

## 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、15m級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事象の考慮については、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において外部放射線に係る線量率を把握し、放射線業務従事者の立ち入り頻度や滞在時間等を管理することで、作業時における放射線業務従事者が受ける線量が労働安全衛生法及び関係法令に定められた線量限度（100mSv/5年及び50mSv/年）を超えないように管理する。

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)

個数	1式
----	----

(4号機)

型式	NFT-22B型
収納体数	22体
個数	2基

型式	NFT-12B型
収納体数	12体
個数	2基



(3号機)

種類	密封式円筒形
収納体数	7体
個数	3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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h
効率	97%（粒径0.3μm）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 <sup>0</sup> ~10 <sup>4</sup> s <sup>-1</sup>
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	30,000m <sup>3</sup> /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	10,000m <sup>3</sup> /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	10,000m <sup>3</sup> /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 <sup>-1</sup> ~10 <sup>5</sup> s <sup>-1</sup>
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、Ⅱ 2.15 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<sup>※3</sup>

添付資料－1－2 放射線モニタリングに関する説明書<sup>※3</sup>

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<sup>※2</sup>

#### 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<sup>※3</sup>

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<sup>※1</sup>

添付資料－2－3 構内輸送時の措置に関する説明書<sup>※2</sup>

#### 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<sup>※3</sup>

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<sup>※3</sup>

#### 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<sup>※3</sup>

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<sup>※3</sup>

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<sup>※3</sup>

#### 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<sup>※3</sup>

#### 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－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北側のガレキの撤去について

※1，※2（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

1. ガレキ撤去の目的

1号機原子炉建屋使用済燃料プール内の燃料取り出しに要する燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備を設置するため、オペレーティングフロア（以下、オペフロ）上のガレキを撤去する。

