

原子燃料工業株式会社熊取事業所におけるウラン粉末の漏えい に係る報告に対する評価及び今後の対応について

平成29年11月8日
原子力規制委員会

1. 経緯

原子燃料工業株式会社（以下「原燃工」という。）熊取事業所において、平成29年8月10日、第2加工棟第2-2混合室の粉末投入機及び粉末混合機^{※1}の付近（管理区域内）にウラン粉末が漏えいしていることが確認された。このため、当該設備を点検したところ、粉末投入機の下部と粉末混合機の上部の接続部に設置された樹脂製カバー^{※2}（以下「背面カバー」という。）の接合面に間隙が存在し、その直下にウラン粉末が堆積していることが確認された。

同日（8月10日）、当委員会は、原燃工から核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第62条の3の規定に基づく事故故障等に関する報告を受けた。

その後、8月21日及び11月1日、当委員会は、原燃工から当該事故故障等に関する原因と対策に係る報告書を受領し、今般、その内容を精査するとともに評価を行った。

※1 ウラン粉末と添加剤を混合するための設備。粉末混合機の上部に設置された粉末投入機からウラン粉末及び添加剤を投入し、混合するもの。

※2 添付参照。

2. 原燃工の報告の概要

ウラン粉末が漏えいした要因を特定するため、以下のとおり調査を実施した。

（1）漏えい源特定のための調査結果

漏えい源を特定するため、漏えいしたウラン粉末の位置、量、設備の閉じ込め境界の健全性、漏えい発見前に実施していた作業内容等を調査した結果、以下の事項を確認した。

- ① 漏えいしたウラン粉末は、粉末混合機上蓋の背面カバー直下及び同上蓋の端部に、それぞれ18.9g、0.2g堆積していた。なお、背面カバー（設備内）には約90gのウラン粉末が滞留していた。
- ② 粉末投入機及び粉末混合機の閉じ込め境界を構成する全ての部品及びその接合部を目視点検等により確認した結果、背面カバー以外の箇所に閉じ込め性能に影響を与えるような異常は存在しなかった。
- ③ 漏えいの発見前にロードセル^{※3}交換時の準備作業（空気中の放射性物質濃度測定のためのエアースニッフア^{※4}設置作業）において、作業員の腕と背面カバーが近接しており、接触により背面カバーの接合面にずれが発生し得る状況が存在していた。

※3 荷重を電気抵抗の変化としてひずみ計で計測し、重さに変換する装置。

※4 作業環境における空気中放射性物質濃度を測定する放射線管理用器具。

上記より、ウラン粉末は、背面カバー接合部から漏えいしたものと特定した。さらに、背面カバー内のウラン粉末の成分分析の結果、ウランの濃縮度、設備の運転状況等から、ウラン粉末は平成9年1月から平成29年8月の期間にかけて背面カバー内に堆積したものと推定した。

