

(577) γ - σ 強析出型 Fe-Ni 基耐熱合金における σ 相析出と強度特性

(株) 豊田中央研究所 ○西野 和彰 伊藤 卓雄
 浜本 弘 工博 大林 幹男
 愛知製鋼 研究開発部 山下 澄雄

1. 緒言

最近、高出力エンジンの排気弁として Ni 基耐熱合金が使用されているが高価である。著者らは先に、経済性の点から Ni 量を低減した Fe-40Ni-20Cr 系合金でも、Ti, Al, Mo など強化元素を適切に配合すれば、Ni 基 Inconel 751 と同等の高温強度が得られることを報告した⁽¹⁾。しかし、Fe-Ni 基合金は高温で長時間加熱すると Ni 基合金に比べて σ 相が析出しやすい。そこで今回は、Cr 量を変化させて σ 相の生成傾向を変えた合金を作製し、強度特性に及ぼす σ 相の影響を検討したので報告する。

2. 実験方法

Fe-40Ni-20Cr-3Mo-2.4Ti-1.1Al を基本組成として、Cr 量を 17 から 24% まで変えた合金を高周波真空溶解 (10 kg) と熱間鍛造により作製した。

1100°C × 1 h, W.Q. の溶体化処理後、750 ~ 900°C の各温度で最長 5000 時間まで加熱した試料を、NaOH 液でエッチングして σ 相析出の有無を調べた。また 750°C × 20 h 時効材のクリープ試験 (850°C)、および時効後 850°C に予め 100 時間加熱した試料の引張試験 (室温 ~ 850°C) と疲労試験 (室温、850°C) を行った。

3. 実験結果

(1) 針状 σ 相は 800 ~ 850°C に加熱すると最も短時間で析出し始めた。その析出開始時間は Cr 量が 17.6 から 23.5% まで 6% 変化すると約 2 桁変化した (Fig. 1)。

(2) σ 相が数十時間で析出する高 Cr 合金の 100 時間-1% クリープ変形強度は、試験中に σ 相がほとんど析出しない低 Cr 合金に比べて約 3 割低い値を示した (Fig. 2)。

(3) 850°C、100 時間の予備加熱で σ 相が析出した 23Cr 合金の引張強さは、 σ -free の 17Cr 合金に比べて高温まで大きい、500°C 以下の伸びは著しく低い値を示した (Fig. 3)。

(4) 予備加熱した 23Cr 合金の室温および 850°C 疲労強度は σ -free の 17Cr 合金よりも高く、疲労強度は σ 相が析出しても低下しなかった (Fig. 4)。

文献 (1) 西野ほか：鉄と鋼、71 (1985)、S 626

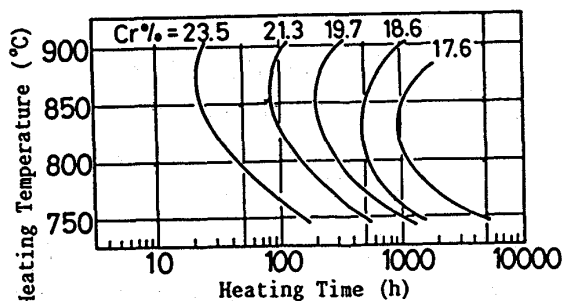


Fig. 1 TTT Diagram for Widmanstätten sigma Phase Formation

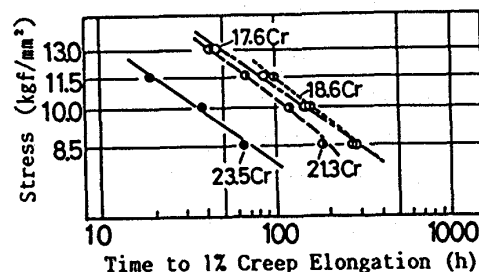


Fig. 2 Effect of Cr Content on Creep Deformation Strength at 850°C

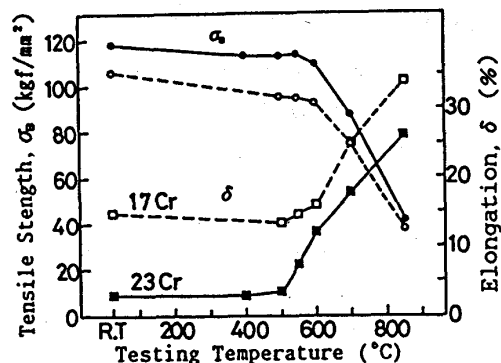


Fig. 3 Tensile Properties of Specimens Heated at 850°C for 100h

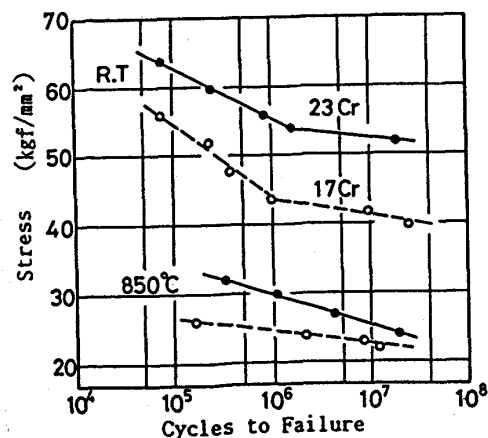


Fig. 4 Fatigue Strength of Specimens Heated at 850°C for 100h