

UME-204	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） プレスリリース 2004 年 10 月 19 日（関西電力）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 原子炉容器上部ふた制御棒駆動装置取付管台からの漏えい		
失敗事例のタイトル 仕上げ研磨が不十分なために残留してしまった引張り応力による応力腐食割れ			一次原因（材料要素） 応力腐食割れ
機種 加圧水型原子力発電	部品 制御棒駆動装置取付管台	材料 600 系ニッケル基合金	概略の寸法 容器ふたの板厚 183 mm
<p>損傷発生時の状況 定期検査において、原子炉容器上部ふたの管台の外観目視点検準備を行っていたところ、制御棒駆動装置取付管台 1 箇所（1 次冷却水（原子炉水）に含まれるほう酸）が確認された。ほう酸は当該管台の周囲にのみ認められたことから、当該管台からの漏えいであることが確認される。</p>			
<p>調査内容とその結果 漏えい箇所を特定するため、漏えい経路として考えられる管台および上部ふたと管台との溶接部（600系ニッケル基合金：備考①）について、ヘリウムリークテスト、渦流探傷検査、浸透探傷検査、超音波探傷検査などの検査を行った。その結果、原子炉容器上部ふたと管台との溶接部で、溶接部半径方向の割れが認められ、形状は結晶粒界に沿った直線状の割れと、枝分かれした割れが認められた。以上のことから、制御棒駆動装置取付管台での漏えいは、溶接金属内での半径方向の割れが貫通し、漏えいに至ったものと判断された。</p> <p>当該管台溶接部の表面仕上げの施工状態を確認した結果、割れが認められた付近では、他の部位と異なりグラインダ仕上げ後のバフ仕上げの跡が認められなかった。当該管台溶接部を模擬した試験体を製作し、表面仕上げの施工状態の違いによる表面残留応力への影響を調査した結果、バフ仕上げ（備考②）を行った場合、表面の残留応力は圧縮応力になるが、グラインダ仕上げだけの場合は、ごく表層部に約 770MPa と、大きな引張り残留応力が発生することが確認された。</p>			
<p>損傷発生のシナリオ 当該溶接部の材料は 600 系ニッケル基合金であり、1 次冷却水（脱気高温水）中の環境下においては、約 300MPa 程度の引張り残留応力で応力腐食割れ（PWSCC:備考③）が発生する材料である。割れの見られた管台溶接部は、他の部位と異なり、最終表面仕上げ（バフ仕上げ）を行わなかった。その為、溶接部表面に高い引張り残留応力が発生し、PWSCCが発生した。（データ採録者記述：発注者は施工者に施工指示をしたが、施工者側の施工ミスにより招いた事例と推測される）</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>（1）PWSCC（備考③）の進展を防止するため、耐食性に優れた 690 系ニッケル基合金（備考④）を用いて管台溶接部全表面を溶接補修する。</p> <p>（2）長期的な信頼性確保および保守性の観点から、690 系ニッケル基合金製のふた（溶接部および母材部）に取り替える。</p>			
<p>教訓 溶接部表面の手入れ加工（研磨）を実施する際、粗研磨としてグラインダ仕上げした場合は、仕上げ研磨として細かな研磨（バフ仕上げ）を行う。発注者は施工者に施工指示がきちんと実施されていることを確認する。</p>			
<p>備考 ① 600 系ニッケル基合金：C,0.08% Cr,15.5% Fe,8% Ni,76% 1 次冷却水環境（原子炉水：脱気された高温水）下で応力腐食割れ（PWSCC:備考③）感受性を持つ。</p> <p>② 溶接した後は溶接部表面の手入れ加工（研磨）を実施するが、その際の粗研磨に用いるのがグラインダで、仕上げ研磨として細かな研磨を実施することをバフ仕上げという。</p> <p>③ PWSCC:Primary Water Stress Corrosion Cracking：加圧水型原子炉の一次冷却水（脱気高温純水）中で生じる、ニッケル基合金の粒界型応力腐食割れを PWSCC と呼ぶ</p> <p>④ 690 系ニッケル基合金：C,0.03% Cr,30% Fe,9.5% Ni,60% 600 系ニッケル基合金の改良材で耐 SCC 性が極めて優れている。</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