

ITV カメラを使用した遠隔操作訓練

坂井 翔、久保 圭輔



六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉の解体現場では、ITV（Industrial TeleVision）カメラを使用した遠隔解体が解体作業全体の約 8 割を占めており、遠隔機器から対象物までの距離および空間認識が難しいことから、高度な遠隔操作技術が求められる。そこで、当社の訓練施設（ジェイテック技術・訓練センター：JTTC）に解体現場を模擬した訓練設備を導入し、遠隔機器の操作技術向上に努めている。

本稿では、2022 年の日本保全学会[1]にて発表した解体現場での作業を想定した様々な訓練の取組みについて紹介する。

キーワード: ITV カメラ、六ヶ所再処理工場、遠隔機器、マニピュレータ

1. はじめに

六ヶ所再処理工場では、せん断・溶解工程、分離工程で発生する高レベル放射性廃液を、ガラス溶融炉でガラスビーズと高温で混合させたガラス固化体として保管する。ガラス溶融炉は、放射線劣化等により設計耐用年数が5年であり、定期的なリプレースが必要である。ガラス溶融炉は大型で高線量であることから、マニピュレータ等の遠隔機器を用いて解体する必要がある。

カメラ映像による遠隔操作は、マニピュレータから対象物までの距離および空間認識が難しく、高度な技術力を要する。そこで、遠隔操作技術の向上を目的として当社の技術・訓練センター（以下、「JTTC」という）に、図1に示す解体現場を模擬した訓練設備を設置し、作業員の技術向上訓練に日々励んでいる。本稿では、解体現場での作業を想定して当社独自で設定した訓練内容について紹介する。

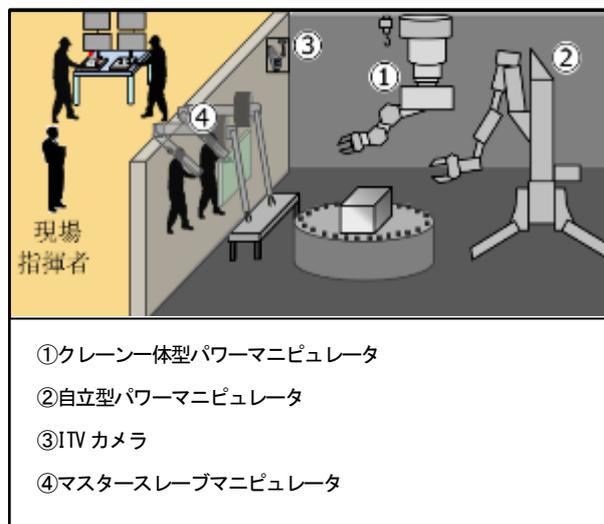


図1 解体現場の機器構成

2. 訓練内容

前章 1. で述べた通り、ITV カメラを使用した遠隔機器の操作は高度な技術力を要するため、操作技術向上を目的とした項目を設定し、訓練を実施している。表 1 にこれらの関係を示す。

表 1 必要な技術と訓練項目

訓練項目 必要技術	(a) 把持対象物 設置訓練	(b) 模擬ワイヤ ペイル訓練	(c) ケーブル 敷設・回収訓練
(1) 空間認識技術	○	—	—
(2) 負荷認識技術	—	○	○
(3) 視認性を確保 する技術	—	○	—
(4) 協調操作技術	—	—	○

2.1 把持対象物設置訓練

本訓練は、数種類用意した形状の異なる把持部付きの型を模擬グリッパで把持し、型合わせ受け台の穿孔部に挿入する訓練であり、解体現場における対象物の把持、移動、設置の操作技術向上を図ることができる。図 2 に訓練時のカメラ映像を示す。

図中の模擬グリッパと把持部付きの型の中心を合わせず把持を試みると、片方の爪部が把持部付きの型に干渉して、転倒させるおそれがある。カメラ映像は、模擬グリッパに対して水平・垂直の視野を確保できないことから、斜め方向のカメラ映像を確認しながら模擬グリッパの中心で正確に把持部付きの型を把持し、型合わせ受け台の穿孔部へ設置する訓練を行っている。本訓練により、カメラの映像に基づいて、ロボットアームと周辺機器の距離を把握したり、模擬グリッパの位置関係を把握したりする空間認識技術が向上する。



