

自動火災報知設備の設置に伴う設工認申請に係る追加説明について

令和2年11月27日
 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
 大洗研究所 環境保全部

その他廃棄物管理設備の附属施設の一部変更（自動火災報知器の設置等）

	質問事項	資料No.
1	<p>各消防設備の設置場所、種類・仕様及び台数を選択した理由（今回新設するものについては新設の理由を含む。）について説明すること。</p> <p>（第292回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 新たに感知器を設置することにした経緯や設置位置を明確にすること。 既存の火災報知設備を含めて感知器の配置を図面で整理すること。 建家の床面積、高さ及び感知器の種類を一覧票に整理すること。 <p>（第310回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 固体集積保管場Ⅰに追加する感知器の設置場所は、消防法上同一区画となるようにするとともに図面を修正する。 固体集積保管場Ⅰのフォークリフト置場上部の鉄骨部について、横方向の配置がわかるよう図面を見直すこと。 <p>（現場視察における追加事項）</p> <ul style="list-style-type: none"> α一時格納庫の1階及び地階の天井梁の寸法を示すこと。 固体集積保管場Ⅰの保管区域には照明設備、倉庫や枕木がある。火災を早期発見するには、施設全体に感知器が必要ではないのか。消防法に従って感知器を設置することも踏まえ、説明すること。 	<p>（令和2年10月22日） （令和2年10月27日）</p>
2	<p>消防設備について、α一時格納庫及び警備所の受信機から警報器までを含む系統図について申請に含めること。</p> <p>（第292回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 警備所（北門）監視盤でどのような情報が得られるのか説明すること。 <p>（現場視察における追加事項）</p> <ul style="list-style-type: none"> 新たに感知器を設置する建家の火災警報が管理機械棟の複合火災受信機に表示できるようにすること。 	<p>（令和2年10月22日） （令和2年10月27日）</p>
3	<p>添IV-4 第3条第2項「故障、損壊又は異常な動作により施設の安全性に著しい支障を及ぼすおそれがない設計」について具体的に説明すること。また、第3項「可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計」について、不燃性材料等を用いない場合の代替の火災防護対策について、説明すること。</p> <p>（第292回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 「他の安全機能と系統を別にすること」、「主要な設備及び機器は可能な限り不燃性または難燃性材料を使用する」、「付近の着火源を排除する」、周囲に可燃物を置かない処置」について、具体的にどのような対応等をするのか整理して説明すること。 火災報知設備のケーブルについて、一部電線管を使わない場所があるが、具体的にどの部分か説明すること。 <p>（第310回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 可燃物を置く場合は火災の影響評価を行うこと明記すること。 可燃物を置く場合の影響評価についての管理方法を記載すること。 <p>（第310回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合における追加質問）</p> <ul style="list-style-type: none"> 火災報知設備の警報ケーブルの敷設にラック等を設ける場合は火災影響評価をやるという説明があったので、その内容を今回の設工認の中でどうふうに整理するのか説明すること。 	<p>（令和2年10月22日） （令和2年10月27日）</p>
4	<p>廃棄物管理事業変更許可時の火災影響評価について説明すること。</p> <p>①固体集積保管場Ⅰの保管対象物について説明すること。</p> <p>②廃棄物管理事業変更許可時の火災影響評価における前提条件と評価手法について説明すること。また、評価対象としていた枕木を鋼製の物に変えたことについて、今後どう担保していくのか説明すること。</p>	<p>資料-1 （令和2年11月13日）</p>

自動火災報知設備の設置に伴う設工認申請に係る追加説明について

質問事項①

固体集積保管場 I の保管対象物について説明すること

<回答>

固体集積保管場 I で管理する廃棄物は、ブロック型廃棄物パッケージである。

ブロック型廃棄物パッケージは、 $\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B が封入されており、固体集積保管場 I において堅積 2 段で集積保管し、上部に遮蔽スラブを定置している。

ブロック型廃棄物パッケージに封入されている $\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B の区分、内容物、処理方法及び容器の仕様等を以下に示す。

(1) 放射性廃棄物の区分について

$\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B は、廃棄物を収納した容器（廃棄物容器）表面の線量当量率が 2mSv/h 以上、 $\beta \cdot \gamma$ 放射性物質濃度が 3.7×10^{13} Bq/容器未満（容器の基準容積：20 リットル）のものである（添付資料－1 参照）。

$\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B は、放射化された金属及び照射後試験片類並びに燃料等によって汚染されたものであり、鋼製の容器に収納される。 $\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B を収納した鋼製容器は、運搬容器（キャスク）内に収納され、発生施設から廃棄物管理施設まで運搬する（添付資料－2 参照）。

(2) $\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B の処理について

運搬容器（キャスク）内に収納され廃棄物管理施設に運搬された $\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B は、放射性廃棄物受入れ施設である $\beta \cdot \gamma$ 貯蔵セル（最大受入れ能力：1 m³）に受け入れ、 $\beta \cdot \gamma$ 貯蔵セルで処理するまでの間、一時貯蔵する。

$\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B は、 $\beta \cdot \gamma$ 封入設備（最大処理能力は 0.15m³/日）の分類セルに移送し、必要に応じて分類、圧縮を行い、廃棄容器に封入して廃棄物パッケージとする。

処理により発生した廃棄物パッケージの内、ブロック型廃棄物パッケージは、管理施設である固体集積保管場 I に保管される（添付資料－3 参照）。

(3) ブロック型廃棄物パッケージについて

$\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B を封入処理するための廃棄容器にはコンクリートブロック（B－I 型及び B－III 型）とコンクリート内張りドラム缶（D－50 B 型）の 3 種類がある。

$\beta \cdot \gamma$ 固体廃棄物 B の封入処理は、処理対象廃棄物（キャン）の表面線量当量率を基に、補充遮蔽体を選択して廃棄体（ブロック型廃棄物パッケージ又はドラム缶型廃棄物パッケージ）の表面線量当量率が 2mSv/h 以下になるように容器を選択し実施している（添付資料－4 参照）。

