

Effect of Magnetic Field on Martensitic Transformation

大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 掛下知行¹、福田隆¹Osaka Univ., Dep. of Materials Science and Engineering¹,Tomoyuki Kakeshita¹, Takashi Fukuda¹

E-mail: kakesita@mat.eng.osaka-u.ac.jp

これまでの研究において、外場は、相安定を支配する外場のひとつであり、自由エネルギー変化を通して、マルテンサイト変態を利用した構造・機能材料に極めて重要となる固相変態における変態温度、組織とその配向ならびにカイネティクスに影響を及ぼすことを明らかにしてきた。本講演では、主にマルテンサイト変態に及ぼす磁場の影響について紹介する。具体的には、変態に及ぼす熱力学的解釈の後、Fe系合金のマルテンサイト変態温度の磁場依存性およびFeの γ - α 拡散変態温度の磁場依存性ならびに強磁性形状記憶合金の相変態温度の磁場依存性について紹介する。そこでは、強制体積磁歪ならびに結晶磁気異方性の変態温度に極めて重要であることを述べる。また、生成したマルテンサイト組織のフラクタルディメンジョンは1.8次元であり、それは拡散変態(1.6次元)とは異なる。さらに、磁場は方向性を有するため、材料の異方的な組織形成に有用であることを紹介する。具体的には、強磁性形状記憶合金では、磁場により双晶組織が再配列し、それにともない巨大な磁場誘起ひずみが発生することならびにFe-Pd系合金やCo-Pt系合金における不規則-規則変態に磁場を印加して熱処理を施すと、磁場方向を磁化容易軸とする単結晶に近い組織が形成されることについて紹介する。これらの配向には、結晶磁気異方性とひずみのdipole-dipole相互作用が極めて重要である。さらに、本講演では、上述したマルテンサイト変態に及ぼす磁場効果の結果を解析して、その核生成に関しての一考察を紹介する。そこでは、これまで変態過程が異なると考えられてきた等温変態と非等温変態がともに熱性化過程であると仮定すると統一的に解釈できることを述べる。また、核生成の大きさは、立方体で表すと一辺が約2nmとなる。一方、2次に近い変態を示すマルテンサイト変態の起源について第一原理計算を行い、考察した結果を紹介する。具体的には、Fe-PdおよびFe₃Pt(いわゆる、fcc-fct変態)系に生成するマルテンサイトの起源は、バンドヤーン・テラー効果であること、また、Ti-Ni合金の母相から生成する変調構造相は、フェルミ面のネスティングによるものと推論した。さらに最近の研究である、マルテンサイト変態における巨大ひずみの出現と臨界温度について紹介するとともに、現在、欧米で活発な議論がなされている、カロリック効果についても紹介する。最後に、この分野の将来を見据えた研究について述べる。