

# 宇宙航空研究開発機構研究開発資料

## JAXA Research and Development Memorandum

---

### 電動モータグライダシステムの モータマウント強度試験

吉村 彰記, 平野 義鎮, 西沢 啓

2015年3月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

# 電動モータグライダシステムのモータマウント強度試験

吉村 彰記<sup>\*1</sup>, 平野 義鎮<sup>\*1</sup>, 西沢 啓<sup>\*1</sup>

## Structural test of the Motor Mount of the Electric Motor Glider

Akinori YOSHIMURA<sup>\*1</sup>, Yoshiyasu HIRANO<sup>\*1</sup>, and Akira NISHIZAWA<sup>\*1</sup>

### Abstract

This research memorandum reports the method and results of the structural test for the motor mount used in the electric-motor-driven glider. The electrical propulsion system used in the glider was developed in IAT, JAXA, and it is being demonstrated by flight tests. The flight test program is called FEATHER (Flight Demonstration of Electric Aircraft Technology for Harmonized Ecological Revolution). The tested motor mount connects the electric motor and engine mount of the original engine mount. In the structural test, limit load and ultimate load were applied to one motor mount specimen in both vertical and horizontal direction. Test results demonstrated that the strength of the specimen was sufficient in all load cases.

**Key words:** Structural test, FEATHER, Motor mount

### 概 要

本報告は、宇宙航空研究開発機構、航空本部航空技術実証研究開発室にて実施されている、「航空機用電動推進システム技術の飛行実証」(FEATHER)に際し、推進力を発生する電動モータを機体と接続する、モータマウントが所定の強度を有していることを確認するために実施した強度試験について報告する。本実験ではモータマウント供試体1体に対し、垂直方向(三力)および水平方向の制限荷重試験、終局荷重試験を実施した。実験の結果、モータマウント供試体は垂直方向、水平方向の双方について、終局荷重以上の荷重(最大荷重は制限荷重の1.7倍)に対して十分な強度を有することが確認された。

### 1. 緒 言

電動モータはレシプロエンジン等と比較してエネルギー変換効率が高く、また整備が容易であるため、航空機を電動化することによって燃費や整備費を大幅に低減できる可能性がある。宇宙航空研究開発機構航空本部航空技術実証研究開発室では、航空機電動化において特に重要な技術である、航空機用電動推進システムを飛行実証するプログラム、FEATHER (Flight demonstration of Electric Aircraft Technology for Harmonized Ecological Revolution)を実施している。FEATHERでは、ダイヤモンド・エアクラフト社製モータグライダ HK36TTC-ECO の推進システムを JAXA で開発した航空機用電動モータに置き換え、これを航空機用リチウムイオンバッテリーの電力によって駆動する(図1)。FEATHER 事業では本機体を用いてジャンプ飛行、場周飛行を行い、電動化推進技術、およびこれを用いたエネルギー回生について技術実証を行う予定である<sup>1)</sup>。

FEATHER 事業では HK36TTC-ECO の機体構造については出来る限りこれを変更せず、そのまま利用する方針を取っている。しかし、レシプロエンジンを電動モータに置き換えるため、電動モータと機体を接続するモータマウントを新造する必要があった。モータマウントは電動モータと HK36TTC-ECO の既存のエンジンマウントの間に設置され、アダプタの役割を果たす。飛行実証試験を実施するためには新規製造するモータマウント部が、耐空性審査要領(第VI部第3章 3-2-11、3-2-12)で要求される所定の強度を有していることを確認する必要があった。このため、航空本部航空技術実証開発室では、実際に製作したモ

---

\* 平成26年12月18日受付 (Received 18 December, 2014)

\*1 航空本部 航空技術実証研究開発室  
(Technology Demonstration Research Office, Institute of Aeronautical Technology)

