

331 高強度鋼溶接金属の靱性に与よぼす酸素量, 島状マルテンサイトの影響

大阪大学 工学部

菊田米男 荒木孝雄
米田理史 〇南 晃
寺田 保

1. 緒言

高張力鋼溶接金属の靱性を確保することは、溶接施工上重要な問題の一つである。そこで、溶接金属の靱性を決定する要因として、溶接入熱ならびに酸素量を変化させた際のミクロ組織、靱性値、島状マルテンサイト(M-A)の存在状態の変化を検討した。

2. 実験方法

供試鋼板は市販の80 kgf/mm²級高張力鋼で化学組成をTable 1に示す。この鋼板にV開先を施し、Table 1に示す80 kgf/mm²級ワイヤーを用い、MIG溶接により単層溶接を行なった。溶接条件はTable 2に示すとおりである。その際、シールドガスをAr 100%, Ar 98%-CO₂ 2%, Ar 95%-CO₂ 5%, CO₂ 100%, Ar 80%-O₂ 20%と変化させることにより、溶接金属の酸素含有量を変化させた。得られた溶接金属中央部よりサイドノッチの2mm Vノッチ標準シャルピー試片を採取し、衝撃試験を行なった。又、各溶接金属に過硫酸アモニウム溶液による腐食、その後水酸化ナトリウム溶液による電解腐食の二段腐食を行ない、走査型電子顕微鏡によりM-Aの存在状態ならびに面積率を測定した。

3. 実験結果

Table 3に各溶接金属の化学組成分析結果を示す。シールドガスの変化に伴い、Si, Mnに若干の変動が見られたが、他の元素はほぼ同一レベルであった。

Photo. 1はクロム酸による電解腐食を行なった後の光学顕微鏡組織である。入熱が35 kJ/cmの場合、酸素量の増加に伴いマルテンサイト+下部ベイナイト→上部ベイナイトなる変化が認められ、焼入性の低下を示している。走査型電顕写真の一例をPhoto. 2に示す。酸素含有量が増加するとM-Aの生成が減少し、炭化物の析出が認められるようになる。これは酸素量の増加に伴い、Siが酸化物として固定され、その結果セメンタイトの析出を抑制する固溶Siが減少し、未変態オーステナイトがセメンタイトとフェライトに分解し易くなつたためと考えられる。

シャルピー試験結果をFig. 1ならびにFig. 2に示す。Fig. 1に示すように、 vE_{80} (上部棚エネルギーに相当)は、酸素量の増加に伴い減少する傾向が認められた。これは酸素量の増加による介在物の増加が、延性破壊時の割れ発生サイトとなるからとされている。一方、 vT_{rs} と酸素量の関係は一意的には定まらず、ミクロ組織を考慮する必要があると考えられる。つまり、入熱が35 kJ/cmの場合、Photo. 1で示したように、O₂ = 10 ppmでマルテンサイト+下部ベイナイトとなり、 vT_{rs} は最低値となるが、上部ベイナイトの生成とともに顕著な劣化を示している。その他の入熱の場合は若干複雑な変化を示している。これは前述のように、酸素量の増加は焼入性の低下ならびにM-A生成の抑制、セメンタイト析出の促進等と同時にもたらすため、それらの相互作用も総合して検討する必要性を示していると考えられる。

Table 1 Chemical compositions of materials used (wt%)

Materials	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	B
Base metal	0.10	0.53	0.95	0.013	0.004	0.23	1.19	0.51	0.40	0.03	<0.01	<0.01	0.0011
Filler metal	0.08	0.40	1.61	0.013	0.009	-	0.29	0.39	0.66	-	-	-	-

Table 2 Welding condition

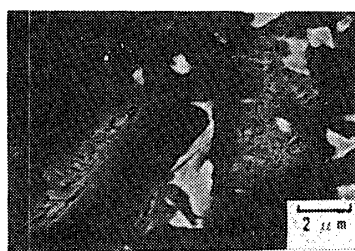
Heat input (J/cm)	Cooling time from 800°C to 500°C (sec)
35000	40
50000	100
100000	280

Table 3 Chemical compositions of weld metals

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Nb	B
0.08	0.20	0.88	0.011	0.005	0.18	0.73	0.43	0.49	0.01	<0.01	<0.01	0.0006
0.09	0.28	1.47	0.013	0.007	0.20	0.94	0.51	0.57	0.02			0.0008

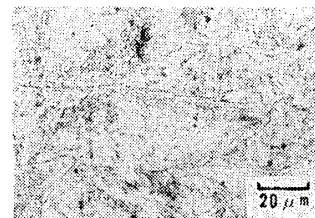


(a) Oxygen content=30ppm

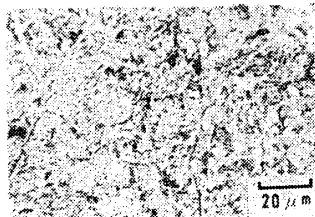


(b) Oxygen content=560ppm

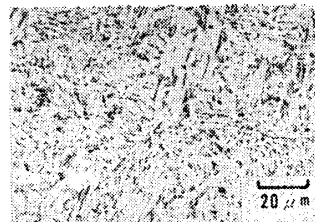
Photo.2 Effect of oxygen content on scanning electron microstructures of weld metal (Heat input 50kJ/cm)



(a) Oxygen content=10ppm



(b) Oxygen content=70ppm



(c) Oxygen content=420ppm

Photo.1 Effect of oxygen content on optical microstructures of weld metal (Heat input 35kJ/cm)

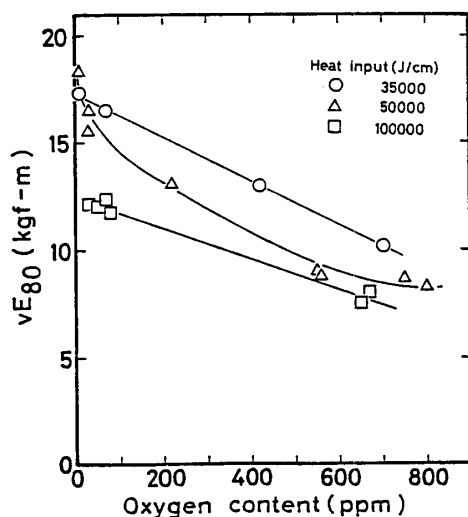


Fig.1 Relation between oxygen content and absorbed energy at 80°C

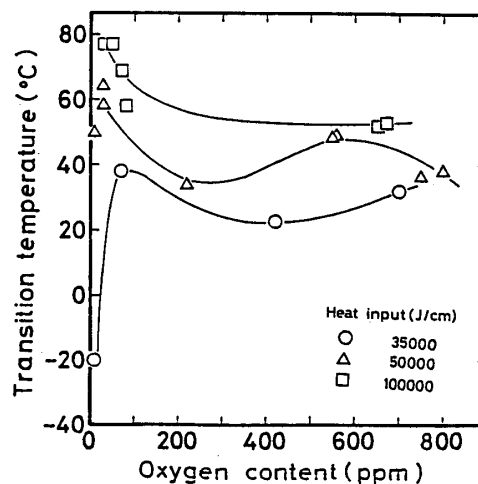


Fig.2 Relation between oxygen content and transition temperature