

211 低Cr系下盤溶接棒を用いた肉盛溶接部曲げ延性の改善
—高純度フェライト系ステンレスフラッド鋼の溶接に関する研究(第5報) —

大阪大学 工学部 中尾嘉邦, 西本和俊
大阪大学 大学院 山崎和信
(株) 新潟鉄工所 〇野井伸悟, 塚原宏
原泰弘

1. 緒言

本報は前報¹⁾に引き続き高純度フェライト系ステンレス鋼肉盛溶接部の曲げ延性改善方法の一環として、下盤材に低Cr系溶接棒を使用して際の改善効果について検討を行ったものである。

2. 供試材料ならびに実験方法

本試験に使用した溶接棒ならびに母材の化学組成をTable 1に示す。表中、19Cr-2Mo鋼(LM), 26Cr-1Mo鋼(MM)溶接棒を下盤材と1層溶接部がフェライト単相組織とする溶込率25%ならびに35%の溶接条件で一層溶接を行った後、その上層を30Cr-2Mo鋼(FM)溶接棒を用いて溶込率25%の条件で二層の肉盛溶接を行った。肉盛溶接部に898K×7.2KSのPWTを実施した後、側曲げ試験により曲げ延性を調査した。

3. 実験結果

Fig. 1に19Cr-2Mo鋼溶接棒を下盤材と1層用いた場合のPWT材に対する側曲げ試験結果を示す。これより、溶込率25%の肉盛溶接部においては273Kまで、溶込率35%の肉盛溶接部では303Kまで良好な曲げ延性の得られることがわかる。Fig. 2に示す側曲げ試験において割れが発生しにくくなる最低限界温度である割れ発生遷移温度における下盤溶接棒中のCr量の影響を示している。この図に示すことく、25%の溶接条件で下盤材と1層19Cr-2Mo鋼溶接棒の採用により、割れ発生遷移温度は約270Kまで低下させることが可能といえる。Fig. 3に示す下盤材と1層各種の低Cr系溶接棒を用いた肉盛溶接部の割れ起点の観察結果を示す。下盤材の低Cr化により、割れ発生起点は第二層目溶接部に集中するものである。この事実は、高純度30Cr-2Mo鋼溶接棒を初層から用いた場合、その割れ起点が第一層目溶接部の溶融境界線近傍であること比べて大きく異なる点である。一方、割れ破面に対し折出物のレリーフエッヂを施し、割れ起点につ

Table 1 Chemical composition of filler metal and base metal (wt%)

Mark	Item	Diameter of filler wire (mm)	C	Si	Mn	P	S	Ni	Al	Cr	Mo	N	O	V	Cu	Nb+Ta	Ti	Zr
LM	High purity 19Cr-2Mo wire	1.69	0.009	0.18	0.27	0.024	0.004	-	0.31	19.04	2.48	0.011	-	-	0.22	-	-	
MM	High purity 26Cr-1Mo wire	2.09	0.0021	0.15	0.09*	0.012	0.008	0.12*	-	26.20	1.40	0.0065	-	-	0.14*	-	-	
FM	High purity 30Cr-2Mo wire	2.09	0.0019	0.16	-	0.016	0.011	-	-	29.40	1.98	0.0069	0.0020	-	0.10	-	-	
BM	Plate	38**	0.08	0.30	1.10	0.013	0.003	-	-	0.15	0.15	-	-	0.04	0.12	-	-	

*Content predicted from mother metal. **Plate thickness

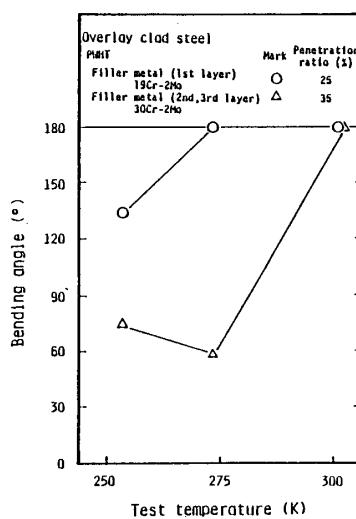


Fig. 1

Result of side bend test of overlay welded joints post heat-treated varying penetration ratio
Filler metal (1st layer)
19%Cr-2%Mo steel

