

ドラッグシュート実証試験

著者	勝又 暢久, 樋口 健, 中田 大将, 中尾 拓治, 戸松 太暉
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	2018
ページ	61-66
発行年	2019-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010137

ドラッグシュート実証試験

○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）
中田 大将（航空宇宙機システム研究センター 助教）
中尾 拓治（航空宇宙総合工学コース 博士前期2年）
戸松 太暉（航空宇宙システム工学コース 学部4年）
宇宙機構造工学研究室 有志学生

1. はじめに

オオワシ2号機は超音速飛行を目標に設計されていることから、一般的な航空機に比べて高迎角・高速度での離着陸が必要となる。そのため、着陸後の減速を車輪ブレーキのみで行った場合、飛行試験を想定している飛行場の滑走路距離では十分に減速できないことが判明した。そこで、スペースシャトルの着陸時にも用いられたドラッグシュートの併用を考案した。ドラッグシュートの抗力係数を仮定して計算した着陸ダイナミクスシミュレーションでは、ドラッグシュートと車輪ブレーキを併用することによって滑走路内で停止できることが確認された。

上記の基礎検討を踏まえ、コストと入手性が優れている自動車のドラッグレース用ドラッグシュートをオオワシ2号機の着陸時に用いることが計画されている。このドラッグシュートは自動車レース用に製作されていることから、航空機の着陸用に適用できるか不明であり、また詳細な着陸ダイナミクスシミュレーションや着陸滑走路距離を計算する上では、このドラッグシュートの抗力係数や減速性能を明確にする必要がある。

そこで、当センターが有する高速軌道を用いた車載用ドラッグシュート開傘実証試験を計画し、通算3回の実証試験を行った。本稿では、この開傘実証試験の試験方法・結果について概要を報告する。

2. 開傘実証の実験装置

車載用ドラッグシュートは、路面に放出されてから傘本体が開傘するまで、予備パラシュートが路面を引きずられながら使用される。しかし高速軌道で開傘する場合、高速起動のブレーキの役割をする水路を保護する必要があることから、高速軌道内でドラッグシュートを引きずることができない。そのため、図1に示す3号車編成で台車を設計し、実証実験を行った。

1号車は、ドラッグシュート収納機能や計測装置が設置されており、実証試験における試験用台車として設計した。2号車は、開傘したドラッグシュートが推進台車（3号車）に干渉しないようにするためのスペーサーの役割を果たし、かつ開傘後に萎んだドラッグシュートをネットで捕獲することで、高速軌道のブレーキ用水路に干渉することを防ぐ機能を持たせた。3号車は、台車全体を加速させて走らせる推進機能を有する推進台車である。

1号車の約1.6m上方に設置したボックス内には、図2のようにドラッグシュート（傘本体）と傘本体を引き出すための予備パラシュートを収納した。また、開傘過程の荷重履歴を計測するため、傘本体をロードセルと接続し、開傘過程や開傘時の衝撃荷重を計測した。ロードセルは、1号車前方に設置した構造部材に固定することで、荷重計測に影響がないよう構造設計した。

