

234 安定形オーステナイトステンレス鋼における炭化物の挙動と ナイフラインアタック現象に関する研究 (オ5報)

大阪大学 工学部

井 川 博
新 茂 夫
中 尾 嘉 邦
○西 本 和 俊
田 中 隆
中 渡 修 平

1 緒 言

前報¹⁾においては SUS 347 中の NbC の固溶現象について理論モデルをたて、恒温熱処理過程における実験値と理論値を対比させ検討を行なった。その結果、NbC の固溶現象は Nb の拡散律速を仮定することにより説明できることを示した。一方、この現象で実験値が理論値にくらべ固溶終了時に近づくに従い長時間側へずれる傾向があることが判明している。

本報ではこの現象について NbC の粒径の分布を考慮してさらに詳細な検討を加えた。また HAZ における NbC の固溶現象を解明するため、熱サイクル過程においてこの現象を検討した。

2 NbC の粒径分布を考慮した場合の固溶現象の理論的取り扱い

前報で報告した理論式は NbC 粒子を均一粒径を持つ粒子と仮定して得たものである。しかるに実際は SUS 347 中の NbC は均一粒径ではなく粒径分布が存在する。このため前報で述べたように固溶終了時に近い部分で理論値と実験値にずれが生ずるものと推察される。NbC の粒径が個々において異なった場合、前報で述べたような理論的取扱いは不可能である。そこでこの場合に適用するための近似式として NbC の固溶に伴うマトリックスの Nb 濃度の増加を無視しうるものと仮定して、次に示す (1) および (2) 式を導出した。(1)式では 上述の仮定より NbC 界面でのマトリックス側の Nb 濃度勾配を半径の関数としている。(1)式より粒径の異なる個々の NbC について半径の減少量を算出することができ この場合の NbC の固溶率は (2) 式で示される。(2)式を粒径分布を考慮した場合の理論式として用いた。

$$\left(\frac{C_B}{V_C} - \frac{C_E}{V_m}\right)\left(\frac{dR}{dt}\right) = D \frac{C_I - C_E}{V_m R} \quad \text{----- (1)}$$

$$y = \frac{\frac{V_m}{V_C} C_B - C_I}{C_0 - C_I} \cdot \frac{4}{3} \pi \left[\sum_i \left\{ N_i \left(R_{0i}^3 - \left(R_{0i}^2 + 2D \frac{C_I - C_E}{\frac{V_m}{V_C} C_B - C_I} t \right)^{3/2} \right) \right\} \right] \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 C_B 、 C_E 、 C_I 、 C_0 は Nb 濃度を表わす。詳細は前報参照

y : 固溶率 D : Nb の拡散定数 R_i, R : NbC の時間 t における半径
 R_{0i} : NbC の初期粒の半径 N_i : 初期半径 R_{0i} を持つ NbC の単位体積当りの個数
 V_m : マトリックスの 1mol 分子容 V_C : NbC の 1mol 分子容

3 実験結果ならびに考察

3.1 恒温熱処理過程における NbC の固溶現象

Fig.1 は (2) 式より算出した恒温熱処理過程における NbC の固溶曲線と実験値を併

示したものである。前報においては理論曲線をもとめるにあたり $V/V_0 = 1.067$ としたがその後詳細な検討の結果 $V/V_0 = 0.5335$ とするのが妥当であることが判明した。そこで理論曲線を算出するにあたっては Nb の拡散の活性化エネルギーとして、 86000 cal/mol を採用することにした。なお図中の破線曲線は均一粒径を仮定して前報(2)式より算出した理論曲線である。図にみるように固溶終了に近い部分で(2)式から算出した粒径分布を考慮した理論曲線がより実験値と対応していることがわかる。

