

UME-313	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） J.A.Gorman and D.Gross, Materials Performance JUNE 2015 p.52～		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル San Francisco-Oakland Bay Bridge Anchor Rod Cracking Issues		
失敗事例のタイトル 溶融亜鉛メッキ高強度鋼は、亜鉛が腐食する事により水素脆化する			一次原因（材料要素） 水素脆化
機種 橋	部品 アンカーロッド	材料 亜鉛メッキした高強度鋼	環境因子 高 pH 水
<b>損傷発生時の状況</b> 1989年にサンフランシスコを襲ったマグニチュード 6.9の地震により、サンフランシスコベイブリッジの一部が崩壊した。崩壊箇所は直ちに復旧した。しかし、より優れた耐震性と 150年の寿命を保証する橋の架け替え工事が、ベイブリッジの東側の区間で 2002年に始まり 2013年に完成した。その間の 2008年、アンカーの締め付け時に、多数のアンカーロッドが破損し、工事の遂行を妨げた。			
<b>調査内容とその結果</b> アンカーロッドは高強度材で出来ており、溶融亜鉛メッキが施されていた。 ロッドはグリースを塗り、かつ防食テープで巻いたのちに、スリーブに挿入された。 橋脚の柱頭には蓋が固定されており、アンカー挿入後に、モルタルが挿入されるが、その後アンカーに直接接触することが出来ない構造となっていた。 橋の建設期間中、スリーブの保護カバーが外れていた事がしばしばあり、その為に、スリーブの中には水が浸入していた。 スリーブの中の水の成分は、以下に示すように、海水成分はほとんどなく、pHの高い水溶液であった。従って、雨水がスリーブに侵入し、モルタルに接触したため、モルタルからの溶出成分により、水の pHが高くなったと判断できる。 pH:13.04、Cl <sup>-</sup> :44mg/L、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> :128mg/L、Na <sup>+</sup> :3940mg/L、K <sup>+</sup> :990mg/L、Mg:ND、Ca <sup>2+</sup> :96mg/L			
<b>損傷発生のシナリオ</b> 破面は水素脆性の形態を示していた。 スリーブ中に侵入した雨水は、モルタルから溶出した成分の為、高 pH 水溶液となった。そのため、アンカーの亜鉛メッキの腐食が加速され、アンカー（鋼）は、亜鉛メッキの腐食で発生する水素を吸収した。 アンカーは高強度の材質で作られていたので、水素脆性を受けやすい材質であった。そのため、締め付け時の締め付け力に起因し、アンカーは水素脆化により割れた。			
<b>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）</b> 新しいアンカーに取り換え、その後の 2008年～2013年間の間は、雨水の侵入を防ぐため、スリーブに保護カバーを設置した。			
<b>教訓</b> 防食用の亜鉛メッキが水素脆化の原因になる事がある。			
<b>備考</b>			
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="radio"/>	製作者 / 建設担当者
<input 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="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