

粉末移し替えフードの搬送コンベヤにおける粉末缶の接触について（概要）

1. 事象概要

1.1 発生事象

平成25年6月13日（木）の11時39分頃、グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパンの第2-3階酸化ウラン取扱室（第1種管理区域）にある、入荷したウラン粉末を、NPC型輸送容器（以下、輸送容器）の容器に収納されているプラスチックボトルから、貯蔵用の粉末缶に移し替えるための粉末移し替えフードに付属している搬送コンベヤにおいて、粉末缶同士の離隔距離を一定以上に保つために設置されているインターロックが作動せず、2つの粉末缶が接触する事象が発生した。（図1参照）

1.2 事象発生の経緯、初期対応、通報並びに周辺環境への影響等

事象発生の当日、10時45分頃から作業員A、Bが自動モードで1基目の輸送容器に対して粉末移し替え作業を開始し、5分後に作業員Cが加わり貯蔵場への入庫作業を開始した。11時36分頃までに26個のボトルからの移し替えを終え、引続き27個目のボトルからの移し替えに取掛かったところ、ウラン粉末重量が正味重量を確認するように手順に定められている値以上であった。このため、作業員Bは手動モードに切替えて粉末の正味重量を確認し、粉末缶に投入後自動モードに復帰し、粉末缶を搬送コンベヤに搬出させた。そして、その直後の11時39分頃に、10秒以上粉末缶が滞留したことを知らせる搬送コンベヤの滞留警報が発報し、作業員Cが搬送コンベヤを確認したところ、搬送コンベヤで2つの粉末缶が接触して停止しているのを発見した。作業員Cは、直ちに粉末缶のうちの下流側の1缶を離れた位置に移動させ、作業員Bは上長である製造1課課長等へ連絡した。11時45分頃に現場に到着した製造1課課長等は、作業員にけが等のないこと、接触した粉末缶に損傷のないこと、ウラン粉末の漏えいのないこと、並びに移動させた粉末缶の離隔状態に問題のないことを確認し、11時58分頃に核燃料取扱主任者を含む社内関係者に連絡するとともに、12時28分頃に副連絡責任者を通じて原子力規制庁原子力防災課事故対処室に通報を行った。また、接触した粉末缶に収納されていた粉末量は、両粉末缶を合わせても最小臨界質量を超える量ではなく、臨界に必要な減速材（水）も存在していなかったが、核的制限値に係るインターロックが作動すべき状態で作動しなかったことに該当することから、本事象を、原子炉等規制法第62条の3、及び加工規則第9条の16の9号に基づく報告事項と判断した。

なお、敷地境界付近に設置されているモニタリングポストや設備近傍に設置されている空気中ウラン濃度モニタ等の放射線モニタ類の計測値から、周辺環境への影響及び作業員の被ばくがなかったことを確認した。また、当該設備については、粉末缶を適切に粉末貯蔵場に貯蔵して設備からウラン粉末を取り除いた後、設備の使用を禁止して使用禁止表示を行った。

2. 事象の整理と原因調査

2.1 事象の整理

今回の事象は、「搬送コンベヤの運転モードを手動モードから自動モードに復帰して運転を再開した直後に、先端部停止位置と中間部停止位置の間のストッパ2近傍で2つの粉末缶が接触した」という事象である。このような事象に至った問題点は次の2項目に整理できる。

(i) 先行缶の滞留

自動モードでは、粉末缶は先端部と中間部の停止位置以外の場所では停止しない制御であるにも関わらず、搬送コンベヤに2缶在荷する粉末缶のうちの下流側にある粉末缶（以下、先行缶と呼ぶ。また、上流側にある粉末缶を、後続缶と呼ぶ。）は先端部停止位置と中間部停止位置の間に存在していた。

(ii) 後続缶の搬出と接近

滞留センサ2、在荷センサ3、又は滞留センサ4のいずれかのセンサが粉末缶を検知している場合には、後続缶が搬送コンベヤに搬出されない制御であるにも関わらず、後続缶が搬送コンベヤに搬出され、先行缶に接触する位置まで搬送された。

