ステンレス薄板の微細切断に関する研究

小林　豊*　伊関　陽一郎*

Micro Cutting of Stainless Steel Sheet

KOBAYASHI Yutaka* and ISEKI Yoichiro*

抄　　録

ステンレス薄板の高精度・微細加工技術を確立するために高エネルギー密度レーザ光であるファイバーレーザを使って切断実験を行い，加工条件が加工品質に与える影響を確認した。また，条件を最適化することにより 20μm 程度の幅で切断できることを確認した。

1．緒　　言

現在，金属薄板に微細な切れ目を形成する方法としてはレーザ切断 [1]，ケミカルエッチング，電鋳 [2]などの方法が用いられているが，これらの加工方法には加工精度が出ない，工程が多く時間がかかる，価格が高い，などの課題がある。さらに，近年，より微細な加工精度が求められるようになっており，新たな加工技術の開発が期待されている。本研究ではエネルギー密度が高く微細加工への応用が期待されているファイバーレーザ [3]を使ったステンレス薄板の切断加工実験を行いその実用化の可能性を検討した。

2．ファイバーレーザ

ファイバーレーザは励起，発振，伝送を全てファイバーの中で行うシンプルな構造であり，もともとは通信用途に開発されたが，近年大出力化が進み，微細加工用途や既存のレーザの代替として注目されている [3]。発振用ファイバーはダブルクラッド構造をとり，外側クラッド層に導入された半導体レーザにより中央部の内部コアを励起してレーザ光を発生する。微小径の内部コアの中を伝達することで優れたビーム品質のシングルモードの高密度エネルギー光を発生することができる [4]。発振原理を図 1 に示す。

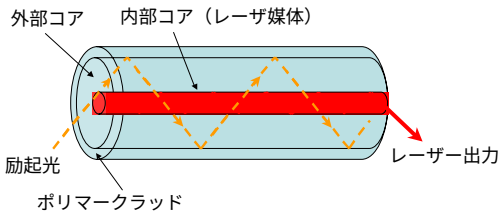


図 1　ファイバーレーザの発振原理

3．実験方法

ファイバーからコリメート光として照射されたレーザ光はエキスパンダーでビーム径を拡大した後，レンズで集光される。ビーム径は計算値で約 10μm であるが実際にはレンズの収差により若干大きいと考えられる。発振器は 5 軸の加工機に取り付けられており，レーザ光を照射しながらワークを移動して切断加工を行えるようになっている。なお，戻り光による発振器の破損を防止するためにレーザ光は加工材料に対し 10 度傾けて照射した。実験に使用した発振器・光学系の仕様を表 1 に，測定系を図 2 に示す。

4．実験結果

加工条件が加工品質に与える影響を調べるために，アシストガスの圧力と加工速度を変化さ

*中越技術支援センター

表 1　発振器・光学系の仕様

発振器	シングルモードファイバーレーザ RedPower(SPI社製) 最大出力50W（連続波/変調波） 波長1090±5nm ビーム品質M^2<1.1
光学系	焦点距離40mm エキスパンダー4倍

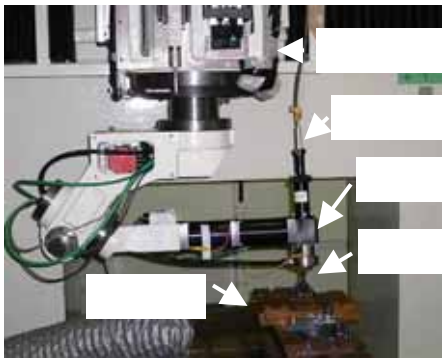


図 2　測定系

せて切断幅を測定した。図 3 にアシストガスの圧力を変えたときの切断幅を測定した結果を示す。比較のためアシストガスに空気と窒素を使って測定を行った。また，ガスボンベの圧力調整弁の制限から空気は 500kPa，窒素は 400kPa を上限とした。加工後の切断面を観察すると切断幅は均一ではなく一定のばらつきを持っているため，最もばらつきが少ないと思われる位置で測定した。空気，窒素ともにアシストガスの圧力が高くなるに従い，切断幅が小さくなる傾向が見られる。ガスによって高温のドロスが吹き飛ばされることや材料そのものが冷却されるためと考えられる。切断幅は空気と窒素を比較すると空気のほうが小さく，最小値は約 20μm であった。今回の測定系ではビーム径が 10μm 程度であることから妥当な数値と考える。

