

押し込み荷重急変試験によるMg基LPSO合金押出材のクリープ特性評価

Creep properties characterization of a Mg-based LPSO extruded alloy by indentation load jump tests

日本大学 ○(院) 板橋 怜史 藤原 雅美 高木 秀

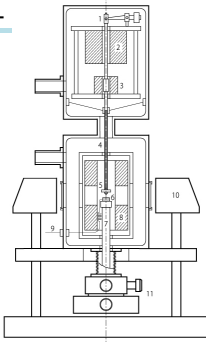
Satoshi Itabashi, Graduate Student, Graduate School of Engineering, Nihon University
Masami Fujiwara and Hidenari Takagi, College of Engineering, Nihon University

目的

近年、シンクロ型LPSO相を含むマグネシウム基二相合金(α -Mg+LPSO)が注目されている。本研究では、この二相合金の高温変形挙動を支配する18R-LPSO単相合金について押し込み荷重急変試験を実施し、この合金中の転位運動における有効応力の有無と内部応力の減少速度について調査する。

高温用マイクロインデント

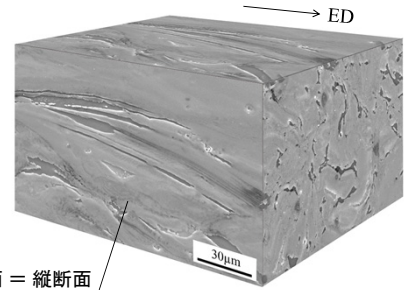
1. 天秤
2. ソレノイド
3. 差動トランス
4. 押し棒
5. 円錐形圧子
6. 試料
7. 試料台
8. 電気炉
9. 熱電対
10. 光学式変位計
11. XYZステージ



試料作製及び押し込み試験

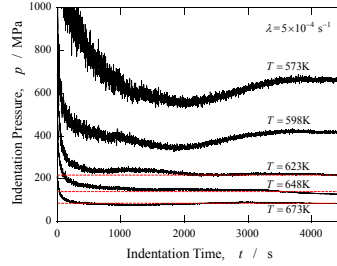
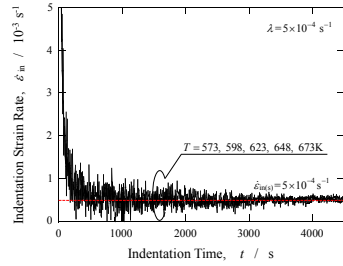
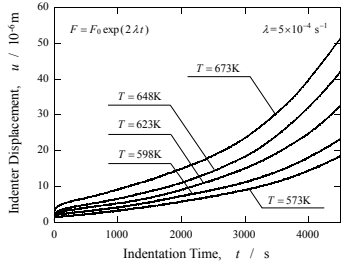
- Mg₈₈-Zn₅-Y₇ (mol%) 合金の熱間押出材
- 2mm × 9mm × 3mm に切断・整形
- 試験面(2mm × 9mm)を湿式エメリー研磨
- Arガス中(673K, 6h)で焼鈍
- 試験直前に電解研磨

- 押し込みクリープ試験, 573 ~ 673K
- 荷重急減試験, 573 ~ 673K



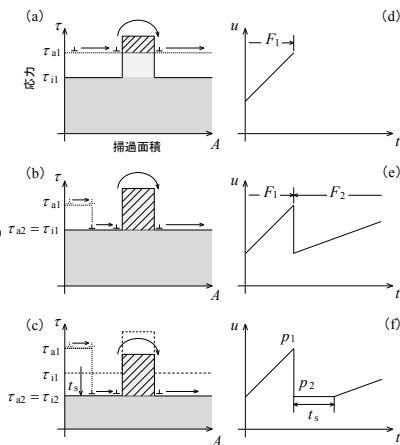
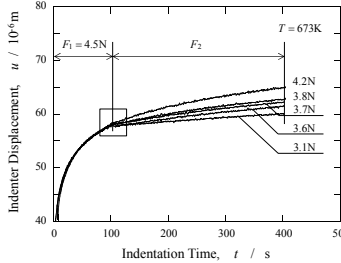
試験面 = 縦断面