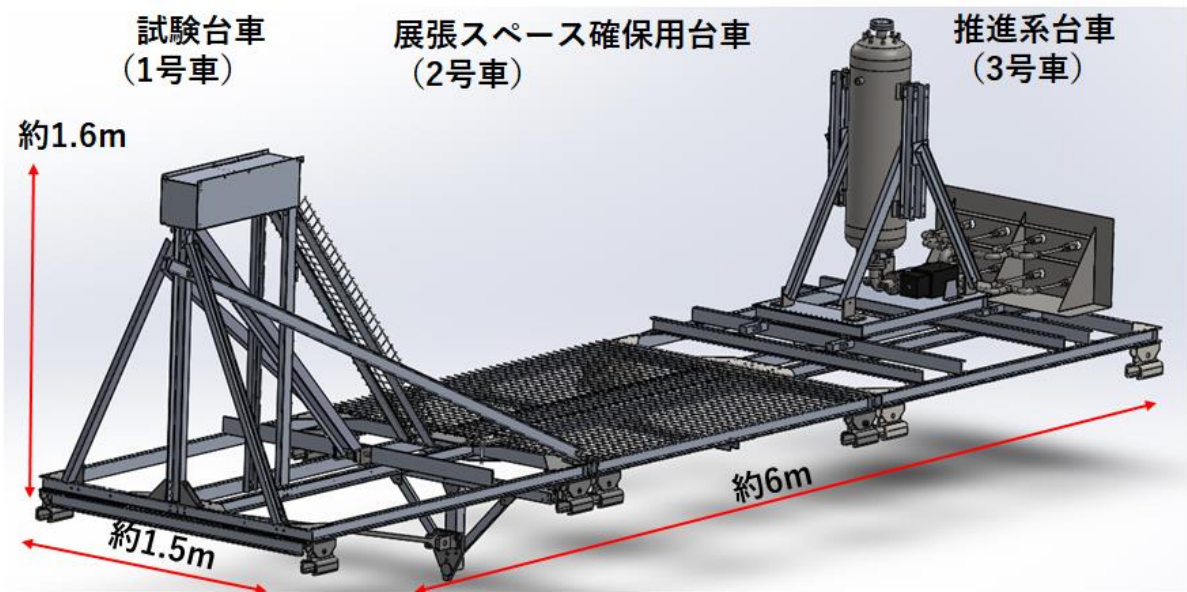


図1 ドラッグシュート開傘試験用台車の概要



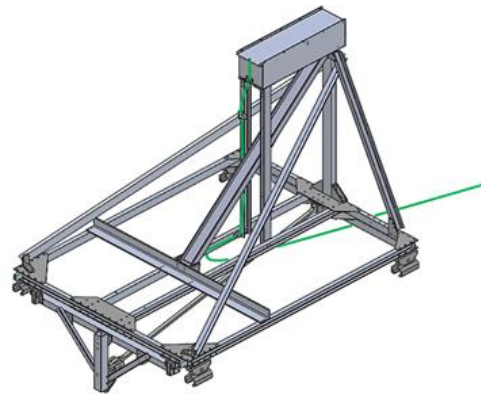
図2 1号車ボックス内のドラッグシュート収納状態

次に、ドラッグシュート収納ボックスは、予備パラシュートのバネが縮められた状態で収納されているので、ストッパーがなければ蓋が開いてしまうように設計した。そのため、図3①のように紐を通すことで蓋を固定し、蓋の展開を固定した。この紐は、図3②のように台車支柱を沿わせて発射位置から約 50 m 前方の地面に固定したアンカーボルトに固定した。そのため、台車が約 100 m 移動することで紐に張力が発生し、蓋のストッパーから抜けることで開傘できるように設計した。

①



②



③

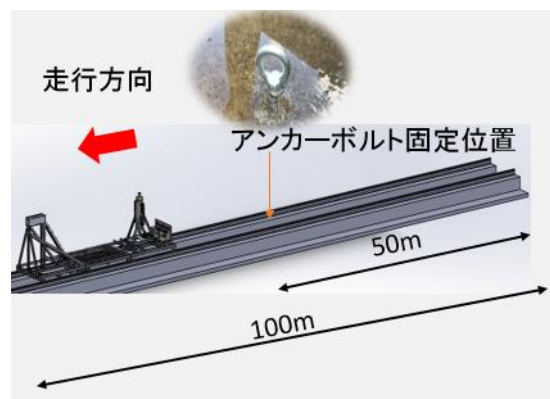


図3 開傘方法

開傘時のドラッグシュートの放出挙動、また放出から開傘完了までの挙動を確認するため、図4のように小型カメラを1号車に設置した。また展開時の衝撃荷重や定常走行時の抗力を計測するため、ドラッグシュートのケーブルはロードセルに接続した。

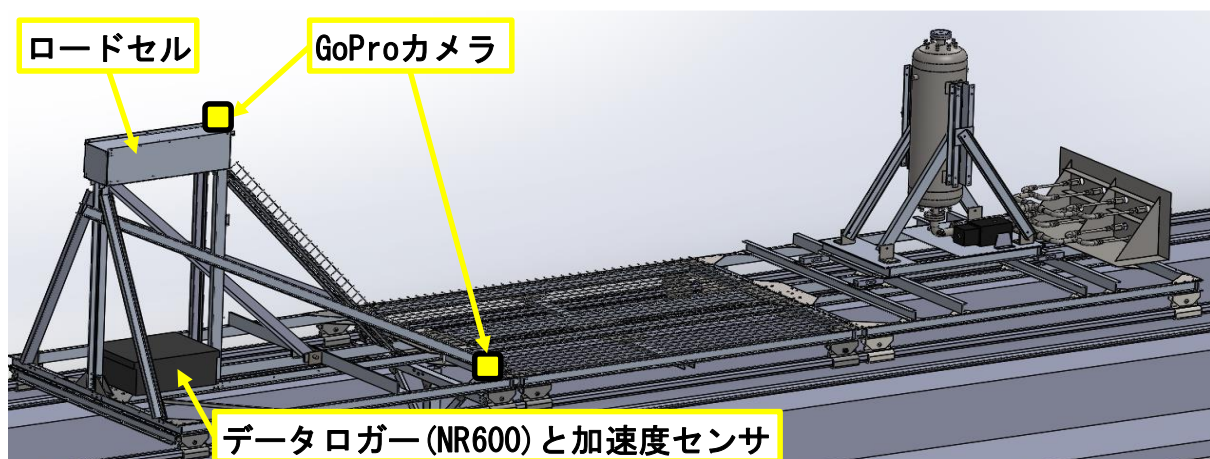


図4 計測機器の概要

図5に、ドラッグシュート開傘実証試験の開傘シーケンスを示す。約100m台車が走行すると、①のように収納ボックスの紐が抜けて予備パラシュートがボックス外に飛び出し、②～⑤の過程を経て傘本体が展開する。傘本体の開傘が完了すると、⑥の状態ですべての傘が展開し、台車が走行することになる。⑤の状態では傘本体展開直後の衝撃をロードセルで計測することができ、⑥の状態では定常走行時のドラッグシュートの抗力を計測することができる。

