

ステンレス鋼すき間内に浸入した 塩化物イオンの散逸挙動に及ぼす温度影響 Effect of temperature on the dissipation behavior of Chloride ion within the crevice of stainless steels

中部電力株式会社 大村 幸一郎 日本原子力研究開発機構 相馬 康孝, 加藤 千明

2023年3月16日

研究背景



- ▶ 2011年5月14日、浜岡原子力発電所5号機は発電を停止し、その後の原子炉減圧操作中に復水器の細管損傷 により原子炉施設内に約400トンの海水が流入した。
- ▶ 海水は復水器ホットウェルに混入し、同時にろ過脱塩装置による海水の除去が始まったが、時間経過と ともに許容量を超え、塩化物イオンを主成分とした海水が原子炉圧力容器へ混入した。





海水混入経路





現在の水質状態





各系統の浄化後 塩化物イオン濃度は10ppm 以下に維持されている(冷温停止状態)

塩化物イオン濃度の推移





- プラントに混入した海水については浄化系等により浄化を進めているが、炉内構造物のすき間などに海水由来の 塩化物イオンが残留し、原子炉水に溶出している可能性がある。
- すき間等でのイオン挙動を評価することで、塩化物イオンが水中に長期間残留するメカニズムを解明し、適切な 浄化方針を立てることが必要となる。

炉内構造物の腐食状況



浄化とともに点検を実施 腐食箇所 Steam water dryer guide stick Steam water separator Water supply sparger High-pressure reactor core Shroud head 5 water injection system pipe Low-pressure water injection sparger High-pressure reactor core water injection sparger Upper lattice panel Fuel Support Fixture Reactor core shroud Reactor core support Control rod guide tube Neutron flux measurement guide tubes Reactor core support Differential Reactor internal pump pressure Detection pipe Differential pressure detection pipe Shroud support

H-5 H-5H26. 7. 19 H26. 7. 26 HPCF配管 TG 310°~340° B# 100* すき間腐食 すき間腐食 高圧炉心注水系配管 ト部格子板フランジ部 すき間腐食 H-5 H26.6.24 CP 310 ~ 340 52 - 13孔食

中性子束計測ガイドチューブ

炉心支持板

本研究ではすき間腐食に着目

Inspection range

実機のすき間形状





試験条件(1/2)



■目的

海水混入事象への対応として、すき間部健全性評価の内容を充実させることが目的であり、本研究ではすき間内の塩化物イオンの散逸挙動の温度依存性について、すき間内の導電率を測定することで評価



試験条件(2/2)



■オートクレーブ運転状態(例)

■<u>温度</u>:室温-130°C, <u>溶存酸素濃度</u>:8 ppm/一部条件でアルゴン脱気, <u>塩化物イオン濃度</u>:0.01-0.02M



試験結果(1/2)



<u>溶存酸素濃度:8 ppmおよび脱気,温度:室温(15-18℃),材料:SUS316Lおよび絶縁体(PEEK)</u>



■ 室温で,溶存酸素濃度と材料(金属・絶縁体)でのイオン挙動に変化はなかった。

■ すき間内の導電率の挙動は濃度拡散による計算とよく一致した。

試験結果(2/2)





- 隙間開口部付近で茶色の腐食生成物が観察されたが、局部的な腐食は発生しなかった。塩化物イオンの吸着が懸念される 深い隙間では、温度上昇による大きなイオン脱離の効果は見られなかった。
- 腐食により発生した金属カチオンによる正のチャージにより、負のチャージを持つ塩化物イオンの拡散が抑制されている ことが示唆された。

まとめ



<u>結論</u>

◆本研究の結果から、温度上昇によって拡散効果が高まり、濃度拡散による隙間からのイオン脱離が促進される一方で腐食速度も上昇することがわかった。腐食速度の増加は、イオンの脱離を抑制する効果があると考えられるため、ステンレス鋼のすき間からの塩化物イオンの脱離は、温度上昇によって単純に促進されない可能性があると推定される。

今後の課題

◆ 原子炉稼働中の高温条件下で腐食の温度依存性を確認することで、施設の健全性を評価する必要がある。 また、すき間内に残留する可能性がある塩化物イオンの浄化方法や運転時の水質基準および継続的な点検 方法について検討する必要がある。



Copyright © Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.