

平成 25 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	機械制御システム専攻
研究者 (ふりがな)	寺野 元規 (てらの もとき)
タイトル	塑性加工による結晶方位制御法の開発
助 成 名	新任助教研究助成
採択金額	1,000,000 円

研究の背景

近年の省エネルギー化、省資源化への対応のため、材料の特性向上が強く望まれている。その一つの方策として結晶組織制御技術が注目されている。結晶組織制御による材料開発は合金元素の削減、リサイクル性の向上に有効である。また材料異方性をも自在に制御できるという特徴があり、特に自動車用鋼材や電磁鋼板の開発に有効である。本研究では、バニシング加工によるせん断ひずみと熱処理により、結晶方位を特定の方向に配向させる技術の開発を目指す。また、結晶方位を予測するためのシミュレーションである結晶塑性有限要素法の高精度化を目指す。

結果と考察

せん断ひずみによる結晶方位制御が実現可能かを検討するため、せん断加工+熱処理試験を実施した。材料は純鉄板 (99.99%Fe) であり、板圧延による予ひずみを除去するため、ひずみ取り焼鈍 (700℃, 1時間, アルゴン雰囲気) を行った。せん断加工試験後、焼鈍条件 (700℃~900℃, 1時間) を変えて熱処理し、断面における結晶粒の大きさ、結晶方位分布を EBSD 分析により調べた。その結果、せん断加工により導入されたせん断変形 (せん断ひずみ) と熱処理 (焼鈍) により、ある特定の結晶方位を持つ結晶粒が成長する傾向が観察された。この結果はせん断加工と熱処理を併用すれば、結晶粒 (再結晶粒) の結晶方位を制御できる可能性を示唆している。

次に、バニシング加工によりせん断ひずみを導入する方法を検討した。バニシング加工を適用できれば、前述のせん断加工に比べ、大面積に均一なせん断ひずみを付与する事ができ、大面積の結晶方位制御が可能となると考えた。まず、板厚 1mm の純鉄板に対し、厚さ 1mm 全域にせん断ひずみを導入するためのバニシング加工工具 (図 1(a)) を設計・製作した。この工具を小型フライス盤に取り付け (図 1(b)), 工具を回転させて材料に押し付けた。



(a) バニシング工具



(b) 加工装置

図 1 バニシング加工装置

図2にバニシング加工後の試験片表面写真を示す。低荷重($F=0.5\text{ kN}$)では、加工部の一部で元の表面(圧延傷)が確認できた。また、試験片裏面は元の表面のままであり、ひずみの導入が不十分である。高荷重($F=2.6\text{ kN}$)では、摩耗粉が大量に発生し、摩耗粉が起因とみられる傷が観察された。試験片裏面にはバニシング加工でできたと思われる痕が残っており、板厚全域においてせん断ひずみが導入されたと判断できる。次に、摩耗粉への対策として、潤滑油をマシン油から低粘度のケロシン(灯油)に変更し、ケロシンをかけ流しする事とした。また、加工荷重 F も 2.1 kN に減らして実験した。加工表面は若干粗れているが、おおむね良好な表面が得られた。試験片裏面は $F=2.6\text{ kN}$ 、マシン油潤滑時と同様に、バニシング加工に由来する痕が観察でき、十分なせん断ひずみが導入できたと判断できる。

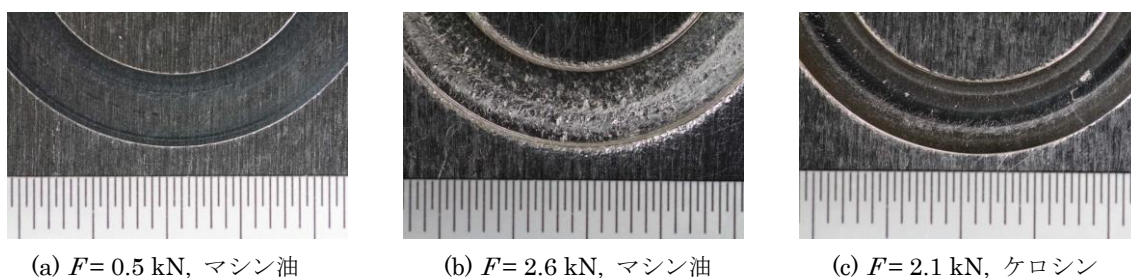


図2 バニシング加工後の表面写真

結論と今後の課題

せん断ひずみ+熱処理による結晶方位制御を実験的に検証し、その可能性を示唆した。比較的大きな面積に対する結晶方位制御をするために、バニシング加工の適用を目指した。板厚 1 mm の純鉄板に対し、厚さ全域にせん断ひずみを導入するためのバニシング加工工具を設計・製作し、潤滑剤や加工荷重などの加工条件を制御する事により、厚さ全域にせん断ひずみを導入した。

今後は、組織観察によりどの程度せん断ひずみが導入されたかを定量的に検討する。また、バニシング加工後に熱処理実験を行い、静的再結晶による結晶方位変化を調べる。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品	ステッピングモーターユニット	182,070
消耗品	データロガー, 研磨用品, 材料費など	708,940
旅費	学会出張費	51,090
その他	学会参加費, 加工費など	57,900
合計		1,000,000

記入上の注意:

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。