

第2次中間報告書で各核種のクリアランスレベルの暫定値の算出に用いた線量換算係数等のうち短半減期子孫核種の影響を考慮すべき線量換算係数等の見直しについて

平成22年8月5日

放射線規制室

1. はじめに

平成22年1月に放射線安全規制検討会において、「放射線障害防止法へのクリアランス制度の導入に向けた技術的検討結果について（第2次中間報告書）」（以下、「第2次中間報告書」という。）が取りまとめられた。第2次中間報告書の取りまとめ以降、報告書に示された「放射線障害防止法へのクリアランス制度の導入に伴う政省令・告示等の制定に向けた今後の技術的検討事項」の内容を踏まえ、第2次中間報告書で取りまとめたクリアランスレベルの暫定値（以下、「クリアランスレベル暫定値」という。）の算出に用いたシナリオ（評価経路及び評価パラメータを組み合わせたもの）の妥当性評価のための確率論的解析を進めてきているところである。

放射化物に係る確率論的解析の結果については、前回（第18回）のクリアランス技術検討ワーキンググループ（以下、「クリアランスWG」という。）において、決定論的な方法によるクリアランスレベル暫定値の算出のために選定した評価パラメータが保守的な選定となっていること、及びシナリオが適切かつ保守的に選定されていることを確認した。

また、現在、放射化物及びRI汚染物に係る確率論的解析の実施と同時に、告示に定めるクリアランスレベルの設定の考え方の整理に係る作業、及び第2次中間報告書のクリアランスレベル暫定値の算出に用いた評価パラメータの値の的確性の確認作業を改めて進めているところである。これらの作業を進める中で、RI汚染物に係るクリアランスレベルを設定する対象核種として選定されているW-188について、クリアランスレベル暫定値の算出に用いた線量換算係数及び線量係数の値の見直しを行う必要があることが明らかになった。

以下に、これらの値の見直しを行う必要性が明らかとなった経緯、見直しに伴う影響などについて以下のように取りまとめる。

2. クリアランスレベルの算出における短半減期子孫核種の影響の考慮について

国際原子力委員会（IAEA）が取りまとめた安全レポートシリーズ（Safety Reports Series）No. 44⁽¹⁾（以下、「SRS No. 44」という。）では、IAEAのRS-G-1.7⁽²⁾に示された基準値の算出根拠として提示されている計算値（以下、「SRS No. 44の計算値」という。）を算出する際に、短半減期の子孫核種を生成する核種については、その線量換算係数等（核種依存パラメータ）に子孫核種の影響を考慮する必要があるとの考え方が示されている。この考え方を踏まえ、第2次中間報告書では、RI汚染物及び放射化物に係るクリアランスレベルを設定する対象核種として選定された69核種のうち、SRS No. 44の計算値が示されたSr-90、Mo-99、Ag-110m、Sn-113、Sb-125及びCs-137については、算出の過程において、線量係数及び線量換算係数

⁽¹⁾：IAEA Safety Reports Series No. 44, “Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance（規制除外、規制免除及びクリアランスの放射能濃度の導出）”

⁽²⁾：IAEA 安全指針 RS-G-1.7：規制除外、規制免除及びクリアランス概念の適用

の値にそれぞれの子孫核種の影響を考慮している。

また、上記 69 核種のうち、SRS No. 44 の計算値が算出されていない 8 核種⁽³⁾、Ti-44、V-49、Ga-67、Ge-68、Rb-81、Yb-169、W-188 及び Au-195 については、下記のとおり SRS No. 44 に示された「子孫核種の影響を考慮すべき核種の選定条件」に基づいて、線量換算係数及び線量係数の値に子孫核種の影響を考慮する必要性の有無に関して評価を行った。これらの条件の適合の有無を整理したものを表 1 に示す。