擬定常状態変形が生じる条件

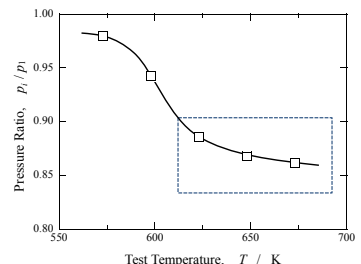
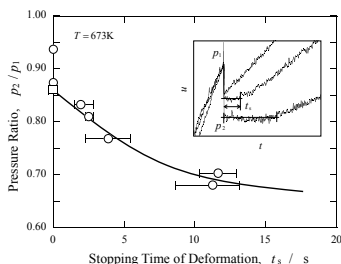
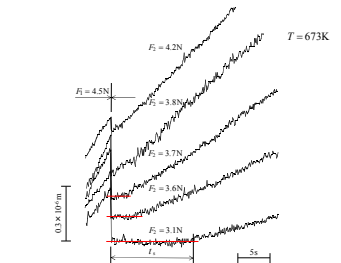


- 変形速度は温度に依存せず、 $t \geq 10^3$ s になると一定値 $\dot{\epsilon}_{in(s)} (= \lambda)$ になる。
- $T=623 \sim 673$ Kでは押し込み圧力は $t \geq 10^3$ sになると一定値 p_s になる。
- $\dot{\epsilon}_{in(s)}$ と p_s が一定値のとき、圧子直下では擬定常状態変形が実現することが証明されている。

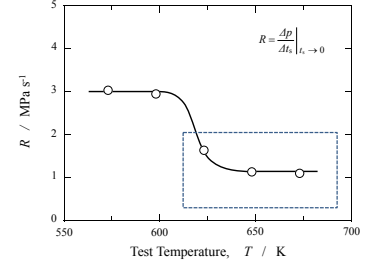
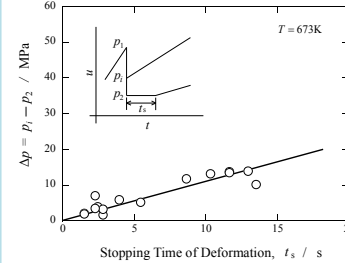
転位運動における有効応力の有無



τ_a : 外部応力
 τ_i : 内部応力(非熱活性化応力)



内部応力の減少速度



本研究で得られたクリープ特性値

	LPSO	Pure Mg	Pure Mg (引張クリープ)
応力指数	5.1	6.3 - 6.6 (暫定)	4.6 - 5.3 [1]
活性化エネルギー	317 kJ/mol	181 kJ/mol (暫定)	165-260 kJ/mol [1]
内部応力/外部応力	0.86 - 0.89	測定中	—
回復速度	0.37 - 0.55 MPa/s (22 - 46 MPa)	測定中	0.64 MPa/s [2] (523K, 35MPa)
組織等	押出組織	押出組織	拡張転位 [3] 刃状転位速い [4] 交差すべり [4]
温度条件	623 - 673 K	703 - 753 K	673 - 750 K [1]

[1] A. Galiyev et al.: Mater. Trans., 44 (2003) 426. [3] B. Li et al.: Acta Mater., 58 (2010) 173.
[2] L. Shi and D. O. Northwood: Acta Metal. Mater., 42 (1994) 871. [4] A. Couret and D. Caillard: Acta Metal., 33 (1985) 1447.

結論

- 擬定常状態変形が実現される高温域では、変形応力の約13%に相当する有効応力(熱活性化応力、 $\tau_a - \tau_i$)が存在する。この結果は転位すべりが何らかの熱活性化過程によって律速されていることを示唆する。
- 高温クリープ中の内部応力(非熱活性化応力)の減少速度(回復速度)は約0.43MPa/sである。この値は、純Mgの結果と比べてかなり遅いと推定される。
- 得られたクリープ特性値から、18R-LPSO相の高温変形において転位のすべり運動に熱活性化過程と回復過程が関係していると考えられる。