

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-247384

(P2012-247384A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 2 1 F 9/30 (2006.01)	G 2 1 F 9/30	5 3 1 K
G 2 1 F 9/28 (2006.01)	G 2 1 F 9/30	5 3 1 E
	G 2 1 F 9/28	5 3 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-121334 (P2011-121334)	(71) 出願人	507250427 日立GEニュークリア・エナジー株式会社 茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年5月31日 (2011.5.31)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	元木 智彦 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内
		(72) 発明者	野村 大翼 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内
		(72) 発明者	黒澤 孝一 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アプレシブウォータージェット切断方法及びその装置

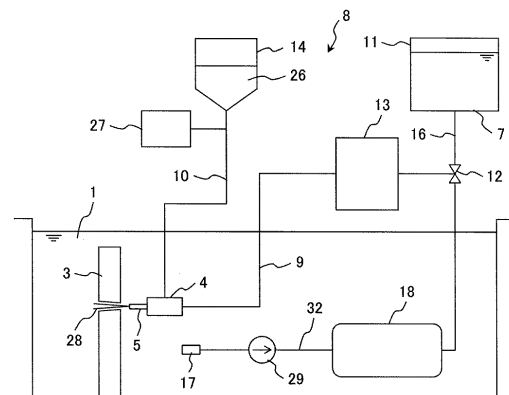
(57) 【要約】

【課題】未臨界状態を維持しながら燃料貯蔵ラック及び燃料集合体を切断できるアプレシブウォータージェット切断方法を提供する。

【解決手段】ホウ酸水タンク11内のホウ酸水7は、高圧ポンプ13によって約400MPaに昇圧されて切断ヘッド4に供給される。アプレシブタンク14内の炭化ホウ素粒子(アプレシブ)26が、圧送空気供給装置27から供給される圧縮空気と共にホース10により切断ヘッド4に導かれる。ホウ酸水7と炭化ホウ素粒子26は、混合され、高圧の水流28となって、切断ヘッド4の切断ノズル5から、使用済燃料集合体3を収納した燃料貯蔵ラックに向かって噴射される。炭化ホウ素粒子26の作用により、燃料貯蔵ラック及び使用済燃料集合体3が切断される。冷却水中に拡散された炭化ホウ素粒子26により、冷却水中に拡散され、冷却水の核燃料物質の濃度が増加しても未臨界が維持される。

【選択図】図2

図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水中に配置された、燃料集合体を収納する燃料ラックに向かってアプレシブルである中性子吸収材の粒子を含む水流をノズルから噴射させ、噴射された前記中性子吸収材の粒子により前記燃料ラック及び前記燃料集合体を切断するアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 2】**

前記中性子吸収材の粒子が、ホウ素化合物の粒子およびハフニウムの粒子のいずれかである請求項 1 に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 3】**

前記ノズルから噴射される前記水流が中性子吸収材を含む水溶液を含んでいる請求項 1 または 2 に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 4】**

前記中性子吸収材を含む水溶液がこの水溶液を蓄えたタンクから前記ノズルに供給される請求項 3 に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 5】**

前記ノズルに供給される前記中性子吸収材を含む水溶液が、前記燃料貯蔵ラックの周囲に存在する、前記中性子吸収材を含む前記水であり、前記タンクから前記ノズルへの前記中性子吸収材を含む水溶液の供給が停止される請求項 4 に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 6】**

前記中性子吸収材を含む水溶液がホウ素を含む水溶液である請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 7】**

水中に配置された、燃料集合体を収納する燃料ラックに向かって中性子吸収材を含まないアプレシブ及び中性子吸収材を含む水溶液を含む水流をノズルから噴射させ、噴射された前記アプレシブにより前記燃料ラック及び前記燃料集合体を切断するアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 8】**

前記中性子吸収材を含む水溶液がホウ素を含む水溶液である請求項 7 に記載のアプレシブウォータージェット切断方法。

**【請求項 9】**

中性子吸収材の粒子が充填された第 1 タンクと、水が充填された第 2 タンクと、前記水を昇圧するポンプと、前記第 1 タンク内の前記中性子吸収材の粒子及び前記ポンプで昇圧された前記水を混合された状態で噴射するノズルとを備えたことを特徴とするアプレシブウォータージェット切断装置。