発生した廃棄体のうち、ブロック型廃棄物パッケージは固体集積保管場Ⅰ又は固体集積保管場Ⅳへ、ドラム缶型廃棄物パッケージは固体集積保管場Ⅱ、固体集積保管場Ⅲ又は固体集積保管場Ⅳにそれぞれ保管される。

(4) ブロック型廃棄物パッケージの保管について

ブロック型廃棄物パッケージの保管については、廃棄物管理事業変更許可申請書及び廃棄物管理施設保安規定に保管場所や積載方法が規定されている。また、廃棄物パッケージ管理施設において、廃棄物パッケージの種類ごとの保管数量の管理を行っている。

廃棄物管理事業変更許可申請書及び廃棄物管理施設保安規定における記載を以下に示す。

【廃棄物管理事業変更許可申請書】

本文

4 廃棄物管理施設の位置、構造及び設備並びに廃棄の方法

A 廃棄物管理施設の位置、構造及び設備

ハ 廃棄物管理設備本体の構造及び設備

(2) 管理施設

(i) 構造

ii) 管理施設の主要な設備

(a) 固体集積保管場Ⅰ

固体集積保管場Ⅰは、ブロック型廃棄物パッケージを保管するための施設で、主として堅積保管設備、周辺監視区域外における線量を低減するため寸法の異なる複数の種類を組み合わせる使用する遮蔽スラブ及びフォークリフトで構成する。

B 廃棄の方法

イ 廃棄物管理の方法の概要

(3) 廃棄物パッケージ及び保管体の管理方法の概要

c) ブロック型廃棄物パッケージ

ブロック型廃棄物パッケージは、固体集積保管場Ⅰ又は固体集積保管場Ⅳにおいて堅積で集積保管する。固体集積保管場Ⅰでは、遮蔽スラブを上部に定置する。なお、ブロック型廃棄物パッケージの管理容量については、遮蔽スラブの遮蔽能力に見合ったものにするとともに、遮蔽スラブは、ブロック型廃棄物パッケージの搬入に先立ち計画的に製作する。なお、遮蔽スラブは、寸法の異なる複数の種類を組み合わせる使用するとともに、開口部が生じないように定置する。

添付書類五

4. 廃棄物管理設備本体

4.3 管理施設

4.3.4 主要設備

(1) 固体集積保管場 I

固体集積保管場 I は、ブロック型廃棄物パッケージを保管する区域、ブロック型廃棄物パッケージの搬入に先立ち計画的に製作する遮蔽スラブ及びフォークリフトで構成する。なお、遮蔽スラブは、寸法の異なる複数の種類を組み合わせ使用するとともに、開口部が生じないように定置する。

廃棄物パッケージは、堅積保管設備に 2 段積みで、遮蔽スラブの遮蔽能力に見合ったものとして、最大管理能力を満足するよう集積保管する。

廃棄物パッケージを搬送するためのフォークリフトは落下防止機構を設ける。

【廃棄物管理施設保安規定】

第 3 節 放射性廃棄物の処理

第 2 款 保管及び貯蔵

(廃棄物パッケージの集積保管)

第 5 2 条 廃棄物管理課長は、固体集積保管場 I にブロック型廃棄物パッケージを、固体集積保管場 II にドラム缶型廃棄物パッケージを、固体集積保管場 III にドラム缶型廃棄物パッケージ又は角型鋼製廃棄物パッケージを、固体集積保管場 IV にブロック型廃棄物パッケージ、ドラム缶型廃棄物パッケージ又は角型鋼製廃棄物パッケージを保管しなければならない。

2 廃棄物管理課長は、前項の規定により廃棄物パッケージを固体集積保管場 I、固体集積保管場 II、固体集積保管場 III 又は固体集積保管場 IV に保管するときは、次の各号に掲げるところにより行わなければならない。

- (1) 廃棄物パッケージの積載は、別表第 5-3 に掲げるところにより行うこと。
- (2) 固体集積保管場 I においては、未使用の廃棄容器を積載作業区域に配置することにより線量当量率の低減化を図ること。
- (3) 施設の出入口付近に管理上の注意事項に係る掲示を行うこと。

別表第 5-3 廃棄物パッケージの積載方法

管 理 施 設	積 載 方 法
固体集積保管場 I	ブロック型廃棄物パッケージを堅積 2 段 外壁直近のパッケージ列 上段は表面の線量当量率が 500 μ Sv/h 以下 下段は表面の線量当量率が 1 mSv/h 以下 外壁直近の内側に配置するパッケージ 上段は表面の線量当量率が 1 mSv/h 以下 下段は表面の線量当量率が 2 mSv/h 以下 積載作業日中に 2 段積みとし、上段のブロック型廃棄物パッケージの上面をしゃへいスラブで覆うこと

以上

液体廃棄物

濃度 (Bq/cm ³)	3.7 × 10 ⁻³	3.7 × 10 ⁻²	3.7 × 10 ⁻¹	3.7 × 10 ⁰	3.7 × 10 ¹	3.7 × 10 ²	3.7 × 10 ³	3.7 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁵	3.7 × 10 ⁶
トリチウムを除くアルファ線を放出しない放射性物質濃度	放出前廃液	放出前廃液	放出前廃液	液体廃棄物A	液体廃棄物A	液体廃棄物A・B	液体廃棄物B	液体廃棄物B	液体廃棄物C	
トリチウム										
アルファ線を放出する放射性物質濃度	液体廃棄物*			放出前廃液、液体廃棄物A・B						

* : 1.0 × 10⁻² Bq/cm³未満

固体廃棄物

β・γ 固体廃棄物

μSv/h	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
容器表面の線量当量率	β・γ 固体廃棄物A									
	β・γ 固体廃棄物B									

濃度 (Bq/容器)	3.7 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁵	3.7 × 10 ⁶	3.7 × 10 ⁷	3.7 × 10 ⁸	3.7 × 10 ⁹	3.7 × 10 ¹⁰	3.7 × 10 ¹¹	3.7 × 10 ¹²	3.7 × 10 ¹³
放射線物質の濃度				β・γ 放射線物質	β・γ 放射線物質A、B					
α放射線物質										

