

**2022 年 10 月 28 日_原子力学会標準委員会 遮蔽材料標準作業会
第 35 回作業会 議事録**

1. 日時：日時：2022 年 10 月 28 日 14 時～16 時 15 分
2. 場所：ATOX 柏技術開発センターと WebTEAMS のハイブリッド会議
3. 出席者：【敬称略】(ATOX)坂本*1、月山*2、河野*1、(安藤ハザマ)奥野*2、(CTC)石川*2、天野*1、(海技研)平尾*2、(日環研)大石*2、(竹中工務店)前中*2、(清水建設)小迫*2、(日立 GE)竹生*2、(東芝 ESS)吉岡*2、(MHI)尾方*1、大沢*1、(NDC)中田*1 (文責)
- (＊1：ATOX 技術開発センター (柏)、＊2：Web(Microsoft Teams))
4. 配布資料；
 - 【資料①】 第 35 回遮蔽材料標準作業会 議事次第：中田
 - 【資料②】 標準組成策定方法(未配布)
 - 【資料③】 線量率影響評価最終計算パラメータ設定方針(20221028 作業会用)：中田
 - 【資料④】 標準本文案 R22_修正案：平尾委員
 - 【資料⑤】 遮蔽材料標準大工程(案)20221028 作業会用(R11)：中田
 - 【資料⑥】 原子力学会 2023 春の年会の標準委員会企画セッション検討 221017：奥野委員

5. 議事

本年 6 月 24 日の拡大幹事会で協議した方針に従い、コンクリート内の自由水量を解析と公開データに基づいて設定し、9 月 7 日に原子力学会秋の大会で発表を行った。この際のコメントも踏まえ、最終的には標準本文での規定及び附属書参照データの記載方針について、適用施設の明確化を踏まえ協議することと、線量率影響評価条件の提案、今後の標準作成工程検討のために、作業会を開催した。

今回は、幹事及び委員交替が有り、その紹介の後、個別の協議を実施した。
以下に議事の主旨を示す。

(1) 幹事・委員交替

- ① 作業会幹事を(安藤ハザマ)奥野さんから(CTC)天野さんへ交替
奥野幹事は、分科会幹事と合わせて基盤応用・廃炉技術部会での本分科会代表者を担うため、作業会幹事を天野さんへ交替する。ただし、委員は継続し、材料組成 WG の取り纏めを継続する。
- ② MHI 委員を、尾方さんから大沢さんに交替

MHI 所属課の担当分野変更に伴い交替。ただし、尾方さんは、分科会委員と遮蔽解析 V&V 研究専門委員会の委員は継続するとともに、本作業会での大沢さんのサポートを実施。

③ 東芝委員を、松山さんから吉岡さんへ一時交替

来年度前半まで、吉岡さん(元作業会員)に一時交替する（委員交代ではなく松山委員の代理として出席する）。

(2) 標準組成の本文規定と付属書記載に係る協議(資料②)

6 月 24 日の拡大幹事会での協議に基づき、自由水の移動理論で 200～2,500mm 範囲で計算を実施した結果、H の原子数密度は、1,200mm 厚で ANL-6443 程度、1,800mm 厚で ANL-5800 程度となり、以前検討した「気乾組成」程度となった。この結果は、浜岡の原子炉容器周辺のコンクリートの水分量測定値に近いものである。中性子遮蔽体としては、原子炉施設の炉心周辺で PWR が 2,790mm、BWR が 1,800mm、加速器の中性子源(ターゲット)周辺で 1,500mm が最低厚なので、1,500mm 以上の厚さでの水分量を規定組成の水分とする。一方、薄い壁(200mm 程度)では絶乾組成に近い値となっている。この結果に基づき、原子力学会 2022 年秋の大会では、水分は主に中性子遮蔽に影響するので、1,500mm 以上の厚さが対象となるとの前提付きで、200、800、1,200、1,800、2,500mm 厚のコンクリート内自由水を含む Si 系骨材組成を、規定組成案として発表した。2 名から異口同音で、「複数の組成を標準としてはどれを使用すべきか判断がつかないので、一つに絞るか適用範囲を明確にする。」旨のコメントがあった。

本日は、この結果を原子力学会会場でのコメントを踏まえて、標準の本文と付属書に載せる組成と、 γ 線遮蔽での懸念事項、組成の適用範囲について議論が数多く提起された。そこで、本日の意見・コメント・懸念を整理して、11 月下旬から 12 月上旬に幹事メンバーと検討を実施してきた委員での拡大幹事会を開き、標準掲載内容について協議し、最終方針を決定して、1 月中旬～下旬に次の作業会で協議することとなった。

