

EBSD法を用いた高炭素鋼伸線材の結晶方位分布解析

早稲田大学大学院基幹理工学研究科 権藤 詩織 早稲田大学 鈴木進補 浅川基男
産業技術総合研究所 梶野 智史 株式会社エフ・エー電子 竹本康介 田島憲一

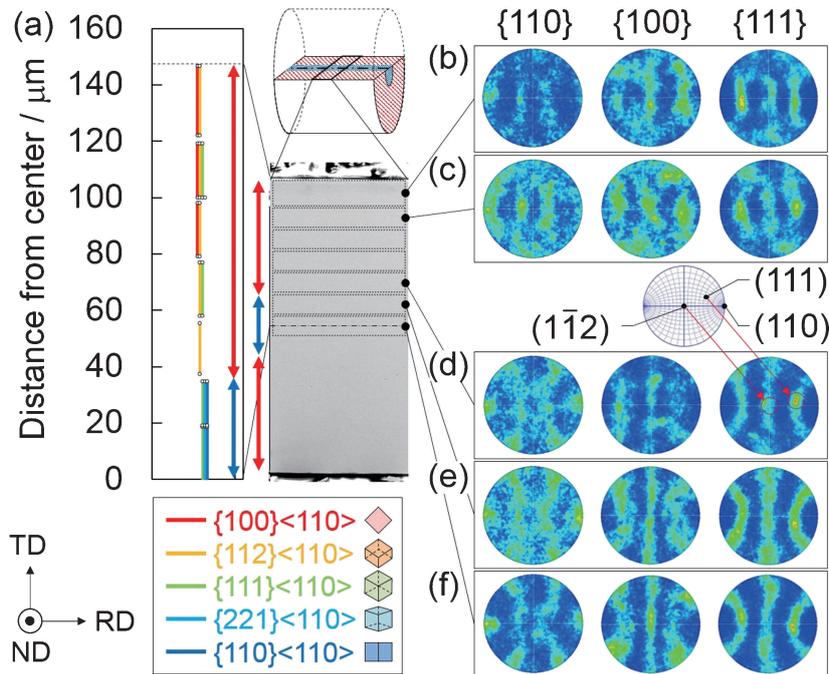


Fig. 1 線径 0.296 mm の高炭素鋼伸線材の結晶方位分布。(a) EBSD 解析領域模式図, SEM 像と対応する方位, (b)-(f) フェライト相の極点図。

高炭素鋼線は、吊橋ケーブルや自動車タイヤの補強材であるスチールコードなどに用いられ、その強度は 2000 MPa から 4000 MPa におよぶ。通常このような材料は伸線加工により作製される。最近ではラボスケールで 7000 MPa の高炭素鋼線が試作されたと報告がある⁽¹⁾。高炭素鋼線を伸線すると、 $\langle 110 \rangle$ が伸線方向に平行となる $\langle 110 \rangle$ 集合組織が形成されると古くより知られている⁽²⁾。半径方向に垂直な面を $\{hkl\}$ と表記すると、線径が数 mm から十数 mm の線材では、伸線によって表層側にて主に $\{112\}\langle 110 \rangle$ 、中心側にて主に $\{110\}\langle 110 \rangle$ が形成されると、XRD (X-Ray Diffraction, X線回折)法を用いて明らかにされた⁽³⁾。しかし、位置情報が不十分で、各集合組織の具体的な厚さは明らかでない。ましてや線径が数十 μm から数百 μm の高炭素鋼線については、 $\langle 110 \rangle$ 集合組織が形成されると予測できるだけで、詳細な $\{hkl\}$ や各集合組織の厚さは明らかでない。

本研究では、線径が数百 μm の線材において、中心を通る面を研磨する技術を確立し、位置情報に優れた最新の EBSD (Electron Backscatter Diffraction, 後方散乱電子回折)測定技術を駆使して、高炭素鋼伸線材の集合組織を解析した。線径 0.444 mm、炭素量 0.98% の高炭素鋼線を線径 0.296 mm まで伸線した材料における、フェライト相の極点

図と結晶方位分布を **Fig. 1** に示す。 $\{100\}$, $\{111\}$ 極点図中に表れたピークは強く配向した方位を表していると考え、フリーソフト ReciPro™ を用いて $\{hkl\}$ を求めた。例えば、解析領域 (d) の $\{111\}$ 極点図に着目すると、ウルフネット上にて (110) が伸線方向と垂直、 (111) が $\{111\}$ 極点図のピーク位置と一致するとき、中心には $(1\bar{1}2)$ が位置する方位関係となる。すなわち $\{hkl\}$ は $\{112\}$ であると読み取れる。中心から約 40 μm の範囲 (e), (f) では主に $\{110\}\langle 110 \rangle$ - $\{111\}\langle 110 \rangle$ が得られ、それより表層側 (b), (c), (d) では主に $\{100\}\langle 110 \rangle$ - $\{111\}\langle 110 \rangle$ が得られた。伸線前の素線ではランダムな結晶方位であることを確認しており、主に $\{100\}\langle 110 \rangle$ - $\{111\}\langle 110 \rangle$ の方位をもつ表層が $\{110\}\langle 110 \rangle$ - $\{111\}\langle 110 \rangle$ の方位をもつ中心部を包むような 2 層構造を形成すると明らかにした。

文 献

- (1) Y. Li, D. Raabe, M. Herbig, P. P. Choi, S. Goto, A. Kostka, H. Yarita, C. Borchers and R. Kirchheim: Phys. Rev. Lett., **113** (2014), 106104.
- (2) M. Ettisch, M. Polanyi and K. Weissenberg: Z. Phys., **7-1** (1921), 181-184.
- (3) 小川陸郎, 金築 裕: 鉄と鋼, **66-11** (1980), S1110. (2018年8月20日受理)[doi:10.2320/materia.58.83]

Analysis of Crystal Orientation Distribution of a Drawn Fine High Carbon Steel Wire with EBSD; Shiori Gondo, Shinsuke Suzuki, Motoo Asakawa, Satoshi Kajino, Kosuke Takemoto and Kenichi Tashima
Keywords: EBSD, high carbon steel wire, pole figure
SEM specimen preparation: mechanical polishing
FE-SEM utilized: carl zeiss, Ultra Plus (10kV)