2.2 原因調査

上記の原因を究明するため、作業、設備、及び粉末缶挙動に関する調査を実施した。

(1) 誤操作や搬送設備の故障等の確認

作業員への聞き取り、作業手順の確認、設備の点検等により、作業員の作業抜けや誤操作等のヒュー

ーマンエラーはなかったこと、並びに、ローラ、ストッパ、センサ、制御装置等の機器は正常に動作し、異常はないことを確認した。

(2) 粉末缶の挙動等に関する原因調査

粉末缶の挙動等に関する原因調査結果を整理すると、接触に至るまでの状況は以下の通りとなる。

(図2参照)

- ・手動モードに切替えるとその時点で搬送ローラは停止するので、ストッパ2の上を通過中であった先行缶はストッパ2上で停止した。
- ・所定停止位置(先端部停止位置/中間部停止位置)でないストッパ2の近傍には、センサの粉末缶検知外領域がある。
- ・手動モードから自動モードに復帰すると全てのストッパが上昇し、ストッパ2上で停止していた先行缶はストッパ2に持ち上げられたが、そこはセンサの検知外領域であったため、缶が持ち上げられた状態が継続した。
- ・先行缶がストッパ2に持ち上げられた状態で後続缶の搬出ボタンが押されたが、先行缶はセンサの検知外領域で停止しており、かつ後ろに傾いていたので、搬送ローラ回転後もその位置に滞留し続け、後続缶が中間部停止位置に到達した直後に2つの粉末缶は接触した。

このような状況が発生した原因は次の2つと考えられる。

- ・先行缶と後続缶の2缶が在荷する搬送コンベヤにおいて、センサに粉末缶検知外領域があり、その領域に先行缶が滞留している状態で作業者が搬出ボタンを押すと、後続缶が搬送コンベヤに搬出されて前進し、粉末缶同士の離隔距離を保てなくなるシステムであったこと。
- ・粉末缶同士の離隔距離を保てなくなるシステムであることを考慮に入れず、作業者が搬送コンベヤの粉末缶在荷状態を確認してから後続缶を搬出する手順となっていなかったこと。

(3) 再現試験による検証

模擬の粉末缶を使用して、粉末缶がストッパ2上を通過中に自動モードから手動モードに切替え、再度自動モードに復帰した後に、後続缶の搬出ボタンを押すという再現試験を実施した結果、今回の事象と同様に、後続缶は搬送コンベヤに搬出され、先行缶に接触して停止する状況が確認できた。

3. 対策

原因調査結果を踏まえ、粉末移し替えフードの搬送コンベヤにおける粉末缶の接触事象に対する再発防止策は、粉末缶同士の離隔距離の確保を確実なものとするための以下の(1)~(3)とする。また、(1)~(3)に加え、臨界安全管理はウラン加工施設では最も重要な安全管理項目であるという意識を今一度高めるための施策(4)も併せて実施する。

- (1) 自動モードで作業を行う場合、或いは運転モードを変更する場合のいずれの場合においても、粉末缶を搬送コンベヤに搬出する前には、搬送コンベヤに粉末缶がないことを確認してから後続缶を搬出する手順とする。(運転モードによらず、搬送コンベヤでは最大で1缶しか取扱わない運用とする。)
- (2) 搬送コンベヤの全域が検知できるようにセンサを設置して粉末缶在荷を検知し、搬送コンベヤに粉末缶が在荷している場合には、搬出ボタンを押しても後続缶が搬出されないように、所定の手続きを経て設備を変更する。
- (3) 上記(2)の設備変更は今後半年程度を目途として実施することとするが、変更が完了するまでの間は、上記(1)の手順における確認作業を2人の作業者によって行うこととする。また、この2人確認作業をより確実なものとするため、粉末缶の搬出ボタンを増設し、搬送コンベヤを確認した2人の作業者が各々搬出ボタンを押さないと搬出指令が発せられないようにする。
- (4) 作業者に対し、今回の事象の原因と対策について周知するとともに、設備の臨界安全管理の方法と注意すべき点等に関する特別教育を実施する。

