

燃料デブリの圧送回収と保管容器 極低温真空蒸着を応用した燃料デブリの回収方法

Pumping recovery of fuel debris and storage container

How to store fuel debris applying cryogenic vacuum deposition

*渡壁牧人¹, 森重晴雄¹, 山敷庸亮^{1,2}

¹福島事故対策検討会, ²京都大学

窒化ホウ素結晶を水蒸気に混ぜて燃料デブリに噴射し、その切削粉を水蒸気で圧送管内を圧送する。その粉体は液体窒素で冷却した保管容器に圧送し、保管容器内で真空蒸着によって回収する。

キーワード: 燃料デブリ, 保管容器, 真空蒸着, 福島第一発電所

1. 緒言

前回の大会で窒化ホウ素結晶を水蒸気に混ぜて燃料デブリに噴射し、中性子をホウ素に吸収し常時臨界対策を行いながら燃料デブリを切削することを提案した^[1]。本論文ではその過程以降について提案する、切削粉を水蒸気で圧送管内を通じて原子炉建屋外に設置した回収建屋内の保管容器に圧送する。保管容器は3段用意される。一段目の保管容器は予め液体窒素で冷却し、真空に保つ。この保管容器に圧送された水蒸気は液化、さらに固化し氷となる。燃料デブリは輸送気体を失い、さらに冷却され保管容器内で真空蒸着され回収される。二段目の保管容器は一段の排気を担う。予め液体ヘリウムで冷却し、さらにターボ分子ポンプで排気を行ない、そのガスを排気する。回収を続ける過程で1段目の保管容器と2段目の保管容器は氷等が溜り、回収効率が落ちる。この時1段目の保管容器と2段目の保管容器を加温し、氷を液化し、その排水を3段目の保管容器に送る。3段目の保管容器には放射性物質を吸着する物質を内蔵させる。この3段目を通り精製された水を燃料デブリ回収用の水蒸気として再利用する。

2. 燃料デブリの圧送

回収装置内で切削された燃料デブリは回収装置内でダイヤモンド以上の硬さを持つ窒化ホウ素結晶と水蒸気を噴流させるなかで1mm以内細かく砕く。その粉体を水蒸気とともに金属製フレキシブルホースの圧送管を通じて、原子炉建屋の横に隣接した設置した保管建屋内の保管容器に圧送する。

3. 保管容器と真空蒸着

保管容器は3段準備される。保管容器は内部に100MSv/hの放射線を想定し表面線量を0.01mSv/hにするために鋼板厚を500mm厚さとする。外部表面には冷媒を循環させるコイルを巻く。重量を150tとし内容量30tとする。保管容器は現在数多くの実績をもつ使用済み核燃料保管容器を改造する案である。燃料デブリは配管による粉体輸送を行うことから蓋をなくし配管管台をとつける。燃料デブリは中性子と熱を発生することから保管容器の内部にリング状のフィンを取り付けることである。保管容器は強度、密閉性及び耐久性が大幅に向上させる。

4. 結論

燃料デブリの圧送から保管に至るまで工法の概念が成立することを確認した。

参考文献

- [1] 日本原子力学会 2017年春の大会 福島第一発電所における臨界対策を常時行う燃料デブリ回収案 森重晴雄, 森重晴貴, 山敷庸介
 [2] 日本原子力学会 2016年春の大会 福島事故対策・燃料デブリアイス回収工法 森重晴雄, 森重晴貴, 山敷庸介
 [3] ASME PVP2017 ICE FUEL DEBRIS COLLECTION METHOD AT FUKUSHIMA NUCLEAR POWER STATION (PRESENTATION ONLY) 2017年7月18日 Haruo Morishige, Yousuke Yamashiki.

*Makito Watakabe¹, Haruo Morishige² internetkobe@mountain.ocn.ne.jp and

Yosuke Yamashiki^{1,2} yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp

¹ Fukushima Nuclear Accident Countermeasures Review Group, ² Kyoto Univ..

図-1 保管容器イメージ

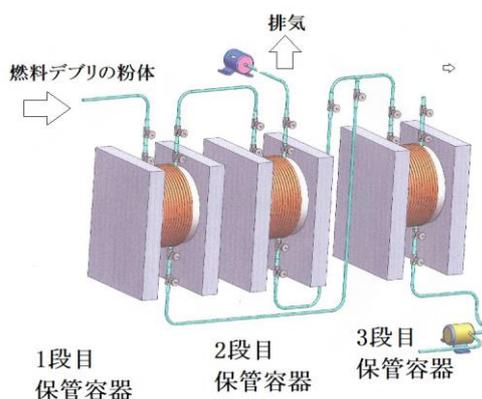


表-1 保管容器の仕様

	1 段目	2 段目	3 段目
冷媒	液体窒素	液体 He	水
温度 (°C)	-198	-269	常温
真空度 Pa	10	10 ⁻⁴	常圧
除去効率	4 桁	10 桁	6 桁