

技術論文

フレキシブルタンデム溶接システム

Flexible Tandem Welding System

森 浩樹

Hiroki Mori

浅田 毅

Tsuyoshi Asada

板金溶接部品の生産性向上・高品質化は、建機需要の拡大に伴い強く要望されている。当社では、従来のタンデム溶接の欠点を克服した画期的なトーチ機構と溶接条件制御技術の開発により、これらのニーズに応えた「フレキシブルタンデム溶接システム」を開発・市場導入したので紹介する。

As the demand for construction machinery increases, the improvement of productivity and quality of sheet metal welded components comes to be more strongly required. Komatsu succeeded in developing an epoch-making torch structure and welding conditions control technology that overcome the disadvantages of conventional tandem welding system as well as developing and marketing the “flexible tandem welding system” that employs these new technologies to meet such severe requirements. This report introduces the new system.

Key Words: Tandem Welding, Flexible Tandem Welding.

1. はじめに

建設機械の需要は近年グローバルに拡大基調にあり、部品生産・車体組立工場では増産体制に伴い設備能力の不足をきたしている。このような環境下で板金溶接工場では、溶接ロボット生産性の生産性向上が急務となっている。

当社では、出来高向上・高品質・リードタイム短縮のニーズのもとに、溶接生産性の大幅向上を狙った「フレキシブルタンデム溶接システム」をコマツと共同で開発し、昨年5月より導入を開始した。

また、導入に先立ち、コマツエンジニアリング単独特許4件、コマツとの共同特許1件を出願した。

本稿では、従来のタンデム溶接工法に画期的改良を加え、低価格・省スペース化も兼ね備えた溶接工法とシステム化技術、建設機械への適用事例を紹介する。

2. タンデム溶接とは

2つの独立した電極(先行極と後行極)を溶接線に平行に配置し、先行極と後行極を所定の間隔(極間)に保ちながら、それぞれ独立した溶接条件(電流・電圧値)で制御し溶接することを特徴とする工法である。(図1)

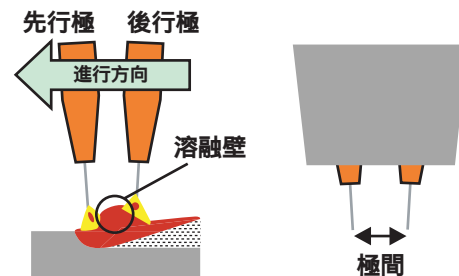


図1 タンデムの溶接状態と極間

3. 従来のタンデム溶接

コマツの初期型や一般のタンデムトーチ形状は、1ノズル2ワイヤ(図2)であるが、このトーチ構造ではコーナ部分の追込み溶接やブラケット類への干渉を避ける事が不可能であり、トーチが一体型なのでシングルでの溶接に向向きであった。

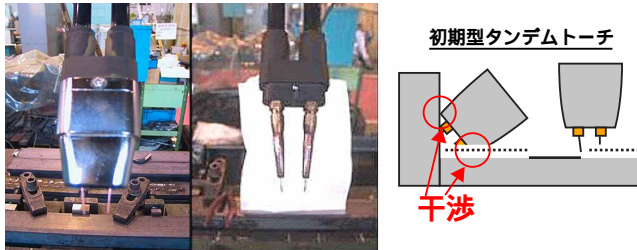


図2 初期型タンデムトーチと溶接動作

4. フレキシブルタンデム溶接システム

当社では、従来のタンデム溶接トーチでの欠点を克服し、下記の特長を兼ね備えたフレキシブルタンデム溶接システムを開発した。

- (1) 高速溶接 (約2倍)・高溶着率 (生産性 1.3倍)
- (2) フレキシブルトーチ構造
2タイプ: チェンジャ方式 スライド方式
- (3) 高品質タンデム溶接 - 溶接欠陥レス, 外観品質向上
以下にこれらの特長について詳細に述べる。

4.1 フレキシブルタンデム溶接の特長

(1) 高速溶接・高溶着率

本工法では、大電流(1電極の約2倍の700A)での溶接条件と極間の距離を最適条件にすることにより、対象部品の板厚に応じた高速溶接・高溶着率溶接が可能となった。

- ・中厚板 (大型フレーム等) 高溶着率・高速溶接
- ・薄板 (タンク・外装等) 高速溶接主体

高速溶接では、従来シングル溶接の約2倍の溶接速度が可能となり(表1)、高溶着率では、中厚板溶接で約1.3倍の生産性向上 製品当りのサイクルタイム比 実績が得られた。

