

研究タイトル：

## マルテンサイト鋼のミクロ組織と機械特性



氏名： 上野 虎太郎 / UENO Kotaro E-mail: ueno\_214@kurume-nct.ac.jp

職名： 助教 学位： 修士（工学）

所属学会・協会： 日本鉄鋼協会，日本熱処理技術協会

キーワード： 鉄鋼，マルテンサイト，機械特性，ミクロ組織

 技術相談  
 提供可能技術：
 

- ・熱処理
- ・顕微鏡観察

- ・機械試験
- ・MATLAB による解析

### 研究内容： マルテンサイト鋼のミクロ組織と機械特性

自動車の環境性能と安全性能の両立のため、自動車の構造には高強度・高延性の材料が求められる。鉄鋼材料は、その原料である鉄鉱石が豊富に存在するとともにリサイクルしやすい利点を持つ。また、化学組成と熱処理によって幅広い強度範囲をカバーすることができ、構造用材料としては、ほかに代替できる材料のない優れた材料である。

鉄鋼材料に焼入れと呼ばれる熱処理を施すと、高い強度を持つマルテンサイト組織が得られる。マルテンサイト組織を持つマルテンサイト鋼は古くから刃物や工具として用いられてきた。1980年代以降、自動車用鋼板のミクロ組織としてもマルテンサイト組織が使用されるようになってきている。マルテンサイト組織は硬い組織であるため、加工が難しい。そのため、Dual Phase (DP) 鋼や Transformation Induced Plasticity (TRIP) 鋼と呼ばれる多相鋼を構成するミクロ組織の一部として使用されてきた。自動車の環境性能と安全性能への要求の高まりにより、2010年代に入り、1.5 - 2 GPa 級の強度を持つフルマルテンサイト鋼が自動車用鋼板として使用されるようになった。このフルマルテンサイト鋼は低炭素鋼であり、ミクロ組織はラスマルテンサイト組織である。前述したように高い強度を持つフルマルテンサイト鋼板の加工は難しいため、熱間プレスによって成型すると同時にプレス金型で冷却してラスマルテンサイト組織を得ている。したがって、エネルギー消費が大きく、生産性が低い問題があり、冷間プレスへの置き換えが模索されている。

冷間プレスへの置き換えには、ラスマルテンサイト鋼およびラスマルテンサイト組織の塑性変形能を理解することが不可欠である。2010年代以降、図1に示すように走査型電子顕微鏡を用いた電子線後方散乱回折 (EBSD) 法とデジタル画像相関 (DIC) 法を組み合わせてミクロ組織レベルで変形を議論することが盛んに行われるようになった。ラスマルテンサイト組織は図2のような階層構造を持つ。そのため、ひずみの分布が複雑であり、構造材料としてのマクロな機械特性を説明できるような統一した見解に至っていない。統一した見解に至っていない原因の1つに、EBSD 法および DIC 法で得られる大規模データに対して、これまでの研究では、点解析を中心に行い、観察領域全体を統計的に扱えていないことがあると考える。そこで、行列の計算を得意とするプログラミング言語である MATLAB を使用して観察領域全体の解析を行い、ラスマルテンサイト鋼のミクロ組織と機械特性の関係への理解を深めることを試みる。

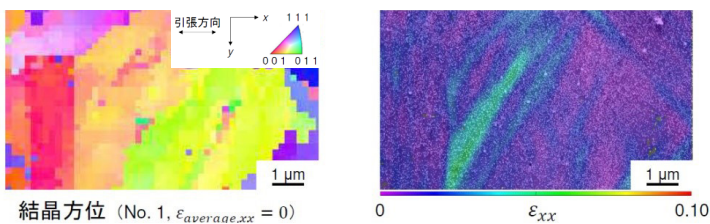


図1 EBSD 法と DIC 法を組み合わせた観察

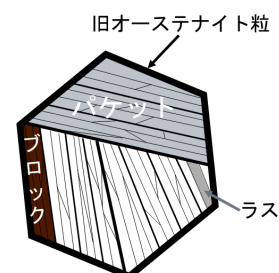


図2 ラスマルテンサイト組織の模式図

### 提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）

名称・型番（メーカー）	

# Microstructures and Mechanical Properties of the Martensitic Steels



Name	UENO Kotaro	E-mail:	ueno_214@kurume-nct.ac.jp
Status	Assistant Professor, Master of Engineering		
Affiliations	The Iron and Steel Institute of Japan The Japan Society for Heat Treatment		
Keywords	Ferrous Materials, Martensite, Mechanical Properties, Microstructures		
Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heat Treatments</li> <li>• Mechanical Tests</li> <li>• Microscopic Observations</li> <li>• Analysis in MATLAB</li> </ul>		

## Research Contents: Microstructures and Mechanical Properties of the Martensitic Steels

Automotive structural materials require both high strength and high ductility, as automotives have to meet stringent environmental and safety requirements. There is plenty of steel ore in the world. Steel is also an environmentally friendly material that is easy to recycle. Steel, which can cover a wide range of strengths with chemical composition and heat treatment, is a unique material for structures.

Martensite, known as the quenched microstructure of steel, has high strength. It has been used for knives and tools since time immemorial. Since the 1980s, it has been part of the microstructure of automotive steel sheets. Martensite is difficult to stamp because it is hard. As a result, martensite has been used in parts of multiphase steels such as Dual Phase (DP) and Transformation Induced Plasticity (TRIP) steels. Since the 2010s, 1.5 - 2.0 GPa grade fully martensitic steels have been used in automotive sheet steels to satisfy stringent environmental and safety requirements. These fully martensitic steels are low carbon steels, and the microstructures are lath martensite. Die cooling after hot stamping is a method of producing automotive parts with martensite from sheet steel. This method has problems with high energy consumption and low productivity. Cold stamping has therefore been investigated.

In order to switch from the hot stamping to the cold stamping, it is necessary to understand the plasticity of the lath martensitic steels and the lath martensite. Since the 2010s, observations combined with the electron back scattered diffraction pattern (EBSD) method and the digital image correlation (DIC) method have made it possible to discuss deformation at the microstructure scale as shown in Fig. 1. The lath martensite has a hierarchical structure as shown in Fig. 2, so the strain distributions are complicated. In the previous studies, point analysis was conducted in spite of the large data available from EBSD and DIC. We try to analyze the observed wide areas.

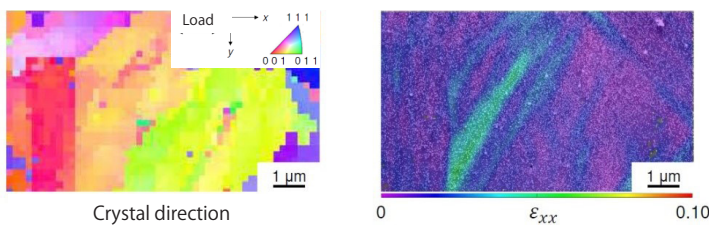


Fig. 1 Analysis with the EBSD method and the DIC method

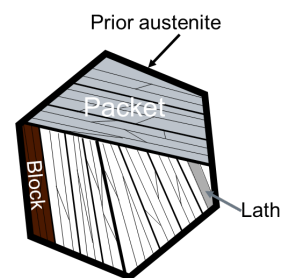


Fig. 2 Schematic illustration of the lath martensite

### Available Facilities and Equipment