**【請求項 10】**

前記第 2 タンクが、中性子吸収材を含む前記水を充填した第 2 タンクである請求項 9 に記載のアプレシブウォータージェット切断装置。

**【請求項 11】**

中性子吸収材を含まないアプレシブが充填された第 1 タンクと、中性子吸収材を含む水溶液が充填された第 2 タンクと、前記水溶液を昇圧するポンプと、前記第 1 タンク内の前記アプレシブ及び前記ポンプで昇圧された前記水溶液を混合された状態で噴射するノズルとを備えたことを特徴とするアプレシブウォータージェット切断装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、アプレシブウォータージェット切断方法及びその装置に係り、特に、燃料プール内に設置された、燃料集合体を収納している燃料貯蔵ラックの切断に好適なアプレシブウォータージェット切断方法及びその装置に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

原子力発電プラントでは、定期検査を行うに際して、原子炉の炉心内に制御棒を挿入して原子炉の運転を停止する。原子炉の運転停止後に、定期検査が行われ、併せて原子炉圧力容器内に存在する炉内構造物の予防保全工事が行われる。その予防保全工事を開始する前に、炉心内に装荷されている全燃料集合体が、原子炉圧力容器から取り出され、燃料プールに設置された燃料貯蔵ラック内に収納され、所定期間の間、保管される。

## 【0003】

予防保全工事として、例えば、原子炉圧力容器内に設置された、原子力プラントの構造部材である炉心シュラウドの交換作業が行われる。この炉心シュラウドの交換作業において、原子炉圧力容器から取り出された炉心シュラウドを、アプレシブウォータージェットを用いて切断する方法が、特開2007-24586号公報に提案されている。この切断方法では、アプレシブとしてアルミナを用いている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2007-24586号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

燃料プール内に設置されている燃料貯蔵ラック内に燃料集合体が収納されている状態で、万が一、何らかの原因でその燃料集合体にダメージを与えられたとき、ダメージを受けた燃料集合体を、燃料プール外の所定の場所まで搬出するために、燃料プールから取り出すことは容易なことではない。

20

## 【0006】

そこで、発明者らは、燃料集合体を収納している燃料貯蔵ラックを燃料プール内で切断することを考え、この切断を、アプレシブウォータージェットをノズルから噴出させて行うことを検討した。この結果、発明者らは、アプレシブウォータージェットを用いて燃料集合体を収納している燃料貯蔵ラックを切断した場合には、燃料集合体を構成している複数の燃料棒も切断されて燃料棒内の核燃料物質の一部が燃料プール内の冷却水中に漏洩し、ノズルから噴射される高圧水の噴流によって漏洩した核燃料物質の粒子が燃料プール内の冷却水と共に攪拌され、燃料プール内において局所的に核燃料物質の濃度が高くなり、臨界反応が引き起こされる可能性があることを認識するに至った。

30

## 【0007】

本発明の目的は、未臨界状態を維持しながら燃料貯蔵ラック及び燃料集合体を切断できるアプレシブウォータージェット切断方法及びその装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

上記した目的を達成する本発明の特徴は、水中に配置された、燃料集合体を収納する燃料ラックに向かって中性子吸収材の粒子を含む水流をノズルから噴射させ、噴射された中性子吸収材の粒子により燃料ラック及び燃料ラック内の燃料集合体を切断することにある。

40

## 【0009】

水中に配置された、燃料集合体を収納する燃料ラック及びこの燃料集合体を、アプレシブである中性子吸収材の粒子を用いて切断するので、切断に用いられてその水中に拡散した中性子吸収材の粒子の作用により、切断により水中に漏洩した、燃料集合体に含まれた核燃料物質の水中における濃度が増加しても、この核燃料物質により再臨界になることを防止することができる。このため、未臨界の状態を維持しながら、燃料ラック及び燃料集合体を水中で切断することができる。

