

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追加報告

平成24年10月

(平成24年11月補正)

東京電力株式会社

目 次

1. はじめに
2. 使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去における、協力会社と連携したがれき状況調査計画について
3. 鉄骨がれき等が落下した場合における、使用済燃料等を直接確認する方法について
4. 使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の健全性及び影響評価について

添付資料－ 1 : 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 (追加指示)

添付資料－ 2 : 協力会社と連携したがれき状況調査計画について

添付資料－ 3 : 使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の健全性評価に関する補足説明資料

添付資料－ 4 : 使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の影響評価に関する補足説明資料

1. はじめに

当社は「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、平成24年10月3日に「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（報告）」（原管発官24第423号）を提出した。

その後、当社は原子力規制委員会より「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（追加指示）」（原規福発第121010002号 平成24年10月10日）を受領した。

本報告は、平成24年10月10日に受領した追加指示に基づき、

1. がれき撤去にあたって、東京電力は協力会社と連携して慎重に状況調査計画を検討した上で作業に着手すること。
2. 使用済燃料の状態確認においては、直接確認する方法（例えば水中カメラによる確認結果）も加えること。
3. 使用済燃料プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の健全性及び影響評価について、追加検討を行うこと。

について報告するものである。

（添付資料－1）

2. 使用済燃料貯蔵プール周辺がれき撤去における、協力会社と連携したがれき状況調査計画について

がれき撤去作業においては、「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）」（平成24年3月7日 原子力安全・保安院に提出）の内、「がれき撤去等の手順に関する説明書」に基づき、協力会社は作業に着手する前に作業計画を当社に提出し、当社はその計画内容を確認する。

鉄骨がれき等の状況調査を実施する際も、協力会社が状況調査計画を立案し、当社がその計画内容の確認を行うことを基本とする。

当社が行う状況調査計画の確認では、当社の工事所管グループが調査作業において想定し得るリスクを洗い出し、作業員災害や原子炉安全に影響を及ぼすことがないように作業計画を評価し、必要に応じ指示・要請を行う。

また、状況調査の実施にあたり、当社の工事所管グループ監理員は、遠隔操作室で作業に立ち会い、予め確認した状況調査計画の手順に基づき協力会社が作業することを確認し、安全に作業が実施されるよう必要に応じ指示・要請を行う。

（添付資料－2）

3. 鉄骨がれき等が落下した場合における、使用済燃料等を直接確認する方法について

平成 24 年 10 月 3 日に提出した報告書^{※1}において、鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プールに落下した場合における確認項目の一つとして、水中カメラにより鉄骨がれき等の落下状況及び使用済燃料等の状態を確認することとしている。

水中カメラによる調査は、がれき撤去作業で使用しているクローラクレーンに水中カメラ設備を取り付ける準備作業が必要であること、また調査開始後も使用済燃料貯蔵プール内のがれきや水の濁り等が支障となることから状態確認に時間を要するが、鉄骨がれき等の落下状況及び使用済燃料等の状態を直接確認できる有効な手段である。

そこで、構内作業員の退避要否の判断は、鉄骨がれき等が落下した際に確認する項目（関連データ）^{※2}により総合的に行うが、燃料等の健全性を直接確認する方法として、水中カメラによる調査を有効に活用していく。

※1：「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」

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

※2：①スキマーサージタンク水位、②原子炉建屋5階オペレーティングフロア雰囲気線量、③使用済燃料貯蔵プール水面の状態、④モニタリングポスト指示値、⑤使用済燃料貯蔵プール水の放射能濃度

4. 使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の健全性及び影響評価について

鉄骨がれき等が使用済燃料貯蔵プールへ落下した場合でも冷却水の漏えいに至る可能性は低いこと、仮に冷却水の漏えいが発生した場合は速やかに検知可能であること、また冷却水の漏えい流量はライナドレン配管径で制限されるため冷却水を補給することにより使用済燃料貯蔵プールの水位を維持できることを確認している。

しかしながら、仮想的に使用済燃料貯蔵プールの冷却水が瞬時に喪失し、水位が回復しない条件で燃料被覆管の温度評価の試算を行い、使用済燃料への影響を評価した。なお、解析には使用済燃料貯蔵プールの評価を行うモデルが組み込んである MAAP コードを使用し、事象の概要を把握することとした。

