

Title	金属のレーザガス切断に関する基礎的研究
Author(s)	竹内, 貞雄
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32798
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	竹 内 賢 雄
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 2 8 5 号
学位授与の日付	昭和 56 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 溶接工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	金属のレーザーガス切断に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 荒田 吉明 (副査) 教授 丸尾 大 教授 西口 公之 教授 井上 勝敬

論 文 内 容 の 要 旨

レーザーガス切断法はレーザー装置の高出力化が進むにともない急速に実用化されようとしている。本論文は金属材料、主として軟鋼板およびステンレス鋼板の切断にレーザー応用し、とくに金属の酸化反応を利用するため酸素噴流を併用するレーザーガス切断法について、その切断機構を明らかにし、さらに切断部品質を含めて総合的に切断性能を向上させる目的で行った一連の研究成果をまとめたもので、総論と本文 5 章からなっている。

総論では、熱断法としてのレーザーガス切断法の発展経過と特長を述べ、切断機構の解明の重要性など本研究の目的と意義および内容の概要を記している。

第 1 章では、本研究に使用した炭酸ガスレーザー装置とビームの特性を示したのち、軟鋼板およびステンレス鋼板(板厚はいずれも 0.5~7mm)のレーザーガス切断条件因子と、その切断性能に及ぼす影響を詳細に調べ、酸素噴流使用の有効性と適正条件を明らかにしている。

第 2 章は、レーザーガス切断機構を究明したもので、酸素噴流を使用した場合と窒素、アルゴン流を使用した場合とを対比しながら切断現象を調べている。切断前面の熔融スラグの流下現象を高速写真撮影によって解析し、放射温度計によって切断前面の温度を測定している。従来の酸素切断法では 1,600℃内外で、ほぼ一定していたのに対し、レーザーガス切断では切断速度とともに上昇し、2,150℃に達している例も確認している。ついでレーザー光による加熱と金属の酸化反応による寄与とを明確に区分しながら、入熱形態と切断現象を追究し、側壁の条痕形成など切断機構を軟鋼、ステンレス鋼について比較しながら明らかにしている。

第 3 章では、レーザーガス切断した切断部材の品質を評価する因子として、ドロス付着高さ、カーフ

(切断溝)の板厚方向の平面度および切断面の粗さの3因子に着目し、切断条件因子がこれに及ぼす影響を調べている。具体的に数値で示す評価方法試案も提示している。またドロス付着高さが他の評価因子と高い相関性を持つことを見出し、ドロス付着高さに関与するドロスの流動性と切断部材の材質および切断ガスの影響を明らかにして、品質改善の方向を示している。

第4章では、前章までに得た知見にもとづいて、ドロス付着の難点をともない易いステンレス鋼板の新しいレーザガス切断法として重ね切断法とタンデムノズル切断法を開発して、その成果を示している。すなわち前者ではステンレス鋼板の表面に薄い軟鋼板を重ね、同時に切断することにより、鉄のスラグの相対量を高め、流動性を改善してその離脱を助けている。後者はタンデムに配置したノズルから噴流を送り、物理的に熔融スラグの離脱を促進する方法である。いずれの方法によっても品質が改善できることを実証している。

第5章は、以上の研究において得られた成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

レーザガス切断法はレーザによる熱加工技術の一つであり、従来の諸切断法に比して高速度で、しかも精密度の高い切断法として注目されている。本論文は、1kW級炭酸ガスレーザを用い軟鋼板、ステンレス鋼板等にレーザガス切断を適用したときの切断性能とその切断機構について実験的に解明し、得られた知見をもとにさらに切断部品の品質の改善をも含めた切断性能の向上を計ったもので、その主な成果は次のごとくである。

- (1) 各種の板厚の軟鋼板、ステンレス鋼板の切断にレーザガス切断法を適用するときのレーザー出力、集束条件、酸素噴流ノズル径および圧力、切断速度などの切断条件因子の切断性能に及ぼす影響を詳細に調べ、最適条件域を見出している。
- (2) レーザガス切断法に酸素を使用したときの効果を窒素、アルゴンなどを使用したときと対比して解明した。すなわち、本切断法において切断に必要な熱の供給源はレーザによるものと、切断部の酸化反応によるものとに分けられ、低速度切断では酸化反応熱がレーザ投与熱を上まわり、高速度域ではレーザ投与熱が主要となるが酸化反応熱も一定レベルで維持されていることを認めている。
- (3) レーザガス切断前面での酸化反応は、2 m/min以下の低速度域では上縁部で周期的に生じ、2 m/minをこえる高速度域では連続的に進行する。それぞれの場合についてレーザービームのエネルギー密度と対応して示し、切断前面の反応温度は低速度域では約1,600℃で、高速度域では速度の増加と共に上昇し、10m/minでは2,150℃に達していることを確かめている。
- (4) 切断前面に投与されるレーザのエネルギーは一定の限界深さまでに消費され、これを越える板厚では酸化反応熱に依存するため、切断進行面は後方に傾斜し不整カーフ部を形成する。
- (5) レーザガス切断部の品質評価因子として切断面の粗さ、平面度およびドロス付着高さを取り、これらに及ぼす切断条件因子の影響を示し、従来の品質基準では評価できない板厚5mm未満の切断面