

114 Cr-Mo 鋼用低Si高靱性サブマージーク溶接材料の開発 (第1報)

住友金属工業㈱

伊藤慶典, 中西睦夫
○勝本憲夫, 小溝裕一
古澤 遵

I 緒 言

Cr-Mo 鋼の溶接では高能率なサブマージーク溶接法が多用されてきている。近年, この溶接部に対する低温靱性の要求が厳しくなっており, 従来の溶接材料では十分に対処できなくなっている。この低温高靱性が要求される理由は圧力容器の大型化にともなう脆性破壊事故の危険性の増大, 長時間SRにともなう脆化, および高温での長時間使用中の脆化等の問題によっている。

本報では, Cr-Mo 鋼サブマージーク溶接金属の靱性改善法について, これら脆化と関連していると考えられる元素のうちSi含有量の影響を中心に検討を行なった。

II 実験方法

鋼板は $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼 (150mm t) および 3Cr-1Mo 鋼 (100mm t) を用いた。

表1に基本溶接条件を示すが, 一部溶接入熱量 35000 J/cm も行なった。

溶接材料は主に市販品を用い, ワイヤとフラックスの組み合わせにより溶接金属の化学組成, とくにSi含有量を変化させた。

そして, これらの溶接金属について, シャルピー衝撃特性を検討した。

III 実験結果

溶接金属の靱性改善法の一つは酸素含有量の低減である。図1に示すようにCr-Mo 鋼においてもその効果は明らかである。このためには, 溶接作業性を害しない範囲でフラックス塩基度の増加, CaF_2 添加をはかることが必要である。

以下, 溶接金属の酸素含有量を 200 ~ 250 ppm 程度で一定とし, Si含有量の影響を検討した。

表2に $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼および3Cr-1Mo 鋼サブマージーク溶接金属の化学組成を示す。

図2に $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼溶接金属のSi含有

表1. 基本溶接条件

溶接条件	電 流	電 圧	速 度	溶接入力熱量
	550 A	25 V	27 cm/分	43000 J/cm
予熱層間温度	ボンドフラックス			溶融型フラックス
	予熱なし, 層間 150℃以下			150℃ ~ 200℃
後熱処理条件	690℃ × 8 hr, 26 hr			炉冷

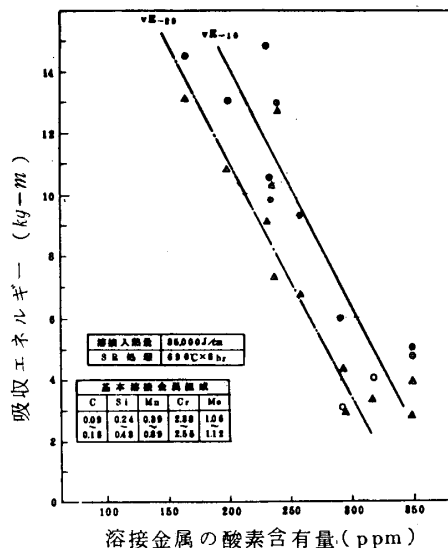


図1. 溶接金属の酸素含有量と靱性の関係

表2. 溶接金属の化学組成 (%)

ワイヤ	フラックス	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
W-CM2	◆B-2CM	0.08	0.06	0.60	0.013	0.006	2.50	1.15
(低Si)	◆150B	0.10	0.11	0.35	0.017	0.007	2.88	1.14
◆W-CM2A	◆B-2CM	0.09	0.17	0.60	0.009	0.005	2.64	1.18
(従来Si)	◆150B	0.12	0.27	0.41	0.019	0.006	2.52	1.11
W-CM3	◆B-2CM	0.08	0.08	0.57	0.015	0.007	3.07	1.15
(低Si)	◆150B	0.09	0.18	0.39	0.017	0.007	3.06	1.13
◆W-CM3A	◆B-2CM	0.07	0.15	0.55	0.010	0.010	3.25	1.05
(従来Si)	◆150B	0.08	0.26	0.39	0.014	0.010	3.27	1.02

