

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	099102	指導 教員	福本 昌宏 伊崎 昌伸 安井 利明
申請者氏名	権田 英修			

論文要旨 (博士)

論文題目	超硬合金同士の拡散接合技術の確立および接合機構の解明
------	----------------------------

(要旨 1,200 字程度)

超硬合金とは、WC を Co で焼結した合金であり、切削工具材料として利用される。工具材料において、その採用は拡大傾向にある。一方、超硬合金はレアメタルを原材料にしており、リユース・リサイクルが求められる。柄部を持つ超硬工具は刃部損傷後、再研削を施しリユースされるが、その後、刃部を除去した柄部同士を突き合わせ接合すれば、更なるリユースができると考えられる。但し、この場合の技術課題はその接合にある。超硬合金の一般的接合方法はろう付であるが、ろう付では十分な接合強さの保証が困難である。ろう付に代わる接合法として、変形が少なく、かつ高い接合強さが期待できる拡散接合法が挙げられる。しかし、超硬合金の拡散接合に関する研究事例は数少ない。

本研究では、超硬合金同士の接合に拡散接合法を適用し、継手の曲げ強さ、接合部組織等を調査し、ろう付と比較して同法適用の可能性を検討した。曲げ強さは、接合温度の上昇に伴い増加し、接合温度 1100 °C 以上でろう付強さを超え、1200 °C 以上で母材同等を得た。また、接合過程による超硬母材への影響は認められなかった。これらにより同法の適用に成功した。

接合機構の解明にあたり、接合界面における Co の蒸発、拡散挙動に着眼し、2 つのモデル実験を行った。1 つ目は、外部の接合雰囲気に接し続ける開放表面と外部の接合雰囲気から閉ざされた密閉表面を準備し、両表面の比較から Co の挙動を推定した。2 つ目は、加熱+加圧と加熱のみの接合界面の比較から Co の挙動を推定した。そして、次の結論を得た。

1. 開放表面から成る未接合部では、Co が蒸発し続けるため接合の進行が遅い。
2. 接合端部の未接合部は、加圧による変形で未接合部が狭くなり、Co が拡散し減少する。
3. 空隙部の密閉表面では、Co が拡散する。
4. 加熱による Co の拡散と加圧による WC 粒子の移動が、接合境界を消失させる。

接合機構には、真空雰囲気での Co の挙動が大きく関与した。しかし、接合端部では、Co が蒸発し続けることで未接合部を発生することも認められた。Co の蒸発を生じさせる接合雰囲気の接合部への影響を調査し、接合端部の未接合部の減少を検討した。Ar 雰囲気で雰囲気圧力を上げることで、未接合部を減少させる可能性を得た。

母材同等の曲げ強さが得られる適正接合温度は 1200 °C であった。しかし、実際の超硬工具材料では、1200 °C が高すぎる場合がある。1200 °C より低い接合温度でありながら、ろう付よりも高い曲げ強さを得る方法として、インサート金属を用いた拡散接合法を適用し、同法適用の可能性を検討した。厚さ 20 μm の Ni, Co インサートを用いた接合において、接合温度が 1100, 1000 °C でも、ろう付強さを超える曲げ強さが安定して得られた。

以上のように、超硬合金同士の接合への拡散接合法適用の有効性が認められた。また、その接合機構は Co の蒸発、拡散挙動で説明できた。これらは、切削工具業界における超硬合金のリユースにつながると考えられる。