

UME-300	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 津川貴臣：材料と環境 2014 講演集、A-107、p.41-44（2014）		本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 炭素鋼配管に発生した微生物腐食と推定される事例の紹介		
失敗事例のタイトル 炭素鋼の腐食速度は、微生物の存在により、著しく加速される			一次原因（材料要素） 微生物腐食
機種 排水移送配管	部品 配管	材料 炭素鋼	概略の寸法 内径：250～330 mm
損傷発生時の状況 化学工場で使用していた炭素鋼製の排水移送配管のエルボ部及びエルボ部と直管を接合している溶接ビード部付近に激しい腐食が多数発生した。一方、配管の直管部には顕著な損傷は見られなかった。腐食形態は主に孔食であるが、全面的に広がりを示す形態も見られた。排水移送配管の使用期間は、部分的に更新を実施してきたため、部位により異なり、2～18年であったが、供用期間が短い部位（最短2年）で特に腐食速度が大きい傾向があった。			
調査内容とその結果 排水は排水元の複数のプラントの稼働状況や降雨の影響を受け、流速や性状の変動が大きい、通常は流速0.8m/秒程度であり、性状は以下の通りであった。 温度：40℃程度、pH：6～9、塩化物イオン：数百～数万 ppm、硫酸イオン：数百 ppm、 有機酸類：数 ppm 以下、溶存酸素：含む。 また、市販の検出キットを使って、排水の一般細菌、硫化物産生菌を培養した結果、一般細菌数は10 ⁶ コロニー/cc、硫化物産生菌は強度汚染（+++）という結果になった。 以上のように、排水の特徴としては、塩化物濃度が高く、有機物と菌類を含んでいた。 孔食進展速度を、孔食底部の深さと供用機間から算出した結果、最大で1.6 mm/年に達していた。 配管内面には、黒色の盛り上がった錆瘤が点在し、バイオフィームらしき付着物に覆われていた。 管内面のスケールを分析した結果、分析個所によっては、表層部にS、下層部にClの濃縮が見られた。 孔食はスケールや錆瘤の下で見られ、酸洗によりスケールを除去すると、腐食は溝状に進展しており、断面は半球がつらなった構造になっており、腐食進展と停滞を繰り返した様相であった。この腐食形態は微生物腐食の痕跡として観察される形態と類似している。			
損傷発生のシナリオ 微生物が次のステップで腐食を誘発・加速したと推測される。 STEP 1 ：錆瘤が発生した。微生物が錆瘤や溶接ビードのような突起部に優先的に吸着し、バイオフィームを形成した。硫酸塩還元菌が硫酸イオンを硫化物イオンに還元し、炭素鋼の腐食を加速した。 STEP 2 ：錆瘤下部と自由表面との間で酸素濃淡電池（ガルバニック電池）を形成するとともに、錆瘤下部には塩化物イオンが濃縮し、局部的に低pH環境を形成し、腐食は促進された。 STEP 3 ：バイオフィームの形成により、実効カソード面積が増大し、局部腐食が加速された。			
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） 配管の定期的な洗浄、あるいは有機系被覆鋼管の使用等が考えられる。			
教訓 使用期間から計算した最大腐食速度は1.6 mm/年であったが、潜伏期間を考慮すると、実際の腐食速度はさらに早いと推測される。微生物が関与すると、局部腐食速度は、きわめて加速される。			
備考			
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

2ページ以降に写真、図表等を添付してください