(2) 漏えい源の設計・保守管理の実施状況に関する調査結果

漏えい源と特定した背面カバーについて、設備の設計や保守管理の方法を調査した結果、以下の事項を確認した。

- ① 平成5年の新設当時、粉末投入機の付属設備としてウラン粉末を収納したプラスチック袋を切断する回転式カッターをフード内に付設しており、当該設備の駆動用モータや電気配線を格納するため、粉末投入機には背面カバーが設置されていた。
- ② その後平成8年に、回転式カッターは撤去されたが、不要となった電気配線及び背面カバーについては存置された。
- ③ 粉末投入機と粉末混合機の接続部にある間隙は、保護シール等でウラン粉末の経路となり得る箇所を閉止していなかったため、ウラン粉末を粉末混合機へ投入する際舞い上がったウラン粉末は、背面カバー内へ滞留し得る構造となっていた。
- ④ 背面カバーは、2つの部材を突き合わせ接合する構造となっており、接合部には母材同士を接着させるための専用の接着剤を用いていなかった。また、接合面を確認したところ、接着痕が接合面の3分の1程度しか確認されず、接着が不十分な状態であった。
- ⑤ 粉末投入機と背面カバーの間は、パッキンによってシールされていたが、水平方向に動き易い構造となっており、さらに、経年劣化によりパッキンが変質していたため、背面カバーの固定に緩みが生じていた。
- ⑥ 背面カバーの設計時及び粉末投入機の改造時に、当該設備に求められる安全機能として閉じ込め性能を確保するための設備構造や、経年劣化に配慮した保守管理等の方法について検討されず、保全計画においても検討されなかった。
- ⑦ その結果として、背面カバーを含む粉末投入機及び粉末混合機に対する日常の巡視・点検、加工施設の操作前に実施する始業前点検、施設定期自主検査等は、巡視ルートから見える範囲の外観を目視により確認しているのみであり、設備の構造・経年劣化を踏まえた点検内容となっていなかった。また、背面カバーは、保全計画に基づく点検・補修計画の対象としておらず、定期的な補修を行っていなかった。
- ⑧ ロードセル交換時の準備作業については、保守作業を実施するに当たり作成する作業計画とは別に標準作業要領に基づき実施されていることから、設備毎に考慮すべき事項について検討されっていなかった。
- ⑨ 臨界安全管理のため行っている、粉末投入機及び粉末混合機のウラン質量の計測（ロードセルによる測定）において、背面カバー内に滞留したウラン粉末は適切に考慮されっていなかった。なお、背面カバー内のウラン質量を考慮したとしても、核的制限値を遵守するために保守的に設定された社内基準値（運転管理値）を逸脱していなかったことを確認した。

(3) 調査結果に基づく事象の推定要因

(1)～(2)の調査結果により、事象の要因を以下のとおり推定した。

平成9年1月から平成29年8月の期間において、粉末投入機及び粉末混合機内のウラン粉末は、その一部が粉末投入機下部の投入ガイドと粉末混合機上部のホッパーの間隙から背面カバー内に移行し、堆積した。背面カバーの接合部は、樹脂製の接着剤により接着されていたが、経年劣化により接着面の強度が十分でなかったこと、パッキン等の固定方法が、水平方向に動き易い構造であったこと、保守管理において適切な点検・補修がなされていなかったこと等から、平成29年8月10日、粉末混合機の近傍において、作業員がエアスニッフアの設置作業を行っていたところ、作業員の腕が背面カバーに接触したことにより、背面カバーの接着面に剥離が生じ、背面カバー内のウラン粉末の一部が設備外へ落下し、漏えいに至った。

(4) 対策

(3)で推定した要因を踏まえ、原燃工熊取事業所及び東海事業所の類似設備において同様の事象が発生していないかについて、現在までに以下のとおり確認した。なお、類似設備の総点検については、安全確保最優先の方針から、ウラン粉末の漏えいが発生した設備で確認された設計時等の問題点を踏まえ実施している。

- ① 非密封のウラン粉末を取り扱う全ての設備の閉じ込め境界において、ウラン粉末の漏えいがないことを確認した。また、給排気設備のダクト更新工事の関係で点検を実施できなかった東海事業所の一部の設備を除き^{※5}ウラン粉末の堆積がないことを確認した。また、保守管理において直接目視することが困難な部位のある設備が一部あることを確認した。
- ② 閉じ込め機能が要求される部位で、パッキン等の経年劣化及びボルトの緩みがあることを確認した。
- ③ 臨界安全管理としてウランの質量管理を行っている全ての設備について、質量測定がなされていないウランが存在しないことを確認した。

※5 東海事業所では、給排気設備のダクトの更新工事を予定しており、一部の設備については当該工事完了後に、速やかに点検を実施する予定。

上記の確認結果を踏まえ、(3)で推定した要因に対して、以下のとおり是正処置を実施する。

- ① 本事象の要因となった背面カバーについては、所定の手続きを経て撤去し、フレキシブル継手等を用いて投入ガイドと粉末混合機を接合することによりウラン粉末を閉じ込める構造に変更する。
- ② 背面カバー撤去後、粉末投入機及び粉末混合機の閉じ込め性能を維持するため、設備の構造及び劣化状況を考慮した点検方法を検討した上で、新たな保全計画を策定し、必要な点検・補修等を実施する。
- ③ 非密封のウラン粉末を取り扱う設備で、保守管理において直接目視することが困難な部位のある設備については、点検頻度を含めて点検要領に定める。

