

濃縮ウラン溶解槽の遠隔検査装置の開発

Development of the Remote Inspection Equipment for the Enriched Uranium Dissolvers

(独) 日本原子力研究開発機構 照沼 朋広 Tomohiro Terunuma Non Member
(独) 日本原子力研究開発機構 大関 達也 Tatsuya Oozeki Non Member
(独) 日本原子力研究開発機構 福有 義裕 Yoshihiro Fukuari Non Member

The two dissolvers installed in the Tokai Reprocessing Plant had failed occurred successively in 1982 and 1983. Then, remote-controlled equipment for repair and inspection has been developed because the dissolvers were installed under the high radiation condition and cannot access easily.

After repair of the dissolvers, the periodic inspection by remoteness is periodically carried out once per year for soundness confirmation of the vessels. Moreover, the remote inspection equipment for periodic inspection was developed, which time required for inspection is too short compared with former equipment,

Keywords: Tokai Reprocessing Plant, Dissolver, Remote Inspection Equipment

1. 緒言

東海再処理施設の濃縮ウラン溶解槽(以下、「溶解槽」という。)は、昭和57年4月に2基の溶解槽R10、R11のうち、R11の溶接部にピンホールが発見され、昭和58年2月にはR10の溶接部にもピンホールが発見された。溶解槽は、図1に示すように、約5cmにせん断された使用済燃料を蒸気で加熱された硝酸により溶解する装置である。このため、溶接部分に腐食がおり、ピンホールが発生したと考えられる。溶解槽は、再処理施設の最重要機器の一つであるため、溶解槽を補修し、復旧する必要があった。しかし、溶解槽は使用済燃料を溶解することから、高放射線量下であり、作業スペースが狭いため、高放射線量下での耐久性、遠隔操作性、耐食性、装置の小型化等を満足した遠隔補修・検査装置を開発する必要があった[1][2]。

溶解槽の補修は、肉盛溶接法を採用することとし、ペリスコープ、研磨装置、溶接装置、染料浸透試験装置、超音波試験装置、空中・水中兼用テレビ装置等の遠隔補修・検査装置を開発し、作業目的毎に個々の装置を使用する構成とした。本装置を用いて昭和58年に肉盛補修溶接を実施し[3]、昭和61年には予防保全の観点から、R10、R11の他箇所肉盛追加溶接を実施した。

これ以降、溶解槽の健全性の確認を目的とした超音波試験等の遠隔検査を、年1回定期的実施することとなった。しかし、定期的な遠隔検査を考慮すると、

狭いセル内で多数の装置を使用するため、操作が複雑になるほか、更新時の経済的負担が大きくなる。また、装置の保守が困難な構造であることから、新たな装置の開発が必要となった[4]。本報告では、昭和60年から現在に至るまでの遠隔検査装置の開発について述べる。

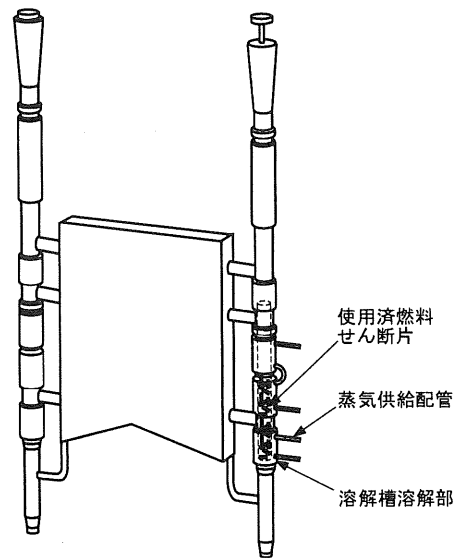


図1 溶解槽概要図

2. 遠隔検査装置の開発

2.1 昭和60年～平成元年における装置開発

昭和60年以前は1.で述べた通り、作業目的毎に個々の装置を交換して使用するため、以下の課題を有していた。

(1) 狭いセル内で多数の装置を使用、交換するため、操作が複雑になる。

連絡先: 照沼朋広、
〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4-33、日本原子力
研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所、
電話: 029-282-1111、e-mail: terunuma.tomohiro@jaea.go.jp