ータマウント供試体に対し荷重を負荷する強度試験を実施した。本報告では強度試験の方法・実施結果について報告する。

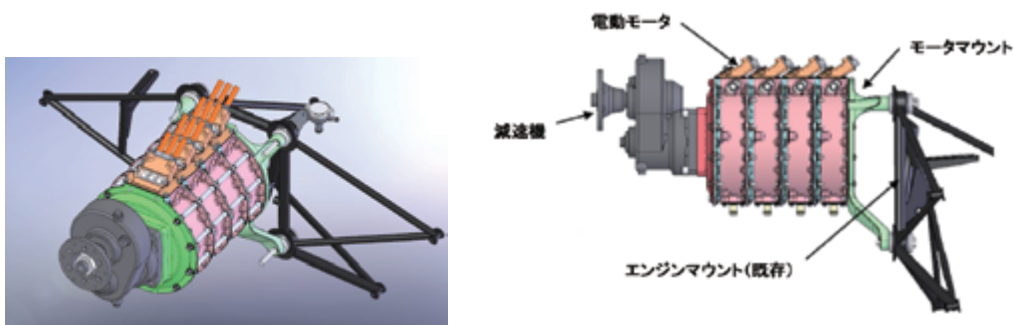


図 1 電動モータグライダーシステムの概念図

## 2. 供試体および試験方法

### 2.1 供試体

本試験に用いた供試体は図 2 に示すモータマウント供試体 1 体である。本供試体について垂直方向、水平方向の制限荷重試験、終局荷重試験を実施した。本試験の供試体は図 2 に示すモータマウント供試体 1 体である。終局荷重試験においても破壊が発生しなかった場合は、制限荷重×1.6、制限荷重×1.7 の荷重でも試験を実施することとした。



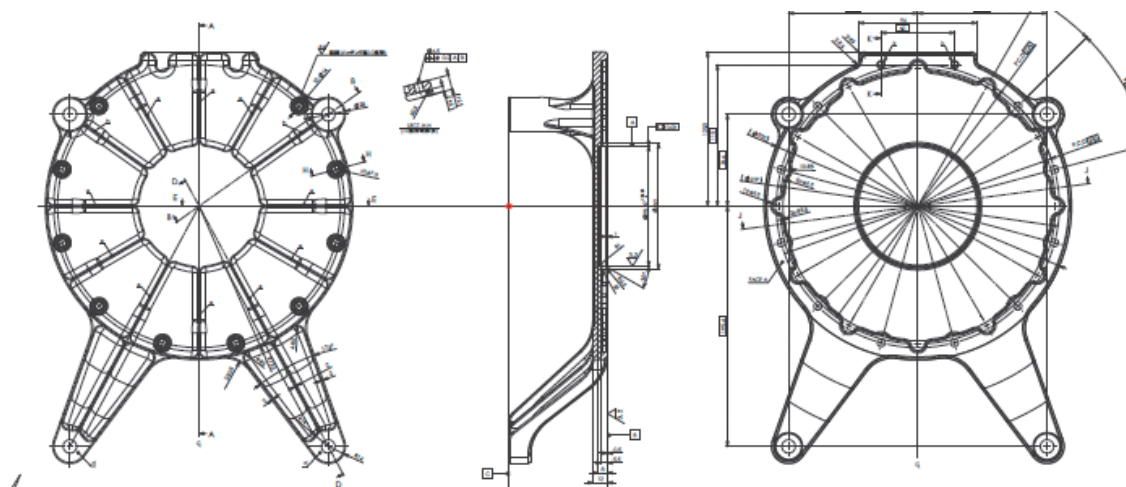


図2 電動モータ及びモータマウントの実機搭載イメージ並びにモータマウント供試体図面

## 2.2 荷重条件

荷重試験条件は表1のとおりとする。なお、 $F_{th}$ はスラストによる前方向荷重、 $F_{in}$ はマヌーバによる下向きの慣性荷重、 $F_{side}$ はマヌーバによる横向き慣性荷重、 $M$ はプロペラによるモーメントである。 $F_{th}$ はプロペラ接続部に前向きに作用する。 $F_{in}$ 、 $F_{side}$ は電動モータの重心に下向き、横向きに作用する。また、 $M$ はプロペラ接続部に機体方向平行方向を中心軸として作用する。「荷重状態」欄には当該荷重の根拠となった耐空性審査要領の条文を示している。JAR22.361(a)(1)は制限運動荷重倍数の75%でマヌーバした際の慣性荷重、離陸出力および離陸出力時の制限トルクが同時に加わった際の荷重条件を、JAR22.361(a)(2)は制限運動荷重倍数でマヌーバした際の慣性荷重、連続最大出力、および連続最大出力時のプロペラ回転速度に相当する制限トルクが同時に加わった際の荷重条件を、JAR22.363は横方向への慣性荷重条件を示している。荷重ケース名前のうち、「lim」は制限荷重試験を、「ult」は終局荷重試験(制限荷重の1.5倍)を、「1.6」は制限荷重の1.6倍の荷重をかける試験を、「1.7」は制限荷重の1.7倍の荷重をかける試験をそれぞれ示している。

