

# 炭酸ガスレーザーによるチタンの溶接 No. 98058

キーワード 炭酸ガスレーザー、チタン、溶接、ビッカース硬さ、引張試験

## 概要

チタンの溶接を行う場合、一般的にはTIG溶接で行います。しかし、溶接速度が遅く、大きな入熱量により溶融ビード幅が広がるため、熱によるひずみが大きくなるという問題があります。また、チタンは非常に活性な金属であり、高温において酸素や窒素を吸収して硬くなり、延性や靱性が低下します。そのため、溶接を行う場合には真空中あるいは不活性ガス雰囲気中で行い、大気から溶接部を溶接中および溶接終了後も遮断する必要があります。

一方、炭酸ガスレーザーを用いた溶接は高速で溶融ビード幅が細く高精度な溶接が可能であり、チタンの溶接の困難さを緩和することが期待できます。そこで炭酸ガスレーザーを用い、簡易な装置構成でチタンの溶接を行い、その特性を調べ、良好な溶接条件を明らかにしました。

## 溶接方法

最大定格出力5kWの炭酸ガスレーザーを用い、焦点位置を試料表面上として溶接を行いました。溶接金属を大気から遮断（シールド）するためにレーザーノズルよりレーザービームと同軸に15l/minのHeガスを流しました。また、溶接部の裏面には5l/minのHeガスを流し、バックシールドを行いました。なお、溶融後の溶接部を大気から遮断するためのアフターシールドは特別には行いませんでした。図1に溶接システムの概略を示します。

供試材としては大きさ100×60mm、板厚2mmの純チタン（JIS 2種）を用い、板の中央部にビードオンプレート溶接を行いました。

## 溶接性の評価

溶接性の評価のためにビード横断面のマクロ組織観察、引張試験、ビッカース硬さ試験を行いました。

ビード横断面の一例を図2に示します。得られた溶接ビードは余盛、裏波が形成されており、割れやポロシティなどの欠陥は見られませんでした。溶接ビードの溶融部、熱影響部は結晶

粒が粗大化しており、その境界（溶接ポンド）は不明確です。

図3はレーザー出力と溶接速度を変化させた場合に得られる溶接ビード形状を示したものです。良好なビード形状を得ることができる溶接速度はレーザー出力によって異なり、出力が大きいほど高速溶接が可能でした。

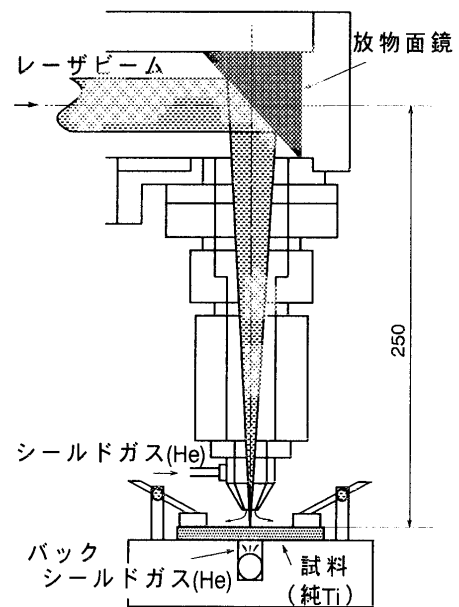
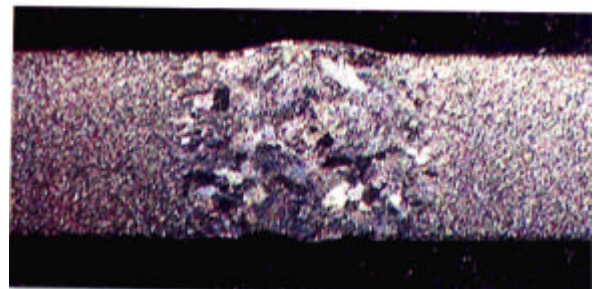


図1 溶接システムの概略図



1mm

図2 溶接ビード断面

貫通ビードが得られた条件の試料を用いて引張試験を行いました。試験片はJIS Z 2201の5号試験片のハーフサイズとし、溶接線と垂直に引張試験を行うよう切り出しました。溶接

部の余盛は削除しました。

引張試験の結果、引張強さは、一部の溶接条件を除き母材と同等以上であり、良好な結果が得られました。また破断は母材部、溶接部いずれでも発生しましたが、引張強さに差は生じませんでした。なお、溶接部において延性の低下が見られました。

