

燃料デブリの低温空冷による凍結閉じ込め 格納容器内空気を冷媒とする空冷

Pumping recovery of fuel debris and storage container

How to store fuel debris applying cryogenic vacuum deposition

*北村康文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

格納容器内の空気や蒸気を冷媒とし、無潤滑で燃料デブリを低温冷凍させるシステムである。

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

空気冷媒冷凍システムは従来からあり NEDO, 研究も実施されている。原子炉内の空気及び水蒸気を冷媒にし、温度を下げ、格納容器(PCV)内で循環させることによって、汚染水を解消するシステムである。東電が常温での空冷を検討した案よりも 100℃以下の低い温度である。適時、注水しながら燃料デブリの密封を行う。これによって放射性物質の飛散が防げ、作業員の被ばく低減が大幅に行える。

2. 空気冷媒冷凍システム

2-1. システムの概要

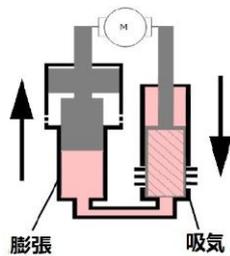


図1 空気冷媒冷凍システム

表-1 空気冷媒システムの冷却試算

項目	記号	単位	膨張			
			1	2	3	4
容積	V	[m ³]	1	2	3	4
圧力	P	[kgf/cm ²]	1.000	0.379	0.215	0.144
温度	T	[K]	303.0	229.6	195.3	174.0
		°C	30.0	-43.4	-77.7	-99.0
比熱	κ		1.4	1.4	1.4	1.4
	V ^κ		1.000	2.639	4.656	6.964

2-2. システムの特徴

システムの駆動は4気圧程度の低圧で運転可能である。

表1で気温30℃の大気を吸引し、エンジン内で断熱膨張（この場合体積を3倍）させた場合、圧力は0.215kgf/cm²、温度は-77.7℃となる。図2にPCVの冷却方法を示す。PCV内を負圧に保ちながら循環させる。

3. 燃料デブリの閉じ込めと格納容器の密閉効果

(1) 燃料デブリの密封状況

燃料デブリを水と氷で閉じ込める効果を図2に示す

(2) 格納容器の密閉効果

外気の水蒸気がキレットを密封する効果を図4に示す。

4. 結論

燃料デブリを冷却し氷の中に閉じ込め、完全に隔離できる。格納容器も結露凍結の作用により気密性や被ばく低減が期待できる。

参考文献

- [1] 「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)
 [2] 2017年秋の大会 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, 山敷庸亮
 [3] 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, 山敷庸亮
 [4] ASME PVP2017 ICE FUEL DEBRIS COLLECTION METHOD AT FUKUSHIMA NUCLEAR POWER STATION
 (PRESENTATION ONLY) 2017年7月18日 Haruo Morishige, Yousuke Yamashiki.

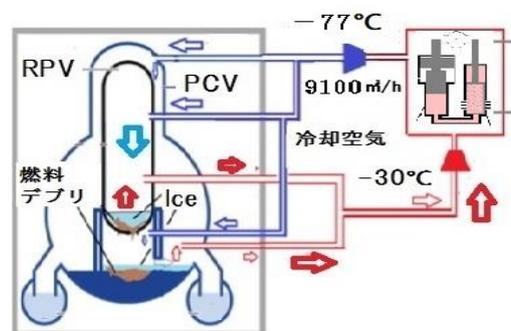


図2 PCVの冷却方法

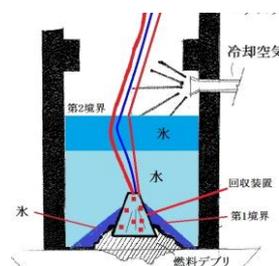


図3 燃料デブリの閉込効果

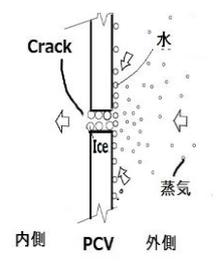


図4 キレットの密封効果

*Yasufumi Kitamura¹, Haruo Morishige² internetkobe@mountain.ocn.ne.jp and Yousuke Yamashiki^{1,2} yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp

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