

小型超音速実験機の機体構造インテグレーション方法の検討

著者	勝又 暢久, 樋口 健, 藤井 駿, 藤田 智之
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2016
ページ	60-63
発行年	2017-08
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009797

小型超音速実験機の機体構造インテグレーション方法の検討

○勝又 暢久（航空宇宙システム工学ユニット 助教）

樋口 健（航空宇宙システム工学ユニット 教授）

藤井 駿（航空宇宙総合工学コース 博士前期1年）

藤田 智之（航空宇宙システム工学コース 学部4年）

1. はじめに

小型超音速実験機の機体構造は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）をエンジンマウントなどの高温部を除いては構造要素として積極的に使用する設計とし、軽量かつ過酷な設計制限荷重に耐えられる高強度・高剛性機体構造の開発を目指している。また曲面に変形させることが可能なフレキシブルアルミハニカムコアと CFRP スキンによるサンドイッチ円筒を胴体一般部の基本構造要素とすることで、比強度・比剛性の向上だけでなく、製作性向上とコスト低減も狙っている。

小型超音速実験機の多様化する飛行フェーズにより搭載燃料の搭載量が変わり、それに応じて機体長も変化することが想定されたことから、昨年度までの概念設計および部分試作においては、機体長の変化に対応できるように胴体一般部にセグメント方式を採用していた。セグメント方式による胴体一般部は、図1に示すアクセスウィンドウ付き 300 mm 胴体と 700 mm 胴体で構成されていた。アクセスウィンドウ付き 300 mm 胴体は、図2のようにアクセスウィンドウ周辺や別のセグメントとつながる接続部において CFRP コア材による補強が必要となり、サンドイッチ構造による軽量化のメリットを得にくい構造となっていた。しかし、胴体一般部には推進系のタンク、バルブや配管などが複数個搭載され、また胴体を組み立てる際に内部へアクセスする必要があることから、胴体一般部にアクセスウィンドウを設置することは必須となる。また組立後の整備性

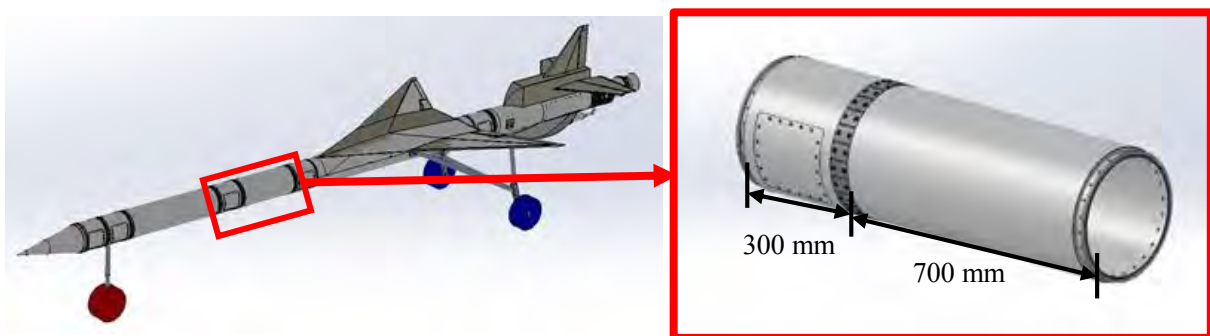
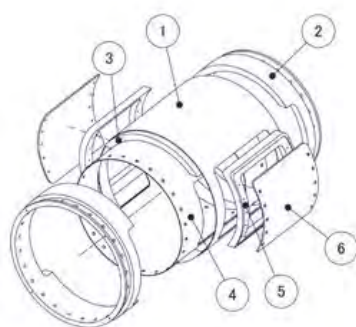


図1 セグメント方式による機体構造の概要と胴体一般部



- ① 外側スキン（CFRP）
- ② リングフレーム（CFRP）
- ③ フレキシブルハニカムコア（AL）
- ④ 内側スキン（CFRP）
- ⑤ 結合用ナットプレート（CFRP）
- ⑥ アクセスウィンドウ（CFRP）

図2 アクセスウィンドウ付き 300 mm 胴体の構成

の観点からも、アクセスウィンドウは必要となる。そこでタンクやバルブなどが設置される胴体一般部の組立性と整備性を損なわず、かつ構造重量を軽減するためのインテグレーション方法と新たな胴体一般部構造を検討した。

2. 搭載機器のユニット化による胴体一般部の一体化

胴体一般部構造に搭載されるタンク・バルブ・配管などの搭載・組立性、また機体構造全体としての組立性、さらに組立後の整備・分解性を損なうことなく軽量の機体構造を実現するために、搭載機器のユニット化による胴体一般部の一体化を考案した。

まず搭載機器のユニット化については、図3に示すタンク・バルブ・配管類などを支持・固定するためのフレーム構造とともに組立を行い、搭載機器全体を一つのユニットとして統合する。



図3 搭載機器のユニット化

次に搭載機器が一体化されたことにより、図1のようにセグメント化されていた胴体一般部についても一体化を行い、図4の赤枠で示すように胴体一般部構造の一体化も行った。一体化によりアクセスウィンドウ周辺や胴体接続部のCFRPコア材による補強が削減され、約35%の軽量化が行われた。



