

# 金属材料の集合組織

(技術)キーワード 1: 中性子線回折

(装置)キーワード 2: iMATERIA 茨城県材料構造解析装置

(知りたいこと)キーワード 3: 集合組織 金属の結晶 材料組織 相変態

## 1.概要

鉄鋼、マグネシウム合金、チタン合金などは、集合組織を制御することで力学特性や電磁気特性が向上します。そこで、集合組織の定量評価法を確立し、形成過程を調べる必要があります。

## 2.原理

結晶は原子が規則的に配列しているため、波長一定の中性子ビームをあてると、ある角度に強い回折を起こします。通常の工業材料は配向方向の異なる結晶粒が集合した多結晶体であり、回折線の強さを測定することによって結晶粒の配向状態を知ることができます。一般に、集合組織測定には、X線回折やEBSD（電子後方散乱回折）測定が用いられていますが、材料全体を代表する平均集合組織を得るのは困難です。そこで、図1に示す中性子回折（角度分散法：JRR3）を使うと、平均集合組織の測定が可能になります。加速器中性子源を用いる飛行時間法による測定（J-PARC）では数回の試料回転で平均集合組織を迅速に測定することができます。



図1 原子炉中性子・角度分散法による集合組織の測定の様子

## 3.解説

- 中性子は透過能が高いため材料全体を代表する平均集合組織を測定することができ、機械的特性等との関係を正しく知ることが出来ます。
- 壊さなくても、材料内部の組織状態を調べることが出来ます。
- 平均集合組織を表す全極点図を得るのに、X線では反射法と透過法を併用して測定データを継ぎ合わせる必要がありますが、中性子では一度に測定出来ます。
- 飛行時間法では短時間で測定できるので、加熱冷却による相変態や再結晶に伴う集合組織形成過程の時分割測定が可能です。
- 角度分散法では結果を得るまでに時間がかかるのが難点です。

## 4.産業応用例

- 自動車用材料：強度・加工性バランスに優れた自動車用鋼板の開発が進んでいます。図2は成形性に優れたIF鋼板の集合組織を表した例です。マグネシウム合金は加工性が悪いので、集合組織制御による改善が研究されています。
- 方向性電磁鋼板：鉄単結晶の磁化しやすさは挙動は方向によって異なります。磁化容易方向に結晶粒を配向させた集合組織制御鋼板は、変圧器の鉄損（エネルギー損失）を小さくできます。

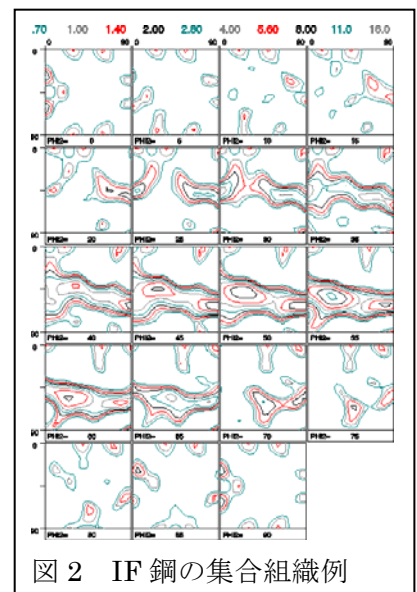


図2 IF鋼の集合組織例

## 5.今後開発が必要な周辺機器・技術

- 飛行時間法による測定方法・データ解析法の確立  
相変態過程での集合組織変化のその場測定も可能となります。
- 回折プロファイル解析技術の高度化  
集合組織のほかに転位密度や転位セルサイズといったミクロな情報をより正確に知ることが出来ます。
- 高温加工装置と検出器の増設による加工熱処理中の集合組織形成過程その場測定技術の開拓

担当者氏名 茨城県技術士会 山本 元

[詳しい解説はこちらへ...](#)