

高浜発電所第3、4号機用
ウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料に係る
輸入燃料体検査補正申請書の概要について

平成21年10月
関西電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 本文	2
3. 添付書類五 「燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の 結果に関する資料」	3
4. 添付書類六 「品質保証に関する説明書」	6

1. はじめに

当社は、電気事業法第51条第3項に基づき、高浜発電所第3号機および第4号機向けの輸入MOX燃料体について検査を受検するため、平成20年11月10日に経済産業大臣宛に輸入燃料体検査申請を行い、仏国メロックス社メロックス工場において平成21年1月30日から8月28日にかけてMOX燃料の製造を実施した。

当社は、製造が完了した12体について、検査結果および品質保証活動の結果をとりまとめ、経済産業大臣宛に同法に基づく輸入燃料体検査補正申請を行った。

以下に、本輸入燃料体検査補正申請書の概要を示す。

2. 本文

申請書本文の主な記載事項を表 2－1 に示す。

表 2－1 申請書本文の主な記載事項

燃料の種類	ウラン・プルトニウム混合酸化物	
初期濃縮度	製造した燃料のプルトニウム含有率等を記載	
燃焼率	燃料体最高 45,000MWd/t	
燃料材、燃料被覆材、その他の部品の種類	燃料材	ウラン・プルトニウム混合酸化物焼結ペレット
	燃料被覆材	Sn-Fe-Cr 系ジルコニウム合金 (ジルカロイ－4)
	支持格子	耐食耐熱ニッケル基合金
	上部・下部ノズル	ステンレス鋼鋳鋼
燃料体の構造	燃料体の寸法 全長 4035.5mm 断面寸法 (最大) 214.3mm×214.3mm 燃料棒の寸法 全長 3852.0mm 燃料棒の数量 燃料体当たり 264 本	
燃料体の個数	高浜発電所第 3 号機向け 8 体 (燃料体番号 KGKT01～KGKT08) 高浜発電所第 4 号機向け 4 体 (燃料体番号 KGKT09～KGKT12)	
燃料体の製造者および所在地	メロックス社 フランス国シュスラン	
燃料体を使用する発電所の名称、原子炉の型式	発電所 高浜発電所 型 式 濃縮ウラン燃料、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料 軽水減速、軽水冷却、加圧水型	
検査希望年月日および場所	平成 20 年 11 月 10 日～平成 22 年 12 月 31 日 原子力事業本部および高浜発電所	

3. 添付書類五「燃料材、燃料被覆材その他の部品の組成、構造、強度等に関する試験の結果に関する資料」

当社は、ペレット、燃料棒ならびに燃料体（燃料集合体）の製造期間中、当社検査員をメロックス工場に派遣し、製造の工程ごとに抜取検査を実施し、メロックス社が行う検査等の品質管理活動が適切であることを確認した上で、品質記録の記録確認を実施した。また、燃料被覆材（被覆管）等のその他の部品については、当社検査員を原子燃料工業（原燃工）の熊取事業所に派遣し、抜取検査を実施し、原燃工が行う検査等の品質管理活動が適切であることを確認した上で、品質記録の記録確認を実施した。

ペレット、燃料棒、燃料集合体およびその他の部品について、当社が実施した検査項目、検査実施方法および検査結果を表3－1に示す。

その結果、ペレット、燃料棒、燃料集合体およびその他部品に対する全ての輸入燃料体検査項目について合格であり、MOX燃料が定められた仕様を満足していることを確認した。

表 3－1 当社の検査項目、検査実施方法および検査結果（1／2）

検査項目		検査実施方法		検査結果
		抜取検査	記録確認	
ヘレット	不純物 ※	－	○	合格
	U-235 濃度	－	○	合格
	プルトニウム含有率	－	○	合格
	プルトニウム組成	－	○	合格
	直径	○	○	合格
	密度	○	○	合格
	外観	○	○	合格
	U+Pu+Am 含有率	－	○	合格
	O/M 比	－	○	合格
	プルトニウム均一度	－	○	合格
被覆管	内径	－	○	合格
	肉厚	－	○	合格
	溶接部外径（下部）	○	○	合格
	化学成分	－	○	合格
	水素化物方位	－	○	合格
	欠陥	－	○	合格
	外観	－	○	合格
	耐食性	－	○	合格
	機械的性質	－	○	合格
	溶接部健全性（下部）	○	○	合格
端栓	機械的性質	－	○	合格
	頭部長さ	○	○	合格
	外径（最大径）	○	○	合格
	化学成分	－	○	合格
	外観	○	○	合格
	耐食性	－	○	合格

