[0070] 210 : 정상상태 열응력 계산부

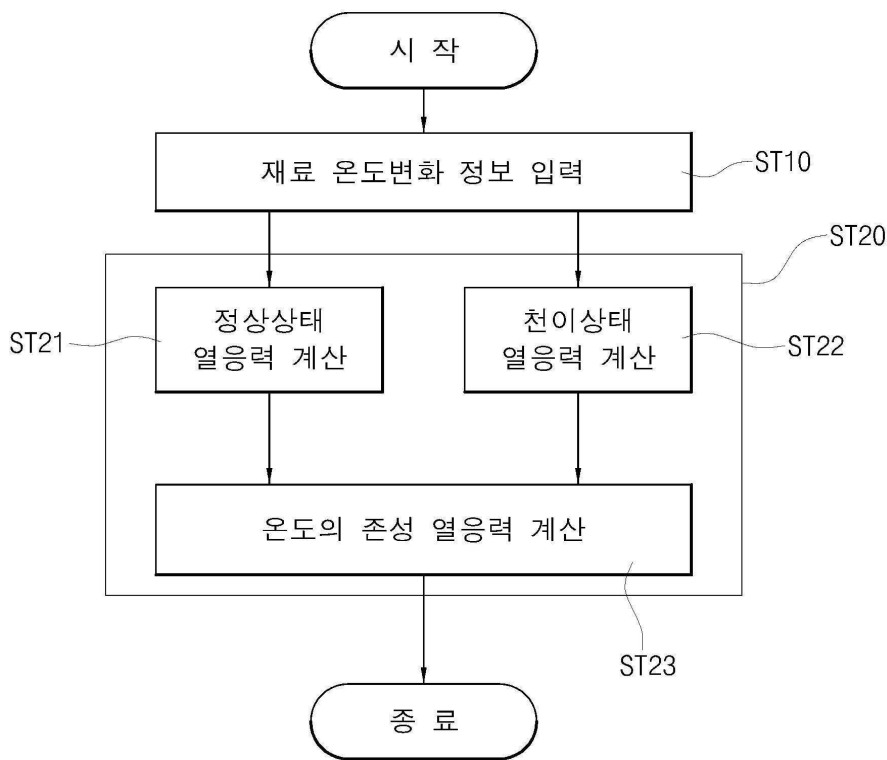
- [0071] 211 : 온도의존성 그린함수
- [0072] 212 : 정상상태 열응력 가중함수
- [0073] 220 : 천이상태 열응력 계산부
- [0074] 221 : 온도의존성 그린함수
- [0075] 222 : 천이상태 열응력 가중함수
- [0076] 230 : 온도의존성 열응력 계산부

도면

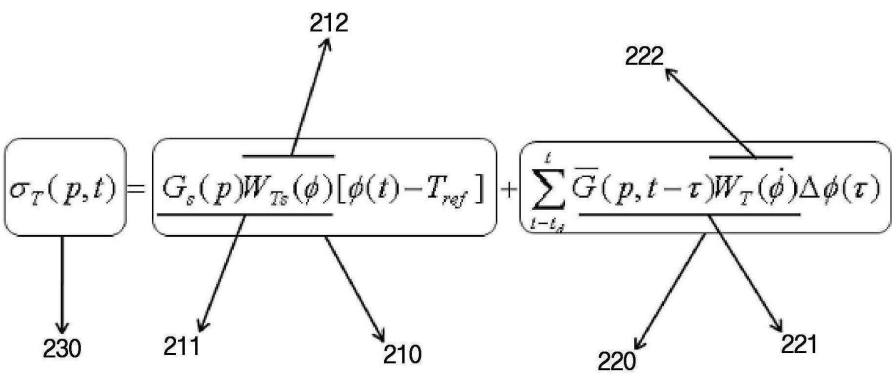
도면1



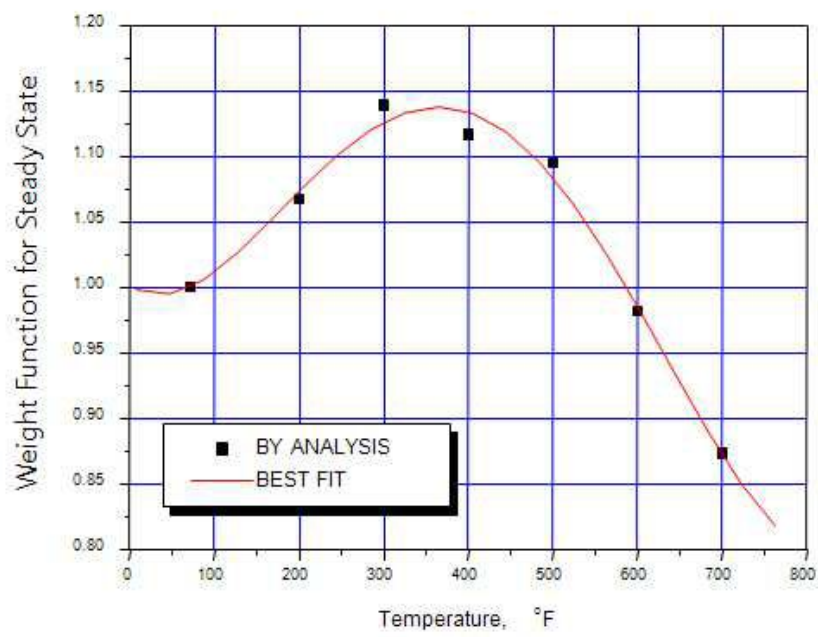
도면2



도면3



도면4



도면5

