

原子力発第06048号
平成18年 5月17日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 常盤 百樹

炉内構造物のウォータージェットピーニング施工周辺部位に
対する点検に関する国からの指示について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。平素は、当社事業につきまして格別のご理解を賜り、厚くお礼申し上げます。

さて、炉内構造物のウォータージェットピーニング施工周辺部位に対する点検について、経済産業省原子力安全・保安院から平成18年5月11日付けで別添のとおり指示がありましたので、安全協定第10条第4項に基づきご報告いたします。

敬 具

経 済 産 業 省

平成 18・05・08 原院第 11 号

平成 1 8 年 5 月 1 1 日

四国電力株式会社

取締役社長 常盤 百樹 殿

原子力安全・保安院長 広瀬 研吉

炉内構造物のウォータージェットピーニング施工周辺部位に対する点検について

標記の件について、原子力安全・保安院は別紙 NISA-163b-06-03 のとおり対応することとしました。

つきましては、貴社におかれましても今後別紙に従い所要の措置を講じられるよう要請します。

経 済 産 業 省

平成 18・05・08 原院第 11 号

平成 1 8 年 5 月 1 1 日

炉内構造物のウォータージェットピーニング施工周辺部位に対する点検について

経済産業省原子力安全・保安院

NISA-163b-06-03

中国電力株式会社（以下「中国電力」という。）島根原子力発電所第 2 号機（以下「島根 2 号機」という。）において、非常用炉心冷却系スパーチャノズルのデフレクタ脱落とスパーチャノズル回転及び廻り止め溶接外れの事象が認められました。

平成 1 8 年 5 月 8 日に受けた中国電力からの報告によれば、当該事象の発生原因は、炉心シュラウド溶接線に対してウォータージェットピーニング（以下「WJP」という。）を施工した際の高速ジェット流とキャビテーションの衝撃圧で発生した加振力により、施工部周辺の炉内構造物が共振現象を起こしたことによるものとの調査結果でした。（別添）

また、本件事象は安全上重要な機器に対して影響がなく、技術基準違反ともならず、次回定期事業者検査以降、当該部に対して計画的に点検を実施するとしています。

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）としては、原因調査結果も含め当該報告内容については妥当であると判断しました。

当院としては本件事象を踏まえ、WJPの施工により炉内構造物の表面残留応力改善処理を行った他の原子力発電所において、炉内構造物の機能に影響を与える事象が発生していないか確認する必要があると判断しています。

このため、実用原子炉設置者に対して下記のとおり対応を求めるとともに、1 . の調査結果並びに 2 . の評価結果及び定期事業者検査計画については下記の期日までに、3 . の検査結果及び健全性の確認結果については当該定期事業者検査終

了後速やかに、4. の異常が確認された場合については速やかに原子力安全・保安院長あて報告することを求めます。

記

1. 炉内構造物（原子炉圧力容器内面の管台及び管台に接続する管を含む。以下同じ。）に対するW J P 施工部位及び実施時期を平成18年5月31日までに調査すること。

2. 中国電力島根2号機の事例を参考にして、W J P の加振力の影響を受ける可能性が否定できない炉内構造物について、ウォータージェット噴射ノズルの設置位置と向きから、平成18年6月30日までにその影響範囲を評価・記録し、当該範囲について定期事業者検査計画を策定すること。

その際、非常用炉心冷却系スパージャノズルについては直近の定期事業者検査において検査する計画とすること。

なお、W J P の加振力の影響下にありW J P 対象物以外の炉内構造物が存在しない範囲及びW J P 施工後に3. と同等の検査を実施済みである範囲については、検査の範囲から除外することを妨げない。

3. 2. における検査は「日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格(2002年改訂版) JSME S NA1-2002」に規定する目視試験(MVT-1 又は VT-3)による方法によって検査を実施し記録すること。

ただし、非常用炉心冷却系スパージャノズルデフレクタについては、目視試験の他、中国電力島根2号機で実施した吸引試験その他の適切な方法によって健全性を確認し、その結果を記録すること。

4. 3. における検査の結果、異常が確認された場合には、その発生原因及び影響を調査・評価して所要の対策を講じ、その結果を記録すること。

5. 今後、W J P を施工するに当たっては、本件発生事象を踏まえ、施工前に施工部周辺の炉内構造物への影響を適切に評価するとともに、施工後においては当該影響範囲の炉内構造物の健全性について適切に確認すること。

中国電力株式会社島根原子力発電所 2号機
高圧炉心スプレイ系スパーージャノズルのデフレクタ脱落と
スパーージャノズル回転および廻り止め溶接外れ事象について
(中国電力からの報告の概要)

1. 状況

第13回定期検査を実施中の島根原子力発電所2号機において、炉心シュラウド予防保全工事(ウォータジェットピーニング; WJP)前の原子炉内目視点検を行っていたところ、平成18年3月13日、高圧炉心スプレイ系スパーージャノズルのデフレクタの一部(7個)が脱落していることを確認した(3月19日までにすべて回収)。