以上のより詳細な検討を行ったSEM観察の結果、割れは粒界にフィルム状に折出するCr炭化物を起点として発生している状況が認められた。これより下盤材と12Cr-1Mo鋼及び19Cr-2Mo鋼添加棒を用いて肉盛溶接部の曲げ延性も高純度30Cr-2Mo鋼添加棒を用いて場合と同様に粒界にフィルム状に存在するCr炭化物の折出状態と密接な関係の認められることが明らかにされている。そこでFig.4にCr量の異なって下盤材の種類と溶込み率25%の溶接条件で施工して第一層目及び第二層目溶接部の溶融境界線近傍の炭化物幅との関係を示す。粒界の炭化物幅は下盤材のCr量の低下に伴い減少するのみである。既述のように第一層目から高純度30Cr-2Mo鋼添加棒を用いて肉盛溶接部の割れ起点は第一層目溶接部の溶融境界線近傍に集中しており、これは第一層目溶接部の溶融境界線近傍の炭化物幅が増大していることにあり、この領域の曲げ延性が著しく劣化するためであると考えられる。一方、下盤材と12Cr系添加棒を用いることにあり、第一層目溶接部の溶融境界線近傍の炭化物幅は減少する、また、低Cr系添加棒の採用によるマトリックスの延性改善も重畠であるため、第一層目溶接部の延性は著しく改善され、割れ発生が認められたものについてもその起点は主に第二層目溶接部中に観察される。ところが、第二層目溶接部の炭化物幅は第一層目溶接部のそれと比較して著しく低下している。以上の結果より、低Cr系添加棒使用による曲げ延性の改善効果は曲げ延性劣化の主要因であると考えられる。粒界の炭化物幅の減少に加えて、高純度30Cr-2Mo鋼添加棒を下盤材と12Cr系添加棒を用いた場合に延性劣化の最も大きい第一層目溶接部において、低Cr化によるマトリックス自身の延性も向上することが重畠であることに起因していると推察される。また、粒界の炭化物幅の低減の主因は、第一層目溶接部に対するマトリックス中のC+N固溶量の増加による。Cr炭化物の形成に消費される固溶C量の減少に起因し、第二層目溶接部の炭化物幅の低減は母材からのCのマトリックス中のC量が第一層目に比べて著しく減少したことによるものと推察される。

参考文献(1)中尾他:溶接学会講演概要集第36集(1985), P32~33

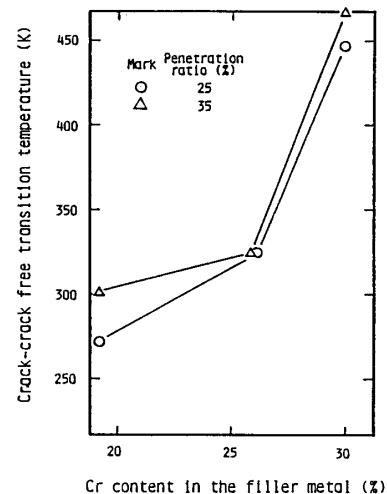


Fig. 2
Relation between Cr content in the filler metal and the crack-crack free transition temperature in side bend test

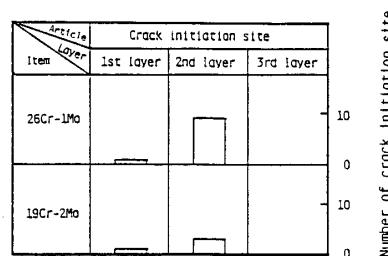


Fig. 3
Distribution of crack initiation sites on the cleavage fractured surface of the weld metal
Penetration ratio : 25 % - 35 %

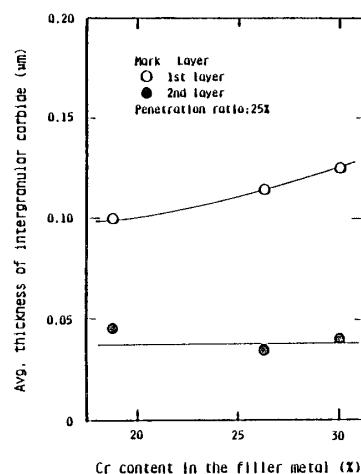


Fig. 4
Effect of Cr content in the filler metal on the thickness of the intergranular carbide