

压力容器の管理高度化に関する検討

Advanced Management of Reactor Pressure Vessel

*臼田 景大¹, 大野 健太郎¹, 建部 尚道¹, 中筋 俊樹¹, 森下 和功¹

¹京都大学

压力容器の保全最適化を議論することを目的として、脆化割れとその原因を分類・整理した後図示化した。現行規制で行われている照射脆化予測式の感度解析をおこない、原因要素間の関係性を定量的に表現し、保全に関する議論に発展させた。

キーワード：原子炉压力容器，照射脆化，脆化割れ，保全最適化

1. 背景

原子力発電所の構造物や機器は時間経過とともに劣化する。発電所の健全性を維持するために劣化した部品の修復や交換といった保全活動が必要となっている。一方で、压力容器や格納容器など修復や交換ができない機器もあり、これらの機器の劣化が発電所そのものの稼働寿命を決定する要因の1つとなっており劣化具合の評価が重要となる。経年劣化現象のひとつとして压力容器鋼の中性子照射脆化が挙げられる。照射により、压力容器鋼は脆化し、压力容器鋼の延性脆性遷移温度(DBTT)が上昇する。照射脆化に対する保全活動は、照射脆化予測式による予測と压力容器内に装荷された監視試験片の衝撃試験が挙げられる。衝撃試験はJEAC4201-2007の保全規定で定められた間隔で実施され、得られたデータは脆化予測式の妥当性の確認やさらに精度の高い予測式の構築に用いられる。脆化予測については世界的に研究がなされており、压力容器鋼中のCuやNi含有量といった材料条件や中性子フラックスといった照射条件と照射脆化の関係は徐々に明らかになってきている。本研究では、材料条件や照射条件といった脆化割れの原因となる要素間においてそれらの関係性を定量的に表現することにより、保全活動の合理化に向けてどの要素が脆化割れにどの程度寄与するのか検討した。

2. 压力容器破損の原因要素

図1は压力容器破損の原因要素のうち、特に脆化割れについて詳述して図示化したメカニズムマップである。この図によりマクロな大きな破壊からミクロな原子レベルの現象・要因までをつなげて表現することができた。どの要素がどの結果にどれほど影響を与えるか、原因要素間の関係性を定量的に評価することで、压力容器の管理の高度化に役立つと考えられる。照射脆化予測式(JEAC4201-2007)[2013年追補版]に基づき、現在はCu濃度とDBTT変化量について計算できており、たとえばCu濃度が0.01[wt%]変化したときDBTTは約4[°C]上昇した。

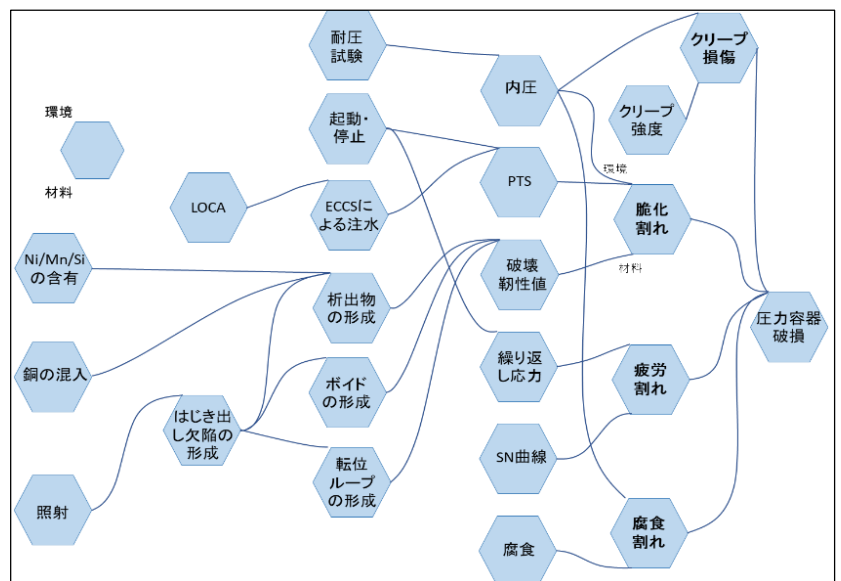


図1. 压力容器鋼の劣化に関するメカニズムマップ

*Kagehiro Usuda¹, Kentaro Ono¹, Naomichi Tatebe¹, Toshiki Nakasuji¹ and Kazunori Morishita¹

¹Kyoto Univ.