(2) 1 回限りの補修・検査作業に使用することを前提に設計・製作したため、使い捨てであり、経済的負担が大きい。

このため、操作性・保守性向上及び経済性向上の観点から、装置の多機能化、装置の主要部分（昇降用モータ、探触子、照明ランプ、観察用鏡等）の遠隔交換化の開発を進めた。開発した多機能型遠隔検査装置を図2に示す[2] [4]。多機能型遠隔検査装置は、昇降装置、超音波検査装置、外観観察装置、発泡試験装置から構成されている。また、検査により不具合を発見した場合に、研磨、溶接、染料浸透試験、洗浄という一連の補修ができるよう遠隔補修装置を備えている。これらの装置は、図3に示すように、溶解槽の上部に位置する濃縮ウラン溶解槽装荷セルに設置され、作業目的に応じて装置を遠隔交換する。

溶解槽の遠隔検査は、濃縮ウラン溶解槽装荷セル内の溶解槽溶解部の上端に昇降装置をセットし、あらかじめ昇降装置と接続した各種検査装置を溶解槽溶解部に昇降させ、各種検査を行い、溶解槽の健全性を確認している。これらセル内での作業は、すべて遠隔操作によって行われる。遠隔操作は、セル外の操作区域に設置した表示部、昇降装置制御盤、各種検査装置制御盤により行われる。セル内の装置とセル外の制御盤等はコンクリート遮へい壁を貫通するケーブル中継装置を介してケーブル類で接続され、動力及び信号の伝達が行われる。遠隔検査システムを図3に示す。

