

## 玄海原子力発電所3号機のMOX燃料の検査について

玄海3号機のプルサーマルで使用するMOX燃料については、メロックス工場において製造段階から徹底した品質保証活動を行っています。このMOX燃料は法令に基づく輸入燃料体検査が行われ、国によりその安全性が確認されています。また、均質な製品が安定的に供給されることを目的として自主検査を行っています。

輸入燃料体検査(ペレット<sup>2</sup>)・・・安全性確認のための、法令に基づく検査

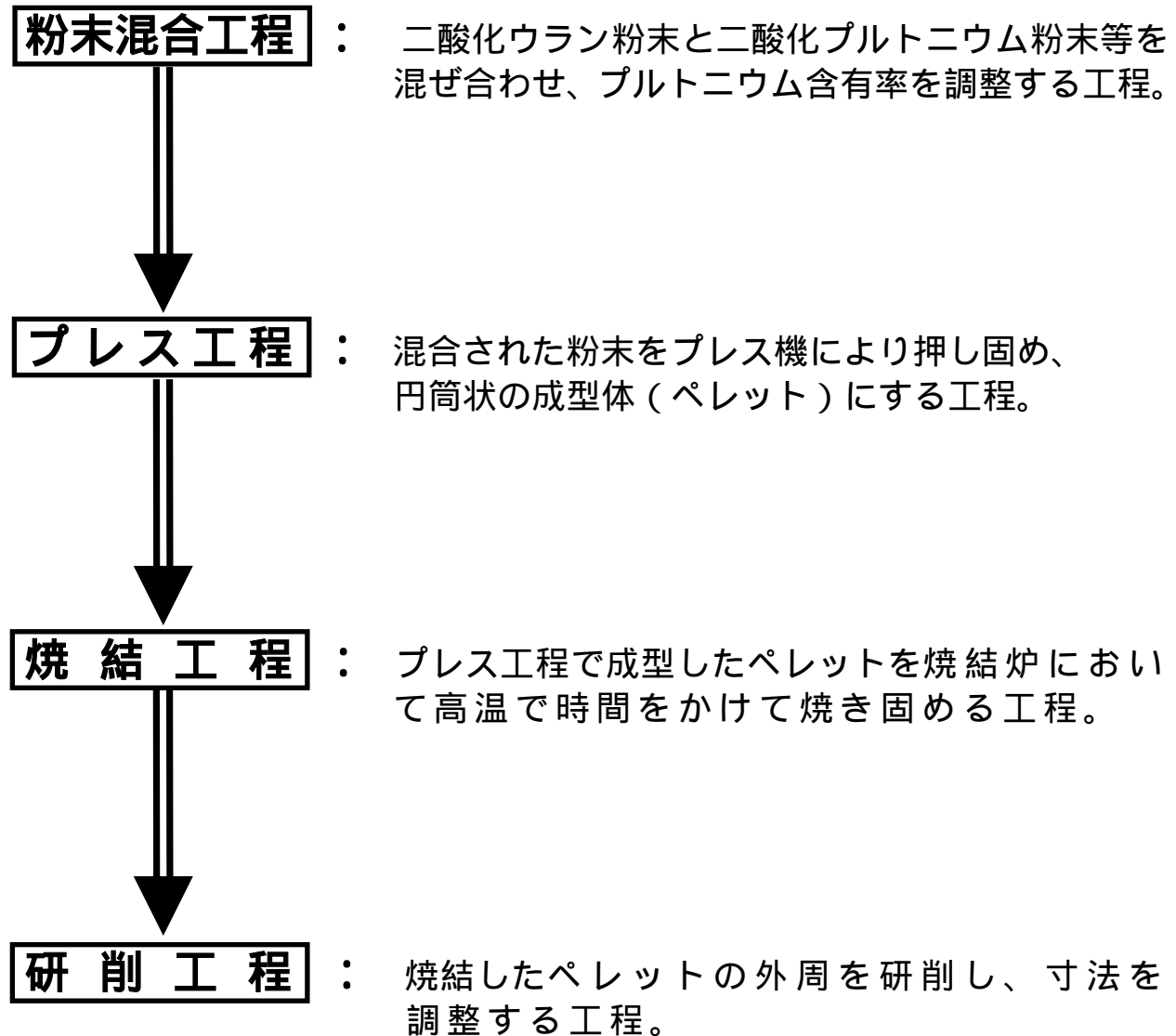
項目	内容	目的	結果
<sup>235</sup> U濃度	<sup>235</sup> U濃度を測定し、設計値を基準とする範囲内であることを確認する。	局所的な出力の上昇につながるような濃度のばらつきがないかを確認するため。	良
プルトニウム含有率	プルトニウム含有率を測定し、その分布の度合いが範囲内であることを確認する。	局所的な出力の上昇につながるような濃度のばらつきがないかを確認するため。	良
プルトニウム組成 <sup>2</sup>	プルトニウム同位体 <sup>2</sup> の濃度を測定し、範囲内であることを確認する。	プルトニウムの種類( <sup>239</sup> Pu、 <sup>240</sup> Puなど)ごとに、定められた濃度であることを確認するため。これを基にプルトニウム含有率の範囲が決まる。	良
(Pu+U+ <sup>241</sup> Am) <sup>2</sup> 含有率	プルトニウム、ウラン、 <sup>241</sup> Am(アメリシウム)の合計の含有率を測定し、下限値以上であることを確認する。	炉心性能(炉心 <sup>2</sup> での各々の燃料の燃え方のバランス)に影響を及ぼすことなく、必要な出力を得ることができる濃度であることを確認するため。	良
