

福島第一原子力発電所第3号機
使用済燃料プールへの鉄骨落下事象に係る報告

平成24年10月

東京電力株式会社

目 次

1. はじめに
2. 経過概要
3. 鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことによる使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック及び使用済燃料貯蔵プールの健全性への影響評価
4. 誤って鉄骨がれきが滑り落ちて水没した事象の原因究明及び再発防止策
5. 鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プールに落下し、万が一使用済燃料が破損した場合を考慮した安全確保策
6. 鉄骨がれき等の落下により使用済燃料貯蔵プールが破損し水が漏出した場合の影響評価及び燃料の健全性を維持するための対応策
7. まとめ

添付資料－1：使用済燃料貯蔵プール内への鉄骨がれきが滑り落ちて水没した事象に関する周辺環境等への影響確認結果

添付資料－2：使用済燃料貯蔵プールへ滑り落ちて水没した鉄骨がれきの確認結果

添付資料－3：使用済燃料貯蔵プール内の水中カメラによる確認結果

添付資料－4：原子炉建屋上部瓦礫撤去工事の概要

添付資料－5：使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去手順の監理経緯の詳細

添付資料－6：発生した本事象の背後要因の洗い出し

添付資料－7：原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 がれき撤去作業手順確認フロー

添付資料－8：鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プール内に落下した場合の対応体制

1. はじめに

本報告は、「福島第一原子力発電所第3号機使用済燃料プールへの鉄骨落下事象について（指示）」（原規防発第120924001号 平成24年9月26日）に基づき、

1. 鉄骨が落下したことによる使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック及び使用済燃料プールの健全性への影響を評価すること
2. 誤って鉄骨を落下させた原因を究明するとともに再発防止策を講ずること
3. がれき等が使用済燃料プールに落下し、万が一使用済燃料が破損した場合を考慮した安全確保策を構築すること
4. 鉄骨等の落下により3号機使用済燃料プールが破損し水が漏出した場合を想定し、その影響を評価するとともに、燃料の健全性を維持するための対応策を示すこと

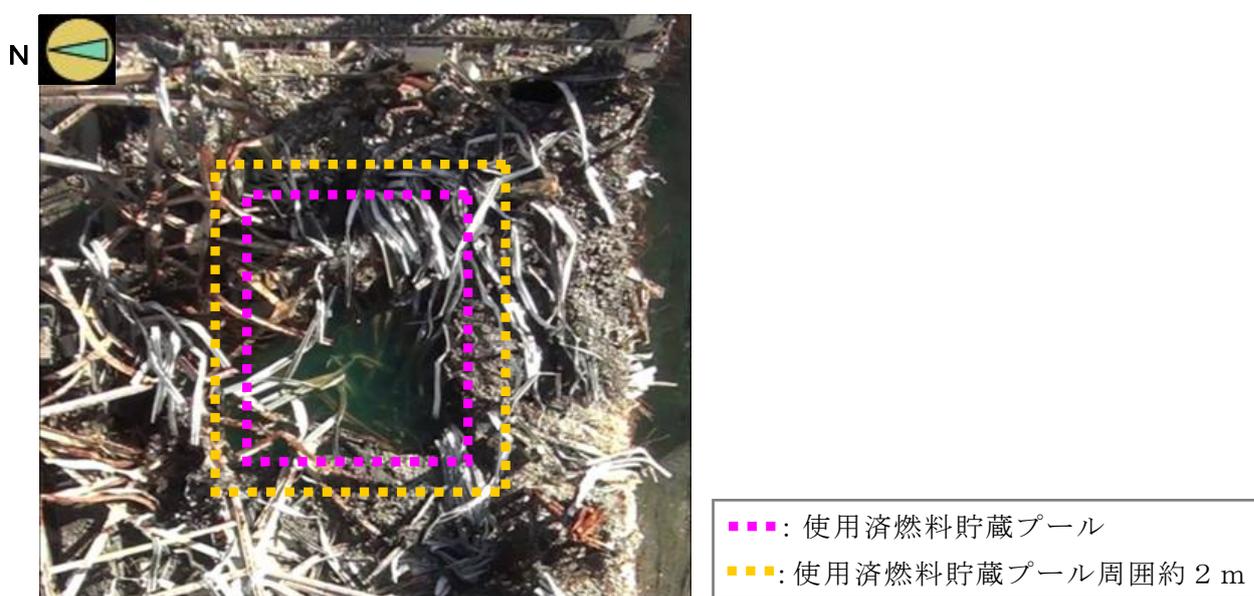
について報告するものである。

2. 経過概要

(1) 全体概要

第3号機原子炉建屋周辺は、高放射線環境下であり、被ばく線量低減のため、遠隔操作による無人重機を用いてがれきを撤去する方針としている。

がれき撤去作業は、使用済燃料貯蔵プールにがれきが落下するリスクを早期に防止するため、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの撤去を先行し、その後、使用済燃料貯蔵プール上部に養生材を設置する計画としている。



図－1 使用済燃料貯蔵プール がれき撤去前
(平成23年11月12日撮影)

(2) 撤去計画立案段階

がれきの撤去計画立案の段階では、協力会社が調査、分析評価を行い撤去計画を立案し、それを当社が確認し、以下を実施している。

- ・ 調査は、上空からや水中のカメラを用いてがれきの状態を可能な限り把握する。
- ・ がれきの状態が日々変化するため、がれき撤去進展に伴い適宜、追加調査を行う。
- ・ 分析評価にあたっては、CGも活用し既存の図面と照合しながら、ひとつひとつのがれきを個別に認識し、位置関係を把握し、その重なり具合の「見える化」を図る。
- ・ 解体治具（クローラクレーンで吊り下げる解体用の油圧フォークや油圧ペンチ等）の模擬試験や実証試験を行い施工性を確認し、撤去計画に反映させる。

- ・ 協力会社が作成した撤去計画は、当社が安全事前評価を行い、原子力安全に影響を及ぼすことがないよう必要な指示・要請を行い、その実施状況を確認する。

(3) リスク対策

使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業は、(2)に従って立案した撤去計画に基づき実施するが、万が一のがれき等が落下した場合を想定し、以下の対策を施す。

- ・ 作業中に異常が発生した場合は、予め定めた5項目（使用済燃料貯蔵プール周辺での雰囲気線量、使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度、スキマーサージタンク水位、敷地境界における線量率、使用済燃料貯蔵プール水面の状況）を確認し、周辺環境等への影響を確認する。
- ・ がれき等の落下により使用済燃料が破損した場合を考慮し、現実的に想定し得る状況を仮定し、事前に周辺環境等への影響について評価し、影響が小さいことを確認している。
- ・ 使用済燃料貯蔵プール周辺におけるがれき撤去作業は、原子力安全に係わる作業であるため、施工時は、当社工事所管グループ監理員が遠隔操作室に常駐して、監理する。

(4) 当日の事象内容

平成24年9月22日、福島第一原子力発電所第3号機の原子炉建屋上部における使用済燃料貯蔵プール周辺^{※1}がれき撤去作業にて、予定していた鉄骨がれき撤去の準備作業として、遠隔操作による無人重機を用いて連続している鉄骨がれきの切断作業を実施していた。

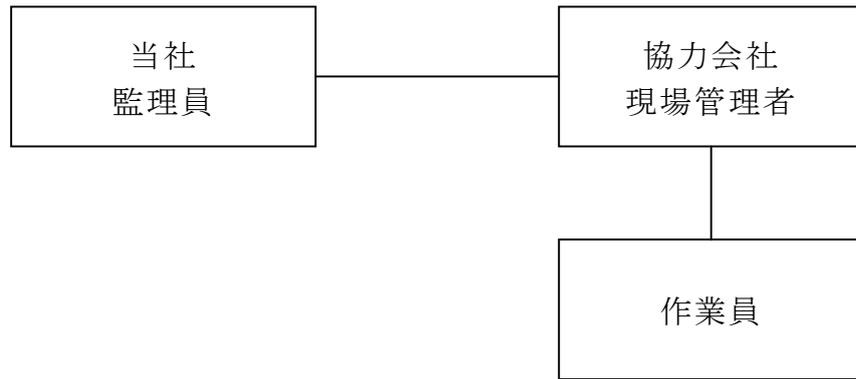
その際、使用済燃料貯蔵プール脇床上にある別の鉄骨がれきが作業開始時点の位置に対して使用済燃料貯蔵プール寄りに動いている（不安定な状態で半水没している）ことを確認した。

作業を一旦中断し、当社工事所管グループと協力会社の協議の上、鉄骨がれきが不安定な状態にあるため速やかに油圧フォークで掴み取ろうとした時、午前11時7分頃、鉄骨がれきが使用済燃料貯蔵プール内に滑り落ちて水没した。

なお、本事象による作業員の負傷は無く、また周辺環境への影響は無いものと考えられる。

※1：使用済燃料貯蔵プール周辺：がれき撤去作業上の区分で、使用済燃料貯蔵プール上部と使用済燃料貯蔵プール周囲約2mまでの範囲をいう

(5) 当日の体制



- ・ クレーンオペレータ
- ・ 監視員 等

(6) 事象発生の経緯時系列 (平成24年9月22日(土))

- 8:30 協力会社が作業前朝礼及びTBM-KYにて、当日の作業内容を確認
- 8:40 当社工事所管グループは、協力会社から当日の作業内容の説明を受け確認
- 9:38 遠隔操作重機による鉄骨がれき撤去作業開始
- 10:00 撤去場所(鉄骨がれき“a-1”)付近の雰囲気線量をリモート線量計にて測定
- 10:01 併行して鉄骨がれき“a-1とa-2”と鉄骨がれき“6-2と7”の切断を試みたが切断できなかった。
そこで、鉄骨がれき“a-1”と“a-2”の切断撤去開始
- 10:36 鉄骨がれき“a-1”の撤去完了
- 10:36 鉄骨がれき“a-2”の撤去開始
- 11:05 油圧カッターで鉄骨がれき“6-2と7”との取合い部の切断を試みたが、切断できず鉄骨がれき“a-2”の撤去作業を中断
- 11:05 鉄骨がれき“b”が作業開始時点の位置に対して動いている(不安定な状態で半水没している)ことに気づき、当社工事所管グループと協力会社で協議し、油圧フォークで撤去作業を行うことを決定
- 11:07 鉄骨がれき“b”を油圧フォークで掴みに行ったところ、油圧フォークの先端が鉄骨がれき“b”に触れた時に鉄骨がれき“b”が使用済燃料貯蔵プール水中へ滑り落ちて水没

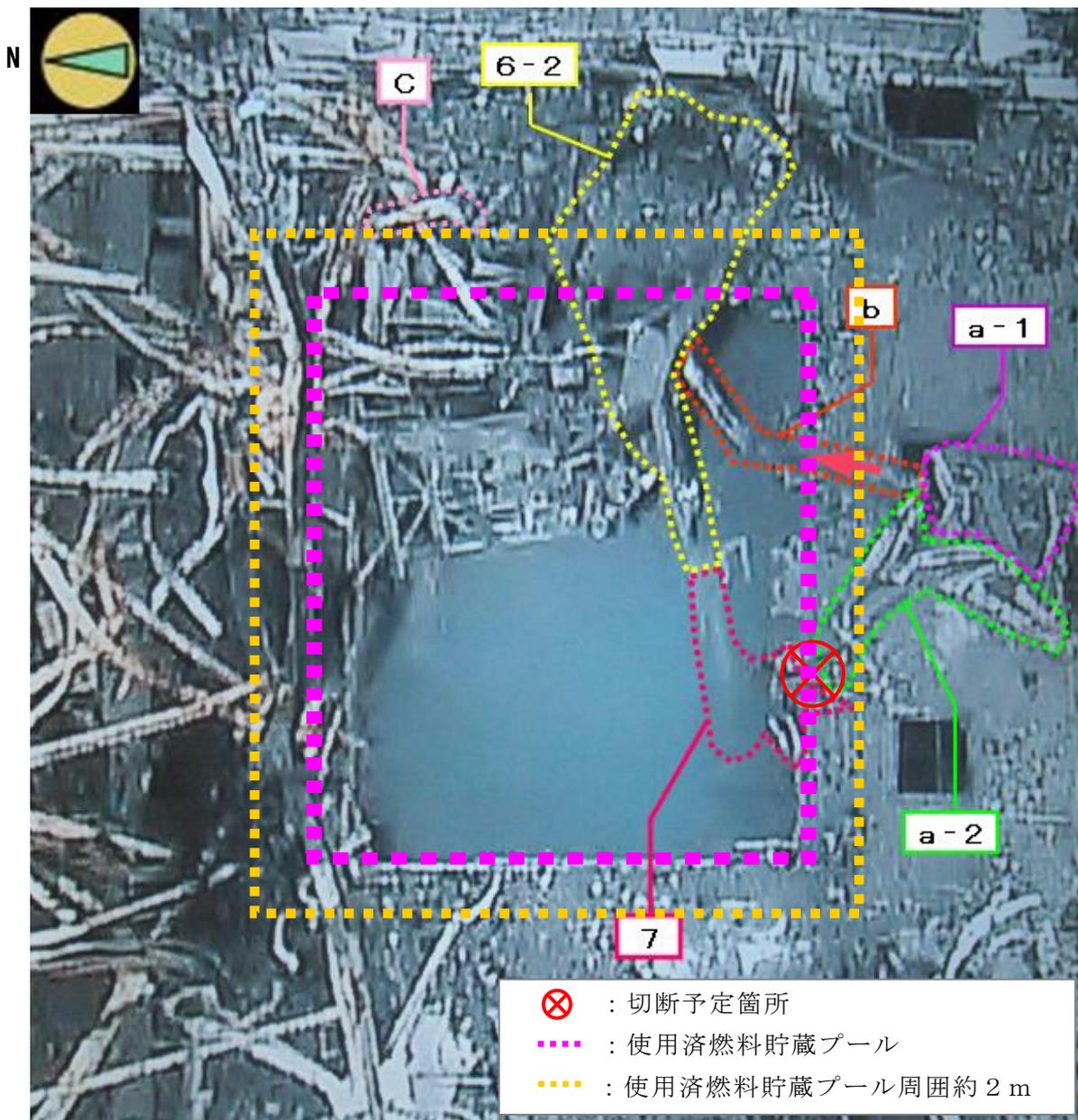


図-2 使用済燃料貯蔵プール状況（平成24年9月22日）

3. 鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことによる使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック及び使用済燃料貯蔵プールの健全性への影響評価