α 固体廃棄物

μSv/h	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
容器表面の線量当量率	*	α 固体廃棄物B								

* : α 固体廃棄物A

濃度 (Bq/容器)	3.7 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁵	3.7 × 10 ⁶	3.7 × 10 ⁷	3.7 × 10 ⁸	3.7 × 10 ⁹	3.7 × 10 ¹⁰	3.7 × 10 ¹¹	3.7 × 10 ¹²	3.7 × 10 ¹³
放射線物質の濃度				α 放射線物質*	α 放射線物質A	α 放射線物質A、B	α 放射線物質A、B	α 放射線物質A、B	α 放射線物質B	

* : ただし、プルトニウム1g/容器、核分裂性物質4g/容器

注記) ① 容器の基準容積 : 20リットル

② α 放射線物質は、超ウラン元素であって、アルファ線を放出する放射性物質

③ β・γ 放射線物質は、②に示す以外の放射性物質

④ 液体廃棄物にトリチウムとトリチウム以外のβ・γ放射線物質が混在する場合は、上位のレベルになる基準を適用する。

⑤ 液体廃棄物Aには、主な放射性物質が短半減期であって、100時間以内にその濃度が3.7 × 10⁴ Bq/cm³未満になることが明らかものを含む。

⑥ α 固体廃棄物は、容器表面の線量当量率と容器当たりの放射性物質の含有量について、いずれか上位のレベルになる基準を適用する。

β・γ 固体廃棄物B

発生施設

原子力機構 (JAEA)
 大洗研究所
 材料試験炉 (JMTR)
 JMTRホットラボ (JMTRH・L)
 高速増殖炉 (JOYO)
 照射燃料集合体試験施設 (FMF)
 照射材料試験施設 (MMF)

東北大学金属材料研究所
 附属量子エネルギー
 材料科学国際研究センター (TUC)

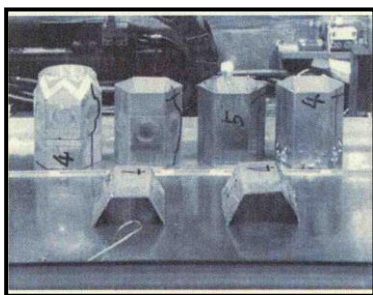
廃棄物容器



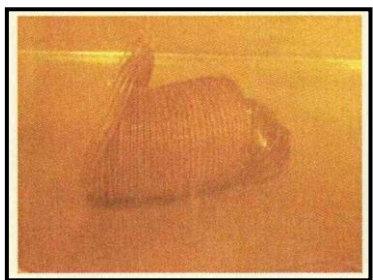
鋼製容器 (A型キャン)

廃棄物の主な種類、品名

照射試験材: 照射済試験片、照射部材等
 キャプセル外筒等: キャプセル残材、クラッド等
 器具及び部品: 研磨板、マニプレータブーツ等
 除染資材: 紙・布ウエス、酢酸ビニール等



放射化物 (キャプセル外筒等)



