

UME-210	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） プレスリリース 平成 18 年 5 月 26 日（東京電力）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル ハフニウム板型制御棒のひび等に関する原因と対策について		
失敗事例のタイトル 熱中性子照射量の増加により発生した照射誘起型応力腐食割れ		一次原因（材料要素） 照射誘起型応力腐食割れ	
機種 沸騰水型原子力発電	部品 制御棒のシース、 タイロッド	材料 オーステナイト系ステン レス鋼 SUS316L	概略の寸法 3.7m×25 cm
<p>損傷発生時の状況</p> <p>定期検査中の原子炉のハフニウム板型制御棒の外観確認を行った結果、タイロッド（備考①、SUS316L 製）およびシース（備考②、SUS316L 製）に従来の知見を超えるひび（割れ）が認められた。制御棒は、原子炉水（冷却水：微量の酸素を含む高温高純度水）にさらされるとともに中性子の照射を受ける。</p>			
<p>調査内容とその結果</p> <p>タイロッドおよびシースの割れは、熱中性子照射量 $4.4 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ 以上の制御棒において、スポット溶接部等で多く確認された。割れの破面観察の結果、照射誘起型応力腐食割れ（IASCC：備考③）に特徴的に見られる粒界破面が確認された。ハフニウム板については、中性子照射による制御棒の軸方向への伸びが確認された。ハフニウム板とシースの隙間に腐食生成物が付着・蓄積していた（備考④）。</p>			
<p>損傷発生のシナリオ</p> <p>スポット溶接部には、溶接時の残留応力が存在していた。熱中性子の照射により、ステンレス鋼（SUS316L）においては、照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）感受性が高まり、IASCC により、微小な割れが発生した。プラントの運転が進むにつれて、中性子照射量の増加によりハフニウム板が伸び、シースに引張応力が発生し、微小な割れが拡大・進展した。</p>			
<p>対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策）</p> <p>ハフニウム板型制御棒の取替基準に関する熱中性子照射量を $6.0 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ から $4.0 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ に変更し、次の運転期間中に熱中性子照射量が $4.0 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ を超えると予想される同型制御棒については、直前の定期検査時に取り替える</p>			
<p>教訓</p> <p>熱中性子照射量に関する管理基準が適切でなかった。</p>			
<p>備考</p> <p>①タイロッド：シース、ハンドル等を接続している構造部材。 ②シース：ハフニウムを包んでいる金属板。 ③照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）：中性子照射の影響により金属の組織が変化することに起因して生じる応力腐食割れ ④制御棒：制御棒は、ハフニウムや炭化ホウ素で作られている。これらの材料は中性子を吸収しやすいので、制御棒を燃料棒の間に挿入し、核分裂を制御する（止める）働きをもつ。</p>			
主要因		教訓とすべき対象者	
チェックボックス		チェックボックス	
<input type="checkbox"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="checkbox"/>	設計者
<input type="checkbox"/>	情報伝達不備・不足	<input type="checkbox"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="checkbox"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不測	<input type="checkbox"/>	検査者
<input type="checkbox"/>	指示ミス	<input type="checkbox"/>	使用者
<input type="checkbox"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="checkbox"/>	メンテナンス者
<input type="checkbox"/>	その他	<input type="checkbox"/>	その他