

## 東海第二発電所 運転期間延長認可申請書及び設置変更許可申請の審査資料における燃料有効長頂部の寸法値について (1 / 2)

## 1. 経緯

## (1) 原子炉設置変更許可に係る有効性評価での指摘

平成30年1月15日の原子力規制庁からの問い合わせにおいて、原子炉設置変更許可申請の補正書(以下「設置許可」という。)に係る有効性評価の審査資料に記載している原子炉水位(L1及びL8)について、燃料有効長頂部(以下「TAF」という。)位置からの高さが審査資料間で異なるとの指摘を受けた。

## (2) 運転期間延長認可に係る特別点検での指摘

平成30年1月11日の原子力規制庁とのヒアリングにおいて、運転期間延長認可申請書(以下「延長認可」という。)の原子炉圧力容器の特別点検要領書に記載している炉心領域の超音波探傷検査(以下「UT」という。)の試験探傷部位(「原子炉圧力容器底部より5494mm~9152mm(燃料棒有効長さ<sup>\*1</sup>)」)に対し、工事計画認可申請の補正書(以下「工認」という。)の燃料有効長(3708mm)が不整合との指摘を受けた。

※1：試験探傷部位5494mm~9152mmの範囲は3658mmとなり、工認記載の炉心有効高さ3708mmより短い。

## 2. 調査結果

## (1) 設置許可に係る有効性評価

有効性評価の補足説明資料で使用したTAF位置は、非常時運転手順書に記載しているTAF位置9152mmを参照し記載したものであり、工認記載値から計算されるTAF位置9203mmと異なることが判明した。

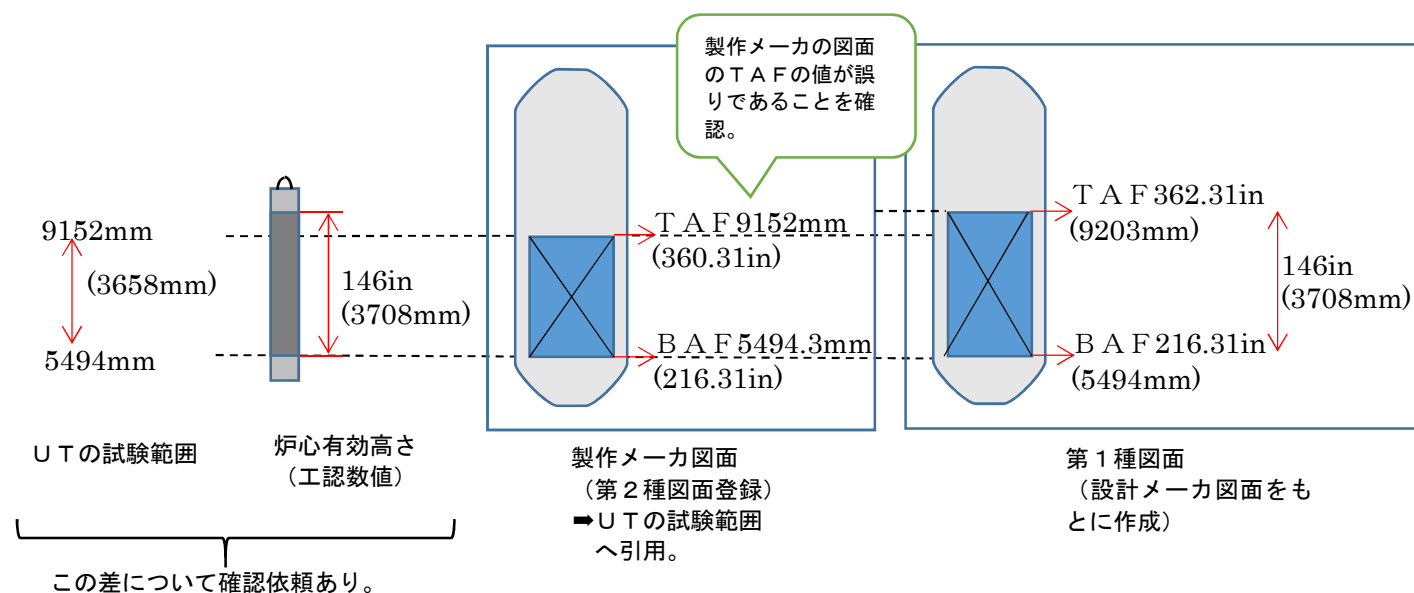
## (2) 延長認可に係る特別点検

UTの試験範囲は、製作メーカーが作図し当社に第2種図面<sup>\*2</sup>として登録されている原子炉圧力容器の図面(以下「製作メーカー図面」という。)より引用していた。製作メーカー図面に記載された燃料有効長頂部(9152mm(360.31inch))から燃料有効長下端部(5494.3mm(216.31inch))を差引いた燃料集合体有効長は144inchとなり、工認記載値(146inch)と異なることが判明した。

