

UME－340	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） Dorota Tyrala, Bogdan Pawlowski J Fail. Anal.and Preven. (2021) 21:772-778 https://doi.org/10.1007/s11668-021-01134-6			本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Failure Analysis of Premature Corrosion of HF Seam-Welded Steel Pipe in Central Heating System			
失敗事例のタイトル 電縫鋼管の品質を確保する為には、溶接条件が重要である。				一次原因（材料要素） 溝状腐食
機種 セントラルヒーティングシステム	部品 配管、電縫鋼管	材料 炭素鋼	使用環境 温水（50～70℃）	
損傷発生時の状況 セントラルヒーティングシステムで、温水（50～70℃）を供給する電縫鋼管が、溶接線に沿って早期に腐食し、使用後 24 ヶ月で溶接線に沿って軸方向に割れ（漏洩）が発生した。 なお、本事例の電縫管は、誘導加熱法により製造された。				
調査内容とその結果 漏洩箇所からサンプルを切り出し、金属顕微鏡、SEM、EDS を使って、漏洩部およびその近傍の金属学的組織調査をした。その結果を以下に示す。 ・管内面側の電縫線（溶接線）に沿って、腐食が発生・進展している。 ・電縫部はビード切削（ビードカット）が行われており、溶接線に沿った金属のはみ出しは見られない。 ・電縫部（溶接線）は、肉厚方向（内～外）にわたって多数の介在物が存在する。 ・SEM、EDS で介在物を調査した結果、介在物は鉄の酸化物であった。 ・溶接線の腐食部では、き裂が発生し、漏洩に到っている。 ・漏洩部から離れた箇所でも、溶接線に存在する介在物クラスターに沿って腐食が進行している。				
損傷発生のシナリオ 電縫部（溶接線）にそって非金属介在物が多数発生した。その為、電縫部は母材部に比べて、耐食性、特に耐孔食性が低下し、選択的に腐食が進行し、浸食された。また非金属介在物は、電縫部の強度を低下させるので、軸方向の溶接線に沿って割れが発生した。				
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） 電流量や溶接時の圧接力、突合せ形状などの電縫鋼管製造条件を改良する必要がある。				
教訓				
備考 一般的に電縫鋼管で生じる電縫部（溶接線）の「溝状腐食：grooving corrosion」は、MnS 等の介在物に起因して、電縫部の耐食性が母材に比べて低下するために生じる。一方、本事例では、溶接方法が適切でなかったために、電縫線にそって鉄酸化物からなる介在物が多数発生し、電縫部の耐食性と強度が低下したことに起因している。本事例は一般的な電縫管の溝状腐食と異なるが、本事例も電縫線に沿って発生する溝状腐食の一形態と判断し、一次原因を電縫鋼管の「溝状腐食」と分類した。 電縫鋼管の溶接方法は、①誘導加熱法と②直接通電法があり、本事例の電縫鋼管は①による。①と②はそれぞれ長所と短所がある。①の特徴は、非接触で溶接できるため、管表面に多少の凹凸があっても溶接欠陥が発生しにくく、小径、薄肉寸法の管の高速溶接が出来る。しかし、いずれの方法も溶接条件（電流量、圧接力、突合せ形状等）が適切でないと、本事例のように非金属介在物が溶接線に沿って多数発生する。 なお標題の HF Seam-Welded Steel Pipe は High-frequency induction seam-welded steel pipe の略語。				
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		
	当時の技術レベルでは不可抗力		設計者	
	情報伝達不備・不足	○	製作者 / 建設担当者	

○	担当者不勉強/教育不十分/意識不測		検査者
	指示ミス		使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他