

高強度・高延性Fe-Ni-Al-C系合金-3

微細粒化した冷間圧延材の組織と機械的性質

Fe-Ni-Al-C based alloys with high strength and large ductility -3

Microstructure and mechanical properties of fine grained flat- rolled Fe-Ni-Al-C alloy

特殊金属エクセル 蛭田修平、小川恭平、細谷佳弘

豊田中央研究所 古田忠彦、三田尾真司

愛知製鋼 深澤義宏、水谷啓慶、小塚 巧

東京大学 小峰久直、柳本 潤

1. 緒言

Fe-Ni-Al-C合金は、冷間スウェーピング加工を施すことで、降伏強度が2GPaで破断伸びが20%となる完全弾塑性変形に近いS-Sカーブを示すことが報告されている1)。しかしながら、この合金が薄板冷間圧延材でどのような機械的特性を示すかについては明らかになっていない。そこで本研究では、本材料が加工誘起変態することに着目し、冷間圧延と焼鈍を繰り返すことで超微細粒化した薄板展伸材を製作し、その微細組織形成の変化と機械的特性について調べた。

2. 実験方法

本研究では Fe-23.4Ni-5.5Al-0.38C(mass%)合金を用いた。圧下率約 60%の 1パス大圧下熱間圧延後、1100°Cで 2hの均質化処理後に水冷した板厚 2.0mmの母材に対して、張力冷間圧延機および連続熱処理炉を用いて圧延と焼鈍を複数回繰り返した。最終的に得られた板厚 0.2mmの冷間圧延材については、圧延のまま、計算状態図上で[γ(+B2)]二相領域である900°Cにて、2minの焼鈍処理を施した熱処理材を引張試験に供した。また走査電子顕微鏡(SEM)での後方散乱電子回折(EBSD)による結晶相と方位分布の解析を実施した。

3. 実験結果および考察

(1)EBSD解析より、冷間圧延ままの0.2mmの薄板の組織は冷間圧延加工で発現した超微細なマルテンサイト(α')相とオーステナイト(γ)相とで構成された組織となっていた(Fig.1(a))。その冷間圧延ままの組織に、900°Cで2minの焼鈍処理を施すことで、冷間で誘起されたα'が逆変態して、平均粒径1.5μmの超微細なγ相を主とする準安定γ相からなる薄板を製作することができた(Fig.1(b))。

(2)引張試験後のAnneal材をEBSD解析した結果、試験前と比較してα'相分率が80%以上まで増加していた(Fig. 1 (c))

(3)As Rolled材は引張強度2GPa以上、伸び5%未満であったのに対して、Anneal材は降伏強度600MPa、引張強度2GPa以上、伸び15%以上を示した(Fig. 2 (a))。

(4)Anneal材の真応力-真ひずみ曲線よりn値を算出した。その結果、汎用鋼種の平均値が0.3程度に対して、0.415(ε:0.005~0.130)と高い数値を示した(Table. 1, Fig2 (b))。

以上の結果より、Fe-Ni-Al-C合金に冷間圧延と焼鈍を繰り返すことで、超微細なα'からγへの逆変態を活用した準安定γ相からなる薄板が得られ、その薄板の引張変形挙動は、連続降伏挙動を示して引張強度で約2GPaまで加工硬化能を維持し続けることができる。この高加工硬化能は、逆変態で形成された超微細なγ相のTRIP効果によって担われたものと考えられる。

参考文献

1) T. Furuta, S. Kuramoto, T. Ohsuna, K. Oh-ishi and K. Horibuchi: Scripta Materialia, 101 (2015), 87-90.

Table. 1 Mechanical property of AsRolled and Annealed alloy

Condition	0.2% YS [MPa]	TS [MPa]	EI [%]	n value
AsRolled	1935	2123	1.64	-
Annealed	604	2027	17.5	0.415

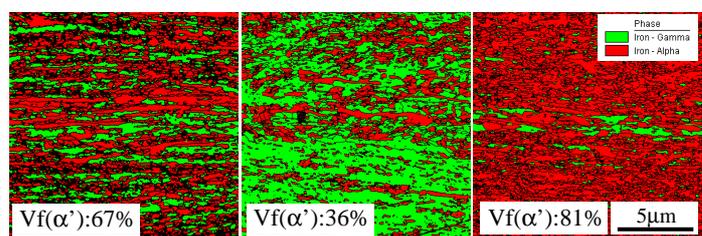
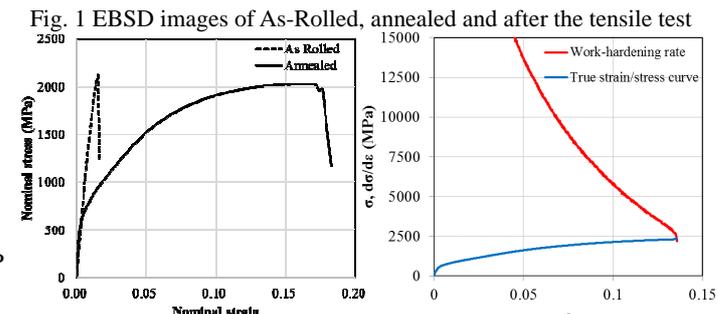


Fig. 1 EBSD images of As-Rolled, annealed and after the tensile test



(a) Nominal strain/stress curve and (b) True strain/stress curve and dσ/dε of Annealed specimen

Fig. 2 strain/stress curve of As-Rolled and Annealed specimen