

低 Cr 系下盛溶加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
大阪大学 大学院
(株) 新潟鉄工所

中尾 嘉 邦, 西本 和 俊
山崎 和 信
○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、下盛材に低 Cr 系溶加棒を使用した際の改善効果について検討を行ったものである。

2. 供試材料および実験方法

本試験に使用した溶加棒および母材の化学組成を Table 1 に示す。表中、19Cr-2Mo 鋼 (LM), 26Cr-1Mo 鋼 (MM) 溶加棒を下盛材として溶接部がフェライト単相組織となる溶込率 25% および 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) 溶加棒を用いて溶込率 25% の条件で二層の肉盛溶接を行った。肉盛溶接部に 898K × 7.2 KS の P W H T を実施した後、側曲げ試験により曲げ延性を調査した。

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	1.8φ	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	2.0φ	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	2.0φ	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

3. 実験結果

Fig. 1 に 19Cr-2Mo 鋼溶加棒を下盛材として用いた場合の P W H T 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 273 K まで、溶込率 35% の肉盛溶接部では 303 K まで良好な曲げ延性の得られることがわかる。Fig. 2 には側曲げ試験において割れが発生しはじめる最低限界温度である割れ発生遷移温度におよぼす下盛溶加棒中の Cr 量の影響を示している。この図に示すごとく、25% の溶接条件で下盛材として 19Cr-2Mo 鋼溶加棒の採用により、割れ発生遷移温度は約 270 K まで低下させることが可能といえる。Fig. 3 には下盛材として各種の低 Cr 系溶加棒を用いた肉盛溶接部の割れ起点の観察結果を示す。下盛材の低 Cr 化により、割れ発生起点は第二層目溶接部に集中するのかわかる。この事実から、高純度 30Cr-2Mo 鋼溶加棒を初層から用いた場合、その割れ起点は第一層目溶接部の溶融境界線近傍であつたことと比べて大きく異なる点である。一方、割れ破面に対して折出物のレリーフエッチを施し、割れ起点につ

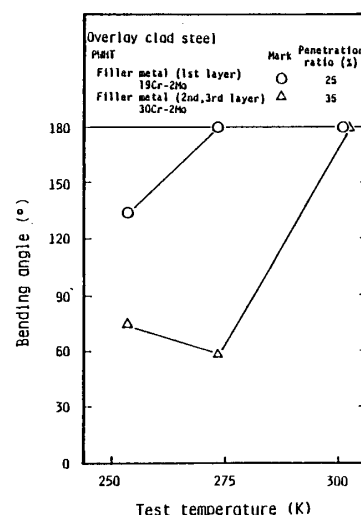


Fig. 1

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

以上のより詳細な検討を行ったJEM観察の結果、割れは粒界にフィルム状に析出したCr炭化物を起点として発生している状況が認められた。これより下盛材として26Cr-1Mo鋼及び19Cr-2Mo鋼溶加棒を用いた肉盛溶接部の曲げ延性も高純度30Cr-2Mo鋼溶加棒を用いた場合と同様に粒界にフィルム状に存在するCr炭化物の析出状態と密接な関係の認められることが明らかになった。そこで、Fig. 4にCr量の異なった下盛材の種類と溶込率25%の溶接条件で施工した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、下盛材のCr量の低下に伴い減少するのかわかる。既述したように、第一層目から高純度30Cr-2Mo鋼溶加棒を用いた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より、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、下盛材として低Cr系溶加棒を用いることにより、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系溶加棒の採用によるマトリックスの延性改善も重畳されるため、第一層目溶接部の延性は著しく改善され、割れ発生がみ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。ところで、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系溶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、高純度30Cr-2Mo鋼溶加棒を下盛材として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化によりマトリックス自体の延性も向上することが重畳することにより起因したものと推察される。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しては、マトリックス中へのC+N固溶量の増加により、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のピットアップ量が第一層目と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

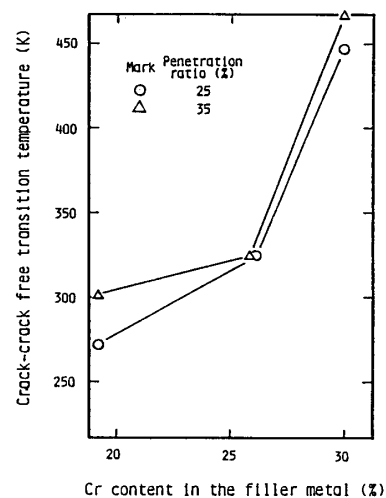


Fig. 2

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

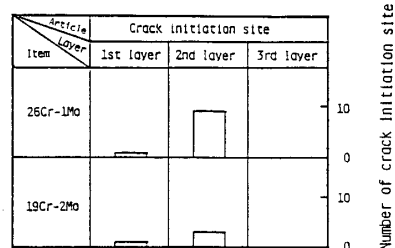


Fig. 3

Distribution of crack initiation sites on the cleavage fractured surface of the weld metal

Penetration ratio : 25 % - 35 %

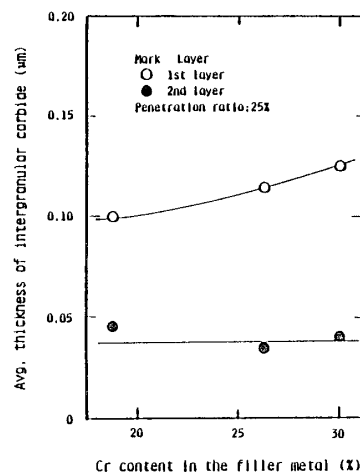


Fig. 4

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