

福島事故対策・燃料デブリアイス回収工法

Fukushima Nuclear Accident Countermeasures ・ Fuel debris ice retrieval

*森重晴雄¹, 森重晴貴¹, 山敷庸亮²

¹福島事故対策検討会, ²京都大学

本研究では、汚染水及び放射性ダストの放出を抑え、燃料デブリを短期間で安定して取り除き、かつ廃炉作業中の被曝量を少なく抑えることのできる「燃料デブリアイス回収工法」の提案と、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)が挙げた技術要件を基に本工法の成立性の検証を行う。

キーワード: 福島事故対策、燃料デブリ燃料デブリ回収、格納容器の気密確保、アイス、真空

1. 緒言

燃料デブリを早期に安全に回収する為に、信頼性の高い既存技術を集大成した実現可能な工法の検討が必要である。東電は燃料デブリを水冷から建屋外の外気による空冷に切り替える工法を検討している^[2]。また国内で高線量の機器を回収した大規模な例は原子炉の炉心を交換した工事(CIR)^[3]がある。本研究においては、技術要件(表1)を克服すべく東電案の空冷とCIRを強化した「燃料デブリアイス回収工法」を提案する。まず-30℃に冷却した空気を、PCVとRPVに循環させ、各容器のキレットを氷で塞ぎ、氷と水の中に燃料デブリを封じ込める(図1)。次に燃料デブリの上にあるPCV蓋やRPV蓋などの機器をCIRと同様な工法で回収する。その後、燃料デブリをプラズマや高温蒸気を用いて粉碎し、保管容器に圧送する。

2. 燃料デブリアイス回収工法 (大会にて詳細説明)

- ①零下に冷却したPCV内を負圧にし、キレットから外部の空気を引き込み、その空気に含まれる水蒸気をキレット部に結露凍結させ、PCVを気密にする。(図2)
- ②現在、約100KW^[2]を発熱している燃料デブリは水冷されている。建屋からの入熱を考慮し-30℃の空気をPCVに約220KW以上循環すればRPV底部のキレットとペダスタル入り口を凍結封鎖でき、RPVとペダスタル内に水を貯えられ汚染水は流出しない。燃料デブリは直接には水冷される。その水は周囲から空冷によって冷却される。同時に遮蔽でき作業者の被ばく低減と回収作業のTV監視が行える。(図1)
- ③PCV上蓋、RPV上蓋などの機器はCIR^[3]と同様に回収物に保管容器を被せその中で切り出し霜被膜シダスト飛散を防止しながら撤去する。
- ④回収装置を燃料デブリに氷結させプラズマや高温蒸気で燃料デブリを粉碎し、その微粉を保管容器に圧送しダストはHeクライオポンプ(4K,10⁻⁷Pa)の低温真空中で液化または固化する。
- ⑤地震対策として荷重を通常定検時以内とし、RPV内のみ水を張り機材をできるだけ軽量化し上部から順に撤去し基礎部の負担を軽減させる。

3. 結論

NDFが挙げた技術要件^[1]に対して表-1に示すように本工法は成立性を検証できた。低温脆性などの要素試験や冷却効果、真空排気などの実証試験と実機の工事計画を立てれば実機適用は可能である。

参考文献

- [1] 「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2015～2015年中長期ロードマップの改訂に向けて～」平成27年4月30日原子力損害賠償・廃炉等支援機構 加藤和之、福田俊彦、山名元
- [2] 「燃料デブリの空冷の実現可能性について」平成25年11月28日東京電力(株)経産省HPより(H28.2.1掲載確認)
- [3] 「伊方発電所1号機及び2号機の原子炉容器内部構造物取替工事に被ばく低減対策について」平成22年9月21日四国電力(株) 経産省HPより(H28.2.1掲載確認: 森重晴雄の発明工法)

*Haruo Morishige¹, Haruki Morishige¹ and Yosuke Ymashiki²

¹ Fukushima Nuclear Accident Countermeasures Review Group, ² Kyoto Univ

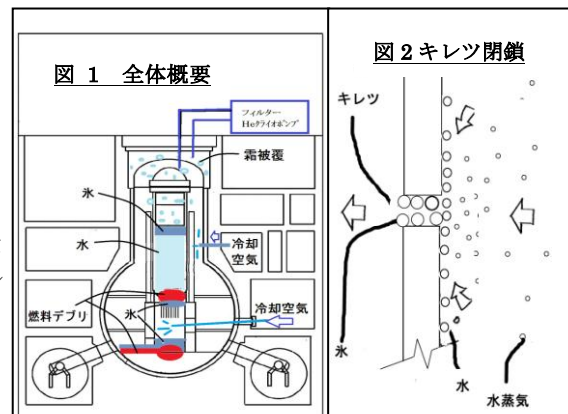


表-1 燃料デブリ回収の課題

技術要件	対策
1.PCV・建屋の構造健全性の確保	RPV 内だけに水を張り通常定検の荷重以下とする
2.臨界対策	ほう酸水注入
3.冷却機能の維持	水冷から空冷に変更
4.閉じ込め機能の構築	PCV,RPV のキレットにアイスプラグ。超高真空排気
5.作業時の被ばく低減	RPV 内に5m 高まで注水10 ⁻¹⁰ 減衰。作業時間短縮
6.機器装置の開発	既存装置を改良。大きな開発要素はない
7.アクセスルートの構築	運転床からアクセス サイドクレーンから荷捌
8.系統設備、作業エリアの構築	既存設備有効活用。機材を緻密にし、エリア有効活用
9.労働安全の確保	工事を単純化、遠隔化 放射性ダストの完全排除