

(社) 日本原子力学会 標準委員会 基盤・応用技術専門部会
第23回 放射線遮蔽分科会 (R2SC) 議事録

1. 日時 2014年2月18日 (火) 14:00~16:00
2. 場所 (株) アトックス本社 6階会議室
3. 出席者 (順不同, 敬称略)
(出席委員) 坂本 (主査、ATOX)、石川 (副主査、CTC)、平尾 (幹事、海技研)、平山 (高エネ研)、上松(TNES、黒澤 (正) 代理)、月山 (日立GE)、中野 (富士電機)、森島 (三菱重工)、播磨 (CTC)、黒澤(直) (VIC)、清水 (放射線線量解析ネットワーク)、山野 (福井大) (12名)
(欠席委員) 佐藤 (三菱総研)、堂野前 (JAEA)、金野 (フジタ)、大石 (清水建設) (4名)
(出席、被委員推薦者) 木村 (フジタ)、奥野 (安藤・間) (オブザーバ) 坂本 (トランスニュークリア)
4. 配付資料 (座席表、議事次第、委員名簿を含む)
R2SC23-1 第23回基盤・応用技術専門部会 放射線遮蔽分科会議事次第
R2SC23-2 放射線遮蔽分科会名簿、ガンマ線ビルドアップ係数作業会名簿 14-02-18
R2SC23-3 (社) 日本原子力学会 標準委員会 基盤・応用技術専門部会 第22回放射線遮蔽分科会(R2SC)議事録
R2SC23-4-1 ガンマ線ビルドアップ係数データ作成及び標準書 - 英訳執筆分担 (中間報告)
R2SC23-4-2 AESJ Standards γ -Ray Buildup Factors: 2010
R2SC23-5-1 標準委員会 放射線遮蔽分科会 遮蔽材料標準作業会 (仮称) 基本方針 (案)
R2SC23-5-2 標準委員会 放射線遮蔽分科会 遮蔽材料組成標準作業会議事録
R2SC23-5-3 遮蔽材料組成標準作業会の活動方針について
5. 議事
 - (1) 出席委員の確認
16名の委員のうち、開始時12名の出席があり、分科会成立の要件 (12名以上) を満足していることの確認があった。
 - (2) 退任報告及び委員推薦の決議
R2SC23-2の委員名簿に基づき、退任の報告及び委員推薦者の紹介を行った。金野委員

(フジタ) について、本人の意向をふまえて旧所属から退任届が提出された。また、幹事より新たに委員として推薦された木村氏 (フジタ)、奥野氏 (安藤・間) に対して、決議投票が行われ賛成多数で承認された。これらは20日開催の部会で報告される。

(3) 前回議事録の確認

平尾幹事より前回議事録(案)(資料R2SC23-3)の説明がなされた。特に意見等はなく、そのまま承認されることとなった。

(4) γ 線ビルドアップ係数標準書の策定状況

(4-1) 策定状況報告

坂本主査より、昨年12月に γ 線ビルドアップ係数標準が発行されたこと、その後、ガンマ線ビルドアップ係数作業会で英語化に向けた作業を行っているとの報告がなされた。

(4-2) 英語化作業の進捗状況

清水委員より、ビルドアップ作業会の作業について英訳執筆分担(R2SC23-4-1)の説明がなされた。今後、3月末を目標に分担者より原案を集め、4月に作業会を開いて確認を行う予定である。これに関して以下の質疑応答がなされた。

- ・ 英文原案の校閲をどうするか検討を要する。
 - まず、学会で英文校閲を引き受けてくれるか確認すべき。
 - すでに英語標準が学会より発行されているので、その際の校閲がどうであったか確認すべき。
- ・ 親委員会では、英語化した標準をどのように審議するのか。
 - 内容の審議は終わっているため、報告するだけでよいのではないか。
 - 前例に基づくなにかルールがあるのか確認すべき。
- ・ 英語化した標準書の価格は、和文標準とは別につけられるのか。
 - 学会に価格の決め方を確認すべき。
- ・ 英語化した標準の外国への配布はどういう形でなされるのか。
 - 学会で手配するものと考えて確認すべき。