表1 荷重状態一覧

荷重ケース	荷重状態※	荷重
361a1-lim	JAR 22.361 (a)(1) 制限荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1a	$F_{th}=1056\text{N}=107.6\text{kgf}$ $F_{in}=1649\text{N}=168.1\text{kgf}$ $M=360\text{Nm}=36.7\text{kgfm}$
361a1-ult	JAR 22.361 (a)(1) 終局荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1a	$F_{th}=1584\text{N}=161.5\text{kgf}$ $F_{in}=2473.5\text{N}=252.1\text{kgf}$ $M=540\text{Nm}=55.0\text{kgfm}$
361a1-1.6	JAR 22.361 (a)(1) 1.6 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1a	$F_{th}=1689.6\text{N}=172.2\text{kgf}$ $F_{in}=2638.4\text{N}=269.0\text{kgf}$ $M=576\text{Nm}=58.7\text{kgfm}$
361a1-1.7	JAR 22.361 (a)(1) 1.7 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1a	$F_{th}=1795.2\text{N}=183.0\text{kgf}$ $F_{in}=2803.3\text{N}=285.8\text{kgf}$ $M=612\text{Nm}=62.4\text{kgfm}$
361a2-lim	JAR 22.361 (a)(2) 制限荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1b	$F_{th}=576\text{N}=58.7\text{kgf}$ $F_{in}=2198\text{N}=224.1\text{kgf}$



		$M=227\text{Nm}=23.1\text{kgfm}$
361a2-ult	JAR 22.361 (a)(2) 終局荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1b	$F_{th}=864\text{N}=88.1\text{kgf}$ $F_{in}=3297\text{N}=336.1\text{kgf}$ $M=340.5\text{Nm}=34.7\text{kgfm}$
361a2-1.6	JAR 22.361 (a)(2) 1.6 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1b	$F_{th}=921.6\text{N}=93.9\text{kgf}$ $F_{in}=3516.8\text{N}=358.5\text{kgf}$ $M=363.2\text{Nm}=37.0\text{kgfm}$
361a2-1.7	JAR 22.361 (a)(2) 1.7 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-11-1b	$F_{th}=979.2\text{N}=99.8\text{kgf}$ $F_{in}=3736.6\text{N}=380.9\text{kgf}$ $M=385.9\text{Nm}=39.3\text{kgfm}$
363-lim	JAR 22.363 制限荷重試験 耐空性審査要領 3-2-12-1	$F_{side}=1031\text{N}=105.1\text{kgf}$
363-ult	JAR 22.363 終局荷重試験 耐空性審査要領 3-2-12-1	$F_{side}=1546.5\text{N}=157.6\text{kgf}$
363-1.6	JAR 22.363 1.6 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-12-1	$F_{side}=1649.6\text{N}=168.2\text{kgf}$
363-1.7	JAR 22.363 1.7 倍荷重試験 耐空性審査要領 3-2-12-1	$F_{side}=1752.7\text{N}=178.7\text{kgf}$

(※：荷重状態の欄に記載されている JAR 22.361 及び JAR 22.363 は、耐空性審査要領（第VI部第3章 3-2-11、3-2-12）と対応する EASA の耐空性基準）

## 2.3 試験セットアップ

試験のセットアップの概念図を図 3 に、セットアップ時の写真を図 4 に示す。試験は垂直方向試験(荷重ケース 361a1 および 361a2 のシリーズ)と水平方向試験(荷重ケース 363 のシリーズ)の二種類の試験を実施した。垂直方向試験では、モータマウントにモータの垂直方向慣性荷重、プロペラが発生する推力、トルクを負荷する。一方、水平方向試験ではモータマウントにモータの横方向慣性荷重を負荷する。モータマウント供試体はダミーモータ(図 5)を取り付けた上で固定ジグに上下逆に固定した。ダミーモータには実モータの重心位置に相当する部分にアイボルトが設置しており、玉掛けワイヤ等を用いて荷重を負荷することができる。