O/M比 <sup>2</sup>	酸素原子数と金属原子(Pu+U+ <sup>241</sup> Am)数の比を測定し、範囲内であることを確認する。	原子数の比の違いによる燃料ペレットの性質(熱の伝わり方等)の変化によって、燃料ペレットが高温になりすぎないか等を確認するため。	良
プルトニウムスポット <sup>2</sup> 径	燃料ペレットのプルトニウムスポット径の最大値を測定し、上限範囲内であることを確認する。	局所的な出力の上昇につながるような大きさのプルトニウムスポットがないことを確認するため。	良
不純物	炭素、フッ素、水素などの不純物濃度を測定し、上限範囲内であることを確認する。	不純物が含まれることによって被覆管 <sup>2</sup> 内面が腐食する可能性があることから、被覆管の健全性に問題がないか等を確認するため。	良
外径	燃料ペレット外径を測定し、範囲内であることを確認する。	被覆管の中に燃料ペレットを封入したとき、燃料ペレットで発生した熱が被覆管へ伝わりやすい間隔となる大きさか、また、適切な間隔があり燃料棒の内圧等に問題がないかを確認するため。	良
割れ・きず等	燃料ペレット表面の割れ、きず等を確認する。	燃料ペレットに発生した表面の割れ等によって、燃料ペレットで発生した熱が被覆管に伝わりにくくなる可能性があることから、燃料の温度に問題がないかを確認するため。	良
表面の汚れ	燃料ペレット表面の汚れを確認する。	製造工程においては、汚れが付着しないように管理されているが、万が一、汚れが付着していた場合は、被覆管へ影響を及ぼす可能性があることから、被覆管の健全性に問題がないかを確認するため。	良
密度	燃料ペレット密度を測定し、範囲内であることを確認する。	局所的な出力の上昇につながる密度のばらつきがないことを確認するため。	良