## 【0010】

50

上記した目的は、水中に配置された、燃料集合体を収納する燃料ラックに向かって中性子吸収材を含まないアプレシブ及び中性子吸収材を含む水溶液を含む水流をノズルから噴射させ、噴射されたそのアプレシブにより燃料ラック及び燃料集合体を切断することによっても、達成することができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、未臨界状態を維持しながら燃料貯蔵ラック及び燃料集合体を水中で切断することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の好適な一実施例である実施例1のアプレシブウォータジェット切断方法を示す説明図である。

【図2】図1に示すアプレシブウォータジェット切断方法に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置の構成図である。

【図3】図2に示す切断ヘッドの詳細縦断面図である。

【図4】本発明の他の実施例である実施例2のアプレシブウォータジェット切断方法に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置の構成図である。

【図5】本発明の他の実施例である実施例3のアプレシブウォータジェット切断方法に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の実施例を以下に説明する。

【実施例1】

【0014】

本発明の好適な一実施例である実施例1のアプレシブウォータジェット切断方法を、図1及び図2を用いて説明する。

【0015】

本実施例のアプレシブウォータジェット切断方法に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置8を、図1、図2及び図3を用いて説明する。アプレシブウォータジェット切断装置8は、切断ヘッド4、ホウ酸水タンク11、高圧ポンプ13、アプレシブタンク14及び浄化装置18を備えている。

【0016】

切断ヘッド4は、混合器6及び切断ノズル5を有する。切断ノズル5は、混合器6に取り付けられ、混合器6に連絡される噴射孔25を有する(図3参照)。ホウ酸水7が充填されたホウ酸水タンク11が、ホース16によって切替バルブ(三方弁)12に接続される。高圧ポンプ13が設けられたホース9が、切断ヘッド4に接続され、混合器6に連絡される。アプレシブである炭化ホウ素粒子26が充填されたアプレシブタンク14は、ホース10によって切断ヘッド4に接続される。ホース10は混合器6に連絡される。圧送空気供給装置27がホース10に接続される。吸引ポンプ(水中ポンプ)29及び浄化装置18が、吸引ノズル17に接続されて切替バルブ12に接続されるホース32に設けられる。

【0017】

アプレシブウォータジェット切断装置8を用いた本実施例のアプレシブウォータジェット切断方法を説明する。

【0018】

原子力プラントの定期検査期間中において原子炉圧力容器内の炉心から取り出された多数の使用済燃料集合体3が、原子炉建屋(図示せず)内の燃料プール1内に設置された複数の燃料貯蔵ラック2内にそれぞれ収納されている(図1参照)。燃料貯蔵ラック2は燃料プール1内に充填された冷却水中に配置されており、燃料貯蔵ラック2に収納された使用済燃料集合体3は、燃料プール1内に保管されている間、循環する冷却水によって冷却

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 1 9 】

燃料貯蔵ラック 2 内に収納された使用済燃料集合体 3 の一部が、前述したように、何らかの原因でダメージを受けていることを想定する。

【 0 0 2 0 】

燃料貯蔵ラック 2 内のダメージを受けた使用済燃料集合体 3 を、燃料貯蔵ラック 2 から取り出すことができないので、アプレシブウォータジェット切断装置 8 を用いて、使用済燃料集合体 3 を収納している燃料貯蔵ラック 2 を燃料プール 1 内で切断する。燃料貯蔵ラック 2 の切断に際して、アプレシブウォータジェット切断装置 8 の切断ヘッド 4 が、燃料交換機 2 0 のマスト 2 1 に取り付けられる。ホウ酸水タンク 1 1、高圧ポンプ 1 3、アプレシブタンク 1 4 及び圧送空気供給装置 2 7 が、燃料プール 1 を取り囲んで原子炉建屋内に形成された運転床 2 2 上に設置される。吸引ノズル 1 7、吸引ポンプ 2 9 及び浄化装置 1 8 が、燃料プール 1 内の冷却水中に配置される。