- ④ 閉じ込め機能が要求される部位で、パッキン等に経年劣化を確認した箇所については、補修を行う。
- ⑤ 本事象の起因となったロードセル交換時の準備作業（エアースニッフアの設置作業）は、標準作業要領に従って実施するが、当該設備として考慮すべき事項については作業計画において検討することとし、準備作業の担当者と作業計画の主管部門間で協議し、加工施設の安全機能を確保するために必要な対策を作業計画及び標準作業要領に反映する仕組みを構築する。

また、上記の処置に加え、原燃工熊取事業所及び東海事業所に対して、以下のとおり水平展開を実施する。

- ① 安全機能を有する全ての設備の保全計画について、要求される安全機能を維持するため、設備の構造及び経年劣化を踏まえたものとなっているか確認し、同様の問題が確認された場合は、必要な改善を実施する。
- ② 設備の設計・改造時に、当該設備に求められる安全機能を維持するために必要な保守管理について、設備の構造及び経年劣化を踏まえた検討を行い、その結果を保全計画等に反映する仕組みを構築する。これに係る基本方針は保安規定に規定することとし、同規定に基づき設備管理に係る要領を見直しを行う。
- ③ ウラン粉末の漏えいを発見した作業者は、当初より半面マスク等の防護具を着用しており、発見場所近傍の α 線連続監視モニタの指示値も通常の範囲内であることなどを確認している。その後、ウラン粉末の回収等を行った作業者は、全面マスク等の防護具を着用している。しかし、今回の事象を踏まえた改善事項として、酸化ウラン粉末漏えい事象においては、空气中放射性物質濃度、表面密度等の作業環境中の状態を問わず、発見者及び当該区域にいた作業者の退避、汚染測定、鼻スマヤの採取等を確実に実施する手順を定めることにより、きめ細やかな放射線業務従事者の被ばく管理を徹底する。
- ④ 今回の事象に対する当初の対応としては、安全確保最優先で取り組んだところではあるが、原因の特定や対策の検討、漏えい発生箇所の施工不良に着目し、その設計、施工及び保守管理に関する分析に及ばなかった。これらの教訓を風化させないためにも、今回の対応を教育題材として根付かせ、安全確保最優先の保安活動を行っていくとともに、その継続的改善に努めていく。

3. 当該報告に対する評価

(1) 安全上の影響についての評価

本件は、ウラン粉末が管理区域内へ漏えいしたものであり、排気用モニタ及びモニタリングポストの指示値に変動が見られなかったことから、環境への核燃料物質の放出等により公衆への影響を与えるものではない。また、管理区域内の空气中の放射性物質濃度が法令限度を超えておらず、鼻スマヤ法及びバイオアッセイ法による内部被ばく調査の結果、作業員の内部被ばくはない。これらのことから、本件は、懸念すべき環境及び放射性業務従事者への影響はなか

ったものと当委員会は評価する。

(2) 原因調査結果についての評価

漏えい源特定のための調査、漏えい源の設計・保守管理の実施状況に関する調査により、漏えいの発生原因を特定していることは妥当と評価する。

(3) 対策についての評価

対策については、漏えいの原因となった背面カバーを撤去し、フレキシブル継手等に変更すること、設計・改造時において、当該設備に求められる安全機能を維持できるよう、設備の構造、経年劣化も含めた保守管理の検討を行う仕組みを構築すること、ウラン粉末を取り扱う設備へ影響を与える可能性のある作業において、漏えいのリスクを適切に配慮し作業計画等を作成すること等について、妥当と評価する。

また、熊取事業所及び東海事業所の非密封でウラン粉末を取り扱う設備について、ウラン粉末の異常な堆積がないこと、類似の構造を持つ設備については、点検要領を見直し定期的に点検を行うこと、閉じ込め機能に対しパッキン等に経年劣化が確認された部位は補修を実施すること、臨界安全管理上考慮されていないウラン粉末が存在しないことの確認が実施されていることを確認した。なお、類似設備の総点検については、当該設備で確認された問題点を踏まえ実施していること等について、妥当と評価する。

さらに、今回のウラン粉末の漏えい事象に対する取り組みを省みて、その教訓を風化させないためにも、今回の対応を教育題材として組織全体に根付かせ、安全確保最優先の保安活動を行っていくとともに、その継続的改善を図っていく旨の方針を示しており、妥当と評価する。

