

2023年12月14日_原子力学会標準委員会 遮蔽材料標準作業会
第37回会合 議事録

1. 日時：2023年12月14日 14時～16時30分
2. 場所：日環研会議室”リレハンメル”と WebZOOM のハイブリッド会議
3. 出席者：【敬称略】(日環研)大石*1、塩原*1、(ATOX)坂本*2、月山*1、河野*1、(北大)中島*1、(原安技センター)吉田*1、(竹中工務店)前中*1、(海技研)平尾*1、(安藤ハザマ)奥野*1、(CTC)石川*1、天野*1、(清水建設)小迫*1、(大成建設)谷口*1、(フジタ)木村*2、(東芝 ESS)松山*2、(MHI)大沢*1、(NDC)中田*1(文責)
(*1：日環研、*2：Web(ZOOM))

4. 配布資料；

- 【資料①】線量率影響評価最終計算結果整理 R12(2023.12.12)：中田
- 【資料②】線量率影響評価解析リスト(R7)：中田
- 【資料③】材料組成標準(案)完本版_R31(C改定)の本文レビュー231212r：平尾氏
- 【資料④-1】231026用語の検討その2：谷口氏
- 【資料④-2】吉田顧問 用語調査：谷口氏
- 【資料④-3】231017用語の検討リスト(その1)：谷口氏
- 【資料⑤】附属書A(20231114)(番号修正)：奥野氏
- 【資料⑥-1】解説ドラフト(谷口さん担当まとめ)：谷口氏
- 【資料⑥-2】解説 炭素と鉄(ドラフト)(谷口) 20231030②：谷口氏
- 【資料⑥-3】解説 有効遮蔽長：谷口氏
- 【資料⑦】材料組成標準(案)完本版_R32(C改定：20231214 中田)：中田
- 【資料⑧】解説掲載項目(案) R3(2023.12.11)：中田

5. 議事

今回は、原子力学会 2023 年秋の大会で発表のあった規定組成検討及び線量率影響評価について、その後の検討進捗を各担当者に報告いただくとともに、調合変動に掛かる懸案事項の検討協議と、今後の計画について相談を行った。

全体の工程としては、2024 年 3 月末までに、体裁を問わないで本文・附属書・解説をドラフト化する。その後、著作権処理を行い、体裁を整え分科会報告を経て 2024 年 9 月の部会で中間報告する。コメント対応を行って、2025 年 3 月の標準委員会で報告。決議が通れば、2025 年 4 月に公衆審査を経て、コメント対応を行い 2025 年 8 月位の発行を目指す。

以下に議事の主旨と特記事項を示す。

(1) 規定組成の説明性

作業会冒頭で、規定組成の説明性は下記の通りとすることを確認した。

・典型的組成変動のケーススタディで、国内施工実績に基づきデフォルト組成として設定した Si 系骨材組成は、従来国内の原子炉施設などの遮蔽設計に使用されてきた ANL-5800、ANL-6443 に比べ、適度に保守的な減衰率を示す。

・これまでの経験で、ANL-5800 及び ANL-6443 の組成を用いた遮蔽計算による国内原子炉施設等の中性子遮蔽計算で、計算結果は保守的となっており、結果として線量率の実測値は当該エリアでの基準線量率または設計目標線量率を上回ったことはない。

・したがって、今後の許認可時の遮蔽計算で、この標準の Si 系骨材規定組成を用いることは、今まで通り適切な保守性を有する遮蔽計算結果を与えることができると考えられる。

・一方、Ca 系骨材組成は、遮蔽計算において Si 系骨材組成、ANL-5800 及び ANL-6443 組成に比べて線量率の減衰が大きく小さめの線量率を与えるが、Ca と Si に対する中性子挙動の観点から妥当なものであり、プラント計画時に建設側でコンクリート施工時の骨材として Ca 系骨材を使用することが明らかな場合は、使用することができる。

(2) 線量率影響評価と調合変動懸案協議(資料①、②)

中田主査から、調合変動検討を含めた「組成変動による線量率影響検討」の結果整理と考察の改訂版が紹介された。以下の事項を協議し、規定組成をサポートする方針として共有した。

・典型的組成変動の検討結果は、上記の通りデフォルトの Si 系骨材組成の線量結果が、ANL 組成の線量結果より保守的となり、許認可段階で遮蔽計算に使用する組成として適切である。

・水分変動の検討結果は、元来水分は想定壁厚に対して規定補正式で設定するように標準で規定しているため、規定組成の成立性には関係無い。この結果は、計算時に想定した壁厚と、最終的に決定した壁厚が異なる場合の減衰率の差異を見るための参考データである。因みに、1,500mm 厚に対する水分の基準値に対し、水分の最小値と最大値での減衰率の差異は、原子炉施設の壁の外側から 200mm 位置で、6 桁減衰に対して±2.3 倍程度である。

・調合変動についての議論を行った。

水分組成変動が線量率に影響する中性子遮蔽では、壁厚が 1m を越える遮蔽厚が対象となる。このような厚い壁に対しては、コンクリートが硬化するとき発生する水和熱による影響を回避することを目的に、セメント量を少なくする調

合が用いられることが多い。また、一般の建築物では、40%～60%程度の水セメント比 (W/C) が用いられる場合が多い。上記状況を鑑み、規定組成の W/C の代表値を 50%とした。