デフレクタが脱落していたノズル内部を観察したところ、貫通穴は認められずデフレクタが破断していることを確認した。

また、デフレクタが脱落していたノズルのうち、廻り止め溶接が外れ回転していたもの1箇所を確認した。

炉心スプレイ系スパーージャノズルの廻り止め溶接部を点検したところ、高圧炉心スプレイ系スパーージャノズル18箇所(回転していたものを含む)において、廻り止め溶接が外れていることを確認した。

2. 推定原因

(1) デフレクタ脱落

デフレクタが脱落した原因は、以下のとおりと推定される。

- a. 建設時における高圧炉心スプレイ試験による流体振動によってデフレクタに繰り返し荷重が発生し、当該デフレクタの取付け溶接部近傍に存在したと考えられる微細な切欠きあるいは加工キズからき裂が生じた。
- b. 第12回定期検査時において高圧炉心スプレイ系スパーージャ近傍に実施したWJPの振動によって、デフレクタ取付け溶接部近傍のき裂が進展し、破断した。

(2) 廻り止め溶接外れ

廻り止め溶接が外れた原因は、以下のとおりであると推定される。

- a. 廻り止め溶接部の溶け込みにばらつきが存在した。
- b. 第12回定期検査時において高圧炉心スプレイ系スパーージャ近傍に実施したWJPの振動によって、廻り止め溶接の外れが発生した。

(3) ノズル回転

ノズルが回転した原因は、以下のとおりと推定される。

- a. 上記(2)の原因により、第12回定期検査時に廻り止め溶接の外れが発生した。
- b. 第12回定期検査時において実施したWJPの振動等、または、機器の接触等による過大荷重によりノズルが回転した。

3. デフレクタおよびノズルの健全性確認

(1) デフレクタ

高圧および低圧炉心スプレイ系スパーージャノズルのデフレクタ101箇所（高圧：47箇所，低圧：54箇所）について，運転中に作用する力以上で吸引試験を実施した。その結果，運転中に脱落する恐れのあるデフレクタ1本が高圧炉心スプレイ系スパーージャノズルから脱落したものの，残りは吸引試験に耐えたことから健全であることを確認した。

(2) ノズル

a. 回転力の確認

廻り止め溶接が2箇所とも外れていたノズル（回転していたものを除く）の回転荷重試験を実施した結果，運転中に生じる回転力では回らないことを確認した。なお，回転していたノズルについては，正規の位置に戻した。

b. 脱落の可能性の評価

運転中の振動によってもガタが生じることがないことを，ノズルをモックアップした加振試験により確認した。

さらに，仮にガタが存在するとき，オリフィスとエルボのネジ部が摩耗損傷し，ノズルが脱落する可能性についても評価を行ったが，摩耗の進展は極めて遅く，プラント供用期間中にノズルが脱落する可能性はない。

4. デフレクタ脱落の可能性とその影響

(1) 通常運転中

吸引試験により残存デフレクタは健全であることを確認したことから，通常運転中にデフレクタが脱落する可能性は低いが，万一脱落したとしても，シュラウド内壁側を落下し，上部格子板上等に滞留することから，通常運転への影響はない。

(2) 事故時（LOCA）

事故時のスプレイ流量に対して，デフレクタ脱落の可能性があると考えられるため以下について評価し，安全上問題ないことを確認した。

a. スプレイ冷却効果への影響

b. 制御棒挿入性への影響

c. 落下デフレクタによる炉心冷却機能への影響

d. 落下デフレクタの燃料上部タイプレート，上部格子板に与える機械的影響

e. 燃料棒のフレットング損傷への影響

(3) 誤作動 / 誤起動

万一，通常運転中に誤作動 / 誤起動が発生したとしても，原子炉高圧状態での注入であり，今回吸引試験で確認した流量より小さいため，デフレクタが脱落する可能性

は低い。

5. ノズル回転の可能性とその影響

万一運転中にノズルが回転しても、隣接するノズルまたはシュラウド内壁と接触し回転角度が制限されるため、ノズルが脱落することはない。さらに、上記範囲で回転したとしても高圧炉心スプレイ系の注水機能には影響を与えない。

6. WJP 施工による炉内構造物への影響

WJP による炉内構造物への影響として以下が考えられる。

WJP 施工部とその近傍には、高速ジェット流による流体力とキャビテーション衝撃圧による加振力が直接作用する。

また、WJP による加振力によって施工対象部には振動が生じることから、施工対象部に接合された他の部材に振動が伝わる。WJP による加振力の周波数近傍に固有振動数を持つ炉内構造物については共振する可能性がある。

