

オーステナイト系ステンレス鋼肉盛り溶接
化学容器用超厚板Cr-Mo鋼の溶接試験(第2報)

石川島播磨重工業株式会社

栗山良員 内木虎蔵
。 桑 亮一 西本幹夫

1 まえがき

化学工業用圧力容器などの内面には、耐食性を与えるために、オーステナイト系ステンレス鋼などを肉盛り溶接によって施工されることがますます多くなってきた。

しかし、オーステナイト系ステンレス鋼を肉盛り溶接した場合、熱処理によって脆化することが大きな問題である。すなわち、化学工業圧力容器用 ASTM・A387Gr.D (2.25% Cr-1% Mo)、超厚板鋼板に AISI347 ステンレス鋼で肉盛り溶接した場合、肉盛り金属は溶接施工の途中および終了時まで数回の応力除去焼鈍を受け、しかも焼鈍温度は高く、加熱時間は長く、加熱冷却速度も緩慢であり、したがって、応力除去焼鈍によって肉盛り溶接部の延性は劣化し問題となる。ここでは板厚 260mm の ASTM・A387Gr.D 鋼に最近化学工業用圧力容器に広く用いられてきた AISI347 ステンレス鋼の帯状電極を用い、サブマージーク溶接施工法により肉盛り溶接を行ない、その肉盛り溶接部の応力除去焼鈍による脆化について検討した。その結果を報告する。

2 試験方法

本試験に使用した母材鋼板の化学成分を Table 1 に示す。この鋼板の上に Table 2 に示した AISI347 および 309L

ステンレス鋼帯状電極を用いて、サブマージーク溶接法により肉盛り溶接を行なった。その溶接条件を Table 3 に示す。試験は溶接速度を変化させて

、脆化に寄与しているフェライト生成元素であるクロンビウムの量を変化させ、脆化におよぼす影響を調べた。なお、試験

片はクロンビ

ウムの量を変化させた試験片を 675℃、700℃、730℃で 8 hr、20 hr、50 hr の各々

Table 1 Chemical composition of tested base metal

ASTM code	Plate thickness (mm)	Chemical composition (%)							
			C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
A 387D	260	Ladle	0.13	0.27	0.52	0.008	0.007	24.4	0.98
		Check	0.14	0.29	0.54	0.011	0.010	23.7	0.96

Table 2 Chemical compositions of strip electrodes

Layer	Number of layer	Electrode	Electrode width (mm)	Chemical composition (%)						
				C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
1	1	347L	75 X 0.4	0.032	0.36	1.51	0.012	0.015	21.89	11.12
2	1	309L	"	0.033	0.41	2.19	0.011	0.017	24.34	14.29
	2	347LD	"	0.026	0.35	1.70	0.012	0.016	19.40	9.96

Table 3 Welding condition

Test number	Electrode		Welding condition				
	1st layer	2nd layer	Polarity	Preheating temperature (°C)	Welding current (Amp)	Welding voltage (Volt)	Welding speed (cm/min)
1	347L	—	R·P	150	1250	26	15
2	347L	—	"	"	"	"	18
3	309L	347LD	"	"	"	"	20

の応力除去焼鈍を行なったのち、側曲げ試験片を採取し脆化との関係を調べた。

3. 試験結果

Table 4、は肉盛り溶接金属の化学成分を示す。溶接速度が大きくなるにつれて肉盛り厚さは減少し、これにともない溶接金属中のコロンビウム量も減少した。またフェライト量も減少していた。これはコロンビウムがフェライト生成元素であるためと考えられる。

Fig 1 は ASTM・A387 Gr.D 母材に AISI347L ステンレス鋼を肉盛り溶接し、応力除去焼鈍後、側曲げ試験によって脆化領域を求めたものである。横軸に保持時間、たて軸に焼鈍温度をとり曲げ試験で発生した割れの有無により脆化域を求めた。コロンビウム量の多い試験板 1. では 700℃ で 50 時間の焼鈍で完全に脆化しており、側曲げ試験で割れは認められた。(Photo.1) しかし、試験板 2、板 3 とコロンビウム量が少なくなるにつれ 700℃ で 50 時間の焼鈍では脆化しておらず、高温・長時間側に脆化域が移っている。これはコロンビウム量が脆化に大きく寄与しているものと思われる。

4. 結 論

今回の試験でつぎの結論を得た。

- (1) ASTM・A387 Gr.D 鋼板厚 260mm の上に AISI347L ステンレス鋼帯状電極を用いて肉盛り溶接を行なった。肉盛り溶接部の化学成分は AISI347 の規格値を十分満足する成分が得られた。
- (2) ステンレス鋼肉盛り部は長時間の応力除去焼鈍を受けると脆化することが判明し、その脆化域を求めた。その脆化はコロンビウム量が大きく関与しており、コロンビウム量が少ない程、高温・長時間側に移行することが明らかになった。

Table 4 Chemical compositions of overlay-welded metals by submerged arc process with strip electrodes

Test number	Electrode		Chemical composition(%)							% Ferrite
	1 st layer	2 nd layer	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cb	Cb/C	
1	347L	—	0.049	0.31	1.23	20.35	9.74	0.68	13.9	10
2	347L	—	0.054	0.35	1.21	19.14	9.05	0.61	11.3	8
3	309L	347LD	0.047	0.37	1.85	20.52	10.49	0.57	12.1	7

Note: Chemical composition within 1.6 mm depth from the surface of the overlay deposited metal.

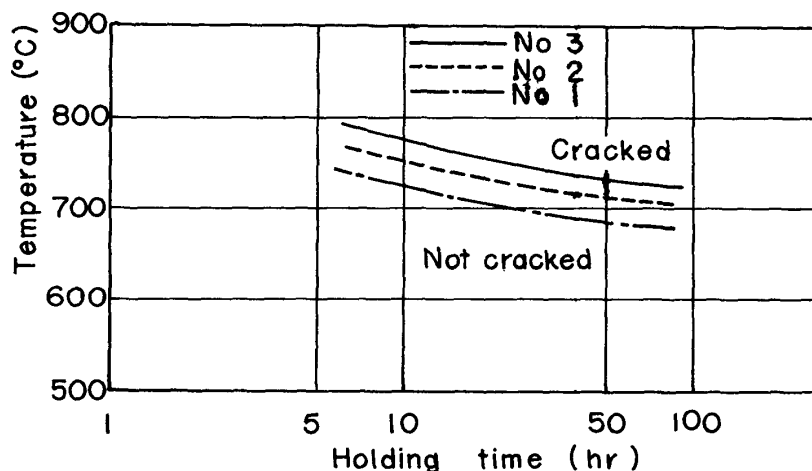


Fig 1 Relation between stress-relief temperature, holding time and cracking in side-bend test

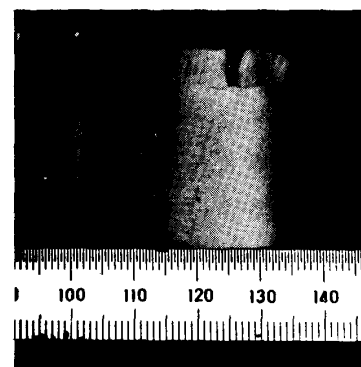


Photo 1 Appearance of crack on overlay-weldment in side bend specimen