Japan Welding Society

417　9Crフェライト系耐熱鋼溶接金属の特性に及ぼすWの影響

新日本製鐵（株）　○ 森本　裕
大北　茂
藤　雅雄

Effect of W on properties of weld metal for 9Cr ferritic heat resistant steel

by Hiroshi Morimoto, Shigeru Ohkita and Masao Fuji

1．緒言　フェライト系耐熱鋼の高温強度を向上させる元素の一つとしてWがある。共金系溶接金属にもWを添加させたものが開発されている[1)]。本報告では、Wの含有量を変化させた溶接金属を作成し、溶接金属中のWの析出挙動およびその特性に及ぼすWの影響を検討した結果を報告する。

2．実験方法　溶接金属はＧＴＡＷ法により作成した。その化学組成をTable 1に示す。９Ｃｒ-０．５Ｍｏ-０．０４Ｎｂ-０．１Ｖを基本組成にしてWを変化させてある。ＰＷＨＴ条件は１０１３Ｋ×１および２時間である。溶接金属の高温強度に及ぼす影響を検討する目的で全溶接金属のクリープ破断試験を行った。ＰＷＨＴ直後の溶接金属およびクリープ破断後の試験片平行部より電解抽出残渣を採取し、その残渣に対して化学分析およびＸ線回折による析出物の同定を行った。また、熱力学平衡計算ソフトＴＨＥＲＭＯ－ＣＡＬＣにより平衡時の析出相および析出量の予測を行った。計算に用いた組成は、０．０４Ｃ－０．４Ｎｉ－８．８Ｃｒ－０．５Ｍｏ－（０．５，１．０，１．５，１．７）Ｗ－０．０４Ｎｂ－０．１Ｖ－残Ｆｅである。

3．電解抽出残渣分析結果　Fig.1 はＰＷＨＴ直後の溶接金属の抽出残渣の分析結果を示す。残渣中のW量は溶接金属のWの添加量の増加に伴い増加している。Ｘ線回折の結果では、いずれの溶接金属からもLaves相のピークは認められないため、このWは$M_{23}C_6$中として析出したものと考えられる。一方、マトリックス中のWの固溶量もWの添加量の増加に伴い増加し、１．６８mass％添加では約１．６mass％が固溶している。マトリックス中のWの固溶量は、溶接金属のW添加量からW残渣中のW量を差し引いて求めた。以下でも同様に求めた量をマトリックス中のWの固溶量とした。$M_{23}C_6$以外の析出物として、ＮｂＮ、ＶＮおよびＮｂＣが析出物として同定された。Fig.2 は８７３Ｋにおける時効後の抽出残渣中およびマトリックス中に固溶しているW量の変化を示す。図中にはＴＨＥＲＭＯ－ＣＡＬＣによる８７３Ｋにおける平衡時における析出相中およびマトリックスに固溶しているW量を合わせて示す。何れのW含有量の溶接金属においても１万時間弱で抽出残渣中のWの増加は飽和していると考えられる。

4．溶接金属クリープ破断強度に及ぼすWの影響　Fig.3は、９７３Ｋの溶接金属のクリープ破断強度に及ぼすWの影響を示す。溶接金属中のW量の増加に伴い、クリープ破断強度は増加している。高温引張強度もWの添加量の増加に伴い向上しており[1)]、Wを添加する事により高温破断強度は向上する。Fig.4 は０．５８mass％Wおよび１．４７mass％Wの溶接金属のクリープ破断試験片平行部より採取した抽出残渣中およびそのマトリックスに固溶しているW量の破断時間に対する変化である。１．４７mass％Wの溶接金属では破断時間が2108.2時間の場合、約０．４mass％のWが残渣中に含まれており、残りの約１．０５mass％がマトリックスに固溶している。一方、０．５８mass％Wの溶接金属の場合、約０．０５mass％のWが残渣中に含まれ、残りがマトリックスに固溶している。０．５８mass％Wの溶接金属では、破断時間による残渣中およびマトリックス中のW量の変化はほとんど無い。図中にはＴＨＥＲＭＯ－ＣＡＬＣによる平衡時の析出相中およびマトリックス中のW量を示すが、分析値はほぼ計算値に収斂していくと考えられる。

溶接学会全国大会講演概要　第62集（'98-4）

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

6．まとめ　溶接金属中のWは時効、あるいはクリープ破断試験中に析出物として一部析出し、残りはマトリックスに固溶する。マトリックス中の固溶量はＰＷＨＴ直後はWの添加量の増加に伴い増加する。また、Wを添加することにより溶接金属のクリープ破断強度は向上する。

