

## 1. 経緯

2020年2月25日に東海第二発電所から搬出した832本の廃棄体（以下、「ドラム缶」という。）について、日本原燃㈱低レベル放射性廃棄物埋設センターで検査を行っていたところ、同年3月19日に1本のドラム缶底部に錆があることが確認された。なお、残りのドラム缶831本については検査を合格している。

当該事象を受け、同年5月9日に当該ドラム缶を東海第二発電所へ返送し、錆の発生原因調査を行ったので以下のとおり報告する。

## 2. 当該ドラム缶の状況

### (1) ドラム缶観察結果

底部（外面）：2か所の錆（大：直径約2cm、小：直径約5mm）及び塗装の盛り上がりを確認。

直径約2cmの錆について、タッチアップペイントの形跡<sup>（注1）</sup>を確認。

底部（内面）：中央部を除く範囲にて複数箇所の錆及び塗装の盛り上がりを確認。

底部（内面）に水滴の無いことを確認。

底部以外：特に異常なし。

（注1）今回搬出した832本についてタッチアップペイントの実施有無を確認したところ、当該ドラム缶を含む41本に底部におけるタッチアップペイントの形跡を確認した。

### (2) 汚染確認

汚染密度測定用サーベイメータによる汚染検査によりドラム缶底部の内面及び外面に汚染の無いことを確認した。

### (3) 分析機関による測定分析結果

当該ドラム缶底部の外面及び内面に錆が確認されたため、断面観察及び錆促進成分（塩素等）の成分分析を行った。結果は以下のとおり。

- 断面観察の結果1600 $\mu$ m（仕様）の母材に対し、局所的に腐食による減肉が生じたが、最小板厚が706 $\mu$ m残存していることを確認した。なお、断面観察は外面の錆の浸食状況から最小板厚となる部分を選択した。（当該ドラム缶は2009年8月18日に製作され、2017年8月10日に自主検査で外観の健全性を確認、その後2020年3月19日に事象が確認されており、長期保管が錆の進展に影響したと考えられる。）

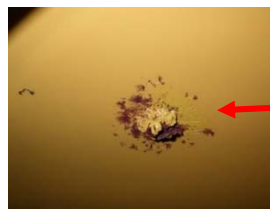
- 外面及び内面の錆は進行が遅い黒錆<sup>（注2）</sup>と考えられ、それぞれ母材の表層部分のみであり、外面と内面の錆は繋がっていない。

- 外面に錆促進成分（塩素等）は検出されなかった。内面に錆促進成分（塩素等）は検出されたが、微量であり錆を促進させる効果は小さい。

（注2）錆の外観の色相及び錆の進行が母材表面で留まっていることから、一般に腐食の進行を遅延させる黒錆であると考えられる。母材内部まで進展していないのは、金属表面に不動態の被膜（黒錆）が形成されることで、母材である金属を著しく劣化させる赤錆に発展しなかったためと考えられる。

### 【ドラム缶底部の状況】

錆の拡大写真



（錆の直径：約2cm）

ドラム缶底部の状況



（2か所に錆）を確認

錆の拡大写真



（錆の直径：約5mm）

### 【ドラム缶底板の断面】

ドラム缶内面側



ドラム缶外面側

最小厚さ：706 $\mu$ m  
錆は底板を貫通していないことを確認

## 3. 原因調査

分析機関による分析結果から、当該ドラム缶の表面に錆が発生した要因は、当該ドラム缶底部（外面）に外側からの錆（内側と外側の貫通が認められなかった）が発生したことであると分かった。そのため、当該ドラム缶底部（外面）に錆が発生した原因を特定するための調査を行った。

### (1) 調査結果

次の①～④の項目について調査を実施した。

#### ① ドラム缶製作要因

- ドラム缶の設計内容について、購入仕様書及び検査証明書にて、JIS規格のドラム缶であることを確認した。
- ドラム缶の材質、塗料等について、購入仕様書及び検査証明書にて、仕様を満足していることを確認した。
- ドラム缶の製作手順について、受注者への聞き取り、購入仕様書からJIS規格に基づき製作され、納入されていることを確認した。
- ドラム缶の検査について、検査証明書から、検査に漏れがないことを確認した。
- ドラム缶検査手順について、受注者への聞き取りにより、JIS規格に基づき、適切に検査が行われ、納入されていることを確認した。
- ドラム缶検査者の力量について、受注者への聞き取りにより十分な力量を有する者が、JIS規格に基づき、検査を行い、納入していることを確認した。

#### ② 調達要因

- ドラム缶の選定について、購入仕様書及び検査証明書にて、ドラム缶の運用条件に合致したドラム缶を選定していること、JIS規格のドラム缶を選定していることを確認した。
- 工場から東海第二発電所への輸送時にドラム缶が傷ついていないことを、納品時の検査にて確認した。
- 受取検査時にドラム缶にタッチアップ塗装が行われていないことを、納品時の検査にて確認した。
- 「充填固化体製作手順書」に基づくモルタル材料を使用していることを、配合成績書にて配合設計どおりのプレミックスセメント及び混和剤が使用されていることにより確認した。
- キャニスタについて、検査成績書により、「充填固化体製作手順書」に基づくキャニスタを使用していることを確認した。台座シートの仕様についても、納品書にて購入仕様書どおりの台座シートを使用していることを確認した。