マニプレータブーツ

廃棄物収納状態



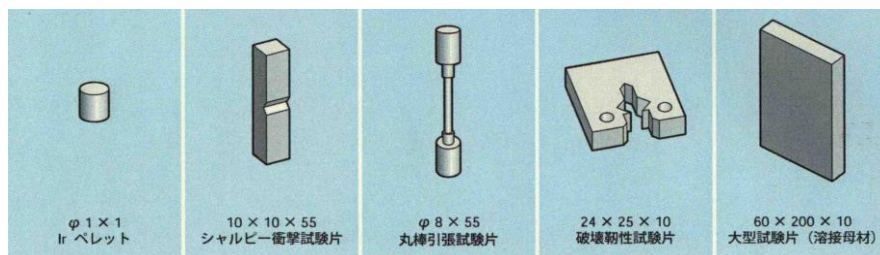
β・γ 固体廃棄物Bの運搬

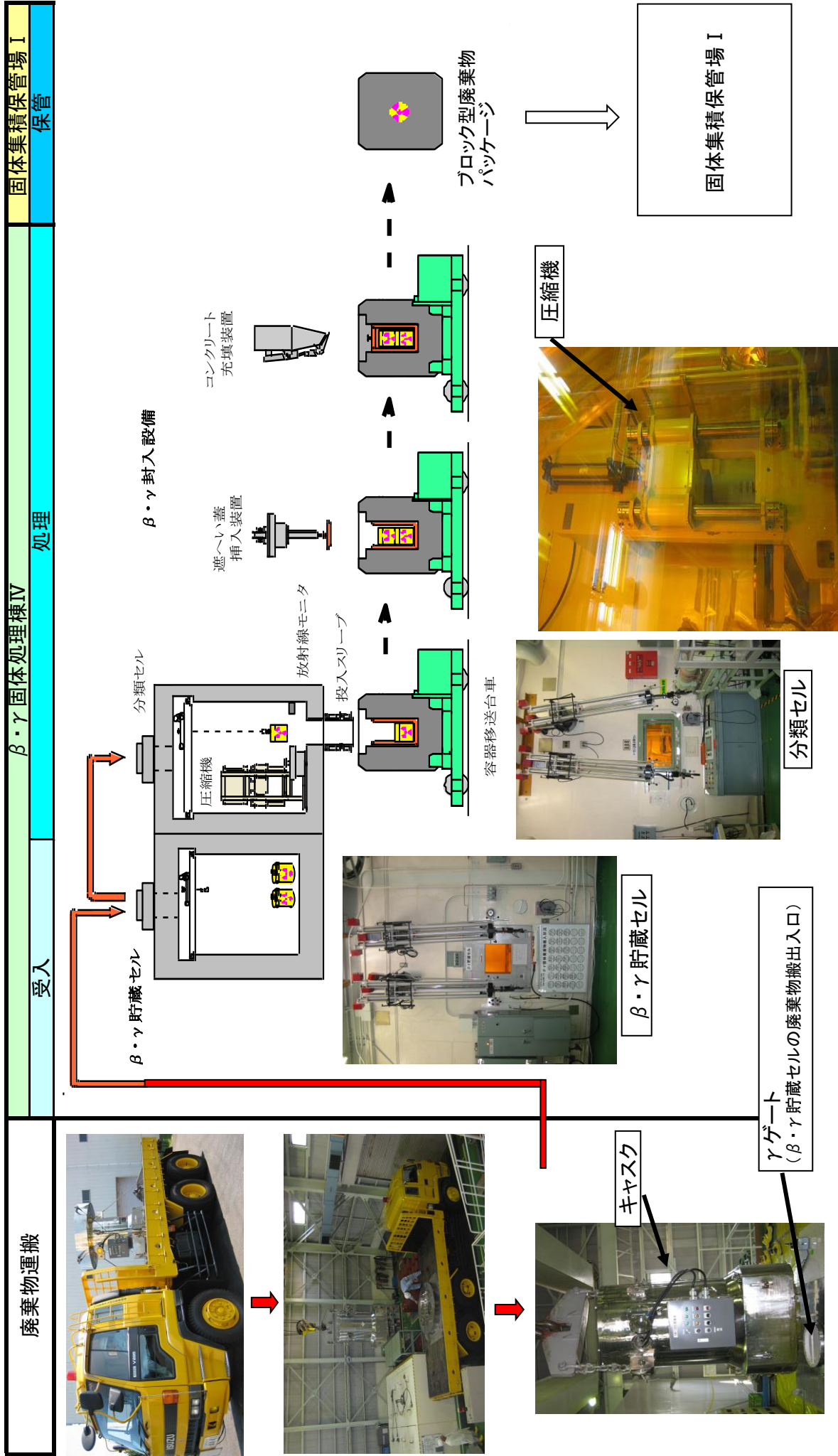


発生施設 ⇒ 廃棄物管理施設

照射済試験片 形状例

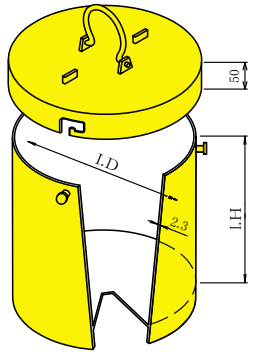
(単位:mm)



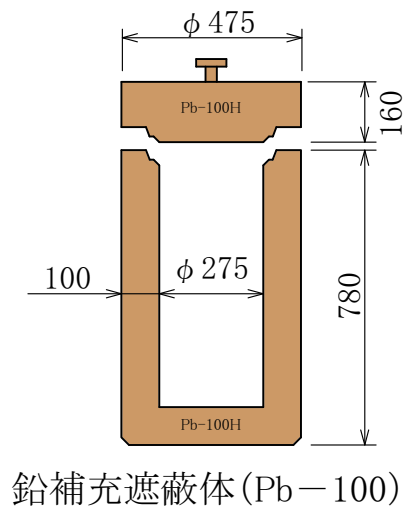
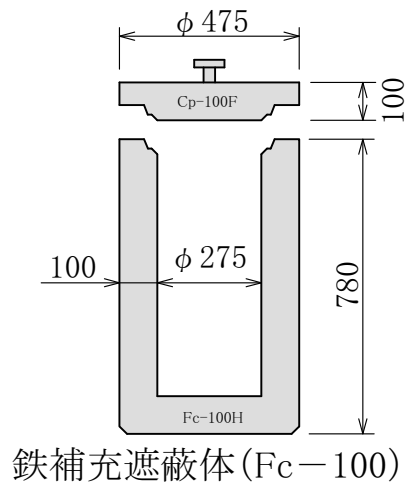
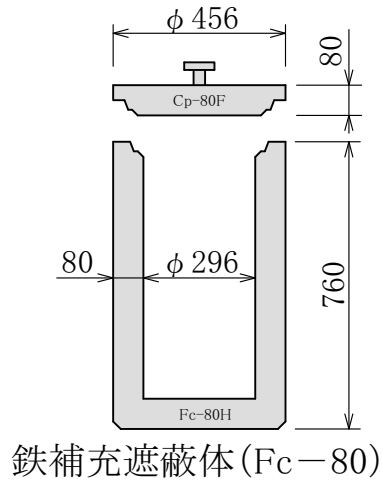
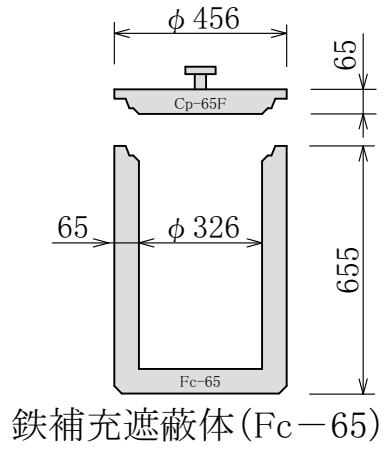
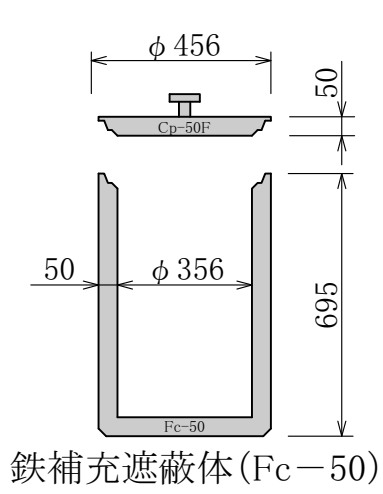
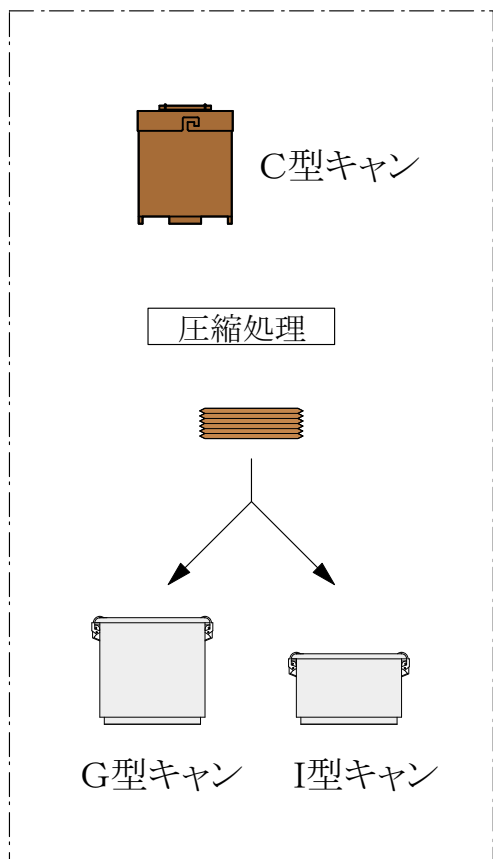


