

福島第一原子力発電所 放射性物質で汚染された フランジ型タンクの解体におけるレーザー除染工法の開発（その2）

東京電力ホールディングス(株)

正会員 ○佐々木辰茂 玉井猛 小川智広 前城直輝

大成建設(株) 正会員 森益基 伊藤文雄 後藤貴晴

1. はじめに

フランジタンクの解体作業は、放射性物質を含んだダストの飛散抑制のため、事前にタンク内面を塗装することにより、遊離性のある放射性物質を固着させ実施している。この塗装による飛散抑制対策の代替工法として、作業員の被ばく低減、二次廃棄物の抑制を目的としたレーザーを活用したタンク内面の除染工法を開発している。実施を進めている中で、タンク内面の表面線量率 ($\gamma+\beta$) が目標である『タンク解体片1枚あたり 1mSv/h 未満(平均値)』を達成できない場合があり、その場合は別途追加で除染(スチールブラスト)を実施する必要がある。スチールブラストによる除染作業は、放射性物質を含んだ二次廃棄物(ブラスト材)が発生するなどの課題もあるため、レーザー照射により目標としている表面線量率 ($\gamma+\beta$) まで除染できる方法を確立することが課題となっている。本稿は、この課題についての原因究明と対策について検討したものを記すものである。

2. レーザー除染後のタンク内面の表面線量率 ($\gamma+\beta$)

レーザー除染後のタンク内面の表面線量率を測定すると概ね 1mSv/h 未満となっているが、一部でホットスポット(目標 1mSv/h を超過する箇所)が確認された(図-1)。レーザー除染後の状況を確認すると、試験施工時には確認されていなかった白色の付着物がタンク内面に約 400 個程度残存しており(写真-1)、その内 75 個程度がホットスポット(全 23 箇所で 1 箇所に複数個の付着物有り)であった。このことから、残存した白色の付着物が除染の効果に影響を及ぼしていると考え、原因を調査するために分析を行った。

3. 付着物の分析結果

白色の付着物は、レーザー除染をする前からタンク内面に不均一に存在しており(写真-2)、全体的には薄い層状に付着している。一部で厚みのある線状に固着しているものもあり(写真-3)ケレン等で容易に除去できるような状態にはない。しかしながら、レーザー照射後の付着物は、触れると簡単に除去ができる状態に変質していることが確認できている。

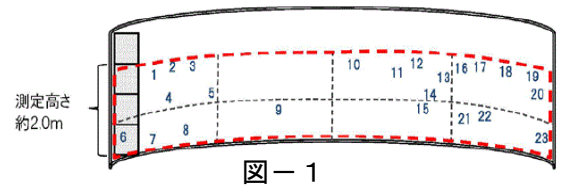


図-1

解体片の調査範囲とホットスポット (23箇所)



写真-1 レーザー除染後のタンク内部状況

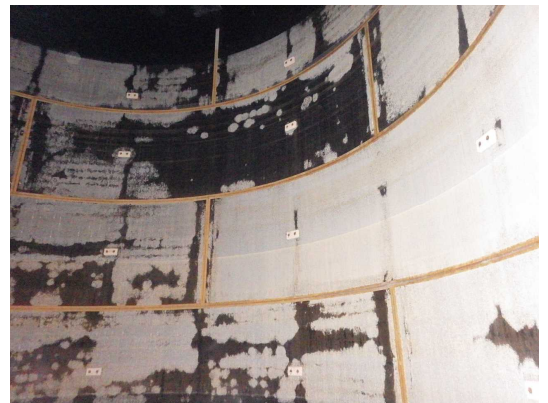


写真-2 レーザー除染前のタンク内面

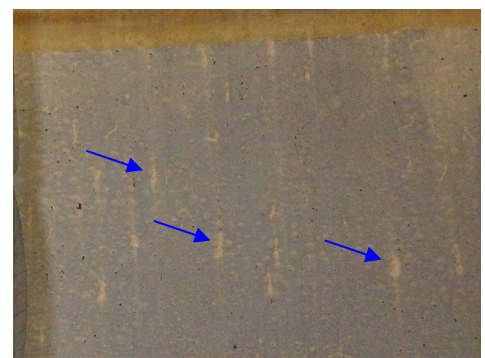


写真-3 線状の白い付着物

キーワード：フランジ型タンク，犠牲陽極，放射性物質，除染，レーザー

連絡先：〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3 TEL 03-6373-1111

次に、付着物の成分について分析するため、蛍光X線を用いて調査を実施した結果、亜鉛が多く検出された。(表-1) これは、タンク内面に設置した亜鉛が主成分の犠牲陽極が溶け出し付着したものだと考えられる。