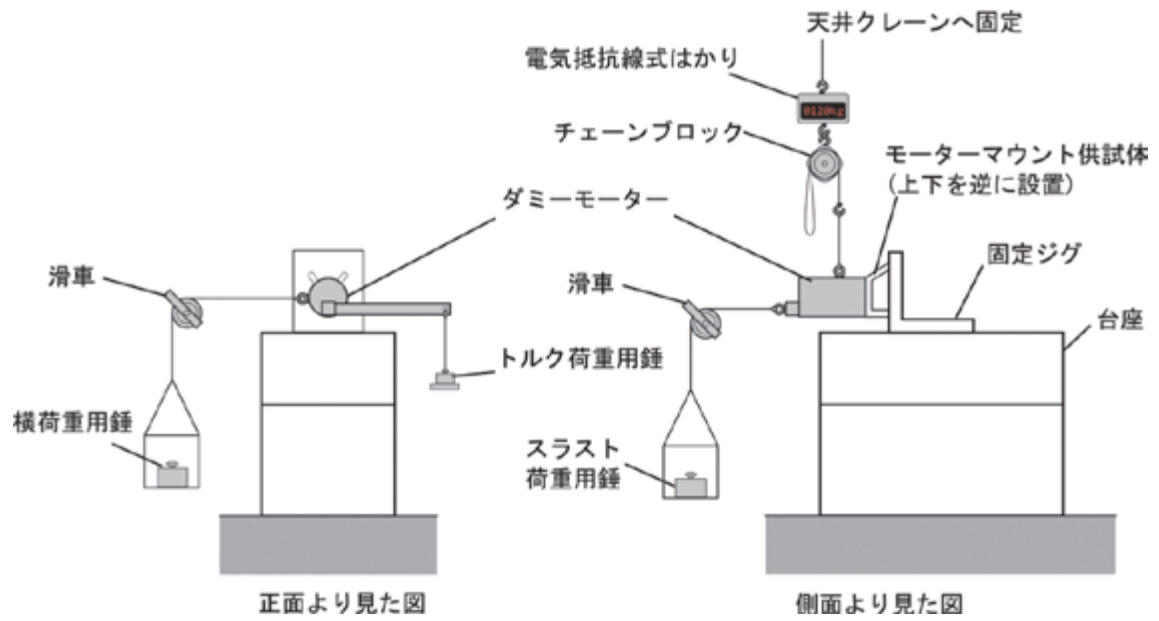


図3 試験セットアップ図

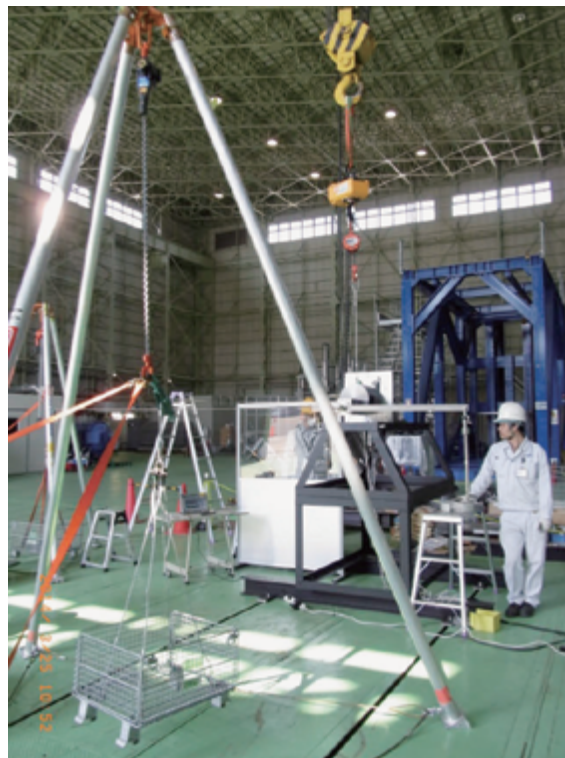


図4 試験セットアップ写真



図 5 ダミーモータ

垂直方向荷重試験においては、ダミーモータに設置されたアイボルトを電気抵抗線式はかり(クボタ製 HD-CD-R-30)を介してチェーンブロックに接続する。チェーンブロックを巻き上げることで、モータの垂直方向慣性荷重を模擬する。一方、推力はダミーモータのプロペラ位置に相当する場所のアイボルトにワイヤロープを締結し、滑車を用いて 90° 荷重方向を変更し、ワイヤに接続した荷重負荷用のカゴに錘を載せることによって負荷した。また、トルクはダミーモータのプロペラ位置に長さ 1m の棒を取り付け、そこに錘を吊るすことによって負荷した。

水平荷重試験においては、ダミーモータに設置されたアイボルトにワイヤを締結し、滑車を用いて 90° 荷重方向を変更し、ワイヤに接続したカゴに錘を載せることによって負荷した。

#### 2.4 ひずみ測定点

供試体に取り付けたひずみゲージの位置の概略を図 6 に示す。ひずみゲージには共和電業製 KFG-5-120-C1-11L3M3R を用いた。貼付には共和電業製ひずみゲージセメント CC-33A を用いた。