2. 撤去の対象となるガレキ

本資料にて対象となるガレキ撤去範囲は以下の通り、7a 通り以北の範囲のガレキとする。（オペフロ外周の鉄骨を除く）

7a 通りより南側の範囲については、継続して調査を進め、施工計画を策定次第、別途申請する。

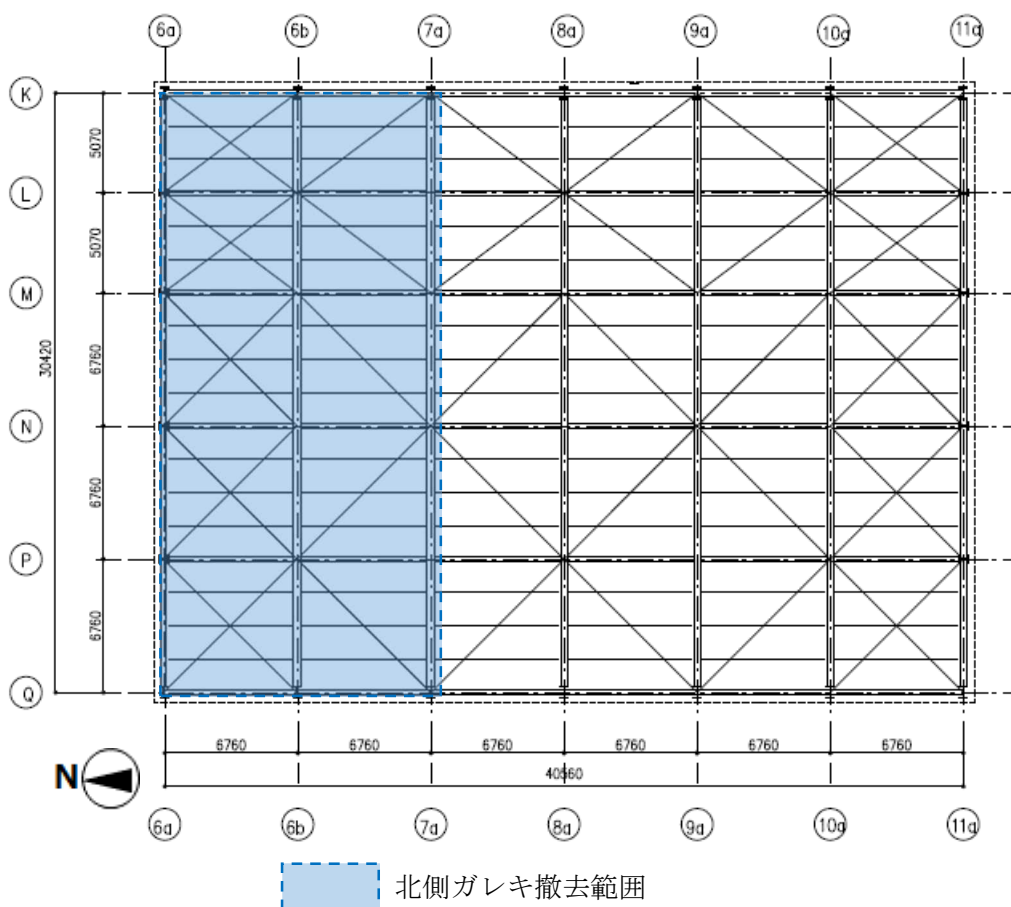


図1 屋根伏図（上弦面）

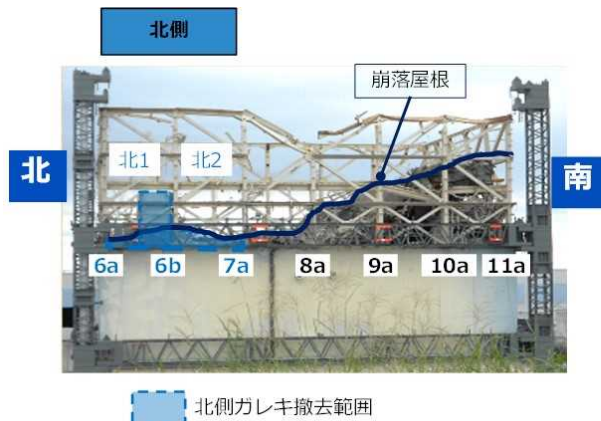


図2 立面イメージ

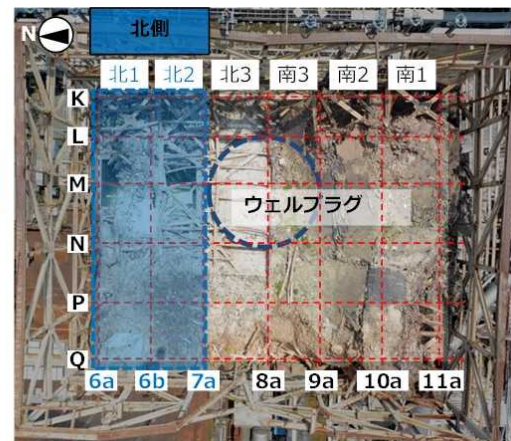


図3 平面イメージ

### 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。

平成30年1月～平成30年9月

### 4. ガレキの撤去方法

ガレキの撤去にあたり、安全を確保するため、大型クレーンに吊り下げた吸引装置、ペンチ、ニブラ、カッター等を用いてガレキの撤去を実施する。

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が撤去作業に伴い損傷しないために、図面および現場調査にて確認し、現場状況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、火気を使用する機材を原則として選定しない。(ただし、現場状況に応じて火気を使用する機材を選定する場合は、十分な防護対策を施した上で使用する)

### 5. 撤去作業に伴う放射性物質の飛散抑制策

ガレキの撤去時に、放射性物質が付着した粉じんの飛散抑制を図るため、下記の対策を実施する。

#### a. 作業開始前

オペフロ上のガレキ全体に、定期的に飛散防止剤を散布することで、粉じんが固着された状態にする。

#### b. 作業中

コンクリート系のガレキに対しては、可能な限り吸引による撤去を行うことで、飛散量の低減を図る。破砕が必要なコンクリート系のガレキに対しては、破砕と並行して散水を実施する。

c. 作業完了後

撤去したガレキの種類・用いた工法に依らず、全てのガレキ撤去作業後に、当日の撤去実施範囲に対して飛散防止剤を散布する。

撤去作業中に、万が一、1号機オペフロに設置したダストモニタにより空气中放射性物質濃度の異常を検知した場合は、速やかに作業を中断し、散水を行う。また、構内に設置してある上記以外のダストモニタおよびモニタリングポストにより、空气中放射性物質濃度もしくは空間放射線量率の異常を検知した場合も、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

ガレキの表面線量率や表面積から気中へ放出される放射性物質放出量の評価を行い、本作業に伴う放射性物質の放出量による敷地境界での線量が、「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 1 mSv/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解体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. 廃棄物の保管

ガレキの撤去に伴い、表面線量率 30mSv/h 以下の瓦礫類が約 320 m<sup>3</sup>、表面線量率 30mSv/h を超える瓦礫類が約 400 m<sup>3</sup>発生すると想定している。

「Ⅲ章第3編 2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に従い、30mSv/h 以下の瓦礫類は覆土式一時保管施設（エリア L）または仮設保管設備（エリア A1・A2）に、30mSv/h を越える瓦礫類は容器収容のうえ固体廃棄物貯蔵庫に保管・管理する。

8. 作業員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、放射線業務従事者の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（100mSv/5年および50mSv/年）を超えないようにする。

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、以下の対策を実施する。

- ・ 遠隔操作設備の利用による被ばく低減
- ・ 遮へいの設置による作業環境の線量低減
- ・ 待機場所（低線量エリア）の活用による被ばく低減
- ・ 必要に応じた遮へいベスト等の保護具着用による被ばく低減

高線量エリアにおける施工であるため、現場状況を踏まえ、今後継続的に被ばく線量低減に向けた線源の把握と除去、線源からの遮へい、作業区域管理等を行い、更なる被ばく線量低減に努める。