

溶接の高品質，高性能，低コストを求めて

～高能率タンデムエレクトロガスアーク溶接法の鉄骨極厚溶接継手への適用～

Application to a Steel Frame Thick Welding Joint of High Efficiency Tandem Electro Gus Arc Welding Method

津山 忠久
Tadahisa TSUYAMA

川田工業(株)技術研究所溶接研究室

湯田 誠
Makoto YUDA

川田工業(株)技術研究所溶接研究室室長

4面ボックス柱の角継手部に主に採用されている溶接施工法はサブマージアーク溶接法による大入熱1パス施工であり、鋼種・板厚に応じてCO₂ガスシールドアーク溶接法との混用施工が行われています。これらの工法は溶接部の機械的性能が母材規格値を満足することを基本に、大入熱溶接条件を標準的に採用した工法として多くの実績があります。しかし、近年の溶接部への高い性能要求に対応するために最適条件設定の見直し（低入熱施工）を度々求められ、これに伴い能率が著しく低下し製造者側の大きな負担となっています。

このような状況に対応するために「高品質・高性能・低コスト」の3つを同時に満足する、これまでにない新たな施工方法が求められています。そこで我々は、造船向けに開発され実適用されているタンデムエレクトロガスアーク溶接法（タンデムEGW法）に着目し、これを極厚ボックス柱角継手部に適用すべく検討した内容を紹介します。

タンデムEGW法の特徴と課題

以下にタンデムEGW法の特徴を示します（図1、図2参照）。

- ・ 2電極立向溶接法
- ・ 板厚80 mmまで1パス施工可で非常に高能率
- ・ 板厚80 mmで入熱量約600 kJ/cmの大入熱溶接法
- ・ 造船では固定式裏当て材（固形フラックスor水冷銅板）で施工

本法は、造船業界では実績のある溶接工法としてほぼ確立されています。ただし、ボックス柱角継手部への適用を考えると以下の課題がありました。

- ① 裏当て材での施工は開発メーカーも未経験（溶込み深さを得るための施工条件検討）
- ② 大入熱溶接となるため、溶接金属部・熱影響部の性能は？（ワイヤ・鋼材の選択）

③ 長時間施工は可能か？（スラグの排出性の向上）
以上について検討した結果を以下に示します。

標準施工条件の決定と継手性能

課題①の開先形状や溶接条件などの施工条件の決定には、課題②についても同時に考慮が必要となります。つまり健全な溶接部が得られ、かつ溶接金属部の機械的性能が目標とする性能（引張強さ：母材規格値以上，0℃

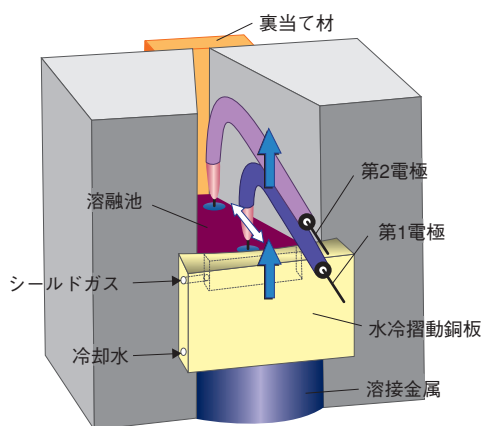


図1 タンデムエレクトロガスアーク法機構図

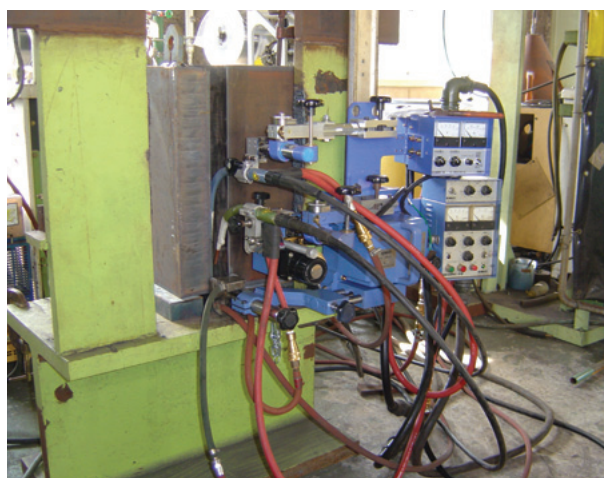


図2 タンデムエレクトロガスアーク溶接機

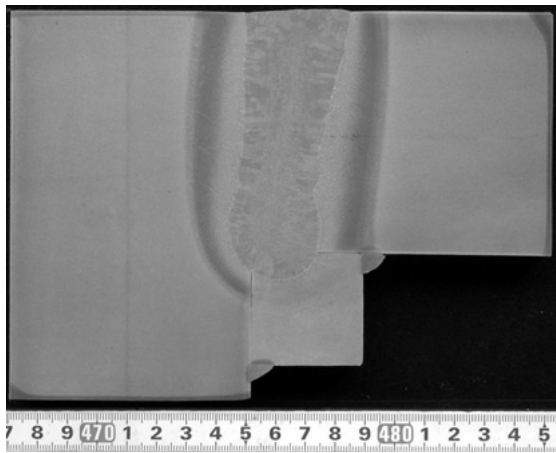


図3 マクロ試験片 (板厚80 mm)

