

鉄鋼材料のプラストンへの炭素の影響

Effect of Carbon on Plaston in Steel

高木周作 s-takagi@jfe-steel.co.jp

JFE スチール(株) スチール研究所

1. 背景

鉄鋼業は構造物を構成する主材料である。世界で約 17 億トン生産されており、鉄鋼材料の高性能化・低コスト化は、世の中に極めて大きな恩恵をもたらす。一方で、鉄鋼材料の製品・製造プロセスは、日本において世界最先端の高機能化・高効率化が進み、抜本的な材料特性の向上・コストダウンを達成する技術的ハードルが高い。この状況を打破するためには、原理原則に立ち返りながら、一方で従来の常識にとらわれない発想で検討を行い、新たな発見・発明を実現する必要がある。本報告では、構造材料研究拠点での産学連携の取り組みにより、鉄鋼材料の高性能化を目指した研究開発を紹介し、本プロジェクトの有用性を紹介する。

2. 拠点研究員制度を利用した鉄鋼材料研究開発事例

2.1 拠点研究員制度への産業界の期待

構造材料研究拠点では、拠点の研究ポテンシャルを産業界へ適用する一施策として、拠点研究員制度を設けている。企業所属の研究者が拠点の多様な研究者と議論し研究することで、企業内のみで実施しづらい斬新かつ深い検討が可能となると期待でき、活用されている¹⁻³⁾。

2.2 研究事例-鉄鋼材料のプラストンへの炭素の影響^{1),2)}

2.2.1 研究背景と目的

自動車からの排出 CO₂ 低減のため、自動車の電動化が進んでいる。電動車のエネルギー利用効率向上のためには電磁鋼板の高性能化が必須である。電磁鋼板は必要特性向上のために結晶集合組織の制御を行っている。また、薄板化によりエネルギー変換時の損失が顕著に低減する。そのため、強冷延加工により薄板化された鋼板の集合組織の形成メカニズムを把握しておくことは極めて重要である。本研究では、強冷延加工された 3%Si 鋼多結晶体の冷延および再結晶集合組織に及ぼす炭素 C 量の影響について検討した結果を紹介する^{1),2)}。

2.2.2 実験方法

Fe-3.1%Si-0.10%Mn-0.020%C(mass%)の真空溶解鋼を熱延・冷延を施し、900℃1hr 焼鈍後、水冷し低炭素試料(LC-3%Si 鋼)を作製した。一方、上記冷延材を大気中で 750℃3hr 焼鈍して C 量を低減した後、900℃1hr の焼鈍を施して極低炭素試料(ULC-3%Si 鋼)を作製した。焼鈍後の C 量は、LC-3%Si 鋼で 0.016mass%, ULC-3%Si 鋼で 0.0007mass%だった。これらの焼鈍板を板厚 0.075mm まで強冷延した後(圧下率 95%)、種々の温度まで加熱後、直ちに冷却し、再結晶組織を得た。

得られた試料の板厚中心層の集合組織を X 線回折法により測定した。SEM-EBSD 法(測定ピッチ:0.05 μm)により微視的な結晶方位を調査した。

2.2.3 結果と考察

95%冷延板の集合組織を測定した結果、2 鋼種とも α -fiber 組織が強く発達し、主方位は $\{100\}\langle 011 \rangle$ であった。また、LC-3%Si 鋼は ULC-3%Si 鋼に対して $\{100\}\langle 011 \rangle$ への集積度は約 2 倍高かった。集合組織形成の差の発生メカニズムを解明するため、変形初期の 20%冷間圧延材の鋼板を EBSD 解析した結果を Fig.1 に示す。ULC-3%Si 鋼はすべり変形が、LC-3%Si 鋼ではすべり変形に加えて双晶変形が観察された。変形を担うプラストンが微量 C によって影響された結果、最終的な集合組織が変化すると推測される。

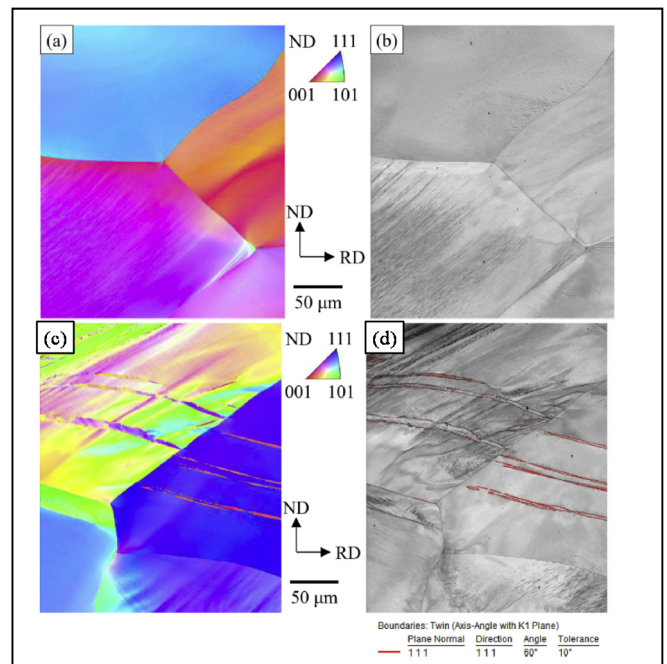


Fig. 1. EBSD analysis of 20% cold-rolled ULC-3%Si steel and LC 3% Si steel. (a) OI map (ND) and (b) IQ map of ULC steel. (c) OI map (ND) and (d) IQ map of LC steel. ¹⁾

【共著者(所属)】

竹中雅紀・早川康之(JFE スチール(株))・辻 伸泰(京大 ESISM)

【参考文献】

- [1] M. Takenaka et al. : Acta Materialia, 157(2018), 196.
- [2] 竹中ら : CAMP-ISIJ, 29 (2016), 766.
- [3] N. Ooura et al. : Proc. of The 5th International Symposium on Steel Science (2017).