10

【 0 0 2 1 】

燃料交換機 2 0 も運転床 2 2 上に配置されている。燃料交換機 2 0 は走行台車 3 0 及び横行台車 3 1 を有する。走行台車 3 0 は、燃料プール 1 を跨いで配置され、運転床 2 2 上に施設されたガイドレール 2 4 に沿って移動する。横行台車 3 1 は、走行台車 3 0 上に設置され、走行台車 3 0 上で走行台車 3 0 の移動方向と直交する方向に移動する。マスト 3 1 は、上下方向に移動可能に横行台車 3 1 に取り付けられる。

【 0 0 2 2 】

マスト 2 1 に取り付けられた切断ヘッド 4 が燃料プール 1 内の冷却水に浸漬された状態で、切断ノズル 5 が切断対象の燃料貯蔵ラック 2 の切断開始位置付近の真上に位置するように、走行台車 3 0 及び横行台車 3 1 をそれぞれ移動させ、水平方向における切断ノズル 5 の位置決めを行う。その後、マスト 2 1 を下降させて、切断ノズル 5 を、燃料貯蔵ラック 2 の上下方向における切断位置（例えば、燃料貯蔵ラック 2 の高さの 1 / 2 の位置）まで下降する。切断ノズル 5 が上下方向における切断位置まで下降したとき、マスト 2 1 の下降を停止する。その後、切断ノズル 5 は、燃料貯蔵ラック 2 の 1 つの側面に対向しながらその側面に沿って水平方向に移動される。この切断ノズル 5 の水平方向における移動は、例えば、横行台車 3 1 を移動させることによって行われ、燃料貯蔵ラック 2 を、使用済燃料集合体 3 を収納した状態で高さの 1 / 2 の位置で切断する。

20

30

【 0 0 2 3 】

この燃料貯蔵ラック 2 及び使用済み燃料集合体 3 の切断は、切断ノズル 5 の噴射孔 2 5 からアプレシブを含む高圧水を噴射することによって行われる。噴射孔 2 5 からのこの高圧水の噴射は以下のようにして行われる。

【 0 0 2 4 】

切替弁 1 2 を操作してホース 1 6 とホース 9 を連絡し、高圧ポンプ 1 3 及び圧送空気供給装置 2 7 を駆動する。ホウ酸水タンク 1 1 内のホウ酸水 7 は、ホース 1 6、9 により高圧ポンプ 1 3 に導かれ、高圧ポンプ 1 3 によって約 4 0 0 M P a に昇圧されてホース 9 を通って切断ヘッド 4 の混合器 6 内に供給される。アプレシブタンク 1 4 内の炭化ホウ素粒子 2 6 が、圧送空気供給装置 2 7 からホース 1 0 内に供給される圧縮空気に随伴して、ホース 1 0 を通って切断ヘッド 4 の混合器 6 内に供給される。混合器 6 内ではホウ酸水 7 及び炭化ホウ素粒子 2 6 が混合され、炭化ホウ素粒子 2 6 を含むホウ酸水 7 の、高圧（約 4 0 0 M P a）の水流 2 8 が、噴射孔 2 5 から切断対象の燃料貯蔵ラック 2 に向かって噴射され、燃料貯蔵ラック 2 に衝突する。水流 2 8 に含まれるアプレシブである炭化ホウ素粒子 2 6 が高速で燃料貯蔵ラック 2 に衝突する。衝突する炭化ホウ素粒子 2 6 の作用により、炭化ホウ素粒子 2 6 が衝突する位置で、燃料貯蔵ラック 2 が切断される。燃料貯蔵ラック 2 内に収納された各使用済燃料集合体 3 も、燃料貯蔵ラック 2 の切断に併せて上下方向における同じ切断位置で切断される。

40

【 0 0 2 5 】

切断ノズル 5 の噴射孔 2 5 から、炭化ホウ素粒子 2 6 を含むホウ酸水 7 の高圧の水流 2

50

8を噴射させながら、上記したように、横行台車31を移動させて切断ノズル5を、水平方向において、燃料貯蔵ラック2の1つの側面に沿って移動させる。上下方向の切断位置で、1つの燃料貯蔵ラック2の1つの側面に沿った切断ノズル5(炭化ホウ素粒子26を含む水流28を噴射)の水平方向における移動が終了したとき、その燃料貯蔵ラック2及びこの燃料貯蔵ラック2に収納された各使用済燃料集合体3の切断が終了する。