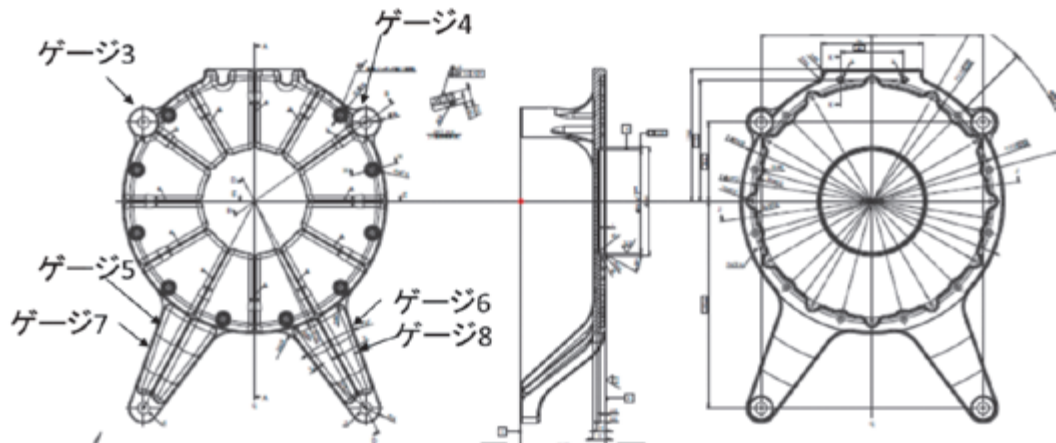


図6 ひずみ測定位置 (なおゲージ1,2 は別部品に貼付しており、本試験では使用していない)

### 3. 試験結果

#### 3.1 361a1-lim 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表2に示す。

表2 361a1-lim 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	4	1	0	2	0	94kg	107.84kg
トルク	1	1	0	1	0	32kg	37.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのカゴにスラスト用錘を追加
5. トルクのカゴにトルク用錘を追加
6. チェーンブロックで 248kg まで荷重を負荷 (自重・トルクを抜くと 168.84kg)
7. ひずみを記録(表3参照)
8. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

手順7で記録したひずみを表3に、最大荷重時の写真を図7,8に示す。なお、本荷重条件では特に合否判定を実施していない。

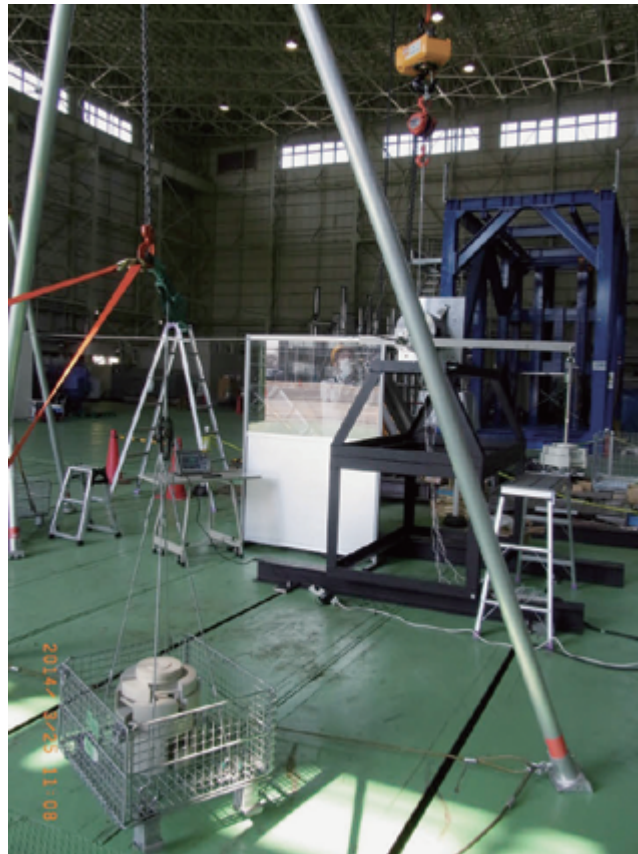


図 8 361a1-lim-1 試験での最大荷重時写真



図 9 361a1-lim-1 試験での最大荷重時のはかりの読み



表 3 計測されたひずみ値 (単位:  $\mu\epsilon$ )

