

企画にあたって

乾 晴 行*

構造材料には常に高強度かつ高延性/靱性が求められる。しかし、塑性変形の主体として転位の運動を考えれば、強度を向上させるために転位の運動を抑制すると延性/靱性が損なわれ、高強度・高延性/靱性を両立することは一般的には困難である。この強度と延性/靱性のトレードオフの克服は構造材料開発の積年の課題である。塑性変形の主体として転位をも含む「プラストン」⁽¹⁾という上位概念を提案しこの課題に挑戦している。「プラストン」とは、高応力下で集団励起された原子集団であり、応力レベル、結晶方位、温度などに依存して最もエネルギー的に有利な変形モードを選択して核生成し、変形を担うべく運動する変形子である。核生成場所には、結晶育成時に導入された転位などの欠陥、結晶表面、結晶粒界など様々考えられる。塑性変形がせん断変形であることから、プラストンは応力下で線状の集団励起された原子集団として結晶中を伝播する。図1は通常の転位を例としてこの様子を表している。プラストンが通常の転位の場合、転位が運動する結晶面を境にその上下の結晶にバーガースベクトル分だけ相対変位が生じる。プラストンには通常の転位だけでなく、変形双晶、相変態などを生じる部分転位や、複数のすべり面を同時にすべるシンクロシアー転位⁽²⁾⁽³⁾、ある結晶体積でバーガースベクトルとは異なる複雑な原子変位を伴うゾナル転位⁽⁴⁾⁽⁵⁾など様々考えられる。いずれにせよ、最もエネルギー的に有利な変形モードとして選択されたものになるはずである。均一伸びを増大させるにはConsideredの塑性不安定性条件から加工硬化を維持する必要がある。ある変形モード(例えば、通常の転位)で塑性変形が進行し、加工硬化率が低減しても、より高い応力レベルが活性化に必要な次の変形モード(例えば、変形双晶を生じる部分転位)が活性化し加工硬化率を維持すれば、高強度を維持しつつ、延性/靱性も向上させることができるはずである(図2)。すなわち、このように多段階で活性化される変形モード

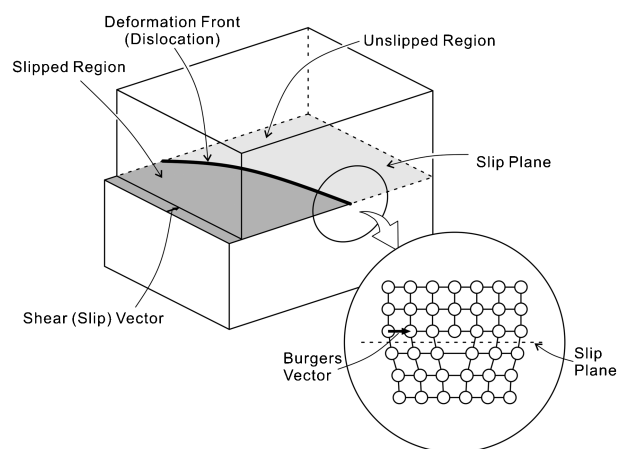


図1 結晶材料の塑性変形素過程の模式図。結晶に変位を与えるプラストン(応力下で集団励起された原子集団)が線状に伝播する(文献(1)より)。

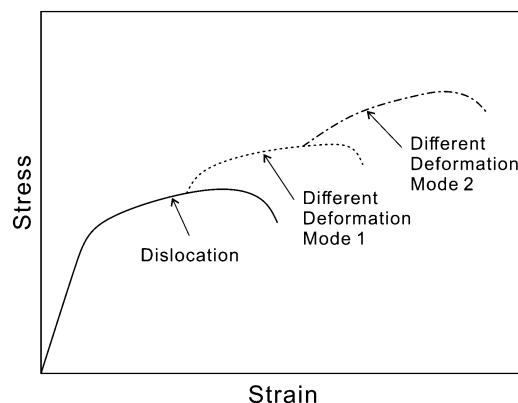


図2 高強度・高延性を実現する多段階プラストン核生成を伴う応力-歪み曲線の模式図(文献(1)より)。

* 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻; 教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)
 Preface to Special Issue on Recent Advances in the Understanding of Plaston; Haruyuki Inui* (*Department of Materials Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto)
 Keywords: Plaston, nucleation, motion, strength, ductility, dislocation, twinning, martensitic transformation, synchroshear dislocation, zonal dislocation
 2022年7月14日受理[doi:10.2320/materia.61.835]

こそプラストンであり，このようなプラストンの活性化を制御する学理が確立できれば，強度と延性/靱性のトレードオフの関係が克服できる可能性が見えてくるはずである．

プラストンに基づく変形現象研究会(活動期間2013年3月～2022年2月；2期10年間)では，上記のような観点から，新規な挑戦的概念であるプラストンの材料科学に関する基礎的議論を行ってきた．本特集では，実験，理論計算から得られたプラストンの核生成，運動に関する基礎知見やプラストン概念の実際の材料への応用に関する最新の知見を解説いただいた．本会会員の皆様方をはじめ多くの方々に興味を持っていただく契機となれば幸甚である．最後に，本特集を企画するにあたり，ご尽力いただいた京都大学 川口利奈先生，会報編集委員の皆様，執筆を快諾いただいた著者の先生方に心より御礼申し上げます．

文 献

- (1) The Plaston Concept-Plastic Deformation in Structural Materials: I. Tanaka, N. Tsuji and H. Inui (Editors), Springer (2021).
- (2) M. L. Kronberg: Acta Metall., 5(1957), 507.
- (3) H. Inui, M. Moriwaki, K. Ito and M. Yamaguchi: Phil. Mag. A, 77(1998), 375.
- (4) M. L. Kronberg: J. Nucl. Mater., 1(1959), 85.
- (5) K. Kishida, M. Okutani and H. Inui: Acta Mater., 228(2022), 117756.



乾 晴行

★★
 1988年 大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了
 1988年 アメリカ合衆国ペンシルバニア大学材料科学
 科博士研究員
 2004年11月- 現職
 専門分野：結晶塑性学，金属間化合物
 ◎金属間化合物，ハイエントロピー合金をはじめとする
 金属系構造材料の結晶塑性に関する研究に従事。
 ★★★