(5) 遮蔽材料標準作業会の基本方針について

木村委員より、遮蔽材料標準に係る作業会の準備に係る報告、及び基本方針案の説明がなされた(資料23-5-1)。準備会は、1月20日(資料23-5-2)と2月7日の二回開催され、作業会の立ち上げと基本方針について資料23-5-3に基づき検討が行われた。基本方針案に関する質疑応答は以下のとおりである。

- ・ コンクリート中の鉄筋等は一般に考慮されないが、それを考慮するとコンクリートの中性子透過でサーマルが増えて、それが鉄と反応して二次 γ 線が出る。1mぐらゐの厚さのコンクリートでは二次 γ 線と中性子が逆転しうる。その場合のコンクリートの密度や

厚さ、組成を評価してデータベース化することはできるだろう。

- ガンマ線ハンドブックに組成データがいくつか示されており、詳細法と簡易法で中性子線量がどうなっていくか計算していたはず (SS)。
 - それは公開資料ではないのか。
 - 文科省 (旧科技庁) の許可が必要と考える。
 - SSではどんなことをやってまとめたか紹介してほしい。組成が変化しても線量率でどのくらい効くか評価して、あとはユーザが選ぶというところまでやらないと意味がない。
- Health physics 誌に弥生炉の土壤データが載っていた。それ以外、公式の土壤データはみつからない。
 - その論文の土壤組成は SRS (サバンナリバー) かネバダかのデータをそのまま持ってきており、分析値ではないように思う。1.6g/cc ぐらいだったはず。
 - その値は相当しめ固めないといけない。弥生炉の土をサンプル実測したものではないと思う。
 - 原子力施設では土を評価していないとおもうが、加速器施設を射程に入れるならスコープに入れるべき。
 - デコミ・埋設で使わないか。
 - スカイシャインの評価では土壤データを使っている。
 - 福島事故のときに土に沈着した放射能の汚染評価をするのに、土の密度データがみあたらず、エッカーマンの出した 1.6 位のデータを使ったことがある。
 - 福島の土の組成は測定していないのだろうか。
 - 場所によって相当違うので分析する意味があるのかわからない。
 - セシウム量だけ評価していて、土の組成は関係ないと考えているのか。
 - 土壤沈着を β^1 を使って g/cm^2 単位で表しているときはキャンセルするので (組成が) 殆ど関係なくなる。諸量を cm 単位で表すようにするとダイレクトに (組成が) 効いてくるはず。
 - コンクリートの材料にするようなレベルの砂は、データがもしかしたらあると思うが、土壤の組成分析データは殆どないか、あっても大雑把なものしかない。
 - 昔、内藤氏がグランドシャインの影響を評価したとき、水分量で結果が全然ちがっていた。γ線でもたら密度でほとんど決まるはず。
 - 密度の扱いをどう考えるか。今は測定から一番厳しい値を使っているが、科学的な扱いとはいえない。極端なサンプルをはじく必要がある。なんでも最大限安全側に評価するというのはいかがなものか。
 - コンクリート密度 2.1 という値が出ているが実際には考えられない。サンプリング

¹Bとは地表面から見た土壤中の放射能濃度が指数関数的に減少するとした時の減弱距離を表す。土壤密度 ρ (g/cm^3)とすると、 $t(\text{cm}) \times \rho$ (g/cm^3) = β (g/cm^2)の深さ $t(\text{cm})$ での濃度は、表面($t=0\text{cm}$)の $1/e$ となる。

