

STACY設工認（TCA貯蔵設備の製作）に係るコメント回答

令和4年1月12日

原子力科学研究所
臨界ホット試験技術部

<コメント1>

技術基準第11条（機能の確認）における「試験又は検査及び保守又は修理を実施」
できる根拠を詳細に説明すること。

<回答>

本貯蔵設備の供用期間中において、従事者が当該設備の試験又は検査及び保守又は修理を実施した場合でも、貯蔵容器から受ける線量は低いこと、かつ、修理できるスペースがある。このため、試験又は検査及び保守又は修理を実施可能である。

従事者が受ける線量について、貯蔵容器表面の最大線量は約 $300\mu\text{Sv/h}$ であるが、燃料を取り扱う場所の表面では最大でも約 $30\mu\text{Sv/h}$ である。作業に要する時間も1～2時間程度であると共に、鉛エプロン等の適切な防護具を着用するため、作業員の被ばく量は $10\mu\text{Sv}$ 程度となる。参考として、許可審査の際に説明した内容を以下に示す。

<参考>（R2.4.20 STACY施設の設置変更許可に係る審査会合資料P9より抜粋）

○使用済棒状燃料による線量率

使用済棒状燃料はTCA施設において、年に数回、手作業により数量確認及び外観点検を実施しているが、作業場所の線量率は最大でも約 $30\mu\text{Sv/h}$ である。すべての使用済棒状燃料の数量確認及び外観点検に要する時間は、1回あたり1時間～2時間（作業台上での作業は1時間程度）であり、その際の作業員の被ばく量は $10\mu\text{Sv}$ 程度である。STACY施設での貯蔵の際も、同様の管理を行うため、作業員の被ばく量についても同等となる。なお、STACY施設での点検においては鉛エプロン等を着用する。

<コメント2>

中性子吸収材を供用中に確認しなくても劣化しない理由について説明すること。

<回答>

中性子吸収材は、樹脂系素材に高濃度の B_4C を含有させた中性子遮蔽材であり、中性子吸収体の部品の一部として使用する。中性子吸収体は、鋼材と鋼材で中性子吸収材を挟み込む構造とするため、供用中は直接目視等で確認することはできない。

しかしながら、上述のとおり中性子吸収材の周囲を鋼材で覆うため、供用中に紫外線や水蒸気等に晒されることはない。さらに、当該貯蔵設備は施設内に設置するため、供用中の急な温度変化もなく、中性子吸収材の劣化が進む環境ではない。このため、貯蔵期間が数十年経過した場合、貯蔵設備よりも建家の経年劣化が進むこととなり、この場合は、他の建家に新規の貯蔵設備を設置して貯蔵することとなる。

また、中性子を吸収することによる劣化について、本貯蔵設備に貯蔵する核燃料物質から発生する中性子は少なく、中性子吸収材の顕著な劣化はない。参考として、中性子を吸収することによる中性子吸収材の劣化の程度を示す。

以上から、供用中に中性子吸収材の機能（ボロンによる中性子吸収効果）が損なわれるような劣化が進むことはなく、供用中に中性子吸収材の交換及び点検を行わずとも、性能は維持される。

<参考>

使用済棒状燃料から発生する中性子は、プルトニウムの自発核分裂による寄与が最も大きい。プルトニウム同位体のうち自発核分裂により発生する中性子数が最も多い核種は ^{238}Pu で 2.3×10^3 (n/s·g)^{*}であり、1kgPu（許可数量）が全て ^{238}Pu とした場合、中性子発生数は 2.3×10^6 (n/s)となる。

一方、当該貯蔵設備に用いる中性子吸収材（ B_4C 含有材）には B_4C が $950\text{mg}/\text{cm}^3$ 含まれており、中性子吸収に最も寄与する ^{10}B の原子個数密度は 8.2403×10^{21} (n/cm³)である。

1kg ^{238}Pu から発生する中性子が1cm³の中性子吸収材に全て吸収されるような仮想的な条件においても、発生する中性子により ^{10}B が消費する時間は

$$8.2403 \times 10^{21} / (2.3 \times 10^6) \doteq 3.6 \times 10^{15} (\text{s}) \doteq 1.1 \text{億年}$$

となる。

よって、本貯蔵設備に貯蔵する核燃料物質から発生する中性子は少なく、中性子吸収効果の顕著な劣化はない。

^{*}村田 徹，田村 俊幸，核燃料非破壊分析技術の核データ，日本原子力学会誌，24，2～6，1982