

2020年10月26日

日本原燃株式会社

第 371 回審査会合コメントへの回答

第 371 回審査会合にて頂いたコメントについて以下に回答する。

(コメント①)

- ・ C1-36 の放射エネルギーの確認方法などの具体的な自主管理の内容について、資料などで説明すること。
- ・ C1-36 について 1 号、2 号及び 3 号埋設地ごとに何が制限になるのか、再度整理して説明すること。

(回答)

添付資料 1 のとおり。

(コメント②)

・ 平常時評価に対して、廃棄体の表面線量当量率の設定値について説明すること。

(回答)

平常時評価では、廃棄体の定置作業における線量を評価対象としていることから、最大表面線量当量率の廃棄体を定置するものと仮定し、最上段以外は表面線量当量率を10mSv/hとして評価している。なお、この評価条件は、既許可との整合性にも配慮したものである。

以上の考えで評価していたが、平常時評価と耐震重要度の評価における表面線量当量率の設定値の整合を図り、3号廃棄物埋設施設の表面線量当量率は2mSv/hで再評価を行うこととした。

ここで、耐震重要度分類の評価における表面線量当量率は、総放射エネルギーを総埋設本数で除した廃棄体1体当たりのCo-60の平均放射エネルギーから換算した値に基づき設定している。換算した表面線量当量率は、3号廃棄物埋設施設では、1.4mSv/hとなることを踏まえ、2mSv/hと設定している。なお、1号及び2号廃棄物埋設施設では、12mSv/h及び14mSv/hとなるが、取り扱う廃棄体の最大表面線量当量率に基づき10mSv/hと設定している。第1表に評価条件をまとめる。

上記を踏まえた平常時評価の結果は、3号廃棄物埋設施設単独で約6.5 μ Sv/yとなり、1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の重量を考慮した結果は約23 μ Sv/yとなる。

第1表 廃棄体の表面線量当量率 (単位：mSv/h)

	平均放射エネルギー相当	評価条件	
		最上段	最上段以外
3号	1.4	0.3	2
1号	12	2	10
2号	14	2	10

(コメント③)

- ・ 3号廃棄物埋設施設について、1号、2号及び3号を重畳させた被ばく線量評価で耐震重要度分類を行う必要があるため整理して説明すること。

(回答)

耐震重要度分類の評価条件は、3号廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体の表面線量当量率は、最上段及び最上段以外をそれぞれ0.3mSv/h及び2mSv/hとした。1号及び2号廃棄物埋設施設は2020年5月時点の埋設実績を反映しつつ、今後埋設する廃棄体の表面線量当量率は、最上段及び最上段以外をそれぞれ2mSv/h及び10mSv/hとした。

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の線量評価結果は、それぞれ約 $45\mu\text{Sv/y}$ 、約 $66\mu\text{Sv/y}$ 及び約 $45\mu\text{Sv/y}$ となり、重畳した結果として約 $156\mu\text{Sv/y}$ となる。

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設の線量評価結果を重畳しても、公衆の受ける線量は、「許可基準規則解釈」において規定されている周辺監視区域外における年間の線量限度である1mSvに比べ十分に小さいものであることから、耐震重要度分類はCクラスとする。

(コメント④)

・許可基準規則第二条では、「その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの」を、安全機能を有する施設と定義しているが、3号廃棄物埋設施設の埋設クレーンを、安全機能を有する施設に含めないことについての考えを説明すること。

(回答)

許可基準規則第二条では「その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるもの」を“安全機能”を有する施設と定義している。

埋設クレーンは廃棄体及び仮蓋等(以下「廃棄体等」という。)の落下防止や放射性物質の飛散防止のための措置を講じた設計とするとともに、放射線業務従事者の不必要な放射線を受けることを防止する観点から自動化・遠隔化を図っている。

廃棄体等が落下し放射性物質の飛散を想定した場合、落下した廃棄体1体に含まれる放射性物質の濃度が最大放射能濃度としても、公衆が受ける内部被ばく線量は約 1.7×10^{-4} mSv、放射線業務従事者が受ける内部被ばく線量は約0.6mSvと評価しており、それぞれ法令で定められた年間線量限度以下である。また、復旧に際しては、作業計画を立て人員を確保した上で個人の被ばく管理を行うことから、外部被ばくも含め放射線業務従事者の年間線量限度(50mSv)に到達することはない。

