

2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備

2.11.1 基本設計

2.11.1.1 設置の目的

使用済燃料プールからの燃料取り出しは、燃料取り出し用カバー（又はコンテナ）の設置による作業環境の整備、燃料等を取り扱う燃料取扱設備の設置を行い、燃料を使用済燃料プール内の使用済燃料貯蔵ラックから取り出し原子炉建屋から搬出することを目的とする。

使用済燃料プールからの燃料取り出し設備は、燃料取扱設備、構内用輸送容器、燃料取り出し用カバーで構成される。燃料取扱設備は、燃料取扱機、クレーンで構成され、燃料取り出し用カバーにより支持される。なお、燃料の原子炉建屋外への搬出には、構内用輸送容器を使用する。

また、クレーンはオペレーティングフロア上での資機材運搬や揚重等にも使用する。

2.11.1.2 要求される機能

(1) 燃料取扱設備

燃料取扱設備は、二重のワイヤなどにより落下防止を図る他、駆動源喪失時にも燃料集合体を落下させない設計とする。

また、遮へい、臨界防止を考慮した設計とする。

(2) 構内用輸送容器

構内用輸送容器は、除熱、密封、遮へい、臨界防止を考慮した設計とする。また、破損燃料集合体を収納して輸送する容器については、燃料集合体の破損形態に応じて輸送中に放射性物質の飛散・拡散を防止できる設計とする。

(3) 燃料取り出し用カバー

燃料取り出し用カバーは、燃料取扱設備の支持、作業環境の整備及び放射性物質の飛散・拡散防止ができる設計とする。

2.11.1.3 設計方針

(1) 燃料取扱設備

a. 落下防止

(a) 使用済燃料貯蔵ラック上には、重量物を吊ったクレーンを通過できないようにインターロックを設け、貯蔵燃料への重量物の落下を防止できる設計とする。

(b) 燃料取扱機の燃料把握機は、二重のワイヤや種々のインターロックを設け、また、クレーンの主要要素は、二重化を施すことなどにより、燃料移送操作中の燃料集合体等の落下を防止できる設計とする。

b. 遮へい

燃料取扱設備は、使用済燃料プールから構内用輸送容器への燃料集合体の収容操作を、燃料の遮へいに必要な水深を確保した状態で、水中で行うことができる設計とするか、放射線防護のための適切な遮へいを設けて行う設計とする。

c. 臨界防止

燃料取扱設備は、燃料集合体を一体ずつ取り扱う構造とすることにより、燃料の臨界を防止する設計とする。

d. 放射線モニタリング

燃料取扱エリアの放射線モニタリングのため、放射線モニタを設け放射線レベルを測定し、これを免震重要棟集中監視室に表示すると共に、過度の放射線レベルを検出した場合には警報を発し、放射線業務従事者に伝える設計とする。

e. 単一故障

(a) 燃料取扱機の燃料把握機は、二重のワイヤや燃料集合体を確実につかんでいない場合には吊上げができない等のインターロックを設け、圧縮空気等の駆動源が喪失した場合にも、フックから燃料集合体が外れない設計とする。

(b) 燃料取扱機の安全運転に係わるインターロックは電源喪失、ケーブル断線で安全側になる設計とする。

(c) クレーンの主要要素は、二重化を施すことなどにより、移送操作中の構内用輸送容器等の落下を防止できる設計とする。

f. 試験検査

燃料取扱設備のうち安全機能を有する機器は、適切な定期的試験及び検査を行うことができる設計とする。

また、破損燃料を取り扱う場合、燃料取扱設備は、破損形態に応じた適切な取扱手法により、移送中の放射性物質の飛散・拡散を防止できる設計とする。

(2) 構内用輸送容器

a. 除熱

使用済燃料の健全性及び構内用輸送容器構成部材の健全性が維持できるように、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去できる設計とする。