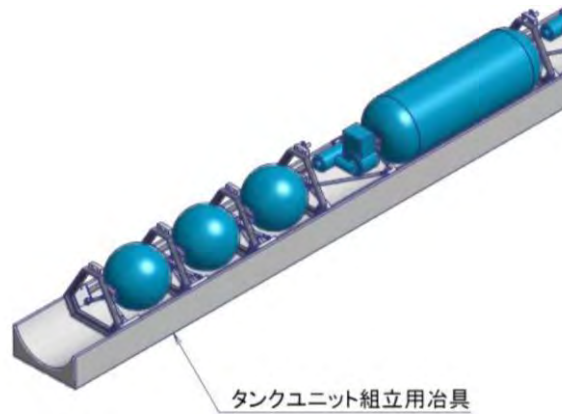
図4 胴体一般部の一体化

3. 搭載機器ユニットと一体化胴体一般部を用いた機体構造全体の組立プロセス

セグメント方式の場合には、部分的に組立完了している機体にセグメント胴体を取り付け、そこに搭載機器を順次搭載しながら機体全体を組み立てる方法を想定していた。しかし、搭載機器のユニット化と胴体一般部の一体化により、下記の手順で機体構造を組み立てることができるように組立手順を考案した。下記の手順では、主翼やテールボックスなどの機体上面に取り付ける構造を最後に組み立てるため、組立途中段階での内部へのアクセス性も確保されている。

① 搭載機器ユニットの組立

図5(a), (b) に示す組立用治具を用いて搭載機器と搭載機器フレームの組立を行い、搭載機器ユニット全体を組み立てる。



(a) 組立用治具を用いた搭載機器フレームと搭載機器の組立



(b) 搭載機器ユニットの組立完了状態

図5 搭載機器ユニットの組立

② 胴体一般部+翼胴一体中央部+後部胴体の組立と搭載機器ユニットの固定

図6(a) 赤枠の胴体一般部、青枠の翼胴一体中央部（主翼部分なし）、黄枠の後部胴体（テールボックスない）とエンジンマウント部を組み立て、そこに組立用治具を用いて①で組立てた搭載機器ユニットを挿入し、搭載機器フレームを胴体内部に固定する。また、この段階では主翼とテールボックスが取り付けられていないので、機体上面からのアクセス性が確保されている。そのため搭載機器ユニット固定後に必要な配管類とエンジンの接続、バッテリーなどの電気系統の配線などもこの段階で行う（図6(b)）。



(a) 搭載機器ユニットの挿入



(b) 搭載機器ユニット固定後

図6 部分的に組み立てた機体構造への搭載機器ユニットの固定

③ 機首コーン、主翼、前脚、主脚、テールボックスの組立

図6(b) に示した②の状態に機首コーン、主翼、前脚、主脚、テールボックスを取り付け、機体構造全体の組立を完了する。図7が組立完了状態である。

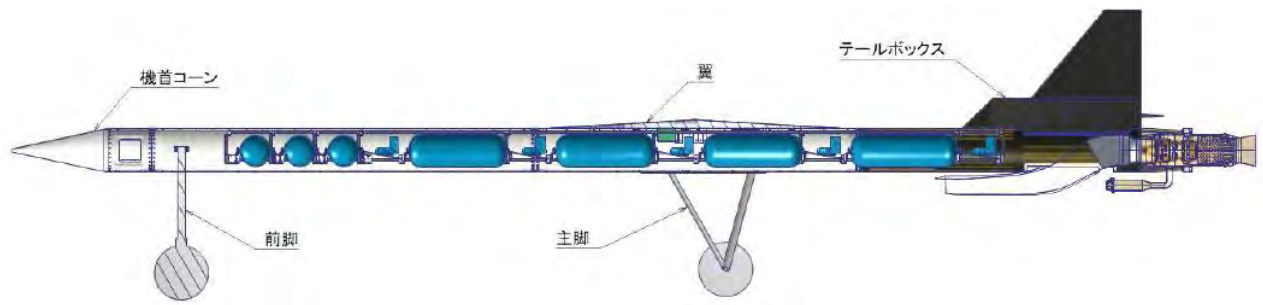


図7 機体構造の組立完了状態

4. まとめ

小型超音速実験機の多様化する飛行フェーズによる搭載機器寸法の変更，また搭載機器寸法の変更による機体長の変更にも対応でき，かつ組立性，搭載機器へのアクセス性，組立後の整備性や分解の容易性が確保される機体構造のインテグレーション方法を検討した．搭載機器フレームを用いて搭載機器をユニット化し，部分的に組み立てた機体構造に搭載・固定する方式を考案したことにより，これまでセグメント化されていた胴体一般部が一体化された．このことにより，アクセスウィンドウ周辺や胴体接続部の CFRP コア材による補強が削減され，約 35%の軽量化が達成された．

また組立手順を明確にすることで，組立の容易性，搭載機器固定時のアクセス性，組立後の整備性や分解の容易性も明確になり，詳細設計を行う上での重要な知見を得た．