チタンは酸素や窒素を吸収すると硬くなり、靱性が低下します。溶接部のビッカース硬さ分布を測定した結果を図4に示します。図中の数値はそれぞれの条件での溶接部の最高硬さを表しています。それぞれのレーザー出力において溶接速度を小さくすると溶接部は硬くなるという傾向が見られ、溶接線単位長入熱量(レーザー出力/溶接速度)が大きくなるにつれ酸素や窒素などの空気中のガスの影響が現れてきていると予想されます。

チタンの溶接作業標準によると純チタンの場合、正常な溶接部の硬さは母材の硬さよりHV40を越えないことを目安としています。従ってHV180(母材HV132)程度以下を正常な範囲と見なすことができます。最高硬さがHV180以下の範囲は溶接速度20mm/s程度以上、入熱量100J/mm未満の範囲でした。

ビード形状、硬さ試験の結果を図5にまとめます。アフターシールドをしなくても良好な溶接を行うことができる溶接条件は、レーザー出力が4kW以下では入熱量50~100J/mm、溶接速度20mm/s以上の図の斜線部分の範囲であることがわかりました。

### まとめ

炭酸ガスレーザーを用いて厚さ2mmの純チタンの溶接を特別なシールド(アフターシールド)なしで行ったところ、溶接線単位長入熱量50~100J/mm、溶接速度20mm/s以上の範囲で良好な溶接を行うことができました。

また、TIG溶接では必要なアフターシールドがなくても、溶接条件によって良好な溶接を行うことができましたが、これはレーザー溶接が局所加熱による急熱急冷をとまなう溶接方法で

あり、チタンが高温で空気と接触する時間が短くなるためだと思われます。

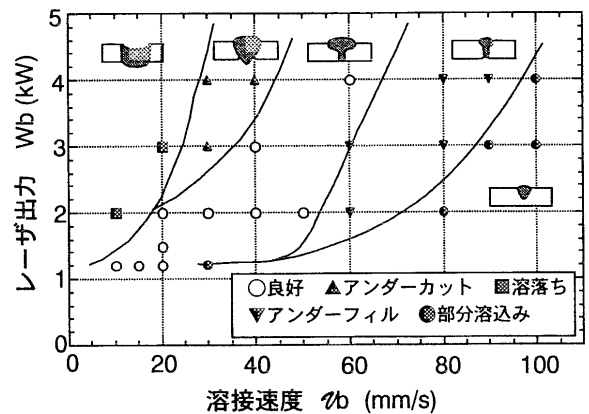


図3 各種溶接条件におけるビード形状

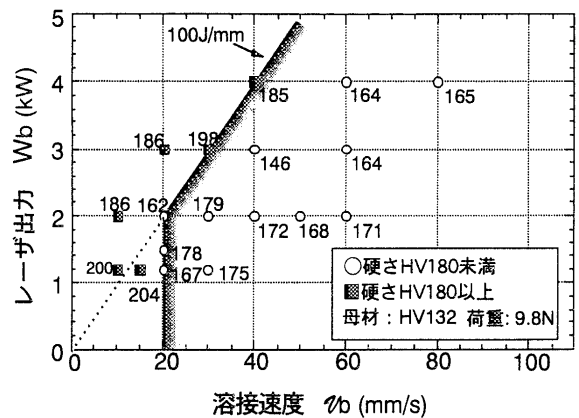


図4 各種溶接条件における最高硬さ

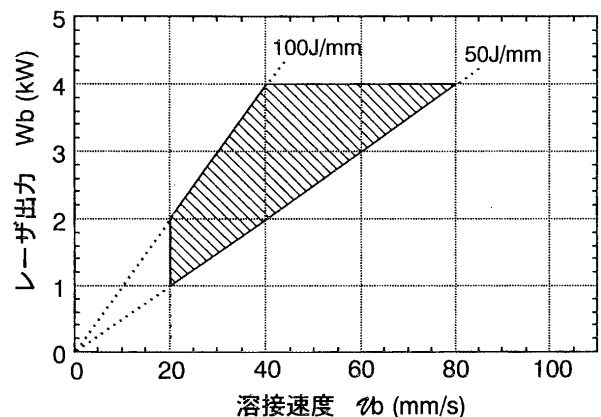


図5 レーザ出力と溶接速度における適正条件範囲