b. 密封

周辺公衆及び放射線業務従事者に対し、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込める設計とする。

c. 遮へい

内部に燃料を入れた場合に放射線障害を防止するため、使用済燃料の放射線を適切に遮へいする設計とする。

d. 臨界防止

想定されるいかなる場合にも、燃料が臨界に達することを防止できる設計とする。

また、破損燃料集合体を収納して輸送する容器は燃料集合体の破損形態に応じて輸送中に放射性物質の飛散・拡散を防止できる設計とする。

(3) 燃料取り出し用カバー

a. 燃料取り出し作業環境の整備

燃料取り出し用カバーは、燃料取り出し作業に支障が生じることのないよう、風雨を遮る設計とする。

また、必要に応じ燃料取り出し用カバー内にローカル空調機を設置し、カバー内の作業環境の改善を図るものとする。

b. 放射性物質の飛散・拡散防止

燃料取り出し用カバーは、隙間を低減するとともに、換気設備を設け、排気はフィルタユニットを通じて大気へ放出することにより、カバー内の放射性物質の大気への放出を抑制できる設計とする。

2. 11. 1. 4 供用期間中に確認する項目

(1) 燃料取扱設備

燃料取扱設備は、動力源がなくなった場合においても吊り荷を保持し続けること。

(2) 構内用輸送容器

構内用輸送容器は、除熱、密封、遮へい、臨界防止の安全機能が維持されていること。

(3) 燃料取り出し用カバー

対象外とする。

2. 11. 1. 5 主要な機器

(1) 燃料取扱設備

燃料取扱設備は、燃料取扱機、クレーンで構成する。

a. 燃料取扱機

燃料取扱機は、使用済燃料プール及びキャスクピット上を水平に移動するブリッジ並びにその上を移動するトロリで構成する。

b. クレーン

クレーンは、オペレーティングフロア上部を水平に移動するガーダ及びその上を移動するトロリで構成する。

(2) 構内用輸送容器

構内用輸送容器は、容器本体、蓋、バスケット等で構成する。

(3) 燃料取り出し用カバー

燃料取り出し用カバーは、使用済燃料プールを覆う構造としており、必要により、燃料取扱機支持用架構及びクレーン支持用架構を有する。

また、燃料取り出し用カバーは換気設備及びフィルタユニットを有する。

なお、換気設備の運転状態やフィルタユニット出入口で監視する放射性物質濃度等の監視状態は現場制御盤及び免震重要棟集中監視室に表示され、異常時は警報を発するなどの管理を行う。

2.11.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

燃料取扱設備は、東北地方太平洋沖地震津波相当の津波が到達しないと考えられる原子炉建屋オペレーティングフロア上（地上からの高さ約 30m）に設置する。

燃料取り出し用カバーは鉄骨構造と鋼製の外装材により構成されているが、閉空間になっておらず、津波襲来時には、水は燃料取り出し用カバーの裏側に回り込み、津波による影響を受けない。

(2) 豪雨，台風，竜巻

燃料取り出し用カバーは、建築基準法及び関係法令に基づいた風圧力に対し耐えられるよう設計する。

燃料取扱設備は、建築基準法及び関係法令に基づいた風圧力に対し耐えられるよう設計している燃料取り出し用カバー内に設置する。

燃料取出し用カバーは外装材で覆うことにより風雨を遮る設計とする。燃料取扱設備は、風雨を遮る設計である燃料取出し用カバー内に設置する。

(3) 外部人為事象

外部人為事象に対する設計上の考慮については、Ⅱ.1.14 参照。

(4) 火災

燃料取り出し用カバー及び燃料取り出し用カバー内の主要構成機器は不燃性のものを使用し、電源盤については不燃性又は難燃性、ケーブルについては難燃性のものを可能な限り使用し、火災が発生することを防止する。火災の発生が考えられる箇所について、火災の早期検知に努めるとともに、消火器を設置することで初期消火活動を可能にし、火災により安全性を損なうことのないようにする。

(5) 環境条件

燃料取扱設備については、燃料取り出し用カバーに換気設備を設け、排気はフィルタユニットを通じて大気へ放出することとしている。

燃料取り出し用カバーの外部にさらされている鉄骨部は、劣化防止を目的に、塗装を施す。

(6) 被ばく低減対策

放射線業務従事者が立ち入る場所の外部放射線に係る線量率を把握し、作業時間等を管理することで、作業時の被ばく線量が法令に定められた線量限度を超えないようにする。

また、放射線業務従事者の被ばく線量低減策として、大組した構造物をクレーンにてオペレーティングフロアへ吊り込むことにより、オペレーティングフロア上での有人作業の削減を図る。

