

# 中国電力株式会社島根原子力発電所1号炉及び2号炉において用いた資材に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価方法の認可申請書の審査結果

原規規発第 2312113 号  
令和 5 年 1 2 月 1 1 日  
原子力規制庁

## 1. 審査結果

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、中国電力株式会社（以下「申請者」という。）から、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 6 1 条の 2 第 2 項の規定に基づき令和 2 年 4 月 7 日付け電放安第 1 号をもって申請（令和 5 年 4 月 20 日付け電放安第 6 号及び令和 5 年 11 月 21 日付け電放安第 75 号をもって一部補正）のあった島根原子力発電所 1 号炉及び 2 号炉において用いた資材に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価方法の認可申請書（以下「本申請」という。）について、工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものであることの確認等に関する規則（令和 2 年原子力規制委員会規則第 16 号。以下「放射能濃度確認規則」という。）第 6 条各号に定める測定及び評価の方法の認可の基準を満たしているかについて審査した。

審査においては、放射能濃度についての確認を受けようとする物に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法に係る審査基準（原規規発第 1909112 号（令和元年 9 月 11 日原子力規制委員会決定）。以下「審査基準」という。）を基に判断した。

審査の結果、本申請は、放射能濃度確認規則第 6 条各号に定める測定及び評価の方法の認可の基準に適合しているものと認められる。

具体的な審査の内容等については以下のとおり。なお、本審査結果においては、法令の規定、申請書の内容等について、必要に応じ、文章の要約、言い換え等を行っている。

## 2. 申請の概要

本申請に係る放射能濃度確認対象物（以下「本確認対象物」という。）は、予防保全のために取り外した島根原子力発電所 1 号炉及び 2 号炉のタービン建物の低压タービンを構成する金属製の低压ダイヤフラム及び低压内部車室である（以下 1 号炉の本確認対象物を「1 号炉対象物」及び 2 号炉の本確認対象物を「2 号炉対象物」という。）。

1 号炉対象物は、取り外したときに既に除染を行っており、非管理区域である構

内倉庫に保管してある。一方、2号炉対象物は、管理区域に保管しており、既に除染を行った1号炉対象物と異なり、除染前の状態である。このため、放射能濃度の測定及び評価の前に、1号炉対象物と同様に除染を行った後、走査サーベイ等を行い、局所的な汚染がなく均一な汚染の傾向を示すことを確認するとともに、2号炉対象物より採取したサンプルの放射化学分析を行い、本確認対象物に含まれる放射性物質の放射能濃度と放射能濃度確認規則別表の放射能濃度（以下「クリアランスレベル」という。）との比率（以下「D/C」という。）のうち $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回ることを確認している。

本確認対象物の放射能濃度の測定及び評価の方法は、本確認対象物において、原子炉からの直接線等や主蒸気中の放射性物質による放射化汚染がないことを念頭に、二次的な汚染（放射性物質の付着による汚染）のみを対象として、除染の影響を踏まえて決定している。

なお、1号炉及び2号炉で、本確認対象物を取り外すまでの期間に、本確認対象物への放射性物質による汚染を及ぼすような事故、トラブル及び燃料破損は発生していない。

### 3. 審査の内容

#### 3-1. 放射能濃度確認規則第6条第1号

放射能濃度確認規則第6条第1号は、評価に用いる放射性物質について、放射能濃度確認対象物中に含まれる放射性物質のうち放射線量を評価する上で重要なものであることを要求している。同号に関する審査基準は、評価に用いる放射性物質を選定するに当たって、放射能濃度確認対象物中に含まれる放射性物質のうち、放射線量を評価する上で影響を与えることが予想される放射性物質が見落とされないよう選定が行われていること等としている。

申請者は、本確認対象物の放射化汚染及び二次的な汚染を以下のように評価し、放射能濃度の測定及び評価に用いる放射性物質を $^{60}\text{Co}$ としたとしている。

#### (1) 放射化汚染

申請者は、本確認対象物の放射化汚染について、本確認対象物の放射化汚染をもたらす中性子線は、原子炉からの直接線及びストリーミング線並びに主蒸気中に含まれる中性子源（ $^{17}\text{N}$ ）が $\beta$ 崩壊する際に放出される中性子線であるとしている。

