

製品紹介

ツイスターハイブリッド THB シリーズ製品紹介

Twister Hybrid THB Series

加端 哲也
Tetsuya Kabata

コマツ産機(株)板金 KBU (コマツ ビジネス ユニット) では、2000 年に“ツイスター”(ファインプラズマ切断機)を商品化して以来、数々の改良を重ねてきたが、現在この“ツイスター”は競合他社の追隨を許さない技術優位性により板金 KBU の柱となるまでに成長している。

この度、この“ツイスター”の強みを活かし、更なる市場拡大を目的として“ツイスターハイブリッド”を開発、市場導入した。その主な特長について紹介する。

In 2000, the Sheet Metal Komatsu Business Unit (KBU) of Komatsu Industries Corp. launched “Twister” (fine plasma cutter) and has made a series of improvements since then. “Twister” has grown as a pillar of the Sheet Metal KBU through technical excellence unrivaled by its competitors.

Aimed at further expanding the market, the KBU developed “Twister Hybrid” fully utilizing the strengths of “Twister” and the new product has made a successful market entry. The principal features of the new product are described below.

Key Words: 世界初、ツイスターハイブリッド THB、複合機、ダントツ、ハイブリッド加工、高生産性、高精度、低コスト、プラズマ、レーザ

1. はじめに

“ツイスター”は中厚板軟鋼の生産性とコスト、切断品質において、ダントツ性を有する商品として成長してきた。例えば一般的に、建設機械のアームやブーム等を鋼板から切断する方法として熱切断加工が行われる。この熱切断は主にガス切断、プラズマ切断、レーザ切断の3種類に分類され、それぞれ酸化反応を利用した切断方法である。図 1

にそれぞれの切断原理、特長を簡単に説明する。

従来は切断精度や環境性、段取性の課題よりレーザ切断が主に適用されてきたが、高コスト、低い生産性が課題であった。そこで、ツイスターの低コスト、高生産性が高く評価され、各種分野、特に建設機械部材の切断分野で非常に多く導入されている。

このツイスターとは実はプラズマであるが、よりレーザに近い切断品質と圧倒的な生産性により、プラズマの高速だが精度は悪いというイメージを払拭すべく“ツイスター”と命名している。

この度、更なるツイスター市場拡大と高生産性、低コスト、高精度を目的として、世界で初めてプラズマとレーザを融合した複合機“ツイスターハイブリッド”を開発し、市場導入した(図 2)。

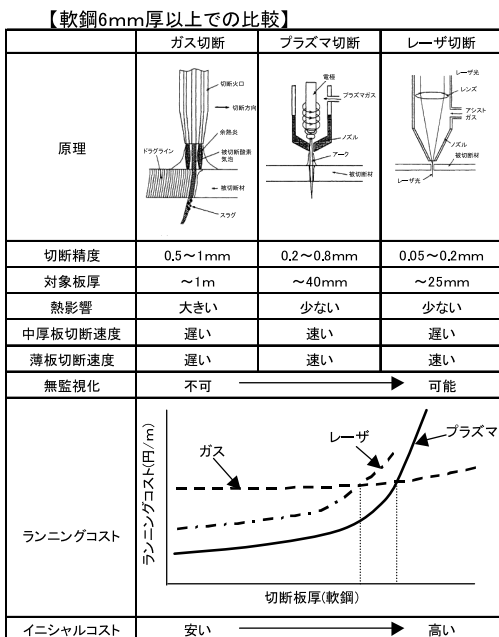


図 1 各種熱切断方法比較



図 2 ツイスターハイブリッド全景 (THB6082)

2. 開発の背景

- ① 更なる穴加工への高精度化の要求と夜間無監視運転への対応
- ② ツイスター事業領域の拡大
コマツ独自のコア技術であるツイスター技術の応用による事業領域の拡大
- ③ アライアンス先である独トルンプ社との関係強化
トルンプ社：世界最大板金機械メーカ

3. セリングポイント

“高生産性”，“高精度”，“低コスト”

中厚板切断（SS400 t4.5～t25）において高出力 6kW レーザに対し圧倒的な優位性を実現（図 3）。

ツイスターとレーザを組み合わせることにより、それぞれの使分け、あるいは穴をレーザ、外周をツイスターで加工するような複合加工が可能である。ユーザが製品精度や形状に応じて柔軟に加工方法を選択できる。