※：「不純物」には、水素含有率、ボロン当量を含む。

表 3－1 当社の検査項目、検査実施方法および検査結果（2／2）

検査項目		検査実施方法		検査結果
		抜取検査	記録確認	
支持格子	外寸	○	○	合格
	外観	○	○	合格
	化学成分	－	○	合格
	機械的性質	－	○	合格
上部・下部 ノズル	外寸	○	○	合格
	外観	○	○	合格
	化学成分	－	○	合格
	機械的性質	－	○	合格
制御棒案内 シンプル	内径	○	○	合格
	外観	○	○	合格
	化学成分	－	○	合格
	機械的性質	－	○	合格
燃料棒	全長	－	○	合格
	プレナム長さ	－	○	合格
	溶接部外径（上部）	○	○	合格
	わん曲	－	○	合格
	外観	○	○	合格
	表面汚染	－	○	合格
	ヘリウム漏えい	－	○	合格
	溶接部健全性（上部）	○	○	合格
燃料集合体	燃料棒間隔	－	○	合格
	全長	－	○	合格
	エンベロープ	－	○	合格
	直角度	－	○	合格
	燃料棒とノズルの間隔	○	○	合格
	外観	○	○	合格
	燃料棒組込位置	－	○	合格

4. 添付書類六「品質保証に関する説明書」

MOX燃料の調達に関する品質保証の結果について説明する。

(1) MOX燃料集合体の製造体制

【発注者】

関西電力

【元請会社】

原燃工

- ・MOX燃料集合体の設計
- ・被覆管、その他部品の製造、供給

【MOX燃料
製造メーカー】

メロックス社

- ・ペレット、燃料棒、燃料集合体の製造

(2) 当社の品質保証活動

当社は、「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2003）」を適用規格として構築した品質マネジメントシステムに基づき、品質保証活動を実施している。

(3) MOX燃料の調達に係る品質保証活動

当社は、図4-1に示すMOX燃料調達の基本プロセスを品質マネジメントシステムに定め、これに基づき、高浜発電所第3、4号機向けMOX燃料の調達に係る品質保証活動を実施している。

製造に当たっては、初期製造として少数のペレットおよび燃料棒を製造し、当社要求事項への適合性を確認した上で、本格製造を実施した。また、燃料集合体については、初期製造時に模擬燃料集合体の組み立てを実施し、当社要求事項への適合性を確認した上で、本格製造を実施した。初期製造と本格製造を実施した2009年1月30日から2009年8月28日にかけて、メロックス社に派遣した当社社員が、工程監査、立会検査および巡視を実施し、製造状況および品質保証活動が適切であることを確認した。立会検査については(5)②に、工程監査および巡視については(5)③に詳細を述べる。

業務フロー	基本プロセス	業務分担
MOX燃料 調達	契約準備	本店（原子力事業本部）
	↓	
	基本契約（ホールドポイント）	本店（原子力事業本部）
	↓	
	システム監査	本店（原子力事業本部）
	↓	
	本契約（ホールドポイント）	本店（原子燃料サイクル室）
	↓	
	書類審査・定期監査	本店（原子力事業本部）
	↓	
	輸入燃料体検査申請	本店（原子力事業本部）
	↓	
	初期製造（ホールドポイント）	本店（原子力事業本部）
	↓	
	本格製造	本店（原子力事業本部）
運用管理	↓	
	輸入燃料体検査補正申請	本店（原子力事業本部）
	↓	
	欧州内陸上輸送	本店（原子力事業本部）
	↓	
	海上輸送（ホールドポイント）	本店（原子力事業本部）
	↓	
	発電所受入	本店（原子力事業本部）
	↓	
	輸入燃料体検査	本店（原子力事業本部）
	↓	
	工事計画認可	本店（原子力事業本部）
	↓	
	燃料運用・管理	発電所

図４－１ MOX燃料調達の基本プロセス

(4) MOX燃料調達先の評価

①原燃工の評価

過去の当社向けMOX燃料の製造実績（1999～2001年）、ウラン燃料の製造実績 7,762 体（2008年5月末）、品質保証システム監査（2008年2月）および定期監査（2008年10月）の結果に基づき、元請企業としてメロックス社を適切に管理する能力、および部品供給者の能力を有しているものと判断した。

②メロックス社の評価

MOX燃料の製造実績 2,542 体（2007年末）、過去の当社向けMOX燃料の製造実績（1999～2001年）、品質保証システム監査（2008年2月）および定期監査（2008年10月）の結果に基づき、当社要求事項を満たすMOX燃料の製造を行う能力を有しているものと判断した。