(1) 周辺環境等への影響確認結果

使用済燃料貯蔵プール内へ鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことにより、使用済燃料や使用済燃料貯蔵プールへの機械的な影響、ひいては周辺環境等への影響が考えられることから、予め定めた以下の項目を確認した。

- a. 使用済燃料貯蔵プール周辺での雰囲気線量については、クローラクレーンで吊り下げた線量計を使用済燃料貯蔵プール上空に設置し測定したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。
- b. 使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度については、使用済燃料貯蔵プール代替冷却一次系の出口側にて使用済燃料貯蔵プール水を採取し分析を実施したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。
- c. スキマーサージタンク水位については、事象発生前後で鉄骨がれきの滑落が原因と思われる有意な変化は確認されなかった。
- d. 敷地境界における線量率については、モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストのデータを確認したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。
- e. 使用済燃料貯蔵プール水面の状況については、クローラクレーンに取り付けた監視用カメラにより確認したところ、事象発生前後で使用済燃料貯蔵プール水位等に有意な変化は確認されなかった。

(添付資料－1)

(2) 使用済燃料貯蔵プール内の水中カメラによる確認結果

使用済燃料貯蔵プールに滑り落ちて水没した鉄骨がれき（以下、「当該鉄骨がれき」という）の位置や状況、使用済燃料や使用済燃料貯蔵プールライナへの影響を確認するため、平成24年9月24日～27日にかけて水中カメラにより使用済燃料貯蔵プール内部を調査した結果、以下のことが確認された。

- a. 使用済燃料貯蔵プールの水中で確認された鉄骨がれきを、当該鉄骨がれきと推定した。推定された当該鉄骨がれきは、使用済燃料貯蔵プール南東付近で確認され、その下端は使用済燃料貯蔵ラックの上面付近にあり、上端は水面から1 m下の鉄骨がれきに乗っている状態であることを確認した。
- b. 当該鉄骨がれきの下端は、使用済燃料貯蔵ラックには接触しておらず、また、当該鉄骨がれきの下端の下には使用済燃料は貯蔵されていないことを確認した。
- c. 当該鉄骨がれきは使用済燃料貯蔵プール南東の燃料チャンネル着脱機の付近から滑落したことから、近傍を水中カメラで観察した。

その結果、使用済燃料貯蔵プールライナに損傷がないことを確認した。

以上の結果、当該鉄骨がれきは使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック及び使用済燃料貯蔵プールライナに接触しておらず、各々に影響は確認されていない。

(添付資料－ 2)

(添付資料－ 3)

4. 誤って鉄骨がれきが滑り落ちて水没した事象の原因究明及び再発防止策

当社は、使用済燃料貯蔵プールに鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことを受け、第3号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事の工事所管グループに監理方針と事象発生当日までの監理経緯の確認を実施し、協力会社には、当初作成の鉄骨がれき撤去手順から事象発生当日までの変更管理経緯と施工段階での作業管理状況の確認を実施した。

その確認結果より、直接要因とその背後要因について整理し、原因を分析し、再発防止策をとりまとめた。

なお、今後、当社は、監理方針に基づき監理することの再徹底を行う。そして協力会社には再発防止策を確実に実施させるとともに、当社は、その内容を確実に確認する。

(1) 使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業の撤去計画方針

当社は、第3号機原子炉建屋周辺が高放射線環境下であることから、原子炉建屋オペレーティングフロア上のがれき撤去作業にあたり、作業員の被ばく線量低減のため、原子炉建屋周辺に構築した構台および地盤面より遠隔操作による無人重機を用いて省人化施工により撤去する方針としている。
(添付資料-4)

がれき撤去作業は、使用済燃料貯蔵プールにがれきが落下するリスクを早期に防止するため、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの撤去を先行して実施し、がれき撤去後、使用済燃料貯蔵プール上部に養生材を設置する計画とした。

また、使用済燃料貯蔵プール周辺のがれき撤去作業は、使用済燃料貯蔵プール上部ががれきに埋もれているため、リスクが比較的少ない使用済燃料貯蔵プール周囲のがれきから撤去する計画とした。

(2) 使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業の監理方針

当社は、原子力安全（燃料の健全性）に係わる請負作業については、原子力安全に影響を及ぼすことがないように、当社の責任の下で、協力会社に工事の作業の重要度に応じた安全・品質確保に必要な指示・要請を行い、工事の管理をお願いするとともに、その実施状況を確認することを基本としている。

当社は、使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業に際し、上記を基本に以下の方針で工事監理を行った。

「福島第一原子力発電所第1～4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書（その2）（改訂2）」^{※2}の内、「が

れき撤去等の手順に関する説明書」に基づく。

※2：平成24年3月7日 原子力安全・保安院に提出

a. 計画段階

①上記説明書に基づき、以下の流れで、計画（がれき撤去作業手順）を立案する。

- ・事前調査（図面、写真、CG等）に基づき協力会社が作成した安全計画に対し、安全事前評価を実施する。
- ・安全事前評価の指摘事項、追加調査結果（水中カメラ等）等をもとに、協力会社は、撤去計画を立案する。
- ・当社内関係グループにて撤去計画を精査した上で、協力会社は撤去計画を確定し、撤去手順を作成する。
- ・当社は、上記撤去手順を確認する。

②使用済燃料貯蔵プールへの落下リスクを考慮したがれきの状況を下記の通り区分し、撤去手順を計画する。

- ・使用済燃料貯蔵プール内または上空に一部架かっている鉄骨がれき
 - 落下リスクがより高いので、撤去対象毎に把持位置と切断位置を明記した撤去手順を策定する。
- ・その他のがれき
 - がれきの種別ごとに撤去手順を策定する。

③事前にながれきの状況を完全に把握することは困難であるため、がれきの撤去の進展に伴い、適宜、追加調査、撤去手順の見直しを行う。

b. 施工段階

①使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業時は、当社工事所管グループ監理員が、遠隔操作室に常駐して、監理する。

②当社工事所管グループ監理員は、作業当日、協力会社が作成した当日の作業計画を確認する。

(3) 事実関係と原因の洗い出し

発生した事象の事実関係と原因についての洗い出しを実施した。

なお、当社は、使用済燃料貯蔵プール周辺のがれき撤去作業に先立ち、第3号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事のオペレーティングフロア上にあるがれき撤去作業について、安全事前評価を開催し、がれき撤去作業の安全計画について確認している。

(添付資料－5)

a. 事実関係と直接要因の洗い出し

当該鉄骨がれきの現状分析と直接的な要因について下記のように整理をした。

① 当該鉄骨がれきは、他の鉄骨がれきに接続されていなかった。

→ 協力会社は、使用済燃料貯蔵プール滑り落ちて水没した鉄骨がれきは、他の鉄骨がれきに接続されていると判断していた。【直接要因 A】

② 当該鉄骨がれきは、他の鉄骨がれきを切断中に、切断に伴う振動の影響により動いた。

→ 撤去作業中の鉄骨がれきが切断により振動し、当該鉄骨がれきに伝わった。

→ 協力会社は、「鉄骨がれきの撤去手順」の計画を変更する際に、撤去に関する他のがれき等へのリスク評価を十分に実施していなかった。【直接要因 B】

③ 当該鉄骨がれきを油圧フォークで掴まえようとしたところ、使用済燃料貯蔵プールに滑り落ちて水没した。

→ 油圧フォークで掴まえようとした時点では、当該鉄骨がれきは、不安定な状態で半分水没していた。

→ 協力会社と当社工事所管グループ監理員は、切断する鉄骨がれきの撤去作業中、当該鉄骨がれきが動いたことに気付かなかった。【直接要因 C】

(4) 原因分析

4.(3)で洗い出した直接要因の背後要因を探るため、「鉄骨がれき撤去手順」の策定・変更における作成段階と確認段階、また、施工段階の各段階について分析した。

分析結果に基づき、直接要因とその背後要因を整理し、下記のように原因をとりまとめた。

(添付資料－6)

【直接要因 A】

①協力会社は、当該鉄骨がれきは、他の鉄骨がれきに接続されていると判断

していた。

【原因 A】

- ①： 協力会社は、切断を要する鉄骨がれき撤去手順の作成時に事前に調査分析を実施していたが、必ずしも十分にはできてはいなかった。

【直接要因 B】

- ②協力会社は、「鉄骨がれきの撤去手順」の計画を変更する際に、撤去に関する他のがれき等へのリスク評価を十分に実施していなかった。

【原因 B】

- ②： 協力会社は、作業当日の朝に、予め当社と協力会社で確認していた「鉄骨がれき撤去手順」に示されていない切断を要する鉄骨がある旨を当社工事所管グループ監理員に説明したが、当社と協力会社は、「鉄骨がれき撤去変更手順」について撤去に関するリスク評価を確認しないまま作業を開始してしまった。

【直接要因 C】

- ③協力会社と当社工事所管グループ監理員は、切断する鉄骨がれきの撤去作業中、当該鉄骨がれきが動いたことに気付かなかった。

【原因 C】

- ③： 協力会社は、鉄骨がれき撤去作業中、他のがれきが使用済燃料貯蔵プールへ落下するリスクがあるため、使用済燃料貯蔵プールを監視する専任の担当者を配置していたが、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの挙動を監視する監視担当者がいなかった。

(5) 再発防止対策

当社は、再発防止対策として、4.(2)に記載した使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業の監理方針の再徹底を行い、各原因に対して、下記対策を協力会社に確実に実施させると共に、当社は、その内容を確実に確認する。また、がれき撤去作業手順の確認フローを見直し、確実に実施する。

(添付資料－7)

【原因 A】

- ①： 協力会社は、「鉄骨がれき撤去手順」の作成時に事前に調査分析を実施していたが、必ずしも十分にはできてはいなかった。

【対策 A】

①-1：協力会社は、「鉄骨がれき撤去手順」の作成時に、鉄骨端部の状況が未確認の鉄骨がれきは、可能な範囲においてクローラクレーンに取り付けた監視用カメラで調査を行い、必要に応じ撤去におけるリスク評価も含めた「鉄骨がれき撤去手順」の見直しを確実に実施し、当社は確認する。

(添付資料－7 STEP 3)

①-2：協力会社は、鉄骨端部の状況が未確認の鉄骨がれきが、がれき撤去作業の進捗からも確認できない場合は、クローラクレーンの解体ツール（油圧ペンチ等）を用いて試し吊りなどにより状況調査を実施し、協力会社により確認を行った上、撤去におけるリスク評価も含めた「鉄骨がれき撤去手順」の見直しを実施し、当社は確認する。

【原因B】

②：協力会社は、作業当日の朝に、予め当社と協力会社で確認していた「鉄骨がれき撤去手順」に示されていない切断を要する鉄骨がある旨を当社工事所管グループ監理員に説明したが、協力会社と当社は、「鉄骨がれき撤去変更手順」について撤去におけるリスク評価を確認しないまま作業を開始してしまった。

【対策B】

②-1：協力会社は、予め当社と協力会社で事前に確認していた切断を要する「鉄骨がれき撤去手順」に示されていない鉄骨がれきがあることを認識した時点で「鉄骨がれき撤去手順」を見直し、撤去におけるリスク評価も含めた「鉄骨がれき撤去手順」を、当社は確認する。

②-2：協力会社は、鉄骨がれき撤去を実施した日の作業終了時、翌日以降の作業計画に「鉄骨がれき撤去手順」の変更、使用済燃料貯蔵プールへ落下が想定される新たな鉄骨がれきの有無について、当社は確認をする。

(添付資料－7 STEP 4)

【原因C】

③：協力会社は、鉄骨がれき撤去作業中、他のがれきが使用済燃料貯蔵プールへ落下するリスクがあるため、使用済燃料貯蔵プールを監視する専任の担当者を配置していたが、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの挙動を監視する監視担当者がいなかった。

【対策C】

③：協力会社は、使用済燃料貯蔵プールへ落下が想定される鉄骨がれき撤

去作業中は、常に使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの挙動を監視する専任監視担当者を配置する。当社は、専任監視担当者が監視していることを確認する。

5. 鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プールに落下し、万が一使用済燃料が破損した場合を考慮した安全確保策

