

鉄鋼材料のせん断型変態組織解析ソフトウェアの開発 Development an analysis software for shear transformation of steel

氏名：上野虎太郎 (Ueno Kotaro)

所属：総合理工学府 (Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences)

中島・光原研究室 / 高橋・林研究室

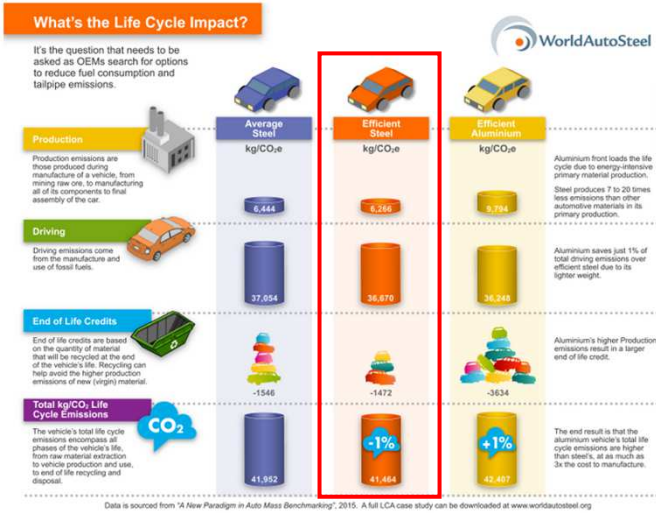


図1 自動車の構造材料による総合的なCO₂排出量の違い¹⁾

✓ 強度の高い鋼板を使用することは環境にやさしい

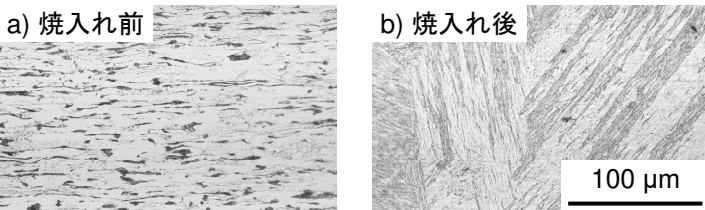


図2 鉄鋼材料の焼入れ

✓ 鉄鋼材料は焼入れすることで強度が高くなる

焼入れ：赤熱させた材料を水や油で急冷すること
例 包丁、はさみ、刀、のこぎり、鎌

⇒ 自動車用鋼板も焼入れすればいい!!

課題：焼入れで何が起きているのか実はよくわかっていない

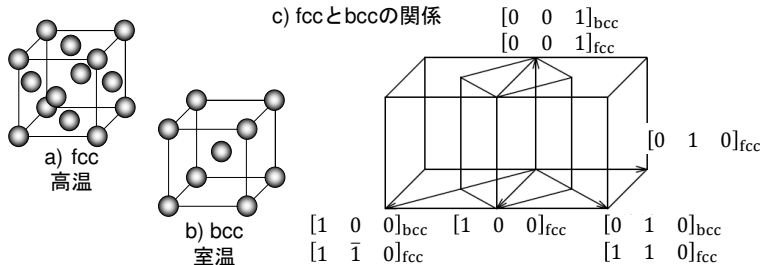


図3 オーステナイトとせん断型変態生成物の結晶構造とその関係

✓ 焼入れではせん断型変態が起きている

- 面心立方格子構造 (fcc) のオーステナイトから
体心立方格子 (bcc) のせん断型変態生成物へ変態する
- fcc構造は[0 0 1]軸方向に収縮、[1 $\bar{1}$ 0]と[1 1 0]軸方向に
膨張することで原子の結合を維持したままbcc構造に変態する

✓ 変態を線形代数を使って表す

$$G^{\gamma} = (V_k R_i)^{-1} G^{\alpha} (1)$$

G^{γ} : オーステナイトの結晶方位行列
 G^{α} : せん断型変態生成物の結晶方位行列
 R_i : 対称性の回転行列群 (24通り)
 V_k : せん断型変態を表す行列群

✓ オーステナイトがせん断型変態生成物を決める
- オーステナイトは高温で存在する相のため観察が難しい
- せん断型変態生成物の結晶方位からオーステナイトの
結晶方位を推定することは可能²⁾³⁾

⇒ せん断型変態生成物からオーステナイトを
推定するソフトウェアを開発.

✓ 結晶方位の取得とソフトウェアの検証

1. 結晶方位の取得

試料：オーステナイト系ステンレス鋼 (Fe - 18Cr - 8Ni, mass%)
組織：オーステナイト

加工誘起マルテンサイト (せん断型変態生成物)

結晶方位の取得：電子線後方散乱回折 (EBSD) 法

IPFマップ：方位を表す

Phaseマップ：相 (結晶構造) を表す

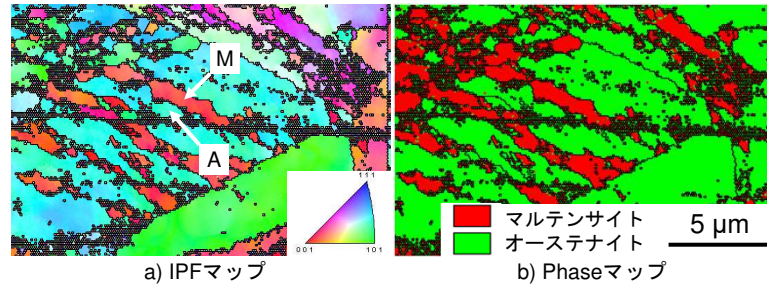


図4 塑性加工したオーステナイト系ステンレス鋼のEBSDマップ

2. ソフトウェアの検証

- 図4中のM点 (マルテンサイト) の結晶方位を

開発したソフトウェアで解析
- 図4中のA点 (オーステナイト) の結晶方位と極点図で比較

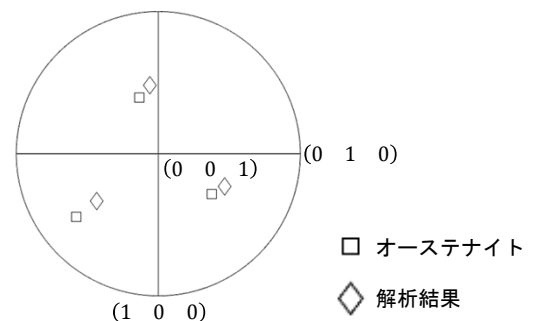


図5 ソフトウェアによる解析結果と残留オーステナイトとの比較

まとめ

✓ EBSD法で測定したせん断型変態生成物の結晶方位データ
から母相オーステナイトの結晶方位を推定する
ソフトウェアを開発した.

✓ ソフトウェアの検証のため、オーステナイトと加工誘起
マルテンサイトからなる試料を解析し、良好な結果を得た.

参考文献

1) World Auto Steel, Comparing Material Usage in Production Vehicle Efficient Designs, URL: <https://www.worldautosteel.org/life-cycle-thinking/case-studies/comparing-materialusage-in-production-vehicle-efficient-designs/>, 2021/6/28閲覧.
2) Goro Miyamoto, Naomichi Iwata, Naoki Takayama, and Tadashi Furuhashi: Acta Mater., 58, p.6393 (2010).
3) 畑頭吾, 脇田昌幸, 藤原知哉, 河野佳織: 新日鉄住金技報, 404, p.24(2016).