

金材技研

1971

科学技術庁

NO.10

ニエース

金属材料技術研究所

小径管専用自動TIG溶接装置の開発実用化

原子力関係の燃料再処理プラントや高速炉の水蒸気発生器など、また各種化学機器やボイラチューブおよび熱交換器類などにおいて、小径管の突合せ溶接による配管系がきわめて多く使われている。これら配管系の溶接は、現場のせまい場所で固定管の円周全姿勢溶接となり、しかも裏あてなしの片面溶接で管内面に形成される裏波ビードが均一になるようにきびしく規定されている。したがって、この溶接にはきわめて高度の技術を要し、特別に訓練した熟練工の手によっても、完全な溶接継手を得ることはほとんど不可能である。

本装置は、このむずかしい小径管（外径5～200mm程度）のタングステンイナートガスアーク（TIG）溶接をほとんど熟練を要しないで自動的にかつ完全に行なう専用機で、その成果が注目されている。当所溶接研究部では、とくに管内ガス圧サイクル制御機構および管円周上の位置による溶接条件制御機構（金材技研特許第558462号その他）を含む、いわゆるP&C自動溶接制御装置を開発した。これに、米国アストロアーク社製溶接ヘッドまたは三菱電機^(株)製溶接ヘッドと三菱電機^(株)製溶接機器を組合せて本装置が製品化された。写真は本装置の外観である。なお、当所で開発したP&C自動溶接制御装置は、新技術開発事業団を通じて三菱電機^(株)にその実施権が与えられた。

このP&C自動溶接制御装置によって、固定



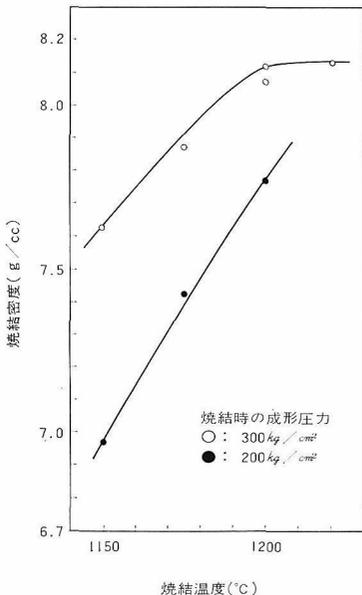
写真 小径管専用自動TIG溶接装置

管突合せ継手の開先加工精度の不均一や溶接の進行にともなう溶接姿勢の変化に対して十分安定な裏波ビードを形成させることができる。従来の管内シールド法では、電極が管の上部付近に位置しているとき溶融金属は重力の下向きの作用によって管内に垂れさがる傾向があるが、本法によって管内に溶融金属の重力に対応するわずかなガス圧をかけると、裏ビードの余盛高さを小さくすることができ全周均一にすることができると同時に、溶落ちを心配せず入熱を十分に与えて溶接することができる。本法の雰囲気圧力差を利用すれば、オーステナイト系ステンレス鋼小径管の例では突合せ継手の裏波ビードの余盛高さを0.1～0.3mm程度の範囲内に制御することができた。

粉末冶金法による高速度鋼の製造

高速度鋼は韌性とみ、耐熱性にすぐれており、さらに刃立性の良好なことから、ドリル、カッター、バイドおよびドリルダイスなどに大量に実用されている。その製造は溶製法によっているが、最近、粉末冶金法による高速度鋼の製造に関する研究が積極的に進められている。その理由は、粉末製造技術の進歩により酸化量のすくない合金粉が供給されるようになったことと焼結技術の開発により、高密度、高强度焼結部品の製造が可能となったからである。現在、わが国の高速度鋼の年間生産量は1万tonにも達しており、この生産量は粉末冶金法の特徴である量産によるコストダウンのメリットを十分に満足できるとともに粉末冶金法によれば金属組織が均一であり、かつ炭化物の微細化による切削性の向上ならびに著しい寿命の改善が期待される。

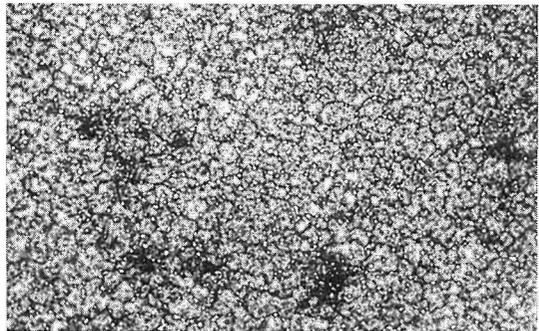
製造冶金研究部、粉末冶金研究室では液体噴霧法で製造した高速度鋼粉（JIS規格SKH9に相当する）を用い、真空Hot press法（焼結時の真空度 1×10^{-3} mmHg、ダイスは Al_2O_3 製）により高密度焼結材を製造することを目的として、焼結温度、焼結時の成形圧力および焼結時間などの諸因子が焼結体密度にあたる影響について詳細な研究を行ない、その焼結条件を明らかにしている。



