

# タングステン加工材の残留応力に関する研究

電子技術課 坂井雄一 中央研究所 二口友昭  
 (株)アライドマテリアル 加藤昌宏

## 1. 緒言

タングステンは高融点かつ室温で脆性を示す材料であり、塑性加工する場合は脆性から延性へと変わる高温での加熱が必要である。しかし、タングステンの加工においては、割れなどの不良発生および加工応力が製品の特性を左右するなどの問題がある。そこでタングステンの高温での加工と室温での特性についての指標を得るために、残留応力およびひずみの測定をX線回折により行った。

## 2. 実験方法

熱間塑性加工により作製した種々の線径の純タングステン線材を試料とした。試料は粉末冶金法により、タングステン粉末をプレス、焼結したスラグを転打、線引した通常のタングステン加工工程のサンプルを用いた。X線残留応力測定はD8 DISCOVER with GADDS(Bruker AXS)を用い、測定には $300\mu\text{m}\phi$ のコリメータを使用した。残留応力測定には $\sin^2\psi$ 法ではなく、2次元検出器を利用した2D法を用いることで、微小領域でも短時間での残留応力測定が可能であった。

## 3. 実験結果

図1に線材表面における線径ごとの残留応力値を示す。X軸は加工後の線径を示しており、左から右に進むにつれ、線径が小さく、加工が進むことを表わしている。また、Y軸はプラス方向が引張りの残留応力を、マイナス方向が圧縮の残留応力を表わす。測定された残留応力は、当初は若干の引張応力が存在し、加工が進むと減少し、 $\phi 3\text{mm}$ 以下に線引き加工すると若干の圧縮応力に変化した。線引き加工を進めることで、材料表面には圧縮の残留応力が導入されると考えられる。図2に、タングステンの各回折線の半値全幅(FWHM)を測定した結果を示す。結晶方位による傾向の相違は見られず、いずれの方位においても加工が進むにつれてFWHMが大きくなる傾向が

見られた。試料の結晶粒サイズは $1\mu\text{m}$ 以上であり、結晶粒サイズがFWHMに与える影響は無視でき、FWHMの変化は加工による転位導入とひずみによる結晶格子の変化に起因するものと考えられる。FWHMの変化は、ひずみの蓄積を反映しており、加工が進むことでひずみが増加していることを示している。また、ビッカース硬度とFWHMの相関を調べたところ良い相関が見られ、蓄積ひずみと硬度に相関があることも明らかとなった。加工条件等をさらに詳細に検討することで、工程設計の指標を得る手法として有用なものとなることが期待される。

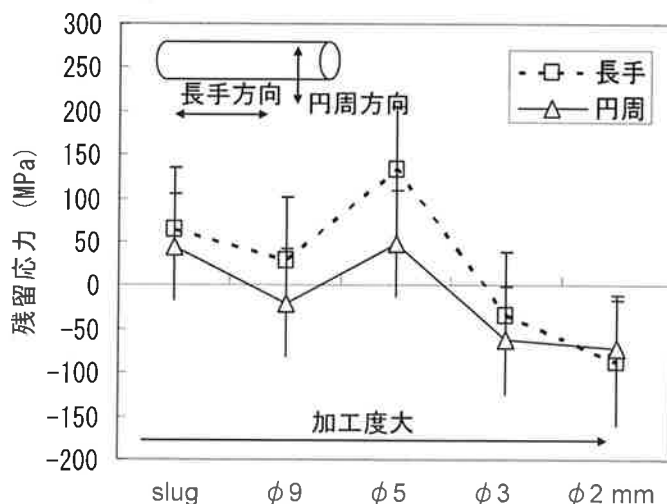


図1：タングステンの線径別の残留応力値

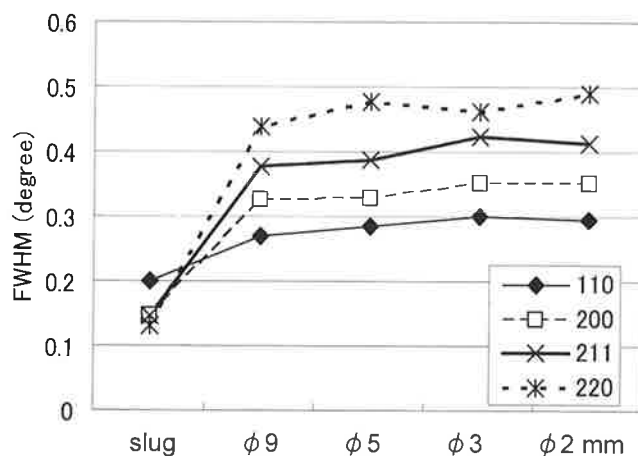


図2：タングステンの線径別の半値幅