

ロッキーフラッツの技術

実証 & 実施概要

グローブボックス及びタンクを化学除染することで、安全性を高め、TRU（超ウラン）廃棄物を減少

概要

科学技術局（OST）の資金を用いて、ロッキーフラッツチームは、除染方法を開発し、これまで危険でコストの掛かる縮小切断をする必要があったグローブボックスやタンクの表面汚染物質（SCOs）の除去に成功しました。一つの優れた廃炉技術の革新により、現場閉鎖に掛かる期間を数ヶ月も短縮しました。



除染プロセスの第2段階では、ブラシを

必要性

ロッキーフラッツ環境技術サイト（RFETS）にある 900 基以上のグローブボックスを用いて、作業員達はプルトニウム、アメリシウム、ウラン、他の放射性同位元素を処理する危険な作業を行っていました。ほとんどのグローブボックスとタンクは、超ウラン（TRU）のレベルにまで汚染されていました。除染しない場合には、受入基準に従った処分が必要でした。

核廃棄物隔離試験施設（WIPP）の受入基準では、TRU 廃棄物は、標準廃棄物ボックス（SWB：1.9 立法メートルまでの廃棄物を入れる容器）に入れるか 55 ガロンのドラム缶に入れなければなりません。更に WIPP の要求には、TRU 廃棄物を承認済の検定システムで調査すること、及び梱包内を確認する目視検査の実施があります。これらの要求を満たすために、ロッキーフラッツ環境技術サイト内にある TRU 廃棄物は、建物 440、559、もしくは 664 に移送され、容器の重さをグラム単位で測定します。その後、外部に移送する前に、ロッキーフラッツ環境技術サイト内に最大で 144 日間保管され、ガス発生有無の試験を行います。TRU 廃棄物に繰り返し行う作業は、コストが掛かり、作業員を危険にさらします。

更に危険な作業は、小さな標準廃棄物ボックス（SWB）に入れるためのタンクとグローブボックスの縮小切断です。ロッキーフラッツ環境技術サイト内にある最大のグローブボックスの長さは 19.5m であり、最大のタンクの容積は 75,000L 以上あります。それらを移送するために、大型空気処理設備つき縮小切断用格納室内で切断を行います。縮小切断には、Sawzalls 社切断機、鉄板切断機（ニブラー）、プラズマアーク切断機などを使用し、6.4mm 厚のステンレス

を切断します。作業員のグローブは時には破れてしまうこともあり、切断機の扱いには労力を要します。標準廃棄物ボックス（SWB）に入れるまでに何度も切断を行います。グローブボックスが大き過ぎて、移動させることが困難な場合には、テントを周りに立てることで、汚染された鉄などの切断時に高濃度汚染物質が空気浮遊するのを防ぎます。現場での縮小切断が増加するほど、コストと時間が掛かります。その一つの理由は、作業員はエアスーツを着る必要があり、その脱着に非常に時間が掛かる

からです。

化学除染成功の先駆者

1996 年、廃棄物担当者は巨大設備の処分における対策を模索し始めました。彼らは、「これまでの除染作業は新たな廃棄物を生み出し、労力を要し、作業員を未知の危険性にさらす。」という結論に達しました。

1997 年、米国運輸省（DOT）が低レベル廃棄物の輸送に関して例外を認めたため、ロッキーフラッツ環境技術サイトでの新たな除染方法が研究されました。運輸省の例外規定では、除染可能な総量を、平均 100cm² 以上の場合において、壊変毎分（DPM）の単位で制限していました。これらの基準を満たす廃棄物は、表面汚染物質（SCOs）と呼ばれています。

廃棄物の汚染物質の分類を表面積で実施するために、様々な物質の表面積に対する質量比を明らかにする必要性がありました。分類するための測定方法の詳細な手順が決められ、廃棄物の重さを量れば容易に汚染物質の分類が出来るように、表面積と質量比の関係部分を測定しました。

運輸省の指針では、表面汚染物質（SCO）の基準を満たす廃棄物は、様々な輸送手段用に梱包出来ます。最も収納出来るものは貨物用コンテナであり、その容積は 38 平方メートルです。表面汚染物質（SCO）として廃棄物を梱包出来れば、TRU 廃棄物を梱包するときのようなコストの掛かる厳しい基準を避けることが出来ます。更に重要なことは、何千立法メートルにも及ぶ廃棄物の危険な縮小切断を回避出来ることです。



