

(706) C-0.5Mo鋼の水素アタックにおよぼす熱処理の影響

(株)日本製鋼所 材料研究所 ○千葉隆一, 大西 敬三
日揮株式会社 材料研究部 前田 啓吉, 石井 邦雄

1. 緒 言

石油精製プラントの高温高压水素環境で使われているC-0.5 Mo鋼製の熱交換器や配管には、ネルソン線図の使用限界の安全側で9.5~15年間使用後に割れやブリストが発生している。しかしその原因が明らかでないために、事故防止のために入念な定期検査の実施または $1\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo鋼への材質変更が提案されている。本研究では、水素に起因するC-0.5 Mo鋼の粒界割れの防止のための熱処理方法を見出すために、高温高压水素中での曝露試験を実施し、またメタン生成におよぼす熱処理の影響を調査した。さらに水素アタックと炭化物との関係についても考察した。

2. 供試材料および試験方法

試験材料として、ASTM-A204 Gr.B規格の2種のC-0.5 Mo鋼を選定した。すなわち、9年間使用後に内面側にブリストを発生した熱交換器鏡板(30mm t, 母材)から採取したNo.1鋼(0.12% C, 0.53% Mo)と、廃棄リアクタのシェル部(70mm t, 母材)から採取したNo.2鋼(0.22% C, 0.55% Mo)である。試験材には900または920℃で焼準、焼準-焼戻および応力除去焼鈍(SR)を施した。熱処理後に電顕組織観察、電解抽出残渣のX線回折、水素曝露試験およびメタン分析を行った。メタン分析には、中空試験片(内径10mm, 肉厚2mm)の内部に水素を充填し、300~380℃で100~1,000hr保持後にその反応ガスをガスクロマトグラフに導入して定量した。

3. 試験結果および考察

FIG.1はNo.1鋼(受入れまま)を圧力100 Kg f/cm², 温度320および400℃の水素中で300 hr曝露後に発生した粒界割れの程度をネルソン線図上に示したもの、またTABLE 1に熱処理を施したものの炭化物の同定結果と、水素曝露における粒界割れの有無を示す。受

入れままのものでは、ネルソン線図の安全域で粒界割れが発生したが、焼準-焼戻および650℃SR処理のものは320℃の水素曝露では割れが発生せず、さらに675および700℃でSR処理したものには曝露温度320ならびに400℃でも割れが発生していないことが判明した。また650~700℃でのSR処理によりMo系炭化物が析出し、そのため水素に対する抵抗性が強くなったと判断された。FIG.2は焼準-焼戻したNo.2鋼について測定したメタン量と焼戻温度との関係を示したもので、焼戻温度の上昇とともに炭化物が安定化し、メタン生成量が低下した。

4. 結 言

熱交換器や配管の水素損傷は、成形加工時の熱的取扱により炭化物が不安定化して発生するが、十分なSR処理により防止できると思われる。

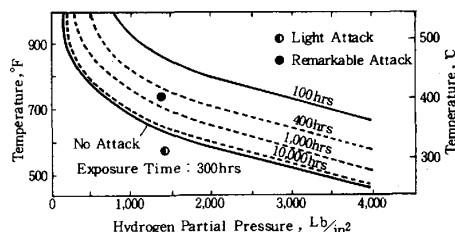


FIG.1 HYDROGEN EXPOSURE TEST RESULTS OF No.1 STEEL, PLOTTED ON NELSON CHART

TABLE 1 CARBIDES AND HYDROGEN EXPOSURE TEST RESULTS OF HEAT-TREATED No.1 STEEL

No	Heat Treatment	Carbides Identified ^{*)}	Hydrogen Exposure Condition			Crack Detection by Microscope
			P _{H₂} (Kg/cm ²)	Temp. (°C)	Hold Time (hr)	
1	900°C×1hr AC 650°C×5hr AC	M ₂₃ C ₆	100	320	300	Not detected
				400	300	Detected
				320	300	Not detected
2	650°C×5hr FC	M ₂₃ C ₆ , Mo ₂ C	100	320	300	Not detected
				400	300	Detected
				320	300	Not detected
3	675°C×5hr FC	M ₂₃ C ₆ , Mo ₂ C	100	320	300	Not detected
				400	300	Not detected
				320	300	Not detected
4	700°C×5hr FC	M ₂₃ C ₆ , Mo ₂ C	100	320	300	Not detected
				400	300	Not detected
				320	300	Not detected

*) By X-ray Diffraction

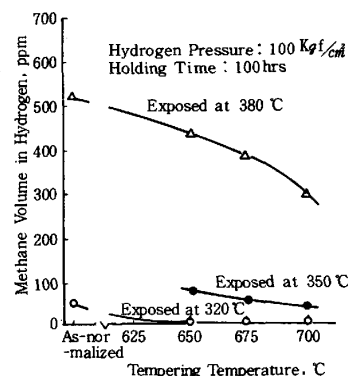


FIG.2 RELATIONSHIP BETWEEN METHANE CONTENTS IN TUBULAR SPECIMENS AND TEMPERING TEMPERATURES OF No.2 STEEL