自主検査(ペレット)・・・均質な製品の安定供給のための、独自の取り組み

項目	内容	目的	結果
<sup>235</sup> U濃度	<sup>235</sup> U濃度の設計値を確認する。	製造段階の仕様が、契約で定めた範囲内であることを確認するため。	良
ウラン同位体組成	<sup>234</sup> U、 <sup>236</sup> U、 <sup>238</sup> Uの濃度を測定する。	原料として使用したウランが、契約どおりのもの(劣化ウラン <sup>2</sup> )であることを確認するため。	契約どおりの組成であった
プルトニウム含有率	プルトニウム含有率の平均値を測定し、範囲内であることを確認する。	平均値を確認し、それを過去の製造実績と比較することで、粉末混合工程 <sup>1</sup> において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
プルトニウム均一度	プルトニウムスポットの内、径が小さいものの占める割合が下限値以上であることを確認する。	最大値だけでなく、小さいプルトニウムスポットも確認し、それを過去の製造実績と比較することで、粉末混合工程において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
不純物	国の検査項目以外の不純物濃度を測定し、上限範囲内であることを確認する。	より多くの不純物濃度の測定値を過去の製造実績と比較することで、粉末混合工程、プレス工程 <sup>1</sup> において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
ガス含有率	燃料ペレットからのガス(気体)の放出量を測定し、上限範囲内であることを確認する。	測定値を過去の製造実績と比較することで、粉末混合工程、プレス工程、焼結工程 <sup>1</sup> において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
再焼結密度 <sup>2</sup>	燃料ペレットを高温にした後の密度変化を測定し、範囲内であることを確認する。	測定値を過去の製造実績と比較することで、焼結工程において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
結晶粒径	燃料ペレットを構成する組織(結晶)の粒径を観察する。		過去の実績と同等の粒径であった
溶解度	薬品中での溶け方を測定する。	今後の参考としてデータ収集を行うため。	
寸法	燃料ペレットの高さ等を測定し、範囲内であることを確認する。	測定値を過去の製造実績と比較することで、プレス工程において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良
外観	燃料ペレット表面のなめらかさ等を観察する。	測定値を過去の製造実績と比較することで、プレス工程、研削工程 <sup>1</sup> において同程度の品質の製品が安定して製造されていることを確認するため。	良

1：添付1(「燃料ペレット製造の流れ」)参照  
2：添付2(「用語説明」)参照

## 燃料ペレット製造の流れ



## &lt;&lt;用語説明&gt;&gt;

 $^{235}\text{U}$  (ウラン 235)

- ・ ウラン 235 は、核分裂しやすい (燃えやすい) ウランであり、天然ウランの中に約 0.7% 含まれている。

## ペレット

- ・ 燃料であるウランやプルトニウムの酸化物を粉状にしたものを、約 1 センチ四方の円筒形に成形し、焼き固めたもの。

## 燃料被覆管

- ・ ペレットを封入した金属の細長い筒。

## 同位体

- ・ ウランやプルトニウムには、それぞれ重さや性質の異なる種類があり、それらを同位体という。
- ・ 例えば、ウランの同位体には、ウラン 235 (核分裂しやすい) やウラン 238 (核分裂しにくい) などがあり、プルトニウムの同位体には、プルトニウム 239 (核分裂しやすい) やプルトニウム 240 (核分裂しにくい) などがある。

## プルトニウム組成

- ・ MOX 燃料中の、全てのプルトニウムの量に対する、各プルトニウム同位体 (プルトニウム 239 やプルトニウム 240 など) の割合。

Pu、U、 $^{241}\text{Am}$  (プルトニウム、ウラン、アメリシウム 241)

- ・ MOX 燃料に含まれる主な金属成分。

## 炉心

- ・ 原子炉内の燃料が納められた部分。

## O/M比 (オーバイエム比)

- ・ 燃料中に含まれる、酸素 (O) とウランやプルトニウムなどの金属 (Metal) 成分の比率。

## プルトニウムスポット

- ・ MOX 燃料は、二酸化ウランと二酸化プルトニウムの粉末を混ぜて作られるが、一部に、プルトニウムの濃度が高い部分ができる。これをプルトニウムスポットという。
- ・ プルトニウムスポットでは、他の部分より熱の発生が高くなる (局所的に出力が上昇する) 可能性がある。

## 劣化ウラン

- ・ ウラン燃料を製造する際に残った原料のウラン。核分裂しやすいウラン 235 の割合が天然ウランより少なくなっている。(核分裂しにくいウラン 238 の割合が多くなっている。)

## 再焼結密度

- ・ 一度高温で焼き固めた (焼結した) ペレットを、再度、高温状態にした後の密度。