

日本鋼管(株) 技術研究所 ○高岡達雄 亀村佳樹
谷村昌幸 佐藤 馨

1. 緒言

Crを22~25%含むフェライト-オーステナイト二相ステンレス鋼は、耐食性に優れ、かつ強度が高いことから油井管としても注目されている。従来より、この二相ステンレス鋼の時効に伴う炭窒化物及びσ相の析出挙動については、耐食性と関連して多くの研究がある^{1), 2)}。本田らは炭化物及びσ相の析出に伴って形成されるr*(fresh austenite)相が孔食の起点となり得ることを示唆した。本報告では、22%Cr系二相ステンレス鋼のσ相脆化及び475℃脆化温度域での組織変化を調査し、さらにr*相中のCr濃度についても検討した。

2. 実験方法

(1)供試鋼の化学組成をTable 1に示す。供試鋼は250kg真空高周波溶解炉で溶製し、熱間圧延後、1100℃×30min熱処理して時効処理に供した。脆化挙動調査には冷間引抜したパイプも用いた。時効処理は250~1000℃の温度範囲で最長10000hまで行った。

(2)組織変化は主に薄膜の透過電顕観察により調べ、合金元素濃度分布測定はSTEM/EDS点分析法で行ない、析出相の同定には電解抽出残渣のX線回折法も用いた。

3. 実験結果

(1)Fig. 1に時効後の衝撃値の変化に基づくσ脆化及び475℃脆化域を示した。σ脆化域にくらべて475℃脆化域はかなり長時間側に示され、フェライト相中にはα相と思われる析出相が認められた。(Fig. 2)

(2)600~800℃ではσ相の析出開始前に、主にα/r粒界に炭化物M₂₃C₆が析出し、α粒内へ成長する。(Fig. 3)その炭化物粒間にはCr濃度が著しく減少したr*相の形成が確認された。

(3)500~600℃では約100h時効後にフェライト粒内にMoが濃化したx相及びσ*(Mo rich σ phase)相と思われる析出相が認められた。

Table 1 Chemical Composition (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	α (volum%)
0.015	0.44	1.51	0.015	0.005	21.5	5.8	2.9	0.157	44

α (volum%) : the result of line analysis of α phase

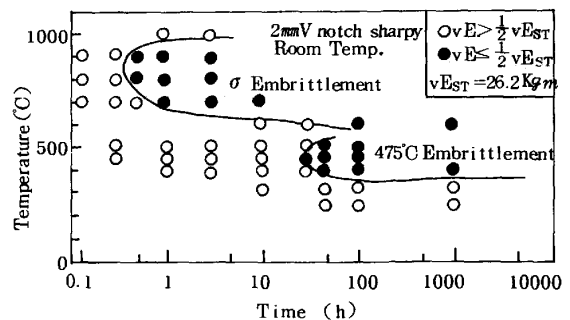


Fig. 1 The Embrittlement of 22%Cr duplex stainless steel after aging.

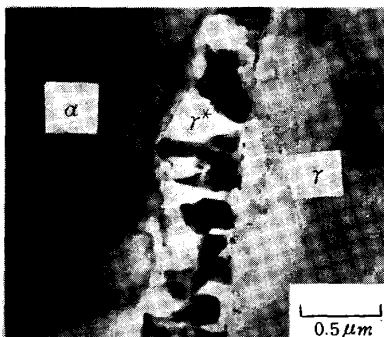
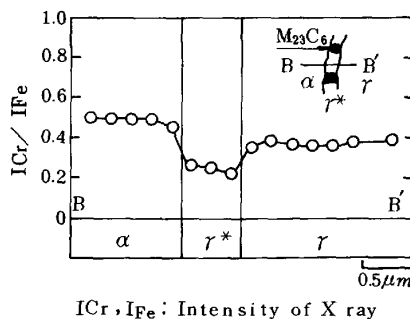


Fig. 3 TEM of precipitation and point analysis by EDS after aging at 700°C for 0.5h



ICr, IFe: Intensity of X ray

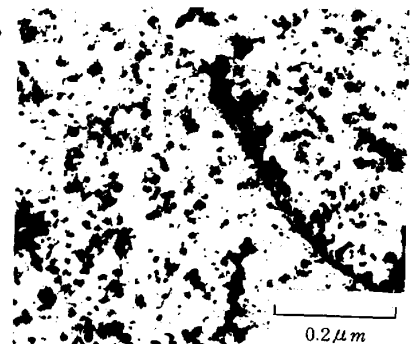


Fig. 2 TEM of α phase after aging at 400°C for 3000h

参考文献

- 1) 例えば H.D.Solomon and T.M.Devine: ASTM STP 672(1979)p. 430
- 2) 本田ら: 鉄と鋼, 67(1983)S543