

荷重試験報告書

2016 年度執行代 (32 代) 設計責任者・荷重試験実験責任者 尾内成美

2 月 9 日に行われた、荷重試験での破損について報告します。

1. 概要

荷重試験は、製作する機体の CFRP 桁にかかる荷重が、実際に耐えられるかどうかを試験する。今回の試験では、定常飛行時にかかる荷重を 1G とし、1G と 1.3G の荷重をペットボトルのおもりで再現し、試験を行った。今回、1.3G のおもりのうち 14 番を懸架中、中央翼が破損した。けが人は無く、材料実験室の機材にも被害はなかった。

2. 試験の進行

今回の試験の予定表は、以下の通りであった。

P.5

表 6.1 当日スケジュール

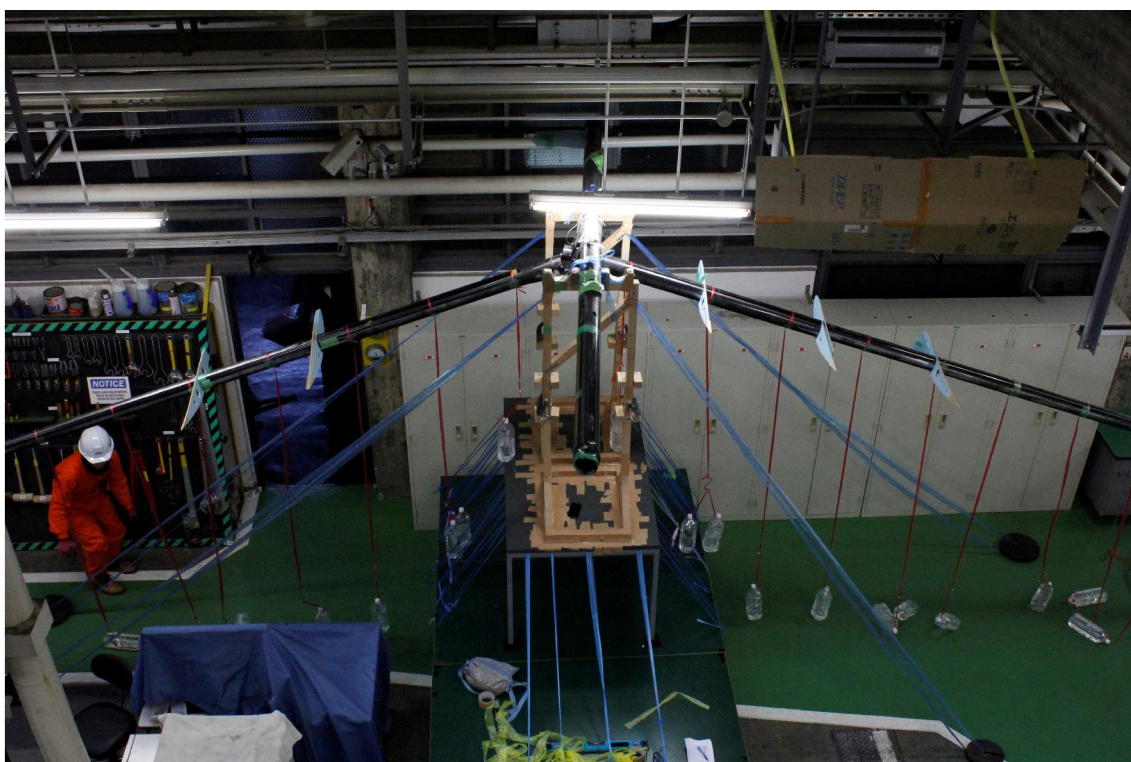
	時刻		一階①(駆動)	一階②(翼)	1階③(フェア)	二階(その他)
	から	まで				
	8:30	9:00	集合・MTG			
①	9:00	9:15	メインビーム搬入	翼土台搬入 緩衝材配置	おもり搬入(入口付近に置いておく)	段ボール固定
②	9:15	9:30		翼桁搬入開始	マーキング確認	スズラン垂らす
	9:30	9:45	スズラン固定開始	確認が終わった翼から接合開始	マーキング確認完了	
	9:45	10:00			おもり移動	フレーム固定の際にスズラン固定 随時翼保持へ
	10:00	10:20	完了→脚立に載せる	随時接合		
③	10:20	10:30	ピッチ調節			
	10:30	11:00	ロール調節	接合完了	おもり準備	
10:30 メインビーム固定, 翼接合完了						
④	11:00	11:30	主翼取付け	翼保持	おもり準備	翼保持
			11:00 荷重試験準備完了			
⑤	11:30	12:20	メインビーム保持 待機	翼保持 待機	自重の測定 1G→3分待機	待機
⑥	12:20	13:10			1Gの測定 1.3G →3分待機	
⑦	13:10	13:30			1.3G測定	
13:00 試験終了目標						
⑧	13:30	15:30	メインビーム保持	翼保持	荷重取り外し	翼保持
⑨	15:30	16:00	主翼取り外し スズラン取外し	取外し次第移動・解体, 翼土台へ格納	荷重など物品の移動	スズラン回収 段ボール取外し
⑩	16:00	16:45	翼と干渉しないようにメインビーム格納			
	16:45	17:00	終了MTG, 物品を作業場へ			
17:00 完全撤収						

