

# 結晶構造を考慮した高強度銅合金の成形解析

【背景】自動車の多機能化 → 電子部品増 → 軽量化ニーズ  
コネクタを軽量化するうえでは、応力緩和性能の維持がネック



【課題】銅合金の応力緩和を正確にシミュレーションする手法

【目的】材料の異方性(集合組織の影響)を考慮した解析手法の確立

物性取得の実験を、シミュレーションで代替

新材料 & 新工法の開発コスト低減

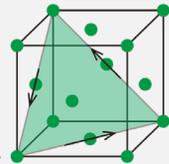
【方法】「結晶塑性解析」の導入 ⇒ 応力緩和挙動への応用

【すべり系】

FCC

$m: \{111\}$   
 $s: \langle 110 \rangle$

12 Slip systems:  
Four  $\{111\}$  Planes each with  
three  $\langle 110 \rangle$  Slip directions



【シュミット則】



$m \cdot \sigma \cdot s$   
 $\tau > \tau_c$  ←  $\tau_c^{(\alpha)} = \sum_{\beta=1}^N h_{\alpha\beta} \dot{\gamma}^{(\beta)}$   
すべり発生条件  
 $h_0, n$

$L^p = \sum_{\alpha=1}^{12} \dot{\gamma}^{(\alpha)} s^{(\alpha)} \otimes m^{(\alpha)}$

【粘塑性モデル】 $\dot{\gamma}^{(\alpha)} = \dot{\gamma}_0 \left| \frac{\tau^{(\alpha)}}{\tau_c} \right|^m \text{sign}(\tau^{(\alpha)})$   
 $\dot{\gamma}^{(\alpha)}$ : shear strain rate in system  $\alpha$

【応力ひずみ関係】

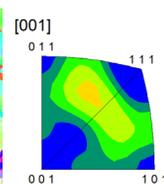
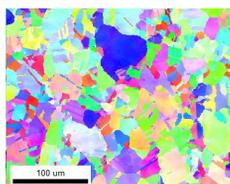
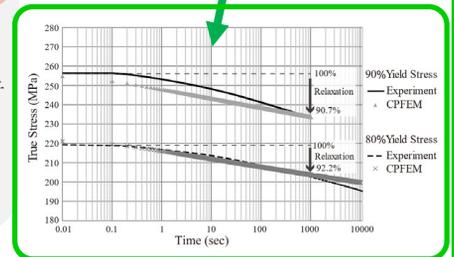
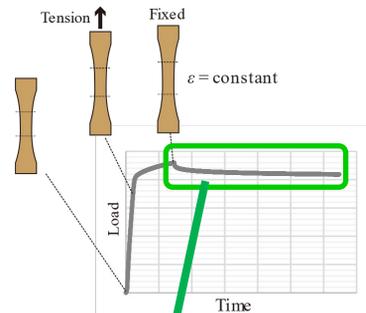
$C_{111}, C_{112}, C_{122}$   
弾性係数テンソル

$\sigma = C^e : \varepsilon$

速度形  
 $\dot{\sigma}^* = C^e : D^*$   
変形速度の弾性成分  
応力更新

【速度勾配の弾塑性分解】

$L^* = D^* + W^*$  → 結晶格子の回転  
 $L = L^p + W^p$   
シュミット則 対称成分 反対称成分



結晶方位の情報が物性計算の変数になる

ミクロな結晶構造を考慮したマクロな応力緩和の解析が可能になった