

FCI 試験で得られた燃料デブリ粒径とナトリウムの温度条件との関係

1. FCI 試験の粒径とナトリウム温度の関係

第 1 表に冷却材としてナトリウムを使用した比較的規模の大きい FCI 試験で測定されたデブリ粒子径の中央値とナトリウムプール温度条件との関係を整理した結果を示す。FRAG 試験 (第 1 図) [1]については粒子径のグラフ読取値を内挿して中央値を求めた。FARO/TERMOS T1 試験 (第 2 図) [2]については「BOTTOM」において質量割合約 30%以下まで示されている測定データを、50%まで外挿した値を用いて、「BOTTOM」「CENTER」「TOP」の平均を求め、約 500 μm となる。

第 3 図に横軸をナトリウムプール温度、縦軸をデブリ粒子径の中央値として第 1 表の関係をプロットして示す。全体的にはナトリウムプール温度条件と粒子径の間には有意な相関は見られず、FRAG4 試験を除けば、粒子径は概ね 400~500 μm の範囲にある。やや特異的に FRAG4 試験のみ 270 μm と小さな粒径となっているが、試験の報告[3]には、その原因や他の試験との違いについての検討は記載されていない。

以上の結果に基づいて、FRAG4 試験以外の試験では 250 $^{\circ}\text{C}$ ~690 $^{\circ}\text{C}$ の温度範囲にわたって粒径は 400~500 μm の範囲にあることから、有効性評価に用いる粒径の値は基本ケースにおいては粒径範囲の下限である 400 μm を設定した。また、不確かさの影響評価ケースでは、特異的に小さな値を与えている FRAG4 試験の結果を踏まえて 270 μm を保守的な値として用いた。

2. デブリベッド冷却評価に対する粒径の影響

評価事故シーケンス ULOF (i) 及び ULOF (iii) のうち、下部プレナムへの損傷炉心物質の移行量が多い ULOF (iii) の基本ケース (粒径 400 μm) に対して、粒径を 270 μm として粒径の不確かさの影響評価を行った。結果を第 4 図に示す。基本ケースでは、デブリベッド最高温度は約 1,200 秒後に約 640 $^{\circ}\text{C}$ まで上昇し、その後は崩壊熱の減衰と共に低下する。粒径を 270 μm とした不確かさの影響評価ケースでは、デブリベッド最高温度は約 1,400 秒後に約 710 $^{\circ}\text{C}$ まで上昇し、その後は崩壊熱の減衰と共に低下する。いずれのケースにおいても、デブリベッド最高温度はナトリウムの沸点 (910 $^{\circ}\text{C}$) 以下であり、サブクール状態を維持しながら、安定冷却に移行する。なお、粒径を 270 μm の約半分の 130 μm と仮定した場合でも、デブリベッド最高温度の時間的最高値は約 880 $^{\circ}\text{C}$ となり、サブクール状態を維持しながら、安定冷却に移行する。

参考資料

[1] T. Y. CHU, "Fragmentation of Molten Core Material by Sodium," Proc. Int. Topi. Mtg. LMFBR

Safety and Related Design and Operational Aspects, Lyons, France, July 19-23, 1982, Vol. III, p. 487, European Nuclear Society (1982).

[2] Magallon, D., Hohmann, H. and Schins, H., "Pouring of 100kg-scale molten UO₂ into sodium", Nuclear Technology, Vol. 98, No. 1, pp.79-90, 1992.

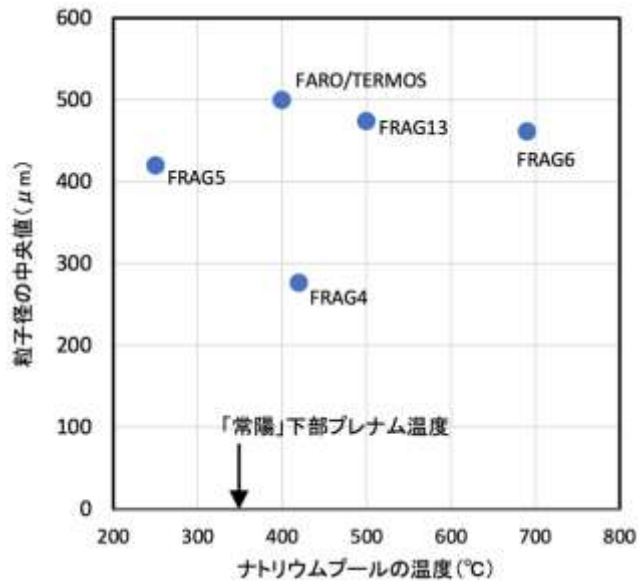
第1表 ナトリウムプール温度条件と粒子径の中央値

試験名	ナトリウム温度 [°C]	粒子径の中央値 [μm]	備考
FRAG4	420	276.3	グラフ読取値の内挿(第1図)
FRAG5	250	420	
FRAG6	690	461.5	
FRAG13	500	474	
FARO/TERMOS T1	400	約 500	「BOTTOM」「CENTER」「TOP」の平均値(第2図)

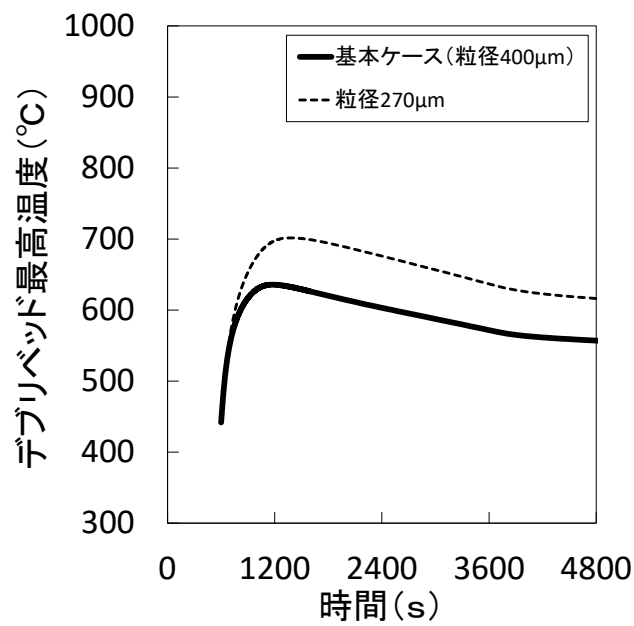
著作権の関係から公開できません。

第1図 FRAG 試験における粒径分布
(参考資料[1]の図に追記)

第2図 FARO/TERMOS 試験における粒径分布
(参考資料[2]の図に追記)



第3図 ナトリウムプール温度条件と粒子径の中央値



第4図 ULOF(iii)デブリベッド最高温度の時間履歴