添付資料-3 β・γ 固体廃棄物 B に係る廃棄物管理の流れについて

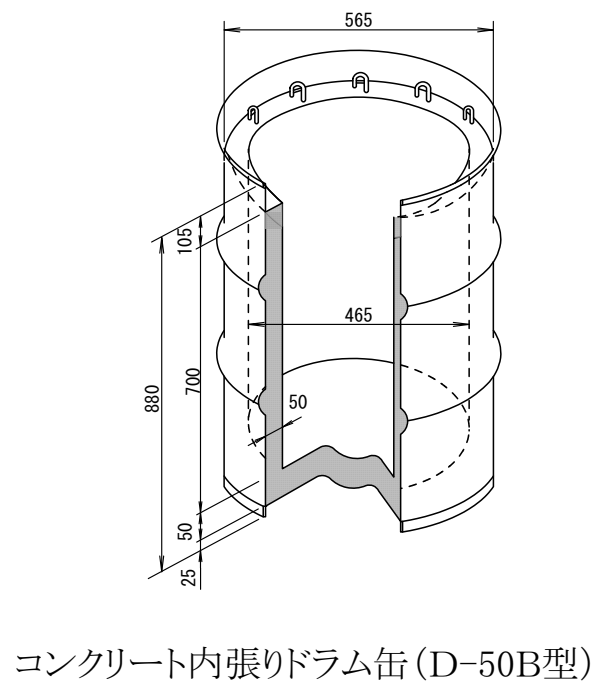
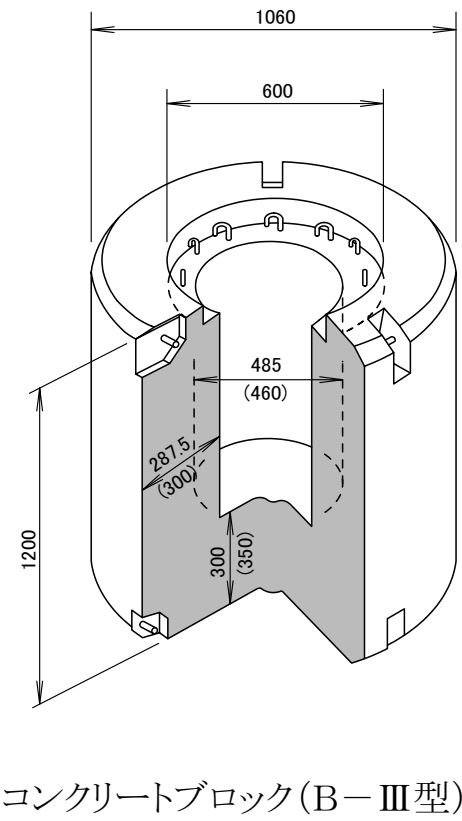
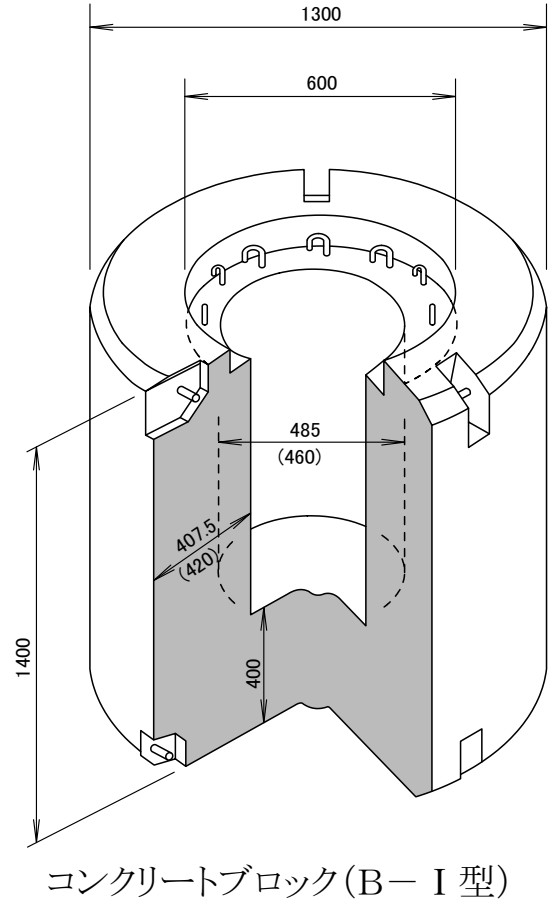
廃棄物容器



種類	寸法 (mm)	
	I.D	I.H
A	250	267.7
C	230.8	261.4
R	290	227.7



補充遮蔽体



廃棄容器

自動火災報知設備の設置に伴う設工認申請に係る追加説明について

質問事項②

廃棄物管理事業変更許可時の火災影響評価における前提条件と評価手法について説明すること。また、評価対象としていた枕木を鋼製の物に変えたことについて、今後どう担保していくのか説明すること。

<回答>

●火災評価における前提条件と評価手法について

1. 概要

廃棄物管理施設内で火災が発生した際の影響評価を行い、必要な火災防護対策を行うことで、安全性が損なわれないことを示している。

評価に当たっては、施設における内部火災での火災荷重評価を行うとともに、施設内部の火災防護対象について、各施設に内蔵する可燃性物質（紙、布、木材、化学製品、微量危険物等）を調査し、それらが火災源となった場合の影響を評価し、その評価結果に対して、必要な火災防護対策を行う。