#### 【0026】

切断ノズル5から噴射された水流28に含まれるホウ酸水7は、燃料プール1内の冷却水中に拡散する。本実施例では、燃料プール1内の冷却水のホウ酸の濃度を、分析装置を用いて測定する。ホウ酸濃度の測定は、所定の時間間隔で、燃料プール1内の冷却水を採取し、採取した冷却水を分析してこの冷却水に含まれるホウ酸濃度を測定する。測定された冷却水中のホウ酸濃度が、設定濃度以上になったとき、切替バルブ12を切り替えてホース32とホース9を連絡する。この設定濃度は、ホウ酸水タンク11から切断ノズル5にホウ酸水7を供給しなくても、燃料プール1内の冷却水に含まれる炭化ホウ素粒子26及びホウ酸水7として供給されたホウ酸によって冷却水中の核燃料物質により再臨界が生じることを防止することができるホウ酸の濃度である。

10

#### 【0027】

切替バルブ12でホース9とホース32が連絡されたとき、吸引ポンプ29が駆動されて燃料プール1内の、炭化ホウ素粒子26及びホウ酸を含む冷却水が、吸引ノズル17から吸引されてホース32内に流入する。ホース32内に流入した炭化ホウ素粒子26及びホウ酸を含む冷却水は、吸引ポンプ29で昇圧され、浄化装置18に導かれる。浄化装置18では、冷却水に含まれる炭化ホウ素粒子26、燃料貯蔵ラック2の切断粉及び燃料プール1内の冷却水に元々含まれているクラッド等が除去される。浄化装置18で浄化された、ホウ酸を含む冷却水は、ホース32及び9を経て高圧ポンプ13に導かれ、高圧ポンプ13により約400MPaに昇圧される。吸引ノズル17から吸引された、燃料プール1内の冷却水が、高圧ポンプ13に供給されているときには、ホウ酸水タンク11内のホウ酸水7が高圧ポンプ13に供給されることはない。

20

#### 【0028】

高圧ポンプ13で昇圧された高圧のホウ酸を含む冷却水は、切断ヘッド4の混合器6内に導かれ、ホース10を通して供給される炭化ホウ素粒子26と混合される。炭化ホウ素粒子26を含む高圧の冷却水は、混合器6から噴射孔25に導かれ、水流28となって切断対象の各燃料貯蔵ラック2に向かって噴射される。燃料貯蔵ラック2及びこの燃料貯蔵ラック2に収納された使用済燃料集合体3が、噴射されたその水流28に含まれる炭化ホウ素粒子26の作用により切断される。

30

#### 【0029】

もし、吸引ノズル17から吸引された冷却水を含む水流28の噴射によって、燃料プール1内の冷却水に含まれるホウ酸の濃度が、燃料プール1内の冷却水に含まれる炭化ホウ素粒子26及びホウ酸によって冷却水中の核燃料物質により再臨界が生じることを防止することができるホウ酸の濃度よりも低下したときには、切替バルブ12を切り替えて、ホウ酸水タンク11内のホウ酸水7を混合器6に供給し、ホウ酸水7を含む水流28を、切断ノズル5から噴射する。

40

#### 【0030】

切断ノズル5から噴射される炭化ホウ素粒子26によって使用済燃料集合体3に含まれる燃料棒が切断されるとき、その切断位置で各燃料棒内に存在した核燃料物質が噴射された水流28によって、燃料プール1内の冷却水中に吹き飛ばされる。また、切断時における高速の水流28の燃料貯蔵ラック2および使用済燃料集合体3への衝突によって、使用済燃料集合体3に衝撃を与え、この使用済燃料集合体3が振動する。このため、燃料棒の切断箇所から燃料棒内の核燃料物質の一部が冷却水中に漏洩する。燃料貯蔵ラック2および使用済燃料集合体3の切断が進行すると、上記した理由により、使用済燃料集合体3から燃料プール1の冷却水に含まれる核燃料物質の濃度が増加する。冷却水中の核燃料物質の濃度が上昇すると、最悪の場合、核燃料物質の再臨界が生じる可能性を否定することが

