図3 線量率モニタの遮へい前後の推移

他の工区の遮へい設置後も本測定を行い、線量の方向依存性を確認する。

3. 地上面の線量測定(図3 参照)

3号機周辺に設置した5箇所の線量率モニタの値(地表から約1m高さ)は、いずれもA工区に遮へい体を設置した前後で10%程度低減した。オペフロの遮へい設置により散乱線の寄与(主にスカイシャイン線)が低減したことによるものと考えられる。

他の工区の遮へい設置後も地上面の線量の推移を引き続き確認する。

著者紹介

向田直樹 (むかいだ・なおき)

東京電力ホールディングス
福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部
放射線・環境グループ

林 宏二 (はやし・こうじ)

東京電力ホールディングス
福島第一廃炉推進カンパニープロジェクト計画部
放射線・環境グループ

金濱秀昭 (かねはま・ひであき)

東京電力ホールディングス
福島第一廃炉推進カンパニー福島第一原子力発電所
放射線防護部 作業環境改善グループ

鈴木敏和 (すずき・としかず)

千代田テクノル
営業統括本部 技術アドバイザー

(5) 3号機 カバーの設計および施工計画

使用済みプール燃料を安全に取り出すために、損傷した建屋上部に燃料取り出し用施設(カバー)を構築する予定である。カバーは、燃料取扱設備の走行性、耐震耐風安全性を確保すると共に作業時の汚染ダスト飛散抑制に配慮した設計がなされている。また、除染遮へい後も少なからず高線量下での構築作業となるため、作業員の被ばく低減に向けた様々な工夫を組み込んでいる。これらの技術的概要について紹介する。

鹿島建設 松尾 一平, 小川 喜平, 岡田 伸哉, 加藤 和弘

I. カバーの設計

1. カバー設置の目的

図1に燃料取り出し用カバーの外観イメージを示す。燃料取り出し用カバーを設置し、その内部で燃料取扱設備と門型クレーンが走行し、雨風にさらされない良好な作業環境下で使用済み燃料プール内の使用済み燃料貯蔵ラックから燃料を取り出し、キャスクに詰めて原子炉建屋か

図1 外観イメージ

Design and Construction plan of Spent Fuel Removal Structure for Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3: Ippei Matsuo, Kihei Ogawa, Shinya Okada, Kazuhiro Kato.

(2017年11月29日 受理)

図2 構造概要

図3 ドーム屋根鉄骨の組立手順

ら搬出する。

2. 要求された機能と設計方針

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・拡散防止ができる機能が要求される。具体的な設計方針を以下に示す。

- 燃料取り出し作業環境の整備
風雨を遮る設計とする。
- 放射性物質の飛散・拡散防止
内部に除去フィルタ付き換気設備を設け、作業時の放射性物質の大气放出を抑制する設計とする。
- 燃料取扱設備・門型クレーンの支持
燃料取扱設備および門型クレーンが安定走行できる設計とする。
- 耐震性・耐風性
基準地震動 S_s が発生しても倒壊せず原子炉建屋や使用済み燃料プールに波及的影響を及ぼさない設計とする。また、基準風速 30m/s に相当する強風にも耐える設計とする。

3. 構造概要

燃料取り出し用カバーは燃料取扱設備を支持する架構で、構造は鉄骨トラス構造である。図2に示すように損傷した建屋に荷重をかけないように、幅約 19m、スパン約 57m、地盤面から高さ約 54m の陸橋状の大スパン門型架構としている。燃料取扱設備が走行するガーダ架構上部は、風雨を遮り放射性物質の大气への放出を抑制するための軽量のドーム状屋根で覆う構造である。

燃料取り出し用カバーの重量は全て、爆発による損傷をほとんど受けていない原子炉建屋1階と3階の下屋部分に支持させる。また、損傷を受けた原子炉建屋5階床には、比較的損傷の少ない部位を選び地震時や燃料取扱設備走行時の水平振れ止め装置(ストッパ)と鉛直振れ止め用の制震装置(オイルダンパ)を取付け、耐震性と機能性の向上を図っている。

II. 施工計画

1. 計画概要

高線量下の現地における作業員の被ばく低減を最優先に考え、サイト外で予め可能な限り大型ユニットに分割組み立てし、海上輸送により現地へ搬入し、遠隔操作による 600ton 級の大型クレーン2機を用いて最終組み立てする計画である。以下に具体的な計画について述べる。

a. 門型架構脚部の鉄骨組立

まず、門型架構の東・西脚部の大型ユニットを一気に建て込む。基礎にはアンカー工事による被ばくを避けるため置き基礎を採用し、プレファブ工法を用いて施工する。

b. 門型架構のガーダ鉄骨組立

燃料取扱設備が走行するガーダ架構は、両サイドに高さ 4.4m × 幅 2.0m のメイントラスを配し、その間をサブトラスが繋ぐ構造である。2台のオイルダンパを含め総重量は約 680t である。ガーダ鉄骨は大型

図4 鉄骨ユニットのサイト外仮置き状況

クレーンの能力範囲内で可能な限り大きく分割し(最大75t)、2列のメイントラスを5ユニット、サブトラスも5ユニットに分けて組み立てる。

ユニット相互のボルト接合は、高線量下での現地作業を余儀なくされる。伝達すべき応力が小さい箇所を選定し超高強度ボルトで接合することで、ボルト本数の極力低減をはかっている。

c. ドーム屋根鉄骨組立と燃料取扱設備などの設置

総重量は約490tである。長手方向に8分割、更に中央で分割した三日月型のユニット(約30~50t)に分けて組み立てる。図3に示すように、最初にクレーンが届き易い位置で三日月ユニットをドーム状に組み立てる。次にクレーンが届きにくい奥まで燃料取扱設備用のレール上をスライド装置(電動モータ)により自走させる。これを数回繰り返し、途中で燃料取扱設備・門型クレーンを吊り込みドーム屋根を完成させる計画である。

三日月ユニット相互の頂部とガーダ架構との脚部接合部には、誤差を吸収しやすく現地作業も比較的少ない差し込みピン方式を採用する。また、8分割したユニット相互はあえて緊結せず独立した構造とする。ユニット間の相対変形を吸収しつつ隙間が生じにくい特殊ゴム製のラバー材を配置することで、フレキシブルなジョイント構造としている。これらの工夫により高線量下かつ高所作業における被ばく低減と

安全性の向上を図る。

2. 施工性確認試験

全ての鉄骨ユニットは既に製作が完了している。サイトに外に仮置きされた状況を図4に示す。現在、これらのユニットを用いて各種施工性確認試験を実施中である。門型架構の組立試験、ドーム屋根の組立試験やスライド試験を予め十分行うことで、高線量下における現地作業の円滑化をはかると共に被ばく低減に向けた一層の改善策を追求している。

著者紹介

松尾一平 (まつお・いっぺい)

鹿島建設 原子力部 原子力設計室

小川喜平 (おがわ・きへい)

鹿島建設 原子力部 原子力設計室

岡田伸哉 (おかだ・しんや)

鹿島建設 東京建築支店

鹿島・清水・竹中・熊谷・間 建築工事共同企業体
東電福島3号機原子炉建屋カバーリング工事事務所

加藤和弘 (かとう・かずひろ)

鹿島建設 東京建築支店

鹿島・清水・竹中・熊谷・間 建築工事共同企業体
東電福島3号機原子炉建屋カバーリング工事事務所