鉄骨がれき等^{※3}が使用済燃料貯蔵プールに落下した場合、落下の状況によっては、一部の使用済燃料の被覆管が機械的に破損する可能性が考えられる。

万が一使用済燃料の被覆管が破損した場合には、燃料棒内部から核分裂生成物が使用済燃料貯蔵プール水中に放出され、固体状及び水溶性の核分裂生成物の大部分は、使用済燃料貯蔵プール水中で捕捉されるものの、希ガス等一部の核分裂生成物が大気中へ放出されるとともに、使用済燃料貯蔵プール周辺の雰囲気線量が一時的に上昇する可能性も考えられることから、鉄骨がれき等の落下を確認した場合には、原子炉建屋5階オペレーティングフロアの雰囲気線量やスキマーサージタンク水位等の関連データを確認した上で、状況に応じて以下の対応を行う。

※3：鉄骨がれき等とは、人頭大（約 300 mm角）以上のコンクリート塊または鉄骨などをいう。

（1）工事所管グループから復旧班長への連絡

当社工事監理員は、鉄骨がれき等の落下を確認した場合には、直ちに復旧班長へ連絡するとともに、他の鉄骨がれき等が落下する危険が無いことなどを確認した上で撤去作業を中断する。

（2）復旧班長から緊急時対策本部内への報告及び避難指示発令

- a. 復旧班長は、当社工事監理員から鉄骨がれき等の落下の連絡を受けたら速やかに緊急時対策本部（現地対策本部長）へ報告するとともに、当社工事監理員へ作業中断及び落下状況の確認を指示する。
- b. 緊急時対策本部（現地対策本部長）は、各班長に以下の対応を指示する。
 - ①発電班長は、スキマーサージタンク水位に異常な低下がないか確認する
 - ②保安班長は、モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストの指示に有意な変化がないか確認するとともに、準備が整い次第、使用済燃料貯蔵プール水の放射能分析を行う
 - ③復旧班長は、工事所管グループに原子炉建屋5階オペレーティングフロアの雰囲気線量の測定及びクローラクレーンに取り付けた監視用カメラにより、使用済燃料貯蔵プール北西側にあるスキマーサージタンク流入口付近を基準点として、使用済燃料貯蔵プール水面の状況を確認するよう指示する
 - ④復旧班長は、工事所管グループに、準備が整い次第、水中カメラによる使用済燃料貯蔵プール内に落下した鉄骨がれき等の状況確認及

び使用済燃料、使用済燃料ラック、使用済燃料貯蔵プールライナの破損状況を確認するよう指示する

- c. 各班長は、上記 b. ①～④で確認した状況の報告を受けたら、速やかに緊急時対策本部（現地対策本部長）へ報告する。
- d. 緊急時対策本部（現地対策本部長）は、以下の関連データのうち一つ以上に有意な変化が確認された場合には、他の関連データ等の変化も確認した上で、周辺環境への影響があると判断した場合には、各班長に発電所構内の全作業員を速やかに屋内退避（休憩所又は免震重要棟）させるよう指示する。
 - ①スキマーサージタンク水位の異常な低下
 - ②原子炉建屋5階オペレーティングフロアにおける雰囲気線量の異常な上昇^{※4}
 - ※4：作業開始前に測定した箇所と同じ位置で雰囲気線量を測定する
 - ③使用済燃料貯蔵プール水面の異常（水面の急激な低下、気泡の発生、変色等の異常）
 - ④モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストの有意な上昇
 - ⑤使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度の有意な上昇

（3）避難指示発令後の対応

- a. 総務班長は、緊急放送システムにより発電所構内で作業している全作業員に向けて、速やかに屋内退避するよう緊急放送を行う。
- b. 各班長は、工事所管グループに作業員を屋内退避させるよう再度指示するとともに、退避状況を確認し報告するよう指示する。
- c. 工事所管グループは、監理する作業に従事している作業員を屋内退避させるとともに、作業員の退避状況（退避場所、退避人数）を確認する。
- d. 工事所管グループは、監理する作業に従事している作業員全員が退避完了したことを確認したら、退避場所、退避人数を各班長に報告する。
- e. 各班長は、工事所管グループからの退避完了報告を受けたら、速やかに緊急時対策本部（現地対策本部長）へ報告する。
- f. 保安班長は、モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストの指示並びに放射線ダストモニタの指示を確認し、必要に応じてダストマスクを着用するよう指示する。

（4）異常が確認された場合の対応操作

- a. 発電班長は、スキマーサージタンク水位の異常な低下が確認された場合には、スキマーサージタンクへの補給を実施する。
- b. 復旧班長は必要に応じて、代替注水手段による使用済燃料貯蔵プー

ルへの補給を設備所管グループに依頼する。

(5) 避難指示解除または作業中断解除

- a. 避難指示解除については、(2) b. ①～④の関連データ等から、作業を再開する上で周辺環境に問題がないことが確認できた段階で、退避指示解除の有無を判断する。
- b. 鉄骨がれき等の撤去作業の再開については、鉄骨がれき等が落下した原因を究明するとともに、再発防止対策を検討し、その有効性を総合的に判断した上で、作業再開の有無を判断する。
- c. 鉄骨がれき等の落下により、使用済燃料の破損が確認された場合には、関係箇所では対応策について別途検討する。

(添付資料－8)

6. 鉄骨がれき等の落下により使用済燃料貯蔵プールが破損し水が漏出した場合の影響評価及び燃料の健全性を維持するための対応策

使用済燃料貯蔵プールは、厚さ約 140～185cm の鉄筋コンクリート製で、さらに厚さ約 6mm のライナで内張りされた構造となっている。

ここでは、鉄骨がれき等の落下により、ライナが破損し、水が漏出した場合の漏えい流量、使用済燃料貯蔵プール水位が水遮へいが有効とされる使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間を算出し、使用済燃料に与える影響を評価する。

(1) 評価条件

影響評価を行う上で必要となる使用済燃料貯蔵プールの主要寸法等の評価条件を表-1に示す。

表-1：評価条件

第3号機使用済燃料貯蔵プール主要寸法	
縦 (m)	約 9.91
横 (m)	約 12.2
高さ (通常水位) (m)	約 11.5
使用済燃料有効頂部 (m)	約 4.23
ライナドレン配管径	25A、Sch80

また、ライナが破損した場合の漏えい流量については、以下の式を用いて評価する。

$$Q = \sqrt{2 \times g \times h} \times S \times 3600$$

Q：漏えい流量 (m³/h)

g：重力加速度 9.807 (m/s²)

h：使用済燃料貯蔵プール水位 (m)

S：開口面積 (m²) (ライナ破損時の開口)

(等価直径を用いて算出。等価直径=4×流路断面積／断面壁面長さ)

(2) 評価結果

使用済燃料貯蔵プールに鉄骨がれき等が縦向きに落下した場合は、ライナ損傷の可能性は高いが亀裂面積は小さく、横向きに落下した場合は、ライナ損傷の可能性は低いが影響面積は大きい。本評価では、保守的に鉄骨が横向きに落下し、設置面積全面 (長さ約 10m、幅約 10mm) に亀裂が発生したと想定し、使用済燃料貯蔵プールからの漏えい流量、使用済燃料貯蔵

プール水位が使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間を評価した結果を表-2に示す。

本想定において、使用済燃料貯蔵プールからの最大漏えい流量は約17m³/h、ライナ破損から使用済燃料貯蔵プール水位が使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間は約43時間となるが、実際には、漏えい経路の圧損があることから、本評価結果よりも漏えい流量は小さく、使用済燃料貯蔵プール水位が使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間は長くなると考えられる。

表-2：評価結果（想定開口）

漏えい開口	長さ約10m、幅約10mmの亀裂
最大漏えい流量 ^{※5}	約17（m ³ /h）
平均漏えい流量 ^{※6}	約15（m ³ /h）
使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間	約43（h）

※5：漏えい初期の漏えい流量

※6：漏えい初期から使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの平均漏えい流量

また、上記想定を超える大開口が発生した場合においても、コンクリート躯体の水密性を考慮すると、漏えい開口はライナドレン配管径が最大となる。この場合の評価結果は表-3となる。

表-3：評価結果（最大開口）

漏えい開口	ライナドレン配管径 (25A、Sch80)
最大漏えい流量	約27（m ³ /h）
平均漏えい流量	約23（m ³ /h）
使用済燃料有効頂部+2m に至るまでの時間	約28（h）

(3) 対応策

使用済燃料貯蔵プールから漏えいが発生した場合は、現場に配備している電動ポンプ、消防車、コンクリートポンプ車(それぞれ補給能力は約30m³/h)を用いて使用済燃料貯蔵プールへの補給を行う。

ライナ破損時の開口を長さ約10m、幅約10mmの亀裂及び最大開口と想定した場合、最大漏えい流量はそれぞれ約17m³/h、約27m³/hであることから、電動ポンプ、消防車、コンクリートポンプ車のうちいずれかを用いた補給を行うことで、使用済燃料貯蔵プール水位を使用済燃料有効頂部+2m以上に保つことができ、使用済燃料の健全性を維持することが可能である。

また、使用済燃料貯蔵プールへの補給作業は約1～6時間で着手可能であ

ることから、使用済燃料貯蔵プール水位が使用済燃料有効頂部+2m に至るまでに十分対応は可能であると考ええる。

7. まとめ

本報告においては、鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことによる使用済燃料等への影響、原因究明および再発防止策、使用済燃料が破損した場合を考慮した安全確保策、使用済燃料貯蔵プールが破損し水が漏出した場合の影響評価及び対応策について調査・検討を実施した。

結果として、今回の鉄骨がれきが滑り落ちて水没した事象は使用済燃料等への影響はなく、周辺環境等へも影響は無いものとする。また、再発防止策及び異常時の対応策については、本報告の通り速やかに対応するものとする。

以 上

使用済燃料貯蔵プール内への鉄骨がれきが滑り落ちて水没した
事象に関する周辺環境等への影響確認結果

原子炉建屋 5 階オペレーティングフロアでの使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去作業において、使用済燃料貯蔵プール内に鉄骨がれきが滑り落ちて水没する事象が発生したことから、周辺環境等への影響の有無について、関連するデータを確認した。

1. 使用済燃料貯蔵プール周辺での雰囲気線量

クローラクレーンで吊り下げた線量計を使用済燃料貯蔵プール上空（平成 24 年 9 月 22 日は西側から約 3.5m，南側から約 4.5m）で水面から高さ約 2 m の位置に設置し、原子炉建屋 5 階オペレーティングフロアの雰囲気線量を測定したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。

(単位：mSv/h)

月日	作業開始前		作業終了（中断）後		備考
	採取時間	雰囲気線量	採取時間	雰囲気線量	
9/17	13:17	31.2	16:00	110.0	
9/18	10:09	100.0	15:34	17.8	
9/19	10:04	27.7	15:20	21.0	
9/20	10:24	110.0	13:51	35.5	使用済燃料貯蔵プール周辺 がれき撤去作業開始日
9/21	9:28	173.0	14:14	94.0	
9/22	9:52	36.1	11:24	24.6 [*]	※鉄骨がれき滑落場所付近 で測定
			11:33	49.6	
			12:00	53.7	
			12:22	27.7 [*]	※鉄骨がれき滑落場所付近 で測定
			12:30	39.6	
			13:00	34.0	
			13:30	35.0	
			14:00	30.1	
			14:30	33.7	
			15:00	36.1	
			15:30	38.8	

2. 使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度

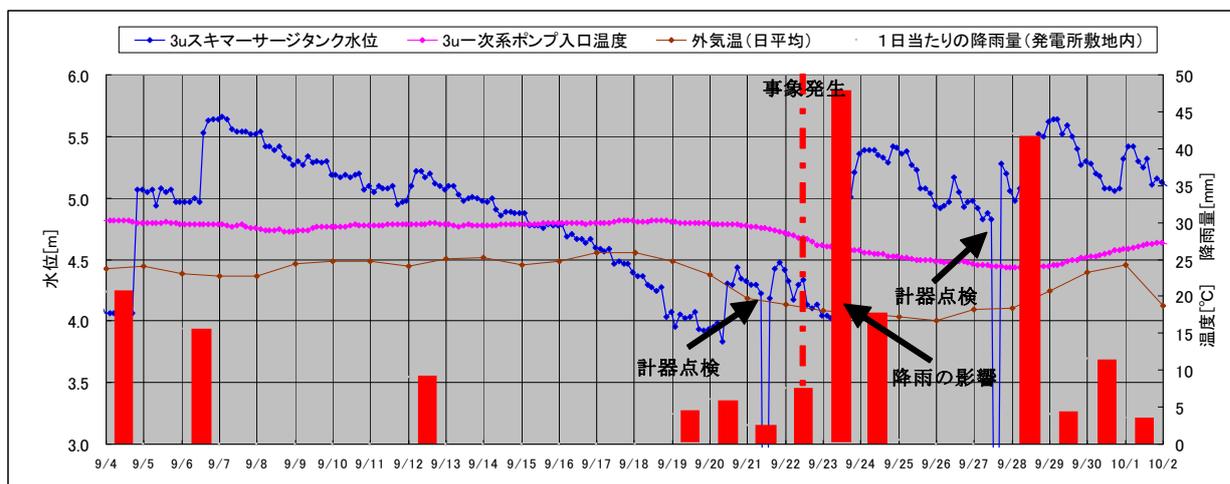
使用済燃料貯蔵プール代替冷却一次系の出口側にて使用済燃料貯蔵プール水を採取して放射能分析を実施したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。