量によるシャルピー衝撃特性の変化の一例を示す。これから明らかなように、溶接金属のSi含有量を低減することによって靱性は改善される傾向がある。

図3に $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼と $3\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼サブマージーク溶接金属のSi含有量と靱性の関係をまとめて示す。両者ともに溶接金属のSi含有量の低減によりSR後の靱性改善がはかれ、とくに、Si含有量を0.10%以下にすることにより、その改善効果は大となる。ステップクーリングによる脆化量については本実験内では大きな差は見られない。ただし、従来の溶接材料にくらべれば、SR後、ステップクーリング後ともに靱性は大幅に改善されており、これは主に酸素含有量の差と考えられる。また、溶接金属の低Si化は多層溶接金属の靱性バラツキ減少にも効果がみられる。

写真1に $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼溶接金属の光学顕微鏡組織の一例を示す。Si含有量による組織の差は明瞭ではないが、低Si溶接金属の方が比較的組織が細かく、均一になっており、これが靱性の差の一要因になっていると考えられる。

このような溶接金属のSi含有量を0.10%以下とし、しかも低酸素とすることは従来不可能であったが、作業性の良好なボンドフラックスと低Siソリッドワイヤを組み合わせることで十分可能である。

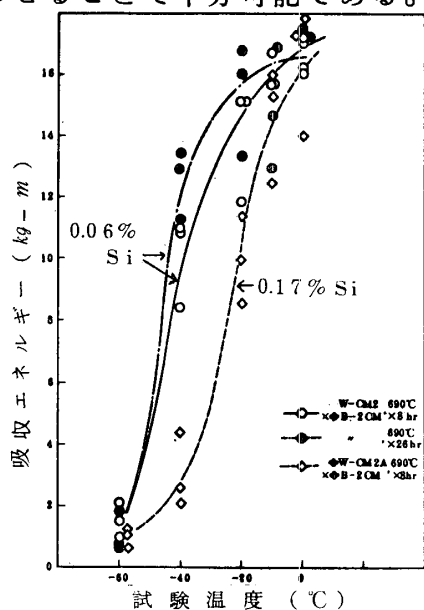


図2. 溶接金属のシャルピー衝撃特性
($2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼)

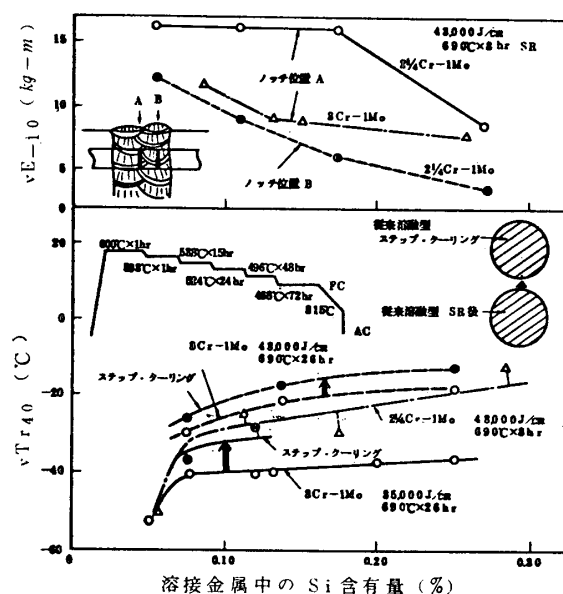
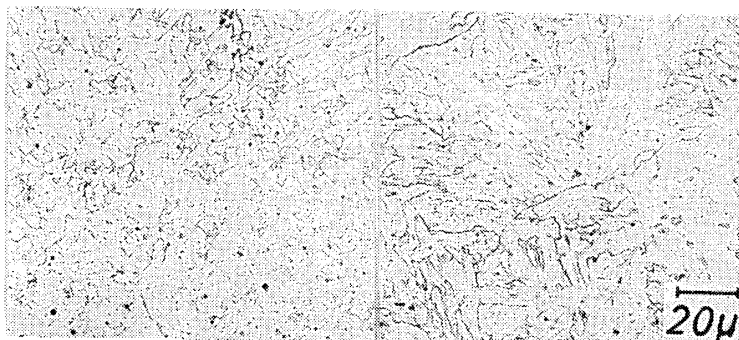


図3. Cr-Mo鋼溶接金属の靱性とSi含有量の関係

IV 結 言

Cr-Mo鋼溶接金属の靱性改善に低Si化が有効であることを明らかにした。

低Si溶接金属の特性については第2報で述べる。



(0.06%Si)

(0.17%Si)

写真1. $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼溶接金属の光学顕微鏡組織