本日の主要な意見・コメント・懸念を、下記に整理する。

【議論テーマごとに整理した発言要旨】

- ・水分が中性子遮蔽のみに影響するとの前提で規定組成を示すなら、厚さは 200-2,500mm ではなく 1,500mm-2,500mm とすべき。(中田)
- ・ γ 線遮蔽は水分の影響は無視できるほど小さく、ほぼ密度依存であることを明示して、 γ 線遮蔽の規定組成を選ぶ必要がある。(中田)
- ・密度は 2.1g/cm^3 と定義するのか、組成のみ定義するのか決める必要有。(平

尾委員)

⇒これまでの議論では、組成は密度を定義しないと個数密度を決めることが出来ないとなっていたため、併記する方針であった。(中田)

・中間貯蔵はどうか、中性子を考慮するが、壁厚は 1m 以内である。(石川委員)

⇒以前この議論があったが、検討をしていなかったなので拡大幹事会で議論したい。(中田)

・NRA に標準組成をエンドースするのであれば、標準組成は 1 本化するほうが良い。これまでの許認可審査で、標準をエンドースしようとした際は、NRA は複数の規定値を好まなかった。(尾方委員)

・ANL に変わる組成を本文で規定するのであれば、一つの値にする方が良い。(月山オブザーバー)

・自由水分量は、壁厚依存なので、どのように規定するか今後議論が必要。(前中委員)

・規定組成は 1 本とし、本文で附属書を引用して、各ケースを示す方法は取れないか。(坂本委員)

・加速器の場合、20MeV 以下としているが、今計算しているのは 20MeV 以下の中性子和、それに伴い発生する 2 次 γ 線のみ考慮している。20MeV の電子線 LINAC の場合、 γ 線が最大 20MeV で放出される。この場合、 γ 線の吸収は電子対生成反応になるので、組成依存になる。また、光核反応も起こる。(大石委員)

⇒組成変動による線量率影響評価の観点では、 γ 線減衰率と光中性子に組成変動影響が現れるので検討する必要がある。(中田)

⇒但し、標準設定では、原子炉施設のように運開の 10 年前に基本設計の許認可が必要となるような、遮蔽設計時にコンクリートが決まっていないプラントが対象となる。加速器は使用許可なので、建設に許認可は不要のため、建設後に当該コンクリート組成で確認することができる。許認可の建付けでの棲み分けで、標準組成の適用方法を仕分けすることも必要と考える。(中田)

・代表例だけで良いので、高エネルギー γ 線は計算をしておく必要がある。(坂本委員)

・ATOX さんと清水建設小迫委員で対応することでどうか。(中田)

・最終的には、加速器は施設検査で線量率を測定して確認するので、標準組成の必要性は原子炉施設に比べ大きくはない。(大石委員)

・加速器で、竣工時に遮蔽厚を確定する必要がある場合があるため、このケースではコンクリート材料情報は遮蔽計算時に無いため、標準組成が必要である。(小迫委員)

・かつて企画セッションで、当時の標準策定検討をシリーズで報告した際に、JAEA 今野さんから、「遮蔽設計実務マニュアル」の数値との整合性を確認するようにコメントがあった。確認計算が必要だが、遮蔽設計マニュアルの改訂検討では、JENDL-3.3 を使って、遮蔽標準に合わせるほうが良いかもしれない。(坂本委員)

・現在は JENDL-4.0 が主流で、JENDL-5 が出ているので、最新のデータにしないと NRA から指摘が入るかもしれない。審査では、「何故古い核データを使っているか。」との質問がくる。また、JENL-3.3 から作成する群定数 MATXSLIB-J-33 は、熱群が 2 群で精度が悪いのではないかと。(尾方委員)

・今見ているのは、線量率への影響なので、熱群は線量換算係数が小さいので影響しない。また、JENNL-5 は群定数が現時点では無い。放射化計算など核種ワイズのデータは JENDL-4、5 で更新されているが、遮蔽材料の主成分は顕著な更新はされていないので、遮蔽計算に実績のある JENDL-3.3 の方が良いのではないかと。(坂本委員、中田)

・遮蔽設計マニュアルの透過率、半価層、1/10 価層との整合性は必要なので、附属書の作業の後で良いので、どの程度の差になるか確認計算が必要。やらねばと思いながら忘れていた。(中田)

【今後の議論】

上記の議論を集約し、下記事項を拡大幹事会で協議し、標準記載事項と追加計算の方針を決定する。

- ① 標準組成の有り方と適用対象を、原子炉施設と加速器施設を、許認可の建付けで棲み分けしたうえで、必要性を明確にして検討する。
- ② 自由水量は壁厚依存であるが、標準記載について、本文は 1 本にして本文で附属書を引用して壁厚による仕分けを記載するか、本文に壁厚依存ケースを記載し適用区分分けするか決定する。
- ③ 中間貯蔵建屋の中性子遮蔽に対する壁厚依存水分の標準記載方法検討。
- ④ 加速器での γ 線への標準組成設定のために、20MeV 以下の電子 LINAC で発生する 20MeV 以下の γ 線(電子対生成と光中性子の組成依存性)について、組成変動による線量率影響評価計画を検討する。
- ⑤ 遮蔽設計実務マニュアルとの整合性(透過率、半価層、1/10 価層)の確認計算方法を決定する。