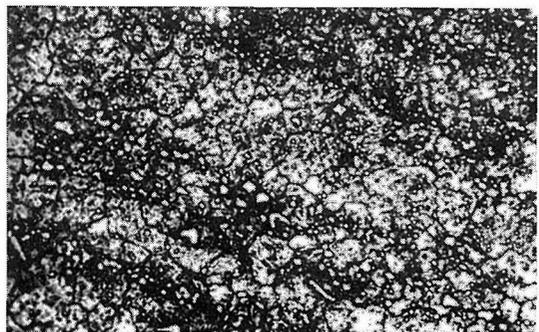
図

図は焼結時間を一定（10分）として焼結温度ならびに成形圧力が焼結密度にあたる影響を調べた一例である。図にみるように焼結温度が高くなるにつれて密度は向上し、成形圧力300kg/cm²、焼結温度1200℃で密度8.12

g/cc に達する焼結体が得られている。焼結時間が焼結密度にあたる影響は焼結時間10分で密度8.12 g/cc であるが、この焼結時間を15分に増加しても顕著な密度上昇はみられず密度は飽和している。これら焼結体を1220℃より油焼入れし、580℃で60分焼戻した試料のかたさはH_{RC}で60~64である。その組織は写真にみるように溶製材と比較して粉末冶金法の方が結晶粒は細かく炭化物が微細に分布している。旋盤による外周長手切削試験（被切削材はS55C、切削速度20 m/min 切り込み1.5 mm、送り0.1 mm/rev）を行った結果、密度が高くなるにつれて逃げ面の最大摩耗量は減少する。すなわち、密度7.63 g/cc以下の試料は溶製材と比較して最大摩耗量は多いが、7.92 g/ccではほとんどひとしく、これより密度が高くなると溶製材より最大摩耗量は小さいが断続端面切削試験結果は溶製材とほぼ同様である。



(a) 焼結鋼



(b) 一般溶装鋼材

写真 中炭素鋼切削時の工具面状態

脱酸調整鋼の被削性

切削加工作業の高能率化は切削加工機の高速化と超耐摩耗工具の出現などによって促進されつつあり、高速切削に適した鋼の開発も切望されてきている。

高速切削用の快削鋼としてはカルシウム脱酸調整鋼が研究され、現在相当量実用化されつつあるが、一方、従来の硫黄、鉛などを添加した快削鋼は中速切削速度以下に有効なもので、構成刃先との関連で被削性を向上させたものである。しかし、構成刃先が消滅する高速切削域ではその効果を発揮しえないので、これを補うため脱酸調整鋼との複合系としての有用性が研究されている。

鉄鋼材料研究部では高速切削にまでおよぶ広範囲な速度域で、被削性のすぐれた鋼の開発を目的とした研究を行なっている。

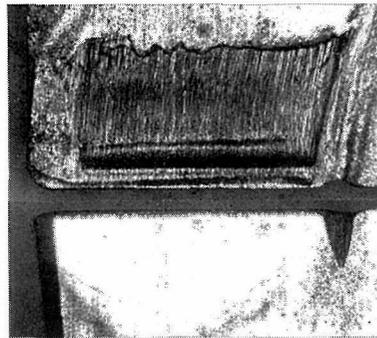
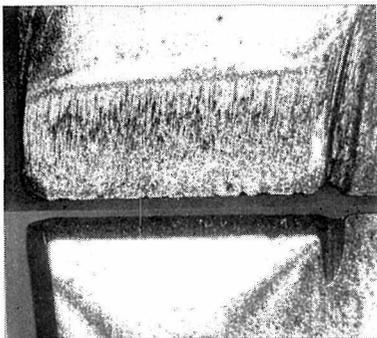
高速切削速度域では工具一切屑間の界面温度は 1000°C 以上にも及び、切屑として剪断する際の歪速度も 10^2 sec^{-1} 以上に達する。このため、切削部の加工硬化は熱軟化によって相殺され、工具と切屑間に激しい流動域が認められる。このような切削局部においては鋼中介在物の可塑性と工具への親和性が特に工具摩耗の進行状態に著しく影響をおよぼすと考えられている。

写真は通常脱酸剤として用いられるアルミニウムによる脱酸鋼と、被削性改善を目的としたチタン脱酸調整鋼を切削した場合の工具すくい面と逃げ面の状態である。チタン脱酸調整鋼の切削時に

は鋼中に生成した $\text{MnO-Ti}_x\text{O}_y$ 系を中心とする熱間可塑性の比較的すぐれた酸化物が、 WC-TiC-Co 系工具との親和性を増し、工具面に付着し、堆積して酸化物層を形成している。工具を覆うようにして形成された酸化物層には切屑が直接工具面を擦過することを防ぐクッションの役割と、工具一切屑間で行なわれる拡散を抑制し、工具特性を持続することの二重の作用が考えられる。

チタン脱酸調整鋼切削時のフランク摩耗量はアルミニウム脱酸鋼と比較すると中速から高速切削域で $1/2\sim 1/4$ 程度にしか達しておらず、その大半は切削初期に引き起される。このため、切削距離に対する摩耗量は緩慢なものとなる。このことはチタンを含む酸化物も切削初期には逃げ面摩耗を進行させていることを示唆している。しかし、逃げ面摩耗幅が増すことによってこの域の温度が上昇し、酸化物が可塑性を示し、工具面に付着し易くなるものと思われる。

被削材の工具摩耗抑制効果は工具の交換時間を延長することで切削工程の連続化を押し進め、さらには再研摩に伴う工具の取付、取はずし、寸法精度の出し直しから工具の置場面積にまで好影響をおよぼす場合も多い。今後、この種の快削鋼は切屑処理性などを高めることによって、切削工程の自動化、精密化に対応した方向にもむかって研究されるものと考えられる。



(a) アルミニウム脱酸鋼 (b) チタン脱酸調整鋼
(P10工具, 切削速度150m/minで20分間切削)

写真 中炭素鋼切削時の工具面状態