50

できない。しかしながら、本実施例では、燃料貯蔵ラック 2 等の切断に用いるアプレシブとして中性子吸収材である炭化ホウ素粒子 26 が用いられており、切断ノズル 5 から噴射された炭化ホウ素粒子 26 は燃料プール 1 内の冷却水中に拡散して存在するので、上記の切断作業によって燃料プール 1 内の冷却水中の核燃料物質の濃度が増加しても、炭化ホウ素粒子 26 の作用により、再臨界を生じることを防止することができる。すなわち、燃料貯蔵ラック 2 および使用済燃料集合体 3 の切断によって冷却水中の核燃料物質の濃度が増加しても、未臨界の状態を維持することができる。

【0031】

また、本実施例では、切断時に切断ノズル 5 から噴射される水流 28 はホウ酸水 7 を含んでおり、切断ノズル 5 から噴射されたホウ酸水 7 も、燃料プール 1 内の冷却水中で拡散する。このホウ酸水 7 に含まれるホウ素（中性子吸収材）も、中性子を吸収するので、炭化ホウ素粒子 26 と同様に、冷却水に含まれる核燃料物質による再臨界を防止することができる。

【0032】

本実施例は、未臨界の状態を維持して、燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 を燃料プール 1 内の冷却水中でアプレシブウォータージェットを用いて切断することができる。アプレシブウォータージェットを用いて燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 を切断するので、これらの切断を容易に行うことができる。

【0033】

本実施例は、切替バルブ 12 の切替えによってホウ酸を含む燃料プール 1 内の冷却水を水流 28 として切断ノズル 5 から噴射させて、燃料貯蔵ラック 2 等の切断に使用するので、この切断時に使用するホウ酸水タンク 11 内のホウ酸水 7 の使用量を低減することができる。

【0034】

本実施例では、アプレシブとして、ホウ素化合物である炭化ホウ素粒子 26 以外に、ハフニウムの粒子を使用しても良い。炭化ホウ素粒子 26 およびハフニウムの粒子は、中性子吸収材の粒子である。

【0035】

本実施例は、燃料貯蔵ラック 2 内に、定期検査時に炉心から取り出されて寿命に到達していない燃料集合体が燃料貯蔵ラック 2 内に収納されている状態で、または炉心に装荷する前の燃焼度  $0 \text{ GWd} / \text{t}$  の燃料集合体が燃料貯蔵ラック 2 内に収納されている状態で、これらの燃料集合体が前述したようにダメージを受けている場合であっても、燃料貯蔵ラック及びこの燃料貯蔵ラック内の燃料集合体を切断することができる。

【0036】

後述の実施例 2 及び 3 でも、燃料貯蔵ラック 2 内に、定期検査時に炉心から取り出されて寿命に到達していない燃料集合体が燃料貯蔵ラック 2 内に収納されている状態で、または炉心に装荷する前の燃焼度  $0 \text{ GWd} / \text{t}$  の燃料集合体が燃料貯蔵ラック 2 内に収納されている状態で、燃料貯蔵ラック及びこの燃料貯蔵ラック内の燃料集合体を切断することができる。

【実施例 2】

【0037】

本発明の他の実施例である実施例 2 のアプレシブウォータージェット切断方法を、図 4 を用いて説明する。

【0038】

本実施例のアプレシブウォータージェット切断方法に用いられるアプレシブウォータージェット切断装置 8A は、実施例 1 に用いられるアプレシブウォータージェット切断装置 8 においてホウ酸水タンク 11 を水タンク 33 に替え、切替弁 12、吸引ノズル 17、浄化装置 18、吸引ポンプ 29 ホース 32 を取り除いた構成を有する。中性子吸収材であるホウ素を含まない水 34 が充填された水タンク 33 は、ホース 9 によって高圧ポンプ 13 に接続

