

美浜発電所3号機高経年化技術評価等報告書の要旨

高経年化対策に関する報告書は「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の定めにより、原子力発電プラントの運転を開始した日以降30年を経過する日までに、原子炉施設の安全を確保する上で重要な機器および構造物に対し、国内外の運転経験や新たな知見等を踏まえ、経年劣化に関する技術的な評価を行うとともに、評価結果に基づく原子炉施設の保全のため、10年間の計画を策定し報告することとなっています。

美浜発電所3号機においては、平成18年12月1日で運転開始後30年を迎えることから、今回、高経年化技術評価等報告書を策定しました。

美浜発電所3号機の概要

主要仕様

電気出力	: 約826 MW
原子炉型式	: 加圧水型軽水炉
原子炉熱出力	: 約2,440 MW
燃料	: 低濃縮ウラン(燃料集合体157体)
減速材	: 軽水
タービン	: 横置串型4車室再熱再生式

主要経緯

電源開発調整審議会	: 1971年 6月
原子炉設置許可	: 1972年 3月
着工	: 1972年 8月(建屋基礎工事)
営業運転開始	: 1976年12月

運転実績

累積発電時間	: 約18.6万(時間) [営業運転開始~2004年度]
発電電力量	: 約1,509億(kWh) [営業運転開始~2004年度]
設備利用率	: 73.6(%) [営業運転開始~2004年度]
計画外停止率	: 0.35(回/年) [営業運転開始~2004年度]

高経年化対策

美浜3号機二次系配管破損事故を踏まえ、国が設置した高経年化対策検討委員会は、昨年8月、高経年化対策の充実・強化に向けた新たな施策を報告書として取りまとめました。

この報告書に基づき、国は、平成17年12月26日、高経年化対策の対象となる設備の明確化や、高経年化対策の国への報告を義務付けるなど、関係省令の一部を改正するとともに、高経年化対策の基本方針や要求事項を明確に定めた「実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイドライン」や「実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準審査要領」など具体的な施策を策定し、各事業者に通知されました。本報告書はこれらに基づき作成しています。

当社はこれまで、定期事業者検査等による分解・点検・手入れ等の保全により、機器・構築物の健全性を確保してきましたが、高経年化対策の評価として、これまでの保全の妥当性ならびに、更に追加すべき保全策について評価を実施するなど、総合的に評価しました。

評価にあたっては、国内外のトラブルなどの運転経験や新たな知見などを反映しています。評価反映事例は次のとおりです。

美浜3号機二次系配管破損事故

美浜3号機二次系配管破損事故の対策の一つとして、第21回定期検査時(2004年度～)に、全ての検査対象箇所の配管肉厚を測定しました。その結果、減肉が認められた配管を取替えるとともに、測定結果を管理指針(配管の肉厚管理に関する社内の指針)に反映するなど保全方法の充実を図りました。今後は、この管理指針に基づき配管管理を行うとともに、日本機械学会「配管減肉対応特別タスク」の検討結果を反映していきます。

大飯発電所3号機原子炉容器上部蓋制御棒駆動装置取付管台等からの漏えい

原子炉容器炉内計装筒等のインコネル600合金は、応力腐食割れを発生する可能性が否定できないため、定期的(供用期間中検査時)に超音波探傷検査および目視検査等を実施し、有意な欠陥のないことを確認しています。また、国のプロジェクト「ニッケル基合金応力腐食割れ進展評価手法の調査研究」等により得られた知見が、今後の保全に反映すべきものであるか検討していきます。

また、耐震性については、想定される経年劣化事象に対して耐震安全性評価を実施し、高経年化対策に反映すべき課題の有無を検討、その結果、特に問題がないことを確認しています。

なお、高経年化技術評価を行うにあたっては60年間を運転年数として仮定しています。

以上により、美浜発電所3号機における高経年化対策に関し、定期事業者検査等による分解・点検・手入れ等の保全の継続及び点検・検査の充実等を行うことにより、機器・構築物の健全性を維持することが可能との見通しを得ました。

