

## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G21F 9/16

G21F 9/34

(45) 공고일자 1987년03월11일

(11) 공고번호 특 1987-0000466

(21) 출원번호

특 1983-0003310

(65) 공개번호

특 1984-0005598

(22) 출원일자

1983년07월19일

(43) 공개일자

1984년11월14일

(30) 우선권주장

82-130163 1982년07월26일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시기 가이샤 히다찌 세이사꾸쇼 미다 가쓰시게

일본국 도오교오도 지요다구 간다 스루가다이 4조메 6반지

(72) 발명자

후까사와 데쓰오

일본국 이바라기켄 히다찌시 아유가와죠 6-12-1 지교오료오

가와무라 후미오

일본국 이바라기켄 히다찌시 히가시다가죠 3-14-D 401

기꾸찌 마꼬도

일본국 이바라기켄 히다찌시 모리야마죠 1047-287

(74) 대리인

김서일

심사관 : 김원준 (책자공보 제1267호)(54) 방사성 고형폐기물의 고화방법**요약**

내용 없음.

**대표도****도1****명세서**

[발명의 명칭]

방사성 고형폐기물의 고화방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 공모양의 펠렛화된 방사성 고형폐기물이 매입된 고화체를 나타낸 모델도면(설명을 위해 단순화 되어 있음).

제2도는 고화체에 인가되는 외압으로 규격화된 고화체내의 펠렛경계의 접선응력( $\sigma/P$ )의 방상성 고형폐기물과 고화재와의 탄성을의 비( $E_2/E_1$ )에 대한 의존성을 나타낸 도면.

제3도는 본원발명에서 고화재로서 사용되는 플라스틱의 가교중합반응을 나타낸 개략도.

[발명의 상세한 설명]

본원 발명은 방사성 폐기물의 고화방법에 관한 것이며, 특히 펠렛(pellet) 모양의 일정 형상을 갖는 방사성 고형(固形) 폐기물의 고화(固化) 방법에 관한 것이다.

방사성 폐기물의 고화방법으로서는 건조 분말화된 방사성 폐기물을 플라스틱, 콘크리트 등의 고화재에 혼입하여 고화하는 방법이 종래부터 행해지고 있다. 이 경우, 분말화한 폐기물을 혼입한 플라스틱, 콘크리트 등의 고화재는 거의 균질

최근, 폐기물의 총전율(充填率) 또는 용적 감소율을 올리기 위해, 분말화한 폐기물을 다시 펠렛으로 성형하고, 그 후 고화재에 매입하는 방법(일본국 특허공개공보 소 52-34,200호)이 제안되어 있다. 그러나, 이와같은 고화방법에 의할 경우, 고화체의 강도를 향상시키는 데는 단지 고특재의 강도를 향상시키는 것만으로는 충분하지 않으며, 예를들면 해양투기(海洋投棄)등에 의해 고압에 노출될 경우, 매입된 고형폐기물과 고화재와의 경계면에서 균열이 발생하는 경우가 있었다.

본원 발명의 목적은 고압 환경하에 있어서도 파괴되지 않는 건전하고 충분한 안전율을 갖는 방사성 폐기물 고화체를 얻을 수 있는 방사성 고형폐기물의 고화방법을 제공하는 것이다.

본원 발명의 다른 목적은 해양투기 또는 심층지중 처분에 적합한 방사성 고형폐기물의 고화방법을 제공하는 것이다.

본원 발명의 방사성 폐기물의 고화방법은 고화재와 폐기물의 탄성을에 대한 관계에 착안하여, 고화재의 탄성을 방사성 고형폐기물의 탄성을과 같거나 또는 그것보다도 작게 하도록 조정함으로써 고화재와 방사성 고형폐기물과의 경계면에서의, 특히 고화재측에서의 응력집중을 방지하고, 소망의 건전성과 안전율을 갖는 고화체를 제작하는 것이다.