表1 シングル/タンデム溶接条件比較

水平隅肉 (脚長8mm) MAG		先行		後行		速度
		電流	電圧	電流	電圧	
ワイヤ1.2mm	弊社シングル条件	320	32.5			35
	タンデム条件	350	26	300	31	70
ワイヤ1.4mm	弊社シングル条件	390	32.5			35
	タンデム条件	380	30	325	30	70

(2) フレキシブルトーチ構造

従来のトーチ一体型では、終始端・狭隘部の溶接ができないため溶接カバー率が落ちるが、シングル溶接と同等のカバー率を確保した2タイプのフレキシブルトーチ構造を開発したのでその特長を紹介する。

チェンジャ方式(図3)

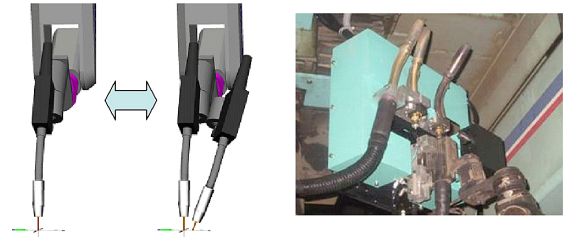


図3 チェンジャ方式

<特長>

- ・タンデム溶接の高速・高溶着とシングル溶接の狭隘部・端部溶接がトーチ・チェンジャで併用が可能。
- 特に、建設機械の様な狭隘部、コーナ部、端部溶接が多い溶接部品には有効な方式。
- ・現行のシングル溶接プログラムはそのまま利用可能でタンデム溶接可能部分のみ追加訂正で対応可能。

スライド方式(図4)

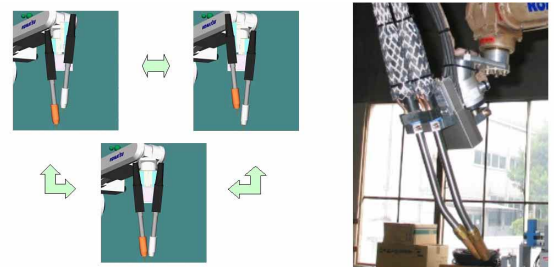


図4 スライド方式

<特長>

- ・溶接中アークを切ることなく、スライド機構によるタンデム/シングルの切替えにより、終始端部・コーナ部の溶接が可能となり後工程の手直しが大幅低減される。
- (図5)

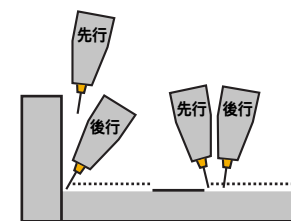


図5 スライドタンデムトーチ

特に、溶接線が連続する部品(タンク、鉄骨コラム等)の高速・高溶着溶接には有効な方式である。

- ・市販品のトーチを2本利用可能な設計思想により、イニシャルコストと消耗品等のランニングコストの削減が図れる。

(3) 高品質タンデム溶接

タンデム溶接での溶接品質(内部欠陥(図6)・外観品質)を向上させ、スパッタ量の発生を抑えた溶接条件を溶接ノウハウとノウハウを織り込んだタンデム溶接条件制御インタフェースの開発により確立した。

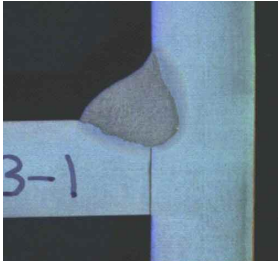


図6 断面マクロ(脚長8mm)

溶接ノウハウとしては、タンデム溶接の先行電極と後行電極にそれぞれ役割を持たせる溶接条件を設定した。先行電極では溶接電圧を絞り、溶け込みを重視した溶接条件を設定し、電圧絞込みにより、発生するスパッタが溶融壁の中に吸収され発生量が抑えられる。後行電極は、電圧の調整により溶接ビード外観の止端形状を整える役割を果たす条件を設定した。

上記の先行極と後行極の溶接条件を制御する方式として先行極に対する後行極溶接条件データベースを保有する、タンデム溶接用インタフェースを開発した。(図7)