評価	詳細項目	ツイスター60kW	トルンプレーザ3.2kW	ツイスターハイブリッド	レーザ6kW
生産性	中厚板生産性	◎	△	◎	○
	厚板生産性	◎	×	◎	△
精度	高精度切断	○	◎	◎	○
コスト	ランニングコスト	◎	○	◎	△
	切斷安定性	○	◎	◎	◎
安定性	長期安定性	◎	◎	◎	△
	省力化	×	◎	◎	△
投資回収	投資回収シフト	◎	○	◎	○
トータル	トータル評価	◎	○	◎	△

◎最適、○適、△不適、×対象外

図 3 優位性

4. 構成と特長

4.1 構成

(1) 加工機サイズと構成

加工機サイズは加工寸法で幅 2.5m あるいは 3.1m, 加工長さで標準 6.2m, 12.4m の組み合わせより選択可能。長さに関しては、ユーザニーズに応じて自由に設定できる。駆動方式はラック & ピニオン+リニアガイド方式を採用している。早送り速度は、X 軸（長さ方向）で 25m/min, Y 軸（幅方向）で 50m/min と高速な送りを実現している。

構造としては、片持ちフレームに制御盤やレーザ発振器を搭載し移動するカンチレバー方式を採用している。一般的に、このようなサイズの大型加工機では両輪駆動方式であるガントリ方式が採用されるが、作業性の良さや経年変化による精度悪化を抑制するため、あえて剛性的には不利と言われている方持ちフレームを採用している。後述するが、この不利な点は綿密な構造解析により解消している。

この片持ちフレームにレーザヘッドとツイスターヘッドを完全独立制御で搭載し、レーザ加工中にツイスターヘッドはフレーム先端へ、ツイスター加工中にレーザヘ

ッドはフレーム根本へ退避する構成となっており、それぞれの加工時に発生するスパッタ等からそれぞれのヘッドを保護する構造となっている。それぞれの切り替えはプログラマブルに瞬時に行われ、切り替えによるタイムラグはほとんどない。

(2) ツイスターとレーザ

ツイスター電源は当社製 60kW ハイパワー電源を搭載しており、軟鋼で 36mm まで切断可能である。

ツイスターヘッドは当社独自の高速旋回流方式により切断面のテーパを補正する機能を有している。また、独自の制御シーケンスやガス制御方式により、従来プラズマに対し大幅に高速、高精度化を実現している。このツイスターは 15 年程前にファイブプラズマとして研究本部で生み出された商品であり、さまざまな改良を重ね、ツイスターとしてまさに今開花している。

レーザ発振器は、高性能独トルンプ社製 3.2kWCO₂ レーザを搭載しており、軟鋼で 16mm まで切断可能である。

当社は国内で独トルンプ社のレーザ加工機も販売しているが、この独トルンプ社は世界最大の板金機械、また工業用レーザ発振器のメーカである。本発振器は、レーザでは理想的なガウシアン形状に近いシングルモードビームを有しており、そのビームクオリティは非常に高い（図 4）。

