

The 11th International Conference on Processing and Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2021)

金沢大学 理工研究域 機械工学系
助教 國峯 崇裕

(2019年度 国際会議等参加助成 (若手研究者枠) AF-2019084-Y2)

キーワード: 高力黄銅, 巨大ひずみ加工, 結晶粒超微細化

1. 開催日時および開催場所

The 11th International Conference on Processing and Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2021) は, 2021年6月1日-6月5日の日程でオンライン開催された. 当初は THERMEC' 2020 として, 2020年5月31日-6月5日の日程でオーストリアのウィーンで開催予定であったが, 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的大流行のために延期され, さらにオンライン開催となった.

2. 国際会議報告

著者は, Ultra-Fine Grained Materials (超微細結晶粒材料) のセッションにおいて, “Severe Plastic Deformation of Copper, Binary Cu-Zn Solid-Solution Alloys, and High-Strength Brass by High-Pressure Torsion” と題する招待講演を行った. 本講演内容は, THERMEC' 2021 のプロシーディングに掲載されているので, 詳細は参考文献¹⁾を参照されたい. また指導大学院生と共同研究者による発表も行われ, 合わせて3件の発表を行った. 以下に著者による招待講演の概要を報告する.

巨大ひずみ加工 (Severe Plastic Deformation: SPD) はバルクの試料が得られる結晶粒微細化方法の1つであるが, この方法は巨大なひずみを材料に与えることにより加工組織を超微細結晶粒組織へと発達させていくプロセスである. そのため超微細結晶粒組織がある程度まで形成されると SPD 加工時に動的回復または動的再結晶が起こるようになり, 結晶粒はそれ以下には微細化されなくなる. SPD によって得られる Cu の平均結晶粒径は 200-400 nm 程度であり, その強度は 450 MPa 程度である. Cu の SPD 材の更なる高強度化のためには, Zn や Si 等の固溶原子を添加することで積層欠陥エネルギーを減少させることが有効であるが, 積層欠陥エネルギーは固溶限近傍で最小値に漸近するため, 多くの Cu 固溶体合金の SPD 材では固溶限近傍で強度が飽和する²⁾. 例えば, Cu-30mass%Zn 合金の SPD 材の室温での引張強さは 800 MPa 程度であり, また Cu-2mass%Si 合金の SPD 材の室温での引張強さは 980 MPa 程度である³⁾.

ところで, 高力黄銅は Zn を主たる合金元素とし, その他 Al や Fe などの合金元素からなる Cu 合金であり, α 相 (fcc) と β 相 (bcc) 等からなり, それら相の含有率によって強度を制御し, 鋳造材で 430-750 MPa 程度の高強度

を有する. そこで本研究発表では, SPD による Cu 合金のさらなる高強度化のために, 種々の α 相と β 相の含有率から成る高力黄銅に SPD 加工を施し, それらの力学特性を調べた結果について報告した.

供試材として, 純度 99.99mass% の Cu (4N-Cu), 固溶体合金である Cu-10mass%Zn (Cu10Zn), Cu-20mass%Zn (Cu20Zn), Cu-30mass%Zn (Cu30Zn), そして高力黄銅である CAC301, 及び CAC304 を用いた. これら合金の比較の際には, 見かけの亜鉛含有量 X を用いた¹⁾. これら試料に均質化のための熱処理を施した後, 6 GPa, 0.2 rpm, 室温の条件で SPD 加工の一種である高圧ねじり加工 (High-Pressure Torsion: HPT) を種々の回転数まで行った. X 線回折により種々の試料の相の同定を行い, また電子顕微鏡による微細組織観察を行った. それらの試料に対してビッカース微小硬さ試験による硬度の評価を, また 77 K と室温における引張試験を行い, 力学特性を調べた.

X 線回折により, HPT 加工後の CAC301 では α 相と β 相, CAC304 では β 相が確認された. CAC304 に HPT を 20 回転まで施すことで, 最高で 420 HV まで硬度は上昇した. 見かけの亜鉛含有量 X の変化に伴う HPT 加工材の最高硬さの変化をプロットしたところ, 固溶体から α 相と β 相の 2 相からなる CAC301 までは硬度は緩やかに上昇したが, CAC301 から β 相からなる CAC304 にかけて硬度は顕著に上昇した. 引張試験の結果, CAC304 の HPT 加工材の引張強さは室温で 1110 MPa を示し, また低温変形では bcc 構造で見られる低温脆性破壊をすることも無く比較的良好的な強度と延性を示した.

謝 辞

THERMEC' 2021 での本研究発表は, 公益財団法人天田財団 2019 年度国際会議等参加助成 (若手研究者枠) (AF-2019084-Y2) の支援を得て実施された. ここに謝意を表する.

参考文献

- 1) T. Kunimine : Mater. Sci. Forum., 1016 (2021), 780-785.
- 2) T. Kunimine and M. Watanabe : Mater. Trans., 60 (2019), 1484-1488.
- 3) T. Kunimine, Y. Tomaru, M. Watanabe and R. Monzen : Mater. Trans., 62 (2021), 479-483.