(1) 計算条件

- ・解析コード：MAAP ver. 5.0.1
- ・評価対象：第3号機使用済燃料貯蔵プール
- ・使用済燃料貯蔵プール水位：0m
- ・冷却方法：空気冷却
- ・崩壊熱の評価日：2012年10月19日

なお、燃料集合体上部のがれき等により冷却流路が閉塞されている状態を考慮し、燃料集合体内の摩擦損失係数を変化させることで、燃料集合体内を流れる空気の流量変化を模擬した評価を実施した。

(2) 計算結果

燃料集合体の上部にがれき等が無く流路閉塞が無い場合には、空気により燃料集合体が十分冷却されるため、燃料被覆管の最高温度は200°C程度にとどまる計算結果となった。

燃料集合体を流れる空気の流量（以下、冷却流量）が減少すると被覆管温度は上昇し、冷却流量が流路閉塞が無い場合の約10%の場合には、燃料被覆管の最高温度は700°C程度となった。

冷却流量が極小の場合には、燃料被覆管の酸化反応が加速する温度に至り、燃料被覆管温度が急上昇する結果となった。

また、燃料被覆管の酸化反応加速による燃料被覆管温度の急上昇が始まるまでの時間は、冷却流量が極小の場合において2日程度となった。

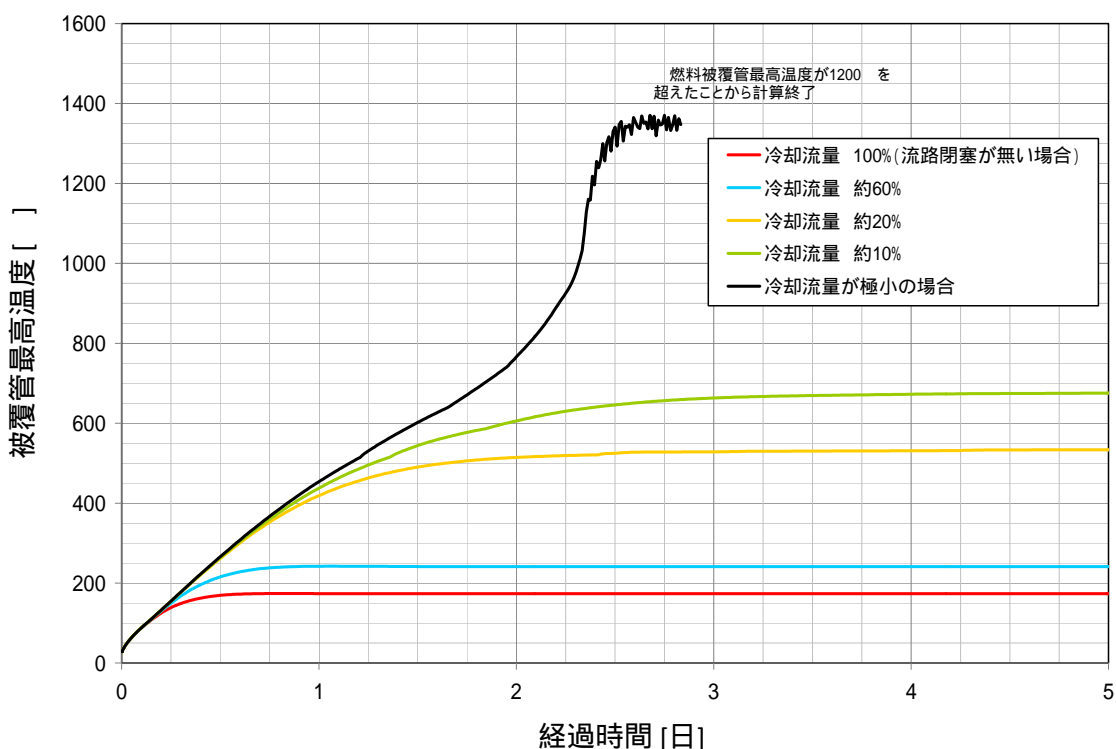


図 燃料被覆管最高温度の推移

(3) 使用済燃料への影響評価

第3号機使用済燃料貯蔵プール内の状況はまだ十分に調査できていないが、一部の使用済燃料ラックを確認したところ、燃料集合体の上部に多くのがれき等が堆積していることを確認している。使用済燃料のがれき等による冷却流路の閉塞程度を映像から確認することは困難であるが、冷却流量がある程度確保されていれば、空気冷却により燃料被覆管の最高温度は酸化反応が加速するには至らない。一方、冷却流量が極小の場合においては、冷却水が喪失してから2日程度で燃料被覆管温度の急上昇が始まる可能性がある。