2. 火災評価

2.1 火災評価の条件

(1) 火災評価に関する基本的な考え方

火災評価にあたっては、まず、火災荷重による建家の耐火性を確認し、火災荷重によるすべての建家の耐火性を確認したうえで、それらの施設における取り扱う場所に係る安全機能を火災から防護するよう、火災源を設定して設備の損傷を評価する。固体集積保管場 I の安全機能は遮蔽機能であり、火災防護対象は以下のとおり。

施設名（建家）	防護対象
固体集積保管場 I	固体集積保管場 I（内部周囲壁（堅積保管設備）、遮蔽スラブ）

(2) 施設の火災荷重

施設の内部火災における火災荷重を確認する。

なお、建家の耐火時間については、建築基準法施行令を参考にした。

施設名（建家）	建家構造	耐火時間（h）
固体集積保管場 I	S	1

S 造…鉄骨造（Steel）

火災荷重は、施設における各部屋の可燃物量を仮定し、それによる等価時間を算出する。具体的には、各部屋の可燃物量から、ガイドに示された単位質量又は単位体積当たりの熱量等により、等価時間を算出する。

なお、可燃物量のほか、施設内の電気ケーブルについても、施設図面等からケーブル物量を算出して可燃物に加えることとするが、各施設の図面が古く、ケーブル物量が算出できない施設については、既に算出した施設から、ケーブル物量の比較的多いと考えられる部屋（制御室、電気室）と作業室等に分けて、単位面積当たりの物量を設定して用いる。

部屋の用途	ケーブル物量
制御室、電気室	50kg/m ²
それ以外	30kg/m ²

また、各部屋の可燃物の熱含有量は、以下を用いる。

材質名	熱含有量
ケーブル	25,568 (kJ/kg)
紙	18,594 (kJ/kg)
ゴム	23,246 (kJ/kg)

(3) 火災等での機能の損傷評価

固体集積保管場 I の遮蔽は、コンクリートである。

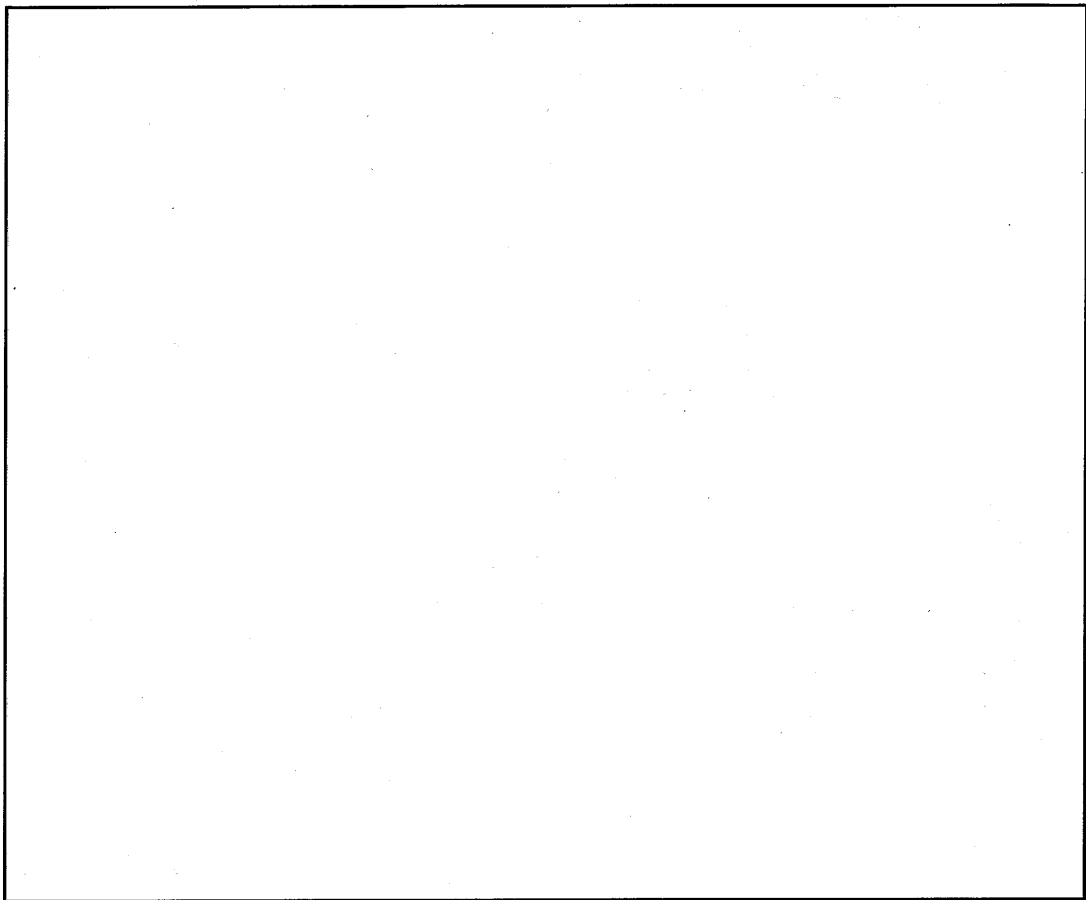
コンクリート構造物の温度影響による健全性については 200℃を超えた場合は強度が低下していく。よって、遮蔽機能については、取扱場所での火災を想定し、火災による遮蔽表面での輻射温度が 200℃を超えた場合には、可燃物量抑制又は遮熱対策を行うこととする。

(4) 内部火災の火災源の調査

施設内部の火災防護対象を決定し、各施設に内蔵する可燃性物質を調査した。

いずれの施設についても、除染や通常作業に使用するウエス（布など）、マニュアルや記録に使用する紙類、物品保護や搬入に使用される梱包材、保護具（木材）、ビニールバッグなどの化学製品、潤滑剤やふき取り等を行うためのアルコールなど微量危険物、その他を施設内の所定の場所に置いている。