4. 今後の対応

当委員会は、粉末投入機の背面カバーの撤去等について、設計及び工事の方法の計画が妥当であること、並びに原燃工が実施するとしている保守管理等の対策について、保安規定の変更が妥当であることを審査において確認していく。また、原燃工が実施するとしている保守管理の対策、被ばく管理の強化等が適切に実施されていることを保安検査等において確認していくこととする。

5. I N E S (国際原子力・放射線事象評価尺度) 評価

当該事故・故障等に係る I N E S 評価は、以下のとおり。

最終評価：0

判断根拠：管理区域内においてウラン粉末が漏えいした事象であるが、作業員に有意な被ばくはなく、漏えいによる汚染の範囲は限定的で施設外への放射物質の影響はないことから、I N E S レベル0の「安全上重要ではない事象」と評価する。

※ I N E S ナショナルオフィサーは、長官官房総務課事故対処室長

以上

粉末投入機及び粉末混合機の概要

本ウラン加工施設は、①ウラン粉末を調整・混合した後、圧縮成型してグリーンペレットに加工し、それを還元ガス雰囲気内で焼結して、焼結ペレットを造る成型工程、②焼結ペレットを被覆管に封入して燃料棒を作成する被覆工程、③燃料棒を集合体に組み立てる組み立て組立工程からなる。