グローブボックスを除染するために、グローブポートから手を入れ、化学物質を使用する

科学技術局 (OST) が提供した資金により、アルファ 12-1A 検知器は改良され、分類目的で表面汚染物質 (SCO) を検知するときの限量が増加されました。以前の 12-1A 空気比例イ

オンチャンバでは、検知出来る量が 2M DPM でした。チャンバの前面に減衰スクリーンを取り付けることで、検知出来る量は 200M DPM まで増加しました。また、科学技術局 (OST) の協力を得て、1B DPM まで検知可能な Ludlum 社製広域アルファチャンバ 195 モデルを設置しました。Ludlum 社製 195 モデルが 12-1A 検知器よりも優れている点は、現場での使用が可能なこと。通常の機器は汚染に弱く、汚染エリアから搬出出来なくなってしまうことがあります。

テクノロジー

最初の除染技術を開発したのは Environmental Alternative 社でした。この技術では、酸と他の化学物質の混合物を、機器の表面に 3 段階で塗布しました。この抽出ソリューションでは、ミクロレベルの乳化とイオン交換の化学変化で混合物を汚染物質に結合させ、24 時間後表面を測定し、表面汚染物質 (SCO) の基準を満たしているのかを確認しました。

科学技術局 (OST) の資金協力を得て開発されたもう一つの手段では、表面除染に硝酸セリウム (CN) を使用します。現場が稼働していた時に、硝酸セリウムは、プルトニウム回復の代用物として建物 771 で使用されていました。除染時には、まず硝酸セリウムと蒸気をタンクや他の設備に注入します。次に硝酸セリウムの希釈液を内面に塗布した後、中和剤ですすぎ拭き取ります。20-30 分後に表面を測定し、表面汚染物質 (SCO) の基準を満たしているのかを確認します。

ケーススタディ： 縮小切断 vs 化学除染

ここでは、建物 771 にある同様の大きさの 2 つのグローブボックスの処分方法を比較します。ある方法においては、グローブボックスは除染され表面汚染物質 (SCO) として梱包されました。もう一つの方法では、グローブボックスは、汚染度合いが高すぎたために表面汚染物質 (SCO) の基準を満たすことが出来ず、また大きすぎたために縮小切断室に移送することも出来ませんでした。最終的には、格納テント作り、

適切な場所で縮小切断を実施しました。

- ・ ライン 15 は、長さが 4.3m、高さは 1.8m、表面積は 28 m² でした。ライン 15 では、過酸化水素を用いて硝酸プルトニウムを過酸化プルトニウムに化学変化させました。非常に揮発性の高い化学変化のため、沈殿物は固体となり、さらにそれを金属の中で処理しました。内部の機器を全て取り除き、1 日かけてライン 15 を除染し、1 つの貨物用コンテナに全体を梱包しました。
- ・ ライン SR12 では、酸化プルトニウムを四フッ化プルトニウムに化学変化させる手法が採用されました。7.6m のグローブボックスの中の 3.4m 分は、表面汚染物質 (SCO) レベルの汚染だったため、貨物用コンテナに梱包しました。残り 4.2m 分の内部表面は、汚染度合いが高すぎたため、表面汚染物質 (SCO) の基準を満たすことが出来ませんでした。高さ 3m 以上の部分の表面積は約 40 m² でした。テントを立て、縮小切断を実施するのに、作業日で 25 日、さらに 1,500 時間以上を要しました。SR12 のグローブボックスの表面を適切に梱包するのに 9 つの標準廃棄物ボックス (SWB) を必要としました。

この比較では、SR12 の方がわずかに大きかったのですが、化学除染の利点は明白です。建物 771 のグローブボックス 240 基全てを縮小切断していたならば、解体スケジュールが前倒しになることはなく、おそらく遅れていたでしょう。

まとめ

ロッキーフラッツ閉鎖プロジェクトの化学除染技術の成功により、TRU 廃棄物のライフサイクルは 30% 近く減少し、体積は 17,500 立法メートルから 12,500 立法メートルに減少しました。

化学除染の最大の利点は、何千時間にも及ぶ作業員の高濃度放射線被曝、縮小切断の労力、いくつもの作業上のリスクを減らすことが出来たことです。

除染後、グローブボックスの重さを量り、梱包し、貨物用コンテナに積み込む



Technology Supporting the Path to Closure

For more information about Technology at Rocky Flats, contact David Maloney, Kaiser-Hill Company, (303) 966-7566, or Gary Huffman, DOE, Rocky Flats Field Office, (303) 966-7490