試験S/N	ゲージ1	ゲージ2	ゲージ3	ゲージ4	ゲージ5	ゲージ6	ゲージ7	ゲージ8	ゲージ9	備考
	2.08	2.1	2.1	2.1	2.1	2.08	2.08	2.08	2.08	
361a1-lim-1	n/a	n/a	64.1	74.1	25.3	-409.2	-5.8	-322.4	n/a	
361a2-lim-1	n/a	n/a	78.4	80.4	-134.0	-403.8	-122.6	-324.7	n/a	
363-lim-1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	カゴが接地したため中断
363-lim-2	n/a	n/a	-57.7	53.3	-49.4	64.1	-32.1	48.8	n/a	363-lim二回め

### 3.2 361a2-lim 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 4 に示す。

表 4 361a2-lim 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	2	0	0	2	1	45kg	58.84kg
トルク	0	1	1	2	0	19kg	24.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのカゴにスラスト用錘を追加
5. トルクのカゴにトルク用錘を追加
6. チェーンブロックで 290kg まで荷重を負荷 (自重・トルクを抜くと 224.4kg)
7. ひずみを記録(表 3 参照)
8. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

手順 7 で記録したひずみを表 3 に、最大荷重時の写真を、図 10,11 に示す。なお、本荷重条件では特に合否判定を実施していない。



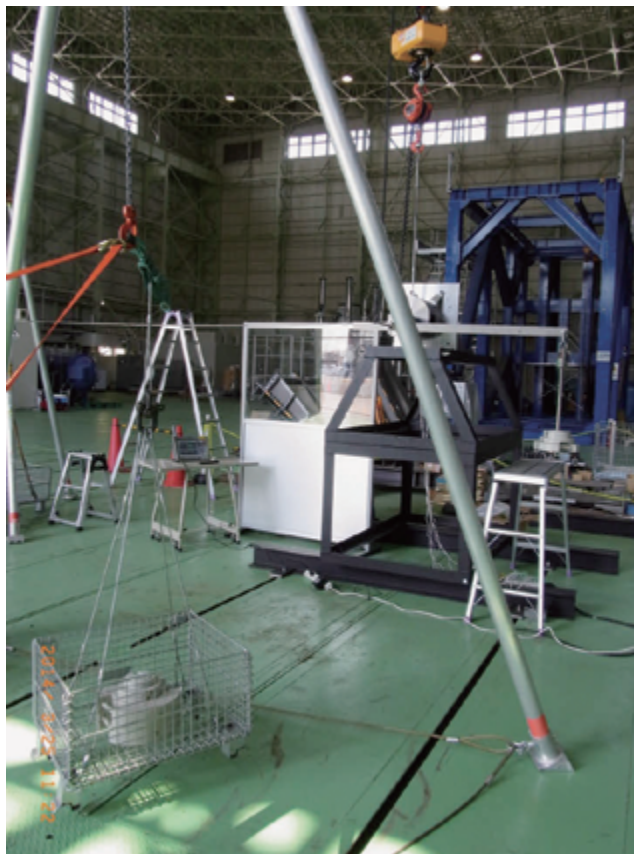


図 10 361a2-lim-1 試験での最大荷重時写真



図 11 361a2-lim-1 試験での最大荷重時のはかりの読み

### 3.3 363-lim 試験

横荷重用のジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 4 に示す。

表 5 363-lim 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
横	4	1	0	1	0	92kg	106kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
2. 横荷重用のカゴに錘を追加
3. ひずみを記録(表 3 参照)
4. 荷重を除荷

手順 3 で記録したひずみを表 3 に、最大荷重時の写真を図 12 に示す。なお、手順書に示した通り、本試験では特に可否判定を実施していない。また、本試験では、一回目の試験(363-lim-1 試験)中に横荷重用のジグが床に接触してしまったため中断した。ジグ位置を調整の上、二回目の試験(363-lim-2 試験)で負荷に成功した。



図 12 363-lim-2 試験での最大荷重時写真

### 3.4 361a1-ult 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 6 に示す。

表 6 361a1-ult 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	7	0	0	4	0	148kg	161.84kg
トルク	2	1	0	0	0	50kg	55.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 350kg まで荷重を負荷（自重・トルクを抜くと 252.49kg）
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

なお、本試験の一回目(361a1-ult-1 試験)時に、スラスト用のジグが接地してしまったため、試験を中止した。ジグ位置の調整後、二回目の試験(361a1-ult-2 試験)で最大荷重を達成した。最大荷重時の写真を図 13,14 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において十分な強度を有することがわかった。