(単位: Bq / cm³)

採取日時	全放射能	Cs-134	Cs-137	I-131	備考
9/21 15:20	6.4×10 ³	2.4×10 ³	4.0×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置停止中
9/22 13:00	5.7×10 ³	2.2×10 ³	3.6×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置運転中
9/23 10:30	6.7×10 ³	2.5×10 ³	4.2×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置停止中
9/24 10:15	6.3×10 ³	2.4×10 ³	3.9×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置停止中
9/26 9:40	6.8×10 ³	2.6×10 ³	4.2×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置停止中
9/28 9:40	6.2×10 ³	2.3×10 ³	3.9×10 ³	ND	可搬式塩分除去装置運転中

3. スキマーサージタンク水位

スキマーサージタンクの水位を確認したところ、事象発生前後で鉄骨がれきの滑落が原因と思われる有意な変化は確認されなかった。

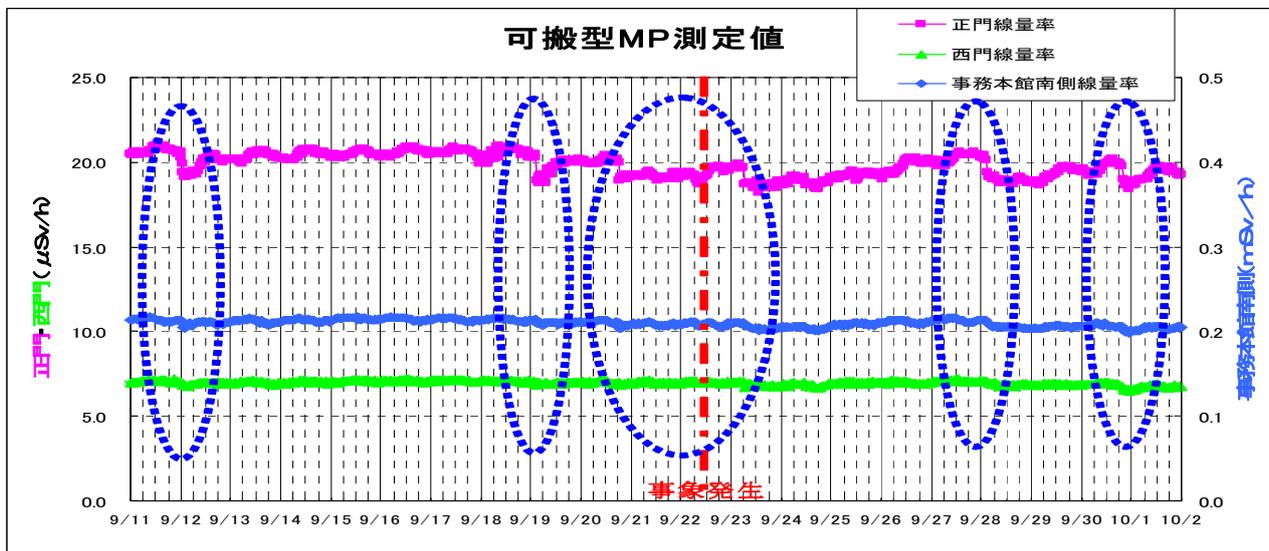
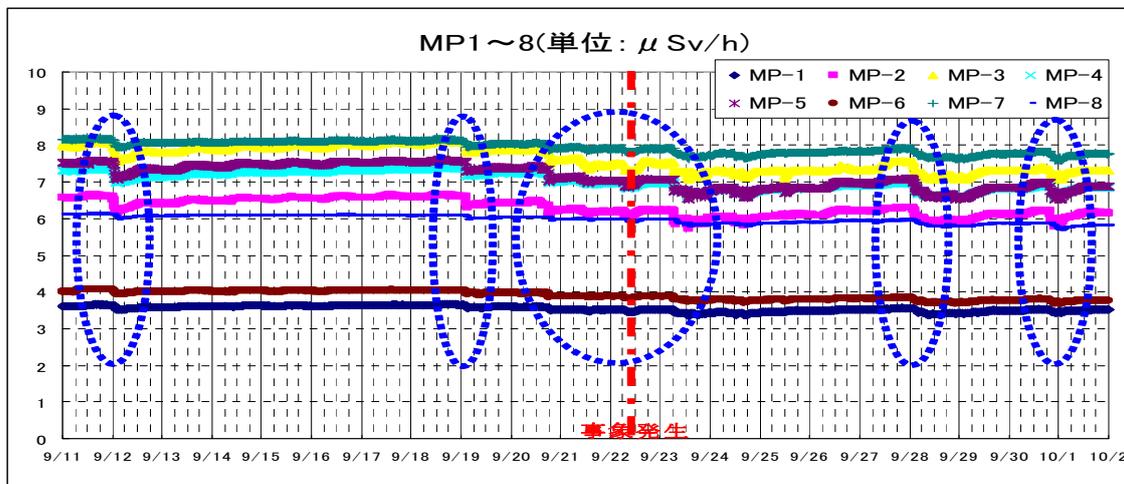


※1：スキマーサージタンク水位はポンプ入口圧力・入口流量から算出しているため多少の変動がある。

※2：1日当たりの降雨量は当日の降雨量データ（10分値）の合計値を表示している。

4. モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストの線量率

モニタリングポスト及び可搬型モニタリングポストで測定している線量率を確認したところ、事象発生前後で有意な変化は確認されなかった。



○ : 降雨の影響による減少

5. 監視用カメラによる確認

クローラクレーンに取り付けた監視用カメラにより、使用済燃料貯蔵プール北西側にあるスキマーサージタンク流入口付近を基準点として、使用済燃料貯蔵プール水面について確認したところ、事象発生前後で使用済燃料貯蔵プール水位などに有意な変化は確認されなかった。

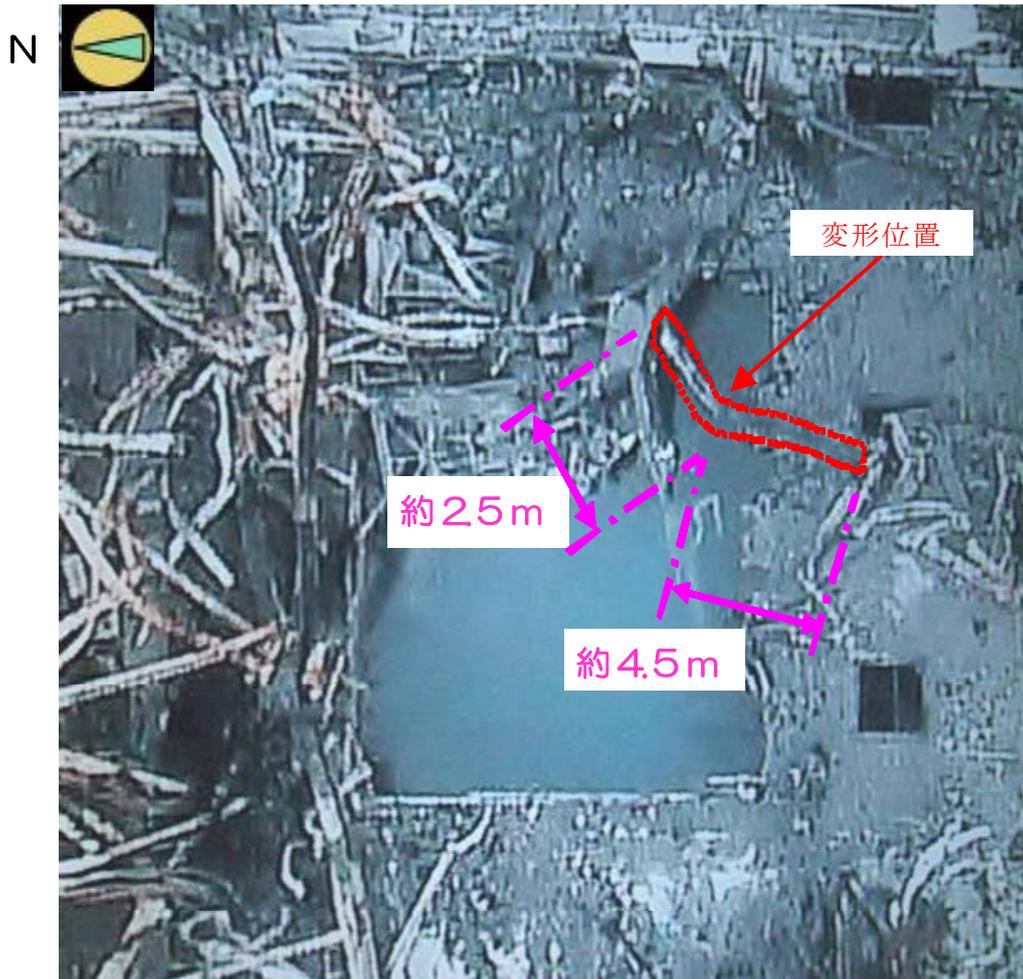
6. 考 察

上記1～5のデータについて確認したところ、いずれも事象発生前後で有意な変化は見られなかったことから、周辺環境等への影響は無いものとする。

使用済燃料貯蔵プールへ滑り落ちて水没した鉄骨がれきの確認結果

1. 水没前の当該鉄骨がれき状況

当該鉄骨がれきは、図－ 1 に示す水没前の画像より、変形位置から鉄骨両端まで距離は約 2.5m、約 4.5m であり、全体の長さは約 7m と推定した。

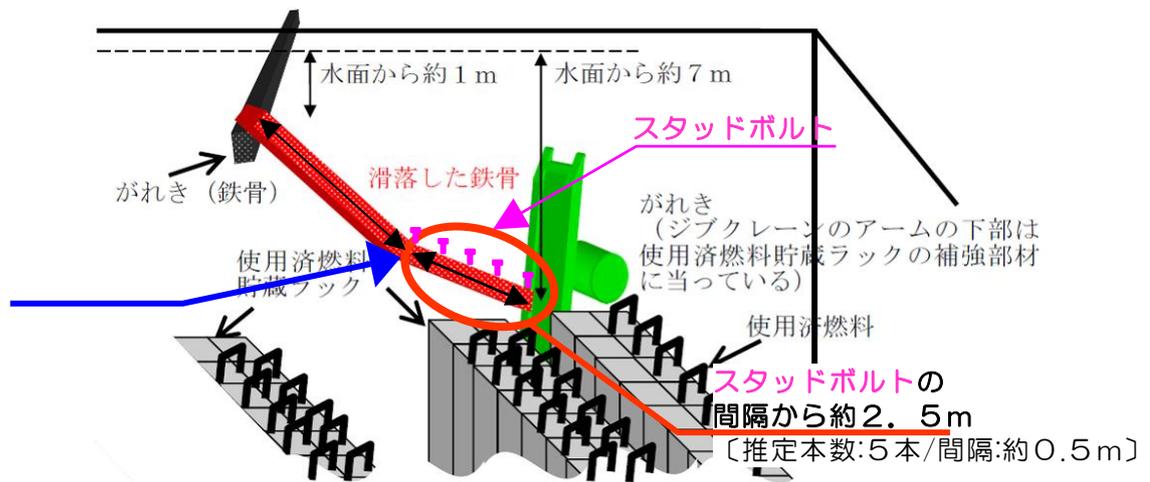


図－ 1 当該鉄骨がれきの状況
【滑り落ちて水没した鉄骨がれき（水没前）】

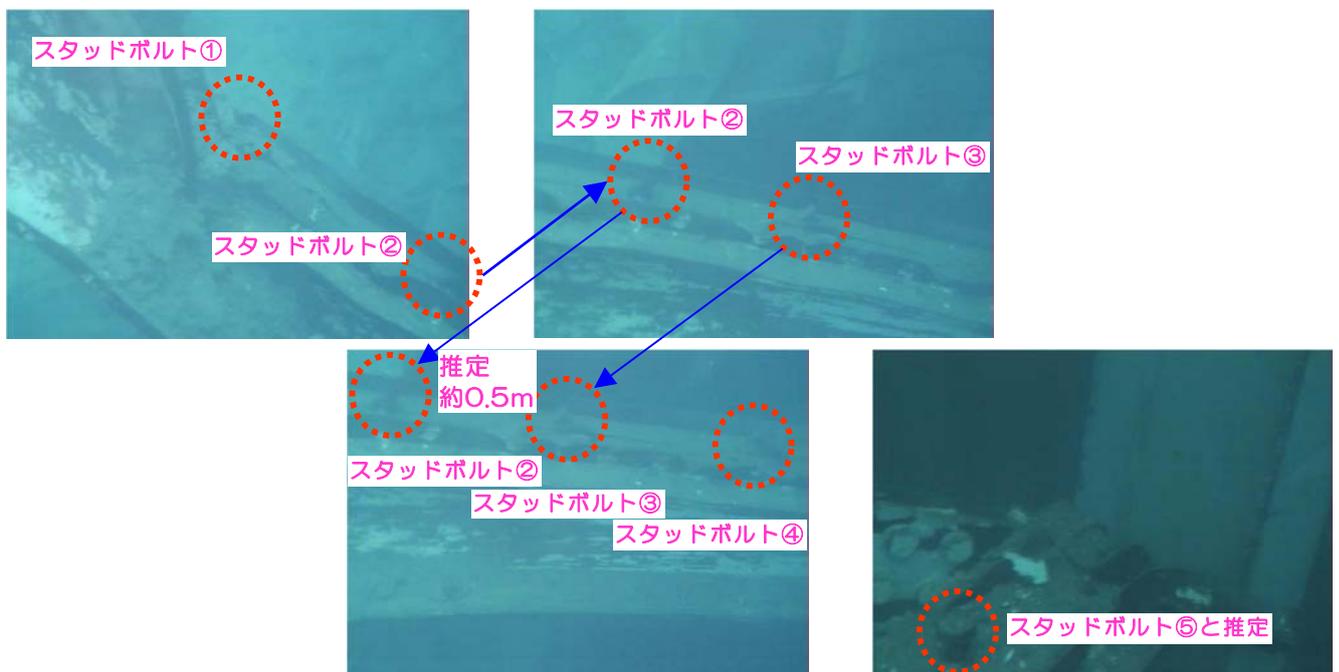
2. 当該鉄骨がれきの推定

水中カメラの調査により確認した鉄骨がれきは、以下の理由から、当該鉄骨がれきと推定した。

- ・鉄骨がれきと同じ種類のH形鋼材であること
- ・発見場所は水没した位置付近であること
- ・当該鉄骨がれきの変形位置とほぼ同じであること
- ・当該鉄骨がれきの長さとはほぼ同じであること



