研究テーマ 高圧巨大ひずみ加工を利用した研究

所属 先進マグネシウム国際研究センター(専任) 特任教授 堀田 善治

研究の背景および目的

金属や合金の機械的特性(強度や伸びなど)は大量のひずみ導入により大幅に向上できる。特に、延性が小さい合金では高圧下で加工することにより割れの発生を抑えて実現可能となる。特性の向上は、結晶粒の超微細化や第2相(晶出物)の微細分散が主な理由である。当研究グループでは、高圧巨大ひずみ加工として開発してきたHPT法やHPS法を利用して、アルミニウム、マグネシウム、チタンなど、軽金属合金の高強度化や高延性化を図ることを目指して研究開発を進めている。

■おもな高圧巨大ひずみ加工法

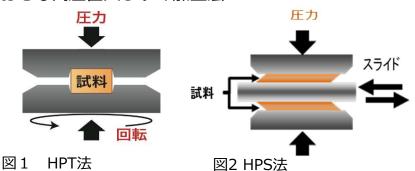


図 1 HPT法 図2 HPS法 (High-Pressure Torsion) (High-Pressure Sliding)

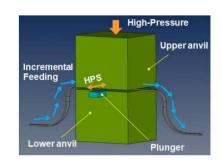


図3 長尺化を可能とするIF-HPS法 (Incremental Feeding HPS)

HPT法、HPS法の原理図をそれぞれ図1、図2に示す。HPT法の場合は円盤状試料を、HPS法の場合は板状あるいは棒状試料を利用する。前者は試料が小さいので加工条件の探索に、後者は材料評価用として利用する。実用的には、図3のように逐次送りを取り入れて、長尺化を可能とする。

■おもな研究内容

<u>アルミニウム合金</u>: たとえば超ジュラルミン(A2024)に適用して引張強度910 MPa、破断伸び5%を実現した。さらに時効処理することにより、引張強度を1 GPaまで高強度化できた。透過電子顕微鏡やアトムプローブ法による観察で、合金元素CuやMgの存在位置を確認した。また、結晶粒が130 nmのサブミクロンレベルに超微細化できることから、350℃の高温変形では、400%を超える超塑性伸びも確認した。(T.Masuda *et al.*: Mat. Sci. Eng. A, **793** (2020) 139668)

<u>マグネシウム合金</u>:たとえばAZ61合金に適用して高強度(450 MPa)・高延性(20%)の実現を確認した。また、350℃の高温変形では400%を超える超塑性伸びも確認した。

(T. Masuda et al.: Mat. Trans., **60** (2019) 1104)

<u>チタン合金</u>:たとえば生体適合性に優れたTi-6Al-7Nb合金では、引張強度1.2 GPa の高強度化が達成できた。また、800℃の高温変形では500%の超塑性伸びを確認した。(渡部ら: 軽金属, **68** (2018) 98)

期待される効果・応用分野

高強度・高延性化が確保できることから輸送機器類への応用が期待できる。また、SiやFeなど不純物元素を含む<u>リサイクル材</u>への適用も期待できる。(晶出物が強制的に微細に分断されることから、無害化したり、高強度化への強化相として利用が可能となる。) FeがAl中に固溶しない本質的な特性を利用して、高強度・高導電率を有する電線や配線材への適用も期待できる。

■ 共同研究・特許など

HPS法:特許5288437 (2013年6月14日登録)

IF-HPS法: 長野鍛工株式会社(長野県)と共同開発 (特願 2017-155222)

HPT法による線材化:特願2018-092894

研究分野	材料加工、材料組織、力学特性評価、構造解析
キーワード	結晶粒超微細化、高強度、超塑性、時効強化、高導電性

研究室URL: https://researchmap.jp/read0172115/