粉末投入機及び粉末混合機は、①の成型工程にある設備である。

図1 粉末投入機及び粉末混合機の外観

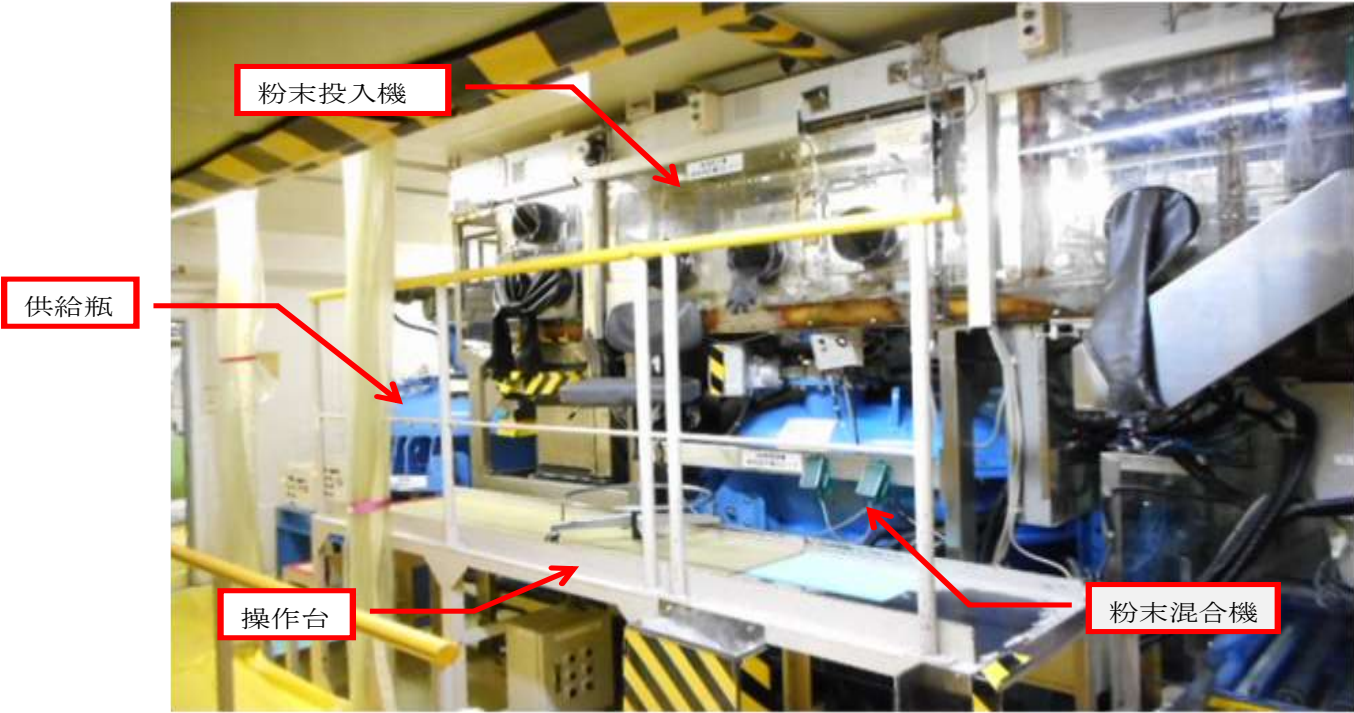
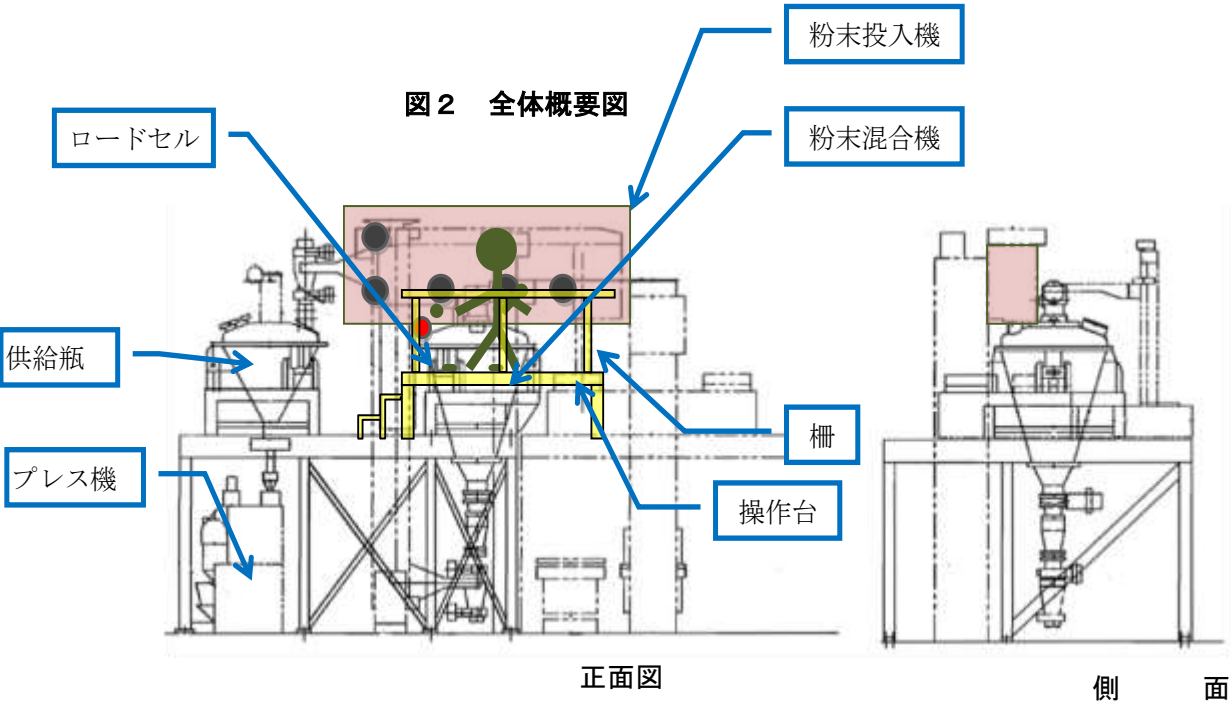


図2 全体概要図



この機器は、酸化ウラン粉末の粉末投入機の下に粉末混合機を配置する構造であり、両機器は、粉末投入機の下部にあるステンレス製のガイドを粉末混合機上部にあるステンレス製ホッパー（漏斗状の部品）に差し込み、その周囲をパッキン、バルク状のシール部分（背面カバー）、保護シールで覆い、密封性を確保している。

