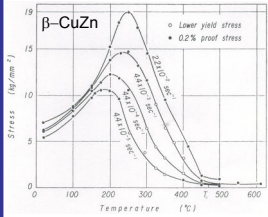


# β-CuZnにおける振幅依存性内部摩擦に及ぼす温度の影響

名古屋工業大学大学院 物質工学専攻 松井俊幸 井手直樹 西野洋一

## 1. 背景



降伏応力ピークは規則格子転位の易動度の変化に起因すると考えられている

- 温度上昇にともないVAPB内の緩和が促進 → 転位の易動度の低下
- さらに高温になると長範囲規則度の低下 → 転位の易動度の上昇

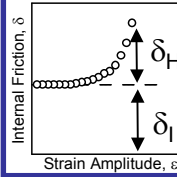
青木: 日本金属学会誌, 34(1970), 660

※しかし、実験的に直接確認されてない

従来の試験法

- 引張試験 { 増殖をともなうので規則格子転位の易動度の変化のみを検出できない
- 圧縮試験 { 長範囲規則度の変化に関する情報を検出するために他の試験が必要

## 2. 振幅依存性内部摩擦の特徴



- $\delta_H$ : 増殖をともなわない転位の往復運動 → 微小塑性歪と応力の関係 (同時に評価できる)
- $\delta_L$ : 緩和現象など → 構成原子の拡散に関する情報

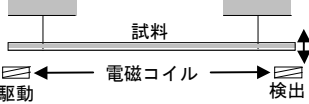
## 3. 目的

- β-CuZnにおける振幅依存性内部摩擦に及ぼす温度の影響を調べる
- (1) 規則格子転位の易動度のみ起因する変形応力
  - (2) 構成原子の拡散が変形応力に及ぼす影響

## 4. 方法

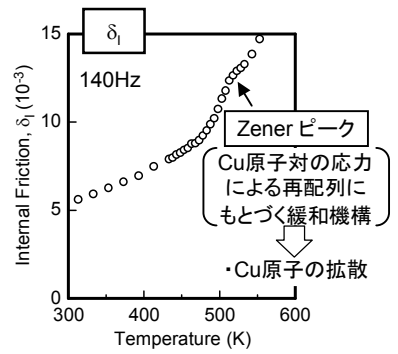
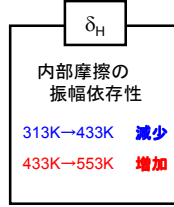
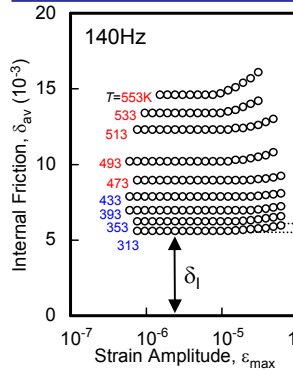
試料: β-CuZn (Cu-48%Zn)  
 寸法: 120 × 10 × 0.7 [mm<sup>3</sup>]

自由端横振動法



振動数: 140Hz (0次振動), 770Hz (2次振動)  
 真空:  $2.7 \times 10^{-3}$  (Pa)  
 温度: 室温 ~ 553 (K)

## 5. β-CuZnにおける内部摩擦



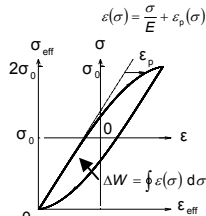
## 6. 微小塑性理論を用いた解析

内部摩擦  $\delta$  から微小塑性歪  $\epsilon_p$  へ換算

$$\delta = \frac{\Delta W}{2W} = \frac{E}{\sigma_0^2} \int_0^{\sigma} \left( \frac{\sigma}{E} + \epsilon_p(\sigma) \right) d\sigma$$

$$= \frac{E}{\sigma_0^2} \left[ 2\sigma_0 \epsilon_p(2\sigma_0) - 2 \int_0^{2\sigma_0} \epsilon_p(\sigma_{eff}) d\sigma \right]$$

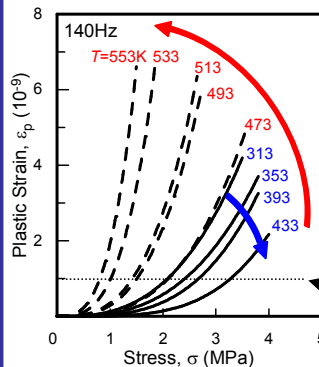
E: ヤング率



↓  $\epsilon_p$  について積分方程式を解くと

$$\epsilon_p(\sigma_{eff}) = \frac{\sigma_{eff}}{E} \left[ \frac{1}{4} \delta \left( \frac{\sigma_{eff}}{2} \right) + \frac{1}{2} \int_0^{\frac{\sigma_{eff}}{2}} \frac{\delta(\sigma_0)}{\sigma_0} d\sigma_0 \right]$$

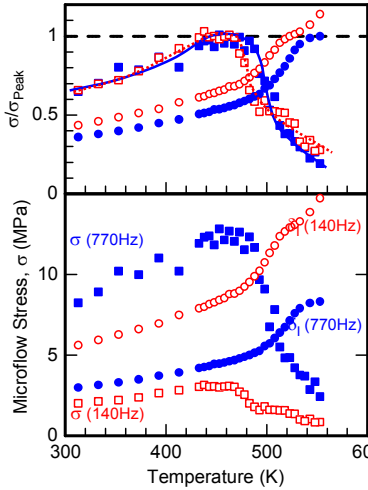
## 7. 微小塑性歪と応力の関係



313K→433K... 曲線は高応力側へ (規則格子転位の易動度の低下)  
 433K→553K... 曲線は低応力側へ (規則格子転位の易動度の上昇)

$\epsilon_p = 1 \times 10^{-9}$  の塑性歪を与えるのに必要な応力  
 ↓  
 微小変形応力と定義

## 8. 微小変形応力・内部摩擦の温度依存性



## 9. まとめ

- (1) 微小変形応力 (易動度のみ) ← 同様のピーク → 降伏応力 (易動度+増殖)
- (2) Zenerピークの立ち上がり ← 温度が対応 → 微小変形応力の低下

規則格子転位の易動度の変化が変形応力のピークをもたらす。

ピーク形成後の急激な変形応力の低下はCu原子の拡散に起因し、Cu原子の拡散は同時に長範囲規則度の低下をもたらす。

本研究ではじめて実験的に確認された