さらに、自動化・遠隔化の機能が喪失した場合でも、手動操作に切り替えて定置又は輸送車両に戻すことは可能であることから、公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれはない。

以上のことから、廃棄体等が落下又は自動化・遠隔化の機能が喪失しても、公衆又は放射線業務従事者に放射線障害を及ぼすおそれはないため、埋設クレーンは安全機能を有する施設に該当しない。

C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理について

1. はじめに

廃棄物埋設施設に埋設する廃棄体は、各原子力発電所において、当社の保安規定に定める廃棄物受入基準(以下「WAC」という。)を満足するように、適切な品質管理のもと製作されたもの(例えば、充填固化体の場合、固体状廃棄物の分別(必要に応じて処理)を行い、容器に収納後、セメント系材料で固型化を行う。)である。

廃棄体には、WAC 制定前の法令等に定める技術基準等に基づき製作したものも存在することから、当社は廃棄体を受入れる際に、WAC を満足していることを記録等により確認している(第 1 図参照)。

WAC は、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則(以下「事業規則」という。)第八条第 2 項に定める廃棄体の技術上の基準を包含するものであり、廃棄体製作に係る固型化材料、容器、固型化方法等の確認項目を含め、「放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度」を確認項目としている。また、廃棄物埋設施設の確認においては、事業規則第六条の廃棄物埋設施設等の技術上の基準に関するものとして、「放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー」を確認項目としている。

このうち、「放射性物質の種類ごとの最大放射能濃度」及び「放射性物質の種類ごとの総放射エネルギー」については、廃棄物埋設事業変更許可申請書(平成 10 年 10 月 8 日付け、10 安(廃規)第 49 号をもって事業変更許可)(以下「既許可」という。)に記載した主要な放射性物質である 11 核種(H-3、C-14、Co-60、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137、全 α)を対象として確認を実施しているが、それ以外に C1-36 についても、「日本原燃株式会社六ヶ所低レベル廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物に係る塩素 36 の線量評価及び今後の対応について(指示)」(以下「指示文書」という。)を踏まえ、これまで自主管理として確認を実施している。

本資料では、事業変更許可申請の内容を踏まえた、今後の C1-36 の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理について整理する。



第1図 廃棄物確認の実施フロー^{*1}

*1：図中の赤枠は日本原燃の社員を示す。

*2：法令等に基づき「廃棄物確認」と記載しているが、確認対象は全て廃棄体である。

2. 基本的考え方

上述のとおり、申請書に記載する主要な放射性物質については、廃棄物埋設施設の安全性に影響が生じないように、廃棄物埋設施設ごとに以下のとおり最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理を行う。

1号廃棄物埋設施設については、線量評価においてC1-36の相対重要度が1%以上となり、主要な放射性物質として選定することから、C1-36についても他の主要な放射性物質(11核種)と同様にWACによる管理を行う。

2号及び3号廃棄物埋設施設については、C1-36の相対重要度が1%未満であり主要な放射性物質とならないことから、従前と同様、主要な放射性物質(11核種)を確認し管理する。ただし、2号廃棄物埋設施設については、指示文書のご指示を踏まえ、引き続きC1-36の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの自主管理として継続する。また、3号廃棄物埋設施設については、定期的な評価に必要なデータを取得する観点で最大放射能濃度及び総放射エネルギーの自主管理を行う。

3. 管理方法について

(1) 管理値

C1-36の最大放射能濃度及び総放射エネルギーの管理値は、本申請において線量評価に用いた第1表に示す値とする。ただし、既に定置作業を開始している埋設設備(至近に定置を予定している埋設設備を含む)については、指示文書を踏まえた自主管理を実施しており、管理の輻輳を避けるため第1表よりも小さな値でより厳しい管理となる第2表に示す自主管理値とする。

なお、この第2表に示す廃棄体中のC1-36放射エネルギーは、指示文書を踏まえて適用している放射能濃度評価方法(「日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応について」)により評価している。