본원 발명의 실시에 있어서는 플라스틱 고화재의 경우에는 폴리머의 가교점간 거리가 긴 수지를 사용하는 방법, 또 시멘트 기타의 무기질 고화재의 경우에는

본원 발명에 의하면 높은 외력이 가해졌을 때의 고화체 내부에서의 응력집중을 방지할 수 있고, 해양투기등 고압환경에서도 파괴에 이르는 균열이 발생하지 않는 방사성 고형폐기물 고화체가 얻어진다.

제1도에 있어서, 고화체(3) 중에서 방사성 고형폐기물(1)은 공모양 펠렛이며 고화재(2) 중에 매입되어 있다. 이 고화체(3)에 외압(P)이 가해지면 고화체 중에서는 특히 고화재(2)와 방사성 고형폐기물(1)과의 경계면에 응력이 집중하여, 균열발생의 원인이 되는 접선응력( $\sigma$ )이 최대로 된다. 이때 접선응력의 크기는 외압(P), 방사성 고형폐기물(1)의 탄성율( $E_1$ ), 고화재(2)의 탄성율( $E_2$ )의 함수로 된다. 외압으로 규격화된 내부응력( $\delta /P$ )의 ( $E_2/E_1$ )에 대한 의존성은 제2도에 나타낸 바와 같다.

제2도는 폐기물의 탄성계수( $E_1$ )와 고화재의 탄성계수( $E_2$ )와의 비를 횡축에, 고화체 외부로부터의 외압(P)과 ( $P$ )가 가해졌을 때에 생기는 고화재와 폐기물 경계면에서 접선방향으로 생기는 변형응력( $\sigma$ )과의 비를 종축에 나타낸 것이다. 종축에 표시되어 있는  $\sigma/P$ 가 1 이상으로 되면, 고화체가 외부에서 받는 외압(P)이상의 변형응력이 고화체내에서 생기는 것을 뜻한다. 이 도면에서 방사성 고형폐기물의 탄성을 고화재의 그것보다 작을 경우( $E_1 < E_2$ ), 경계면의 응력( $\sigma$ )은 외압(P)보다도 커진다는 것을 알 수 있다. 이 때문에 단지 고화재의 압축 강도와 외압(P)과의 비교로 안전율을 설정해도 실제의 상황하에서는 충분한 건전성을 확보할 수 없는 경<sup>122</sup>

고화재중의 고형폐기물과의 경계에 발생하는 접중응력의 크기는 함유 고형폐기물의 외주의 곡률반경에 반비례한다. 실제의 방사성 폐기물은 배관편, 넝마, 플라스틱은 물론이고 건조 분말화 후 펠렛화한 것일지라도 그 표면은 거칠고 여러가지 곡률반경을 갖는 표면의 집합이다. 따라서, 실제의 응력집중의 정도는 제1도에 나타낸 완전한 구형의 경우와는 달리 불균일하며 부분적으로 큰 응력이 집중한다. 따라서 실제의 고화체에서는 제2도에 나타낸 경우보다도 곡선의 경사는 급격해져서 안전율의 저하는 커지지만, 이 곡선은 항상 ( $\sigma/P, E_2/E_1$ )=(1,1)의 점을 통과하므로, 고화재의 탄성율( $E_2$ )이 방사성 고형폐기물의 탄성율( $E_1$ )보다도 작을 경우에는 응력은 외압 이상으로는 되지 않아 안전율은 저하하지 않는다.

방사성 고형폐기물의 탄성을은 배관편 등의 강재가  $10^6 \text{ kg/cm}^2$ , 넝마, 플라스틱 등이  $10^2-10^3 \text{ kg/cm}^2$ , 농축 폐액이나 이온 교환수지를 건조 분말화 후 펠렛화 한 것이  $10^3 \text{ kg/cm}^2$  정도이다. 이들 탄성을( $E_1$ )은 자유롭게 조절할 수는 없지만, 고화재<sup>221</sup>

다음에 비등수형(沸騰水型) 원자력발전소에서 발생하는 농축폐액의 건조분말을 펠렛화한 망초(芒硝: mirabilite) 펠렛을 폴리에스테르수지에 매입한 경우의 본원 발명에 의한 방사성 고형폐기물의 고화방법의 실시예에 대해 기술한다. 이 실시예에 사용된 망초 펠렛은 세로 약 3cm, 가로 약 2cm, 두께 1.3cm의 아몬드 모양의 펠렛으로서, 공자의 예를들면 일본국 공개특허공보 소 55-15078호에 개시된 방법에 의해 제작된 것이다. 이 망초 펠렛의 탄성을은  $3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 이었다.