【子孫核種の影響を考慮すべき核種の選定条件】

(1) 子孫核種の半減期が親核種のものより短い

AND

(2) 子孫核種の半減期が 1 日未満である

OR

(3) 子孫核種の半減期が親核種の半減期の 10%未満で、且つ、子孫核種の半減期が 10 年未満である。

基準(1)が基準(2)と(3)のいずれか 1 つと共に満たされるならば、その子孫核種が別々に扱われる必要はないことを意味する。

崩壊系列については、この選定基準を、基準を満たさない核種に達するまで適用し、基準を満たしたすべての子孫核種が、線量計算において考慮されている。

その結果、選定条件に適合し、子孫核種の影響を考慮する必要性のある核種は、Ti-44、Ge-18 及び W-188 となった。

表 1 IAEA Safety Reports Series No. 44 に値のない核種を対象とした
短半減期の子孫核種の影響を考慮する条件の適合表

No.	対象核種		放射性の子孫核種		条件 (1)	条件 (2)	条件 (3)
	核種名	半減期 (y)	核種名	半減期 (y)			
1	Ti-44	4.7E+01	Sc-44	4.5E-04	○	○	○
2	V-49	9.3E-01	なし	-	-	-	-
3	Ga-67	8.9E-03	なし	-	-	-	-
4	Ge-68	7.9E-01	Ga-68	1.3E-04	○	○	○
5	Rb-81	5.2E-04	Kr-81	2.1E+05	×	×	×
6	Yb-169	8.8E-02	なし	-	-	-	-
7	W-188	1.9E-01	Re-188	1.9E-03	○	○	○
8	Au-195	5.0E-01	なし	-	-	-	-

条件(1)：子孫核種の半減期が親核種のものより短い。

条件(2)：子孫核種の半減期が 1 日未満である。

条件(3)：子孫核種の半減期が親核種の半減期の 10%未満で、且つ、子孫核種の半減期が 10 年未満である。

⁽³⁾：RS-G-1.7 にもクリアランスレベルに相当する放射能濃度の値の記載がない核種

3. W-188 の線量係数等の値の見直しを行う必要性が明らかとなった経緯及び見直しの結果

RS-G-1.7 に計算値が示されていない核種について、第2次中間報告書の検討方法を踏まえて、SRS No. 44 の考え方に則りクリアランスレベルに相当する放射能濃度（以下、「クリアランス相当濃度」という。）の確認を進めていたところ、W-188 について第2次中間報告書で算出したクリアランスレベル暫定値に比べて100倍以上大きな値が得られた。このため、パラメータ等の設定状況について再確認を行ったところ、表2の「見直し前」の欄に示すとおりW-188 の線量係数及び線量換算係数の値に子孫核種の影響が考慮されていなかったことが明らかとなり、表2の「見直し後」の欄に示すとおりW-188 の線量係数及び線量換算係数の値として、その子孫核種である Re-188 の値を考慮したものに見直しを行うとともに、見直しに伴うクリアランスレベル暫定値の見直しの必要性についても検討を行った。

4. W-188 のクリアランスレベル暫定値の見直しについて

W-188 について、表2の「見直し後」の欄に示した線量係数及び線量換算係数を用いて再度算出した RI 汚染物に対する一括クリアランスを想定した場合のクリアランスレベル暫定値を表3に、RI 汚染物に対する個別クリアランスを想定した場合のクリアランスレベル暫定値を表4に示す。

表2に示すように、見直し後の値は見直し前の値に比べて、内部被ばく線量係数で数倍、外部被ばく線量換算係数で30倍程度大きくなっており、W-188 のクリアランスレベル暫定値もその割合だけ低下している。これに伴い、一括クリアランスを想定した結果のコンクリートの再利用・再使用に係る決定経路、及び個別クリアランスを想定した結果の金属及びコンクリートの再利用・再使用に係る決定経路が変わるものの、個別クリアランス及び一括クリアランスともにW-188 のクリアランスレベル暫定値となる決定経路は変わることはなく、その値は約30分の1となった。