(2) 管理方法

事業変更許可後は、線量評価結果に影響が生じないように、第1表の管理値を超えないよう以下のように管理する。

ただし、今回の管理方法は、前述のとおり、既に定置作業を開始している埋設設備(至近に定置を予定している埋設設備を含む)に適用した場合、新たな管理項目が追加されるなどにより確認項目が輻輳することから、既に定置作業を開始している埋設設備については現状の既許可の範囲での管理を適用する。具体的には、1号廃棄物埋設施設においては、7,8群、2号廃棄物埋設施設においては、8群から(事業変更許可時点で定置作業を開始していない場合)の新たな管理値を適用することとし、それ以前の埋設設備については現状どおりの既許可の範囲での管理方法とする。

1号、2号及び3号廃棄物埋設施設における埋設設備ごとの適用管理値を第3表に示

す。

なお、廃棄体に含まれる C1-36 の放射エネルギーの評価方法については別紙 1 に示す。

【最大放射能濃度】

1 号廃棄物埋設施設については、「3. (2)管理方法」に記載したとおり、新たに廃棄体を定置する 7, 8 群の埋設設備については第 1 表の管理値により管理、既に定置を開始している 6 群の埋設設備については第 2 表により自主管理を実施することとし、第 1 表の値は WAC に定め、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

2 号廃棄物埋設施設については、事業変更許可後に新たに定置を開始した埋設設備については第 1 表の管理値により、事業変更許可時に既に定置を開始している埋設設備については第 2 表により自主管理を実施することとし、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

3 号廃棄物埋設施設については、第 1 表の自主管理値により管理を実施することとし、廃棄体の受入れの前に記録により確認を行う。

【総放射エネルギー】

総放射エネルギーについては、埋設設備単位、群単位及び廃棄物埋設施設全体での管理が必要となる。

1 号、2 号及び 3 号廃棄物埋設施設のそれぞれについて、現在、既に同様の管理を行っている他の主要な放射性物質(11 核種)と同様に、第 1 表又は第 2 表を満足するように、埋設設備ごとの放射エネルギーの実績に加えて、これから定置する予定の廃棄体データを受領後、当社にて第 1 表又は第 2 表を満足するように定置計画を作成し、定置後にもその実績を管理する。

【埋設上の制限】

廃棄体の埋設実績及び搬出計画を基に、C1-36 放射エネルギーを設定し線量を評価している。このため、比較的 C1-36 の放射エネルギーの多い廃棄体である黒鉛ガス冷却炉で発生する廃棄体(以下「GCR 廃棄体」という。)及び加圧水型原子炉の一次系の浄化系で使用している液体フィルタ(以下「PWR 液体フィルタ」という。)の充填固化体は、第 1 表に適合するよう埋設本数の管理を行う。具体的には以下のとおり。

➤ GCR 廃棄体

発生する発電所が限定されることから受入れをしないことで管理できる。

➤ PWR 液体フィルタの充填固化体

現在までに該当する液体フィルタ入りの充填固化体の製作実績はなく、また、前述のとおり、原子力発電所では WAC に基づき廃棄体製作を行うことで、PWR 液体フィ

ルタを充填固化体の製作対象から除くことができる。

上記については、事前の廃棄体受入計画の作成段階において確認が可能であるが、更に、廃棄体の受入れの前の記録により確認する。

第 1 表 C1-36 の事業変更許可後の管理値*1

項目	管理値		【参考】自主管理値
	1号廃棄物埋設施設	2号廃棄物埋設施設	3号廃棄物埋設施設
総放射能 量*2 (片寄り)	1群から6群 (均質・均一)	$2.8 \times 10^{10} \text{Bq}$ ($4.6 \times 10^9 \text{Bq/群}$)	$8.0 \times 10^8 \text{Bq}$ ($2.0 \times 10^8 \text{Bq/東西2群}^{*3}$)
	7群5基 (充填)	$1.5 \times 10^5 \text{Bq}$	
	8群3基 (充填)	$8.5 \times 10^4 \text{Bq}$	
	8群 (破砕物充填)	$9.2 \times 10^8 \text{Bq}$	
	8群 (均質・均一)	$9.2 \times 10^8 \text{Bq}$	
最大放射 能濃度*2	$9.2 \times 10^7 \text{Bq/t}$	$2.4 \times 10^7 \text{Bq/t}$	$4.8 \times 10^5 \text{Bq/t}$
埋設上の 制限	<ul style="list-style-type: none"> <均質・均一固化体> ・GCR廃棄体：対象外 <充填固化体> ・PWR液体フィルタ：対象外*5 ・GCR廃棄体：対象外 	<ul style="list-style-type: none"> ・PWR液体フィルタ：対象外*4 ・GCR廃棄体：144本(3群埋設済み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・PWR液体フィルタ(一次系)：300本 (75本/東西2基)*5 ・GCR廃棄体：対象外