図3 粉末投入機と粉末混合機の接合部側面図

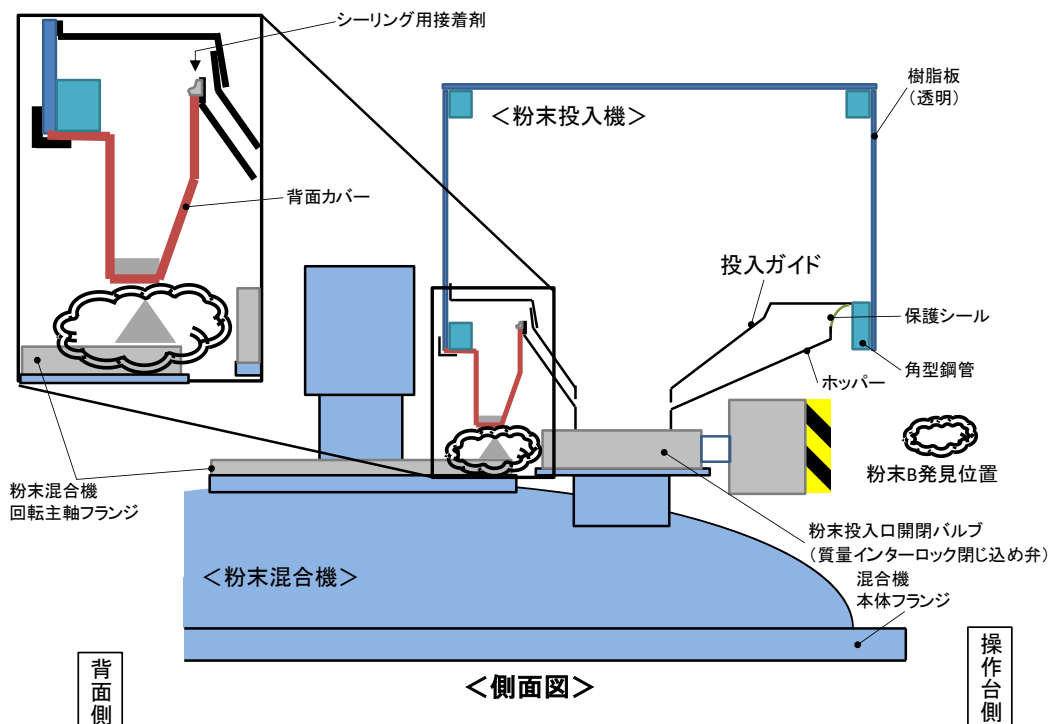
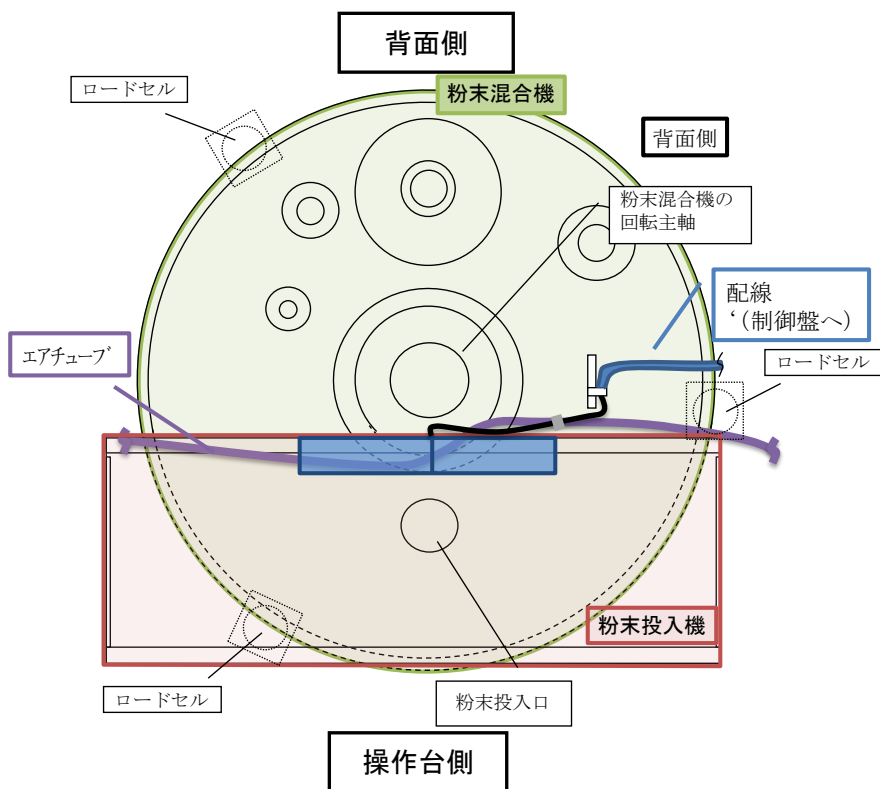


