

UME-213	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp 通番 3262		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 蒸気ドレン管温度計溶接部からの漏えいについて		
失敗事例のタイトル 溶接凝固時の高温割れによる蒸気漏洩		一次原因（材料要素） 高温割れ（備考）	
機種 原子力発電設備	部品 蒸気ドレン管	材料 オーステナイト系ステンレス鋼（SUS304）	概略の寸法 径 17 cm
損傷発生時の状況 定期検査の調整運転中（定格熱出力一定運転中）に、タービン建屋の湿分分離器蒸気ドレン管の温度計測管溶接部からわずかに蒸気が漏えいした。なお、この個所は、今回の定期検査時に、溶接ビード表面状態の改善のため、手直し溶接を実施した個所である。			
調査内容とその結果 ・外観点検結果で、蒸気ドレン管と温度計管の溶接金属部に小さなピンホールが確認された。 ・ピンホール部の断面マクロ観察の結果、溶接ルート部で溶込み不足や割れが認められた。さらに漏えい部では、溶接厚さの約 2/3 の位置から外面面までの割れも認められた。 ・断面ミクロ観察の結果、外面面までの割れは、デンドライト境界に沿って発生しており、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接時に発生する高温割れ（凝固割れ）の様相を呈していた。割れ幅は 0.1mm 程度であり、一部割れ幅が非常に小さい箇所も認められた。また、ミクロ組織から、漏えい部はデルタフェライト組織は認められず、高温割れ（備考①）が発生しやすい組織であった。破面は黒色の酸化スケールに覆われていた。 ・化学成分の分析結果では、高温割れの原因となる S 等の低融点不純物が検出され、特に S が多めであった。溶接材は SUS308 系を使用していたものと推定されるが、S 等の低融点不純物が低く制限される以前の SUS308 系溶接材を使用したものと推定された（最近の SUS308 系溶接材は S 等の不純物が非常に低く制限されている）。			
損傷発生のシナリオ 温度計測管の初層側の溶接施工時に S 等の低融点不純物による高温割れがルート部および溶接金属内に発生した。今回の定期検査時に溶接ビード表面状態の改善のため、手直し溶接を実施した際、溶接材の添加が不十分であったことから、既溶接金属の再溶融により、S 等による高温割れが新たに発生し、内在した割れと結合した。			
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） 新しいものと取替え、適正なステンレス系の溶接材で溶接を実施した。			
教訓 S 等の不純物が含まれている溶接金属を使用すると高温割れが生じやすい			
備考 ① 高温割れ：溶接の凝固時に発生する割れで、ほとんどがオーステナイト粒界あるいは最終凝固部のデンドライト境界に発生する凝固割れ、液化割れを高温割れという。凝固時に P、S、Si、Nb 等の低融点不純物が粒界に偏析し、溶収縮ひずみが作用して発生する。 ② 補修溶接の方法として、TIG 溶接が適しており、被覆アーク溶接は不相当である（データ採録者記入）。			
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

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください