



鉄鋼材料の多面的理解から始める研究開発 -産学連携による材料基礎研究-

マテリアル生産科学専攻 産学官共創コース
日本製鉄材料基礎協働研究所(材質形態制御学領域 宇都宮研究室)
博士後期課程2年 松田匠弥

1. 研究室概要

日本製鉄材料基礎協働研究所は大阪大学の産学連携の取組に基づき、日本製鉄株式会社の産学連携拠点として設置された研究所です。工学研究科に所属し、主にマテリアル生産科学専攻の研究室と連携して活動しています。鉄鋼材料の強度や変形の基礎理解を主要なテーマとしており、2025年度は宇都宮研究室の博士後期課程1名、前期課程2名、学部生2名と連携し、協働研の教職員と共に研究活動を行っています。

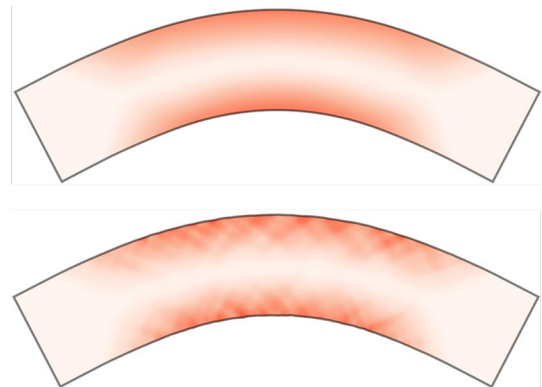
2. 研究内容

鉄鋼材料は鉄に炭素が添加された合金です。フェライトやマルテンサイトといった多様な変態組織があり、添加炭素量や熱処理条件によって組織制御を行うことで、加工性にすぐれた軟らかい鋼から硬く強い鋼まで、広範な強度を実現できます。そしてそれゆえに、鉄鋼材料はあらゆる製品に用いられながらも、その材料特性の支配因子については不明な点が多く存在します。当研究室は、より良い鉄鋼材料を製造するための組織制御や加工法を提案するため、実験や数値解析を通じて材料特性の解明を目指しています。ここでは、主に2025年度で学生が行った研究の内容を紹介します。

2.1 セン断帯形成と曲げ性

金属材料を大きく変形させると、塑性変形の集中によりせん断帯と呼ばれる変形組織が発達します。曲げ加工においては、材料表面に形成されたせん断帯がき裂発生源となると考えられています。そのため材料の曲げ性の支配因子の解明には、せん断帯形成への理解を深めることが重要となります。当研究室ではSEM内に小型の試験機を導入することで、引張試験や3点曲げ試験のその場観察を行い、せん断帯形成過程の調査を行っています。

また、曲げ表面に生じるせん断帯は1つだけでなく、曲げ変形を付加した領域全体にわたって多数発生します。このとき生じるせん断帯の分布は、材料の組織不均質性の影響を受けて変化するほかに、分布状態がき裂形成に影響し、材料の曲げ性に深く関わる可能性があります。したがって、組織不均質性をはじめとする種々の材料特性が、曲げ変形下で形成されるせん断帯のマクロな分布に与える影響について理解することで、材料の曲げ性の予測や改善方法の提案に繋がると考えています。そこで、せん断帯のマクロな分布を特徴づける方法について考察し、材料特性との関係を調査しています。



例：均質材料・不均質材料に曲げ変形を付加したときに生じるひずみの予測結果

上：均質 下：不均質

2.2 応力観察手法の開発

金属材料に対して熱処理による急激な温度変化や機械加工を施すと、材料内部にひずみ残り、またひずみに起因した応力が生じます。このような材料の加工履歴に由来する外部からの負荷なしに生じる応力を残留応力といいます。残留応力は材料の塑性特性や破壊特性に影響し、特にき裂形成や破壊を促進する可能性があります。また、近年実用鋼として用いられるマルテンサイト鋼においてはその製造過程から多数の格子欠陥が残留するため、残留応力への理解を深めることはマルテンサイト鋼の材料特性の理解やその予測に大きく貢献すると考えられます。当研究室では、結晶粒径程度のスケールで生じるマイクロ残留応力の観察手法の開発を目指しており、走査電子顕微鏡像のDIC(デジタル画像相関法)解析により実験的に残留応力を求める方法や、数値解析の補助を得て残留応力を求める技術の開発に取り組んでいます。

3. 研究活動

日本製鉄材料基礎協働研究所は通常の大学の研究室と同じく学生・教員の居室を持っており、研究活動もそこで行うことができます。2 部屋の実験室には SEM-EDS 装置や試験機、加熱装置等の材料試験に関わる基本的な実験装置が揃っているほか、必要に応じて日本製鉄の協力も得られて、充実した環境で実験することができます。



活動内容としては、定期的な学生と教員間のミーティングの他、春夏学期・秋冬学期には週1回、研究所メンバーが集合してゼミを行い、研究報告会や鉄鋼材料についての勉強会を行っています。異なる研究室の学生がいる年度は、自分の所属以外の研究室の観点からの意見を受けられる機会となります。また、所属研究室の活動にも参加できるため、両方を合わせてより多くの相手と研究に関する議論を行うことができます。

4. おわりに

以上、日本製鉄材料基礎協働研究所の紹介を行いました。今回紹介した他にも鉄鋼材料にはまだまだ研究すべき未知の部分が多数存在するため、そのような研究に興味がある方はぜひ協働研究所を訪ねてみて下さい。当研究所は大学側研究室との連携の形で所属する他、博士前期課程から進学できる産学官共創コースに入り、共同研究先として当研究所を選ぶことも所属できます。鉄鋼材料の研究に意欲がある学部生の方は産学官共創コースも検討してみてください。

協働研究所 HP : <https://osaka-nslab.sakura.ne.jp/wp/>