

(676) 690合金の耐食性に及ぼす合金元素の影響

住友金属工業(株)中央技術研究所 長野博夫, 山中和夫, 南 孝男
 三菱重工業(株) 高砂研究所 米沢利夫, 鬼村吉郎, 笹栗信也

I. 緒言

現在加圧水型原子炉(PWR)の蒸気発生器伝熱管材には耐食性に優れた600合金が使用されている。将来の伝熱管材料としてさらに信頼性向上を旨として特殊熱処理(TT処理)を施した690合金(30%Cr-60%Ni)について検討した。本報ではその耐食性に及ぼす合金元素の影響について述べる。

II. 実験方法

1. 供試材: 60%Ni-30%Cr ベースでC量を0.009~0.070% (5水準), Ti量を0~1.2%(3水準), Nb量を0~1.2%(3水準), B量を2~26ppmの範囲でそれぞれ変えた組み合わせの合金およびCr量を15~30%(4水準), Ni量を50~70%(3水準)の範囲で変えた合金を50kg溶解炉にて真空溶解した。このインゴットを外削後鍛造, 熱延して板厚7mmとしたのち30%冷延して板厚49mmとした。低温(900°C)または高温(1100°C)で焼鈍を行ない, その後600°C×10hないし550°C×15hの熱処理を施した。

2. 試験: これら合金について炭化物析出挙動および耐食性に及ぼす合金元素の影響を調査した。試験内容は1)粒界腐食試験(沸騰65% HNO_3 +0.1% HF , 4h), 2) Cl^- SCC試験(非脱気500ppm Cl^- , 300°C, 1000h, ダブルUバンド法), 3)アルカリSCC試験(脱気10% $NaOH$, 325°C, シングルUバンド法), 4)顕微鏡および電顕による組織観察などである。

III. 実験結果

1. 耐粒界腐食性: 1) Cr; 焼鈍温度にかかわらずCr量の増加と共に耐粒界腐食性が向上する。Cr量が30%では粒界侵食を生じない(Fig.1)。2) Ni; Ni量の増加と共に耐粒界腐食性が向上する。高温焼鈍材ではNi量依存性が大きい, 低温焼鈍材ではNi量依存性は小さい(Fig.2)。3) C, B; 耐粒界腐食性に大きな影響を与える。とくにCの影響は高温焼鈍材で顕著で, 0.03%以下では耐粒界腐食性が向上する(Fig.3)。

2. 耐 Cl^- 高温水SCC性: 60%Ni-30%Cr合金は上記合金元素量を変えて添加してもSCCを生じない。
 3. 耐アルカリSCC性: 1) C, Cr; 有効である。2) Ni; 50~70%Niの範囲では影響はほとんどない。3) Mo, Ti, B, Nb; 悪影響を与える。以上の結果をまとめてTable 1に示す。

以上の結果から耐食性にすぐれた合金の基本成分としてCr量30%, Ni量60%必要である。その他の微量元素はCは耐粒界腐食性と耐アルカリSCC性の両面から考慮して0.03%以下が好ましい。Nb, Bなどについては添加しない方が好ましい。

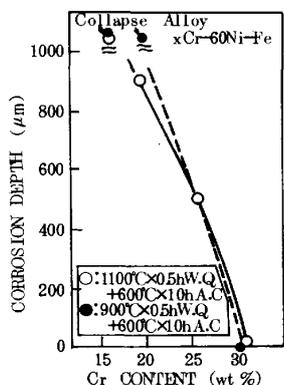


Fig.1 Effect of chromium content on the corrosion depth of x%Cr-60Ni-Fe alloy in the boiling 65% HNO_3 +0.1% HF solution.

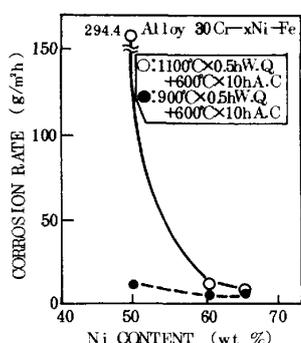


Fig.2 Effect of nickel content on the corrosion rate of 30Cr-xNi-Fe alloy in the boiling 65% HNO_3 +0.1% HF solution.

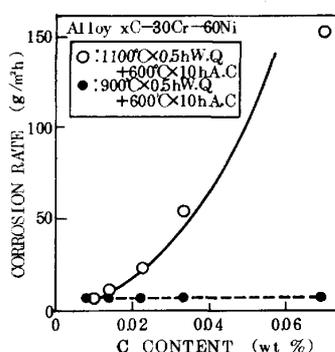


Fig.3 Effect of carbon content on the corrosion rates of Alloy 690 in the boiling 65% HNO_3 +0.1% HF solution.

Table 1. Effect of alloying elements on the corrosion resistance of Alloy 690

Alloying element	Composition range (wt %)	MA+Sen.*		
		IGC resistance	Cl^- SCC resistance	Caustic SCC resistance
C	0.009 ~ 0.070	×	□	○
Cr	15~30	○	○	○
Ni	50~70	○	○	□
Mo	0~2.0	○	□	×
B	0.0002 ~ 0.0026	×	□	×
Ti	0~1.2	○	□	×
Nb	0~1.2	○	□	×

*MA+Sen.: mill annealing at 1100°C for 0.5h and sensitization at 600°C for 10h
 ○; beneficial
 ×; detrimental
 □; no effect