表-1 レーザー除染前の白い付着物の成分分析結果 単位：%

	LE※	Zn	Fe	Si	Ca	Cl	その他
1回目	57.6	28.9	1.84	9.27	1.42	0.53	0.44
2回目	59.5	27.7	1.81	8.25	1.28	0.42	1.04
3回目	56.7	29.3	1.86	8.68	1.31	0.46	1.69

※H~Naの元素は定性・定量不可なため”LE”として表示

4. 白色の付着物除去方法の検討

白色の付着物の除去方法について検討を実施した。まずレーザー照射後に線状の白色の付着物が残存する仮説として、「レーザー光を吸収していないため」と考えた。これを立証すべく、レーザー光の透過率が高いガラス板全面に付着物を模擬（成分分析結果を用いて製作した溶液を塗布し乾燥させた）した試験片へレーザーを照射したところ、模擬した付着物を透過していることが確認できた(図-1)。また、試験片について光の波長別に透過率を測定した結果、選定するレーザーの波長では約80%の透過率であることが確認された。このことから、選定しているレーザー装置では、対象物に対して波長が合わず、効率的にレーザー光を吸収することができないため照射回数や出力を増加させたとしても除去が困難であると考えられた。なお、大半の白色の付着物が除去できるのは、透過したレーザー光が白色の付着物背面の塗膜や母材表面(SS400)と反応し温度上昇することで蒸散する際のエネルギー影響受け蒸散温度まで達した範囲が除去されているものと考えている。

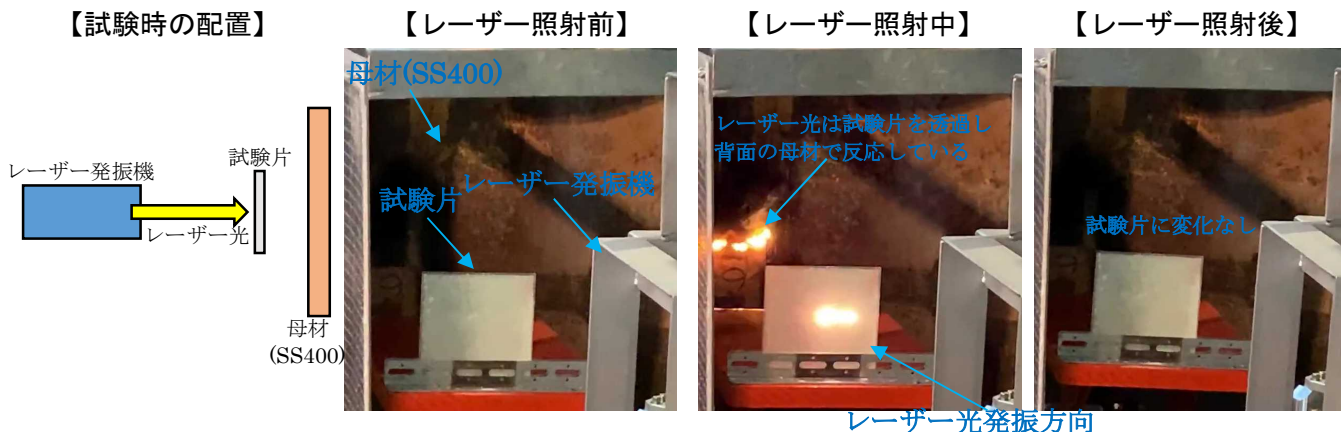


図-1 試験状況

そこで、レーザー照射後にホットスポットに対し掃除機による吸引除去を行い、表面線量率の低下具合について確認を実施した。その結果、吸引除去前のホットスポットが1.5~10.0mSv/hだったのに対し吸引除去後は0.3~2.3 mSv/hまで低下することが確認できた。

4. おわりに

これまで実施してきたレーザー除染において、一部の解体片で目標の除染効果が得られなかった原因として、タンク内面に設置された亜鉛製の犠牲陽極が析出した白色の付着物がレーザー光をほぼ透過し残存することが影響している。残存する白色の付着物はレーザー照射により脆弱化し吸引をすれば容易に除去ができるため、ホットスポットの白色の付着物を除去すれば、目標であるタンク解体片1枚あたり表面線量率($\gamma + \beta$)の平均で1mSv/h未滿となる見通しが得られた。

今後は、検討で得られた方法を実施工で適用し同様の効果が得られることを確認していきたい。