

316 低炭素低合金高張力鋼サブマージーク溶接金属後熱処理部の 靱性に及ぼすNb,V,Moの影響

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○岡部能知 阪口修一
安田功一 片岡義弘

Effects of Nb, V and Mo contents on the toughness of
submerged arc weld metal of a low-carbon low-alloy steel subjected to PWHT
by Takatoshi Okabe, Shuichi Sakaguchi, Koichi Yasuda and Yoshihiro Kataoka

1. 緒言

石油, 天然ガス等のラインパイプなどに広く使用されている低炭素低合金高張力鋼管の溶接金属は, 溶接ままの状態ではアシキュラーフェライト主体の組織とすることにより高強度と高靱性が確保されている¹⁾。本研究では, 後熱処理が付与された場合の溶接金属の硬さと靱性に及ぼすマイクロ組織および添加合金元素の影響について検討した。

2. 実験方法

Table 1 に, 供試鋼板および溶接ワイヤの化学組成を示す。アシキュラーフェライト組織を得るためにMo-Ti-B系溶接ワイヤAを, 初析フェライト主体の粒状フェライト組織を得るために溶接ワイヤBを使用し, 各合金元素を混合したフラックスにて入熱55kJ/cmの片面一層4電極サブマージーク溶接を行い, Nb,V, Mo量が異なる溶接金属を得た。これらに, 後熱処理(保持時間: 1時間, 放冷)を施し, 溶接金属の硬さ, 靱性および組織を調査した。

3. 後熱処理溶接金属の析出物

Fig. 1に後熱処理温度とアシキュラーフェライト組織の溶接金属硬さの関係を示す。溶接金属は後熱処理温度の上昇に伴い500℃までは軟化するものの600℃近傍で硬化し, 700℃で再び軟化する。これらの溶接金属のAc1点はいずれも約720℃であり, 後熱処理による組織変化は認められなかった。Fig. 2に後熱処理温度と析出元素量の関係を示す。Nb, V, Moは, 500℃以下の熱処理では大部分が固溶しているが, 600℃以上での後熱処理では析出する。したがって, 600℃に加熱された溶接金属は, Nb,V,Mo等の炭化物形成能が高い合金元素が粒内に微細析出して硬化したものと考えられる。粒状フェライト組織の溶接金属においても同様の傾向が認められた。

4. 後熱処理溶接金属の硬さと靱性に及ぼす添加合金元素量と組織

Fig. 3に溶接金属中のNb,V,Mo量と600℃の後熱処理による溶接金属の硬化度の関係を示す。また, Fig. 4に溶接金属中のNb,V,Mo量と600℃の後熱処理による溶接金属の破面遷移温度の上昇量の関係を示す。アシキュラーフェライト組織, 粒状フェライト組織の溶接金属はいずれにおいても添加合金元素の増加に伴い硬化し, その硬化に寄与する割合はNb>V>Moの順である(Fig. 3)。Nbの炭化物形成能はV, Moに比べて強いために, Nbが優先的に析出して顕著な硬化をひき起こすと考えられている²⁾。また, Nb, Vに関しては, 硬化度に対するマトリックス組織の依存性は小さいものの, 脆化度に対するそれはアシキュラーフェライト組織のほうが粒状フェライト組織よりも大きい(Fig. 3 and 4)。

5. 結言

後熱処理された溶接金属の硬化に寄与する割合はNb>V>Moの順であり, アシキュ

ラーフェライト組織の溶接金属は、粒状フェライト組織の溶接金属に比べて、析出硬化に伴う靱性劣化が大きい。

参考文献

- 1) 伊藤, 中西, 小溝, 溶接学会誌, 51, (1982), 111-118.
- 2) 渡邊, 小島, 溶接学会誌, 50, (1981), 779-786.

Table 1 Chemical composition of base metal and welding wires (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ni	Mo	Ti	B	Ceq	Pcm
Base metal	0.045	0.30	1.15	0.006	0.001	0.045	0.035	0.20	—	0.01	0.0001	0.26	0.13
Welding wire A	0.048	0.16	1.36	0.007	0.003	—	0.002	0.02	0.19	0.13	0.0080	0.35	0.18
Welding wire B	0.015	0.03	0.45	0.007	0.003	—	—	—	0.02	0.02	—	0.09	0.04

$$P_{cm} = C + Si/30 + Mn/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + Cu/20 + 5B$$