本確認対象物の放射化汚染の状況を確認するため、本確認対象物からサンプルを採取して放射化学分析を行ったとしている。本確認対象物は、原子炉からの直接線及びストリーミング線の影響はないタービン建物で使用していたこと等から、サンプルの採取場所は、主蒸気中の $^{17}\text{N}$ の放射能濃度が最も高くなる場所である低圧ダイヤフラムの噴口部及び低圧内部車室の主蒸気入口側にしたとしている。

サンプルの放射化学分析に当たっては、二次的な汚染の影響を取り除くため、表面汚染を酸で除去して放射能濃度を測定したとしている。

分析核種は、サンプルの主要材質がステンレス鋼(低圧ダイヤフラムの噴口部)及び炭素鋼(低圧内部車室)のため、「主な原子力施設におけるクリアランスレベルについて」(平成11年3月17日原子力安全委員会)<sup>1</sup>より、<sup>60</sup>Co、<sup>54</sup>Mn及び<sup>59</sup>Feを考慮したとしている。そのうち、<sup>54</sup>Mn及び<sup>59</sup>Feは半減期が1年未満であり、十分に減衰していることから、<sup>60</sup>Coを選定したとしている。

分析結果は、<sup>60</sup>CoのD/Cが1%未満であったことから、放射化汚染の影響は無視できるとしている。

## (2) 二次的な汚染

申請者は、本確認対象物の二次的な汚染について、一次冷却設備から溶出した腐食生成物等が原子炉内で放射化され、その一部が主蒸気に移行し、本確認対象物に付着することによって生じるとしている。

二次的な汚染をもたらす主要な放射性物質は、審査基準の別記第1号に掲げられている33核種から選定したとしている。核種選定に当たっては、本確認対象物のサンプル分析等により33核種に対する<sup>60</sup>Coの存在量比を評価し、二次的な汚染をもたらす主要な放射性物質は<sup>60</sup>Coであったとしている。

また、本確認対象物の二次的な汚染による<sup>60</sup>CoのD/Cは、本確認対象物からサンプルを採取し、放射化学分析により求めたとしている。1号炉対象物のサンプルの採取場所は、走査サーベイ等により本確認対象物が局所的な汚染がなく均一な汚染の傾向を示すことを確認したことから、比表面積を乗じて求める放射能濃度が最大値を示す低圧ダイヤフラムの噴口部及び低圧内部車室のリング部にしたとしている。2号炉対象物のサンプルの採取場所は、1号炉対象物と同様の除染等を想定するため、1号炉対象物と同じく低圧ダイヤフラムの噴口部及び低圧内部車室のリング部にしたとしている。

サンプルの放射化学分析に当たっては、1号炉対象物は除染済みであるものの、2号炉対象物は除染が行われていないことから、2号炉対象物のサンプルを採取する箇所は、除染を行ったとしている。

分析結果は、1号炉対象物及び2号炉対象物ともに、<sup>60</sup>CoのD/Cが1/33を下回る状態であったとしている。したがって、評価に用いる放射性物質は<sup>60</sup>Coのみとするとしている。

なお、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質の降下物の影響は見られないとしている。

---

<sup>1</sup> 原子炉施設におけるクリアランスレベルに対し相対的に重要となる放射性核種について、原子炉施設の主要材質に応じた放射化汚染の評価を行っている。

規制庁は、評価に用いる放射性物質の選定について、申請者が、本確認対象物の汚染のメカニズム、本確認対象物の放射能濃度分析等を踏まえ、本確認対象物中に含まれる放射性物質のうち、放射線量を評価する上で重要な放射性物質を選定していることから、放射能濃度確認規則第6条第1号に関する審査基準を満足していると判断した。

### 3-2. 放射能濃度確認規則第6条第2号

放射能濃度確認規則第6条第2号は、評価単位の設定について、放射能濃度の分布の均一性及び想定される放射能濃度を考慮した適切なものであることを要求している。同号に関する審査基準は、汚染の履歴等を考慮して汚染の程度が大きく異なると考えられる物を一つの測定単位としていないこと、評価単位内のいずれの測定単位においても評価に用いる放射性物質の $\Sigma (D_j/C_j)$ が10を超えないこと、評価単位ごとの重量が10トンを超えないこととしている。

申請者は、1号炉対象物は除染済みであること、2号炉対象物は放射能濃度の測定及び評価の前に、1号炉対象物と同様に除染することを踏まえ、本確認対象物の放射能濃度の分布について以下のとおり評価している。