図 4 に切断幅が最小になったとき（アシストガスの圧力が空気は 500kPa，窒素は 400kPa）の加工面の写真を示す。空気の場合，表面に変色した熱影響部がみられる。また，切断部の内側に材料の溶融物が残っており窒素に比べ切断幅は小さい。窒素の場合は熱影響部は少ないが裏側に付着するドロスの量は空気の場合に比べて多くなっている。

図 5 に加工速度を変えたときの切断幅を測定した結果を示す。アシストガスに空気を使用し

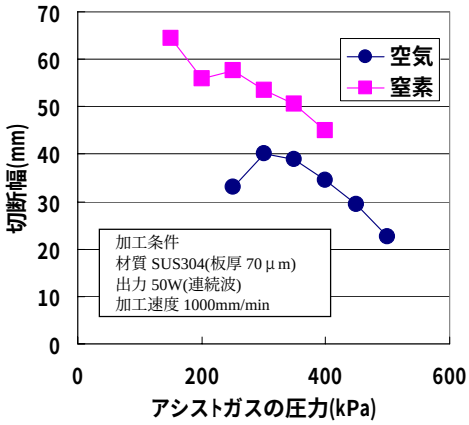
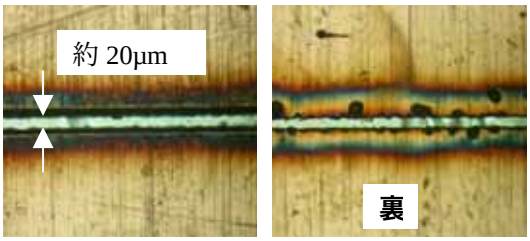
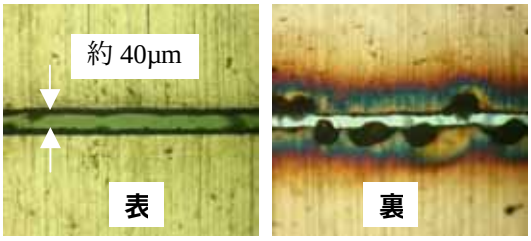


図 3　アシストガスの圧力を変えたときの切断幅の関係



(a)空気を使用した場合の切断面
（加工速度 1000mm/min，出力 50W，圧力 500kPa）



(b) 窒素を使用した場合の切断面
（加工速度 1000mm/min，出力 50W，圧力 400kPa）

図 4　切断幅が最小のときの切断面の写真

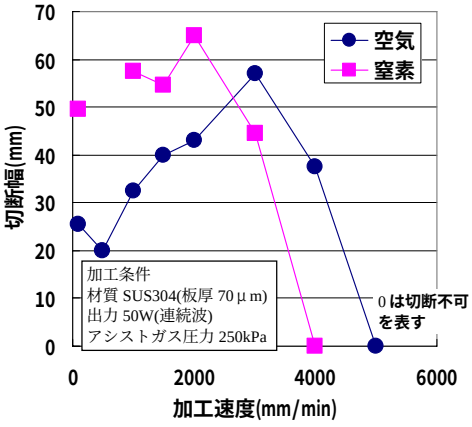


図 5　加工速度と切断幅の関係

た場合と窒素を使用した場合ともに加工速度が3000mm/min 程度までは加工速度が上がるに従い切断幅が増加している。切断面を観察すると加工速度が上がるにつれてドロスの付着が多くなり加工面が荒れていることからドロスの除去が不完全で高温のドロスが付着し周囲が溶解するためではないかと考える

5. 結　　言

最大出力 50W のシングルモードファイバーレーザを使用してステンレス薄板の切断実験を行い，加工条件の影響を調べた。アシストガスの圧力を高くすることで切断幅は減少した。加工速度が上がるに従い，加工面が荒れ，切断幅は増加した。また，アシストガスに空気を用いたほうが窒素に比べ切断幅は小さく，約 20μm で加工が可能であることを確認した。今後，測定系の制約から今回行えなかった条件での測定や，加工後の切断粗さ，変形量の測定など，さらに詳細な検討を行うことで，従来法にくらべ加工精度の向上，加工時間の短縮が期待できると考える。

参考文献

1)川澄弘道，”レーザー加工技術”，CMC テキニカルライブラリー，36-45

2)表面処理対策 Q＆A1000 編集委員会，”表面処理対策 Q＆A1000”，(株)産業技術サービスセンター，948-954

3)宮本勇，“ファイバーレーザーの応用”，溶接学会誌，72，8，2003，13-17

4)前田純也他，”ファイバーレーザー用ダブルクラッドファイバーの開発”，応用物理学会誌，73，11，2004，1450-1451