図4 粉末混合機の上蓋部（平面図）



○酸化ウラン粉末が漏えい発生した箇所の概要

酸化ウラン粉末の漏えい状況、粉末投入機及び粉末混合機の点検結果から、酸化ウラン粉末の粉末投入機のバルク上の樹脂製カバー（背面カバー）の接合面の隙間より、酸化ウラン粉末が漏えいしたものと特定している。

図5 背面カバー概要図

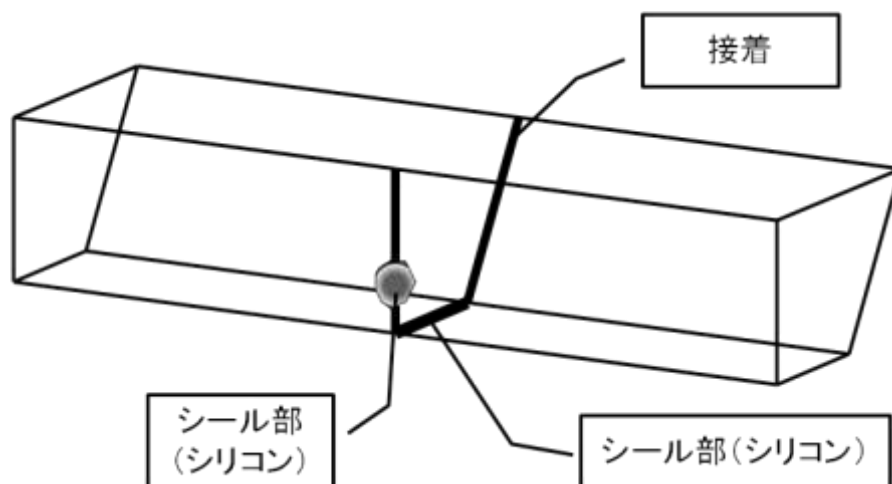


図6 背面カバー接合部（接着面）

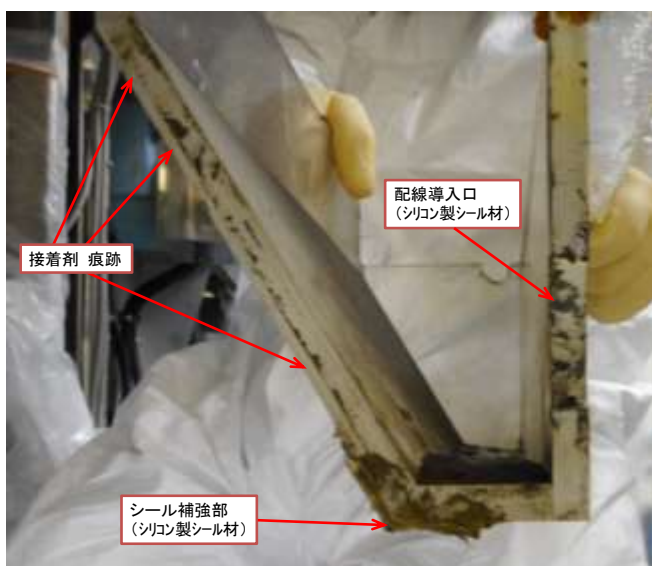


図7 背面カバー接合部のずれ



