

UME-323	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) En-Na Yang, Chang-Ming Fu, Chen Dong, Shen Qu, Ji-Feng Tian, Zhe-Feng Zhang : Case Studies in Engineering Failure Analysis 4 (2015) 88-93		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 a leaked oil pipeline		
失敗事例のタイトル 降水時の液滴衝突エロージョンによる貫通孔の発生		一次原因 (材料要素) 液滴衝突エロージョン	
機種 地下埋設設備	部品 油パイプライン	材料 炭素鋼	使用環境 地下空間
損傷発生時の状況 コンクリート製の地下トレンチに埋設された油のパイプラインに、孔 (貫通孔) があき、漏洩するという事故が、建設 10 年後に発生した。パイプラインは、板厚は 4.5 mm の炭素鋼で作られていた。パイプラインの損傷部は特定の個所に限られており、損傷部のパイプ外面には、複数のピットが集合的に発生していた。			
調査内容とその結果 パイプラインの損傷部について、顕微鏡観察、SEM (走査型電子顕微鏡) 観察、EDS (エネルギー分散型 X 線分光法) 分析、材質の化学分析等を実施した。 <ol style="list-style-type: none"> 顕微鏡観察 損傷部には、大きなピットが存在し、その大きなピットの内側および周囲にサイズの異なる多数のピットが観察された。 SEM 観察 大きなピットの内部には数多くの小さなピットが見られたが、これらのピットは互いに接触しているか、あるいは重なり合い、より大きなピットへと成長していく様相を呈していた。また、一部のピットでは、縁に沿っては円周方向に亀裂が発生していた。 高倍率で個々のピットを観察すると、ピットの内表面は平滑ではなく、不均一な形態 (突起、凹凸) を示していた。 EDS 分析 ピット内に、腐食性成分が存在するかどうかを調べるため、EDS 分析を行ったが、腐食性成分あるいは腐食生成物は検出されなかった。 材質の化学分析結果 通常の炭素鋼であり、かつ、規格値を満たしている事が確認された。 			
損傷発生のシナリオ 腐食性成分や腐食生成物が検出されなかった事、及び損傷箇所 (ピット) の形態から、ピットの生成は雨水による液滴衝突エロージョンによって生じたと判断した。すなわち、個々の液滴衝突により小さなピットが形成され、液滴衝突を繰り返し受けることにより小さなピットは重なり合い、次第に大きくなった。また繰り返し液滴衝撃を受けることにより、炭素鋼製の表面は加工硬化 (脆化) するので、液滴の衝突により一部のピットでは、円周方向に亀裂が発生した。 液滴衝突の発生は、コンクリート製トレンチのコンクリートブロック間に隙間があったため、雨水がその隙間を落下する際に生じたと判断できる。約 10 年間、降水時に、繰り返し液滴衝突を受け、板厚 4.5 mm が貫通した。 漏洩したパイプのあった地下には雨水がたまっていた。また、漏洩が確認された時の地元の気象記録によると、数日間にわたって激しく雨が降った。この数日間の激しい降水により、すでに大きくなっていたピットが、最終的に板厚を貫通することになったと判断した。			
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) <ol style="list-style-type: none"> パイプラインの外表面に、防水コーティングまたはカバーを追加する。 地下のトレンチを常に乾燥状態に保つ。 定期的にトレンチのセメント板を点検し、すきまや大きな穴が無いように管理する。 			
教訓 雨水によって発生した液滴の繰り返し衝突で、金属に孔があく。			
備考 (採録者コメント) 雨水 (淡水) の液滴の滴下衝突だけで物理的 (機械的) に貫通孔が生じるかは疑問である。化学的な因子が大きいように思われる。雨水が流れてくる間に、その辺の腐食性物質を溶かし込んで液滴の腐食性が強くなっていたと推測される。また、液滴衝突部 (新生面) とその周囲との間でガルバニック腐食が発生し、液滴衝突部 (新生面) の腐食が加速された可能性も指摘できる。 Journal homepage: www.elsevier.com/locate/csefa			

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="radio"/>	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 checked="" type="radio"/>	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="radio"/>	使用者
<input type="checkbox"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="radio"/>	メンテナンス者
<input type="checkbox"/>	その他	<input type="checkbox"/>	その他