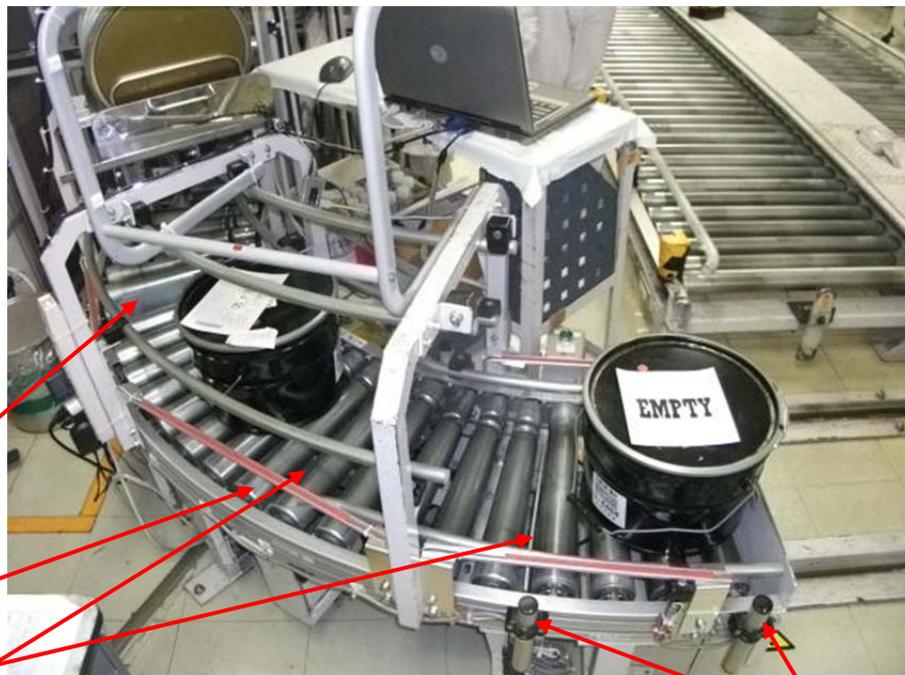
なお、臨界安全管理のために離隔距離を管理して自動搬送している他の設備を対象に、センサの検知外領域で離隔距離を保てなくなるシステム上のリスク、並びに確認作業手順の適切性について調査を行った。その結果、加工工程用の粉末缶に粉末を移し替えるために使用する「粉末移し替え用フード」に関しては、1缶単位での取扱いであるが、手動モードに切替えた後自動モードに復帰する際に、作業者が誤操作を行うと、粉末缶が設備から排出される前に後続缶が搬入される可能性のあることを確認した。そこで、手動モードに切替えた後自動モードに復帰する際の作業手順を見直し、後続缶を搬入する前に先行缶が設備から排出されていることを2人の作業者で確認するように作業手順を変更して作業者に教育・周知した。また今後、粉末移し替えフードと同様に、設備の変更を行うこととする。

以上

図1 搬送コンベヤでの粉末缶の配置状態



事象発生時の粉末缶の配置状態 (模擬再現状況)