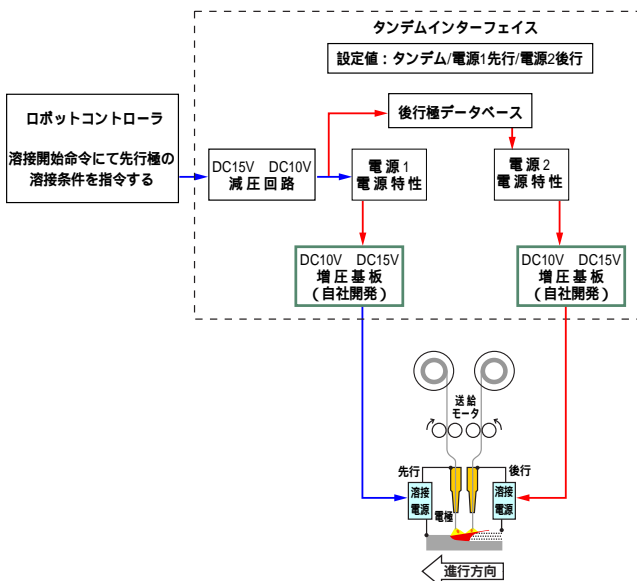


図7 タンデム用インタフェース制御の流れ

4.2 コマツ3工場への導入実績台数

昨年5月～本年1月までの短期間にコマツ板金溶接3工場(粟津, 真岡, 大阪)へ計9システムの導入実績を表2に示す。既存のロボット溶接プログラムがそのまま使えるチェンジャ方式を採用し、既存システムの改造で対応してきた。

表2 タンデム溶接システム導入実績

No	対象ワーク	工場	システム数	方式
1	PC78, PC128ブーム	粟工	2	チェンジャ
2	PC300～PC400ブーム	大工	2	チェンジャ
3	PC1250～ブーム	大工	2	チェンジャ
4	WAリアフレーム	真岡	1	チェンジャ
5	WAサイドプレート	粟工	1	スライド
6	モータグレーダF/フレーム	真岡	1	チェンジャ

4.3 建機ブーム溶接への導入事例 チェンジャ方式
油圧ショベルのブーム溶接への導入事例を記す。

タンデム対応溶接線の溶接速度は、シングルとの2倍強を実現しており、また溶着率が約2倍向上することによる溶接層数の低減効果等により、生産性(製品当りのサイクルタイム比)は1.3倍に向上し高品質の溶接が可能となった。(図8, 図9)

導入では、まず既存システムの改造による「チェンジャ方式」で対応し、シングルトーチとタンデムトーチを切替えて既存のシングル溶接のプログラムをそのまま使いながら、順次タンデム溶接化に移行してきた。