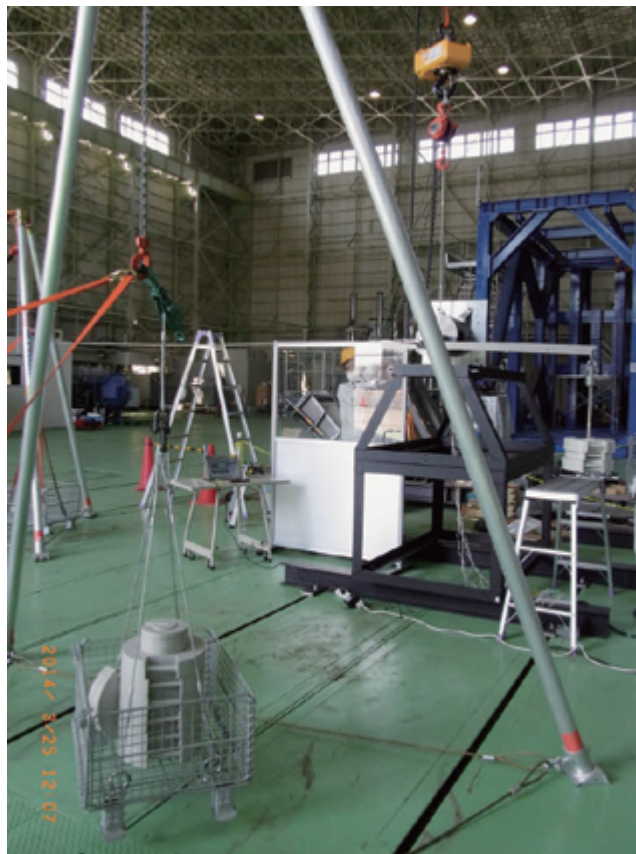


図 13 361a1-ult-2 試験での最大荷重時写真



図 14 361a1-ult-2 試験での最大荷重時のはかりの読み

### 3.5 361a2-ult 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 7 に示す。

表 7 361a2-ult 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	3	1	1	0	0	75kg	88.84kg
トルク	1	1	0	0	0	30kg	35.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 414kg まで荷重を負荷 (自重・トルクを抜くと 336.83kg)
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 15,16 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において十分な強度を有することがわかった。





図 15 361a2-ult-1 試験での最大荷重時写真



図 16 361a2-ult-1 試験での最大荷重時のはかりの読み

### 3.6 363-ult 試験

横荷重用のジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 8 に示す。

表 8 363-ult 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
横	7	0	0	2	0	144kg	158kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
2. 横荷重用のカゴに錘を追加
3. 3 秒カウントする。
4. 荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 17 に示す。3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において十分な強度を有することがわかった。



図 17 363-ult-1 試験での最大荷重時写真

### 3.7 361a1-1.6 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 9 に示す。

表 9 361a1-1.6 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	7	1	1	2	0	159kg	172.84kg
トルク	2	1	0	2	0	54kg	59.06kg

実験手順は以下のとおりとした。



1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 371kg まで荷重を負荷（自重・トルクを抜くと 269.82kg）
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 18、図 19 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.6 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。



図 18 361a1-1.6-1 試験での最大荷重時写真



図 19 361a1-1.6-1 試験での最大荷重時のはかりの読み

### 3.8 361a2-1.6 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 10 に示す。

表 10 361a2-1.6 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	4	0	0	0	1	81kg	94.84kg
トルク	1	1	0	1	0	32kg	37.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 438kg まで荷重を負荷 (自重・トルクを抜くと 358.52kg)
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 20,21 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.6 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。



図 20 361a2-1.6-1 試験での最大荷重時写真



図 21 361a2-1.6-1 試験での最大荷重時のはかりの読み

### 3.9 363-1.6 試験

横荷重用のジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 11 に示す。

表 11 363-1.6 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
横	7	1	1	0	0	155kg	169kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
2. 横荷重用のカゴに錘を追加
3. 3秒カウントする。
4. 荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 22 に示す。3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.6 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。



図 22 363-1.6-1 試験での最大荷重時写真

### 3.10 361a1-1.7 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 12 に示す。

表 12 361a1-1.7 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	8	1	0	0	0	170kg	183.84kg
トルク	2	1	1	1	1	58kg	63.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始



3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 10,5,2,1kg を一つずつ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 391kg まで荷重を負荷（自重・トルクを抜くと 286.15kg）
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 23, 24 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.7 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。