なお、製作メーカー図面とは別に、設計メーカーが作図し当社に第1種図面<sup>\*2</sup>として登録している燃料有効長頂部については、362.31inch(=9203mm)であることを確認した。

※2：第1種図面：発電所の運転・保守管理上重要な図面であり、原図は当社が管理する。各部署で共有すべき重要な情報を記載。基本図面(構内配置図、系統図、原子炉構造図等)、展開接続図、単線結線図、電源負荷リスト、計装ブロック図、インターロックブロック線図等。

第2種図面：第1種図面以外の図面であり、主にメーカーから提出され担当部署にて確認した図書類。機器の構造図、計算書、取扱説明書、機器仕様書等。



## 3. 原因

今回指摘のあった延長認可に係る特別点検は、誤ったTAF位置を用いたことが原因であった。  
製作メーカー図面のTAF位置が9152mm(360.31inch)とされている原因は、建設時の設置変更許可で7×7燃料(有効長144inch(3658mm))から8×8燃料(有効長146inch(3708mm))に変更した際に、製作メーカーは原子炉圧力容器の製造管理には必要のない情報であったことから、8×8燃料への変更を製作メーカーの図面に反映しなかったためと考えている。

また、非常時運転手順書の根拠として用いられた建設時の水位計の設定根拠書に、上記燃料設計の変更が反映されなかったことが原因と考えている。

## 4. 許認可資料への影響評価

許認可に係る資料(設置許可、工認、延長認可)について、TAFを用いているものがないかを調査し、その影響について評価した。

## (1) 設置許可に係る有効性評価への影響評価

有効性評価への入力を確認した結果、運転停止中の有効性評価における遮へい計算を除き、TAF位置等が正しく入力されていることを確認した。なお、遮蔽計算については、後述(3)その他の許認可資料への影響評価に示す。

## (2) 延長認可に係る特別点検への影響評価

- 特別点検におけるUT試験範囲については、原子力規制委員会「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」により、着目する劣化事象としては中性子照射脆化が対象であり、対象の部位としては「炉心領域」とされている。
- 今回の特別点検は、中性子照射脆化に着目した点検であることから、監視試験の対象となる中性子照射量が運転開始から60年時点で $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ を超える範囲が試験範囲に含まれる必要があると考える。
- 中性子照射量が運転開始から60年時点で $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ を超える範囲を評価した結果は、上端が9172mmである。一方、UT試験範囲は、記録で点検要領書と同じく上端は9152mmとなっている。ただし、UTの記録によれば、自動探傷における探触子の走査範囲から、9172mm以上の範囲が試験できていることを確認した。また、ノズル廻り等一部については手動探傷を行っており、9152mmを超えてほぼカバーできていることを確認した。

以上のことから、UT探傷範囲については、中性子照射量が60年時点において $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ を超える範囲については手動探傷を除きカバーできている。

## (3) その他の許認可資料への影響評価

## ① 設置許可

## イ) 運転停止中の有効性評価に係る遮蔽計算

- 運転停止中の有効性評価に係る遮蔽計算に用いる原子炉圧力容器下部からTAF位置までの距離の入力値として9152mmを用いた。
- 原子炉の燃料位置を正しく見直した場合は、燃料と評価点の距離は約2inch近くなり評価点における線量率が高くなるため、遮蔽維持可能水位が若干高くなるが、有効性評価における原子炉水位の低下は、遮蔽維持可能水位に余裕のある水位までにとどまる結果となっていることから、対策の成立性には問題はない。ただし、今後、正規の値を用いて再評価が必要となる。

## ロ) 既存の安全評価

工学的安全施設作動信号の設定点は、TAFを基準とした設定としていない。また、幾何形状データとして、TAF位置等が適切に入力されていることを確認した。以上のことから、既存の安全評価への影響はないことを確認した。

## 東海第二発電所 運転期間延長認可申請書及び設置変更許可申請の審査資料における燃料有効長頂部の寸法値について (2 / 2)

### ハ) 燃料水位計の計測範囲

- 既設の原子炉水位計（燃料域）（以下、「燃料域水位計」）は、事故時の原子炉水位監視に使用する目的で設置されており、燃料有効長をカバーする領域を測定範囲としている。燃料域水位計の指示値は TAF を基準（ゼロレベル）とした時の原子炉水位を表しており、これを監視することで燃料の冠水状況を直接的に把握することができる。しかし、実際の TAF が高い位置にあったとすると実水位より高い水位を指示していたことになる。
- TAF 位置の誤認識を除いて水位計は正しく設定されており、現水位計の指示値から 51mm 差し引いた値が実際の TAF を基準とした正しい水位ということになる。