고화재로서 사용된 폴리에스테르수지의 상세는 표 1에 나타난 바와 같으며, 불포화 폴리머와 가교모노머와의 래디칼 종합반응에 의해 경화 생성된다. 제3도는 이 가교종합반응을 나타낸 개략도이며, 불포화 폴리에스테르폴리머는 글리콜(G)과 불포화산(M)과의 에스테르 결합으로 이루어진다. 플라스틱은 가교모노머가 불포화 폴리에스테르폴리머간을 결합하는 것에 의해 그물눈 구조가 만들어져 강도가 나타난다. 플라스틱의 탄성계수는 그물눈의 크기에 의존한다. 여기서 탄성율( $E_2$ )이 작은 플라스틱으로 하기 위해서는 가교점 거리가 큰 폴리에스테르폴리머를 선택하면 된다. 가교점 거리는 2개의 불포화산(M)에서 글리콜(G)을 격리한 다음의 불포화산까지의 거리이다. 따라서 가교점 거리를 길게하기 위해서는 긴 직쇄를 갖는 문자량이 큰 글리콜을 사용하면 된다. 즉, 제3도에 나타난 폴리에스테르폴리머 중의 G성분의 탄산쇄가 긴 폴리에스테르폴리머가 좋다.

발명자들은 종래의 프로필렌글리콜 대신 폴리부타디엔글리콜을 사용함으로써 가교점 거리를 종래의 7배로, 탄성을 50분의  $1(5 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2)$ 로 할 수 있었다.

상술한 망초 펠렛 250kg을 2001 드럼통 내의 바구니 안에 충전하고 이어서 고화재를 유입시켜, 드럼통 내벽과 망초 펠렛 사이를 매입한 다음, 방치하여 경화시켜서 고화체를 얻을 수 있다. 이 고화체를 사용하여 6500m의 심해(외압 650kg/cm<sup>2</sup>)를 모의(模擬)한 해양투기 실험을 했지만, 고화체는 파괴되지 않았고, 균열등의 발생도 볼 수 없었다. 이 실시예에서는 망초 펠렛과 폴리에스테르의 탄성을의 비( $E_2/E_1$ )는 0.20이며 그래서 응력집중이 없었던 것으로 생각된다.

비교예로서, 종래부터 사용되고 있는 고탄성을 갖는 플라스틱(상세한 것은 표 1 참조)을 사용하여 똑같이 고화체를 제작하여 실험했던 바, 균열의 발생을 볼 수 있었으며, 일부는 파괴되었다. 이 경우, 플라스틱과 망초 펠렛과의 탄성을의 비( $E_2/E_1$ )은 약 100이며, 외압으로서 500kg/cm<sup>2</sup>의 압력이 가해졌을 경우(5000m의 심해에 해양투기한 경우에 해당함) 폴리머의 망초 펠렛과의 경계면에는 그 5-10배의 접선응력이 집중하게 된다. 고화재 폴리머의 압괴강도(壓壞強度)는 정수압(靜水壓)의 경

우, 약  $2500 \text{kg/cm}^2$  이므로 고화체중에 균열이 발생하여 최악의 경우 파괴된다.