しかし、主翼接合に手間取り、荷重試験準備が整った(おもりをかける直前まで)のは 13 時 30 分ごろであった。あらかじめ 1 時間程度の遅れを想定していたため、試験はそのまま

継続した。

実際におもりをかけ始めるのは、13時45分ごろから行われた。1G おもり 1~17 番までは大きな異音なく進んだものの、1G おもり 18 番を懸架中、中央付近にて大きな異音が生じたため、おもりを 6 個除荷して、設計と駆動班長が付近にて確認を行った。その結果、桁の長手方向にわたるクラックが一個確認された。念のため、前設計、前代表（元駆動班）に相談を行った。桁表面には 90 度層があり、これは荷重方向の応力はほとんど受け持っていないと考えられること、クラックの位置が引張側であり、座屈に関する圧縮方向ではないことを考慮し、試験の続行を、現設計（自分）が決定した。1G のおもりはすべてかけることができ、たわみ量の計測を行った。この間、大きな異音はなかった。

1G の計測に続いて、1. 3G のおもりの懸架が行われた。1. 3G おもり 2~12 番（1. 3G は 3 個おきにおもりを配置するので、1. 3G のおもりの 1~4 個目である）まで懸架できたものの、14 番で異音、続いて大きく破損する音が数回おき、中央翼から左右に折れた。これによっておもり計 60 個が落下したが、おもりの懸架を担当するフェアリング班は異音の時点で離れており、フェアリング班を含めて、全員けがは無かった。



破損後、全員桁から離れるよう指示を行い、桁の崩落等が起きないことをしばらく待った後、まず、これ以上の崩落・破損を防ぐためおもりの除荷を行った。ほとんどのおもりは地面についており、安全に除荷できたが、中央付近の数個は地面についていなかったため、桁をしっかりと固定したのち、除荷した。つづいて、設計が現状を把握・記録するため、写真撮影を行った。このとき、試験用やぐらに向かって左側の翼桁が、右側の翼桁に引っかかっていた。右側は固定用のメインビームに固定されたままだったため、左側から桁を取り除いた。

この作業は、ケガを防ぐため保護用の手袋を付けた人員（主として駆動班）のみで行ったのち、左翼の破損部以外に外側のクラック・破損がないことを設計が確認し、他の人員とともに解体を行った。右翼についても同様に確認ののち解体した。以降は、予定通りトラックで作業場に運搬した。

3. 考えられる原因

以下に、破損部分の写真を挙げる。



中央翼は2本のCFRPパイプを、中子と呼ばれるCFRPパイプで接着することで一本の翼としている。これは、中央付近が荷重によって断面変形し、曲げ剛性が減少して座屈を引き起こすことを防ぐためである。

今回の破損は、

- ・接着不良
- ・(遠因として中子の長さの不足)

が原因として考えられる。

理由として、

- ・抜けた中子、中央翼桁内部ともに接着剤（エポキシ樹脂）の跡は見られるものの、比較的きれいに抜けており、荷重に対しきちんと抵抗した跡が見られない。
- ・中子には長手方向にひびが入っており、ひび部分によって引っかけたような跡がある。

これはすなわち、中央翼桁との接着がはがれ、中子が圧縮によって破損・変形したと考えられる。

4. 今後の方針

全桁について確認を行ったところ、中子を除くすべての桁について、大きなクラック・破損は見られなかった。必要な補修を行い、最終的には第二回の荷重試験を行って安全性の確認を行う予定である。

5. 対応策

エポキシ樹脂での接着の際は、表面の層を削り取らない程度に、やすりによって表面処理を行い、接着に必要な表面粗さを得る必要がある。今回の破損は、この作業が不十分だった可能性が高い。

よって、以下の方法によって再発を防止する。

- ・中子を再発注するが、その肉厚・長さを増やす。(抜けと断面変形を抑えるため)
- ・やすり掛けを十分に行い、接着に当たっては配合比・温度管理をきちんと行う。
(具体的には、
 - ・やすりがけは 400 番まで行う。
 - ・配合比は種類に応じ規定があるので、電子天秤等を用い計量、きちんと攪拌する。
 - ・温度管理は冬で気温が低いことを考慮し、エアコン・カイロ等を用いて必要な温度を確保する)

6. 第二回荷重試験について

現在、3月中旬に第二回荷重試験を予定している。これに当たって、

- ・今回の荷重試験で危険があった点の洗い出し
(メンバー内、OB、材料実験室職員との相談)
- ・破損の再発防止策の洗い出し、それにながった製作
(OBとの相談)
- ・機材の破損を防ぐ板の準備
を行い、第二回は万全を期す予定である。