2.11.1.7 運用

(1) 燃料集合体の健全性確認

使用済燃料プールに貯蔵されている燃料集合体について、移送前に燃料集合体の機械的健全性を確認する。

(2) 破損燃料の取り扱い

燃料集合体の機械的健全性確認において、破損が確認された燃料集合体を移送する場合には、破損形態に応じた適切な取扱手法及び収納方法により、放射性物質の飛散・拡散を防止する。

2.11.1.8 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

a. 燃料取扱設備

燃料取扱設備は、設計、材料の選定、製作及び検査について、適切と認められる規格及び基準による。

燃料取扱設備は、地震荷重等の適切な組合せを考慮しても強度上耐え得る設計とする。

b. 構内用輸送容器

構内用輸送容器は取扱中における衝撃、熱等に耐え、かつ、容易に破損しない設計とする。

構内用輸送容器は、設計、材料の選定、製作及び検査について適切と認められる規格及び基準によるものとする。

c. 燃料取り出し用カバー

燃料取り出し用カバーは、設計、材料の選定、製作及び検査について、適切と認められる規格及び基準を原則とするが、特殊な環境下での設置となるため、必要に応じ解析や試験等を用いた評価により確認する。

燃料取り出し用カバーは、燃料取扱設備を支持するために必要な構造強度を有する設計とする。

(2) 耐震性

a. 燃料取扱設備

(a) 燃料取扱機

燃料取扱機は、使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックへの波及的影響を考慮することとし、検討に用いる地震動として基準地震動 S_s により使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックへ落下しないことの確認を行う。

耐震性に関する評価にあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」に準拠することを基本とするが、必要に応じて試験結果等を用いた現実的な評価を行う。

(b) クレーン

クレーンは、使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックへの波及的影響を考慮する。クレーンは、「JEAG4601・補-1984 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」に基づき、通常時は使用済燃料プール上にはなく、基準地震動 S_s が発生して使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックを損傷させる可能性は少ないため、検討に用いる地震動として弾性設計用地震動 S_d により使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックへ落下しないことの確認を行う。

耐震性に関する評価にあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」に準拠することを基本とするが、必要に応じて試験結果等を用いた現実的な評価を行う。

b. 燃料取り出し用カバー

燃料取り出し用カバーは、その損傷による原子炉建屋、使用済燃料プール、使用済燃料貯蔵ラックへの波及的影響を考慮することとし、基準地震動 S_s により確認を行う。

耐震性に関する評価にあたっては、「JEAG4601 原子力発電所耐震設計技術指針」に準拠することを基本とするが、必要に応じて試験結果等を用いた現実的な評価を行う。

2.11.2 基本仕様

2.11.2.1 主要仕様

(1) 燃料取扱設備

(3号機及び4号機を除く)

a. 燃料取扱機

個数 1 式

b. クレーン

個数 1 式

(4号機)

a. 燃料取扱機

型式 燃料把握機付移床式

基数 1 基

定格荷重 燃料把握機 : 450kg

補助ホイスト : 450kg

b. クレーン

型式 天井走行式

基数 1 基

定格荷重 主巻 : 100t

補巻 : 5t

ホイスト : 10t

c. エリア放射線モニタ

検出器の種類 半導体検出器

計測範囲 10^{-3} ~10mSv/h

個数 2 個

取付箇所 4号機 原子炉建屋 5FL (燃料取り出し用カバーオペフロ階)

(3号機)

a. 燃料取扱機

型式	燃料把握機付移床式	
基数	1基	
定格荷重	燃料把握機	: 1t
	西側補助ホイス	: 4.9t
	東側補助ホイス	: 4.9t
	テンシルトラス	: 1.5t

b. クレーン

型式	床上走行式	
基数	1基	
定格荷重	主巻	: 50t
	補巻	: 5t

c. エリア放射線モニタ

検出器の種類	半導体検出器	
計測範囲	$10^{-2} \sim 10^2 \text{mSv/h}$	
個数	2個	
取付箇所	3号機	燃料取り出し用カバー 燃料取り出し作業フロア

