

(708) 13Cr-3.8Ni 鑄鋼における炭化物と機械的性質の関係

日本製鋼所 室蘭製作所 研究部

○岩淵義孝 波多野隆司 畔越喜代治 竹之内朋夫

1. 緒言

比較的少量の Ni を添加した 13Cr マルテンサイト系ステンレス鑄鋼は、オーステナイト相状態における 750~550℃ の温度域で、オーステナイト粒界に炭化物析出を起し、靱性が劣化する現象が見出されている。本報では水車ランナー材として広く用いられている 13Cr-3.8Ni 鑄鋼における炭化物析出の靱性に対する寄与ならびに合金成分の影響を理論的に検討した。

2. 試験方法

供試材の基本成分は ASTM A296CA-6NM に相当するもので、C, Si, Mo を 3 段階に変え、高周波溶解炉にて 50Kg 溶製し Y ブロック砂型に鑄込んだ (Table 1)。各供試材は 950℃×10hr 加熱後 5~600℃/hr の制御冷却を行ない 600℃×10hr WQ した。また 600~700℃ の温度範囲で等温保持し炭化物析出ノーズを決定した。

焼入れ、焼もどした試料は引張試験、シャルピー衝撃試験に供され、残材を用いて光学顕微鏡観察、SEM 破面観察、炭化物抽出レプリカによる透過電子顕微鏡観察を行なった。

3. 試験結果

- (1) オーステナイト相状態における 750~550℃ の温度域を徐冷するとオーステナイト粒界に  $M_{23}C_6$  炭化物が析出し、モザイク状の特徴的な粒界破壊を呈するようになる。
- (2) 炭化物析出による靱性劣化はオーステナイト化温度からの冷却速度 (CR) と C 量に依存し (Fig.1)、FATT は次式で表わされる。

$$FATT(°C) = 3119(\%C) - 45 \log(CR/°C/hr) - 13$$

- (3) モザイク状の粒界破壊を呈した試料の析出 C 量 ( $\Delta C$ ) は 0.0015% 以上で、炭化物析出を反応速度律速と仮定すると、各温度 (T) における  $\Delta C$  の析出に要する時間 (t) は次式で表わされる。(Fig.2)

$$t = \frac{-\ln\{1 - \Delta C / (C_0 - C_\infty)\}}{3K/r_0}$$

$C_\infty$  : C 固溶限、 $C_0$  : 初期 C 濃度

$r_0$  : r 結晶粒径、

$$K = 4 \times 10^2 \exp(-45000/RT)$$

- (4) 炭化物析出を抑制するためには C 量を低減することはもとより、Mo を添加し、Si を低減することにより、C の活量を低減することが有効である。

Table 1. Chemical composition (wt.-%)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
Base	0.04	0.45	0.66	0.022	0.024	3.80	12.12	0.14
Range	0.04	0.07	-	-	-	-	-	0.01
	0.08	0.45						0.34

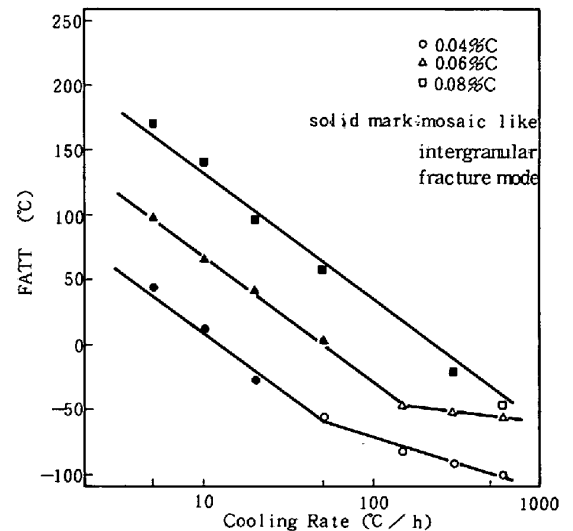


Fig. 1. Variation of FATT of specimens having 0.04 to 0.08% C with cooling rate from 950°C

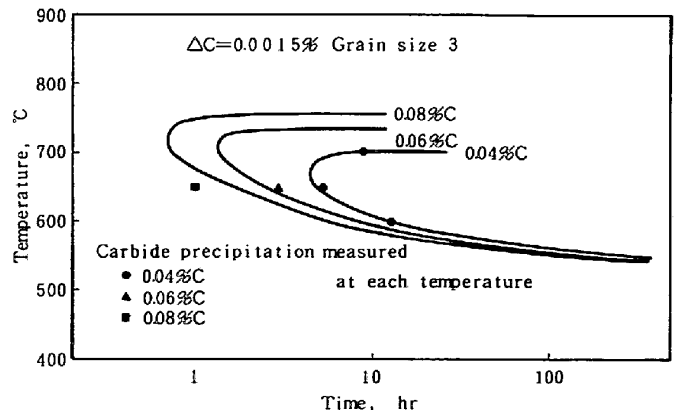


Fig. 2. Time-temperature- $\Delta C$  (0.0015%) diagrams of 13Cr-3.8Ni cast steel by theoretical calculation.