固体集積保管場 I の調査結果として、主な可燃性物質・量、集積場所及び防護対象から最も近い距離及び火災源の材質別の仕様を以下に示す。



固体集積保管場 I

- ① : 入退城手続き用書類 (5cm ファイル×2 冊相当)
- ② : 防護資材庫 (ほうき 4 本、台車 2 台、枕木 5 本、テープ 4 巻、ダイベック 10 着、ポリ大袋 20 枚、ウエス 10 枚)
- ③ : ポール 9 本
- ④ : 枕木 44 本
- ⑤ : 枕木 14 本

固体集積保管場 I 平面図及び可燃物配置

固体集積保管場 I の火災源の材質別の仕様 (固体の可燃性物質)

No	可燃物名	単位重量 (kg/単位)	単位	備考
6	テープ類	0.236	1 個	
7	ビニール袋	0.005	1 枚	
11	ウエス	1	20 枚	
21	記録紙	0.5	100 枚	実測
25	ポール	1	1 本	
26	枕木	50	2400x200x200 mm/本	
30	ほうき	0.36	1 本	

32	タイベック	0.191	1着
----	-------	-------	----

2.2 火災評価

(1) 火災評価方法の考え方

火災評価は、施設の火災荷重評価及び火災等による損傷評価に分けて行う。

施設の火災荷重評価は、廃棄物管理施設の可燃物から耐火時間と比較するための等価時間を算出して、施設の耐火時間を超えないことを確認し、超える場合は可燃物量の制限若しくは遮熱対策を行う。また、火災等による損傷評価は、外部火災評価と同様に、防護対象と可燃性物質の集積場所との距離関係を確認し、最も近い（最も温度上昇が大きい。）防護対象を選定する。コンクリートの耐熱温度未満であることを、半無限物体の非定常熱伝導方程式²⁾により確認するとともに、耐熱温度を超える場合は、離隔距離の確保、若しくは防災対策等の火災対策を行う。

(2) 火災評価パラメータの設定の考え方

① 火災荷重評価

施設の火災荷重評価にあたっては、2.1(2)に示すケーブル物量、可燃物量、熱含有量及び施設図面から算出した部屋面積を用いて、発熱量及び等価時間を算出し、同項に示す建家の耐火時間と比較する。

<発熱量の算出>

発熱量：火災区画内の総発熱量（=可燃性物質の量×熱含有量）（kJ）

ここで、可燃性物質の量：火災区域内の各種可燃性物質の量（m³ 又は kg）

熱含有量：可燃性物質の種類ごとの単位量当たりの熱量
（kJ/m³ 又は kJ/kg）

<等価時間の算出>

等価時間(h) = 火災荷重 / 燃焼率
= 発熱量 / 火災区画の面積 / 燃焼率

ここで、

火災荷重 = 発熱量 / 火災区画の面積

燃焼率：単位時間単位面積当たりの発熱量（908,095kJ/m²/h）

発熱量：火災区画内の総発熱量（kJ）

= 可燃性物質の量 × 熱含有量

可燃性物質の量：火災区画内の各種可燃性物質の量（m³ 又は kg）

火災区画の面積：火災区画の床面積（m²）

<判定基準>

等価時間 < 構造上の耐火時間 の場合は、「良」とする。

<追加的な火災対策を施す設備の具体的な基準>

等価時間が部屋の耐火時間を上回った場合は、追加的な火災対策を施すものと

する。追加的な火災対策として、等価時間が部屋の耐火時間を上回った部屋については可燃物量の制限等を行う。

② 火災等での機能の損傷評価

火災評価にあたり、火災源の輻射熱から防護対象の表面温度を算出するため、半無限物体の非定常熱伝導方程式²⁾を用いる。本計算を行うために、可燃性物質の輻射強度、燃焼半径、燃焼継続時間を算出する必要がある。

輻射強度は、次式³⁾で与えられる。

$$E = \phi R_f$$

R_f : 輻射発散度 (W/m^2)、 ϕ : 形態係数

可燃性物質は、布や紙などのセルロース物や石油化学製品で、それらは雑多である。このような種々雑多な可燃性物質が複合したものの輻射発散度は、NUREG/CR-6850 の Appendix A より文献⁴⁾において、136L のポリエチレンコンテナに約 10kg の紙ごみを入れたものを燃焼テストにより、約 $2\sim 5kW/m^2$ が報告されているため、これを用いることとする。

(3) 火燃焼半径の算出

火災影響評価では、外部火災評価と同様に、円筒火炎モデルとして解析する。管理区域内で標準的に使用されている 10L 紙バケツ (カートンボックス) に 2 kg 収納*されたものを集積場所の可燃性物質と仮定し、円筒火炎モデルの燃焼半径は、その個数に応じた底面積の合計を円筒の底面として、次式により算出する。

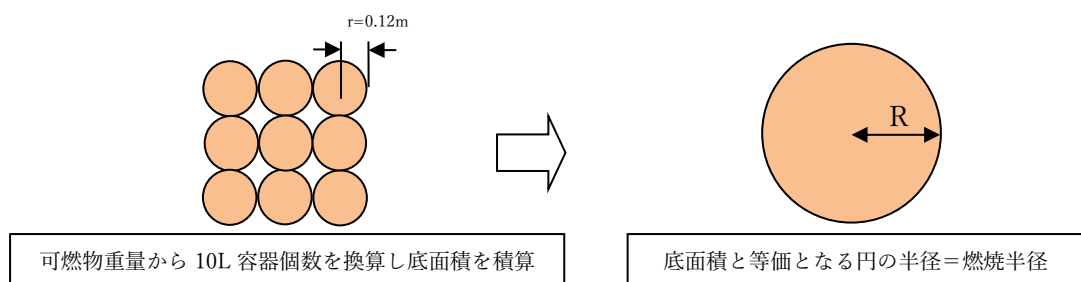
$$R = \sqrt{W/W_{ave} \times \pi \times 0.12^2}$$

