Japan Welding Society

306 2-1/4Cr-1Mo鋼溶接金属の強度特性におよぼすVおよびNbの効果

川崎製鉄㈱ 鉄鋼研究所 ○山浦晃央 松山隼也 志賀千晃 上田修三

Effect of Vanadium and Niobium on Mechanical Properties of 2-1/4Cr-1Mo Weld Metal

by Teruo Yamaura Junya Matsuyama Chiaki Shiga Syuzo Ueda

1. 緒言

2-1/4Cr－1Mo鋼は高温用材料として石油精製反応圧力容器等に広く用いられている。近年2-1/4Cr－1Mo鋼の高強度化をはかる試みが数多くなされておりVを添加しクリープ破断強さを改良した高強度2-1/4Cr－1Mo鋼[1]が注目されている。一方溶接金属の高強度化に関する報告は少なくV,Nbの強度特性に対する効果について検討したものも少ない。そこで本研究では2-1/4Cr－1Mo鋼溶接金属の高強度化を目的として特にV,Nbの効果について検討を行った。

2. 実験方法

供試鋼板は板厚60mmのASTM A387 Gr.22 Cl.2を用い、Table 1に示す条件により狭開先1層2パスサブマージアーク溶接を実施した。V，Nbの強度特性に及ぼす影響を明らかにするためにTable 2に示す5種類の成分系の溶接金属を用いた。溶接後熱処理（PWHT）は、690℃においていずれも8hと26hの条件で行った。

PWHT後の溶接金属から常温、高温引張試験片およびクリープ破断試験片(6mmφ,G.L.;30mm)を採取した。引張試験は室温および482℃で行った。また500および550℃においてクリープ破断試験を行いラーソン・ミラーパラメータと破断応力の関係から溶接金属の482℃における10^5 h破断強さを推定した。

溶接金属のじん性を評価するためにPWHT(690℃×8h)のままのものおよびぜい化特性を把握するためPWHT後さらにSOCAL No.1 typeのステップクーリング処理を行ったものについてそれぞれシャルピー衝撃試験を行った。

Table 1 Welding Conditions of Narrow Gap Submerged Arc Welding

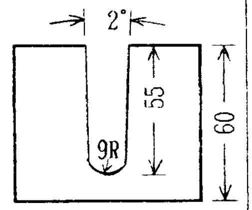
Welding method	Welding consumables	Welding current/voltage	Travel speed	Heat input	Preheat and interpass temperature	Groove geometry
SAW 2 electrodes 2 runs per 1 layer	Wire:4.0mmφ Alloy wire Flux: Aggolomerated type	L:450A-27V T:450A-28V	500～620 mm/min.	2.4 ～ 3.0 kJ/mm	150 ～ 225 ℃	

Table 2 Chemical compositions of SA-weld metal (wt%)

No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	$\overline{X}$ *	J **
I	0.12	0.15	0.76	0.007	0.003	2.43	0.97	0.07	<0.005	8.0	73
II	0.09	0.13	0.71	0.008	0.003	2.49	1.04	0.12	0.006	9.0	76
III	0.12	0.17	0.81	0.009	0.004	2.53	1.03	0.21	0.017	10.0	98
IV	0.13	0.17	0.80	0.007	0.004	2.50	1.01	0.22	0.033	8.0	78
V	0.13	0.24	0.81	0.008	0.003	2.54	1.01	0.29	0.018	9.0	95

* $\overline{X}=(Si+Mn)\cdot(P+Sn)\times10^4$ (%) ,** $J=(10P+5Sb+4Sn+As)\times10^{-2}$ (ppm)

溶接学会全国大会講演概要 第44集 ('89－4)

NII-Electronic Library Service

3. 実験結果

Fig.1は、Table 2に示すI～Vの溶接金属の室温での引張強さと482℃における引張強さおよび482℃,10^5h クリープ破断強さ推定値の関係をみたものである。Iは当社における従来鋼用高じん性サブマージアーク溶接材料[2]の成分系である。II～Vの成分系はそれぞれVおよびNbを添加量を種々変化させ複合添加したものである。

