

7-1 「常陽」における高速炉の炉容器内補修技術の実証 —大型構造物の交換と変形した実験装置の回収—

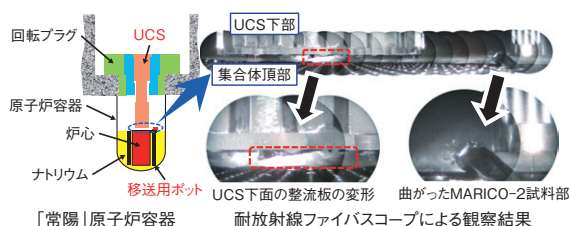


図 7-2 原子炉容器内の干渉物の発生

原子炉容器内で UCS の下部が一部変形し、MARICO-2 試料部は変形し収納した移送用ポットから突き出ていました。回転プラグの運転範囲は、MARICO-2 試料部と UCS 等の干渉を避けるため制限しなければならず、一部の範囲で燃料交換ができない状態となりました。

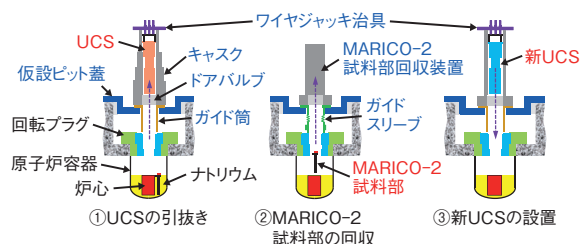


図 7-3 UCS 交換及び MARICO-2 試料部回収作業の概略フロー
旧 UCS 撤去を第 1 ステップとし、撤去孔から MARICO-2 試料部を回収することを第 2 ステップ、新 UCS 装荷を最終ステップとしました。ここでは、最大表面線量率が 100 Sv/h 以上のものを取り扱います。

高速実験炉「常陽」では、2007 年に計測線付実験装置 (MARICO-2) を原子炉容器内から取り出す際の不具合により、炉内大型構造物である炉心上部機構 (UCS) の交換と変形した実験装置 MARICO-2 の一部 (試料部) の回収が必要になりました。炉内状況を図 7-2 に示しています。当該作業は、約 5300 人・日が従事し、2014 年 12 月に完了しました。個人被ばく線量は最大約 0.25 mSv、総被ばく線量約 1.6 人・mSv と極めて少なく抑えることができました。

当該作業は、図 7-3 に示すフローで進められました。「常陽」は供用中のナトリウム (Na) 冷却型高速炉であり、使用する機器類は、高温 (約 200 °C の Na が存在) ・高線量 (高中性子束に起因する炉内構造物等の高放射化) ・アルゴンカバーガスバウンダリの確保を設計条件とする必要があります。本作業にあたって、多岐にわたる技術を開発していますが、代表例として、(1) UCS 交換用揚重装置、(2) MARICO-2 試料部遠隔回収装置の開発を紹介します。なお、これらの装置・機器類の開発においては、製作時に工場におけるモックアップ試験で機能を適宜確認した上で実機に適用し、その技術や運用方法を確立しています。

(1) UCS は寿命中に交換することを前提として設計

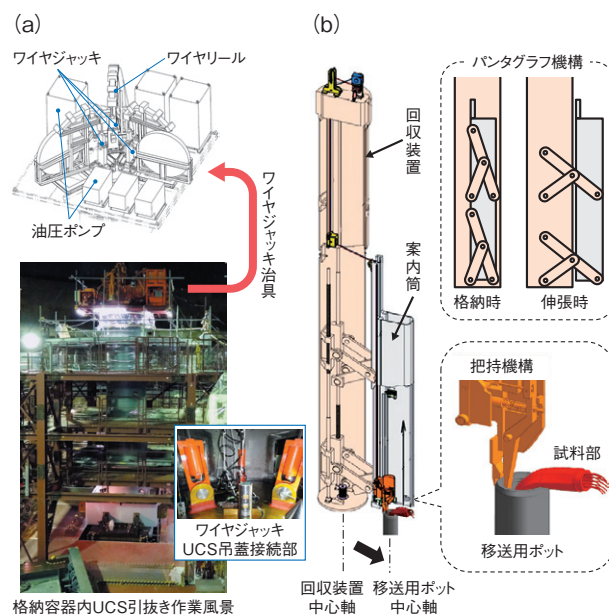


図 7-4 技術開発成果の例

(a) UCS 交換用揚重装置及び (b) MARICO-2 試料部遠隔回収装置は、対象物を遠隔操作によって取り扱う技術です。その開発・運用には、「常陽」で長年蓄積・実証した技術が反映されています。

したものではないため、UCS 交換用揚重装置は、十分なクリアランスがないことを前提に、UCS が周囲の構造物に干渉しないようかつ干渉を迅速に検知できるように、高精度な水平度・荷重管理機能を設けています。また、UCS は高い線量を有し、図 7-4 (a) に示すように、厚い鉄の容器内等で取り扱う必要があるため、視認することができません。本装置設計では、荷重管理と連動した装置停止対策を講じています。

(2) MARICO-2 試料部遠隔回収装置は、UCS 撤去孔からアクセスし、図 7-4 (b) に示すように、パンタグラフ機構を設け、遠隔操作により把持機構位置を調整し、試料部を移送用ポットとともにつかみ上げ、回収するものです。本装置設計では、耐熱材料選定・熱膨張等を考慮した寸法管理を行いました。また、把持した対象物の落下防止対策は多重に講じています。

Na 冷却型高速炉の炉内保守・補修では、前述した環境にあって、軽水炉と異なる技術開発が求められます。一方で、炉内保守・補修にかかわる技術を適用し、高線量の大型構造物の交換や変形した機器の回収等で実証した事例は、世界的にも希少です。今回の作業で得られた知見・経験は、今後の高速炉の炉内保守・補修技術開発に有益かつ顕著な役割を果たすものと考えています。

●参考文献

- 芦田貴志ほか、高速実験炉「常陽」における原子炉容器内保守・補修技術開発—変形した MARICO-2 試料部の回収に向けた調査と機器設計—, JAEA-Technology 2012-047, 2013, 106p.
伊藤裕道、高松操ほか、高速実験炉「常陽」における原子炉容器内保守・補修技術開発—「常陽」炉心上部機構の交換に向けた技術開発 (その 2) —, JAEA-Technology 2014-024, 2014, 28p.