(2) 構内用輸送容器

(3号機及び4号機を除く)

基数	1式
----	----

(4号機)

型式	NFT-22B型
収納体数	22体
基数	2基

型式	NFT-12B型
収納体数	12体
基数	2基

(3号機)

種類	密封式円筒形
収納体数	7体
基数	2基

種類	密封式円筒形
収納体数	2体
基数	1基

(3) 燃料取り出し用カバー (換気設備含む)

(3号機及び4号機を除く)

個数	1式
----	----

(4号機)

a. 燃料取り出し用カバー

種類	鉄骨造
寸法	約 69m (南北) × 約 31m (東西) × 約 53m (地上高) (作業環境整備区画) 約 55m (南北) × 約 31m (東西) × 約 23m (オペレーテ ィングフロア上部高さ)
個数	1個

b. 送風機 (給気フィルタユニット)

種類	遠心式
容量	25,000m ³ /h
台数	3台

c. プレフィルタ (給気フィルタユニット)

種類	中性能フィルタ (袋型)
容量	25,000m ³ /h
台数	3台

d. 高性能粒子フィルタ（給気フィルタユニット）

種類	高性能粒子フィルタ
容量	25,000m ³ /h
効率	97%（粒径 0.3 μm）以上
台数	3 台

e. 排風機（排気フィルタユニット）

種類	遠心式
容量	25,000m ³ /h
台数	3 台

f. プレフィルタ（排気フィルタユニット）

種類	中性能フィルタ（袋型）
容量	25,000m ³ /h
台数	3 台

g. 高性能粒子フィルタ（排気フィルタユニット）

種類	高性能粒子フィルタ
容量	25,000m ³ /h
効率	97%（粒径 0.3 μm）以上
台数	3 台

h. 放射性物質濃度測定器（排気フィルタユニット出入口）

(a) 排気フィルタユニット入口

検出器の種類	シンチレーション検出器
計測範囲	10 ⁰ ~10 ⁴ s ⁻¹
台数	1 台

(b) 排気フィルタユニット出口

排気フィルタユニット出口については、Ⅱ2.15 放射線管理関係設備等参照

i. ダクト

(a) カバー内ダクト

種類 長方形はげ折りダクト／鋼板ダクト
材質 溶融亜鉛めっき鋼板 (SGCC 又は SGHC) ／SS400

(b) 屋外ダクト

種類 長方形はげ折りダクト／鋼板ダクト
材質 溶融亜鉛めっき鋼板 (SGCC 又は SGHC, ガルバニウム付着) ／SS400

(c) 柱架構ダクト

種類 柱架構
材質 鋼材

(3号機)

a. 燃料取り出し用カバー

種類 鉄骨造
寸法 約 19m (南北) × 約 57m (東西) × 約 54m (地上高)
(作業環境整備区画)
約 19m (南北) × 約 57m (東西) × 約 24m (オペレーティングフロア上部高さ)
個数 1 個

b. 排風機

種類 遠心式
容量 30,000m³/h
台数 2 台

c. プレフィルタ (排気フィルタユニット)

種類 中性能フィルタ
容量 10,000m³/h
台数 4 台

d. 高性能粒子フィルタ (排気フィルタユニット)

