

鉄鋼製造技術を通して、資源・エネルギー問題に貢献する

Development of new steelmaking technology contributing to the sustainable society

Steel products are made using iron ore as the main raw material. After these products have been used, they are scrapped and once again returned to iron material. In this way, iron, which is a basic material for daily life, can be reused time and time again, varying its form; thus, it is kind to the environment. At the same time, steelmaking process needs a large amount of energy and resources and it exerts a large influence on the environment. Then, it is necessary to reduce the impact on the environment at all stages, from the purchase of raw materials and equipment, manufacturing, technological development, transportation of products, to their use, recycling and disposal.

Based on such backgrounds, in our course teaching and research will be undertaken to develop new techniques related to the synthesis of various environmentally adaptable materials, especially metallic materials. Our mission is to develop novel material synthesis processes, which allow us to establish sustainable industries and social systems that utilize the environmentally adaptable-type materials.

連携講座 (新日鐵) の紹介



Fig.1 Nippon Steel R&E Center located in Futtsu, Chiba.

本連携講座 (新日鐵) は、2003年の環境科学研究科の設立と同時に、環境適合材料創製学分野の教育と研究を行うことを目的として、千葉県にある鉄鋼メーカーの技術開発部

門内に開設されるという他の講座にはない特徴を持っています (Fig.1)。この特徴を最大限に活かし、実用を意識した環境技術・プロセス技術の習得を主眼とした学生教育と、基礎研究の早期社会還元を使命として取り組んできています。また、大学と鉄鋼メーカーとの活発な人的交流・研究機器の共同利用を通じて環境に適合した材料・プロセスに関するプロジェクト型共同研究の提案を目指しています。

現在、本連携講座では、新日鐵に所属する研究者から3名の教員をたて、これまで、修士学生9名、社会人博士8名を輩出し、平成22年度は博士課程前期6名、博士課程後期1名が在籍しています。

連携講座 (新日鐵) の主な研究課題

本連携講座では、鉄鋼メーカーで長年培われた蓄積技術に基づき、省エネ高効率プロセスやマテリアルの設計・評価技術等の研究に取り組んでいます。

①DEMによる鉄鉱石焼結原料の偏析挙動

鉄鋼製造エネルギーの効率化のためには、良質な原料を効

率よく製造することが不可欠です。このために、鉄鋼原料である粉鉱石を塊成化する焼結機の原料給鉱部における焼結原料の偏析現象をシミュレートし最適化することを目的として、離散要素法 (Discrete element method, DEM) を用いた数値計算モデルの開発に取り組んでいます (Fig.2)。厳密な計算モデル作成のために、計算モデル開発と並行して実験により原料粒度偏析挙動についても精密な調査を行っています。

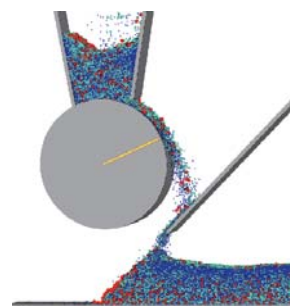


Fig.2. Snapshot of the flow of the particles for sintering plant calculated by DEM model.

②先進高Crフェライト系耐熱鋼の粒界析出強化機構

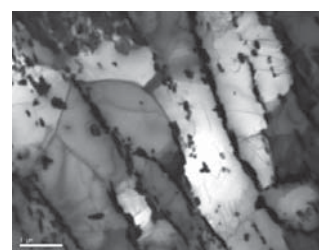


Fig. 3. Block boundary shielding by precipitates of 9Cr-3W steel ruptured after 1533h creep test.

火力発電プラント用ボイラ材として使用される9-12Crフェライト系耐熱鋼は様々な析出物によって強化が図られてきています。本研究では、中でもM₂₃C₆型炭化物やLaves相など大角粒界に析出する析出物に着目しモデル鋼を作製し、クリープ試験および組織観察を行っています (Fig.3)。そして、大角粒界の析出物による定量的な強化量を抽出し、新たに粒界析出強化機構を提案してきています。

③先進高強度耐熱鋼のクリープ強度(変形機構)とBの添加効果

ボロンの極微量添加により耐熱鋼のクリープ強度が改善されること知られていますがそのメカニズムは明らかになっていません。本研究では従来困難とされたボロンの位置分析をATE