また、第2次中間報告書においては、RI 汚染物及び放射化物に含まれる各核種のクリアランスレベル暫定値については、国際的なクリアランスレベルとの比較を行う意味で、SRS No. 44 の計算値との比率（＝クリアランスレベル暫定値／SRS No. 44 の計算値）を計算し、その値が概ね0.1から10の範囲に入るかどうかを確認した結果、RI 汚染物の一括クリアランスを想定した算出した場合及び大規模施設において発生する放射化物を対象として算出した場合の結果は、概ね範囲に入っていることを確認した。

なお、W-188 は、SRS No. 44 の計算値が示されていない核種であることから、国際的なクリアランスレベルとの比較を行うことは不可能である。このため、今回、原子力安全委員会の考え方を踏まえた第2次中間報告書の方法により線量換算係数等を見直して算出したクリアランスレベル暫定値と、SRS No. 44 の考え方に則り算出したクリアランス相当濃度との比を求めたところ上記の範囲に入ることを確認した。

表2 W-188 の核種依存パラメータ設定値における見直し前後の比較

No.	パラメータ名			単位	W-188 の値 [X]	見直し前 (第2次中 間報告書) [=X]	見直し後 [=X+Y]	Re-188 の値 [Y]	
1	内部 被ばく 線量係 数	作業者	吸入	Sv/Bq	8.4E-10	8.4E-10	1.6E-09	7.4E-10	
2			経口		2.3E-09	2.3E-09	3.7E-09	1.4E-09	
3		一般公衆 (成人)	吸入		5.7E-10	5.7E-10	1.1E-09	5.4E-10	
4			経口		2.1E-09	2.1E-09	3.5E-09	1.4E-09	
5		一般公衆 (子ども)	吸入		5.0E-09	5.0E-09	9.4E-09	4.4E-09	
6			経口		1.5E-08	1.5E-08	2.6E-08	1.1E-08	
7	皮膚被ばく 線量係数		β線(4mg/cm ²)	Sv/h per Bq/cm ²	N. A.	N. A.	N. A.	3.9E-06	
8			γ線(7mg/cm ²)		N. A.	N. A.	N. A.	3.4E-09	
9	外部 被ばく 線量換 算 係数	埋設処分 シナリオ	積み下ろし、 運搬作業者	μSv/h per Bq/g	1.5E-04	1.5E-04	4.6E-03	4.5E-03	
10			埋立作業者、跡地利用、 地下水移行		5.8E-04	5.8E-04	1.8E-02	1.7E-02	
11		再利用 シナリオ	冷蔵庫		1.2E-05	1.2E-05	3.4E-04	3.3E-04	
12			ベッド		1.8E-05	1.8E-05	5.4E-04	5.2E-04	
13			鉄筋		5.0E-06	5.0E-06	1.7E-04	1.6E-04	
14			壁材		4.7E-04	4.7E-04	1.5E-02	1.5E-02	
15			積み下ろし		6.5E-06	6.5E-06	2.3E-04	2.2E-04	
16			運搬		5.8E-06	5.8E-06	2.0E-04	2.0E-04	
17			前処理作業		1.5E-06	1.5E-06	5.4E-05	5.2E-05	
18			溶融鑄造作業		2.2E-05	2.2E-05	7.8E-04	7.6E-04	
19			加工作業		1.9E-05	1.9E-05	6.6E-04	6.4E-04	
20			トラック		1.9E-05	1.9E-05	6.0E-04	5.8E-04	
21			オートバイ		3.8E-05	3.8E-05	1.1E-03	1.1E-03	
22			船舶		9.4E-05	9.4E-05	2.9E-03	2.8E-03	
23			机		5.1E-05	5.1E-05	1.5E-03	1.4E-03	
24			NC旋盤		7.4E-05	7.4E-05	2.4E-03	2.4E-03	
25			再使用品(電源)		8.1E-05	8.1E-05	2.1E-03	2.0E-03	
26			スラグ駐車場		1.8E-04	1.8E-04	5.4E-03	5.2E-03	
27			コンクリート処理		6.1E-05	6.1E-05	1.9E-03	1.9E-03	
28			コンクリート駐車場		1.8E-04	1.8E-04	5.4E-03	5.2E-03	
29		焼却処理 シナリオ	可燃物 積み下ろし 及び運搬		Sv/h per Bq/g	1.61E-10	1.61E-10	4.79E-09	4.62E-09
30			焼却炉補修		Sv/h per Bq/cm ²	2.76E-11	2.76E-11	8.60E-10	8.33E-10
31			焼却灰積み下ろし		Sv/h per Bq/g	1.91E-10	1.91E-10	5.73E-09	5.54E-09
32			焼却灰運搬			1.29E-10	1.29E-10	3.86E-09	3.73E-09
33			溶融炉補修			1.12E-10	1.12E-10	3.39E-09	3.28E-09
34			溶融固化物 積み下ろし			8.00E-11	8.00E-11	2.42E-09	2.34E-09
35			溶融固化物運搬			5.86E-11	5.86E-11	1.77E-09	1.71E-03
36			プルーム		Sv/y per Bq/cm ³	3.23E-03	3.23E-03	1.01E-01	9.74E-02