#### ③ 低レベル放射性廃棄体製作要因

- 廃棄体製作の手順書について、「充填固化体の標準的な製作方法」（電力標準マニュアル）の要求事項を満足していることを確認した。
- 廃棄体製作者の力量について、十分な力量を有していることを力量評価書で確認した。
- 廃棄体製作装置の故障の有無について、CR管理票（不適合）が発行されていないことを確認した。
- 廃棄体製作に使用したモルタル材の仕様について、「充填固化体製作手順書」に定められた配合の材料を用い、「運転手順書」に従い混練されたモルタル材を使用したことを確認した。
- 廃棄体製作に使用した台座シートの仕様について、検査成績書から、購入仕様書どおりの台座シートであることを確認した。
- 廃棄体製作に使用したキャニスタの仕様について、検査成績書から、「充填固化体製作手順書」に定められたキャニスタであることを確認した。
- 廃棄体製作後のドラム缶について、収納記録により、容器状態の確認を行い、錆、変形、傷、塗装の剥がれがないことを確認した。

④ 自主検査時及び保管中要因

- ・ドラム缶のタッチアップペイントについて、十分な下地処理が実施されておらず、明確な手順がなかったことを確認した。
- ・タッチアップペイントで使用する塗料について、ドラム缶メーカーよりドラム缶製作時の外側の塗装で使用している塗料の提供を受けていることを確認した。
- ・ドラム缶保管中に傷等が付いていないことを自主検査時の外観点検記録にて確認した。
- ・自主検査から搬出までの間は、固体廃棄物作業建屋で長期保管しているが、保管中及び搬出前の点検を行っていなかったことを確認した。

4. 推定原因

上記「3. 原因調査（1）調査結果」より、以下により当該ドラム缶底部（外面）に錆が発生したものと推定した。

- （1）自主検査後から搬出までの間の長期保管（約2.5年）により、母材表面の錆が進展し、錆による体積の膨張によりドラム缶底部（外面）の塗装が割れ、剥がれた。
- （2）自主検査時にドラム缶底部に塗装傷<sup>（注3）</sup>を確認し、タッチアップペイントを実施したが、明確な手順がないため、タッチアップペイントを実施する際に錆を考慮した十分な下地処理が行われず、母材表面の錆が除去されなかった。

（注3）廃棄体製作前後の運搬時においてドラム缶底部（外面）に機器との接触等（運搬作業中、ドラム缶底部に機器が干渉することがないことを確認したが、なんらかの状況により機器との接触等があったものと推測）により、塗装傷が発生し、塗装傷箇所において、母材と大気が接触する環境が形成されたため、大気中の水分及び酸素により母材表面に錆が発生したと推測。

5. 再発防止対策

上記「4. 推定原因」を踏まえ、当該ドラム缶底部の錆発生リスクを低減する対策として以下を講じることとする。

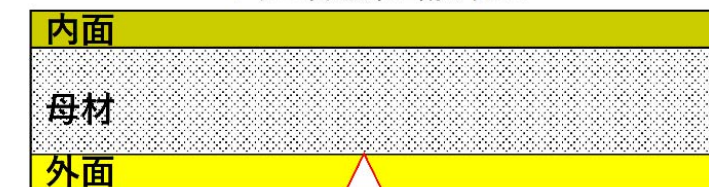
- （1）自主検査後の長期保管時において錆が進展したドラム缶を搬出しないための対策  
タッチアップペイントを実施したドラム缶について、自主検査後から搬出までに1年以上経過する場合は、搬出前に外観検査を実施し記録を作成することを手順書に追記する。
- （2）塗装傷箇所において発生した錆の進展リスクを低減する対策  
タッチアップペイント前に、塗装傷箇所及びその周囲の下地処理（サンドペーパー処理、脱脂処理）を実施し、タッチアップペイントに関する記録を作成することを作業要領書に追記する。

以 上

【錆の進行のメカニズム】

ステップ1

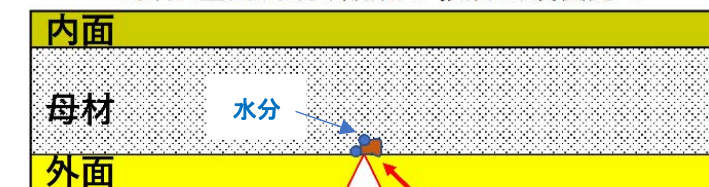
ドラム缶底部に傷が発生



塗装に傷

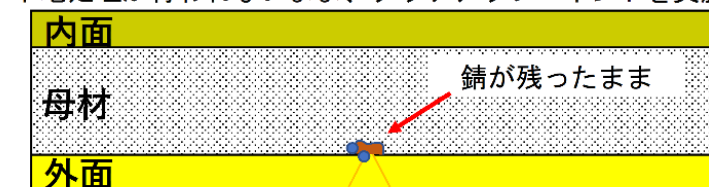
ステップ2

母材と空気（水分、酸素）が接触し、腐食発生



ステップ3

下地処理が行われないまま、タッチアップペイントを実施



タッチアップペイント



ステップ4

錆の進行により、塗装の割れや剥がれが発生

