

令和 5 年 3 月 24 日
日本原子力研究開発機構
臨界ホット試験技術部

燃料試料挿入管の密封性確認検査の方法について

燃料試料挿入管（**図 1** 参照）は、炉心に装荷して使用する際に想定される最大圧力（静水頭（2.0m）圧力）に対して密封性（水密性）を有する必要があるため、被覆管及び上部端栓の接続部を対象として密封性確認検査を実施する。

密封性確認検査では、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないこと（及び内部の放射性物質が漏えいしないこと）並びに水圧により燃料試料挿入管に変形等の異常が生じることなく密封性が保持されることを確認する。なお、密封性喪失に係る変形等の異常については、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないことをもって確認することができる。

密封性確認検査の内容としては、燃料試料挿入管を水中（静水頭（2.0m）以上の圧力条件下）に浸漬させ、水が燃料試料挿入管の内部に浸入しないこと及び燃料試料挿入管に変形等の異常が無いことを確認する。密封性確認検査の詳細を別紙 1 に示す。

なお、原子炉設置（変更）許可申請書（添付書類八 別 1 第 6.1-1 表(2)）において、燃料試料挿入管の上部端栓の位置（被覆管の固定用切り欠き高さ）は下端より 145cm 以上としており、STACY が運転する臨界水位の上限である 140cm より高い位置にあるため、通常の使用状態では燃料試料挿入管の内部に浸水するおそれはない（**図 2** 参照）。



図 1 燃料試料挿入管（試作品）の上部外観

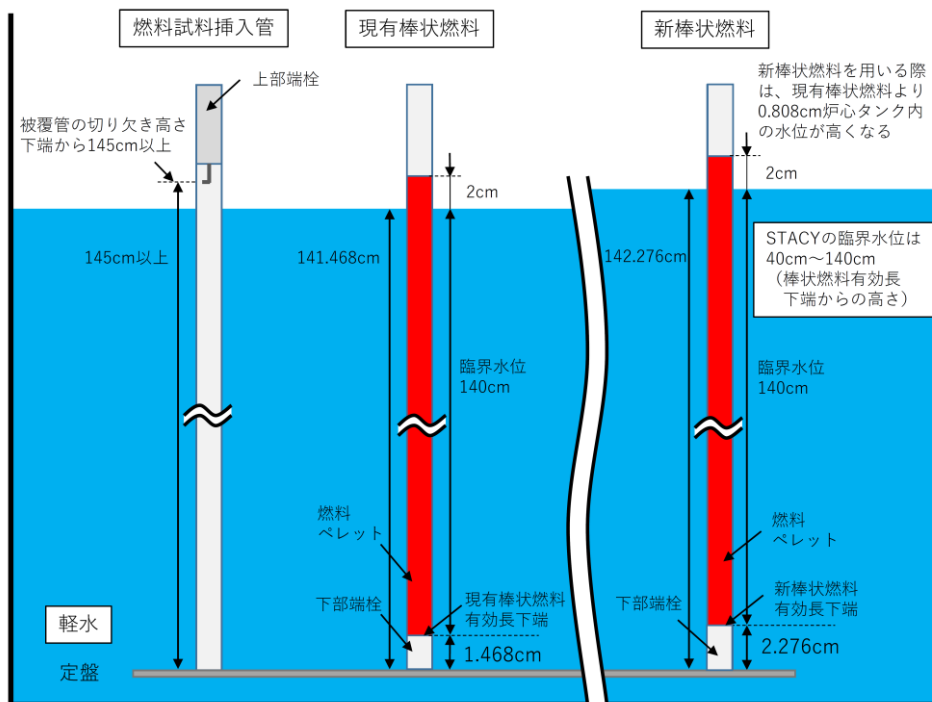


図2 燃料試料挿入管の上部端栓位置と水位の関係

【燃料試料挿入管の上部端栓（被覆管の切り欠き高さ）が浸水しない位置にあることについて】

STACYの炉心タンク水位は、棒状燃料の有効長下端（燃料ペレット最下端）からの高さとしている。現有棒状燃料と新棒状燃料の下部端栓の長さが異なるため、新棒状燃料の炉心タンク水位は現有棒状燃料のそれよりも0.808cm高くなる。炉心タンク水位を140cmに設定する場合は燃料試料挿入管の下端（定盤上面）から142.276cmの水位となる。この場合でも、水面が燃料試料挿入管の切り欠き高さ145cmを超えないため、燃料試料挿入管に浸水することはない。なお、現有棒状燃料と新棒状燃料が混在した場合の炉心タンク水位については下図（図3）で説明する。