- したなかで最も低いデータから更にゲタをはかせたものではないか。
- JAERI レポートの 2.15 という値を使っている人が多いはず。
 - そういう出典から 2.10 や 2.15 という値が出ているが、標準として合理的と判断される値を検討したい。
 - 今後、不確実さを考慮した安全規制がでてくるはずなので、平均値・ノミナル値、あるいは最大値だけでなく、母集団の値がどう分布して幅がどのくらいあるか評価しなければならない。母集団の大きさに対するサンプル数が重要になってくるが、そういった評価の仕方について検討されてはいかがか。
 - それは組成や密度だけの話ではなく、リスク評価をどう考えるかという基本原則の話である。中央値なり平均値なりに対して幅をどう考えるかという検討は学会で行われていないのか。
 - 現在、残余のリスクとかフラジリティについて議論しているのは耐震や津波等、個別の話である。それもパラメータをどうするかという計算評価の話である。
 - なるべく多くのサンプルを集めてその幅を評価し、その幅に対し線量率にしてどのくらい変わるか評価するという 2 ステップになるだろう。それらを提供してユーザがどれを使うか選ぶ形にしたい。
- ・ 標準のピックアップ事項としては放射化も含めて全てあげてもらい、そこから必要事項を絞り込んで検討していただきたい。なるべく多くの方から意見を頂きたい。
 - 皆さんがどのようなデータを使っているか、ボランティアで数値を出して頂ければ有難い。そこから組成のマッチングをして議論を詰めていくとよい。なるべく多くの方に作業会に参加していただき、標準として必要事項の提案をしていただきたい。
 - 用いる材料の厚さがかなり異なることから、炉施設と RI 施設で分けるやり方もある。
 - ・ 海外で使っているコンクリートと日本のそれはちがうのではないか。海外展開を考慮するなら、日本以外のコンクリートも調査すべき。
 - 一般にコンクリートは安価であることが絶対条件である。セメントは船で運んでもよいが石等の骨材はたいてい現地調達となる。強度や物理的な特性・密度について日米欧で大きく違うことはないが、組成は骨材の関係で地域差がある。国内に比べて海外のコンクリートのサンプルデータはずっと少ない。海外のコンクリートを対象とするのは当分先の話と考えている。
 - 建築工事においてコンクリートの組成は管理項目に入っていないが、密度は重量の観点から自然に判明する項目の一つである。遮蔽の観点からそれが使えると思う。
 - 海外のデータがあればそれを標準に付属させることも含めて検討されたい。
 - 新設においてコンクリートを手配する際、組成はメーカー側で決めなければなら

ない。キャスク等で使う金属についても同様に材料手配の話になる。SUS 等はミルシートで管理されているがコンクリートはややこしい。あればよいが難しいと考えられるのは土である。

- 今後、事故が起きたときに地表面に沈着した放射能の評価に土のモデルが必要になるだろう。事故時のグランドシャイン評価について、ヒアリングが始まっているので電力各社がどういう密度を使っているか調査するとよい。
- 土の水分量はコンクリート以上に環境によってかなり変化すると思う。天候によっても異なる。
- 加速器みたいに土自体を遮蔽につかうといった話ではなく、グランドシャインで気にするのは地面で空間の線量が（散乱と吸収の関係で）ひばられて、地表 1 m 高さの線量評価値が土のモデルによって変わってくる点である。10m を超えるような高いところの線量はほとんど変わらない。深さ方向も含めた土のモデルに必要な精度は、線質や評価点位置との関係で決まるものだろう。
- それらは基本的にガンマ線（あるいは電子）の問題であって中性子ではない。
- 昔、ラインビームレスポンスを評価したとき、エネルギーが下の方を全部空気でおいた方が線量大きめになるという結果ではなかったか。
- 空気でおいたがそこまでの評価であり、線量が変わるかどうかは評価していない。
- もし土でおいたとしたら、土の方が散乱もあるけど吸収項になるという話ではなかったか。
- それは線質や評価点位置等の条件による。
- デコミによる放射化について、クリアランスや L3 の話は最初にでてくる話かと思う。クリアランスを対象にしたときの材料組成、つまり影響のある微量元素も対象にした方がよいのではないか。
 - 放射化の話では、熱中性子が多く出るほうが厄介なので水を含む軽い元素が問題になる。コンクリートの中のサーマルが膨らんでピークがでる遮蔽厚さを、組成割合・密度との関係から評価するのは大変である。
 - しかし、既にそういう話は始まっている。
 - それではまとまらないのではないか。とりあえずバルク遮蔽の組成が先と考える。
 - 海外にいったときに、メーカーで参照するデータが古いと指摘されることがよくある。調べた結果を情報共有していただきたい。
 - 海外での AP1000、ESPWR、APWR 等の型式申請において、建屋のコンクリートの組成はでてくるのか。
 - 最後のステージにおいて appendix に出てくる。それらが各国の最近の標準組成になっているのではないか。
 - UK で 100 年後のデコミを設計に取り入れるという話があり、そうすると低放射化を最初から考える必要がある。要件として何が今の段階でベストテクノロジー