図 2 把持対象物設置訓練 (カメラ映像)

2.2 模擬ワイヤペイル訓練

本訓練は、フックに模擬ワイヤペイル (ストラップ状の吊環) を掛ける訓練であり、解体現場で使用するワイヤペイル付ケーブルの取扱いが可能となる。図 3 に訓練時のカメラ映像を示す。

図中のフックに模擬ワイヤペイルを掛ける際に負荷を掛け過ぎると双方を破損させるおそれがある。このことから、模擬グリッパで把持した模擬ワイヤペイルの僅かな挙動を、カメラ映像から得られたそのたわみ具合から判断し、負荷を最小限に留めるための訓練を行っている。本訓練により、繊細なワイヤペイル操作によってフックに掛かる負荷を認識する技術および視認性を確保するロボットアームの操作技術が向上する。



図 3 模擬ワイヤペイル訓練 (カメラ映像)

2.3 ケーブル敷設・回収訓練

本訓練は、マスタースレーブマニピュレータとロボットアームの協調作業によるケーブル敷設および回収訓練である。解体現場で使用するワイヤペイル付ケーブルの敷設および回収が可能となる。図 4 に訓練時のカメラ映像を示す。

図中の模擬ケーブルをマスタースレーブマニピュレータからロボットアームへ受け渡す際、操作員同士の意思疎通不足により、ロボットアームとマスタースレーブマニピュレータの干渉や模擬ケーブルを落下させる可能性があるため、カメラ映像で双方の位置関係を確認し、操作員同士で一手順毎に声掛けを行いながら機器を操作する訓練を行っている。本訓練により、模擬ケーブルに掛かる負荷を認識する技術および操作員同士の協調操作技術が向上する。

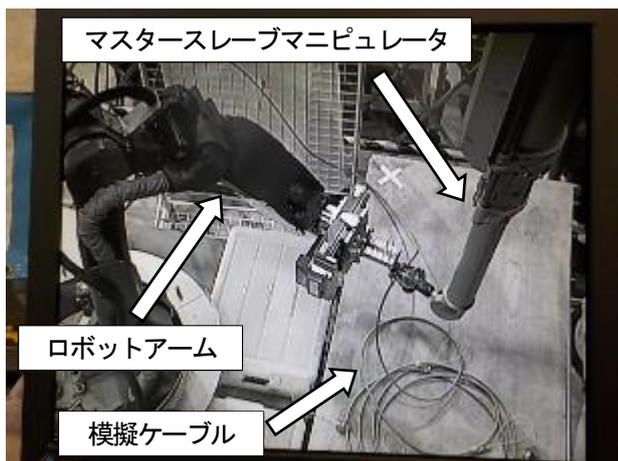


図4 ケーブル敷設・回収訓練 (カメラ映像)

3. まとめ

高線量空間で行う遠隔解体は、ITV カメラを使用した作業が多く、遠隔機器と周辺設備との干渉のリスクが高い。干渉により機器や設備を破損した場合、双方の機器の交換や補修作業が発生し、解体作業全体の工程に遅れが生ずる。このことから、遠隔解体要員の技術力向上および維持を目的として、今後更に以下 3 項目に取り組み、再処理工場における運転技術のさらなる向上を目指し安定操業に貢献する。

- ①遠隔解体要員のレベルに応じた訓練内容の段階的設定
- ②現場作業により近い訓練内容の考案
- ③国内外の遠隔操作実績を基にした訓練内容の考案と力量向上

参考文献

- [1] 坂井 翔、久保 圭輔 “ITV カメラを使用した遠隔操作訓練”、日本保全学会 第 18 回学術講演会 要旨集、2022、pp.302-303.



坂井 翔
(株)ジェイテック
設備運轉部 第三運轉グループ



久保 圭輔
(株)ジェイテック
設備運轉部 第三運轉グループ