燃料域水位計の計器仕様書記載値	正しい TAF 位置を基準とした場合に燃料域水位計が計測している範囲
TAF（ベッセルゼロより 9152mm）を基準（ゼロレベル）として -3800mm～+1300mm	TAF（ベッセルゼロより 9203mm）を基準（ゼロレベル）として -3851mm～+1249mm

- また、既設の燃料域水位計 2 台を「原子炉水位（燃料域）」として重大事故等対処設備とするとともに、1 台を新設し「原子炉水位（SA 燃料域）」として重大事故等対処設備とすることで原子炉設置変更許可申請をしている。これらの測定範囲は既設燃料域水位計と同じ設定で記載しているため、基準点の修正が必要となる。

### ニ) 技術的能力の審査資料

前述の通り、技術的能力の審査資料の一部に原子炉水位計の指示範囲図が記載されており、記載された TAF 位置は 9152mm となっているため、適切な値への修正が必要となる。

#### ② 工認

「原子炉水位（SA 燃料域）」については、工事計画認可の要目表において、設置変更許可と同様の記載としており、修正が必要となる。

#### ③ 延長認可

今回確認された炉心領域の UT 試験範囲以外において評価書数値の記載なく、また、中性子照射量の評価に燃料有効長を使用しているが、有効長は 370.8 cm としており問題ないことを確認した。

## 5. 対策

製作メーカー図面、水位設定根拠書等、誤った TAF が用いられていた図面・図書を訂正する。

- 製作メーカー図面
- 水位計の設定根拠書
- 非常時運転手順書
- 設置許可に係る資料

運転停止中の有効性評価に係る遮蔽計算については、再評価を実施する。なお、製作メーカー図面に記載された TAF 及び BAF の値は参考であり、原子炉圧力容器の製作管理上必要とならないことを確認している。

## 6. その他の調査結果と影響評価

保安規定、社内規程及びその他について、製作メーカー図面に記載されていた TAF 位置として 360.31in (9152mm) を用いている文書や業務が他にないかを調査し、ある場合についてはその影響を評価した。

### (1) 保安規定

#### ① 全般

保安規定には、TAF 位置は記載していない。

#### ② 第 27 条（計測及び制御設備）

- ✓ 定期事業者検査として実施している原子炉水位（燃料域）の計装の校正は、校正基準に TAF 位置（9152mm）を用いていることが判明した。
- ✓ TAF 水位は、非常時運転手順書において原子炉水位低下時の原子炉減圧に係る操作判断に使用されるため、原子炉減圧及び注水が遅れる可能性が生じていたが、注水遅れを考慮した解析を踏まえると、炉心損傷防止に問題はない。なお、発電所運転開始以降、原子炉水位が TAF 以下となる事故・故障は発生していない。
- ✓ 格納容器雰囲気直接加熱の防止のため、BAF+20%水位にて原子炉減圧を行う手順があり、この減圧操作が遅れる可能性が生じていたが、原子炉圧力容器破損までの余裕があり問題とはならない。
- ✓ ECCS 等の各種インターロックには原子炉水位（燃料域）は使用されていない。

### ③ 第 40 条（非常用炉心冷却系その 2）

停止中に 2 系統動作不能の場合、有効燃料頂部高さで原子炉圧力容器に接続している配管について、「原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する」とあり、接続されている配管の位置を確認した結果、正しい TAF 位置においても配管の位置関係は変わらないため影響のないことを確認した。なお、「原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する」を要求している条文（第 59 条、第 61 条、第 64 条、第 66 条についても、第 40 条と同様に影響ないことを確認している。

## (2) 社内規定に基づく業務

### ① 定期事業者検査

イ) クラス 1 機器供用期間中検査（以下、「ISI」という。）

- ・ 検査計画（第 1 次～第 4 次検査）及び要領書の一部に TAF 位置（9152mm）を用いていた。
- ・ 検査範囲は、炉心領域の溶接継手の長さを 2170mm としており、これは TAF 位置（9152mm）から算出されていた。試験範囲は溶接線の長さの 10%を行うことが要求されていることから 217mm となり、要領書ではこれを保守的に切り上げて 220mm としていた。
- ・ 正しい TAF 位置を用いた場合は、炉心領域の溶接継手長さが 2220mm となることから、試験範囲は 222mm となる。要領書に対しては 2mm の不足となるが、必要となる検査範囲はほぼカバーできている。

ロ) 安全保護系検出要素性能(校正)検査

前述（1）保安規定での記載のとおり、影響ないことを確認した。

### ② 運転手順書

非常時運転手順書、警報処置手順書、原子炉設備運転手順書については、前述のとおり TAF を基準とした運転操作があるが、TAF 位置についての記載は非常時運転手順書の原子炉断面図のみであることを確認した。

### ③ その他社内規程

上記以外の社内規程を確認した結果、一部の規程類で第 2 種図面の TAF 等を参考扱いで記載していたが、実質的には影響ないことを確認した。

以上