燃料デブリの臨界特性を明らかにする定常臨界実験装置 STACY 更新炉の整備（11）コンクリート構造材模擬体を用いた実験の検討

Modification of STACY for study of criticality characteristics of fuel debris

(11) Design of experimental core with concrete rods

*荒木 祥平[1], 郡司 智[1], 新垣 優[1], 吉川 智輝[1], 井澤 一彦[1], 須山 賢也[1]

[1] JAEA

STACY 更新炉において、コンクリートの組成を模擬したデブリ構造材模擬体（コンクリート）を炉心に装荷した実験を検討中である。試作で得られた模擬体の密度・組成情報を用いて、反応度価値を評価した。結果を基に水位差が数 cm となるような、水位計で測定可能な実験体系を検討した。

Keywords：Fukushima Dai-ichi NPP, modified STACY, Critical Experiment, Fuel Debris, Concrete

1. 緒言　東京電力福島第一原子力発電所の事故で発生した燃料デブリの臨界管理に資するため、主要な原子炉構造材の 1 つであるコンクリートの組成を模擬したデブリ構造材模擬体（コンクリート）（以下：コンクリート棒）を STACY 更新炉に装荷し反応度価値等を測定する実験を計画している。コンクリート棒は、燃料棒と同サイズの Al 製細管に封入されるため、粗骨材を含んだ普通コンクリートを封入することができず、コンクリート模擬物質をペレット状に加工したものを利用する。そのため、模擬物質は普通コンクリートとは異なる組成（構成元素割合・密度）となり、装荷数などの炉心構成を決定するためには、実際に装荷される組成での事前解析が求められる。そこで、本研究では、コンクリート棒の試作で得られた組成情報を基に得られる反応度価値等を評価し炉心構成を検討した。

2. 解析体系・結果　模擬物質は水、モルタル材及び粒径を揃えた細骨材から製作し、水分量を制御するため、自由水を含まない絶乾状態のものを採用した。組成は普通コンクリートと比べ、密度が低下し、主要元素である Si、Ca の含有量がそれぞれ減少及び増加した。

実験炉心として、炉内構造物の影響が小さいと考えられる[1]臨界水位が 90-cm 程度となる構成を格子間隔 1.27 及び 1.50-cm のそれぞれで検討した。炉心中央の燃料棒をコンクリート棒と装荷本数、位置を変えて置換した体系に対し、MCNP6 及び ENDF/B-VII を用いて反応度価値及び水位反応度係数を求め水位差を評価した。

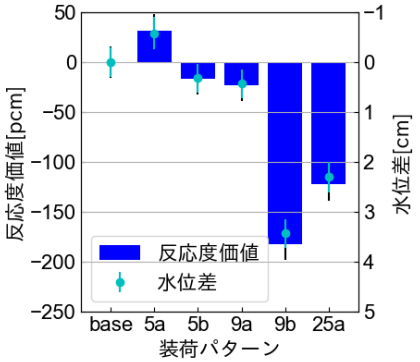

図 1　格子間隔 1.27-cm における各装荷本数・位置での反応度価値と水位差

図 1 に格子間隔 1.27-cm におけるコンクリート棒の装荷本数、位置と反応度価値及び水位差の結果を示す。図内に示した装荷パターンの数字は装荷本数を a, b はそれぞれコンクリート棒を分散して配置した場合(a)と中央に密集して配置した場合(b)を示している。STACY 更新炉の水位の測定精度が±0.5-mm であるため、水位差は数 cm 程度であることが望ましい。よって、格子間隔 1.27-cm の炉心の場合、9 本のコンクリート棒を密集して装荷する、または、25 本を分散して装荷することが必要である。今後、この結果を実験炉心の検討に反映する。

参考文献　[1]郡司他、日本原子力学会「2022 秋の年会」2G11

謝辞　本報の研究は、原子力規制庁の「東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備事業」の成果の一部です。

*Shouhei Araki[1], Satoshi Gunji[1], Yu Arakaki[1], Tomoki Yoshikawa[1], Kazuhiko Izawa[1], Kenya Suyama[1]

[1]Japan Atomic Energy Agency