*1：2号廃棄物埋設施設は自主管理値、3号廃棄物埋設施設は参考値を示す。

*2：線量評価に用いている値。廃棄体1体ごとの放射能データについては、第1図の「⑤申請データの確認」「⑥廃棄体確認監査(記録類確認)」において確認を行う。

*3：GCR廃棄体及びPWR液体フィルタを埋設しない場合は、10倍の裕度を考慮しても7,8群の放射能量は $5.7 \times 10^5 \text{Bq}$ となり、 $2.0 \times 10^8 \text{Bq/東西2群}$ を超えることはない。

*4：PWR液体フィルタが埋設対象に含まれないことの確認は、第1図の「⑤申請データの確認」「⑥廃棄体確認監査(記録類確認)」において確認を行う。

*5：PWR液体フィルタ(300本)のC-14放射能量(約 $1.5 \times 10^{12} \text{Bq}$)等を考慮し、C-14の申請総放射能量($2.0 \times 10^{12} \text{Bq}$)を超えない範囲で埋設本数を設定したものであり、C1-36により制限されたものではない。また、Co-60の申請総放射能量($1.5 \times 10^{14} \text{Bq}$)から求められるC1-36の総放射能量は、最大でも $7.5 \times 10^6 \text{Bq}$ であり、線量評価結果(主要な放射性物質の選定)に影響を及ぼさない。

第 2 表 C1-36 の現在の管理値

項目	自主管理値	
	1号廃棄物埋設施設	2号廃棄物埋設施設
総放射エネルギー (片寄り)	4.32×10 ⁹ Bq (5.40×10 ⁸ Bq/群)	9.80×10 ⁷ Bq (2.45×10 ⁷ Bq/東西2群)
最大放射能濃度	1.08×10 ⁷ Bq/t	9.80×10 ⁵ Bq/t ^{*1}
埋設制限本数	—	・PWR 液体フィルタ：5,000 本 ・GCR 廃棄体：144 本

*1：2号廃棄物埋設施設の最大放射能濃度については、4群以降(本管理開始(2012年8月)以降に埋設を行う埋設設備群)の設備群に適用。

第 3 表 埋設設備ごとの最大放射能濃度及び総放射エネルギーの適用管理値

状況	1号廃棄物埋設施設		2号廃棄物埋設施設		3号廃棄物埋設施設	
	対象埋設設備	適用管理値	対象埋設設備	適用管理値	対象埋設設備	適用管理値
事業変更許可取得時に定置済み又は定置中の埋設設備	1群から6群	第2表の管理値(自主管理)	1群から7群	第2表の管理値(自主管理)	—	—
事業変更許可取得時に未定置の埋設設備	7,8群	第1表の管理値(法令に基づく管理)	8群	第1表の管理値 ^{*1} (自主管理)	1埋設設備から8埋設設備	第1表の管理値(自主管理)

*1：2号廃棄物埋設施設のうち8群については、東西2群ごと(7,8群)の放射エネルギーの管理を行うことから、管理に支障が生じる場合には、第1表よりも厳しい第2表の管理値を適用する。

以 上

廃棄物確認における C1-36 の放射能濃度評価方法について

1. はじめに

事業変更許可申請においては、「日本原燃株式会社六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物に係る塩素 36 の線量評価及び今後の対応について（指示）」（平成 24 年 3 月 30 日 平成 24・03・23 原院第 1 号）に基づき評価した結果を踏まえると、新たに 1 号廃棄物埋設施設において C1-36 が放射性廃棄物の受入れ基準の対象となることから、廃棄物確認に適用する廃棄体中の C1-36 の放射能濃度評価方法等について以下に示す。

