

# 蒸気エンジンを用いた原子炉格納容器封鎖方法及び 原子炉から放射線の遮蔽及び密封方法 格納容器内の凍結

Reactor containment vessel sealing method using steam engine and radiation shielding and sealing method from reactor  
containment vessel

\*北村康文<sup>1</sup>, 森重晴雄<sup>1</sup>, 山敷庸亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>福島事故対策検討会, <sup>2</sup>京都大学

蒸気を冷媒とし、格納容器を凍結させ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、蒸気冷却、福島第一発電所

## 1. 緒言

蒸気冷媒冷凍システムは、蒸気を超膨張させて排気する事により、水分を一瞬で氷結させて原子炉内部を冷却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。原子炉内部へ注水しながら冷却する必要がなく、汚染水の量を大幅に減らす事ができる。これによって、処理水の低減と共に燃料デブリの凍結固定が可能になる。

## 2. 蒸気冷凍システム

### 2-1. システムの概要

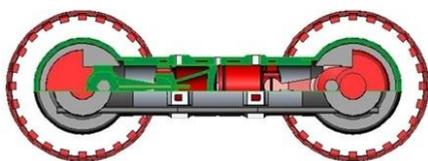


図1 蒸気冷媒冷凍システム

蒸気を吸気側で超膨張させて排気すると、水分は一瞬で氷結し、低温冷気と氷になる。蒸気を超膨張させるには、エンジンのシリンダー内の容積を増やし、蒸気を断熱膨張させ、体積を増やして排気すれば良い。断熱膨張による蒸気の体積を増やすには、シリンダー内の容積を増やす必要があるが、ピストンを対向させて使用すればよく、高レベル放射線下でも安定して使用でき、低コスト、燃料デブリを凍結して固定、隔離する事ができる。蒸気機関の歴史は200年以上あり信頼性も高い。

### 2-2. システムの特徴

システムの駆動は4気圧程度の蒸気で運転可能である。通常の蒸気エンジンに比べてストロークが2倍、蒸気膨張比で4倍のエンジンになり、低温・低圧の膨張蒸気を作る事ができる。

## 3. 燃料デブリの閉じ込めと格納容器の密閉効果

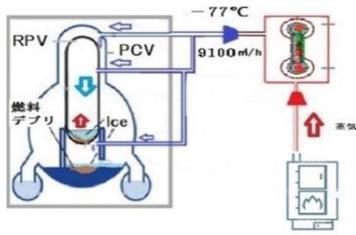


図2 蒸気による原子炉  
冷凍システム

水は200℃まで温度を上げると体積は2000倍以上に膨張する。この膨張した水を更に断熱膨張させて一気に大気放出すると膨張エネルギーは、結露水や他の蒸気の冷却に使われ氷結する。原子炉内には水蒸気が多く、顕熱変化が大きくなるため冷却効果も大きくなる。結果、汚染水の量を減らし、原子炉内部の燃料デブリの凍結固定も可能になる。

## 4. 結論

蒸気によって原子炉内部を冷却し氷結させる事で、燃料デブリを完全に隔離できる。冷却水を大幅に低減でき、汚染水の増加を食い止める事ができる。

Yasufumi Kitamura<sup>1</sup>, Haruo Morishige<sup>1</sup>Fukushima Nuclear Accident Countermeasures Review Group,  
Yosuke Yamashiki<sup>2</sup> Kyoto Univ