3.2 熱サイクル過程における固溶現象

HAZ における NbC の固溶現象について定量的な検討を行なう目的で単純化した形の熱サイクル過程においてこの現象の検討を行なった。Fig. 2 は最高到達温度まで直線的に加熱後、水冷する加熱サイクル過程における NbC の固溶率の実測値を示す。横軸にはこの試料の初期熱処理温度である 1100°C から最高到達温度までの加熱時間をあらわしている。Fig. 3 は最高到達温度まで直線的に加熱し、その後再び 1100°C まで直線的に冷却する加熱、冷却サイクル過程における NbC の固溶率の実測値を示す。横軸は 1100°C 以上に加熱している時間を示す。Fig. 2 および Fig. 3 から熱サイクル過程における NbC の固溶現象も恒温熱処理過程と同様な傾向があることがわかる。これについての理論的検討も行なう予定である。

参考文献

- 1) 月川 博也, 全国大会講演概要集 No. 15 72-73

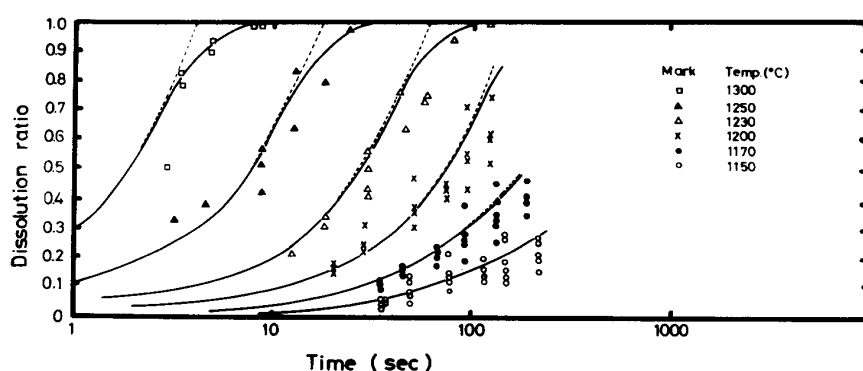


Fig. 1 Dissolution phenomenon of NbC in isothermal heat treatment

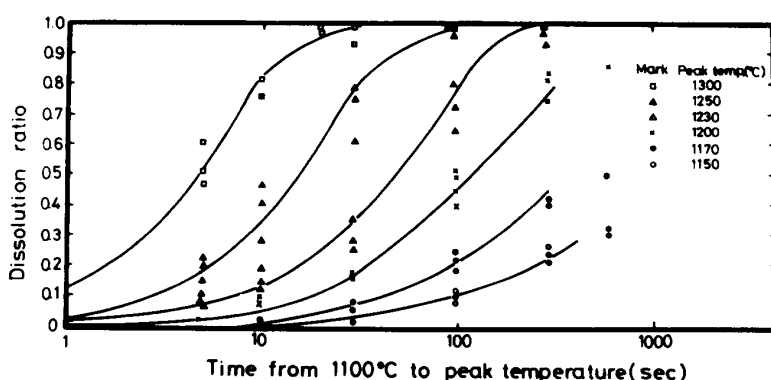


Fig. 2 Dissolution phenomenon of NbC in heating thermal cycles

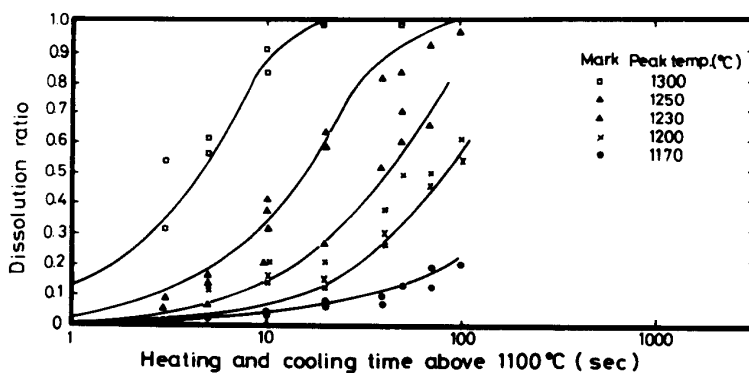


Fig. 3 Dissolution phenomenon of NbC in heating and cooling thermal cycles