○新設時及び改造後の粉末投入機の概要

図8 新設時（粉末投入部（平成5年申請時、酸化ウラン粉末袋切断用カッター撤去前））

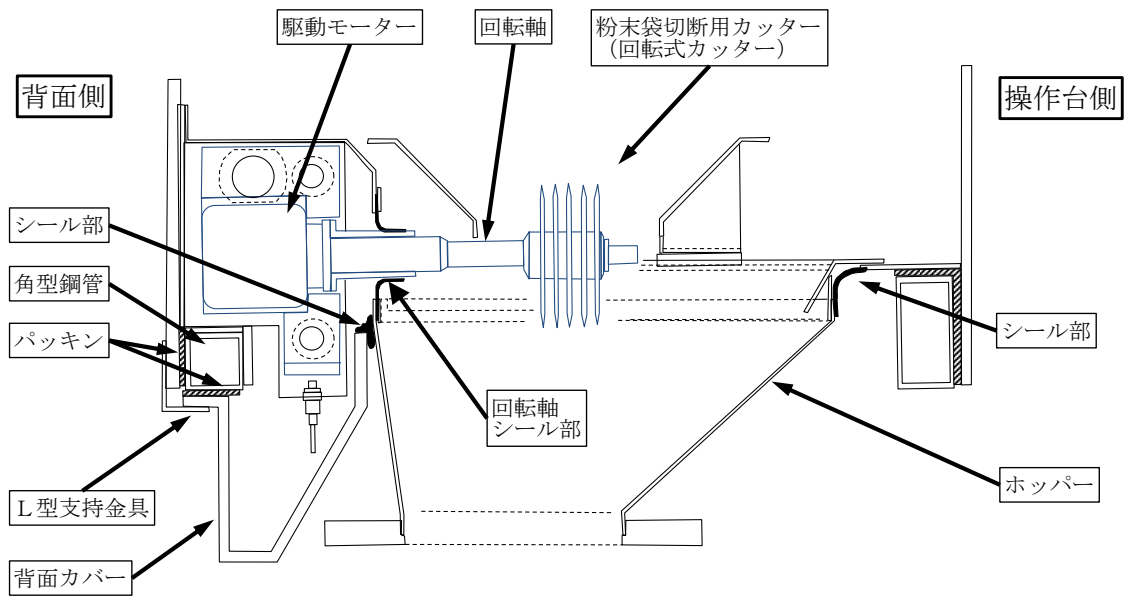
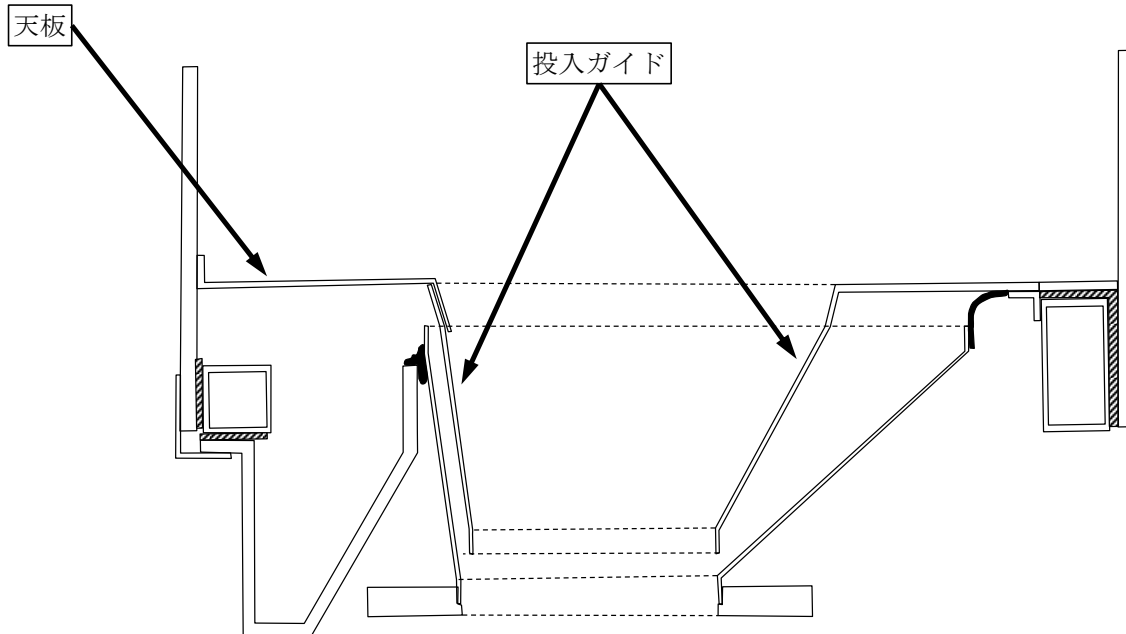


図9 改造後（粉末投入部（平成8年申請時、酸化ウラン粉末袋切断用カッターを撤去））



※本添付資料は、原子炉等規制法に基づく報告「熊取事業所第2加工棟における酸化ウラン粉末の漏えいについて（平成29年11月1日）」から抜粋したものに、一部説明を加えたものである。