図－2 当該鉄骨がれきのイメージ図



図－3 水中カメラによる画像（平成24年9月27日撮影）

【参 考】

当該鉄骨がれきの推定について

当該鉄骨がれきは、表－1に示す4種類の可能性がある。

なお、事象発生当時、当該鉄骨がれきをb3鉄骨と推定した理由は、以下のとおりである。

- ・クローラクレーンに取り付けた監視用カメラの調査で撮影した写真等では、当該鉄骨がれきの端部を確認できなかったことから、鉄骨がれきの形状と図面を照合し、他の鉄骨がれきと繋がっているb3鉄骨と推定した。
- ・遠隔操作室内の操作用モニターで目視した当該鉄骨がれきの近傍にある鉄骨がれきの大きさとの比較を行い、鉄骨断面形状よりb3鉄骨と推定した。

表－1 当該鉄骨がれきの可能性のある鉄骨一覧表

種類	部材	長さ (m)	重さ (kg)	
b1	H形鋼	H-350×253×12×19	7.2	774.7
b2	H形鋼	H-304×202×10×17	7.2	554.4
b3	H形鋼	H-298×201×9×14	7.2	469.4
b4	H形鋼	H-248×249×8×13	7.2	581.0

b1	b2	b3	b4
350×253×12×19×20	304×202×10×17×18	298×201×9×14×18	248×249×13×18×16

使用済燃料貯蔵プール内の水中カメラによる確認結果

原子炉建屋上部瓦礫撤去工事において、使用済燃料貯蔵プール内へ鉄骨がれきが滑り落ちて水没したことから、当該鉄骨がれきの状態及び使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック、使用済燃料貯蔵プールライナへの影響を水中カメラにより確認した。

1. 当該鉄骨がれきの状態（図－1，図－2，図－3）

当該鉄骨がれきは使用済燃料貯蔵プールの南東付近の使用済燃料貯蔵ラックより高いところにある鉄骨がれきに乗っていることを確認した。当該鉄骨がれきの下端は使用済燃料貯蔵ラック上面付近のがれきに当たっており（水深7m程度、鉄骨下端の下に燃料は収納されていない）、鉄骨上端は水面から1m下の鉄骨がれきに乗っていた。使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック、使用済燃料貯蔵プールライナには接触していなかった。

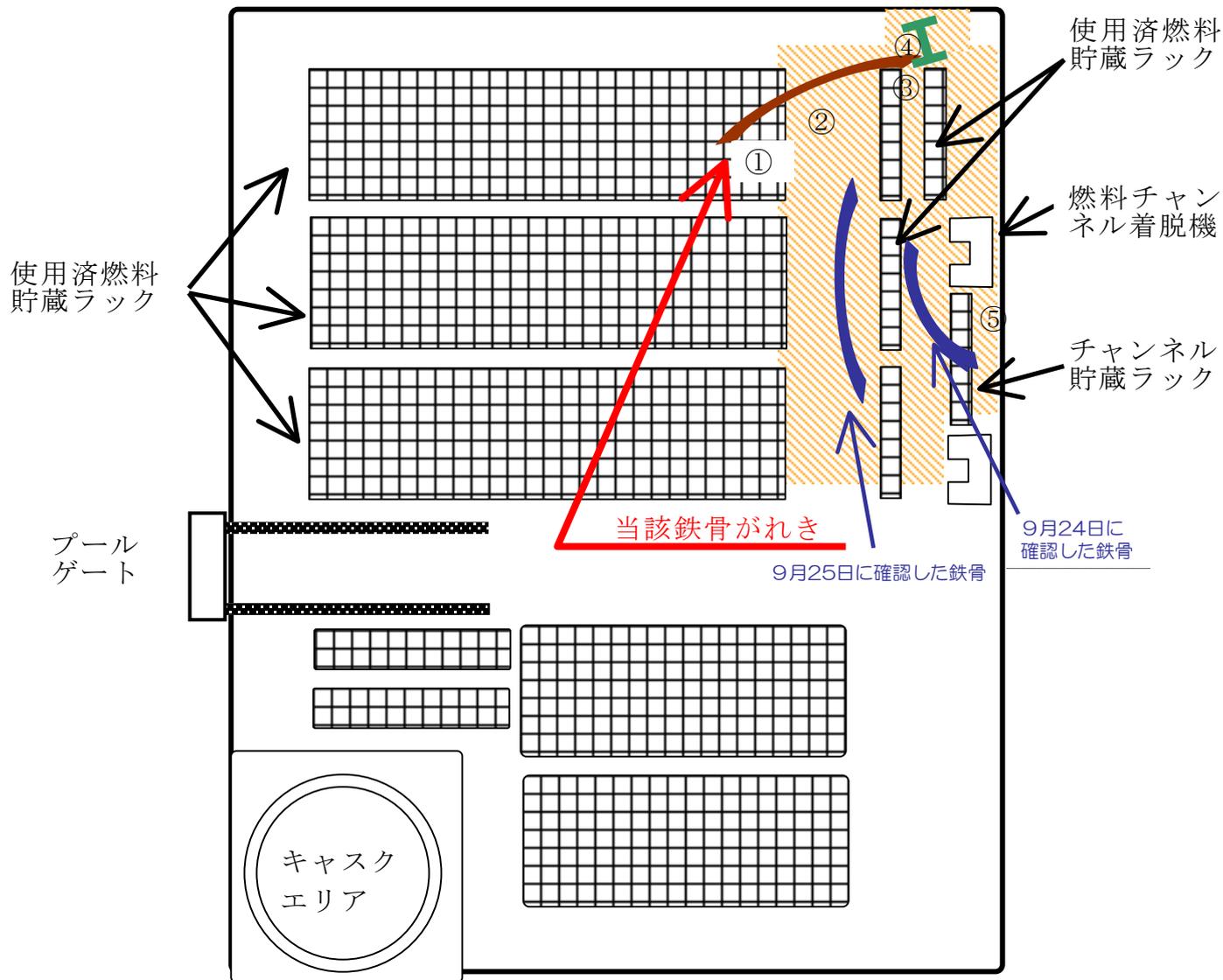
2. 使用済燃料貯蔵プール内（滑り落ちて水没した周辺）確認結果（写真⑤）

鉄骨は使用済燃料貯蔵プール南東の燃料チャンネル着脱機の付近より滑り落ちて水没したことから、近傍を水中カメラで観察した。その結果、使用済燃料貯蔵プールライナに損傷がないことを確認した。

3. まとめ

当該鉄骨がれきは使用済燃料、使用済燃料貯蔵ラック、使用済燃料貯蔵プールライナに接触しておらず、各々への影響は確認されていない。

以 上



▨ : 今回の確認範囲
○ : 写真撮影位置

図-1 水中カメラによる調査範囲と当該鉄骨がれき位置

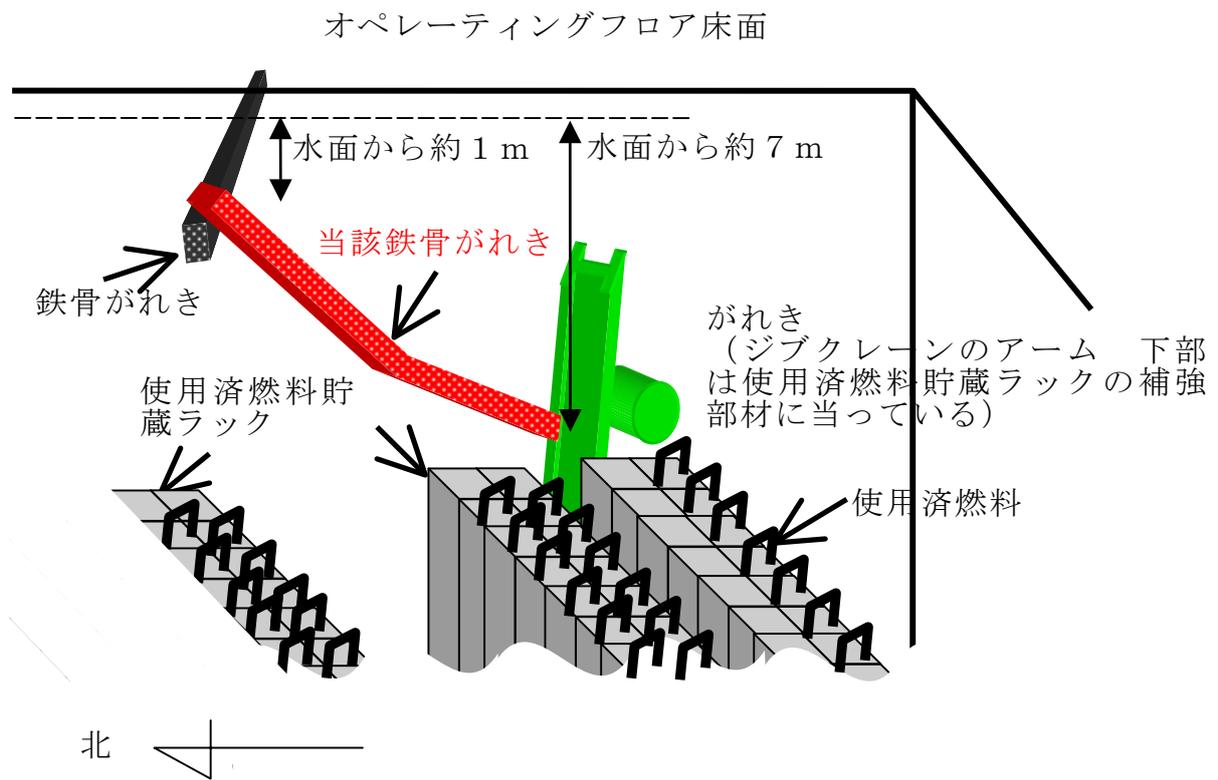
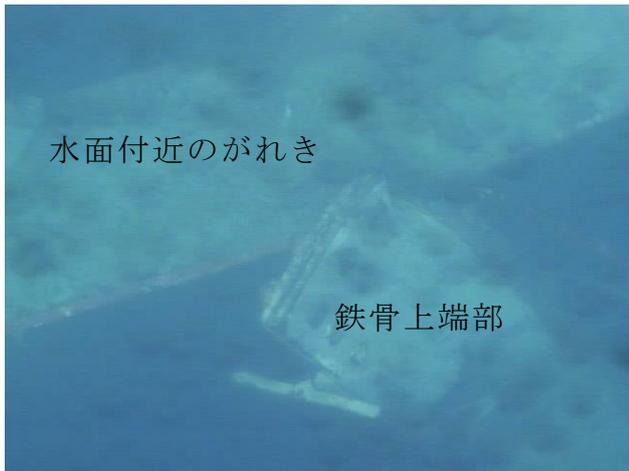


図-2 当該鉄骨がれきの状態



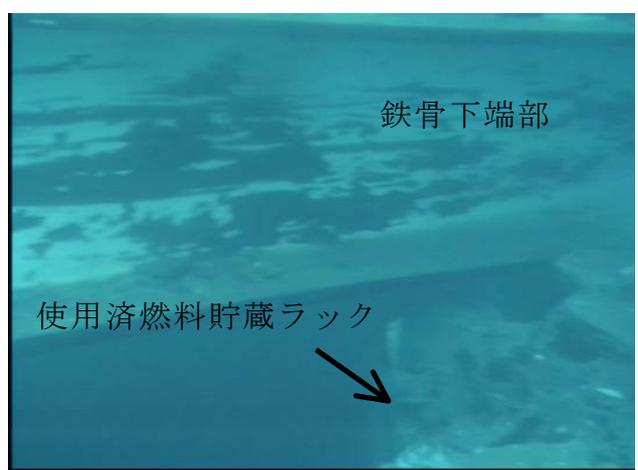
①鉄骨上端部



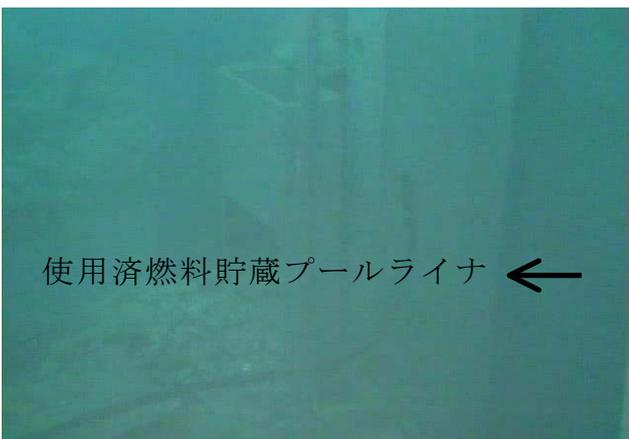
②鉄骨中間部



③鉄骨下端部



④滑落した鉄骨の下
鉄骨は使用済燃料貯蔵ラックに接触していない



⑤使用済燃料貯蔵プールライナ
使用済燃料貯蔵プールライナに損傷はない



⑥使用済燃料貯蔵プール内の状況

図-3 水中カメラ調査による撮影写真 (平成 24 年 9 月 27 日)

