

金属の強さとねばさを高度に両立させる 新原理 – プラストン –

潮田 浩作 Kohsaku Ushioda

日鉄総研株式会社



1. 緒言

金属材料は多くの産業を基盤から支える役割を果たし、その需要は世界レベルで大きく拡大している。しかし、われわれは金属材料の持つ潜在能力のごく一部しか活用できておらず、さらなる高強度化には解決すべき技術課題も多い。たとえば、強度を上げるとねばさが低下するため、その克服は長年の課題となっている。構造材料研究拠点では、強度とねばさを高度に両立する汎用的な新指導原理の獲得に挑戦し、プラストンという魅力ある新概念を提案した。これはまさに産業界がアカデミアに期待するところである。

2. 新概念「プラストン」

従来の転位のみが変形を担うとする概念では、高強度化するには転位の動きを抑制しなければならないため、強度とねばさの両立は根本的に困難であった。また、変形機構についても、材料ごとに理解されてきた。構造材料研究拠点では、変形の本質を統一的に解明することに取り組み、新概念プラストンを導き出した[1, 2]。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、それが変形モードを選択して核生成し、新規な転位、変形双晶、相変態などが変形を担うことにより、強度とねばさを両立するという新指導原理である。

3. プラストンを指導原理とした応用例

Bcc 構造の二相鋼(0.1C-2Mn (mass%))におけるプラストンによる強度と伸びを両立した例[2]について紹介する。加工と熱処理により二相組織を4 μ m程度まで細粒化すると、両特性の高度な両立が達成される(図1)。微細マルテンサイトが軟質フェライトに囲まれる環境下では、脆いマルテンサイトに新規な転位が核生成し塑性変形できる。この指導原理は、高強度鋼板のさらなる適用拡大と機能向上に高度に応用され、自動車の環境負荷低減と安全性確保の両立に貢献すると考える。講演では、Fe-31Mn-3Al-3Si 鋼(fcc)の微細化による粒界プラストン(変形双

晶)制御、および純Ti(hcp)の微細化による粒界プラストン(新規な(a+c)転位)制御により強度と伸びを両立させる原理[2]と、産業界へのインパクトについても述べる。さらに、鋼に高頻度で存在するFe₃Cは一般的にきわめて脆く難加工であるが、その薄肉化によるプラストン(転位)制御で加工性を向上させる原理[2]と応用についても触れる。

4. 今後の期待

変形に関する統一的な新概念プラストンは、材料の潜在能力を引き出す新原理として魅力的である。広範な社会実装、学理の深化と人材育成に向け、継続した産学連携研究拠点活動を強く期待したい。

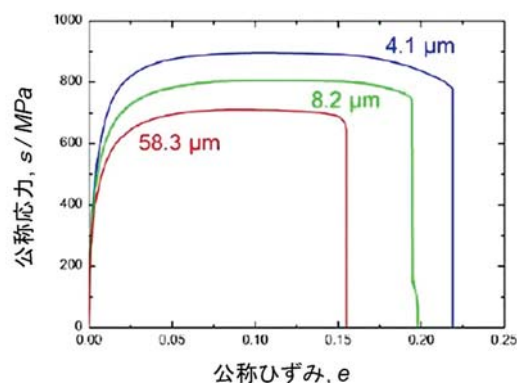


図1 二相鋼(0.1C-2Mn (mass%))の細粒化により核生成したプラストン(新規転位)が強度と伸びの両立を達成した例[2]。

参考文献

- [1] N. Tsuji, S. Ogata, H. Inui, I. Tanaka, K. Kishida, S. Gao, W. Mao, Y. Bai, R. Zeng and J-P Du: Scr. Mater., 181(2020), 35-42.
- [2] The Plaston Concept: Plastic Deformation in Structural Materials, Ed. by I. Tanaka, N. Tsuji and H. Inui, Springer (2022).