

日本鋼管 中研 ○木村 秀途 南 雄介  
工博 田村 学 井原 義人

1. 緒言

ボイラチューブ等の高温用材料として18%Cr-8%Ni系オーステナイトステンレス鋼は10万時間以上使用される。従って火力発電所等で使用する際の特性劣化を検討するためには、極めて長時間時効後の析出物を把握することが必要となる。

著者らは各種18%Cr-8%Ni系ステンレス鋼の長時間析出に関して系統的な調査を行っているが、今回18%Cr-8%Ni鋼(SUS304H), 17-12-2Mo鋼(SUS316H), 18-10-Ti鋼(SUS321H), 18-10-Nb鋼(SUS347H), 18-10-Ti-Nb鋼(TEMPALLOY A-1)の五鋼種について5万時間まで時効し、TTP線図を作製したので報告する。

2. 実験方法

Table 1 Chemical compositions (wt%)

2-1 供試材: 供試材は40t電気炉にて溶製したTable1に示す五鋼種である。化学成分と溶体処理条件を併せて示す。

symbol	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	heat treatment
304H	0.05	0.60	1.73	0.028	0.012	0.07	18.7	9.0	-	-	-	1050°CX30minWQ
316H	0.05	0.63	1.81	0.029	0.010	0.09	16.6	11.9	2.3	-	-	1100°CX30minWQ
321H	0.05	0.59	1.76	0.024	0.008	0.07	17.6	10.5	-	0.35	-	〃
347H	0.05	0.59	1.64	0.019	0.014	0.05	17.6	10.4	-	-	0.87	〃
A-1	0.07	0.66	1.71	0.028	0.006	0.13	18.0	9.8	-	0.06	0.13	〃

2-2 時効析出物の同定: 五鋼種のそれぞれについて650°C~800°Cの温度範囲にて500~50,000hrの時効を行ない析出物を同定した。同定には時効材の抽出残渣X線回折, σ相光顕観察, TEM観察, エネルギー分散型X線分析等を併用した。

3. 結果

各鋼について650°C~800°C, 5万時間までに同定された主な析出物をTable2に示す。このうちMCは数十nm, M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>は数百nmの球状ないしcube状で、強化への寄与はこれらが最も大であると考えられた。またσ相の析出時期に関して言えば、18-10-Ti鋼及び18-10-Nb鋼で析出は比較的早く(700°C500hr程度), 18-8鋼及び18-10-Ti-Nb鋼で遅い(700°C5,000hr程度)。17-12-Mo鋼では両者の中間であった。またMo含有鋼以外にも18-10-Nb鋼に於てLaves相等の析出が認められた。

Table 2 Main precipitated phases in each steel

symbol	composition	principal precipitated phases
304H	18Cr-8Ni	M <sub>23</sub> C <sub>6</sub> , σ
316H	17Cr-12Ni-2Mo	M <sub>23</sub> C <sub>6</sub> , Fe <sub>2</sub> Mo, χ-Fe <sub>18</sub> C <sub>6</sub> Mo <sub>5</sub> , σ
321H	18Cr-10Ni-Ti	TiC, σ
347H	18Cr-10Ni-Nb	NbC, Fe <sub>2</sub> Nb, Fe <sub>3</sub> Nb <sub>3</sub> C(M <sub>6</sub> C), σ
A-1	18Cr-10Ni-Ti-Nb	M <sub>23</sub> C <sub>6</sub> , (Nb, Ti)C, σ

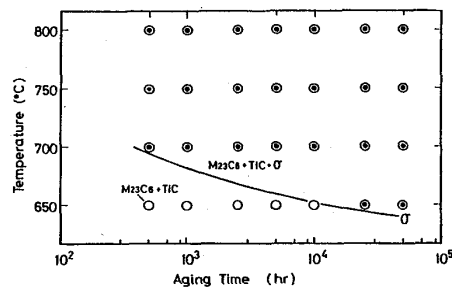


Fig.1 TTP-diagram of 18%Cr-10%Ni-Ti steel

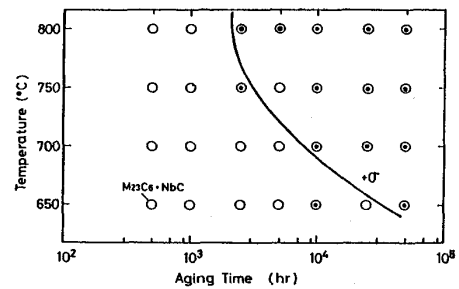


Fig.2 TTP-diagram of 18%Cr-10%Ni-Ti-Nb steel