【参 考】

現在確認されている最大の鉄骨がれきが万一落下した場合の 線量評価について

使用済燃料貯蔵プール内には燃料取扱機の一部を含む多くのがれきが落下しているものの、プール水の分析結果から、大部分の使用済燃料は健全であると考えている。ただし、一部の使用済燃料が損傷している可能性は否定できないため、現在確認されている最大の鉄骨がれきが万一落下し、使用済燃料が破損すると想定した場合の線量について評価を実施した。

1. 干渉する使用済燃料について

使用済燃料貯蔵プール上部にある現在確認されている最大の鉄骨がれきが切断後に落下することを想定し、これが使用済燃料貯蔵プールの範囲にある全ての使用済燃料が破損すると仮定すると、破損する使用済燃料は90体となる。
(図-1)

2. 評価方法

鉄骨がれきの落下によって、干渉した使用済燃料の被覆管が破損すると仮定し、希ガス等ガス状の核分裂生成物が大気中に放出されることで線量が上昇すると評価する。

また、使用済燃料貯蔵プール内にある使用済燃料は、保守的に一律、炉内滞在期間2000日(熱出力105%として評価。実際は熱出力100%として評価した場合でも1950日未満)、冷却期間365日(実際は800日超過)として評価する。

3. オペレーティングフロア線量率の評価

落下した鉄骨がれきにより90体の使用済燃料が損傷しガス状の核分裂生成物が放出された場合で、この放射能が仮に水面で1点に集中していたとすると、水面から1m離れた場所の線量率は概算で 8 mSv/h (主要核種である Kr-85 を評価)程度である。

この線量率は、オペレーティングフロア周辺線量率(数 100 mSv/h)と比較して小さい。

4. 敷地境界外の実効線量の評価

落下した鉄骨がれきにより90体の使用済燃料が損傷しガス状の核分裂生成物が放出された場合、敷地境界外における線量は概算で $6 \times 10^{-3}\text{ mSv}$ 程度であり、法令に定める発電所敷地境界の線量限度(年間 1 mSv)と比較して十分小さい。

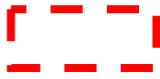
5. まとめ

使用済燃料貯蔵プールの最大鉄骨がれきの下にある全ての使用済燃料が破損すると仮定しても、オペレーティングフロア線量率上昇及び周辺公衆に与える放射線被ばく影響は十分軽微である。

実際には最大の鉄骨がれきが落下した場合でも干渉する使用済燃料体数は仮定より少なく、干渉した場合でも全ての使用済燃料が破損することはない。



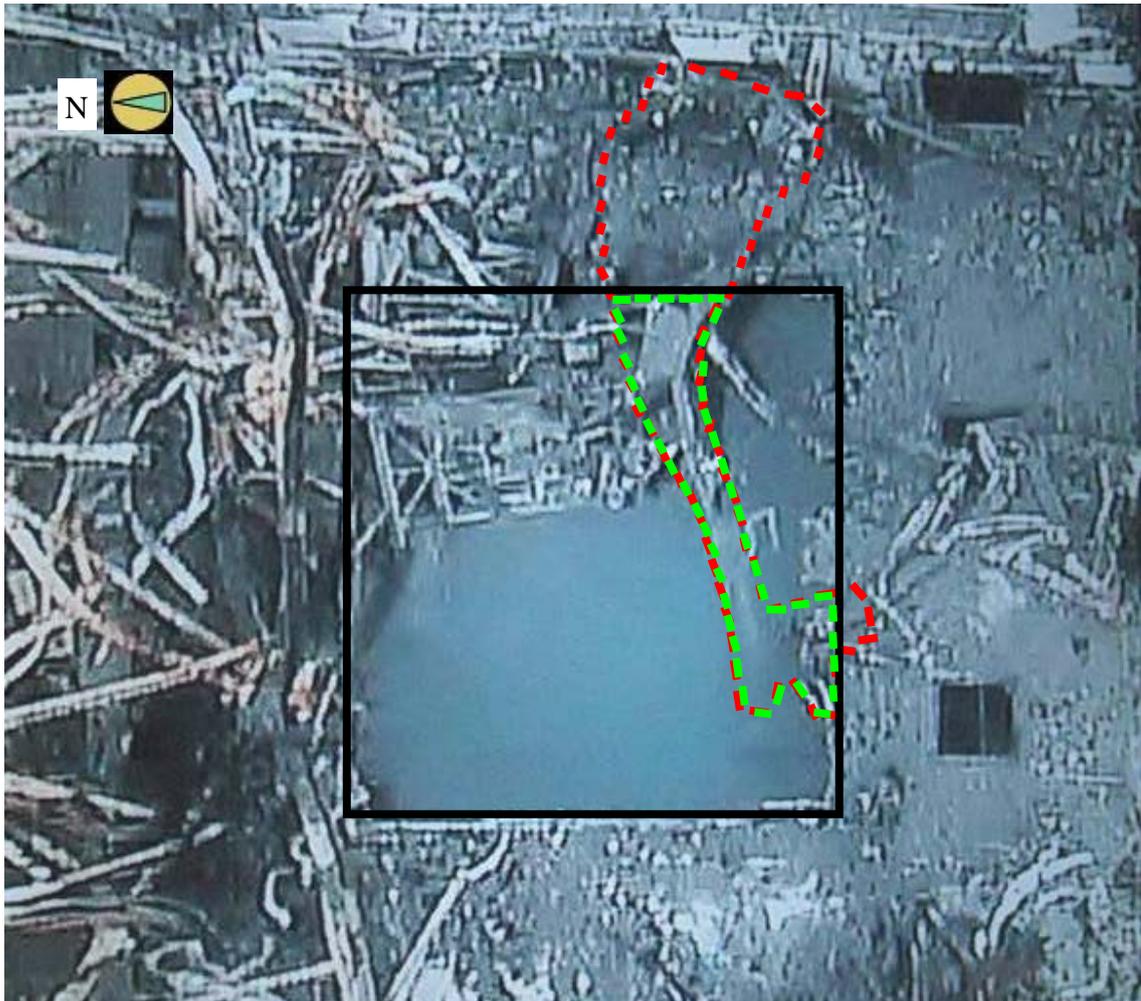
使用済燃料貯蔵プール



使用済燃料貯蔵プール上部にある現在確認されている最大の鉄骨がれき



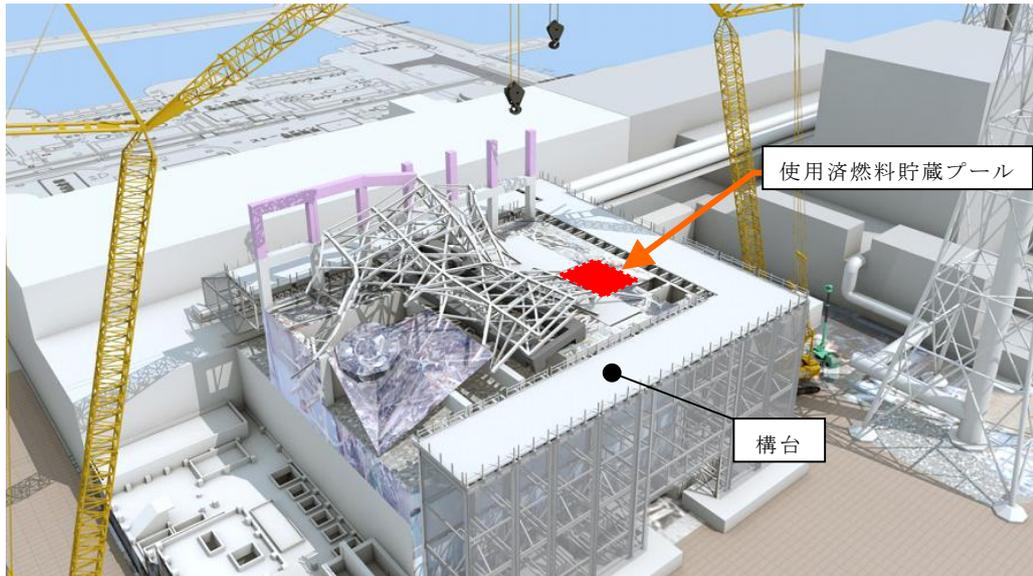
最大の鉄骨がれきが切断後に落下すると仮定した最大の範囲（干渉範囲にある使用済燃料体数：約90体）