(5) 製造期間を通じた品質保証活動

① 異常事態発生時の連絡

- ・メロックス社は、当社MOX燃料の品質保証に係る不適合が発生した場合、定められた方法および体制に従って原燃工へ連絡することとしている。
- ・原燃工は、品質保証に係る通常の不適合を超える異常な事態の発生について連絡を受けた場合は、定められた方法および体制に従って当社へ連絡することとしている。
- ・当社は、規制当局等へ連絡することとしている。
- ・連絡方法および体制については、メロックス社および原燃工とともに、製造開始前までに連絡訓練を実施し、機能することを確認した。

② 検査・試験管理

- ・当社は、製造期間を通じて（メロックス社での当社向けMOX燃料集合体のための二次混合開始から全燃料集合体の組み立て後の検査完了までの期間）メロックス工場に駐在させた社員（2名～6名（延べ約630人・日）派遣）により、工程ごとに製造前に定めた検査要領に従い、適切なタイミングで41回に亘る立会検査を実施し、メロックス社の検査が適切に行われていること、およびMOX燃料の品質が適正に確保されていることを確認した。
- ・本格製造に先立ち、ペレット、燃料棒の初期製造時に抜取個数を増加した綿密な立会検査の実施、模擬燃料集合体組み立ての実施により、安定した品質のMOX燃料が製造できることを確認した。

③ 製造状況等の確認

- ・当社は、製造状況および品質保証活動状況を確認するために、ペレット、燃料棒、模擬燃料集合体の工程ごとに計26日の工程監査を実施するとともに、当社向けMOX燃料の製造・検査の工程稼働日には、休日を除き毎日、巡視を実施した。

工程監査：初期製造時および模擬燃料集合体の組み立て時に、適切な手順書に従い、製造および検査が実施されていること、品質記録が適切に作成されていること等について確認した。

巡視：日常的に現場を観察することにより、製造状況および製造に係る品質保証活動があらかじめ定められた手順に従い適切に実施されていることを確認した。

- ・必要に応じて規制当局が原燃工およびメロックス社に立ち入り、当社の品質保証活動の妥当性について調査を行うことができることを契約書に定めている。

④ 第三者機関の活用

- ・当社は、メロックス社で実施した全ての工程監査および立会検査において、当社の審査能力を補完し、監査および検査の信頼性を高めるために、第三者機関である仏国ビューローベリタス社の立会を受け、当社が計画に従い適切に実施していることの確認を得た。

⑤ペレット自主検査結果への対応について

事象の概要

当社および原燃工、メロックス社の3社は、より高い品質のMOX燃料を確保するため、自主検査を行っているが、平成21年6月、原燃工とメロックス社がペレットの性状を確認するための自主検査の一つを実施したところ、一部のペレットで目標値の範囲内に収まらない測定値を示すものがあった。メロックス社はこれまでの経験に基づきそれらは採用可能としたが、当社と原燃工では、慎重に確認した結果、最終的にそれらを採用しないこととした。

このため当社は、今回の製造期間における高浜発電所第3号機および第4号機合計のMOX燃料集合体の製造体数を、当初計画の16体から、品質が確認できたペレットのみを用いた12体に変更することとし、平成21年9月1日に輸入燃料体検査申請書の内容変更（3号機8体（変更なし）、4号機4体（8体から変更））を行った。

事象に係る品質保証活動

ペレットの製造工程について、当社は製造期間中に工程監査および巡視を実施し、製造工程に問題がなかったことを確認している。

ペレットの当該自主検査について、当社はペレット初期製造時の工程監査において、当該自主検査が適切な手順書に従って実施されていること、品質記録も適切に作成されていることを確認している。また、日常的な巡視においても、当該自主検査が手順に従い実施されていることを確認しており、検査方法は妥当であり検査結果は信頼できると判断している。

検査結果について、12体のMOX燃料に使われているペレットは、メロックス社および原燃工の当該自主検査を含む全ての検査に合格していることを当社は確認している。

以上より、12体のMOX燃料に使われているペレットは、品質が十分に確保されているものである。

なお、本事象に係る原因究明および今後の対策については、ペレットの製造工程が機微情報であるため、MOX燃料製造メーカーであるメロックス社が主体的に取り組む事項であるが、当社は、適宜、改善状況を確認することとする。

(6) まとめ

以上により、当社は、原燃工およびメロックス社とともに、三社一体となった品質保証活動により、当社の要求事項に適合した高浜発電所第3、4号機向けMOX燃料集合体の調達を実施した。また、当社の製造期間中における品質保証活動については、第三者機関のビューローベリタス社の確認を受けた。

以上