以上の両条件を満たす機器を調査した結果、シュラウド溶接線（H1 内側）施工時における高圧炉心スプレイスパージャノズル及びデフレクタのみであった。

7. WJP 施工後の点検

第13回定期検査では脱落したデフレクタが確認されたため、以下の目視点検を実施した結果、損傷が見られたのは、6.の、の2つの条件を両方満たしていた高圧炉心スプレイ系のスパージャノズルデフレクタおよびノズル廻り止め溶接部だけであった。

- ・ 高圧/低圧炉心スプレイ系スパージャノズルデフレクタの全数確認
- ・ 高圧/低圧炉心スプレイ系スパージャノズル廻り止め溶接部の全数確認
- ・ 炉内構造物の廻り止め溶接部

8. 今後の対応

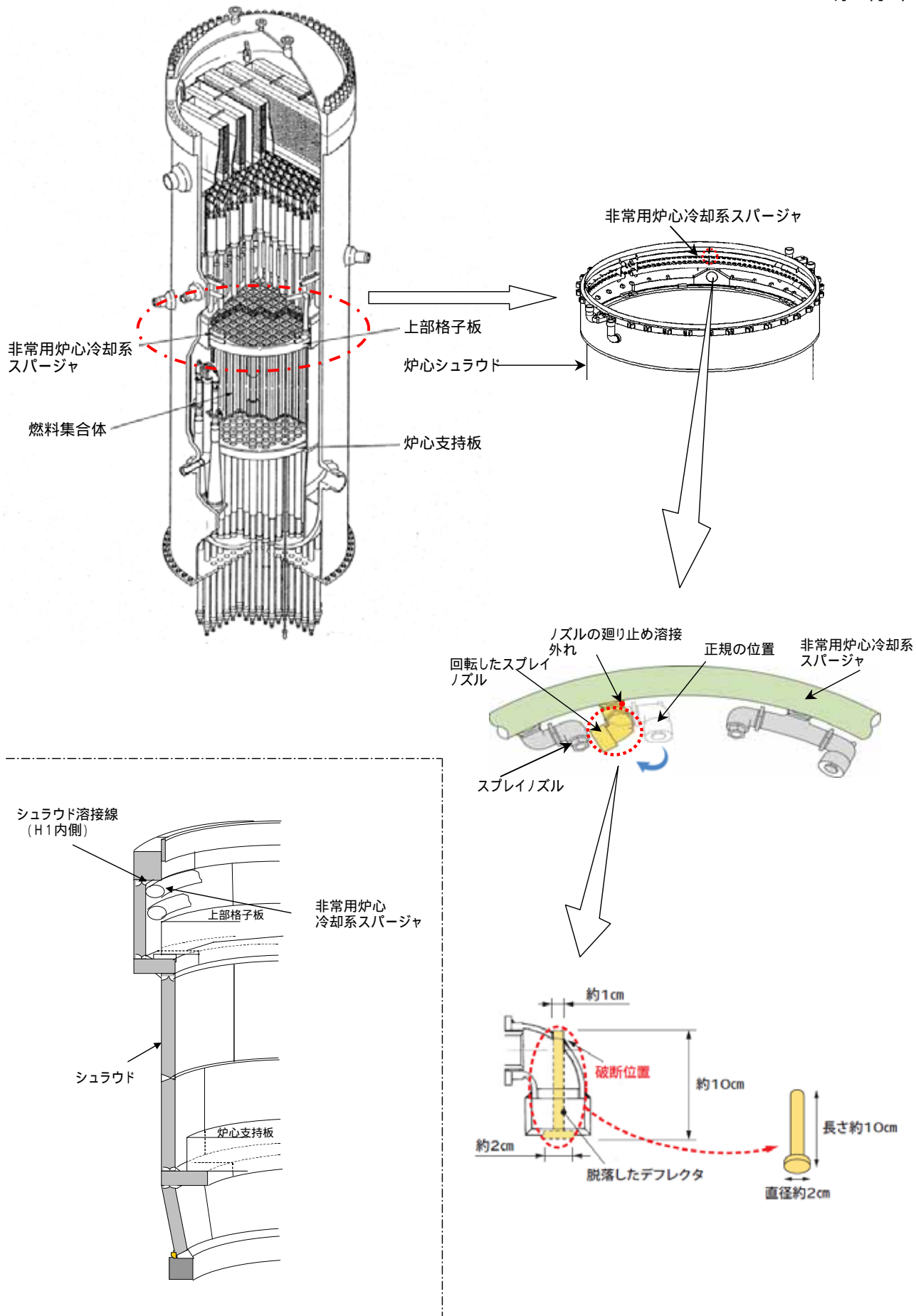
(1) 他の破損していないデフレクタ

他の破損していないデフレクタについては、次回定期検査時ならびにその後計画的に目視確認および健全性確認試験（デフレクタ吸引試験）を実施する。

(2) ノズル

廻り止め溶接の外れたノズルについても、同様に、次回定期検査ならびにその後計画的にこれらノズルの廻り止め外れ面を目視により確認する。

以上



非常用炉心冷却系スパージャノズル概要図