- ・公開されている実績データでも、原子炉容器などの中性子に対する遮蔽では、W/C を 50%とすることが主流である。
- ・調合変動の影響を確認するためのケーススタディは「原子炉の遮蔽などの中性子遮蔽に対する W/C を変化させた場合の線量率変動の参考値」として附属書へ掲載する。
- ・調合変動のケーススタディの結果、W/C の変動においてセメント水和反応でコンクリート内に包含される自由水変動が支配的要因となることが分かった。
- ・コンクリート調合で可能性のある W/C の幅 40%～60%で減衰率を計算すると、規定組成の W/C50%の減衰率に比べ、原子炉施設の 200mm 位置で、6 桁減衰に対して±2.9 倍程度であり、壁厚に起因する水分変動の振れ幅をやや超える結果となった。

(3) 本文修正案(資料③)

平尾副主査から改定版の説明有。今後、「用語の定義」が完成し、壁厚による水分補正式と密度による組成補正式が決定され附属書 D から転載することで最終ドラフトとする。

各委員本文に対するコメントを、平尾副主査及び全員（「写し」で）に送付する。

今後の附属書及び解説の執筆では、下記事項を考慮する。

- ・本文で定義した略称は附属書及び解説でも使用する。
- ・減衰係数は、「線減衰係数」及び「質量減衰係数」に統一し、「減弱係数」は使用しない。
- ・「壁」について、遮蔽は天井・床・ブロックなどもあるが、本文・附属書・解説を通して「壁」で統一し、用語の定義で「壁は、天井・床・ブロックを含む総称」と説明する。
- ・Si と Ca は、最終的には「ケイ素」、「カルシウム」と記載する。ドラフト段階では、書き物を作ることが優先なので、必ずしも拘らなくて良い。
- ・参考文献番号は、[xx](四角カッコ)とする。

(4) 用語検討(資料④シリーズ)

谷口委員と平尾副主査から、検討の紹介あり。

- ・用語は谷口委員と平尾副主査取りまとめで検討を実施し、終了後平尾副主査から全員に周知し、附属書及び解説を各担当にて修正する。

・「原子炉施設」と「原子力施設」が使われているが、 ^{235}U 、 ^{60}Co 、 ^{16}N 、Fission γ を線源とするのは、原子炉のみならず、再処理や中間貯蔵も共通なので、「原子力施設」で統一する。

・「原子力施設」を、附属書 B で記載している施設や、法令で示される施設を含めて定義する。ただし、精錬施設や濃縮施設は、今回の標準では検討対象外としているので、定義からは外す。もし、公衆審査などで、これらの施設が必要との意見があった場合は、次回改定で対応とする。

(5) 附属書 A 案(資料⑤)

奥野委員から修正版の紹介あり。規定組成の設定までのプロセスが書かれているが、規定組成設定のゴールが書かれていないので追記する。

(6) 材料組成関係解説ドラフト(資料⑥シリーズ)

谷口委員から、材料組成関係の解説ドラフトの紹介があった。現時点では、図表やそれぞれの説明分の状態なので、奥野委員（材料組成 WG リーダー）取り纏めで、読み物の形に文をつなぐ。

(7) 附属書 B、C 修正案(資料⑦)

中田主査から、附属書 B(変更なし)と附属書 C のドラフト(グラフは未貼り付け)が紹介され、レビューが依頼された(分担付き)。また、附属書 C の線源スペクトルの追記が河野委員と大沢委員に依頼された。

(8) 線量率影響評価関係の解説構成と執筆分担(資料⑦)

中田主査から、線量率影響評価関係の解説の構成及び概要の紹介と、執筆分担の依頼があった。ここで、日立殿が計算を実施した BSW スペクトルの線量率と、Si 系骨材組成での Fe 組成変動計算は、現 ATOX の月山委員が実施したものであり、竹生委員にてデータを起こして執筆いただくが、月山委員にサポート頂く。また、竹生委員分担箇所と、小迫委員の熱中性子散乱則検討については、中田主査から学会発表のスライドをそれぞれ送付して依頼する。

(9) 原子力学会 2024 年春の学会発表方針

分科会主査の坂本委員と相談し下記内容とすることとし、予稿・スライド作成の協力依頼を行った。

【概要】

標準委員会放射線遮蔽分科会遮蔽材料標準作業会では、遮蔽計算用規定コンクリート組成の標準作成を推進している。今回の報告では、遮蔽計算に適切で

あるとともにコンクリート工学的に齟齬のない組成を検討するにあたって考慮・検討した事項を再度整理するとともに、**2023** 年秋の学会以降の進捗内容として、検討に用いたコンクリート組成データの整理と、コンクリート組成変動に対する線量率影響評価の追加評価結果を紹介する。

(10) 大工程と今後の予定

全体の目標工程は下記の通り。今後、工程表を改定して配布予定。

- ①**2024** 年 3 月末までに、体裁を問わないで本文・附属書・解説をドラフト化 (6 か月、著作権処理と体裁整えお化粧し、分科会審議)
- ②**2024** 年 9 月、中間報告
- ③**2025** 年 3 月、部会コメント対応を行って、標準委員会へ報告
- ④決議が通れば、**2025** 年 4 月に公衆審査を経て、コメント対応。
- ⑤**2025** 年 8 月位に発行を目指す。

以上