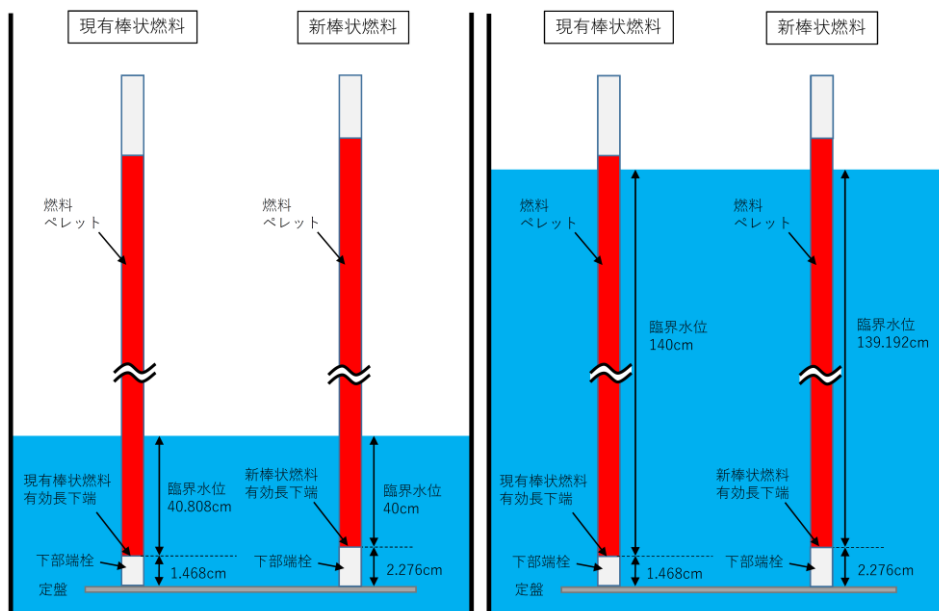


図3 現有棒状燃料と新棒状燃料が混在した場合の炉心タンク水位
（現有棒状燃料の有効長下端を基点とした場合）

【現有棒状燃料と新棒状燃料を混在させた場合の炉心タンク水位について】

実験精度の観点から、寸法仕様の異なる棒状燃料を混在させることは避けるが、やむを得ず現有棒状燃料と新棒状燃料を混在させる場合は、現有棒状燃料の有効長下端を基点として炉心タンク水位を計測する。この場合においても、現有棒状燃料と新棒状燃料それぞれの有効長下端からの臨界水位が40cm~140cmとなる範囲、すなわち現有棒状燃料の有効長下端からの臨界水位を40.808cm~140cmに制限することで、新棒状燃料の有効長下端からの臨界水位も40cm~139.192cmの範囲で運転可能となる。実際の運用に当たっては公差等を考慮し、臨界水位を42cm~140cmに制限することを保安規定に記載する。

燃料試料挿入管の密封性確認検査の詳細

燃料試料挿入管の密封性確認検査の検査体系を下図に示す。下図に示すように、燃料試料挿入管の内部に、水分検出用試験紙（塩化コバルト紙等）を入れ、上部端栓を下にして静水頭（2.0m）以上の圧力となる容器に浸漬させる。検査前後において、水分検出用試験紙の色変化（浸水の有無）が無いことを確認する。

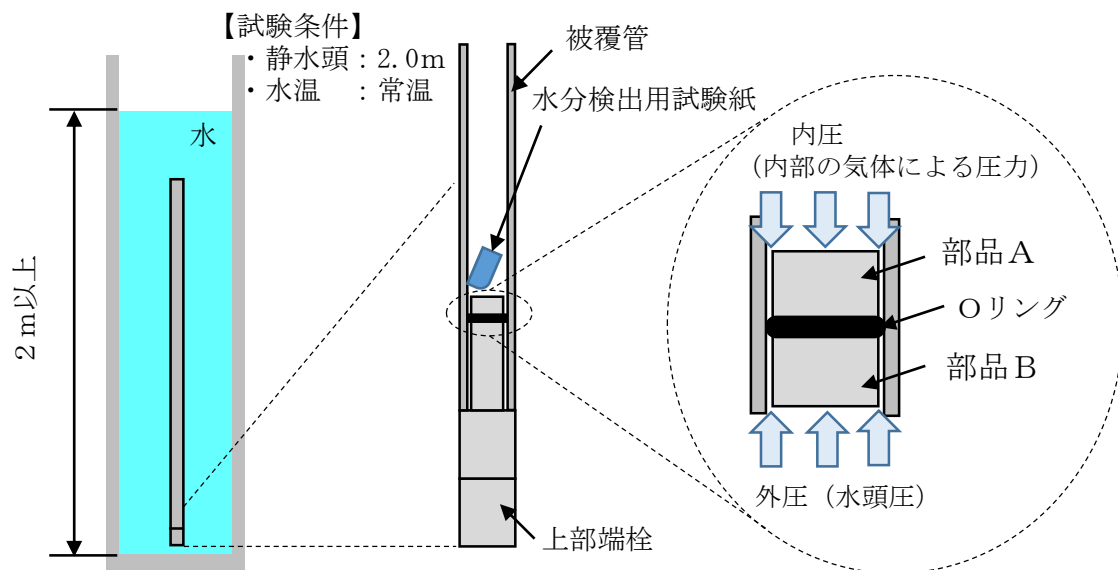


図 燃料試料挿入管の密封性確認検査体系図

【密封構造と検査条件について】

燃料試料挿入管の密封性は、上図拡大図のとおり、Oリングを上部端栓の部品A及び部品Bで挟んで締め付け、Oリングを押しつぶして被覆管内壁に密着させることで気密を保持する構造で実現する。このため、外圧>内圧、外圧<内圧のどちらの条件であっても、密封性能を確認する上で機能上の差はない。

この密封性確認検査においては、外圧と内圧の差が大きくなるように検査条件を設定する。STACYの運転において燃料試料挿入管の内圧が大きくなるのは、減速材（軽水）を昇温して給水する昇温運転のときである。すなわち、常温下で燃料試料挿入管を炉心に装荷し、そこに最高70℃まで昇温した軽水を給水するとき、燃料試料挿入管内部の温度が常温から最高70℃付近まで高められる場合である。STACYで想定される最高使用温度は80℃（事故時の燃料中心最高温度77℃を考慮したもの）であり、この温度上昇による内圧は水頭圧約1.9mに相当する。このため、外圧を静水頭（2.0m以上）の圧力とし水温を常温（静水頭による外圧が昇温運転時の内圧よりも大きい）とすることで、燃料試料挿入管に掛ける圧力差が最大となる。

本検査により、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないこと（及び内部の放射性物質が漏えいしないこと）を確認することが可能である。また、Oリングは規格品であり、同じ使用方法をとることで密封性能が確保できることから、上部端栓を脱着する都度の密封性確認検査は不要である。

以上