10

20

30

40

50

される。アプレシブウォータジェット切断装置 8 A の他の構成はアプレシブウォータジェット切断装置 8 と同じである。

【0039】

本実施例では、燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 の切断時に切断ノズル 5 から噴射される水流 2 8 は、炭化ホウ素粒子 2 6、及び水タンク 3 3 からホース 9 を通って供給されたホウ素を含まない水 3 4 を含む水流である。

【0040】

本実施例によれば、炭化ホウ素粒子 2 6 及び水 3 4 を含む水流 2 8 を燃料貯蔵ラック 2 に向かって噴射するので、水流 2 8 に含まれる炭化ホウ素粒子 2 6 の作用によって燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 を切断することができる。水流 2 8 に含まれてその切断に使用された炭化ホウ素粒子 2 6 は、燃料プール 1 内の冷却水中に拡散する。このため、使用済燃料集合体 3 の切断によってその冷却水に含まれる核燃料物質の濃度が増加しても、冷却水中に拡散された炭化ホウ素粒子 2 6 の作用により、実施例 1 と同様に、再臨界を生じることを防止でき、未臨界の状態を保持することができる。

10

【実施例 3】

【0041】

本発明の他の実施例である実施例 3 のアプレシブウォータジェット切断方法を、図 5 を用いて説明する。

【0042】

本実施例のアプレシブウォータジェット切断方法に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置 8 B は、実施例 1 に用いられるアプレシブウォータジェット切断装置 8 においてアプレシブタンク 1 4 をアプレシブタンク 3 5 に替えた構成を有する。アプレシブタンク 3 5 はアプレシブとして炭化ホウ素粒子 2 6 の替りにアルミナ粒子 3 6 を充填している。ホース 1 0 がアプレシブタンク 3 5 に接続される。アプレシブウォータジェット切断装置 8 B の他の構成はアプレシブウォータジェット切断装置 8 と同じである。

20

【0043】

本実施例では、燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 の切断時に切断ノズル 5 から噴射される水流 2 8 は、アプレシブタンク 3 5 からホース 1 0 を通して切断ヘッド 4 に供給されたアルミナ粒子 3 6、及びホース 1 6 及びホース 9 を通って供給されたホウ酸水 7 を含む水流である。本実施例では、切断ノズル 5 から噴射される水流 2 8 は、アプレシブルとして、中性子吸収材（例えば、炭化ホウ素およびハフニウム）の粒子を含んでいなく、水流 2 8 に含まれるアルミナ粒子 3 6 も中性子吸収材を含んでいない。

30

【0044】

本実施例によれば、アルミナ粒子 3 6 及びホウ酸水 7 を含む水流 2 8 を燃料貯蔵ラック 2 に向かって噴射するので、水流 2 8 に含まれるアルミナ粒子 3 6 の作用によって燃料貯蔵ラック 2 及び燃料貯蔵ラック 2 に収納された使用済燃料集合体 3 を切断することができる。噴射された水流 2 8 に含まれたホウ酸は実施例 1 と同様に、燃料プール 1 内の冷却水中に拡散する。このため、使用済燃料集合体 3 の切断によってその冷却水に含まれる核燃料物質の濃度が増加しても、冷却水中に拡散されたホウ酸の作用により、実施例 1 と同様に、再臨界を生じることを防止でき、未臨界の状態を保持することができる。また、実施例 1 と同様に、吸引ノズル 1 7 から吸引されたホウ酸を含む冷却水を、水流 2 8 としてアルミナ粒子 3 6 と共に切断ノズル 5 から噴射することができる。このため、ホウ酸水タンク 1 1 内のホウ酸水 7 の使用量を低減することができる。

40

【0045】

実施例 3 では、アルミナ粒子 3 6 の替りに、アプレシブとして鋳鋼の粒子を用いても良い。アルミナ粒子 3 6 及び鋳鋼の粒子はホウ素を含んでいないアプレシブである。