種類 高性能粒子フィルタ
容量 10,000m³/h
効率 97% (粒径 0.3 μm) 以上
台数 4 台

e. 放射性物質濃度測定器（排気フィルタユニット出入口）

(a) 排気フィルタユニット入口

検出器の種類 シンチレーション検出器

計測範囲 $10^{-1} \sim 10^5 \text{s}^{-1}$

台数 1 台

(b) 排気フィルタユニット出口

排気フィルタユニット出口については、Ⅱ2.15 放射線管理関係設備等参照

f. ダクト

種類 はぜ折りダクト／鋼板ダクト

材質 ガルバリウム鋼板／SS400

2.11.3 添付資料

添付資料－1 燃料取扱設備の設計等に関する説明書

添付資料－1－1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書^{※3}

添付資料－1－2 放射線モニタリングに関する説明書^{※3}

添付資料－1－3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書^{※2}

添付資料－2 構内用輸送容器の設計等に関する説明書

添付資料－2－1 構内用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書^{※3}

添付資料－2－2 破損燃料用輸送容器に係る安全機能及び構造強度に関する説明書^{※1}

添付資料－2－3 構内輸送時の措置に関する説明書^{※2}

添付資料－3 燃料取り出し用カバーの設計等に関する説明書

添付資料－3－1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書^{※3}

添付資料－3－2 がれき撤去等の手順に関する説明書

添付資料－3－3 移送操作中の燃料集合体の落下^{※3}

添付資料－4 構造強度及び耐震性に関する説明書

添付資料－4－1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書^{※3}

添付資料－4－2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書^{※3}

添付資料－4－3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説明書^{※3}

添付資料－5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表^{※3}

添付資料－6 福島第一原子力発電所第1号機原子炉建屋カバーに関する説明書

添付資料－7 福島第一原子力発電所第1号機原子炉建屋カバー解体について

添付資料－8 福島第一原子力発電所第1・2号機原子炉建屋作業エリア整備に伴う干渉物解体撤去について

添付資料－9 福島第一原子力発電所第2号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について

添付資料－10 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋オペレーティングフロアのガレキの撤去について

添付資料－10－1 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋オペレーティングフロア北側のガレキの撤去について

添付資料－10－2 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋オペレーティングフロア中央および南側のガレキの一部撤去について

添付資料－10－3 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋オペレーティングフロア外周鉄骨の一部撤去について

添付資料－10－4 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋オペレーティングフロア床上のガレキの一部撤去について

添付資料－11 福島第一原子力発電所1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について

※1（3号機を除く）、※2（3号機及び4号機を除く）及び※3（3号機及び4号機を除く）の説明書については、現地工事開始前までに報告を行い、確認を受けることとする。

福島第一原子力発電所 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について

1. 一部撤去の目的

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管（以下，SGTS配管）のうち屋外に敷設されている配管については，1/2号機廃棄物処理建屋雨水対策工事及び1号R/B大型カバー設置工事等に干渉することから配管の撤去を実施する。

2. SGTS配管一部撤去の計画概要

1号機及び2号機SGTS配管は各原子炉建屋からそれぞれ屋外に敷設されており，1号機SGTS配管及び2号機SGTS配管は排気筒付近で合流し，排気筒に接続している。本計画では，図に示す各原子炉建屋出口から1/2号機合流箇所手前までの配管を撤去する。

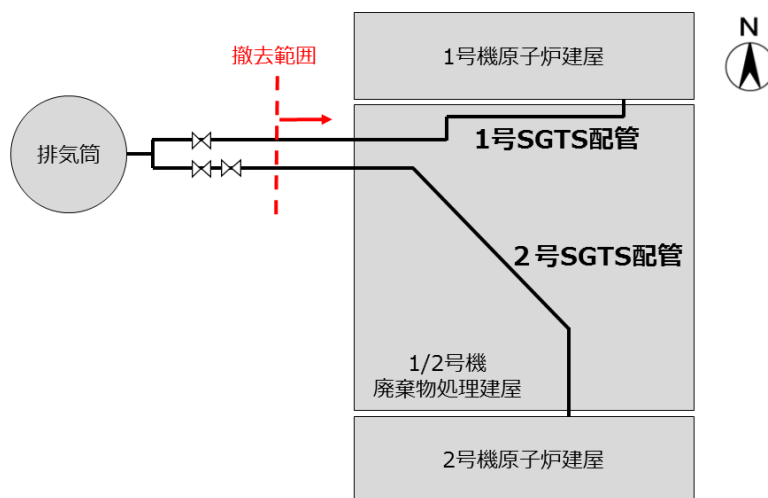


図1 SGTS配管撤去範囲

3. 計画工程

計画工程は以下の通り。

工程は現場状況や他工事との調整により変動する可能性が有る。

計画工程：2021年7月～ 2021年10月

1号側撤去工程：2021年7月～ 2021年8月

2号側撤去工程：2021年9月～ 2021年10月

4. 配管の撤去方法

クレーンにより吊り下げた遠隔切断装置により配管を把持・切断し撤去する。撤去した配管はハウス内で遠隔装置にてコンテナに収納可能な長さに切断しコンテナに入れて固体廃棄物貯蔵庫などで保管する。

