

WAAM方式による金属積層造形技術確立に向けた基礎 検討

井上, 雄介
九州大学大学院

松田, 和貴
九州大学大学院

後藤, 浩二
九州大学大学院

寺崎, 秀紀
熊本大学大学院

<https://hdl.handle.net/2324/7341504>

出版情報 : Preprints of the National Meeting of JWS, pp.426-427, 2024. JAPAN WELDING SOCIETY
バージョン :
権利関係 :



WAAM 方式による金属積層造形技術確立に向けた基礎検討

九州大学大学院
熊本大学大学院

井上 雄介, ○松田 和貴, 後藤 浩二
寺崎 秀紀

Fundamental Study for Establishment of Metal Wire Arc Additive Manufacturing Technology

by INOUE Yusuke, MATSUDA Kazuki, GOTOH Koji and TERASAKI Hidenori

Keyword: WAAM, Additive Manufacturing, GMAW

1. 背景

付加製造 (Additive manufacturing: AM) 技術は, 省材料・複雑な造形が可能との利点から近年その適用が急速に拡大している. 中でもアーク溶接を用いた Wire Arc AM (WAAM) は造形精度こそ粉末床溶融 (Powder bed fusion: PBF) 式と比べ劣るものの, 造形速度は PBF と比べ数倍から数十倍と言われており, 材料コスト, 造形効率の観点において利点がある. 本研究では, WAAM 技術確立のため, CO₂ 溶接による造形条件探索を実施した. そして, 熱弾塑性 FE 解析により基板の反り変形を推定し, 温度履歴からビッカース硬さを推定し, それぞれ測定結果と比較した結果について述べる.

2. 試験

溶接電源は(株)ダイヘン製の M500II を用い, 供試溶接ワイヤは(株)神戸製鋼所製の MG-50 (直径 1.2 mm) とした. シールドガスは CO₂ を用いた. 溶接条件を種々変更して条件探索を行い, Table 1 に示す条件で直線状に 10 層のビード積層を実施した. なお, 積層時の始端と終端は層ごとに入れ替え, 各層積層の間に 2 min の冷却時間 (空冷) を設けた. 溶接線から 10 ~ 30 mm 離れた位置の基板上に熱電対を貼付し, 造形時の温度履歴を測定した. また, (株)キーンエンス製のレーザ変位計 LJ-V7000 を用いて, 基板裏面の溶接線上の変位を測定した. 作製した造形壁の一例を Fig. 1 (a) に示す.

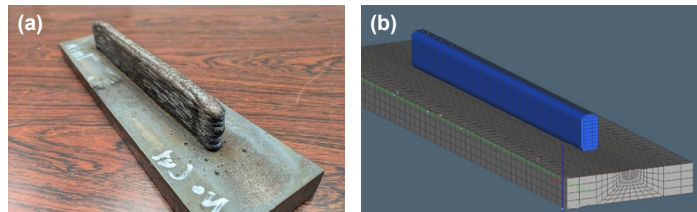


Fig.1 Appearances of WAAM wall and FE model

Table 1 Welding conditions.

Current [A]	Voltage [V]	Welding speed [m/min]	Gas flow rate [L/min]
175	21.0	0.3	18

3. FE 解析

Simfact Welding 2023.3 を用いて解析を実施した。各パラメータを調整し、基板の温度履歴をフィッティングした。10 層の積層後の基板裏面の变形解析結果を Fig. 2 に示すように、精度良く推定できた。

4. 断面顕鏡

断面サンプルを作製し、ビッカース硬さを測定し、また、ナイトール腐食後にミクロ組織を観察した。各部位におけるミクロ組織の観察写真を Fig. 3 に示す。(a) 高さ 0

及び (c) 39 mm では粗大な粒界フェライトとその間に微細なアシキュラーフェライトが確認できる。これは、最上層ではビード積層後の再熱サイクルを受けないこと、また、最下層では基板への抜熱が大きいことそれぞれの理由から冷却速度が大きいことこのようなミクロ組織が得られたと推測される。一方、(b) 造形壁の間では粗大な塊状のフェライトが確認された。これは中間層では後続のビード積層による再熱サイクルを受け、また、薄い造形壁内では冷却速度が小さいことから、高温での滞留時間が長く、フェライト粒が成長・粗大化したものと推測される。三上ら¹⁾の提案した再熱サイクルを受ける多層盛り溶接継手の硬さ推定手法を用いて造形壁のビッカース硬さ分布を推定した。800~500℃までの冷却速度を考慮した各組織の硬さ推定式よりそれぞれの硬さを推定し、連続冷却変態図から組織分率を求めて、混合則により各部位の硬さを求めた。測定値との比較を Fig. 4 に示す。

5. 結論

WAAM 技術確立のため、適正造形条件を探索し、熱弾塑性解析により変形を、温度履歴より硬さ分布をそれぞれ推定した結果、両者とも推定値と測定値は良好な一致を示した。

謝辞

本研究は、一般社団法人日本溶接協会 2023 年度研究テーマ指定助成事業の助成を受け実施したものである。

参考文献

- 1) 三上ら, 溶接学会論文集, 2005,23(4),564-570.

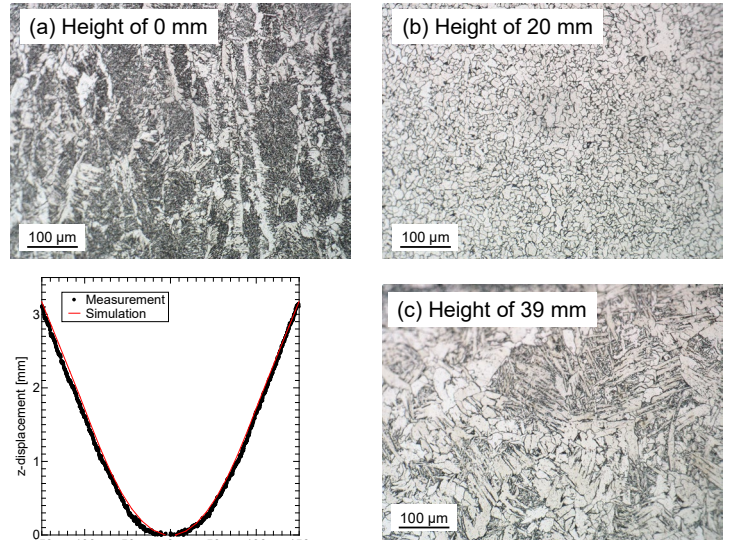


Fig.2 Comparison of the distortion.

Fig.3 Microstructures of the WAAM wall.

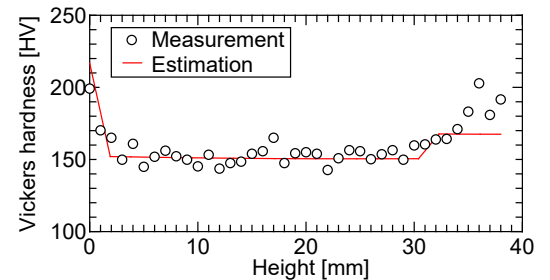


Fig.4 Comparison of micro hardness.