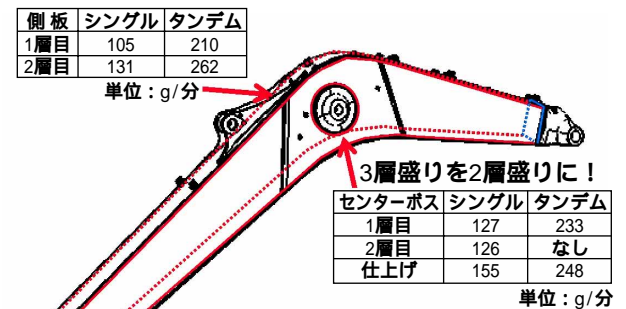


図8 タンデム対応溶接線

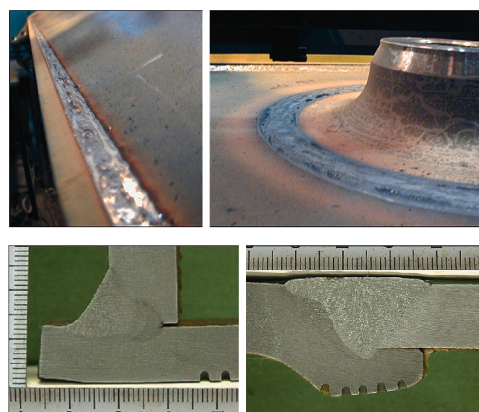


図9 タンデム溶接品質

5. 薄板への適用拡大

これまで述べた内容は、中厚板に対する溶接に特化して記載してきたが、タンク等の薄板(板厚4.5t)へのタンデム溶接化の検討内容について述べる。

これまでのタンデム溶接の試験をもとに問題点を洗い出すと、小R部の溶接をどのように対応するのが問題となった。2つの電極間では小Rの溶接は不可能で極間の3~4倍のR部が必要となる。しかし薄板では小さなR部がほとんどなのでシングル溶接で実施する必要がある。シングルとタンデム溶接を切替える際に「シングル タンデム シングル」の溶接は途切れることなく溶接することは可能なのだが、「タンデム シングル タンデム」ではシングルからタンデムへの切替わりで溶接の途切れる部分が発生するため、切替えの工夫が必要になる。

溶接条件と極間とトーチ動作の調整で、溶け込み不良の発生とビード不揃いをなくした。また、複雑動作もインターフェイスの後行極条件保持機能によりプログラムの簡素化も可能になった。(図10)

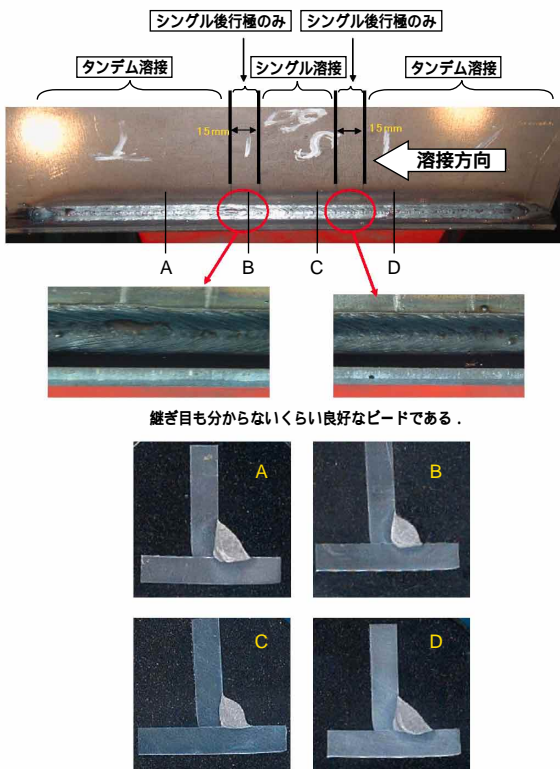


図10 薄板タンデム溶接(溶接速度100cm/min)

6. 特許出願

以上に述べたフレキシブルタンデム溶接に関するチェンジャ方式とスライド方式の特許を計5件出願している。(表3)

表3 特許出願件数

No	件名	出願番号
1	溶接方法及び溶接トーチの装置構造	特願2004-029710
2	複数トーチを備えた溶接ヘッド及び溶接方法	特願2003-315600
3	溶接トーチのヘッド交換方法及び装置	特願2004-244287
4	複数トーチを用いた溶接方法	特願2003-297539
5	複合溶接ヘッド及び並設トーチを用いた溶接方法	特願2003-109295

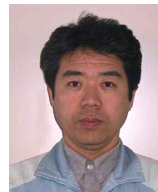
*No.3は、コマツ粟津工場との共同出願

7. おわりに

コマツエンジニアリングでは、従来の2極固定式タンデム溶接トーチに対して、スライド式とチェンジャ式の画期的な機構と高速・高溶着・高品質の溶接条件制御技術を開発し、建設機械や鉄鋼溶接への導入を行い生産性の大幅な向上に貢献してきた。

今後は、サイクルタイム比2倍を目指したタンデム新工法、ソフトウェア開発、正味溶接時間を向上させるセンシング等の時間短縮のための技術開発~導入を行うとともに、タンク等の薄板から造船・橋梁等の極厚板までカバーできる高能率・高品質溶接へチャレンジしていく。

筆者紹介



Hiroki Mori
もり ひろき
森 浩樹 1983年、コマツ入社。
現在、コマツエンジニアリング(株)所属。



Tsuyoshi Asada
あさだ つよし
浅田 毅 2001年、コマツ入社。
現在、コマツ 粟津工場 所属。

【筆者からひと言】

新開発の「フレキシブルタンデム溶接システム」はコマツ社内での実績をもとに協力企業への展開を図り、この実績から新たな開発を行いたい。