

高トルク摩擦攪拌接合装置の開発と摩擦攪拌接合継手の評価

石川島播磨重工業(株) 正会員 ○北山暢彦
 大阪大学大学院 正会員 大倉一郎
 石川島播磨重工業(株) 黒木康徳

石川島播磨重工業(株) 正会員 森安 宏
 石川島播磨重工業(株) 大岩直貴

1. 緒言

近年、アルミニウムで床版を製作することが検討されてきている。溶接部の強度向上のために従来の溶融溶接ではなく、摩擦攪拌接合（FSW）の適用を検討し、これまでもアルミニウム床版の材料特性、アルミニウム床版の疲労特性について報告してきた¹⁾²⁾。本報では、接合中の各パラメータをモニタリングし、ツールの位置を制御する機構を持つ高トルク摩擦攪拌接合装置を開発・製作したので紹介する。また実機施工時に想定される開先のギャップ、目違いなどが継手の強度に及ぼす影響を調査した結果を報告する。

2. 高トルク摩擦攪拌接合装置

製作した摩擦攪拌接合装置の主要機器配置図を図1、外観を図2に示す。主軸モータとして、塑性流動性の悪い合金や厚板に対応出来るよう、22kWのインバータモータを選定した。またツールと被接合材の相対位置は、継手性能に影響を及ぼすため適切に管理する必要がある。本装置では、接合中のツール位置および主軸スラスト荷重をモニタリングするセンサを内蔵した。センサからの信号を基に、ツール先端の位置を制御し、適切な位置をキープした。このツール位置移動は、750WのACサーボモータによって行われる。図3に接合中のツール位置、軸荷重のモニタリング例を示す。

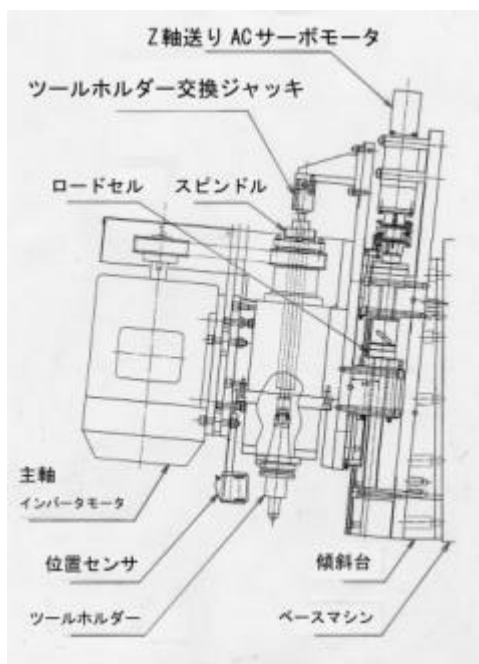


図1 主要機器配置図



図2 装置外観

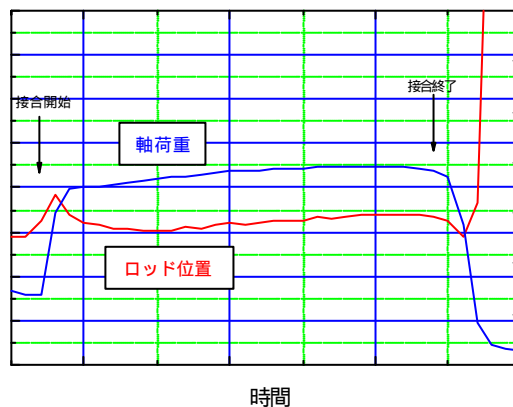


図3 接合中モニタリング例

3. 摩擦攪拌接合継手の強度、組織に及ぼす接合面のギャップ、目違いの影響

橋梁などのアルミニウム大型構造部材へのFSWの適用には、接合面の開き（＝ギャップ）や段差（＝目違い）など、素材や施工上のバラツキへの対応が必須であり、これを把握する必要がある。供試材料は板厚12mmの6N01-T5アルミニウム合金を用いた。供試体の製作には、前述のFSW試験装置を使用し、ツール回転数1500rpm、接合速度370mm/minの条件で接合した。予め隙間ゲージにて所定のギャップ量および目違い量を設定して試験体を製作した。

キーワード：アルミニウム床版，摩擦攪拌接合

連絡先：石川島播磨重工業(株) 橋梁事業部 東京都江東区毛利 1-19-10 TEL03-3846-3150 FAX03-3846-3345

図 4 に、開先ギャップ量と引張強さの関係を示す。ギャップ量 0.5mm の場合は強度低下は認められない。また破断位置はギャップ無しと同様に熱影響部である。しかしギャップ量 1.0mm では引張強さが大きく減少し、また接合部内にて破断している。図 5 に異なるギャップ量で接合した継手の外観を示す。ギャップ量 0.75mm 以上では、表面に割れ状の欠陥が観察される。また接合部の幅もギャップ量増加にともない減少している。すなわち開先ギャップの存在により、ツールからの入熱および塑性流動が不十分となったため接合欠陥を生じ、強度低下を招いたと考えられる。本研究のツールおよび接合条件では、健全な接合を実現するにはギャップ量を母材板厚の 5% 以下とすることが必要であると判断した。