- かいわなければならないところでは、低放射化の検討は必須である。
- 現在懸念されているのは、コンクリートのデータが何年前のデータによっているかということである。現在の材料の状況に見合った値を標準として策定しておき、特に水分量の課題を優先的に処理しておけば、いつか放射化の問題を扱うときに役に立つというスタンスでどうか。
 - 自由水と結晶水の扱いをどうするか。
 - 以前の議論で自由水は当然表面で低く内部で高いということになるが、深さによって異なる。ただ内部はかなり安定しているという話もある。ただ結晶水の話は、測定法から検討することになって見通しがよくない。今の段階で何が重要か議論してまとめられるところからまとめていきたい。
 - 雨が降ると表面が水を含んでサーマルが膨らむという話もあった。
 - 現在では、打ちっぱなしのコンクリートを使うところは殆どないので雨で影響するとは考えにくい。
 - 標準のゴールを見定めることが重要である。たとえば、骨材をいろいろ考えて一番安全側の評価になるものをとると、めったに使われないような骨材を推奨するという非合理的な話になりかねない。設計では砂岩・玄武岩をよく使うのだろうが、何がメインか考えていただきたい。
 - 最近石灰岩が多くなった。状況は変わってきている。どのようにデータをまとめるかも重要である。
 - 放射化の話について Co や Eu が重要で、特に Eu は制御のしようがないので厄介である。また L1 や L2 では Ca-41 が効いてくる。
 - 遮蔽で Eu は無視されることが多いが、微量でも断面積は大きい。
 - 標準を実際に使ってもらえるようにするためにはどうすればよいか。本分科会で決めた標準が本当に使ってもらえるのか不安である。
 - まず分科会の委員らで実際に使ってみるのが真の波及効果になる。
 - 科学的根拠に基づいて、なおかつ影響度合いを評価した上でなら使われるはず。
 - 文献調査をいくらやっても、遮蔽評価で使われたコンクリート密度は 2.1 程度の値しか出てこないのではないか。測定データのサンプルに基づいて評価した値を標準とするなら、既出値より説得力が必要だろう。
 - もとよりサンプルデータは公開ベースで数多くあるのか。
 - それなりにある。
 - 不確実さに基づく評価をする際、存在するサンプルが母集団の推定に適当でなければならない。コンクリート組成・密度の母集団の形状が未知の場合、サンプルが上から下まで満遍なくあることが保証されないと信頼区間の推定は難しい。
 - 作業会の開催や進捗報告はどのようにすればよいか。
 - 開催はまとめ役に委ねる。折にふれて進捗状況を知らせていただきたい。

- ・ 作業会の名称はどうするか。
 - 組成に限った話ではないので、単に遮蔽材料標準でよいのではないか。

最後に、主査より作業会のまとめ役として木村委員の推薦があり、木村委員および分科会
会
の
了
承
が
得
ら
れ
た
。
作
業
会
の
名
称
は
「
遮
蔽
材
料
標
準
」
と
す
る
。

(6) 今後の予定

今回の審議事項をふまえ、20日開催の部会で坂本主査より分科会の活動報告がなされる。次回の分科会の日程について、ガンマ線ビルドアップ係数作業会、及び遮蔽材料標準作業会にて進捗あるいは審議事項があり次第、開催することとしたい。

以 上