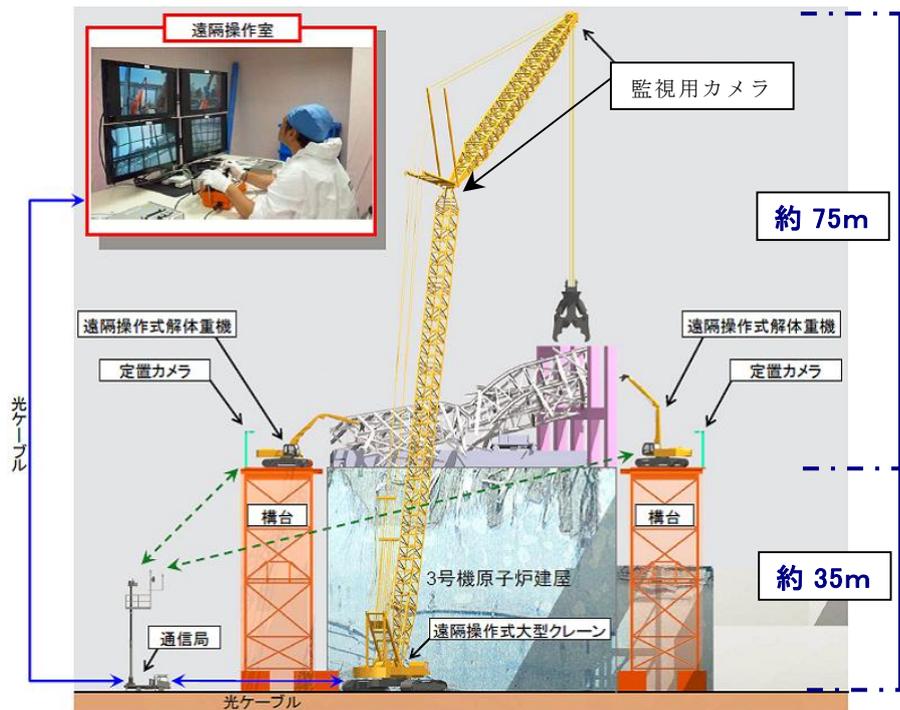
図－1 仮定した干渉する使用済燃料の貯蔵範囲（1）（平成24年9月27日）

原子炉建屋上部瓦礫撤去工事の概要

1. オペレーティングフロア上部がれき撤去解体イメージ
 オペレーティングフロア上部のがれき撤去作業は、遠隔操作による無人重機により実施。



2. クローラクレーン（遠隔操作式大型重機）システムイメージ
 クローラクレーンは、遠隔操作室にて操作を実施。



3. クローラクレーンによる主要解体治具イメージ



油圧フォーク

- ・鋼材の把持(掴む)、吊り降ろし作業に使用



油圧カッター

- ・鋼材の切断に使用



油圧ペンチ

- ・散在がれきの撤去作業に使用



油圧グラブバケット

- ・がれきすくい上げ作業に使用

使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去手順の監理経緯の詳細

1. 使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去手順の監理経緯の詳細

(1) 安全事前評価委員会の実施

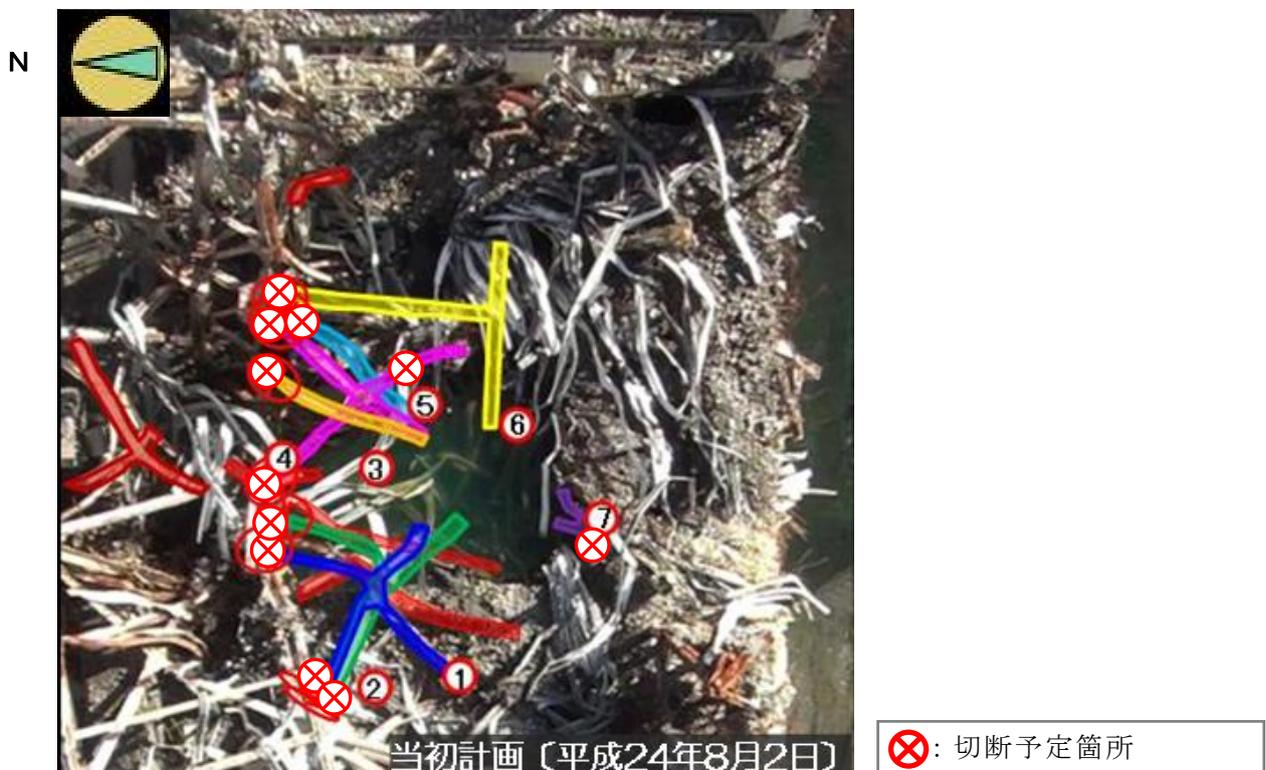
当社は、使用済燃料貯蔵プール周辺のがれき撤去作業に先立ち、第 3 号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事のオペレーティングフロア上にあるがれき撤去作業について、平成 24 年 7 月 11 日に工事所管箇所幹部以下で安全事前評価を開催し、がれき撤去作業の安全計画について確認した。

(2) 鉄骨がれき撤去手順の当初確認 (図－ 1)

当社は、平成 24 年 8 月 2 日に協力会社が作成した使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去手順を確認した。

撤去に関するリスク評価を含めた「鉄骨がれき撤去手順」についても確認した。

なお、当社は、協力会社に使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの撤去の進展に伴い、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの追加調査実施と、調査結果を反映した「鉄骨がれき撤去手順」の見直しを指示し、都度確認することとした。



図－ 1 平成 24 年 8 月 2 日 鉄骨がれき撤去当初手順

(3) 鉄骨がれき撤去変更手順①の確認 (図-2)

当社は、平成24年9月12日に協力会社が平成24年9月7日に実施したクローラクレーンに取り付けた監視用カメラによる使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの追加調査結果を基に、協力会社が作成した「鉄骨がれき撤去変更手順①」の以下の内容を確認した。

- a. 鉄骨がれき“6”は、接続されていなくて、鉄骨がれき“6-1”と鉄骨がれき“6-2”であることと、各鉄骨がれきの撤去におけるリスク評価を含めた撤去方法と順番
- b. 各鉄骨がれきの撤去方法として、把持方法が油圧ペンチまたは油圧フォークのどちらかと把持する箇所



図-2 平成24年9月12日 鉄骨がれき撤去変更手順①

(4) 使用済燃料貯蔵プール内水中カメラ調査 (図-2)

協力会社は、切断を要する鉄骨がれきのうち使用済燃料貯蔵プールに一部浸かっている鉄骨がれきの端部の状況調査を平成24年9月13日に実施した。

当社は、平成24年9月14日に協力会社からの説明で、鉄骨がれき“6-2”と鉄骨がれき“7”以外の鉄骨がれきの端部が水中にある使用済燃料貯蔵ラックやライナなどに干渉しておらず、撤去が可能であることを確認した。

(5) 鉄骨がれき“b”の状況確認 (図-3)

協力会社工事担当者は、平成24年9月14日の作業終了後、当日のがれき撤去の結果も含めた翌日以降のがれき撤去作業計画の検討を実施した。検討の結果、鉄骨がれき“b”が、今後撤去を予定している鉄骨がれき“6-2”に接続されていると、写真と図面から判断した。

協力会社工事担当者は、協力会社内でこの情報を共有はしなかった。

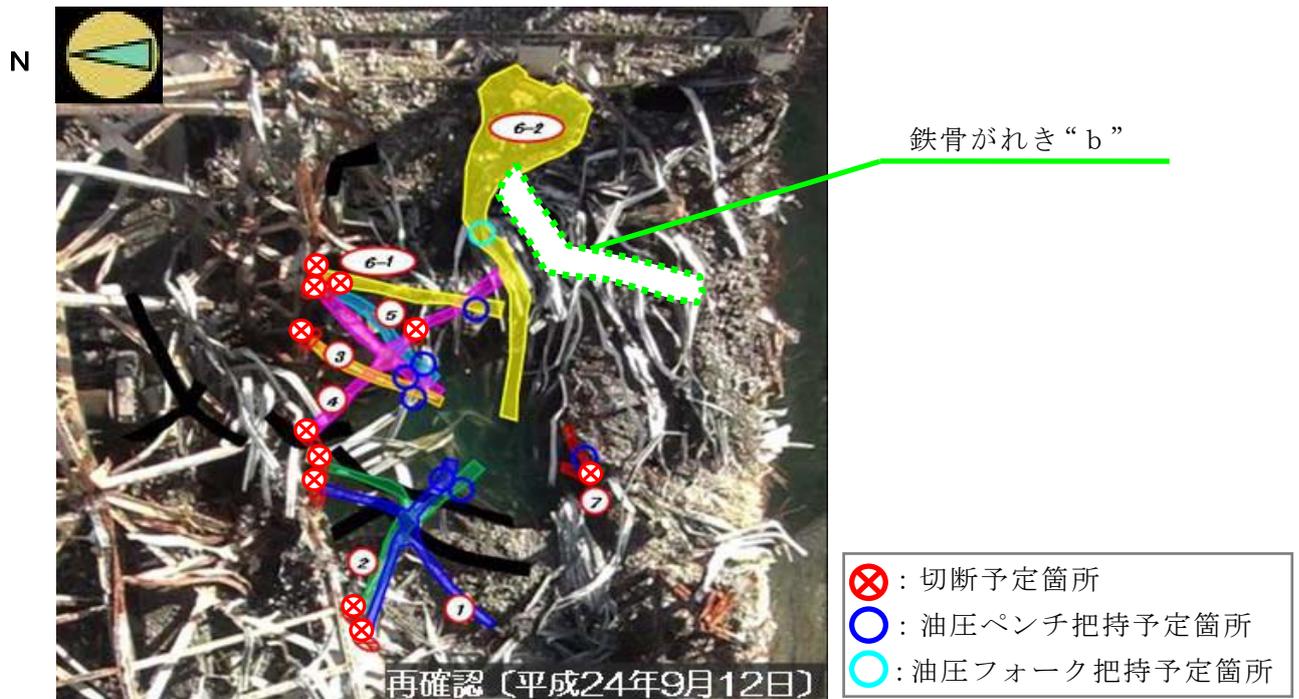


図-3 平成24年9月14日 鉄骨がれき“b”の状況確認

(6) 鉄骨がれき撤去変更手順② (図-4)

当社は、平成24年9月19日に協力会社に対し、平成24年9月13日に実施した水中カメラ調査結果の最終報告を求め、「鉄骨がれき撤去変更手順②」の下記の内容の説明を受け、確認した。

- a. 使用済燃料貯蔵プールに浸かっている鉄骨がれきのうち、これまでの調査で状態が確認できていなかった鉄骨がれき“6-2”が鉄骨がれき“7”と繋がっていること。
- b. 重心位置が鉄骨がれき“7”寄りになることから把持位置は西側に変更となるが、撤去手順そのものは変更がないこと。
- c. 他の使用済燃料貯蔵プールに浸かっている「鉄骨がれきの撤去変更手順①」は、変更がないこと。

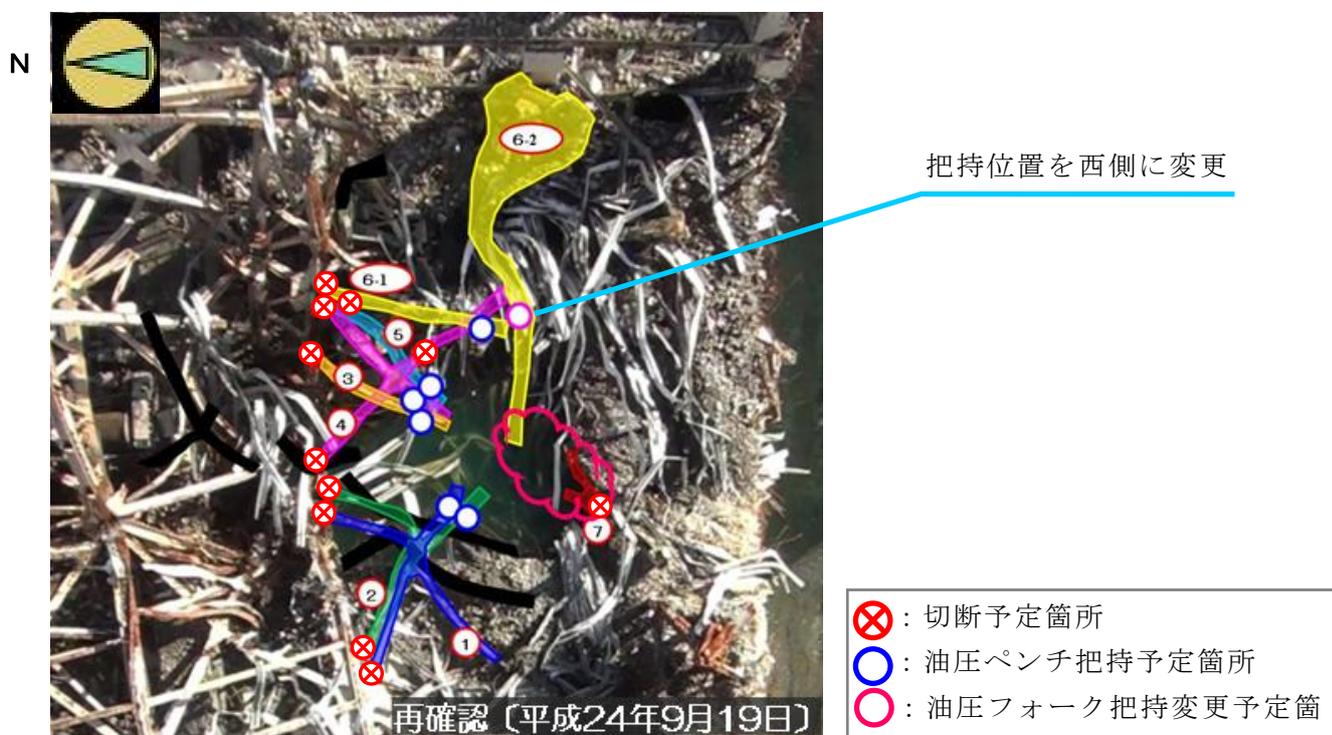


図-4 平成24年9月19日 鉄骨がれき撤去変更手順②

(7) 鉄骨がれき撤去変更手順③

協力会社は、平成 24 年 9 月 20 日の作業終了後、当日のがれき撤去の結果を反映した翌日以降の鉄骨がれき撤去手順の検討を実施した。

平成 24 年 9 月 14 日の協力会社担当者の考えに基づき、写真と図面から鉄骨がれき“b”が鉄骨がれき“6-2と7”に繋がっているものと判断した。

協力会社は、新たに存在が判明した鉄骨がれき“a-1とa-2”も油圧フォークで試しに掴むことで、鉄骨がれき“6-2と7”と繋がっていることを確認した。

鉄骨がれき“a-1とa-2”と鉄骨がれき“6-2と7”、鉄骨がれき“6-2と7”と鉄骨がれき“b”を切断撤去した後、鉄骨がれき“6-2と7”を撤去する鉄骨がれき手順とする計画を作成した。

協力会社は、「鉄骨がれき撤去手順」の新たな計画内容を、当社には説明しなかったため、当社は、「鉄骨がれき撤去変更手順③」について確認できなかった。

(8) 当日の作業計画の確認 (図-5)

当社工事所管グループ監理員は、平成24年9月22日の作業開始前に当日の作業計画を確認しところ、協力会社から鉄骨がれき“a-1とa-2”、鉄骨がれき“b”、鉄骨がれき“6-2と7”の撤去の順番の他、予め事前に当社と協力会社で確認していた「鉄骨がれき撤去変更手順②」から計画を変更したこと、および鉄骨がれき“a-1とa-2”と鉄骨がれき“6-2と7”、鉄骨がれき“6-2と7”と鉄骨がれき“b”を切断するとの説明を受けた。