[표 1]

본원·발명의 실시예에서 사용된 플라스틱 고화재		비교   이서 사용된 플라스틱 고화재
불포화 폴리에스테르폴리머 불포화 알킬	폴리부타디엔 글리콜을 포함하는 불포화 알킬	프로필렌 글리콜을 포함하는 불 포화 알킬
가교모노머	스티렌	스티렌
특징	가교점 거리 짚다(분자량-2000) 저탄성율( $5 \times 10^3 \text{kg/cm}^2$ )	가교점 거리 짧다(분자량-300) 고탄성율( $3 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$ )

그리고 본원 발명에 사용되는 고화재는 플라스틱에 한정되지 않으며, 시멘트를 사용할 수도 있다. 그 경우, 시멘트에 천연고무 또는 합성고무 라텍스를 첨가함으로써, 시멘트의 탄성을 약  $10^4 \text{kg/cm}^2$ 에서  $10^2 \text{kg/cm}^2$ 까지 자유롭게 조정하며, 방사성 고형폐기물의 탄성을 보다 작게 할 수 있다.

또, 방사성 고형폐기물이 복수 종류 있을 경우, 그들의 탄성을 중 최소의 것을 기준으로 고화재의 탄성을 결정하는 것은 물론이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

펠렛모양의 방사성 고형폐기물(1)을 고화재(2) 중에 직접 매입하여 고화체(3)를 제작하는 방사성 고형폐기물의 고화방법에 있어서, 상기 고화재(2)는 고형폐기물 펠렛(1)의 탄성율( $E_1$ )보다 작은 탄성율( $E_2$ )을 가지므로, 폐기물 펠렛(1)과 상기 고화재(2) 사이의 경계면에 생긴 접선응력( $\sigma$ )이 고화체(3)에 가해진 외압( $P$ )보다 크지 않으며, 폴리부타디엔글리콜을 포함하는 불포화 폴리에스테르와 고무상 바인더를 포함하는 스티렌 또는 콘트리트와를 가교결합하여 얻은 폴리머인 것을 특징으로 하는 방사성 고형폐기물의 고화방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 폴리머(2)는 약 2000의 분자량을 가지는 것을 특징으로 하는 방사성 고형폐기물의 고화방법.

#### 청구항 3

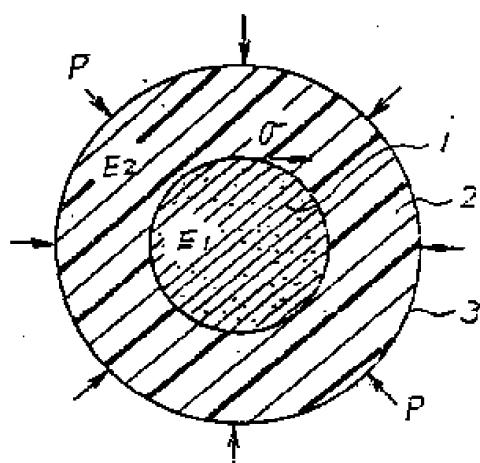
제1항에 있어서, 상기 고화재(2)는 탄성율( $E_2$ )이 대략  $10^2 \text{kg/cm}^2$ 인 것을 특징으로 하는 방사성 고형폐기물의 고화방법.

#### 청구항 4

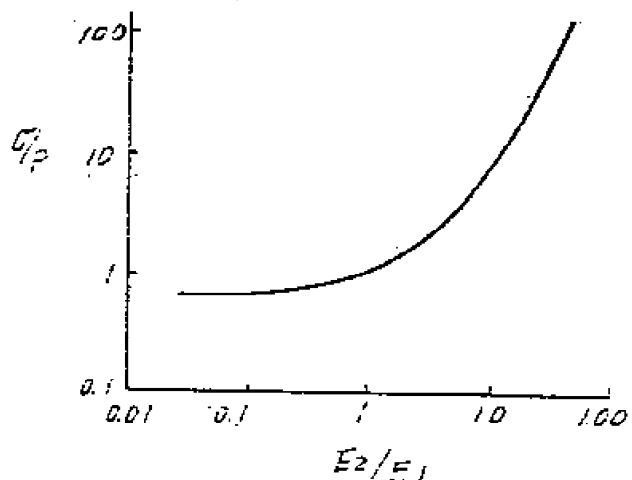
제1항에 있어서, 폐기물 펠렛(1)은 망초 펠렛이며, 상기 고화재(2)는 폴리에스테르수지인 것을 특징으로 하는 방사성 고형폐기물의 고화방법.

#### 도면

##### 도면1



도면2



도면3