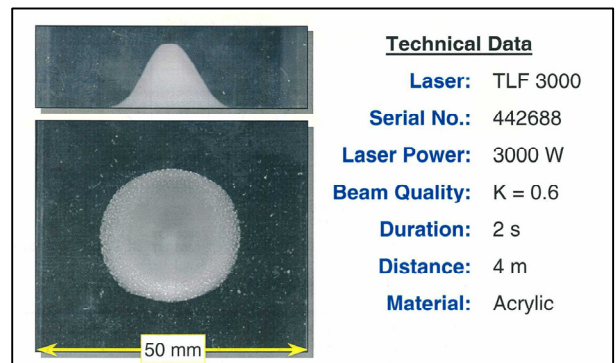


図 4 レーザシングルビームモード

4.2 特長

(1) 高速加工と厚板切断

60kW ハイパワーツイスター電源により、6kW クラスのレーザ加工に対し約 2 倍の高速加工を可能としている。

また、6kW レーザ切断可能板厚軟鋼 25mm に対し、36mm までの厚板切断が可能である。

また、3.2kW 高性能シングルモードレーザ発振器により、通常の 4kW クラスのレーザと同等の切断速度を実現している（図 5）。

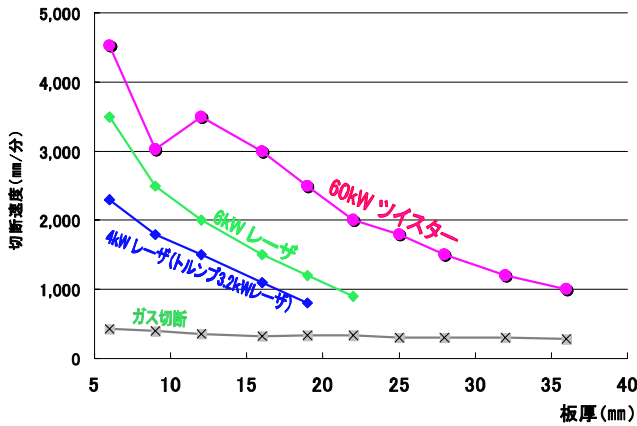


図5 切断速度比較

(2) ハイブリッド加工

従来ツイスター加工だけでは精度的に課題が残る場合があった小穴加工においてレーザ切断を適用し、外周は低コスト、高速なツイスター加工といったハイブリッド加工が可能となり、高い生産性と高精度、さらには低コスト生産が可能となった。6~16mmの範囲でハイブリッド加工が適用でき、従来に無い効率的な加工が行える。ハイブリッド加工により、6kW レーザに対し生産時間で20%、ランニングコストで20%の低減が可能である(図6)。

ツイスター加工



図6 ハイブリッド加工例

(3) 高剛性片持ちフレーム

先述したとおり、大型機では不利とされる片持ちフレームを採用しているが、この方式ではたわみによるレーザ光軸ずれによる切断不良、あるいは加減速時のたわみ変形による切断不良等のリスクが考えられるが、FEM 構造解析を十分に行いこれらのリスクを解消している(図7)。

また、片持ちのため駆動重心アンバランスによる動的精度不良もリスクとしてあるが、この点に対しては片持ちフレームを含む移動体の重心をラック&ピニオン駆動中心に配置することにより非常にバランスの良い駆動を実現している(図8)。

(4) AO (アダプティブオプティクス) の採用

レーザビームは、波長が揃っておりコヒーレントな光

であることが特長であるが、やはり発振器からの距離に応じて拡散し、ビーム径が大きくなっていく。レーザでは加工点までレーザビームをミラーで反射させ、加工点上でレンズで集光し、そのレーザパワーとアシストガスとして使用される酸素ガスとの酸化反応により加工が進行する。

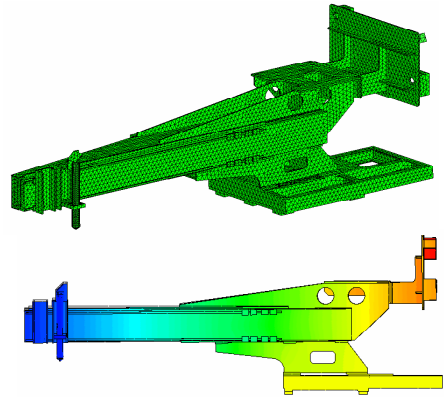


図7 片持ちフレーム FEM 解析

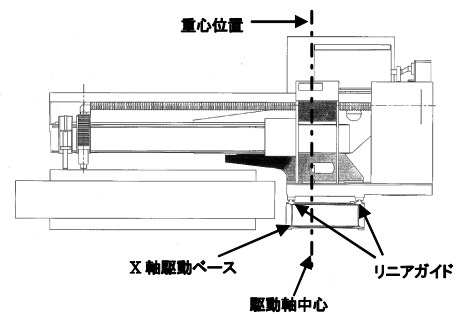


図8 片持ちフレーム移動体重心位置

しかし、レンズに入射されるビーム径が異なると焦点位置が変化し、加工位置によって切断特性が変わる問題がある。本システムでは発振器から加工点までの距離(以下、光路長と称す)が最大3.2m 変化する。レーザ光の広がり角は最大 2mrad であるので、最小と最大のビーム径差はおおよそ 6mm 程度となってしまふ。この変化を補正すべく、従来は光路長が常に一定となるように移動可能なミラーを2枚追加するメカ的な手法が取られていた。この方式では無駄にミラーが増え光軸の調整が困難であったり、経年変化での光軸ずれによる切断不良の要因となることもあった。

