

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 (新日鐵住金) について

本連携講座は、2003年の環境科学研究科設立と同時に、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開設された。地球環境学コースに属し、鉄鋼メーカー(千葉県富津市)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有している (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に主眼を置いた学生教育と、基礎研究の早期社会還元を使命として取り組んでいる。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提案を目指している。

学生は富津市にある会社の独身寮で生活し、日夜、企業の人達と直接触れ合う環境にある。規則正しい日常を送ることで、心身共に健全な生活とすることを基本に置いている。優れた発想や正しい判断力は健全な精神から生まれ、教育や研究には重要な姿勢であると考えからである。さらに、受け身で研究をせず、常に自分で道を開いていく研究者を目指すことをモットーにしている。

本連携講座では、新日鐵住金に所属する3名の研究者が教員となり、これまで、修士学生25名、社会人博士8名を輩出し、2016年度は修士学生2名(2年生1名、1年生1名)が在籍している。



Fig.1 Nippon Steel & Sumitomo Metal R&E Center located In Futtsu, Chiba.

連携講座 (新日鐵住金) 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、環境負荷軽減を実現するための材料設計・プロセス等の研究に取り組んでいる。下記に主な研究を紹介する。

- ① Fe基アモルファス合金製高周波トロイダルコアのヒステリシス特性
アモルファス合金はその優れた軟磁気特性から商用周波数領域での電力トランスコアや高周波領域での各種コアとして用いられている。特に、高周波領域では渦電流損失が重視されることから、渦電流損失が低いアモルファス合金箔は有望視されている。高周波領域での用途は多岐に渡るが、ヒステリシスカーブを直線化して用いる用途が多く、コアをカットし、カットしたコア間に空気間隙を設けて磁気抵抗を導入してヒステリシスカーブを直線化している。これに対して、カットしないままでも高温で焼鈍することでヒステリシスカーブを直線化できることが経験的に知られている。本研究は、Fe基アモルファス合金製トロイダルコアでのこのヒステリシスカーブの直線化の発現機構を解明するために行っている。

Fig.2に、本コアのヒステリシスカーブの焼鈍温度依存性を示す。Fig.2からわかるように、昇温時間を1hr、保持時間を2hrとした場合、焼鈍温

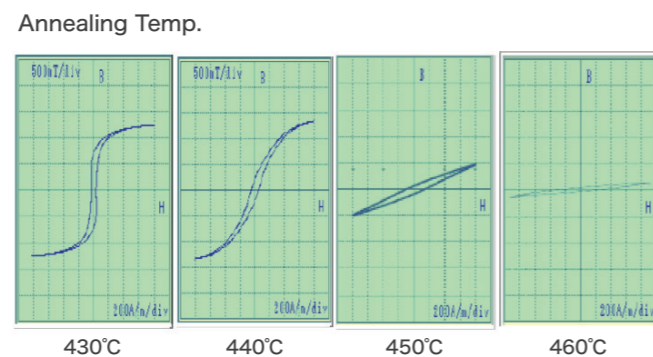


Fig.2 Dependence of hysteresis loop on annealing temperature



客員教授 佐藤 有一 Professor Yuichi Sato
客員教授 岡崎 潤 Professor Jun Okazaki
客員教授 楠 一彦 Professor Kazuhiko Kusunoki

度が450°C付近でヒステリシスカーブが直線化している。一方、Fig.3に、本コアでの結晶化の焼鈍温度依存性を示す。アモルファス合金は過熱すると結晶化するが、Fig.3からわかるように、焼鈍温度の増加に伴い結晶化進む(デンドライト量が増加する)が、焼鈍温度450°C付近で結晶化がスタートしている。

これらの結果から、ヒステリシスカーブの直線化はコアの結晶化と深い関係があると判断しており、この結晶化の観点からヒステリシスカーブ直線化の発現機構を解明中である。

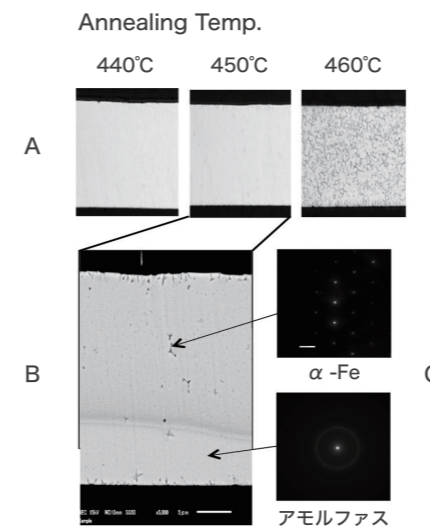


Fig.3 Crystallization procedure of amorphous core annealed
A: Optical micrograph, B:SEM micrograph, C:TEM micrograph

- ②単ロール PFC 法ロールメッキ種の薄帯形成に及ぼす影響
単ロール PFC 法はアモルファス合金薄帯の工業的規模での生産に用いられている液体急冷凝固方法であるが、得られる薄帯の表面性状の一層の改善が求められている。そこで、冷却媒体として用いるロール材質の薄帯性状に及ぼす影響を調査し、ロール材質として、Cu-Cr や Cu-Be が有望であることを把握している。本研究では、これらのロールに金属をメッキすることで更なる薄帯表面性状の改善を狙っており、当面は、メッキ種の薄帯形成に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究している。

これまで、Cu-Cr ロールで Ag, Fe, Ni の3種のメッキ種について実験したところ、薄帯形成自体に差異が生じることが判り、Ni メッキでは薄帯の形成は困難となる。一方、Ag, Fe では薄帯が形成するが、両者での薄帯の表面性状に差異があり、Ag メッキの方が表面性状は良好となる。

今後は更なる金属種について調査し、メッキ種による薄帯形成差異の発生原因について調査し、メッキ種の最適化を図りたい。

「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2016年度は8月に、本連携講座の特徴を活かして、連携講座教授陣に加え学外から専門技術者を非常勤講師として招聘し、集中講義を実施した。この講義では、産業の第一線で活躍し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共に、その内容は以下に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・環境の現状と実践的取り組みについて理解を深めてもらえたと考える。具体的な講義題目は下記の通りである。

- ・鉄鋼製造プロセスの概要と環境との関わり (導入)
- ・鉄鋼業における資源利用技術
- ・鉄鋼業における環境関連分析技術
- ・廃棄物と廃棄物リサイクル-法律・制度面からの解釈
- ・製鉄プロセスを活用したリサイクル技術
- ・鉄鉱石・石炭資源の現状と今後
- ・金属系エコマテリアルと製造プロセス技術
- ・鉄鋼業における公害防止技術 (水質)
- ・先進半導体の機能と製造技術

業績

- 学協会発表実績 (2016年1~12月)
- ①国内学協会
 - ・日本金属学会 H28 年秋期講演大会
 - 「Fe 基アモルファス合金の結晶化過程」(山田敦也)
- ②国際会議
 - ・ISMANAM2016 (International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials)
 - “The crystallization process of iron based amorphous alloy” (山田敦也)
 - ・LAM2016 (International Conference on Liquid and Amorphous Metals)
 - “Microstructure and thermal property of Fe based amorphous alloy during heating” (山田敦也)