

# 難削材の加工技術

- 粉末冶金法で作った Zr - Ni 複合材料の研削加工 -

機械システム工学科 菊地新一

はじめに

新しい材料の開発に伴い、その加工技術も著しい進歩を遂げている。中でも、ダイヤモンド粉末を結合剤で固めた砥石を使った切断・研削加工等が、セラミックスや高強度材料で頻繁になされている。

ここでは、粉末冶金法で成形した Zr-Ni 複合材料の 4 点曲げ試験用試験片製作技術について紹介する。

## 1. 粉末冶金(Powder Metallurgy, PM)法

金属粉やセラミックス粉を金型に充填して所要の形に圧縮し、それを高温加熱して焼結する加工プロセスで、溶解・鋳造工程を通らず合金や複合材料を作ることができる比較的新しい素形材\*加工技術である。

\*素材に熱や力に加えられ、形が与えられた部品や部材

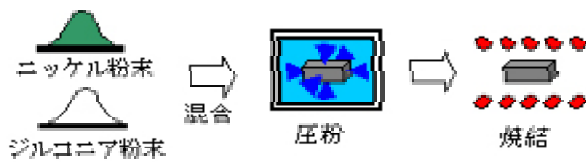


図1 粉末冶金法

## 2. Zr - Ni 複合材料

粉末冶金法により、ジルコニア中に微細なニッケル粒子を分散させ、高温強度が高くかつ高靱性、伝熱性を付与した多機能セラミックスを成形する。

特徴として、金属的な性質を併せもつ、断熱性がある、伝熱特性が制御できる、などがあげられ、ロケットエンジン部品などの高温構造材料として期待される。

## 3. 切断加工

成形された Zr-Ni 複合材料は、Zr100%の Hv(1)1513から Ni100%の Hv(1)73の間の硬さを持ち、Ni が80%より少ない材料の場合、刃物による切削・切断加工は困難である。

さらに、切断砥石による切断加工の場合でも、Ni80%まではアラシダム系 ( $Al_2O_3$ ) の切断砥石による加工が可能であるが、Ni60%以

下になるとダイヤモンド切断砥石を使用しなければ切断加工は困難である。



図2 切断板に接着



図3 精密切断機

切断方法は、図2のように切断板に接着ワックス(アドフィックス A、マルトー製)で接着し、精密切断機で短冊形に切り出す。

4 点曲げ試験片形状は、 $t=3$ 、 $w=4$ 、 $L=40$  mm、C0.2とする。



図4 曲げ試験片形状

## 4. 平面研削加工

精密切断機で切り出した曲げ試験片を、平

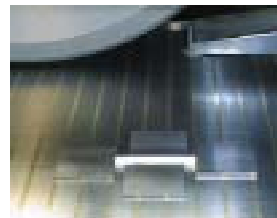


図5 試験片セット

面研削盤のマグネットチャックの上に、図5のようにセットする。

通常、平面研削盤では焼き入れをした鋼等の磁性材料の研削が主な作業であり、セラミックスのような非磁性材料を加工する場合、その素材の固定にはいろいろな工夫が必要になる。

ここでは、 $20 \times 30 \times 2.5$  mm の固定板(鋼板)を4枚準備して素材を周りから囲むようにセットし、平面研削盤のマグネットチャックの磁力によって固定板を固定し、その面圧によって素材を浮き上がらせないようにする手法を使った。

この他、平面研削加工した鋼板に接着ワックスで接着して加工する方法や、チャック部分に小さな穴を空けておき、素材直下の穴から真空ポンプで空気を吸い出すことで素材を固定する方法、磁性材料の板と一緒に素材を

冷凍しておいて、乾式で研削加工する方法などがある。



次に、素材と固定板を密着させるために、図6のように銅板と銅棒のハンマーを使って、しずかに固定板を動かし、素材が浮き上がらないように、しっかりと固定する。



ここで、素材の研削状況確認のために、図7のように、油性マーカーで表面に色を付けておく。色は見やすいものを選び、特に深い傷などがある場合には、その中まで十分に入り込ませることが重要である。



図8 平面研削加工



次に、切込み量(0.004mm/回)に注意して、切削液を十分にかけてながら、ダイヤモンド砥石で研削加工を施す。研削がまだ途中の場合、図9に示すように、研削マークが「まだら」に残ることで、その進行状況を確認することができる。

## 5. C面取り加工

平面研削加工で3×4mmの矩形試験片ができたなら、次にC面取りを行う。

この場合も、平面研削加工した鋼板にV溝を切っておき、接着ワックスを使って固定して行う方法もあるが、ここでは、固定板と同じ考え方で、図10の固定治具を製作し、図6と同様に固定治具を移動させて固定する。

平面研削盤で、ダイヤモンド砥石が接触したところから、0.141mm切り込んでC0.2を

加工する。



図10 固定治具



図11 試験片セット

## 6. 仕上げ研磨

組織観察や破壊靱性試験・曲げ試験を行うために、観察・測定面および曲げ試験の引張り側の面を鏡面仕上げする。

試料琢磨機の回転板にポリシングクロスを貼り付け、ダイヤモンドペースト(粒径3μm)を使って仕上げ研磨を行う。

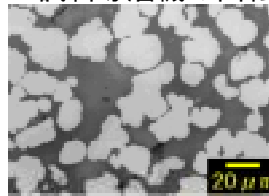


図12に光学顕微鏡組織を示す。黒い部分がZr、白い部分がNi粒子である。

## 7. 機械的性質(曲げ試験・破壊靱性試験)

4点曲げ試験装置およびビッカース硬さ試験機を使い、曲げ強度およびIF\*法による破壊靱性値を調べる。



図13 曲げ試験装置

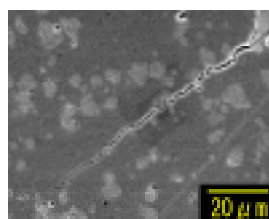


図14に4点曲げ試験装置を示す。また、図14はNi20%の試験片で、破壊靱性試験を行った時のき裂長さを示すSEM写真である。

右上のビッカース圧痕先端からき裂が延びており、Ni粒子を迂回しながら進展している様子が確認できる。

\* JIS R1607 IF法(Indentation Fracture Method)

代わりに

ダイヤモンド砥石を使った切断・研削加工を紹介した。これらの技術は、通常の研削加工への応用も可能であり、非磁性材料の研削技術として参考になると思われる。