#### (1) 1号炉対象物

申請者は、1号炉対象物に対して、走査サーベイによる全面測定、当該対象物の平坦部の直接測定及び狭隘部の間接測定を行い、表面汚染密度により求めた $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1を下回り、局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を示したとしている。さらに、サンプルの放射化学分析から、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回ることを確認したとしている。

#### (2) 2号炉対象物

申請者は、2号炉対象物は除染前の状態であることを踏まえ、除染後の二次的な汚染の状況の評価するため、低圧ダイヤフラムは、一部の系統の高圧タービン側の上段を代表して1号炉対象物と同様の除染を実施したとしている。除染後、走査サーベイによる全面測定を行い、表面汚染密度により求めた $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1を下回り、局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を示したとしている。さらに、サンプルの放射化学分析から、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回ることを確認したとしている。

低圧内部車室は、一部の系統の高圧タービン側からサンプルを採取して1号炉対象物と同様の除染を実施し、サーベイメータによる直接測定を行い、表面汚染密度により求めた $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1を下回り、局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を示したとしている。さらに、サンプルの放射化学分析から、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回ることを確認したとしている。

上記のことから、2号炉対象物は、除染を行うことにより、1号炉対象物と同様に局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を示し、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回る見通しが得られたとしている。

このため、放射能濃度の測定及び評価の前に1号炉対象物と同様の除染を行った後に走査サーベイによる全面測定、当該対象物の平坦部の直接測定及び狭隘部の間接測定を行い、局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を確認するとしている。さらに、2号炉対象物のサンプルを採取して放射化学分析を行い、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33を下回ることを確認するとしている。

評価単位については、低圧ダイヤフラムは、各段が10トン以下のため、各段の上段及び下段で一つの評価単位を設定し、低圧内部車室は、上半及び下半を10トン以下に分割して評価単位を設定するとしている。

規制庁は、評価単位の設定について、申請者が、1号炉対象物については局所的な汚染がなく均一な汚染の傾向を示すとしていること及び放射化学分析の結果から $^{60}\text{Co}$ のD/Cは1/33以下であり10を超えないとしていること、2号炉対象物については1号炉対象物と同様に局所的な汚染がなく均一な汚染の傾向を示すとしていること、 $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33以下であることが見込まれるとしていること及び放射能濃度の測定及び評価の前に1号炉対象物と同様の除染を行い $^{60}\text{Co}$ のD/Cが1/33以下であることを確認し10を超えないとしていること、並びに本確認対象物の評価単位を10トン以下に分割するとしていることから、放射能濃度確認規則第6条第2号に関する審査基準を満足していると判断した。

### 3-3. 放射能濃度確認規則第6条第3号

放射能濃度確認規則第6条第3号は、放射能濃度の決定について、放射線測定装置を用いて、放射能濃度確認対象物の汚染の状況を考慮し、適切に行うこと等を要求している。同号に関する審査基準は、放射能濃度の決定において不確かさを考慮しても $\Sigma(D_j/C_j)$ が1を超えないこと、一部の測定単位の放射能濃度に基づいて放射能濃度の決定を行う場合には、いずれの測定単位でも $\Sigma(D_j/C_j)$ が1を超えず、代表性を有するもので決定すること等としている。

申請者は、本確認対象物の放射能濃度について、評価に用いる $^{60}\text{Co}$ は $\gamma$ 線を放出する放射性物質であることから、汎用のGe波高分析装置を用いて放射エネルギーを測定し、算出するとしている。

測定単位については、評価単位の中から本確認対象物の構造上、放射能濃度が最も高くなる場所を測定単位の対象箇所を設定し、そこから採取したサンプルを測定単位とするとしている。本確認対象物は、局所的な汚染はなく均一な汚染の傾向を示すことから、放射能濃度は比表面積が大きな箇所ほど保守的に評価でき

るとしている。そのため、比表面積が最も大きい場所の低圧ダイヤフラムの噴口部及び低圧内部車室のリング部を測定単位の対象箇所とするとしている。

測定単位の測定に当たっては、測定単位の金属片の二次的な汚染の抽出を行うために浸漬処理を行い、抽出した二次的な汚染に酸を加えて加熱処理した後、吸引ろ過してろ液とろ紙に分離し測定用試料とするとしている。そして、これらのろ液とろ紙を汎用の Ge 波高分析装置で測定するとしている。

放射能濃度の決定については、放射線測定値、放射線検出器の校正及びデータ処理の不確かさを考慮することとし、 $^{60}\text{Co}$  の D/C が 1/33 を超えないことを確認するとしている。