【符号の説明】

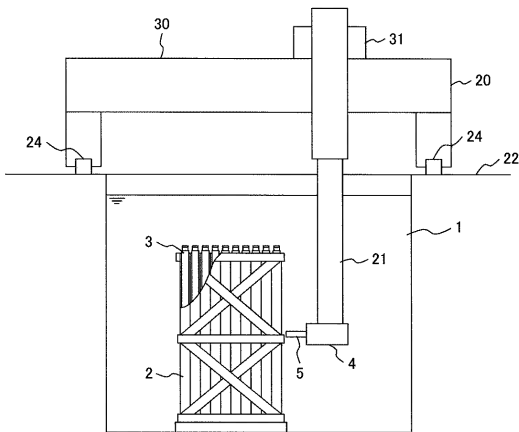
【0046】

50

1 ... 燃料プール、2 ... 燃料貯蔵ラック、3 ... 使用済燃料集合体、4 ... 切断ヘッド、5 ... 切断ノズル、6 ... 混合器、7 ... ホウ酸水、8, 8 A, 8 B ... アプレシブウォータージェット切断装置、9, 10, 16, 32 ... ホース、11 ... ホウ酸水タンク、12 ... 切替バルブ、13 ... 高圧ポンプ、14, 35 ... アプレシブタンク、17 ... 吸引ノズル、18 ... 浄化装置、20 ... 燃料交換機、21 ... マスト、22 ... 運転床、26 ... 炭化ホウ素粒子、27 ... 圧送空気供給装置、33 ... 水タンク、34 ... 水、36 ... アルミナ粒子。

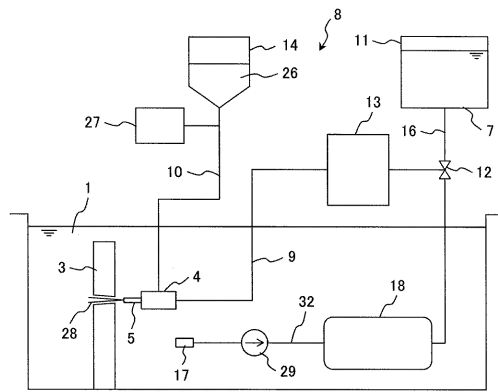
【 図 1 】

図 1



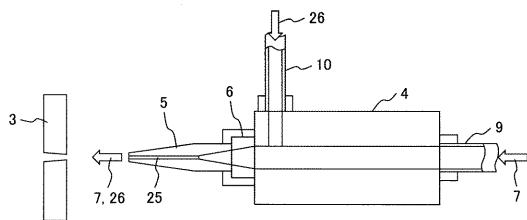
【 図 2 】

図 2



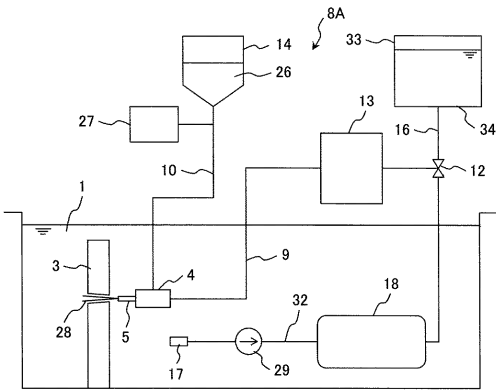
【 図 3 】

図 3



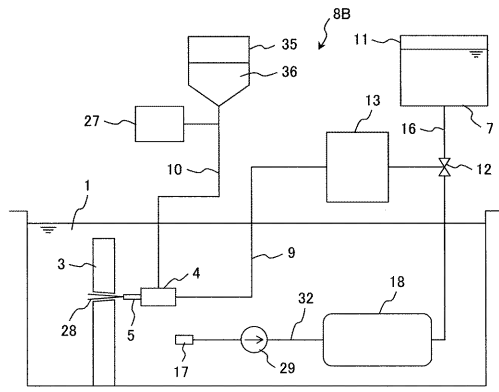
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



---

フロントページの続き

(72)発明者 菅野 明弘

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内

(72)発明者 武藤 寛

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立GEニュークリア・エナジー株式会社内