

設工認(標準燃料要素及び特殊燃料要素の製作)の使用前検査(性能検査)について

1. 概要

京都大学研究用原子炉(KUR)は燃料の低濃縮化に伴い、低濃縮燃料要素の新規製作のため、平成20年3月24日付け19学文科科第940号(4体)及び19学文科科第941号(26体)をもって承認された設工認申請書に基づいて新燃料要素(以下、低濃縮第1次燃料という。)を製作し、平成22年5月26日付け22文科科第115号(26体)及び22文科科第116号(4体)をもって使用前検査合格することで低濃縮化が完了した。現在は低濃縮第1次燃料を使用した運転を行っている。

その後、低濃縮燃料要素の追加製作が必要となったため、低濃縮第1次燃料と同じ設計仕様の低濃縮燃料要素(以下、低濃縮第2次燃料という。)製作のための設工認を申請した。低濃縮第2次燃料の設工認申請は平成24年8月21日付け24受文科科第3586号(30体)をもって承認され、これに基づいて低濃縮第2次燃料を製作し、平成26年8月に事業所内に受け入れた。なお、新規制基準適合確認として平成29年6月12日付けで承認いただいたKUR設工認その4において燃料要素の耐震性に関する再評価を実施しており、耐震性に関するバックフィットのための設工認の変更申請は必要がないことについては平成30年11月30日の面談で確認済みである。

低濃縮第2次燃料(30体)に関する使用前検査の申請は、平成26年5月14日付け26京大施環化第41号をもって行い、平成26年10月27日付け26京大施環化第176号及び平成30年4月27日付け30京大施環化第42号をもって使用前検査の変更届を提出している(検査の実施時期の目処が付いた段階で再度、変更届を提出する予定)。低濃縮第2次燃料(30体)に対する使用前検査の「性能検査」の方法について検討する。

年月日	申請、承認、合格証番号	内容
平成20年2月22日	18学文科科第766号	KUR設置変更承認申請書の変更申請(燃料の低濃縮化)の承認
平成20年3月24日	19学文科科第940号(4体) 19学文科科第941号(26体)	低濃縮第1次燃料 設工認申請承認
平成22年5月26日	22文科科第116号(4体) 22文科科第115号(26体)	低濃縮第1次燃料 使用前検査合格
平成24年8月21日	24受文科科第3586号(30体)	低濃縮第2次燃料 設工認申請承認
平成26年5月14日 平成26年10月27日	26京大施環化第41号 26京大施環化第176号	低濃縮第2次燃料 使用前検査申請及び変更申請

平成29年6月12日	原規規発第1706123号	新規制基準適合のための KUR 設工認その4承認 (※その4のうち添付1が 燃料要素の耐震性に関する 説明書)
平成30年4月27日	30京大施環化第42号	低濃縮第2次燃料 使用前検査変更申請
平成30年11月30日	(新規制基準への適合性に関する 面談)	既承認の設工認(標準燃料 要素及び特殊燃料要素の 製作)の新規制基準への適合 性について

2. 低濃縮第1次燃料に対する使用前検査の「性能検査」について

低濃縮第1次燃料に対して行った使用前検査の「性能検査」では、低濃縮燃料要素によって構成する初めての臨界炉心であったため、検査対象の新燃料(4体+26体)から抜き取った22体(4体+18体)を用いて炉心を構成し、以下の項目及び判定基準で検査を実施した。このとき炉心に装荷した燃料要素の内訳は、標準燃料要素17体(4体/4体+13体/26体)と特殊燃料要素5体(5体/26体)の計22体である。使用前検査に合格した後も、2011年に2体、2012年に1体、2013年に1体、2017年に1体、2019年に1体の標準燃料要素の追加または入れ替えを行っており、施設定期検査においては同様な性能検査を毎年行っているが、判定基準を満足する結果を得ている。また、2020年にも1体の入れ替えを予定している。

[反応度抑制能力及び過剰反応度の測定]

エ) 判定基準

- ① 粗調整用制御棒1本あたりの反応度抑制効果 2~4% Δk/k
- ② 微調整用制御棒1本あたりの反応度抑制効果 0.1~0.5% Δk/k
- ③ 粗調整用制御棒1本あたりの反応度付加率 0.015% Δk/k/秒以下
- ④ 微調整用制御棒1本あたりの反応度付加率 0.030% Δk/k/秒以下
- ⑤ 粗調整用制御棒全体としての反応度抑制効果 5% Δk/k と過剰反応度の和以上
- ⑥ 過剰反応度 5% Δk/k 以下
- ⑦ 反応度停止余裕 1% Δk/k 以上  
(最大反応度値を有する制御棒1本引き抜き時)

[冷却材温度飽和値の測定]

エ) 判定基準

熱出力 5000kW のときの炉心タンク出口温度が 55°C以下であること。

3. 結論

低濃縮第 1 次燃料の性能検査では、低濃縮燃料要素によって構成する初めての炉心であったため、検査対象の低濃縮第 1 次燃料から抜き取った 22 本の燃料要素を用いて臨界炉心を構築し、試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則第 14 条(炉心等)に基づいて、[反応度抑制能力及び過剰反応度の測定]、[冷却材温度飽和値の測定]を実施した。今回の低濃縮第 2 次燃料は低濃縮第 1 次燃料と同じ設計仕様によって製作されたものであり、今後は低濃縮第 1 次燃料と組み合わせて炉心を構成していくものであるため、今回の低濃縮第 2 次燃料に対する使用前検査で実施する性能検査([反応度抑制能力及び過剰反応度の測定]、[冷却材温度飽和値の測定])は、低濃縮第 1 次燃料で構成した炉心から低濃縮第 1 次燃料 1 体(標準燃料要素)を低濃縮第 2 次燃料 1 体(標準燃料要素)と入れ替えた炉心構成で実施することを提案する。第 2 次燃料 1 体を含めた炉心構成で性能検査を満足するということは、同じ設計仕様(燃料要素の構成、材料、主要寸法、U-235 含有量)で製作された残りの 29 体についても同様の性能を満足すると言える。なお標準燃料要素と特殊燃料要素は要素を構成する燃料板の枚数がそれぞれ 18 枚と 9 枚という違いはあるが、燃料板自体にはその区別はないため、標準燃料要素 1 体が特殊燃料要素を含む残りの 29 体を代表して性能検査に使用することは問題ないと言える。

以上