規制庁は、放射能濃度の決定について、申請者が、評価に用いる放射性物質が  $^{60}\text{Co}$  であることを踏まえ、放射線測定装置を適切に選定していること、放射線測定値、放射線検出器の校正及びデータ処理の不確かさを考慮し、 $^{60}\text{Co}$  の D/C が 1/33 を超えないことを確認するとしていること等から、放射能濃度確認規則第 6 条第 3 号に関する審査基準を満足していると判断した。

#### 3-4. 放射能濃度確認規則第 6 条第 4 号

放射能濃度確認規則第 6 条第 4 号は、放射線測定装置の選択及び測定条件の設定について、放射線測定装置は放射能濃度確認対象物の形状、材質、汚染の状況等に応じた適切なものであり、クリアランスレベルを超えないかどうかを適切に判断できるものであることを要求している。同号に関する審査基準は、放射能濃度の測定に用いる放射線測定装置の測定効率が適切に設定されていること、放射能濃度の測定条件について、検出限界値が適切に設定されていること等としている。

申請者は、放射線測定装置について、「3-3. 放射能濃度確認規則第 6 条第 3 号」に示したとおり、汎用の Ge 波高分析装置を使用するとしている。当該放射線測定装置は、使用開始前の日常点検により、ピークチャンネルにずれがないことを確認するとともに、定期点検により、設定された測定効率が維持されていることを確認するとしている。

また、放射線測定に係る測定条件は、評価に用いる  $^{60}\text{Co}$  の D/C が 1/33 以下であることが適切に判断できるよう検出限界値を設定するとしている。

規制庁は、放射線測定装置の選択及び測定条件について、申請者が、評価する放射性物質、本確認対象物の汚染の状況等を踏まえて放射線測定装置を選択し、 $^{60}\text{Co}$  の D/C が 1/33 以下であることが適切に判断できるよう放射線測定に係る測定条件を設定するとしていること等から、放射能濃度確認規則第 6 条第 4 号に関する審査基準を満足していると判断した。

### 3-5. 放射能濃度確認規則第6条第5号

放射能濃度確認規則第6条第5号は、放射能濃度確認対象物について、異物の混入及び放射性物質による汚染を防止するための適切な措置が講じられていることを要求している。同号に関する審査基準は、追加的な汚染のない場所での保管、立入りの制限、運搬時の措置等の異物の混入及び放射性物質による汚染を防止するための適切な措置が講じられていることとしている。

申請者は、1号炉対象物の保管場所は、構内倉庫（非管理区域）であるため、放射性物質による追加的な汚染は生じないが、異物が混入しないように養生するとともに、担当部署の責任者の承認を受けた者以外の者が立ち入らないように入出口を施錠管理するとしている。

2号炉対象物の保管場所は、タービン建物（管理区域）であるため、放射性物質による追加的な汚染及び異物の混入が生じないように養生するとともに、担当部署の責任者の承認を受けた者以外の者が立ち入らないように入出口を施錠管理するとしている。

また、本確認対象物は、試料の採取から国の確認までの間、厳格な品質管理を行うとしている。

本確認対象物の運搬に当たっては、追加的な汚染が生じないよう養生して運搬するとしている。

規制庁は、異物の混入及び放射性物質による汚染の防止について、申請者が、追加的な汚染が生じないような措置を講じて本確認対象物を保管するとしていること、保管に当たっては施錠管理するなどして立入りを制限するとしていること、運搬に当たっては本確認対象物を養生すること等の措置を講じるとしていることから、放射能濃度確認規則第6条第5号に関する審査基準を満足していると判断した。

### 3-6. 放射能濃度の測定及び評価のための体制

審査基準では、放射能濃度の測定及び評価のための体制について、作業者の力量管理、放射線測定装置の点検及び校正に関するマニュアル等の整備、放射能濃度確認対象物とそれ以外の廃棄物の分別管理を含めたものとし、これらの業務を統一的に管理する者及びその責任を明らかにすることとしている。

申請者は、本申請に係る放射能濃度の測定及び評価のための体制については、保安規定又は社内規定において、作業者の力量管理、放射線測定装置の管理、本確認対象物の管理、放射能濃度の測定及び評価の業務を管理する者の責任等に関する事項を定めるとしている。

規制庁は、本申請に係る放射能濃度の測定及び評価のための体制について、申

請者が、保安規定又は社内規定に審査基準の要求事項である作業者の力量管理等に関する内容を定めるとしていることから、審査基準を満足していると判断した。