Fig.1によると室温での引張強さと482℃における引張強さの関係は1本の直線で表され室温強度の上昇につれて高温強度も上昇する。一方クリープ破断強さと室温での引張強さの関係においても室温の引張強さが上昇するにつれてクリープ破断強さが上昇する傾向にあるがV単独添加の成分系IとV,Nbを複合添加したII～Vの成分系は別の直線で表されV,Nbの複合添加により短時間引張強さおよびクリープ破断強さが著しく向上しており、V,Nbの微細炭化物もしくは炭窒化物の析出強化が寄与していると考えられる。

Table 3は690℃,8hのPWHTを行った溶接金属のシャルピー衝撃試験結果である。これによるとV,Nb量、特にNb量の増加によりじん性が低下する傾向にあることがわかる。Fig.1からわかるように690℃,8hのPWHTにおいてはNbの過剰添加により短時間引張強さの著しい上昇をもたらしじん性を低下させしかもクリープ破断強さは飽和する傾向にある。すなわち溶接金属の高強度化にはじん性との兼ね合いでV,Nbの添加量をコントロールすることが重要である。

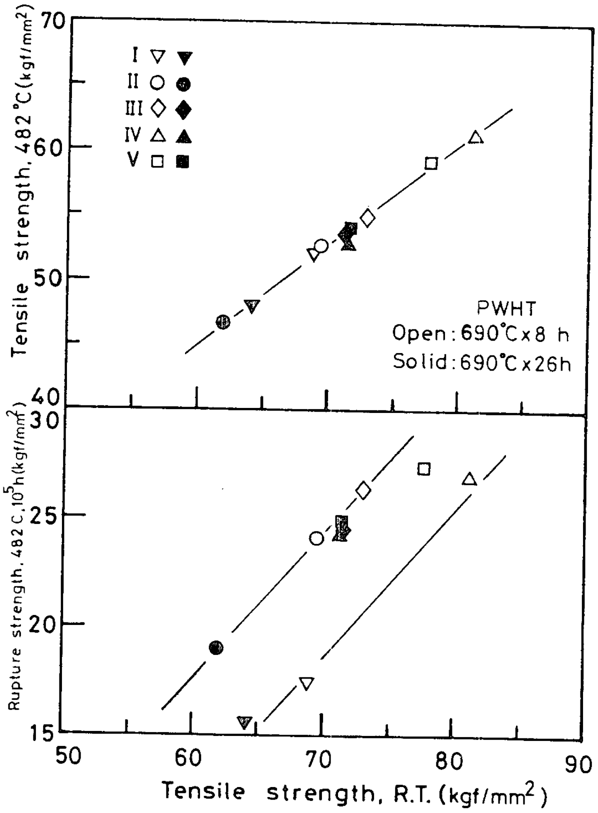


Fig.1 Relation among weld metal's properties of tensile strength at R.T., estimated creep rupture strength at 482℃ for 10^5h and tensile strength at 482℃

Table 3 Impact properties of weld metals

No.	vTr55J (℃) *	vTr'55J (℃) **	vTr55J + 3·Δ vTr55J (℃) ***
I	−63	−52	−30
II	−33	−25	−9
III	−27	−23	−15
IV	−10	−5	+5
V	−31	−22	−4

* vTr55J :As PWHT (690℃×8h)
** vTr'55J :PWHT (690℃×8h) +step cooling
*** Δ vTr55J : vTr'55J − vTr55J

4. 結論

2-1/4Cr-1Mo鋼溶接金属の高強度化を目的としてサブマージアーク溶接法においてV,Nbの効果を検討し以下の知見を得た。1) V,Nbの複合添加は短時間引張強さおよびクリープ破断強さの向上に有効である。2) じん性はV,Nb量、特にNb量の増加につれて低下する傾向にある。3) 溶接金属の高強度化にはじん性との兼ね合いでV,Nbの添加量をコントロールすることが重要である。

参考文献 1) 下村ら：川崎製鉄技報：20 (1988) 3 2) 徳久ら：川崎製鉄技報：17 (1985) 4

NII-Electronic Library Service