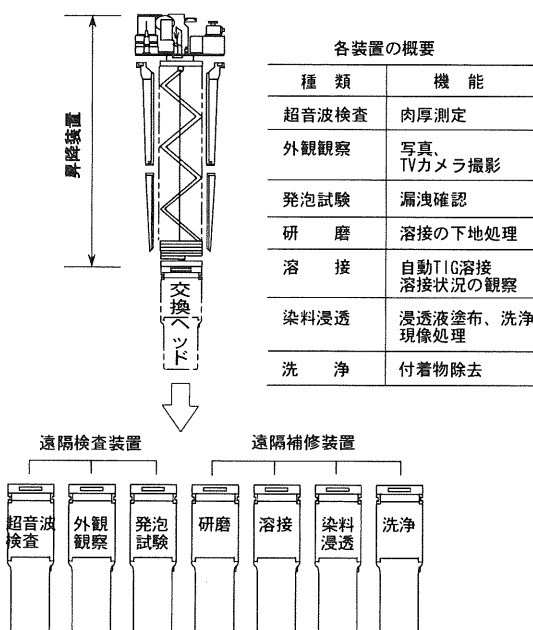


図2 多機能型遠隔検査装置の概要

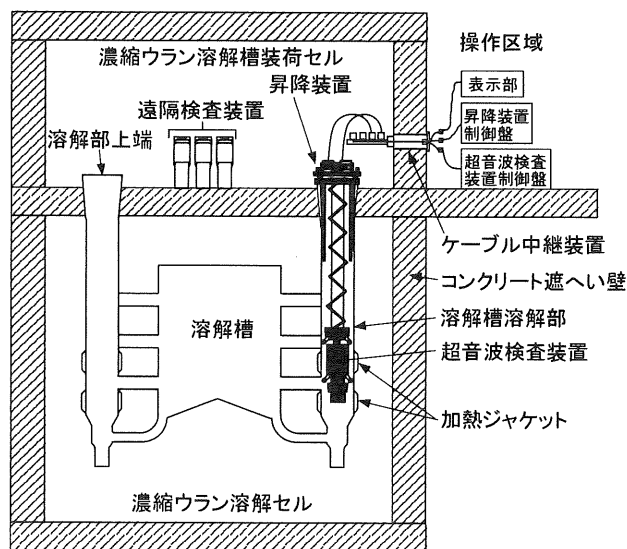


図3 遠隔検査システム

2.2 平成2年～現在までの装置改良

本装置による遠隔検査は、平成2年から使用を開始し、現在に至っている。一方、これまでの使用において不具合の発生及び課題が明らかとなった。

2.2.1 昇降装置の改良

昇降装置を図4に示す。昇降装置は、各種装置を接続し、溶解槽溶解部に昇降させる装置である。各種装置と昇降装置は、2本の昇降用ワイヤで接続され、その昇降用ワイヤを2つの巻取りドラムで巻取り、巻下げを行うことで昇降を可能としている。また、ケーブル・ホース類を共用化し、パンタグラフ方式によりケーブル・ホース類を収納し、コンパクト化を図っている。

このうち、昇降用ワイヤ巻取りドラム部での不具合が多く発生した。具体的には昇降用ワイヤの乱巻によるものである。この不具合に対して、①ワイヤ乱巻検知スイッチを設置し、ワイヤが乱巻した際に、巻取りドラムが緊急停止することとした。②ワイヤ乱巻防止用ガイドローラを設置し、ワイヤがスムーズにドラム溝に入る構造とした。③ワイヤ緩み検知用リミットスイッチを設置し、ワイヤが緩んだ時に、巻取りドラムが緊急停止することとした等の改良を行った。

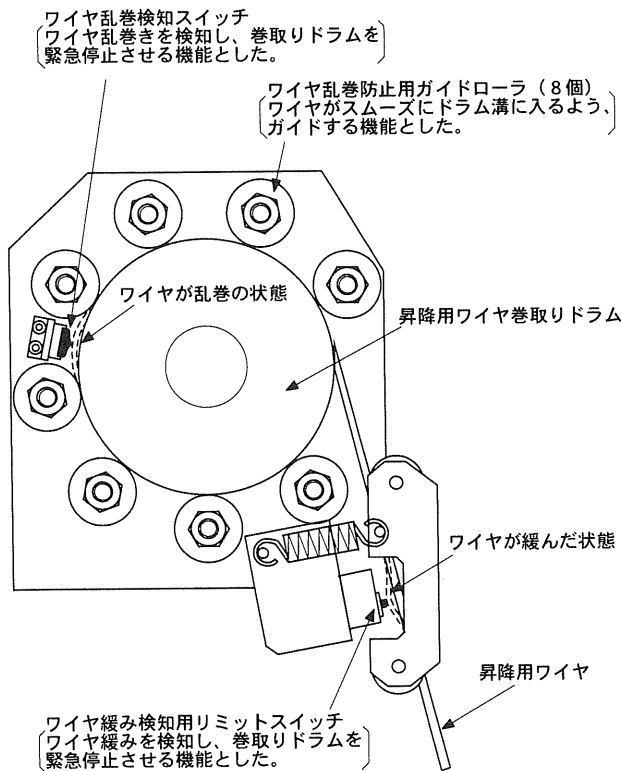


図4 昇降装置の不具合に対する改良1

また、昇降装置と各種装置の接続は、巻き出した昇降用ワイヤを、遠隔操作するためのマニプレータを用いて交換ヘッド側に接続するため、昇降用ワイヤが無負荷となり、緩んで乱巻きになる可能性を有していた。このため、マニプレータを使わずに、昇降用ワイヤに負荷が掛かった状態で接続できるよう改良した。改良点を図5に示す。

スプリングを昇降用ワイヤへ挿入し、スプリングの反発力により、昇降用ワイヤを巻き出した際にも、昇降用ワイヤに負荷が掛かるようにした。また、昇降用ワイヤ先端部をテーパ状に加工し、マニプレータを使うことなく、交換ヘッド側のガイドに沿ってスムーズに昇降用ワイヤが巻き出されるようにした。