2. 廃棄体中の C1-36 放射能濃度の評価方法

均質・均一固化体及び充填固化体中の C1-36 放射能濃度は、「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 補足説明資料 9「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」の以下に示す箇所に記載されている値を使用し、設定している。

C1-36 の廃棄物確認方法にあっても、これらの値及び 2.1、2.2 に示す方法を用いて放射能濃度を設定し、廃棄物確認を行うこととする。

・均質・均一固化体

補 9 添 3-44～45： 補足説明資料 9 添付資料 3 資料 6 濃縮廃液の C1-36 濃度から均質・均一固化体の放射能濃度への換算方法及びパラメータについて

・充填固化体

補 9 添 3-8：補足説明資料 9 添付資料 3 廃棄体中の C1-36 放射能濃度の設定について 第 4 表 固体状廃棄物の充填固化体における C1-36 放射能濃度の設定値

2.1 均質・均一固化体中の C1-36 の廃棄物確認方法について

(1) C1-36 放射能濃度の設定

発電所の廃棄体種類別に、濃縮廃液の C1-36 濃度(Bq/t)を均質・均一固化体の放射能濃度(Bq/本)へ換算する。この換算に必要なパラメータは、該当する電気事業者が各発電所の運転実績等を調査し、平均放射能濃度 (Bq/t) として設定する。均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度を第 1 表に示す。

(2) 廃棄物確認方法

評価対象となる放射性物質(以下「評価核種」という。)として C1-36 の廃棄

物確認が必要となるため、第 1 表の設定値を用いて均質・均一固化体に含まれる放射エネルギーを算定し、廃棄物確認を行う。また、第 1 表の設定値は、濃縮廃液の分析データが取得されている 2014 年度まで適用する。

ただし、東海発電所などのように、2014 年度までに既に廃止措置に移行しているプラントについては、廃止措置に移行する以前の年度までを適用とする。

なお、C1-36 の申請データについては、機能を確認した検査装置あるいは品質マネジメントシステムで定めた手順に従い算出する。

(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について

他の廃棄物確認対象核種の場合と同様に、既に認められている方法に従って第 1 表が適用できることを確認する。

ただし、既に認められている方法で第 1 表の継続使用が確認できない場合は、C1-36 の主たる生成起源は、原子炉冷却材中の安定塩素であることから、従来のスクレーリングファクタ(以下「SF」という。)等変動の三要素(大規模な原子炉構成材料の変更、燃料損傷、固化処理装置の変更)に加え、原子炉冷却材中の安定塩素濃度の定期的な管理値の変動(継続したい年度に該当する運転サイクルの平均値が、平成 26 年度(2014 年度)までに運転していた数年分又は数運転サイクル分の平均値の 10 倍を超えない)ことを確認し、第 1 表が適用できることを確認する。

第1表 均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度 (Bq/t) (1/2) *1,2

		セメント固化体(セメントガラス固化体)					アスファルト 固化体	プラスチック固化体		
		濃縮廃液	使用済 樹脂	スラッジ	濃縮廃液 ペレット 又は粉体	ペレット 固化体 (重曹等 添加)	蒸発 固化体	濃縮廃液	濃縮廃液	使用済 樹脂
B W R	女川 1～3号	1.4×10 ⁴	2.9×10 ⁴ *3 2.8×10 ⁴ *4 2.2×10 ⁴ *5	—	—	—	—	—	—	—
	福島第一 1/2号	1.4×10 ⁴	—	—	6.1×10 ⁴ *6 8.5×10 ⁴ *7	—	—	—	—	—
	福島第一 3/4号		—	—		—	—	—	—	—
	福島第一 5/6号		—	—		—	—	—	—	—
	福島第二 1～4号	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	—	※	—
	柏崎刈羽 1～7号	1.7×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	志賀 1/2号	—	—	—	2.2×10 ⁴	—	—	—	—	—
	浜岡 1/2号	1.4×10 ⁴	—	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	5.8×10 ⁵
	浜岡 1～5号		—	—	3.2×10 ⁵	—	—	—	—	—
	島根 1/2号	1.8×10 ⁴	3.5×10 ⁴ *3 1.4×10 ⁴ *8 1.9×10 ⁴ *9	1.0×10 ⁴	—	—	—	—	1.2×10 ⁵	8.0×10 ⁴
	東海第二	1.4×10 ⁴	—	—	1.1×10 ⁵	1.1×10 ⁵	—	—	—	—
敦賀 1号	1.4×10 ⁴	—	—	—	—	—	2.2×10 ⁵	—	—	