目違い量と強度の関係は、目違い量が大きくなると、接合時のかえり量の増加が見られる。しかしながら、図 6 に示すように目違い量 1.5mm においても目違い無しと比べて強度低下は認められない。またいずれの試験においても、接合部近傍の熱影響部にて破断する。断面マクロ観察では、目違い量増加とともに最大約 100 μ m の微小な空隙が裏面近傍に観察されるが、これらは引張り強度には影響を及ぼさないと考えられる。

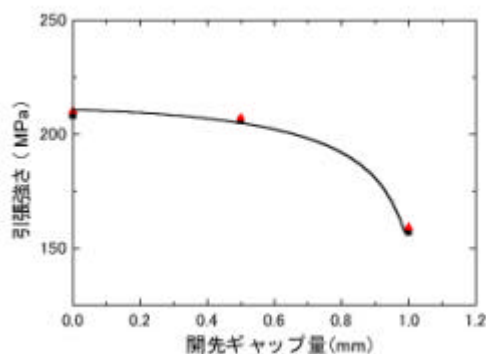


図 4 ギャップ量と引張強さの関係

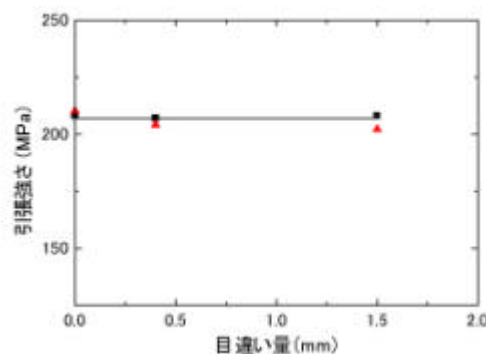


図 6 目違い量と引張強さの関係

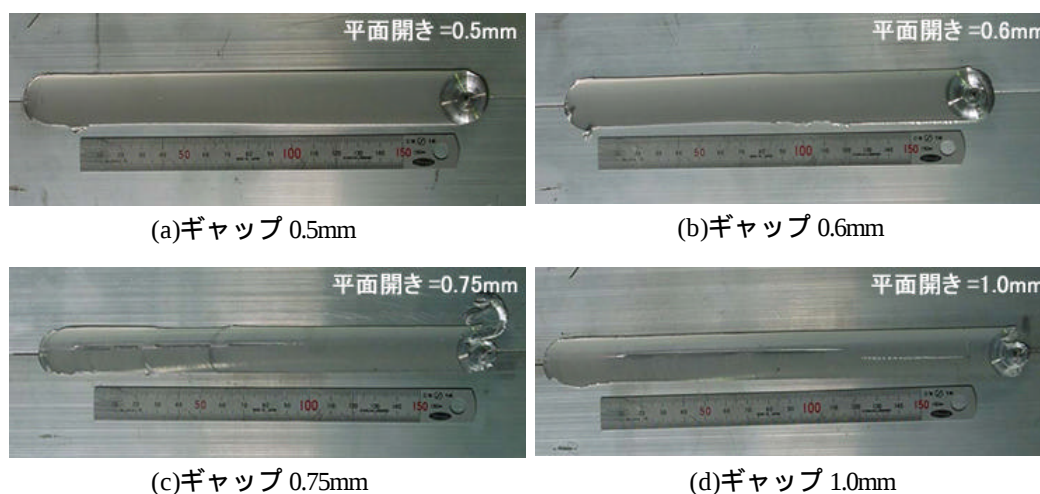


図 5 異なるギャップ量で接合した継手の外観

[謝辞]

本研究は、「平成11年度2次補正予算 材料関連知的基盤整備事業 非鉄金属系材料に関する知的基盤整備事業 アルミニウム特性データベース アルミニウム材料の接合特性データの整備」³⁾の一環として行われた。研究遂行にご尽力ならびにご助言いただいた関係各位に深く感謝の意を表す。

[参考文献]

- 1)大倉一郎、鳴尾亮、Vigh、Laszlo Gergely、萩澤亘保、戸田均：摩擦攪拌接合で製作されたアルミニウム床版の材料・構造特性、第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集、pp.131-136、2000.
- 2)Okura,I.,Naruo,M.,Vigh,L.G.,Hagisawa N. and Toda, H.:Fatigue of aluminum deck fabricated by Friction Stir Welding,Proceedings of 8th International Conference on Joints in Aluminum,Munich, Germany,pp.4.1.1-4.1.12,2001.
- 3)社団法人アルミニウム協会：平成 11 年度材料関連知的基盤整備受託成果報告書