ただし、この時点で当社と協力会社は「鉄骨がれき撤去変更手順」について撤去に関するリスク評価を確認しないまま作業を開始し、本事象に至った。

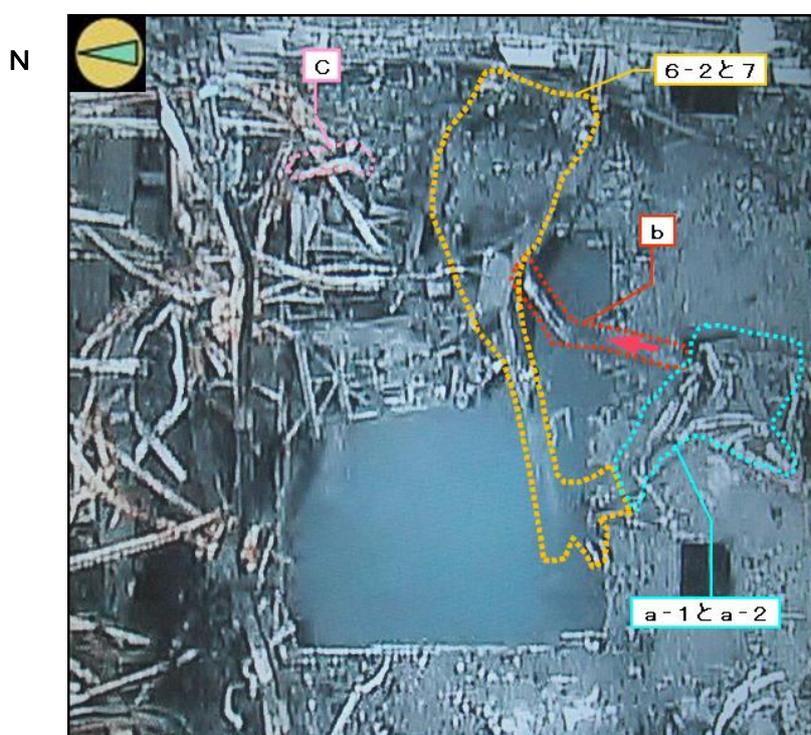


図-5 平成24年9月22日

発生した本事象の背後要因の洗い出し

本報告本文 4. (3) で洗い出した直接要因の背後要因を探るため、「鉄骨がれき撤去手順」の策定・変更における作成段階と確認段階、また、施工段階の各段階について分析した。

(1) 「鉄骨がれき撤去手順」の作成段階

【直接要因 A】：協力会社は、当該鉄骨がれきは、他の鉄骨がれきに接続されていると判断していたが、接続されていなかった。

協力会社は、平成 24 年 9 月 20 日の作業終了後、当日の鉄骨がれき撤去の結果を反映した翌日以降の鉄骨がれき撤去手順の検討を実施した。

写真と図面から当該鉄骨がれきが他の鉄骨がれきに繋がっているものと判断した。

- ・協力会社は、当社が平成 24 年 8 月 2 日に確認した使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去手順の作成までに計 8 回の原子炉建屋上部のがれき調査を実施していた。
- ・協力会社は、当該鉄骨がれきは、平成 24 年 8 月 31 日までに実施した調査では、写真等では鉄骨がれきの端部を確認できないことから、図面と照合し、他の鉄骨がれきと繋がっていると判断した。
- ・協力会社は、平成 24 年 9 月 7 日および平成 24 年 9 月 13 日実施の調査では、当該部分の再調査は実施していなかった。また、それ以降撤去当日に至るまでもクローラクレーンに取り付けた監視用カメラなどによる確認は実施しなかった。

→ 協力会社は、切断を要する鉄骨がれき撤去手順の作成時に事前に調査分析を実施していたが、必ずしも十分にはできてはいなかった。

(2) 「鉄骨がれき撤去手順」の確認段階

【直接要因B】：協力会社は、「鉄骨がれきの撤去手順」の計画を変更する際に、撤去に関する他のがれき等へのリスク評価を十分に実施していなかった。

使用済燃料貯蔵プール内または上空に一部架かり切断を要する鉄骨がれきの撤去は、その他のがれき撤去より使用済燃料貯蔵プールへの落下リスクが高い撤去作業となるため、撤去対象毎に把持位置と切断位置を明記した撤去手順「鉄骨がれき撤去手順」を策定し、監理することとした。

また、上部にあるがれきの撤去が進まないと下に埋まっているがれきの状況把握が困難であることから、当社は、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの撤去が進むことより、協力会社に使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの追加調査実施と、調査結果を反映した「鉄骨がれき撤去手順」の見直しを指示し、都度確認することとした。

- ・当社と協力会社は、平成24年8月2日に鉄骨がれき手順の当初確認を実施して以降、使用済燃料貯蔵プール周辺がれきの追加調査や、使用済燃料貯蔵プール内の調査結果を反映した撤去に関するリスク評価を含めた「鉄骨がれき撤去変更手順」を平成24年9月12日、平成24年9月19日に確認した。
- ・協力会社は、平成24年9月20日の夜に検討し作成した「鉄骨がれき撤去変更手順」について、当社に速やかに説明しなかった。このため、当社は平成24年9月22日の作業開始直前まで手順が変更されていることを確認していなかった。
- ・平成24年9月22日、協力会社は、予め当社と協力会社で確認していた「鉄骨がれき撤去手順」から計画を変更したこと、および当該鉄骨がれきと接続していると判断していた鉄骨がれきを切断するとの説明を当社工事所管グループ監理員が受けた。ただし、この時点で当社と協力会社は「鉄骨がれき撤去変更手順」について撤去に関するリスク評価を確認しないまま、作業を開始してしまった。

→ 協力会社は、作業当日の朝に、予め確認していた「鉄骨がれき撤去手順」に示されていない切断を要する鉄骨がある旨を当社工事所管グループ監理員に説明したが、協力会社と当社は、「鉄骨がれき撤去変更手順」について撤去に関するリスク評価を確認しないまま作業を開始してしまった。

(3) 施工段階

【直接要因C】：協力会社と当社工事所管グループ監理員は、切断する鉄骨がれきの撤去作業中、当該鉄骨がれきが動いたことに気付かなかった。

協力会社は、当該鉄骨がれきが作業開始時点の位置に対して動いている（不安定な状態で半水没している）ことに気付いてなかったが、作業途中の段階で変化に気づき、当社工事所管グループ監理員と協力会社で協議し、油圧フォークで撤去作業を行うことを決定した。

- ・協力会社は、鉄骨がれき撤去作業中、他のがれきが使用済燃料貯蔵プールへ落下するリスクがあるため、使用済燃料貯蔵プールを監視する専任の担当者を配置していた。
- ・その他の協力会社関係者と当社工事所管グループ監理員は、当該鉄骨がれき以外の鉄骨がれきの撤去作業に集中していて、鉄骨がれき撤去作業周辺のがれきの状況について気がついた者はいなかった。

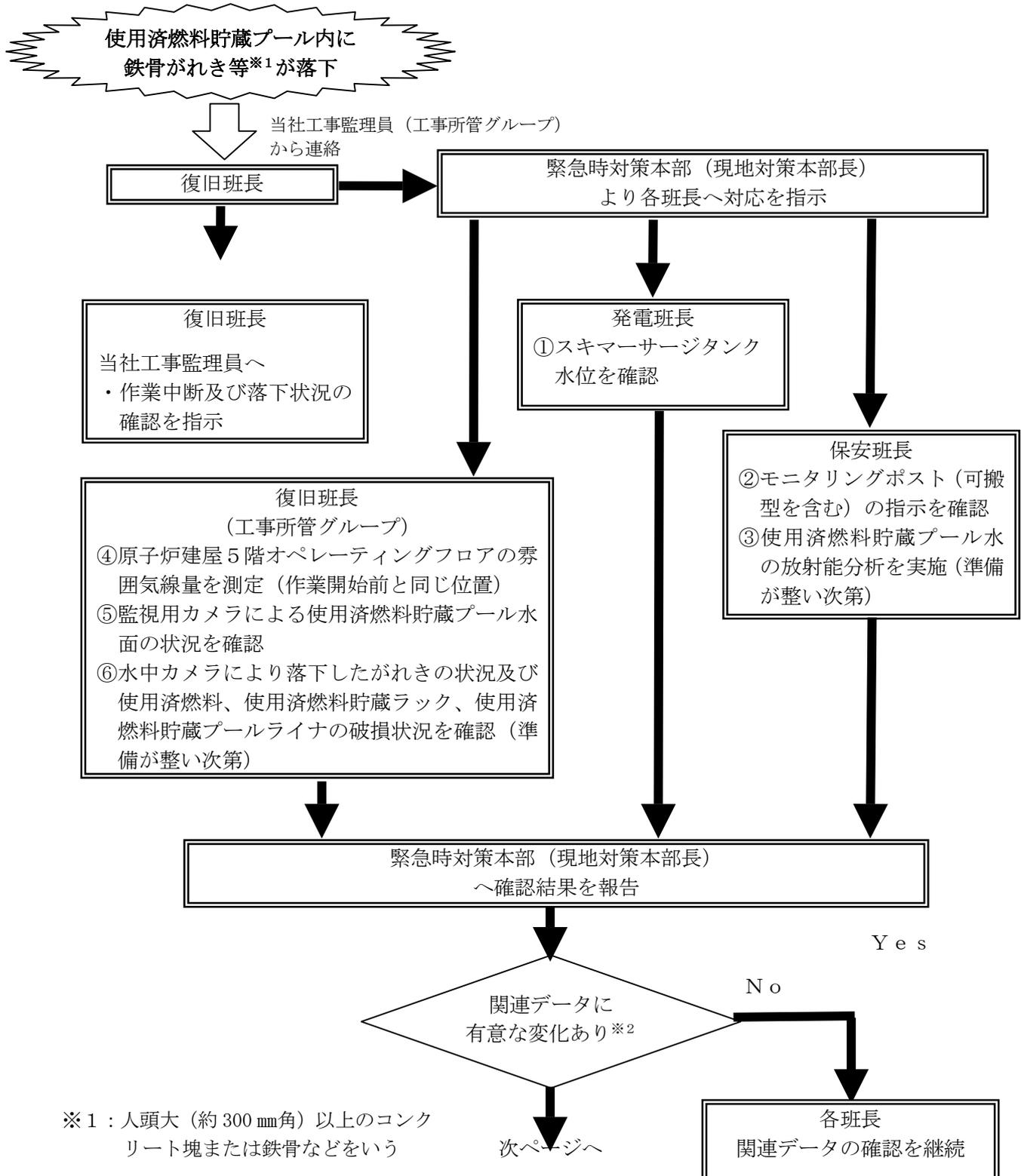
→ 協力会社は、鉄骨がれき撤去作業中、他のがれきが使用済燃料貯蔵プールへ落下するリスクがあるため、使用済燃料貯蔵プールを監視する専任の担当者を配置していたが、使用済燃料貯蔵プール周辺のがれきの挙動を監視する監視担当者がいなかった。

原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 がれき撤去作業手順確認フロー

	フ ロ ー				実施内容	実施期間
	安定化C 建築第一G (工事所管G)	東電関係G	瓦礫撤去JV			
			ゼネコン (躯体関係)	プラントメーカー (設備関係)		
STEP-0 (調査)	調査の 立会		がれき事前調査		調査・計画ルーチン	
STEP-1 (立案)			撤去計画の立案 躯体撤去計画立案 設備撤去計画立案 協同		※ 現場写真・模型 等を作成し検討	4週間前 まで
STEP-2 (調整・確認)	撤去計画の精査 1F復旧班 各PJ 安定化C建築第一G 撤去範囲・手順(設備撤去の可否や撤去 時の注意事項の反映)や、安全対策の確 協議		撤去計画の確定			2週間前 まで
STEP-3 (最終確認)	範囲・手順 の了承		撤去ステップ工程の作成 【作業の見える化】 躯体撤去ステップ 工程作成 設備撤去 ステップ 工程作成 協同		※ 現場写真・模型 等を活用し検討	1週間前 まで
STEP-4 (作業管理)	作業計画 確認		①作業開始		作業ルーチン	
	現状分析、作業計画の再検討・修正 ゼネコン メーカー 安定化C建築第一G 遠隔操作室にて協議		②不測・緊急 事態		※ 撤去がれきの取 扱いは、別途定 めるがれきの撤 去・収集・運搬・ 一時管理フロー による ※ 再検討に、現場写 真・模型等を活用	
	作業終了 確認		作業終了			毎日
	現状分析、作業計画の再検討・修正 ゼネコン メーカー 安定化C建築第一G 遠隔操作室にて協議		③状況 の不整合			
	⑤翌日以 降の作業 変更		④翌日以降の撤去作業計画作成 翌日の 躯体撤去 作業計画 作成 翌日の 設備撤去 作業計画 作成 協同			

【朱書：見直し箇所】

鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プール内に落下した場合の対応体制



※1：人頭大（約 300 mm角）以上のコンクリート塊または鉄骨などをいう

※2：以下の関連データに有意な変化がないか確認する。

- スキマーサージタンク水位の異常な低下
- 原子炉建屋5階オペレーティングフロア雰囲気線量の異常な上昇
- 使用済燃料貯蔵プール水面の異常（水面の急激な低下、気泡の発生、変色等）
- モニタリングポスト（可搬型を含む）の有意な上昇
- 使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度の有意な上昇

前ページより