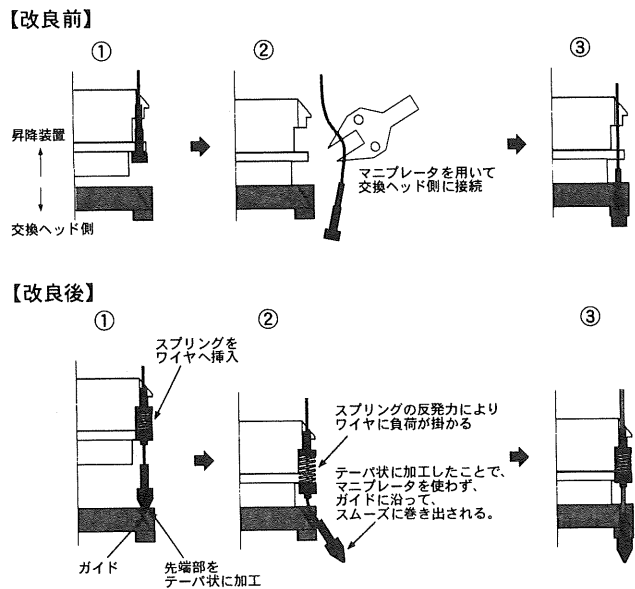


図5 昇降装置の課題に対する改良2

2.2.2 超音波検査装置の改良

溶解槽は、昭和52年のホット試験開始以来30年以上が経過し、溶解運転に伴い腐食が徐々に進行してきている。

溶解槽の超音波検査では、水浸法（パルス反射法）により、溶解槽溶解部の肉厚を測定しているが、平成8年頃から腐食により超音波パルスの反射波が散乱し、測定できない箇所が増加してきた。

このため、従来固定式であった探触子を可動式に改良し、超音波パルスの散乱に追従できるようにした。改良点を図6に示す。

探触子は、2個のモータにより、上下及び左右方向の動作を可能とし、可動範囲は、上下及び左右それぞれ $\pm 5^\circ$ とした。これにより、散乱した超音波パルスを受信できるようにした。

超音波検査装置

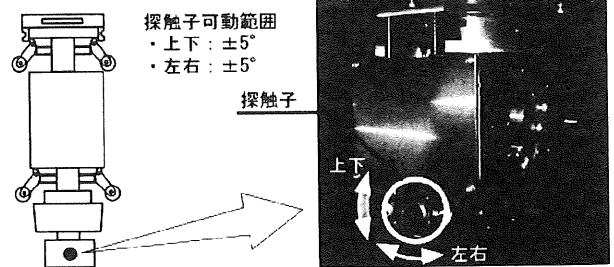


図6 超音波検査装置の改良

3. 結言

- 1) 昭和 60 年から平成元年にかけて、溶解槽の検査・補修用の多機能型遠隔検査装置を開発した。これにより、狭いセル内での操作性、保守性が向上し、経済的負担が大幅に減少した。
- 2) 1)の装置のうち、昇降装置及び超音波検査装置の改良を行った。昇降装置は、良好な結果を得ている。
- 3) 本装置で開発した技術は、二重管のような構造で内側の肉厚を測定したい場合、探触子に接触媒質を直接塗布できない場合、腐食環境にあつて表面が粗くなった対象物を非接触でしか測定できない場合等、人が容易にアクセスできない機器の検査への応用が期待できる。

参考文献

- [1] 大谷吉邦、“溶解槽の遠隔補修について”、動燃技報、No.53、資料番号 53-3(1985)
- [2] 山村修、山本隆一、野村茂雄、“東海再処理工場における保守技術開発に関する分析評価”、日本原子力学会和文論文誌、Vol.6、No.4、pp.491-502(2007)
- [3] 動燃事業団東海事業所再処理工場工務部保守課、処理部前処理課、“再処理工程の運転－保守・補修”、動燃技報、No.55、資料番号 55-13(1985)
- [4] 内藤誠也、大森栄一、住谷昭洋、大高甲子男、高橋啓三、“濃縮ウラン溶解槽の多機能型遠隔検査・補修装置の開発(I)”、日本原子力学会「1989秋の大会要旨集」、(1989)