上昇している
ストッパ

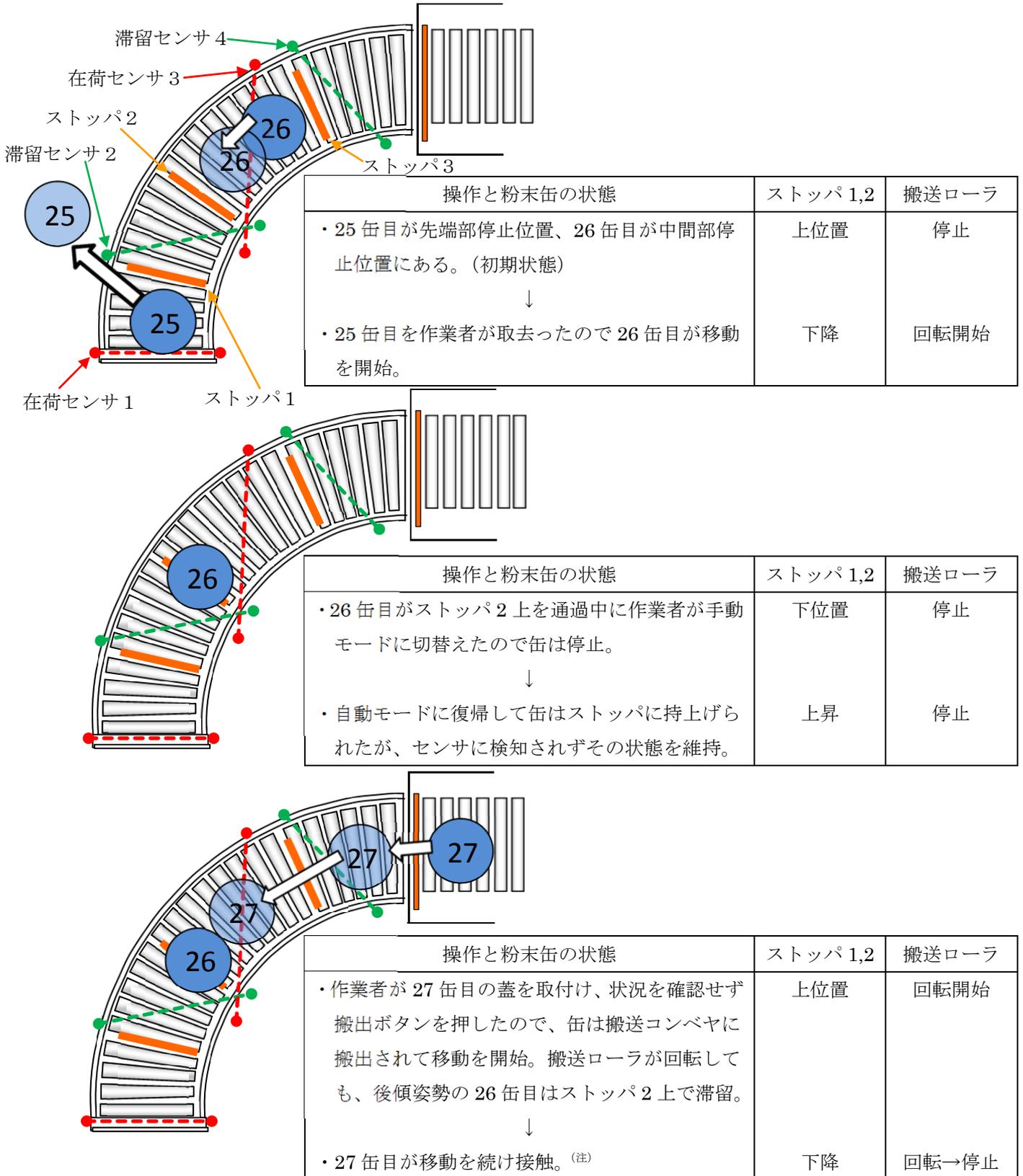
ローラ

下降している
ストッパ

センサ

正常時の粉末缶の配置状態 (参考図)

図2 ストップ2近傍での粉末缶挙動及び後続缶接近状況



(注) 接触直前に27 缶目は在荷センサ3に検知され、ストップ1,2が下降して26 缶目が移動を開始するが、ストップの下降等の時間のズレがあるため、27 缶目は26 缶目に追いつき接触状態となった。26 缶目は移動を開始した直後に滞留センサ2に検知され、滞留センサ2と在荷センサ3が同時に粉末缶在荷を検知したことにより搬送ローラは停止し、10 秒間経過して滞留警報が発報した。