*1：本表は平成26年度(2014年度)までの濃縮廃液の分析データに基づき設定した。

*2：「※」は、C1-36以外の評価核種のSFは設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていないことを、「—」は該当廃棄体未発生であることを示す。

*3：濃縮廃液+使用済樹脂

*4：ランドリー廃液+使用済樹脂

*5：使用済樹脂

*6：濃縮廃液ペレット(100kg)

*7：濃縮廃液ペレット(150kg)

*8：使用済樹脂(粒状樹脂)

*9：使用済樹脂(粉状樹脂)

*10：Aモード(溶離廃液含む)

*11：Bモード(溶離廃液含まない)

第1表 均質・均一固化体に含まれる C1-36 の平均放射能濃度 (Bq/t) (2/2) *1,2

		セメント固化体(セメントガラス固化体)					アスファルト固化体	プラスチック固化体		
		濃縮廃液	使用済樹脂	スラッジ	濃縮廃液ペレット又は粉体	ペレット固化体(重曹等添加)	蒸発固化体	濃縮廃液	濃縮廃液	使用済樹脂
P W R	泊 1/2 号	—	—	—	—	—	—	1.3×10 ⁴	—	—
	美浜 1～3 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	1.1×10 ⁴ *10 5.9×10 ⁵ *11	—	—
	高浜 1～4 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	2.0×10 ⁴ *10 1.1×10 ⁶ *11	—	—
	大飯 1～2 号	9.1×10 ²	—	—	—	—	—	1.3×10 ⁴ *10 6.7×10 ⁵ *11	—	—
	大飯 3～4 号		—	—	1.1×10 ⁴	—	—		—	—
	伊方 1/2 号	8.2×10 ²	—	—	—	—	—	2.1×10 ⁴	—	—
	伊方 3 号	4.6×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	玄海 1/2 号	8.9×10 ²	—	—	—	—	—	8.8×10 ³	—	—
	玄海 3/4 号	7.6×10 ³	—	—	—	—	—	—	—	—
	川内 1/2 号	※	—	—	—	—	—	8.6×10 ³	—	—
敦賀 2 号	※	—	—	—	—	—	1.2×10 ⁴	—	—	
G C R	東海	—	—	—	—	—	3.6×10 ⁶	—	—	—

*1 : 本表は平成 26 年度(2014 年度)までの濃縮廃液の分析データに基づき設定した。

*2 : 「※」は、C1-36 以外の評価核種の SF は設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていないことを、「—」は該当廃棄体未発生であることを示す。

*3 : 濃縮廃液+使用済樹脂

*4 : ランドリー廃液+使用済樹脂

*5 : 使用済樹脂

*6 : 濃縮廃液ペレット(100kg)

*7 : 濃縮廃液ペレット(150kg)

*8 : 使用済樹脂(粒状樹脂)

*9 : 使用済樹脂(粉状樹脂)

*10 : A モード(溶離廃液含む)

*11 : B モード(溶離廃液含まない)

2.2 充填固化体中の C1-36 の廃棄物確認方法

(1) 廃棄体(固体状廃棄物(PWR 液体フィルタ、GCR 溶融固化体を除く))の放射能濃度

固体状廃棄物に付着する C1-36 の汚染メカニズムから、廃棄体中の放射エネルギー(Bq/本)を検討した結果を第 2 表に示す。第 2 表に関して、設定の考え方は以下のとおりである。

