302 長繊維FRMのワイヤ放電加工における加工面品質の評価

Evaluation of Machined Surface Quality of Long Fiber FRM by Electrical Discharge Machining

○正 引地 力男 (鹿児島高専) 正 河野 良弘 (鹿児島高専)
 油田 功二 (鹿児島高専) 原田 正和 (鹿児島高専)
 新井 実 (横浜国大)

Rikio HIKIJI, Kagoshima National College of Technology, 1460-1 Shinko, Hayato-cho, Aira-gun, Kagoshima
 Yoshihiro KAWANO, Kagoshima National College of Technology
 Koji ABURADA, Kagoshima National College of Technology
 Masakazu HARADA, Kagoshima National College of Technology
 Minoru ARAI, Yokohama National University

Key Words: Wire Electrical Discharge Machining, Composites, Fiber Reinforced Metal, SFRM, SiC Fiber, Long Fiber, Aluminum, Surface Integrity,

1. 緒 言

金属をマトリックスとした複合材料(MMC)は、新素材ブームの中心的存在として注目されてきた。MMCのひとつである繊維強化型(FRM)は強化した繊維が並んでいる方向は強く、その強化繊維には、炭素や炭化ケイ素SiC、アルミナやホウ素などの無機繊維と、タングステン、ステンレス鋼などの金属繊維が用いられている。マトリックスにアルミ合金やチタンを適用したものが、航空宇宙向けに軽量構造材料として研究されている⁽¹⁾。繊維タイプも短繊維と長繊維と二種類あるが、長繊維タイプは短繊維よりも比強度や比剛性が高い反面、加工性が悪い。

一般に、複合材料はマトリックスと繊維との強度が桁違いに異なるために、切削加工では、加工中に繊維とマトリックスがはく離を起こしやすく、良好な仕上げ面を得ることは困難である。ウスカなどの短繊維で強化したFRMについては、すでに仕上げ面創生機構が明らかにされている⁽²⁾。しかし、長繊維で強化したFRMについての仕上げ面の検討の例は少ない。また、航空機や自動車などの複雑な部品形状に加工するのに放電加工が適用されるが、その加工面性状についての検討も少ない。

本研究は、長繊維タイプのFRMをワイヤ放電加工したときの、加工面の品位について検討することが目的であり、繊維の状態や加工条件と加工面性状との関係を明らかにする。

2. 実 験 方 法

実験に用いたFRMはSiC繊維で強化したものの(SFRM)を使用した。工作物の特徴を表1に示す。SiC繊維は電気的には半導体であるが、ある程度の導電性のコントロールが可能であるので、放電加工も可能である。ワイヤ放電加工機は、FANUC CUT W1を用い、板厚5mmの工作物をNCプログラム運転で縦5mm、横4mmになるように加工した。このときの加工条件を表2に示す。ワイヤ張力、ワイヤ速度、無負荷電圧は一定とし、加工条件では加工速度(表2ではテーブル送り速度に相当)を変化させて実験を行った。

加工面性状の評価として、最大高さ R_y と局所勾配 Δt を取り上げ、これらをレーザ顕微鏡OLYMPUS OLS2000を用いて測定した。測定方向は、加工方向(テーブル送り方向)とワイヤ送り方向の2ヶ所について、各面につき5回ずつ行い、データは最大値と最小値を除いた3回の平均値を採用した。局所勾配 Δt は加工面全体の勾配ではなく、部分的な面起伏の勾配を測定し、平均化したものである。

Table1 Material characteristics

Composite material	Fiber	Diameter of fiber	Volume ratio	Matrix material	Tensile strength
SFRM	SiC	13 μ m	40%	A1050	686MPa

Table2 Machining conditions in wire-EDM

Wire electrode	ϕ 0.25mm, brass
No load voltage	100V
Tension of wire T	1200gf
Wire winding rate f	5m/min
Table feed rate V	0.46~12.7mm/min
Working fluid	Deionized water

Fig.1 Machined surface texture of A1050

Fig.2 Machined surface texture of SFRM

Fig.3 Effect of table feed rate on Ry in the case of A1050

Fig.4 Effect of table feed rate on Ry in the case of SFRM (Parallel to fibers)

3. 実験結果

図1はマトリックスであるアルミニウム A1050 を加工した例を示す。このときの条件は加工速度が11mm/minである。図より放電加工で得られるアルミニウムの加工面は比較的粗くなることがわかる。図2はSFRMの繊維方向に加工した場合の加工面の様子を示す。繊維と思われる稜線が数カ所にみられる。これは、ワイヤの送り運動に対して繊維が妨害していることが予測される。また、図1のA1050の場合と比較して、顕著な違いはみられないが、繊維の影響で加工面が多少粗くなることが確認される。具体的に、最大高さへの影響について調べたものが図3～5である。図3はA1050の場合を示し、図4はSFRMの繊維方向に、図5は繊維に直角な方向に加工した場合を示す。図より以下のことがわかる。

- (1) いずれも加工速度が増えたと面粗さが悪くなる。
- (2) A1050 よりも SFRM の場合は面粗さが悪くなる。
- (3) ワイヤ方向の粗さより加工方向の粗さの方が良好である。
- (4) 繊維に直角方向の加工の場合、加工方向の粗さは繊維方向の場合のそれよりも多少悪くなる。

SFRMの方がワイヤ方向の粗さと加工方向の粗さとの差が大きいのは加工時の繊維の脱落が影響していることが考えられる。

図6および7はSFRMにおける繊維方向の加工とそれに直角な方向の加工の場合のそれぞれの局所勾配 Δt を示す。図より以下のことがわかる。

- (1) いずれも加工速度が増えたと勾配が増加する。
- (3) ワイヤ方向の Δt より加工方向の Δt の方が良好である。
- (2) 加工速度が高いところでは、特に繊維に直角方向の加工の場合におけるワイヤ送り方向の粗さは悪くなる。

このように加工面性状を向上するには加工速度を低速にすればよいが加工時間が長くなることになる。

Fig.5 Effect of table feed rate on Ry in the case of SFRM (Perpendicular to fibers)

Fig.6 Effect of table feed rate on Δt in the case of SFRM (Parallel to fibers) Fig.7 Effect of table feed rate on Δt in the case of SFRM (Perpendicular to fibers)

4. 結 言

SiCを強化繊維、アルミニウムをマトリックスとするSFRMのワイヤカット放電加工を行った結果、繊維が混入していないマトリックスのみの場合と比較して加工面性状が悪くなること、加工方向の方がワイヤ送り方向と比較して加工面性状が良好であることなどが明らかになった。

文 献

- (1) 坂本昭, 金属基複合材料の成型技術の開発, 第7回次世代技術シンポジウム—金属・複合材料—予稿集, (1989), 273.
- (2) 新井実, 中山一雄, 王曉渡, 短繊維強化アルミニウムの切削仕上げ面品位, 精密工学会誌, 57-1(1991), 172.