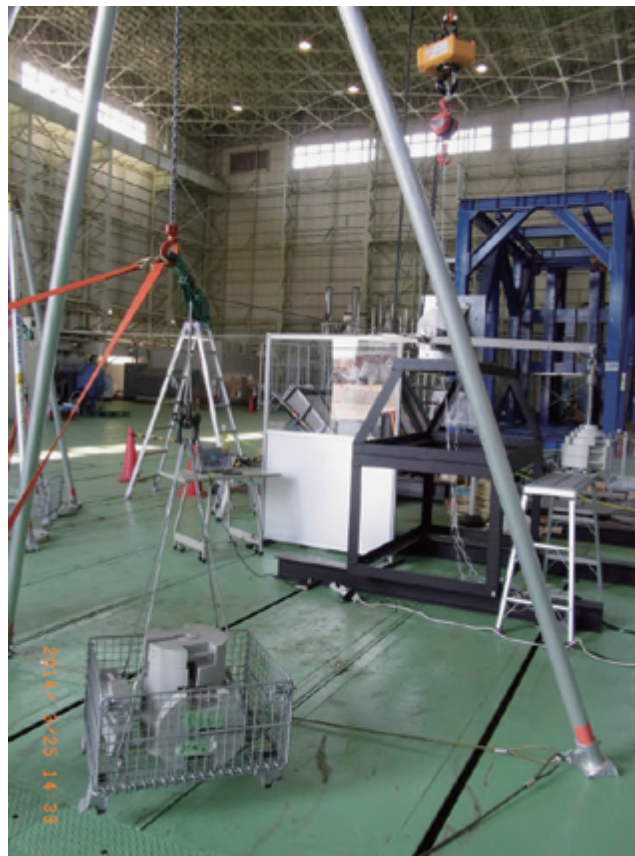


図 23 361a1-1.7-1 試験での最大荷重時写真



図 24 361a1-1.7-1 試験での最大荷重時ののはかりの読み

### 3.11 361a2-1.7 試験

スラストとトルクのジグに設置した錘の数量とその際の荷重を表 13 に示す。

表 13 361a2-1.7 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
スラスト	4	0	1	0	1	86kg	99.84kg
トルク	1	1	1	1	0	35kg	40.06kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. チェーンブロックで 43kg まで負荷(0G 状態)
2. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
3. チェーンブロックで 100kg まで負荷
4. スラストのジグにスラスト用錘を 20kg を一つ残して、残りを載せる。
5. トルクのジグにトルク用錘を 10kg, 5kg を一つずつ残して、残りを載せる。
6. チェーンブロックで 463kg まで荷重を負荷 (自重・トルクを抜くと 381.20kg)
7. スラストとトルクのジグに残りの錘を載せる
8. 3 秒カウントする。
9. チェーンブロック、スラスト、トルクの荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 25,26 に示す。最大荷重時に 3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.7 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。





表 14 363-1.7 試験の錘の数量

錘	20kg	10kg	5kg	2kg	1kg	合計	含ジグ
横	8	0	1	0	0	165kg	179kg

実験手順は以下のとおりとした。

1. ひずみゲージのバランス取得、ひずみ記録開始
2. 横荷重用のカゴに錘を追加
3. 3 秒カウントする。
4. 荷重を除荷

最大荷重時の写真を図 27 に示す。3 秒間破壊が発生しなかったため、モータマウント供試体は当該荷重条件において制限荷重の 1.7 倍の荷重に対しても十分な強度を有することがわかった。



図 27 363-1.7-1 試験での最大荷重時写真

#### 4. 結 言

本文書では、航空機用電動推進システム技術の飛行実証試験のために製作された電動航空機用モータマウント供試体が所定の強度を有しているかどうか確認するために実施された強度確認試験の方法および実施結果について報告した。本実験はモータマウント供試体 1 体に対し、垂直方向(三力)および水平方向の制限荷重試験、終局荷重試験、制限荷重の 1.6 倍の荷重をかける試験、制限荷重の 1.7 倍の荷重をかける試験を実施した。実験の結果、モータマウント供試体は垂直方向、水平方向の双方について、制限荷重の 1.7 倍の荷重に耐えることが確認された。すべての荷重条件において安全余裕が 0.13 以上あることが示され、十分な強度を有することが確認された。

### 謝辞

本研究に関わる各種実験を補助していただきました(株)IHI ジェットサービス 山田 明弘氏に感謝申し上げます。本事業にて製作した供試体は(株)東京 R&D に製作していただきました。関係各位に感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 西沢ら、「航空機用電動推進システム技術の飛行実証（FEATHER 事業）」、JAXA 航空シンポジウム 2014、2014 年 9 月 18 日、<http://www.aero.jaxa.jp/publication/event/pdf/event140918/poster07.pdf>