「N. A.」は文献に値がないことを示す (W-188 の影響が不明なため見直し後も文献に値がないとした)。

表 3 RI 汚染物に対する一括クリアランスを想定した場合のクリアランスレベルの算出結果（「第 2 次中間報告書」、p.134、表 3.19）

(見直し前)

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				焼却処理				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属, コンクリート, 可燃物等		金属		コンクリート		可燃物等		焼却灰						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
46	W-188	1.6E+03	操業(埋立-外部)	5.5E+03	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	2.2E+04	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	1.3E+03	可燃物(可燃物運搬-外部)	1.6E+04	焼却灰(焼却灰埋立-外部)	1.3E+03	可燃物(可燃物運搬-外部)	W-188	---	---

↓

(見直し後)

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				焼却処理				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属, コンクリート, 可燃物等		金属		コンクリート		可燃物等		焼却灰						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
46	W-188	5.4E+01	操業(埋立-外部)	3.2E+03	再利用(金属スクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	9.9E+02	再利用(コンクリート再処理-外部)	4.4E+01	可燃物(可燃物運搬-外部)	5.4E+02	焼却灰(焼却灰埋立-外部)	4.4E+01	可燃物(可燃物運搬-外部)	W-188	---	---

網掛けが見直しのあったところ

表 4 RI 汚染物に対する個別クリアランスを想定した場合のクリアランスレベルの算出結果（「第 2 次中間報告書」、p.135、表 3.20）

(見直し前)

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				焼却処理				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属, コンクリート, 可燃物等		金属		コンクリート		可燃物等		焼却灰						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
46	W-188	1.6E+04	操業(埋立-外部)	8.2E+05	再利用(積み下ろし)(直接経口)	5.5E+07	再利用(コンクリートスクラップ周辺居住-農作物)(子ども)	2.3E+05	可燃物(可燃物積み下ろし-外部)	1.6E+05	焼却灰(焼却灰埋立-外部)	1.6E+04	操業(埋立-外部)	W-188	---	---

↓

(見直し後)

No.	核種	埋設処分		再利用・再使用				焼却処理				最小値 (A)		核種	RS-G-1.7 計算値(*1) (B)	比率 (A/B)
		金属, コンクリート, 可燃物等		金属		コンクリート		可燃物等		焼却灰						
		濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路	濃度	決定経路			
46	W-188	5.4E+02	操業(埋立-外部)	1.6E+05	再利用(積み下ろし-外部)	2.5E+06	再利用(コンクリート再処理-外部)	7.9E+03	可燃物(可燃物積み下ろし-外部)	5.4E+03	焼却灰(焼却灰埋立-外部)	5.4E+02	操業(埋立-外部)	W-188	---	---

網掛けが見直ししのあったところ