吸収エネルギー：70 J以上) を満足する標準施工条件を見出す必要がありました。極厚角継手部 (板厚80 mm) を対象とし、開先形状・開先角度・ルートギャップ・電極の狙い位置・電圧など多くの項目をパラメータとして実験を行った結果、図3のマクロに示すような裏当て金への十分な溶込みとともに健全な溶接部を得られる最適条件範囲を確認しました。図4には溶接金属部の引張強さと入熱量の関係、図5には溶接金属部の0℃シャルピー吸収エネルギーと入熱量の関係を示しますが、目標とする性能を満足するには入熱量は約650 kJ/cm以下とする必要があることがわかりました。以上の結果を総合し、性能確保可能で、かつ健全な溶接部が得られる標準施工条件を決定することが出来ました。

図6には590 N/mm²級鋼 (SA440C：2タイプ) を用いたときの1/2 t位置での0℃吸収エネルギー分布を示します。高HAZ靱性鋼を使用することで熱影響部の0℃吸収エネルギーは70 J以上の高い靱性を得られることがわかりました。なお高HAZ靱性鋼は各ミルメーカーによって特性が異なるために、採用鋼材ごとの組合せによる性能を認識しておくことが重要となります。実験では、これまでに3メーカーの高HAZ靱性鋼について熱影響部を含めた機械的性能の確認を行っています。メーカーごとに熱影響部の性能に優位差はあるものの、すべて目標とする性能を満足する結果でした。

次に課題③について、溶融プール上に滞留するスラグは溶接ワイヤから投入される供給量と、溶接ビードと水冷摺動銅板の間から排出される量のバランスが悪いと、過剰なスラグによってアーク不安定が生じやすく、最終的には溶接不可能となります。現状は排出量が十分でなく長時間施工が出来ないため、スムーズにスラグを排出すべく水冷摺動銅板の改良を検討しています。ボックス柱角継手部に適用する場合、溶接長は10 mを越えることが予想されます。従って本課題は実用化に向けた重要課題となっています。

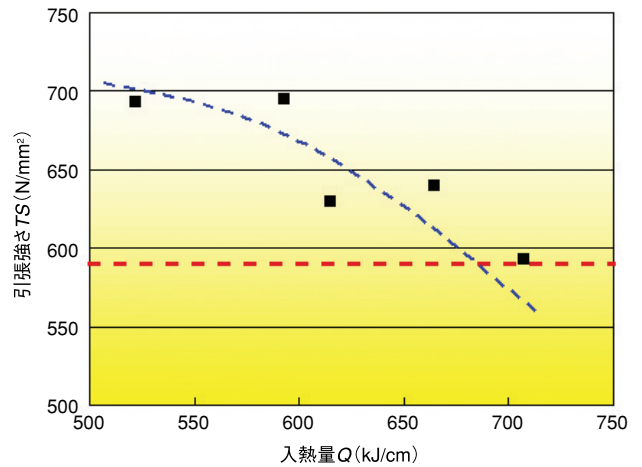


図4 溶接金属部の引張強さと入熱量の関係 (板厚80 mm)

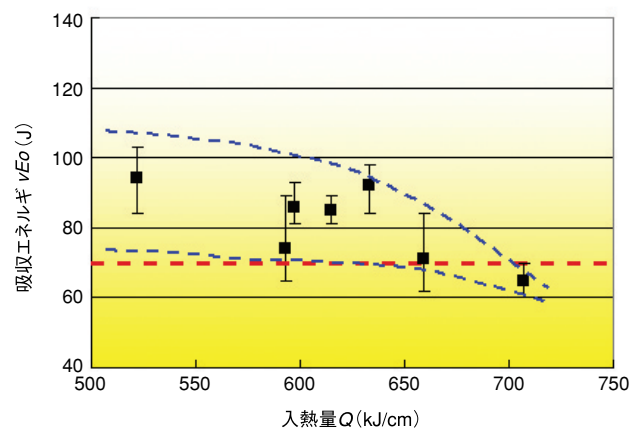


図5 溶接金属部の吸収エネルギーと入熱量の関係 (板厚80 mm)

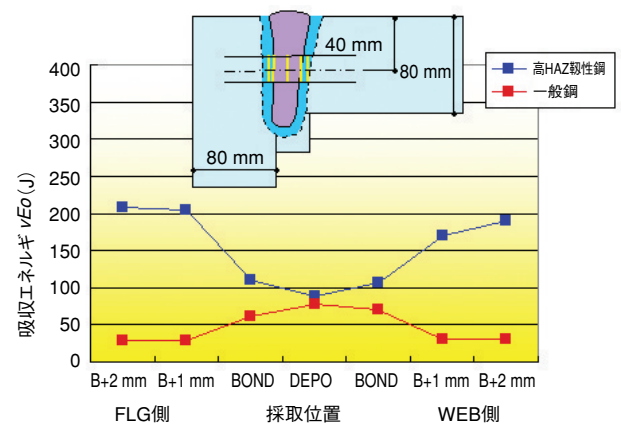


図6 SA440Cを使用したときの吸収エネルギー分布 (1/2 t位置 入熱量641 kJ/cm)

まとめ

極厚ボックス柱角継手部に適用する新たな溶接工法として、タンデムエレクトロガスアーク溶接法を検討しました。数々の基礎実験ならびに各種鋼材との性能確認において、本法は鉄骨製作に採用可能であることを認識しました。今後はスラグの問題など、施工性向上に向けた検討を深めていくつもりです。