ミニ特集

「シンクロ型 LPSO 構造の材料科学」

企画にあたって

古　原　　忠*

実用の構造用金属材料の中でMgは，その比重が鉄の1/4，Tiの1/3，Alの2/3ともっとも軽量であり，Mg合金のさらなる応用拡大が輸送機器における省エネルギーの観点から期待されている．構造用金属材料では常に強度と延性・靱性を兼ね備えていることが必要である．しかしながら，Mgは最密六方晶であるため塑性変形に対する異方性が強く，常温では底面に拘束されたすべり変形とともに双晶変形が補足変形として必要で延性低下につながることも知られている[1]．実用合金の製造では，このような難加工性を克服するために温間加工プロセスの応用や集合組織制御などが行われている．このような中，2001年に我が国で開発されたMgZnY合金[2]は高強度と延性さらには高耐熱性を兼ね備えた画期的な材料として注目を浴びた．その後の精力的な研究によって多くのMg–TM(遷移金属)–RE(レアアース)合金において優れた力学特性を示すことが明らかとなっている．これらの合金の優れた力学特性はその特異な微細組織に起因している．最密六方(2H)構造中における最密面の周期的な積層変化が起こるとともに，その積層変化部分に合金元素であるTMおよびREが濃化し規則構造を取ることが明らかになった[3]．この現象は，構造変調(積層変化)と濃度変調が同期したものであることから，シンクロ型長周期積層秩序(LPSO)構造という概念が生まれた．

積層変化を伴う析出は，剪断歪を必然的に伴うことから従来よりDiffusional/displacive変態として分類されている[4]．Mg–TM–RE合金のシンクロ型LPSO構造も同じカテゴリーに分類されると考えて良いが，その精密な構造には様々な多形があり，どのように構造変調と濃度変調が同期して発達するかも不明な点が多く，観察される複雑な構造を理解するのは困難である．また，延性を維持する変形メカニズムとして，単純な転位のすべり変形でも双晶変形でもない「キンク変形」という不均一でドラスティックな変形様式が大きな役割を果たしており，優れた力学特性との関係を明らかにしていくことが重要である．

このような背景の下，平成23(2011)年度から文科省科学研究費補助金・新学術領域研究として「シンクロ型LPSO構造の材料科学—次世代軽量構造材料への革新的展開—」が推進されている．この中では，Mg基のシンクロ型LPSO構造物質を主なターゲットとして，(a)ユニークな構造の解明，(b)形成メカニズムの解明，(c) Mg合金としての常識を覆す力学特性と新しい材料強化原理の解明，の3つの柱について，物理学–材料科学–機械工学に渡る異分野の研究者が協力したオールジャパン体制で活発な研究と討論が行われており，この特異な構造物質に関しての多くの知見が得られている．

今回，本ミニ特集では，学理面および応用面で大変関心の高いシンクロ型LPSO構造をタイムリーなテーマとして取り上げた．まず，シンクロ型LPSO構造を用いることで高い力学機能が発現するMg合金の開発を推進するとともに，学理構築についてもリーダーシップを取る河村氏(熊本大学)に，シンクロ型LPSO型合金の特徴，開発経緯と現在までの進展，今後の展望について紹介いただく．その後，領域研究で解明を目指す1つである精密構造と結晶学に関して阿部氏(東京大学)に，最先端電子顕微鏡観察に基づいた研究成果を中心として解説していただく．続いて，大谷氏(東北大学)には，シンクロ型LPSO構造の形成メカニズムについて主に熱力学的安定性の立場から解説していただく．最後に，萩原氏(大阪大学)と東田氏(九州大学)に，力学特性と関連の深いLPSO構造の塑性変形挙動とその強化機構に関して紹介していただく．

現在，シンクロ型LPSO構造を用いたMg合金の実用化の研究開発も別途進んでいるが，材料特性の発現メカニズムが学術的に説明されて初めて安心して使用できることから，基礎研究に基づくシンクロ型LPSO構造の材料科学的な学理の構築が極めて重要である．また，Mg基以外でも長周期構造を取る物質はたくさん存在し，その機能も多彩であることから，本ミニ特集をきっかけとして，幅広い物質・材料で新しい発見や機能発現につながれば幸いである．

文　　献

(1) 小池淳一，宮村剛夫：軽金属，**54**(2004), 460–464.
(2) Y. Kawamura. K. Hayashi, A. Inoue and T. Masumoto: Mater. Trans., **42**(2001), 1172–1176.
(3) E. Abe, K. Hayashi, Y. Kawamura and A. Inoue: Acta Mater., **50**(2002), 3845–3857.
(4) J. W. Christian: Prog. Mater. Sci., **42**(1997), 101.

古原　忠

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
1989年9月　カーネギーメロン大学大学院工学研究科博士課程修了
1989年10月　京都大学大学院工学研究科助手
1997年9月　同　助教授
2005年10月　現職
専門分野：材料組織学，相変態論，鉄鋼材料学
◎鉄鋼・チタン合金を中心とした金属の相変態および析出現象の解明を，熱力学・速度論・結晶学の観点から展開している．
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

* 東北大学教授；金属材料研究所(〒980–8577 仙台市青葉区片平2–1–1)
Preface to the Special Issue on Materials Science on Synchronized Long–Period Ordered Structure; Tadashi Furuhara(Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai)
Keywords: *long period stacking ordered structure, magnesium alloys, microstructure, precipitation, deformation*
2015年1月6日受理[doi:10.2320/materia.54.43]