R : 燃焼半径 (m)

S : 可燃性物質の集積重量 (kg)

W_{ave} : 紙バケツに収納する可燃物の重量 (2 kg)

r : 10L 紙バケツ**の上面半径 (0.12 m)



* 廃棄物管理施設で平成 25 年度から平成 28 年度までに受け入れた可燃カートンボックス 20,045 個の平均重量 2.9 kg を、火炎半径が大きくなるよう保守側に 2 kg と設定。

** カートンボックス（千代田テクノル株式会社カタログ値）

(4) 形態係数の算出

外部火災評価と同様に、次式により形態係数を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi m} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{A(n-1)}}{\sqrt{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\frac{(n-1)}{(n+1)} \right] \right\}$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \div 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

ϕ : 形態係数

L : 離隔距離 (m)

H : 火炎高さ (外部火災評価ガイドに基づき、燃焼半径の3倍とする)

R : 燃焼半径 (m)

(5) 輻射強度の算出

外部火災評価と同様に、火災の火炎から任意の位置にある点（受熱点）の輻射強度は、輻射発散度に形態係数を乗じて算出する。

ここで、輻射発散度については、文献（NUREG/CR-6850 の Appendix A の文献⁴⁾）において示された約 2~5kW/m² から、その最大値となる 5kW/m² を用いた。

(6) 燃焼継続時間の算出

燃焼時間については、可燃性物質が一定ではないことから、一意に評価することは難しいため、ここでは、唯一種々雑多な可燃性廃棄物を燃焼させた文献⁴⁾の実験データ（可燃物実重量 10kg で燃焼時間 800 秒との報告）から、対象可燃性物質重量を 10kg で除して、800 秒を乗じることにより求めた。

(7) 防護対象表面温度の算出

① 遮蔽壁等のコンクリート構築物

外部火災評価と同様に、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で施設の壁が加熱されるものとして、次式によりコンクリート表面の温度上昇を算出する。

$$T_t = T_0 + \frac{2 \times q \sqrt{\alpha \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp \left(-\frac{x^2}{4 \times \alpha \times t} \right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \times \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \right) \right]$$

T₀ : 初期温度 (40[°C])

建家の内部は、水戸及び鉾田の過去 20 年間の最高気温が 37.8°C であることから、保守的に 40°C と設定した。

q : 輻射強度 (5kW/m²)
 α : コンクリート温度伝導率[$\alpha = \lambda / (\rho \times C_p)$]
 C_p : コンクリート比熱(0.963[kJ/kgK])⁵⁾
 ρ : コンクリート密度(2,400[kg/m³])⁵⁾
 λ : コンクリート熱伝導率(1.74[W/mK])⁵⁾
 x : コンクリート深さ(表面:0[m])
 t : 燃焼継続時間(s) (6)により算出する。

② タンク、機器等の鋼製物

①と同様に、表面の温度上昇を算出する。パラメータは以下のとおりである。

T_0 : 初期温度(40[°C])

q : 輻射強度 (5kW/m²)
 α : 鋼板温度伝導率[$\alpha = \lambda / (\rho \times C_p)$]
 C_p : 鋼板比熱(0.461[kJ/kgK])⁶⁾
 ρ : 鋼板密度(7,830[kg/m³])⁶⁾
 λ : 鋼板熱伝導率(36[W/mK])⁶⁾
 x : 鋼板深さ(表面:0[m])
 t : 燃焼継続時間(s) (6)により算出する。

3. 評価結果及び対策

(1) 施設の火災荷重評価

固体集積保管場 I の評価結果を以下に示す。

施設名	固体集積保管場 I
部屋名	保管場所
構造	S
延べ床面積 (m ²)	3017.7
床面積	3018
ケーブル物量 (制御室、電気室: 50 kg/m ² 、それ以外: 30 kg/m ²)	90.540
図書 (kg)	3.000
防護資材 (kg)	10
ケーブル発熱量 (KJ)	25.568
セルロース (KJ)	193.700
ビニール (KJ)	47.700
発熱量	2374503720
火災荷重	786781
等価時間 (h)	0.866
構造上の耐火時間	1
判定	○

評価の結果、固体集積保管場 I は、電気ケーブル、図書、防護資材による火災荷重により、施設の構造に基づく耐火時間を超えない。

(2) 火災等での機能の損傷評価

固体集積保管場 I の評価結果を以下に示す。

施設名、可燃物の量及び位置	② 防護資材庫 (ほうき 4 本、枕木 5 本、テープ 4 巻、タイベック 10 着、ポリ大袋 20 枚、ウエス 10 枚) ;【15m】	③ ポール 9 本 【2m】	④ 枕木 44 本 【14m】	⑤ 枕木 14 本 【14m】
可燃物集積場所での可燃物重量 (kg)	264.39	9.00	2200.00	700.00
可燃物設置面積 (㎡)	5.98	0.20	49.76	15.83
円筒換算半径 (m)	1.38	0.25	3.98	2.24
離隔距離 (m)	15	2	14	14
燃焼時間 (s)	23795	810	198000	63000
防護対象	遮蔽スラブ	遮蔽スラブ	遮蔽スラブ	遮蔽スラブ
防護対象材質	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート
表面温度 (鋼板) (°C)	47	42	192	73
耐熱温度を超える火災源への対策				

評価の結果、固体集積保管場 I で可燃性物質の集積場所から火災が発生した場合に遮蔽機能に影響がなかった。

- 評価対象としていた枕木を鋼製の物に変えたことについて、今後どう担保していくのか説明すること。

固体集積保管場 I における内部火災の火災源としては、防護資材庫、枕木及びポールである。可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計方針に基づき、不燃性に変更できるものは不燃性に変更し着火源を可能な限り減らすため、ポール及び枕木を金属製に交換する。なお、枕木については、すでに鋼製のものに交換済みである。また、防護資材庫は廃棄物から距離をとるため西側エリアに移動する。

今後、西側エリア以外の区域に可燃物を置かないことについては、下部規定に定め管理を行う。

以上