- ・①吸着平衡の原子炉冷却材の C1-36 濃度は、原子炉冷却材の分析データに基づき設定する。値の設定に当たっては、PWR における分析データ(13 点)と BWR における分析データ(6 点)の最大値を比較し C1-36 濃度の高い PWR における分析データ(13 点)の最大値を保守的に丸めた 4.0×10^{-4} Bq/mL を設定値とする。
- ・①吸着平衡の付着係数及び③付着水の付着水厚さは、基礎的な試験を実施した結果である。
- ・②クラッドの C1-36/Co-60 濃度比は、30 点以上を目安として PWR 液体フィルタにて分析データを蓄積し、SF の成立性を確認した上で、この分析データの算術平均を設定値とする。また、BWR でも固体状廃棄物(18 点)及び炉水クラッド(12 点)にて分析データを取得し、SF の成立性を確認した上で、この C1-36/Co-60 濃度比の算術平均は、 6.0×10^{-9} となり、PWR(C1-36/Co-60 濃度比 5.0×10^{-8})よりも小さくなることを確認する。
- ・②クラッドの Co-60 の充填固化体放射エネルギーは、2 号廃棄物埋設施設の現状までの埋設実績に基づき、算術平均の 95%信頼区間の上限を設定値とする。
- ・①吸着平衡及び③付着水における固体状廃棄物の比表面積は、既往の実態調査結果及び充填量は実規模大の模擬廃棄物の試験結果に基づき設定する。なお、いずれの設定値も「充填固化体の標準的な製作方法」⁽²⁾に基づいている。・溶融固化体については、溶融処理により C1-36 が気体廃棄物に移行する可能性があるが、保守的に移行は生じないものとする。

(2) 廃棄物確認方法

評価核種として C1-36 の廃棄物確認が必要となるため、第 2 表の設定値を用いて放射能濃度を設定し、廃棄物確認を行う。

ただし、②クラッドの Co-60 充填固化体放射エネルギー(Bq/本)は、廃棄体検査時に非破壊検査装置にて測定された Co-60 濃度から算定する。

また、固体状廃棄物の汚染源は冷却材であり、この C1-36 濃度の変動性は濃縮廃液の C1-36 濃度で確認できるため、固体状廃棄物の設定値は、濃縮廃液の設定年度である 2014 年度まで適用できるものとする。ただし、東海発電所などのよう

に、2014年度までに廃止措置に移行している発電所は、廃止措置対象となる廃棄物が発生する以前の年度までとする。

なお、追加する C1-36 の申請データについては、機能を確認した検査装置あるいは品質マネジメントシステムで定めた手順に従い算出する。

以上から、廃棄物確認における充填固化体に含まれる本数換算及び重量換算の C1-36 放射能濃度 (Bq/本、Bq/t) の算出方法、及びこれに用いる平均放射能濃度 (Bq/本)、SF 及び溶融体の残存率 (「(1) 廃棄体 (固体状廃棄物 (PWR 液体フィルタ、GCR 溶融固化体を除く)) の放射能濃度」で前述したとおり保守的に設定する。具体的には以下のとおりとする。

【溶融固化体以外の場合】

- C1-36 の放射能濃度 (本数換算 : Bq/本)
= C1-36 の平均放射能濃度 (Bq/本) + Co-60 の放射能濃度 (Bq/本) × C1-36 の SF (-)
- C1-36 の放射能濃度 (重量換算 : Bq/t)
= C1-36 の放射能濃度 (本数換算 : (Bq/本)) / 廃棄体重量 (t/本)

【溶融固化体の場合】

- C1-36 の放射能濃度 (本数換算 : Bq/本)
= C1-36 の平均放射能濃度 (Bq/本) × C1-36 の残存率 (-)
+ Co-60 の放射能濃度 (Bq/本) / Co-60 の残存率 (-) × C1-36 の SF (-) × C1-36 の残存率 (-)
- C1-36 の放射能濃度 (重量換算 : Bq/t)
= C1-36 の放射能濃度 (本数換算 : Bq/本) / 廃棄体重量 (t/本)

ここで、

C1-36 の平均放射能濃度は第 3 表

C1-36 の SF は第 4 表

C1-36 の残存率は第 5 表

とする。

また、充填固化体の SF 法を適用するためのスクリーニングレベルは、第 6 表とする。ただし、実際には C-14 のスクリーニングレベルの方が小さいので、これで制限される。

(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 2 表の継続使用方法について

他の廃棄物確認対象核種の場合と同様に、「2.1(3) 2015 年度以降に発生する

廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について」で示した均質・均一固化体の継続使用の確認、又は既に認められている方法に従って第 3 表又は第 4 表のいずれかが適用できることを確認する（平均放射能濃度法及び SF 法から求まる放射能濃度を加算するので、いずれかが確認できると良い）。ただし、既に認められている方法で、これらの継続使用が確認できない場合は、「2.1(3) 2015 年度以降に発生する廃棄物に対する第 1 表の継続使用方法について」で示した均質・均一固化体の継続使用の確認と同様とする。