燃料被覆管の健全性を保つには使用済燃料貯蔵プールの水位を維持することが重要であるため、使用済燃料貯蔵プールから漏えいが発生した場合においても水位を維持できるよう電動ポンプ、消防車、コンクリートポンプ車を配備し、不測の事態に備えている。使用済燃料貯蔵プールへの注水作業は約1～6時間で着手可能である。

なお、評価モデルの中で想定される不確定性を考慮に入れた最も厳しい条件での計算結果を確認した。(添付資料-3)

また、冷却水が喪失してもスカイシャインによる敷地境界付近の線量率に大きな上昇はなく、第3号機原子炉建屋周辺の線量率は毎時数ミリシーベルト程度であり、注水作業を実施・継続することが可能である。(添付資料-4)

以 上

原規福発第 121010002 号
平成 24 年 10 月 10 日

東京電力株式会社
代表執行役社長 殿

原子力規制委員会

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（追加指示）

当委員会は、平成 24 年 9 月 26 日付け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）について、貴社より、平成 24 年 10 月 3 日に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を受け、評価を行いました。

その結果、使用済燃料プール等の健全性に係る確認、原因究明及び再発防止対策等の検討が行われているものと評価されるため、がれき撤去作業の再開については差し支えありません。

しかしながら、貴社に対し、再発防止対策の確実性の向上及び使用済燃料プールの冷却水喪失時の影響評価に係る以下の事項について対応するよう指示します。

記

1. がれき撤去にあたって、東京電力は協力会社と連携して慎重に状況調査計画を検討した上で作業に着手すること。
2. 使用済燃料の状態確認においては、直接確認する方法（例えば水中カメラによる確認結果）も加えること。
3. 使用済燃料プールの冷却水が喪失した場合における使用済燃料の健全性及び影響評価について、追加検討を行うこと。
4. 1. ～ 3. の検討結果について、平成 24 年 10 月 19 日までに報告すること。

以 上

協力会社と連携したがれき状況調査計画について

平成 24 年 10 月 3 日に原子力規制委員会へ提出した報告書[※]に記載した再発防止策のうち、下記に抜粋した鉄骨がれき等の状況調査を実施する際は、当社は以下の通り、協力会社が立案した状況調査計画を事前に確認した上で、調査作業を実施する。

当社が行う状況調査計画の確認では、当社の工事所管グループが調査作業において想定し得るリスクを洗い出し、作業員災害や原子炉安全に影響を及ぼすことがないよう作業計画を評価し、必要に応じ指示・要請を行う。

- ・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う場合、当社は事前に作業計画を確認する
- ・重機により試し吊りを行う場合、当社は事前に作業計画を確認する
- ・試し吊り等でも状況が確認できない場合、協力会社は複数の想定し得る状況のリスクを評価した上で作業計画を立案し、当社は事前に作業計画を確認する

<報告書[※]12 頁より抜粋>

- 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。
- 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を含めた「鉄骨がれき撤去手順」の見直しを実施し、当社は確認する。

※「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」

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

使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における 使用済燃料の健全性評価に関する補足説明資料

報告書本文4.(2)の評価結果では、最適な状態を仮定した計算結果を記載しているが、ここでは、評価モデルの中で想定される不確定性を考慮に入れた最も厳しい条件での計算結果を確認する。

(1) 計算条件

- ・ 解析コード：MAAP ver. 5. 0. 1
- ・ 評価対象：第3号機使用済燃料貯蔵プール
- ・ 使用済燃料貯蔵プール水位：0m
- ・ 冷却方法：空気冷却
- ・ 崩壊熱の評価日：2012年10月19日

ここでは、評価モデルの中で想定される厳しい計算条件として、以下に示すモデル上の不確定性を考慮し、一部の燃料の崩壊熱を1.3倍に増加させ、輻射熱伝達を極小にするため射出率を極小にした評価を実施した。