Table 1 Chemical composition of GTA weld metals (mass %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Nb	V	N
5W	0.044	0.24	0.99	0.003	0.005	0.31	8.8	0.51	0.58	0.042	0.10	0.023
10W	0.046	0.23	0.99	0.005	0.005	0.29	8.83	0.51	1.01	0.042	0.10	0.030
15W	0.059	0.24	1.01	0.005	0.005	0.30	8.77	0.50	1.47	0.044	0.10	0.026
17W	0.040	0.23	1.02	0.002	0.004	0.30	8.96	0.49	1.68	0.042	0.10	0.025

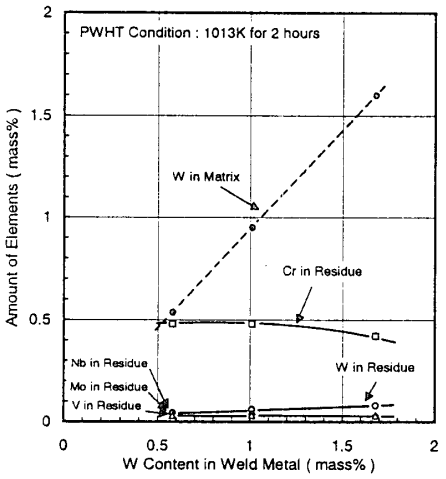

Fig. 1 Effect of W content in GTA weld metal on amount of elements in extracted residue and matrix of the weld metal after PWHT

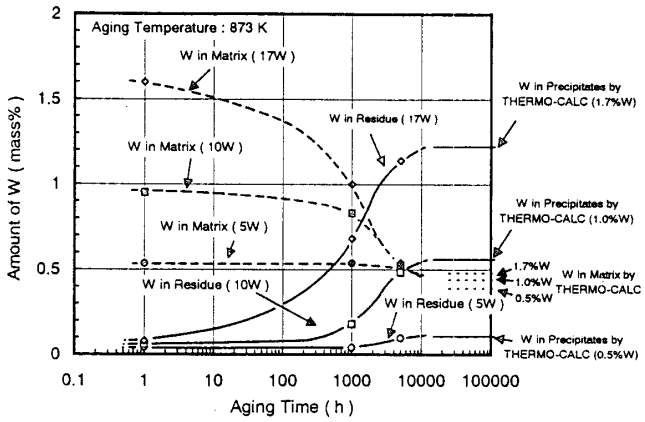

Fig. 2 Change in amount of W in extracted residue and matrix of weld metals with aging time

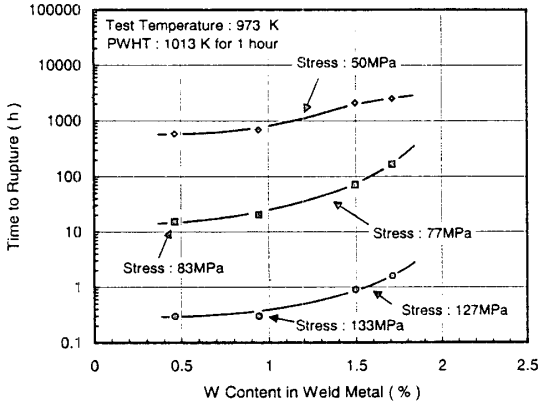

Fig. 3 Effect of W content on creep rupture strength of GTA weld metal

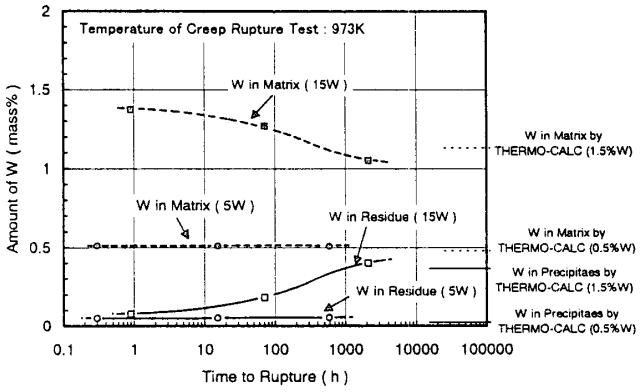

Fig. 4 Change in amount of W in extracted residue and matrix of weld metals after creep rupture test

参考文献：1) T.Tanaka,H.Sakurai,H.Morimoto and T.Miyake : Materials for Advanced Power Engineering 1994, Liege, Bergium, October 1994,p.395

NII-Electronic Library Service