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

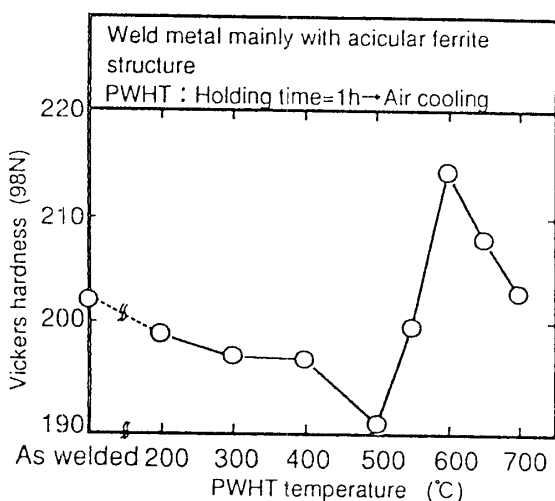


Fig. 1 Effect of PWHT temperature on Vickers hardness of tempered weld metal

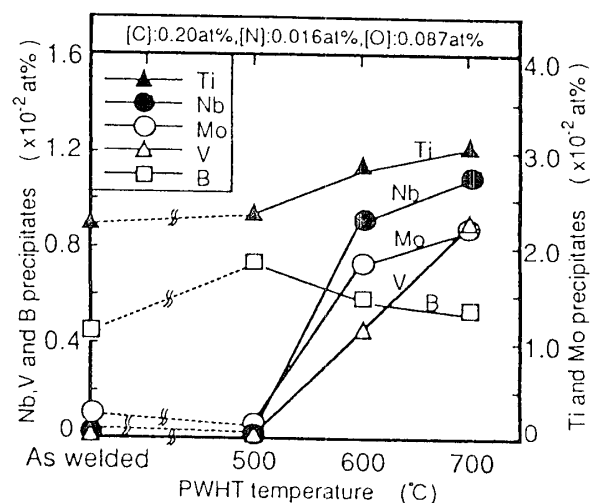


Fig. 2 Effect of PWHT temperature on precipitates in weld metal

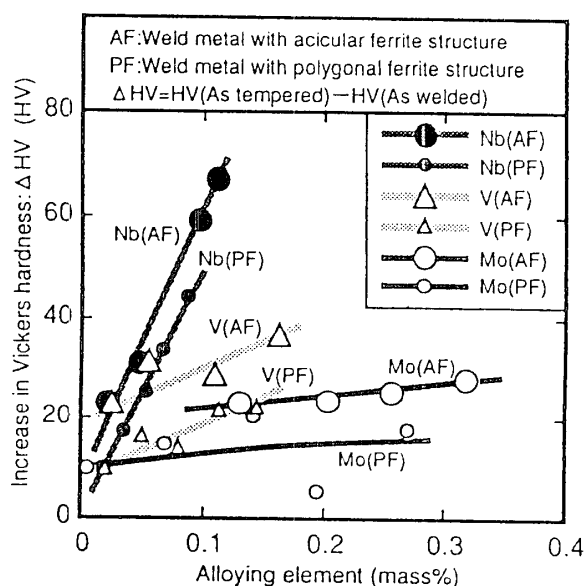


Fig. 3 Effect of alloying element on the increase in Vickers hardness of weld metal subjected to PWHT at 600°C

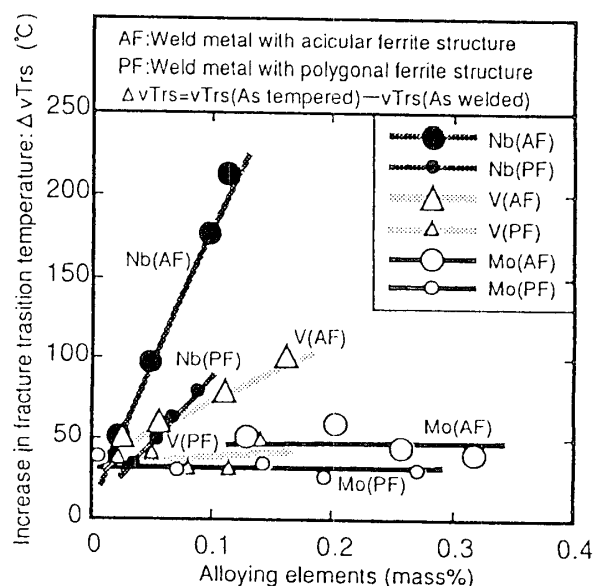


Fig. 4 Effect of alloying element on the increase in fracture transition temperature of weld metal subjected to PWHT at 600°C