(3) 線量率影響評価の条件設定と線量率計算の分担(資料③)

線量率影響評価の最終計算条件は、下記の通り実施計画に変更する。

- ① 配合検討は、今回の組成検討での代表値(規定値)の調合変動幅を考慮

し、W/C 比などを变化させた場合の組成変動を検討する。

- ② 水分変動は、1,000、1,500、2,500mm 厚などでの水分変動を参照値とする。
- ③ 典型的組成変動については、2020 年度の学会発表で示した Fe と C の変動条件が設定できないので、Si 系規定組成、Ca 系参考組成、従来の ANL-5800、6443 の 4 ケースでの線量影響評価と比較とする。
- ④ なお、これまでの Fe 及び C のケーススタディを含む種々のケーススタディは、解説にデータ集として掲載する。

(4) 本文案(資料④)

平尾委員から、標準本文として適切な記載方法と、現状の組成検討内容を踏まえた修正案が示された。記載方法としえの留意事項は下記の通り。

- ・「加速器」は「放射線発生装置」の言い換えとして定義が必要。
- ・海外の組成は、ANL-5800、6443 と具体的に記載。
- ・対象施設は、「など」とせず、NRA 用語で全て記載する。
- ・コンクリート調合条件は、「など」を使わず全て記載する。
- ・密度補正式は、本文で式のみ規定して、具体的内容は附属書を引用する。
- ・組成と密度の記載について、「決め事」として決定する。
- ・組成の決め方は、全て附属書に記載し本文で引用する。
- ・組成の適用上の留意事項は、全て附属書に記載し本文で引用する。
- ・「主要組成」は、公の言葉としては、「主成分」とする。

(5) 大工程見直し(資料⑤)

6 月 24 日の拡大幹事会で決定した以下の工程に比べ、現時点で 7 か月遅れている。

- ・ 9 月/M：本文見直しドラフト ⇒ 9 月/E：本文完成
- ・ 9 月/E 迄：線量率影響評価条件作成
- ・ 2023 年 1 月/E：附属書 A 最終ドラフト完成
- ・ 1 月/E：線量率影響評価最終計算終了
- ・ 2 月/E：附属書 B 最終ドラフト完成
- ・ 3 月 13-15 日：企画セッション
- ・ 8 月標準最終報告ドラフト ⇒ 分科会、部会、本委員会へ報告
- ・ 10 月以降：本委員会決議投票、公衆審査、コメント反映、措置決議
- ・ 2024 年 4 月以降：標準制定(目標)

課題が種々出ているので、粛々と解決し、以下の工程を目標とする。

- ・ 2023 年度末：中間報告

- ・ 2024 年度上半期末：最終報告
- ・ 2024 年度末：最終審議終了 ⇒ 2025 年度初頭：標準発行
- ・ 2025 年度上半期から、次の放射化標準(データ集?)に着手

(6) ICRS14 報告

平尾委員から、ICRS14 で発表した「遮蔽標準」(奥野委員の代理)と「遮蔽ハンドブック」の報告があった。

「遮蔽標準」では、JIS や国際標準に反映するのかなどの質問あり、必要に応じ対応すると回答。

「遮蔽ハンドブック」のセッションは、反響が大きく満席の盛況であった。主な質問としては、ハンドブックの対象者や、英語の翻訳版は出来ないかとの問い有り。翻訳については、購入すると CD が付いており、機械翻訳にかけると、そこそこ正しい翻訳をしてくれることを確認済と回答。

(7) 標準委員会企画セッション検討(資料⑥)

奥野委員から、2023 年春の学会の企画セッションの提案依頼が原子力学会事務局からあり、今後 2 年間のテーマも合わせて提案とのことであったため、2024 年度に遮蔽材料標準が完成した段階での企画セッションを提案することとした。演題は、「標準概要」、「標準組成策定」、「組成変動による線量率影響評価」の 3 本とする。標準委員会セッションが適切だが、空いて無ければ遮蔽工学部会セッションとする。

(8) その他

- ・ 本日の標準組成決定と記載方法及び追加解析検討について、拡大幹事会で協議し、最終方針を決定する。
- ・ 拡大幹事会は、11 月下旬から 12 月上旬に開催。
- ・ 決定した方針は、2023 年 1 月下旬に次回作業会で説明。

以上