- ・ 使用済燃料ラックの中心部にある燃料からの輻射が小さくなり、燃料被覆管表面温度を低く見積もる可能性
- ・ 同じチャンネルに設定している燃料の発熱量を平均化処理しているため、1体当たりの最大の崩壊熱を低く見積もる可能性

なお、燃料集合体上部のがれき等により冷却流路が閉塞されている状態を模擬するため、燃料集合体内の摩擦損失係数を大きくすることにより燃料集合体を流れる空気の流量を変化させて評価を実施した。

(2) 計算結果

燃料集合体の上部のがれき等が無く流路閉塞が無い場合には、空気により燃料集合体が十分冷却されるため、一部の燃料の崩壊熱を1.3倍に増加させたとしても、燃料被覆管の最高温度は50℃程度の上昇にとどまる計算結果となった。

一方、燃料集合体内の摩擦損失係数を非常に大きくした冷却流量が極小の場合において、一部の燃料の崩壊熱を1.3倍に増加させ、輻射熱伝達を極小にした場合には、燃料被覆管の酸化反応加速による燃料被覆管温度の急上昇が始まるまでの時間は、2日程度から1日程度に短くなることを確認した。ただし、電動ポンプ、消防車、コンクリートポンプ車等による、使用済燃料貯蔵プールへの注水作業は約1～6時間で着手可能であり、十分に時間的な余裕がある。

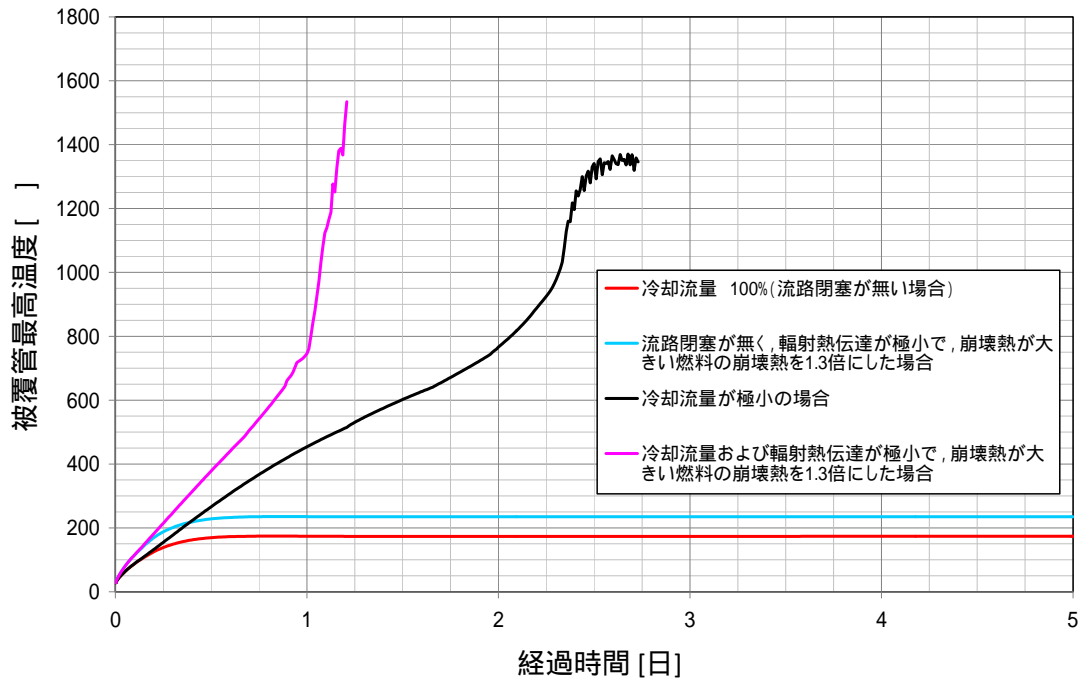


図 燃料被覆管最高温度の推移

使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合における
使用済燃料の影響評価に関する補足説明資料

３号機使用済燃料貯蔵プールの冷却水が喪失した場合、スカイシャイン等により周辺の線量率が上昇するが、これによる線量率の上昇は３号機周辺で2mSv/h程度であり、敷地周辺で注水作業を実施・継続することは可能である。また、敷地境界での線量率上昇は0.003mSv/h未満であり、敷地境界での大きな線量率上昇は無い。