客員教授
佐藤 有一
Invited Professor
Yuichi Sato



客員教授
国友 和也
Invited Professor
Kazuya Kunitomo



客員教授
長谷川 泰士
Invited Professor
Yasushi Hasegawa

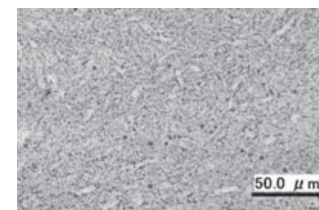


Fig. 4 Boron distribution detected by ATE method

(α 線トラックエッチング) など特殊な試験を通じて行い、ボロンによって粗大化を抑制された粒界析出物によりマイクロ組織が長時間安定化されることでクリープ強度が改善される機構を解明しつつあります (Fig.4)。

④その他の研究課題

その他にも以下の研究課題に取り組んできており、本講座での研究成果は国内外の学会などの場で発信してきています。

- ・焼結プロセスにおける粉コークス燃焼挙動に及ぼす粒子形態の影響
- ・コークス中に存在する欠陥の定量評価と制御技術
- ・先進高Crフェライト系耐熱鋼の溶接熱影響部における粒界析出強化
- ・鉄鉱石焼結過程における各種凝結材の反応挙動
- ・鉄鉱石焼結反応の冷却過程における組織形成



Fig. 5. Our student at the poster session of Liège Conference on Materials for Advanced Power Engineering 2010.

「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2010年度も例年通り10月～11月にかけて、本連携講座 (新日鐵) の特徴を活かして、連携講座教授陣に加え学外から専門技術者を特別講師として招聘し集中講義を実施しました。この講義では、産業の第一線で活躍されている技術者からの生の声を学生に伝えることができるとともに、その内容は以下の示すように法令からリサイクルまで多岐にわたり、鉄鋼製造プロセスを主としたエネルギー・環境の現状と取り組みに関する実践的理解を深めることができたことと自負しています。

- ・鉄鋼製造プロセスの概要と環境との関わり
- ・廃棄物と廃棄物リサイクルー法律・制度面からの解釈
- ・鉄鋼業における環境関連分析技術
- ・金属系エコマテリアルと製造プロセス技術
- ・鉄鉱石資源とその活用の歴史
- ・製鉄プロセスを活用したリサイクル技術
- ・高温材料とエネルギー問題

- ・鉄鋼業における公害防止技術
- ・鉄鋼業における省エネ、廃棄物資源化技術

業績

論文

- ・日本材料学会 高温強度部門委員会 [9Cr耐熱鋼の高温クリープにおける組織変化] 発表および高温強度部門委員会論文集 掲載
- ・PRICM-7 Materials Australia 講演大会 メルボルン Stress Dependence of Microstructure Evolution in Heat Resistant Steels 発表および講演予稿集掲載
- ・日本材料学会 高温強度部門委員会 [クリープ変形に伴うラスマルテンサイトの結晶学的組織変化] 発表および高温強度部門委員会論文集 掲載

学協会発表実績 (2010年1～12月)

- 口頭発表
- ・日本鉄鋼協会 第159回講演大会 [DEMによる焼結原料装入時の粒子挙動(阿部)]
- ・日本鉄鋼協会 第160回秋季講演大会 [DEMにおける焼結配合原料の転がり摩擦係数の決定(阿部)]
- ・日本保全学会 [クリープに伴う9Crフェライト系耐熱鋼の組織自由エネルギー評価]
- 依頼講演
- ・日本材料学会 高温強度部門委員会 [次世代エネルギー用機器用鉄鋼材料の開発研究] 発表 (依頼講演)

ポスターセッション

- ・日本鉄鋼協会 第160回講演大会 ポスターセッション [鉄鉱石焼結反応の冷却過程における組織形成(加藤)]
- ・日本鉄鋼協会 第160回講演大会 ポスターセッション [焼結層の通気性に及ぼす凝結材性状の影響(藤野)]
- ・DEM5 [DEM Analysis on Particle Behaviour in the Course of Sinter Mixture Charging(阿部)]
- ・9th Liège Conference on Materials for Advanced Power Engineering ポスターセッション [Boron effects on creep rupture strength of W containing advanced ferritic creep resistant steels (水戸)]
- ・9th Liège Conference on Materials for Advanced Power Engineering ポスターセッション [Grain boundary precipitation strengthening mechanism in W containing advanced creep resistant ferritic steels (柴田)]