

燃料デブリ大規模取り出しに向けた被覆材の適用可能性に関する研究

Study on Application of Grouting Materials for Retrieval of Fuel Debris

*黒澤 克則¹, 鈴木 俊一¹

¹東京大学

燃料デブリ取り出し代替案として、ジオポリマー（以下、GP と略す）と沈降型超重泥水（以下、超重泥水と略す）を活用した大規模取り出し工法が提案されている。GP は燃料デブリの被覆材として用いるため、本研究では、熱伝達特性と材料強度特性および廃棄体として重要な水素発生特性について評価を行った。また超重泥水については、放射線および高温環境における沈降挙動を評価し、炉内環境でも施工が可能であることを確認した。さらに、上記被覆材を適用した際の放射線遮蔽性能を評価し、本工法の適用可能性を総合的に評価した。

キーワード：福島第一原子力発電所，燃料デブリ，ジオポリマー，沈降型超重泥水

1. 序論 現在、気中工法を重点に置いた燃料デブリ取り出し案が検討されているが、炉内構造物の損傷や切削時の放射性核種の飛散などの対策に課題がある。これに対し、Suzuki らは GP と超重泥水を活用した代替工法を提案している^[1]。炉内残存デブリを GP で被覆することで準安定化し、超重泥水を GP 表面に打設することで形成する沈降層切が削時の放射性核種を含む粉塵飛散を防止する役割を担うが、実際の炉内環境を想定した適用可能性評価が必要である。本研究では、取り出し作業時と廃棄物保管時に上記被覆材を適用した際に考えられる課題に対し、実験を通じて本工法の技術的成立性を評価した。

2. 被覆材評価試験 GP と添加剤を加えた改良材について、取り出し作業時の課題として考えられる格納容器下部の補強材としての圧縮強度試験、崩壊熱の蓄積による格納容器下部コンクリートの MCCI 反応の促進防止のための熱伝導率測定、および廃棄物保管時の課題として考えられる、放射線分解による水素発生特性評価と GP 内水素拡散試験を実施した。また超重泥水について、炉内環境を想定して放射線および高温環境下における施工可能性を評価するため、超重泥水の沈降挙動試験を実施した。その結果、照射および砂の添加により強度を増すこと、熱伝導率は低く添加剤を加えても大幅な向上はしないため別の除熱システムが必要であること、発生水素は Pd の添加および加熱乾燥でその量を低減できること、水素拡散挙動は温度と水分量に依存することなどの知見を得た。超重泥水は無機系の組成配合であれば照射および高温環境であっても数日程度で沈降が安定し、その挙動に大きな差異は見られなかったことから適用可能性のある材料であることが示唆された。また上記 2 つの被覆材を併用し、さらに GP に添加剤を加えるなどの改良を施すことで作業に十分な放射線遮蔽性能を担保することを確認した。

3. 結論と今後の課題 金属粉末や砂などの添加剤を加えた GP は補強・遮蔽・保管の観点から、超重泥水は炉内環境における施工性の観点から燃料デブリ被覆材として適用可能であり、本工法が技術的に成立する可能性が示唆された。今後の課題として、GP 内の水分量が熱伝導率や水素発生/拡散挙動に大きな影響を与える可能性があるため GP の水分量を条件として特性を評価すること、GP の熱伝達性能が低い場合ヒートパイプなどの除熱システムと組み合わせた取り出し工法を検討すること、超重泥水は流体のため配管や亀裂等から流出しないかなど更なる施工可能性調査を行うこと、などが挙げられる。

なお、本研究は CLADS 英知事業課題解決型廃炉研究プログラムの一環として実施した。

参考文献 [1] 俯瞰的アプローチによる燃料デブリ取り出し代替工法の提案, 鈴木俊一, 保全学 Volume 17 Num.4 (H31.1.)

*Katsunori Kurozawa¹, Shunichi Suzuki¹

¹The Univ. of Tokyo