撤去作業における留意事項を下記に示す。

- ・ 撤去作業周辺の稼働中の設備を撤去作業に伴い損傷させないため、事前に図面及び現場調査にて確認し、必要に応じて設備の防護を施す。
- ・ 撤去作業においては火災リスクを低減するため、原則、火気を発生させる装置は使用しない。
- ・ S G T S 配管の穴開け時は予め同材質かつ同口径の配管材を用いて火花が出ないことを確認した低速回転のドリルを使用する。また、配管穴開け後は配管内の水素濃度を測定する。
- ・ 切断する S G T S 配管のうち本計画で撤去しない配管については、端部に閉止キャップを取り付けてダストが気中へ飛散することを防止する。

5. 撤去作業に伴う放射性物質の飛散抑制対策

配管内面には遊離性のダストが付着している可能性があることから、配管切断時は下記の対策を実施する。

a. 作業開始前

撤去作業前に切断箇所周辺の配管内部に発泡ウレタンを充填することにより、切断時に配管内面の遊離性ダストが気中へ飛散することを防止する。

b. 作業中

配管切断時には切断箇所の下部に切り粉受けを設置し、切り粉の飛散を可能な限り低くする。

配管の細断はハウス内にて実施しハウスには局所排風機及びフィルタを設け、ダストの飛散を防止する。

作業エリアにダストモニタを設置し放射性ダストを監視し、配管切断作業中に万が一、放射性ダスト濃度の異常を検知した場合は速やかに作業を中断する。

6. 撤去作業に伴う放射性物質の環境影響

S G T S 配管の表面線量率測定をもとに配管内部の放射性物質量を推定し、配管内部の放射性物質が気中へ放出された場合の影響評価を行った。評価結果より、放射性物質の放出による敷地境界での線量影響が、「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」で求められている敷地境界線量 1mSv/年未満と比較して、十分小さな値であることを確認した。

また、本作業に伴う放射性物質の放出量と撤去作業時間から想定した放射性物質の放

出率は、敷地境界の近傍に設置されたダストモニタの警報設定値を超えない範囲であることを確認した。

7. 撤去作業中の部材の落下防止対策

撤去作業中の部材落下防止を図るため、遠隔切断装置を用いて把持し把持状態はカメラにより監視する。また、遠隔切断装置とクレーンの使用前点検、監視員の配置及び作業エリアの区画等の対策を実施する。

8. 廃棄物の保管

S G T S 配管撤去作業に伴い、表面線量率が最大で 160mSv/h 程度の金属瓦礫類が約 15m³ 発生すると想定している。なお、撤去作業後に撤去物の線量測定を行い線量区分に応じて下記の通りに保管・管理する。

「Ⅲ 特定原子力施設の保安 第3編 2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に従い、固体廃棄物貯蔵庫に保管・管理する。

9. 作業者の被ばく線量の管理

放射線業務従事者が立ち入る場所では外部放射線に係わる線量率を把握し、立入頻度や滞在時間等を管理することで作業時の被ばく線量が法令に定められた線量限度を超えないように管理する。

なお、本工事における放射線業務従事者の被ばく線量低減策として、遠隔操作設備の利用により被ばく線量の低減を図る。また、配管の細断作業においては既存の建屋内にハウスを設置しR α ゾーンに設定するとともに、配管の細断からキャスク収納までを遠隔で実施することや遮蔽を設置することによる放射線業務従事者の被ばく線量の低減を図る。

10. モックアップ試験

同材質かつ同口径の配管材で構成されたモックアップ試験設備でS G T S 配管の把持、穴開け、ウレタン注入、切断、閉止及び細断作業のモックアップ試験を行う。

モックアップ試験では要素試験で確認できていない項目について検証し、各安全対策を満足したうえで全ての作業が成立することを確認する。