第2表 固体状廃棄物の充填固化体 C1-36 放射エネルギーの設定値*1

項目		設定値	出典
① 吸着平衡	付着係数 (mL/cm ²)	3.0×10 ⁻⁴ (SUS の C1 に対する測定値)	文献値 ⁽¹⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/mL)	4.0×10 ⁻⁴ (分析データ 13 点の最大値 3.77×10 ² Bq/t を基に設定した値)	資料 1「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」第 1 表*2
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽²⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽²⁾
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	3.2×10 ⁻²	-
② クラッド	C1-36/Co-60 濃度比 (-)	5.0×10 ⁻⁸ (PWR 液体フィルタ 38 点の算術平均、 BWR でも検証)	資料 7「7.2(1) d. スケーリング ファクタの計 算」*2
	Co-60 充填固化体 放射エネルギー (Bq/本)	1.0×10 ⁷ (埋設実績の算術平均の 95%信頼区間上限)	-
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	5.0×10 ⁻¹	-
③ 付着水	付着水厚さ (μm)	50 (測定結果の最大値を基に設定した値)	文献値 ⁽¹⁾
	原子炉冷却材 C1-36 濃度 (Bq/mL)	4.0×10 ⁻⁴ (上記)	資料 1「原子炉冷却材における C1-36 濃度について」第 1 表*2
	比表面積 (cm ² /g)	0.88 (既往の実態調査結果)	文献値 ⁽²⁾
	充填量 (kg/本)	305 (既往の実大規模試験結果)	文献値 ⁽²⁾
	放射エネルギー (Bq/本) (=上記の積)	5.4×10 ⁻¹	-
放射エネルギー合計 (Bq/本)		1.1×10 ⁰	-

*1：本表で用いた原子炉冷却材の C1-36 濃度及び C1-36/Co-60 濃度比が変動していないことは、原子炉冷却材の濃度変動がある場合に影響を受ける濃縮廃液の C1-36 濃度が変動していないことで確認した。

*2：「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号 補足説明資料 9「廃棄物埋設施設における許可基準規則への適合性について 第十条 廃棄物埋設地のうち第四号（廃止措置の開始後の評価）線量評価パラメータ-パラメータ根拠集-」を参照。

第3表 C1-36の平均放射能濃度(Bq/本)

難測定核種	BWR	PWR
C1-36	6.0×10^{-1} *1	

*1：第2表の①合計 3.2×10^{-2} と③合計 5.4×10^{-1} を加算して端数処理して設定した。

第4表 SF[key核種：Co-60]

難測定核種	BWR	PWR
C1-36	5.0×10^{-8} *1	

*1：第2表の②の C1-36/Co-60 濃度比にて設定した。

第5表 熔融体の残存率

難測定核種	残存率 (%)	
	高周波誘導加熱方式	プラズマ加熱方式
C1-36	100	

第6表 スクリーニングレベル[key核種：Co-60]

1号廃棄物埋施設の場合*1

難測定核種	BWR	PWR
C1-36 (熔融以外の固化体)	1.8×10^{14}	
C1-36 (熔融固化体)	1.8×10^{14}	

*1：最大放射能濃度 (1号廃棄物埋施設) /SF から設定した。

2号廃棄物埋施設の場合*1,2

難測定核種	BWR	PWR
C1-36 (熔融以外の固化体)	4.8×10^{14}	
C1-36 (熔融固化体)	4.8×10^{14}	

*1：最大放射能濃度 (2号廃棄物埋施設) /SF から設定した。

*2：参考として、2号廃棄物埋施設における自主管理に用いる値を示す。

3. 参考文献等

- (1) 本山光志、鈴木泰博、森本恵次、脇寿一、佐々木隆之(2015)：放射性固体廃棄物となるステンレス鋼等における C1-36 の付着係数評価、原子力バックエンド研究、Vol.22、No.2
- (2) 北海道電力他9電力(2016)：充填固化体の標準的な製作方法

以上