本システムではAOを採用している。AOとは曲率可変アダプティブミラーのことで、ミラーに供給する圧縮エアの圧力を制御することにより、自由に曲率を可変に制御できる先進のミラーである。このAOによる加工点位置情報によりエア圧を可変制御することでレンズに入射するレーザビーム径を常に一定にすることが可能となった。この結果、どの位置においても安定した加工が行える(図9)。

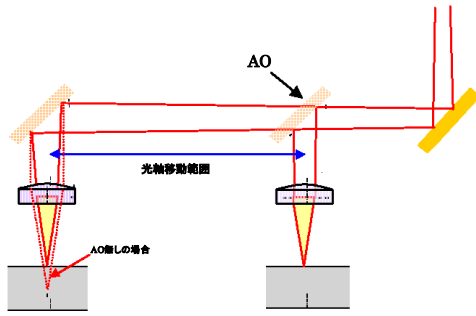


図9 AOの効果

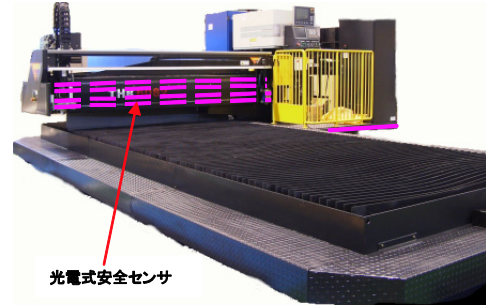


図11 光電式安全センサ

(5) クリーンな作業環境

熱切断加工では切断時に溶融金属が微細な酸化鉄となり、これがヒュームとなって上方に舞上がる。これは作業環境を悪化させる。この問題に対しては、プッシュプル集塵システムを採用し対応している。従来は加工テーブルに内蔵されたヒューム吸込口から集塵機によりヒュームを集塵するシステムであったが、本システムでは、吸込むだけでなく、その反対面より積極的に整流された風を送風することにより、テーブル内部に最適な風の流れを作り出し効率の良い集塵を行うプッシュプル方式を採用している (図10)。

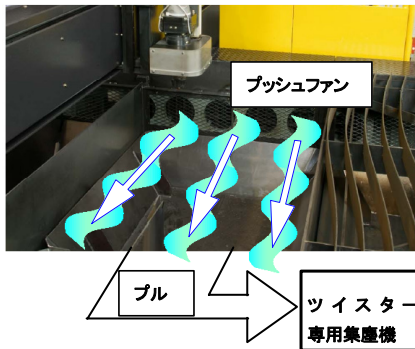


図10 プッシュプル集塵システム

(6) 安全性の向上

大型のフレームが高速で移動するため、テーブル上部でオペレータが作業している場合、衝突や挟まれの危険性がある。この危険を回避するため、片持ちフレームの前後に光電式安全センサを配置し、光線をさえぎると即座に停止する構成としている。また、その他の稼動部も接触式のテープスイッチを装備し高い安全性を確保している (図11)。

5. 終わりに

ツイスターハイブリッド THB の開発は、ツイスターのダントツ性から生まれた商品であり、更なるダントツ性を狙って開発を行った。また、世界初の複合機でも有り、さまざまな障害があったが、予定通り開発を行うことができた。

また、すでに1号機がユーザで稼動中であるが、非常に順調に24時間稼動を実現している。ユーザからは“1粒で2度おいしい”との評価を得ている。

この新発想の加工機は、ユーザの製造プロセスの変革をもたらすことができると信じている。

筆者紹介



Tetsuya Kabata
かばた 哲也 1991年、コマツ入社。
現在、コマツ産機(株) 板金KBU所属。

【筆者からひと事】

今回、世界で初めてプラズマ・レーザー複合機を開発したが、さまざまなリスクがあった。また、すべて新規設計で6ヶ月間という開発期間であり、非常にタイトであったが、構造解析や綿密なFMEA等により、効率的に予定通り開発を行うことができ、またQCDも達成できた。これはひとえに開発者達が同じベクトルで目標に向けて突っ走った結果であると思う。後は、開発サイドとしても、拡販に向けて営業部隊とともにがんばっていく所存です。