今後は、国の審議結果を踏まえ、今回とりまとめた長期保全計画を具体的な保全計画に反映し、営業運転開始後30年以降の定期検査時等に保全策を実施していきます。

以上

<参考>

主な長期保全計画^{*1}は次のとおり。なお、現在の評価結果において機器・構築物の健全性を確保しているが、ここに挙げる長期保全計画は、長期的な視点から評価の精度向上や事象解明等に有効な点検・検査等の計画を定めたものである。

各機器の疲労評価に対する実過渡回数^{*2}に基づく評価を実施し、許容値以内であることを確認

ポンプの胴などは過渡による応力が繰り返しかかることで、き裂が発生(疲労き裂)する可能性がある。そこで、実過渡回数を調査し、運転開始から60年までの運転を仮定した場合に発生する過渡回数でも、疲労き裂が発生しないことを評価するもの。

[長期保全計画における疲労評価の対象例]

余熱除去ポンプ、1次冷却材ポンプ、抽出水再生クーラ、余熱除去クーラ、原子炉容器、加圧器、余熱除去系統配管、1次冷却系等配管、炉内構造物等

基礎ボルトの腐食等に対する実機サンプリング等による調査

これまで実機調査や文献による評価を実施しているが、タンクやポンプ等を床に固定するためのボルト(基礎ボルト)を実際のプラントで抜き取り、錆による痩せ(減肉)や固定する力が長期的な視点から保たれているかなどを調査するもの。

コンクリートの強度低下に対する非破壊試験等の実施

コンクリート表面を打撃したときの反発度とコンクリートの圧縮強度との間に相関関係があるとされることから、コンクリート表面の反発度からコンクリートの圧縮強度を推定する試験等を実施するもの。

余熱除去系統配管母管の配管合流部の疲労割れに対する保全の検討

内部の液体の温度が大きく異なる配管が合流する場所などでは、流体の乱れとともに、温度も複雑に変化するため、引張や圧縮の応力が繰り返し発生する可能性がある。この繰り返しにかかる応力で、疲労き裂が発生しないことを評価するもの。

また、今回の評価結果をもとにまとめた、主な技術開発課題は次のとおり。

原子炉容器中性子照射脆化^{*3}の上部棚吸収エネルギー^{*4}低下に関する評価技術の整備

原子炉容器中性子照射脆化に関する関連温度^{*5}上昇に対する脆化予測式の精度向上

原子炉容器中性子照射脆化に関する使用済試験片再生技術の確立

インコネル600合金の応力腐食割れ評価手法の確立

電動弁絶縁物に関する運転期間を考慮した長期健全性試験の実施

ステンレス鋼の照射誘起型応力腐食割れ^{*6}評価技術の確立

ケーブルの絶縁低下に関する実機環境を模擬した評価手法の確立

- * 1 : 高経年化技術評価結果に基づき、原子炉施設の保全のために現状の保守管理に追加すべき保全策について、具体的な実施内容、実施方法及び実施時期を定めた10年間の計画（実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準審査要領）
- * 2 : 実過渡回数
プラント運転中に実際に受ける過渡（プラントの運転開始、停止等に伴い、機器の温度や圧力が変化していくこと）回数を言う。
- * 3 : 中性子照射脆化
核分裂に伴い放出される中性子の照射により、炭素鋼、低合金鋼などの材料内に非常に微小な欠陥が生じることで、引張強さ及び硬さが増加する一方、延性（伸び）及び靱性（粘り）が低下する現象を言う。
- * 4 : 上部棚吸収エネルギー
材料の破壊靱性（破壊に対する抵抗力）の指標となるもので、シャルピー衝撃試験の吸収エネルギーを測定する際、延性破面率が100%となる領域（上部棚領域と言う）の吸収エネルギーを言う。シャルピー衝撃試験とは、振り子状のハンマで試験片を打撃して破壊し、打撃後のハンマの振り上げ角度を読み取って試験片の破壊に費やされたエネルギーを求める試験のことを言う。
- * 5 : 関連温度
落重試験とシャルピー衝撃試験により求められる非延性破壊が発生すると定義される温度のことを言う。
- * 6 : 照射誘起型応力腐食割れ
材料・環境・応力の原因が重なった特定の条件で発生する割れを応力腐食割れと言い、通常の応力腐食割れが発生しない条件下でも、核分裂に伴い放出される中性子・ガンマ線の影響によって応力腐食割れが発生する現象を照射誘起型応力腐食割れと言う。

以 上