

(231) ステンレス鋼溶接肉盛クラッド材の水素損傷について

70507

(株) 日本製鋼所室蘭製作所

工博 石塚 寛
○ 千葉 隆一

1 緒言 近年石油精製プラントの Reactor などには、母材の内面にステンレス鋼をオーバーレイしたものが使われるようになったが、肉盛材と母材との融合部にはマルテンサイト層が形成されるため水素脆化感受性が強く、高温高圧水素を内蔵する機器においては、この部分に水素が析出して損傷をおこしやすいと考えられる。筆者らはこの点を明らかにするために、実験室的に異材継手部に高温高圧水素により割れを発生させて、その挙動を観察した。以下にこの結果を報告する。

2 供試鋼および実験方法 供試材は、板厚 2.9mm の母材 (2%Cr-1Mo 鋼) の全面にバンド溶接および被覆アーク溶接により、オーステナイト系ステンレス鋼を 1 層 (AISI 347 ; 厚さ 3~4.5mm) あるいは 2 層 (AISI 308 ; 347 ; 厚さ 5~8.5mm) 肉盛したものである。なお肉盛した材料は溶接はもと 670℃ で 10hr SR

処理したものを用いた。高温高圧水素による割れ試験は、あらかじめ試験材 (48×55×105mm) を超音波検査して欠陥の有無を確認したのち、オートクレーブ中で水素圧 300 kg/cm²、温度 500℃ で 48hr 加熱後炉冷 (冷却速度 160℃/hr) した。水素欠陥の発生状態は、超音波検査、カラーエックおよび顕微鏡により観察した。

3 実験結果および考察 水素による割れは、主として境界部 (ステンレスと母材の融合部) に多く発生しました。写真 1 にこの割れの 1 例を示す。また割れは、母材側の熱影響による硬化層および肉盛材のプロホールが存在する部分にもみられた。表 2 はこれらの割れ発生状態を総括したものであつて、境界部ならびに母材熱影響部の割れはかたさの高いものほど発生しやすく、また SR 処理により割れを軽減できる。なお肉盛材内のプロホール部の割れについては、SR 処理の影響ならびに材質による相違がみられなかつた。

つぎに、試験材を高圧水素中で加熱後常温放置して、超音波検査により観察した結果、境界部の欠陥は時間の経過とともに拡大する。また水素を添加せずに大気中で加熱後急冷 (水冷) する操作を繰返して、境界部に熱応力を与えたが割れは発生しなかつた。本試験結果から、溶接肉盛クラッド材の融合部および熱影響部に生ずる割れは水素脆化による遅れ破壊の 1 種であると考えられる。

表 1 供試材の化学成分 (%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Nb
肉盛材 AISI 347	0.05	0.45	1.50	0.025	0.006	7.70	16.1	0.13	0.29	0.60
AISI 308	0.07	0.38	1.16	0.025	0.008	10.5	18.7	0.13	0.27	—
母材 ASTM 387D	0.10	0.34	0.56	0.016	0.028	0.13	2.36	0.26	0.93	—

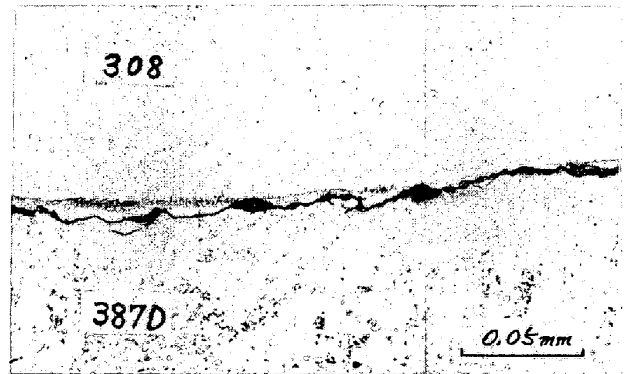


写真 1 境界部における割れ発生状態 (2層盛バンド溶接部, As Weld)

表 2 高温高圧水素による割れ試験結果

肉盛材	処 理	融合部の割れ		母材 HAZ の割れ		プロホール部の割れ
		バンド溶接	手溶接	バンド溶接	手溶接	手溶接
347 (1層)	As Weld	● (530)	●	● (380)	○ (275)	●
	670℃SR	○ (420)	●	○ (223)	○ (210)	○
308+347 (2層)	As Weld	● (420)	○	● (350)	○ (285)	●
	670℃SR	○ (330)	○	○ (226)	○ (215)	●

注) ● 割れ発生, ○ 割れなし, () 内は Hv(max)