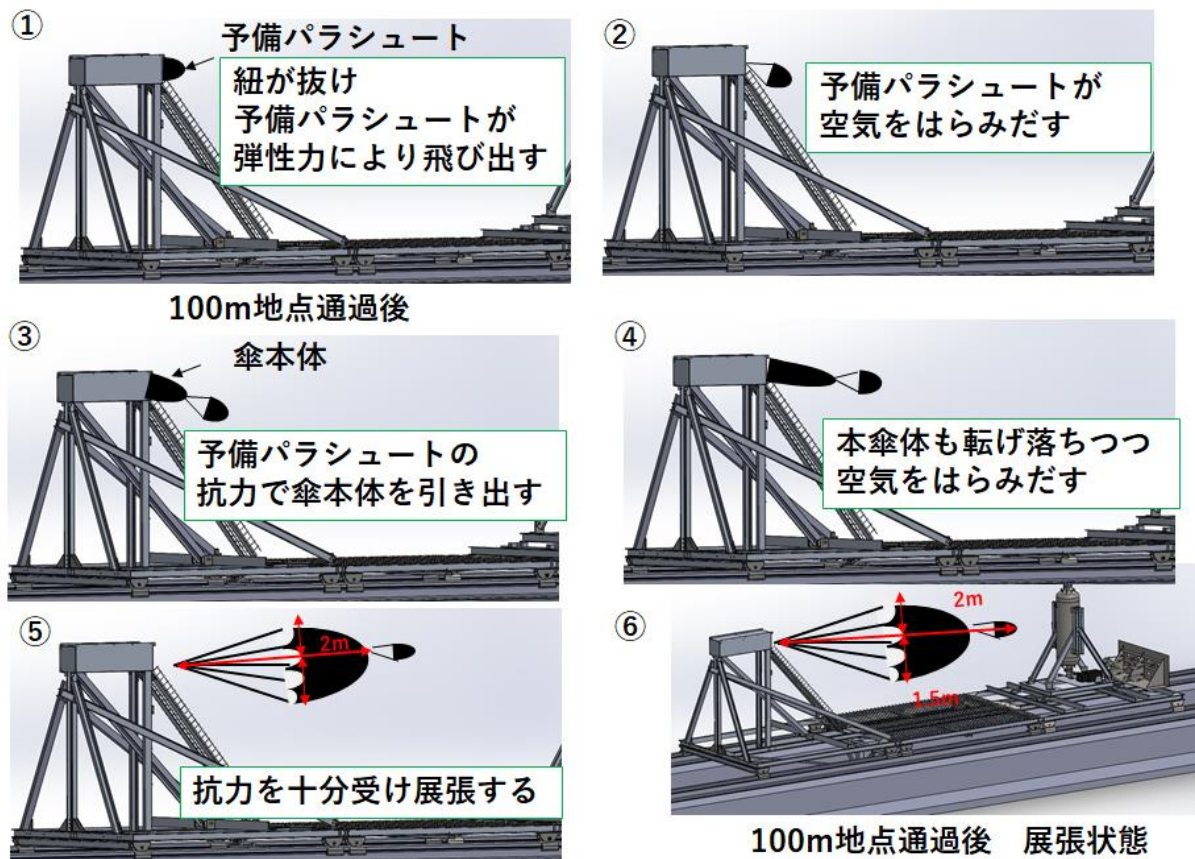


図5 開傘試験の展開シーケンス

3. 開傘試験結果

2017年2月に行われた開傘試験で計測された台車速度と開傘時荷重の時刻歴を図6に、2018年7月に行われた開傘時荷重の時刻歴を図7に示す。

2017年度の開傘試験においては、傘本体開傘時の衝撃荷重は、約2100Nと計測された。また開傘後走行時(7.8～8.8秒間)の平均抗力は、1160Nとなった。開傘後走行時(7.8～8.8秒間)の平均速度から計算されるCD値は0.57となり、衝撃荷重と抗力の平均値から計算された衝撃荷重倍数は、1.54となった。2018年度の開傘試験は、衝撃荷重が約2800N、平均抗力が1500Nと計測された。台車の走行速度が異なるため2017年度の結果と単純には比較できないが、衝撃荷重倍数は1.86となり、2017年度に類似した結果となった。

これらの計測結果をフルサイズ機体(270kg)着陸時に置き換えた場合、想定される衝撃荷重は、4020N(機軸方向の減速加速度:約1.5G)となり、フルサイズ機体(270kg)着陸時に想定される抗力は、2610N(機軸方向の減速加速度:約0.9G)と計算された。

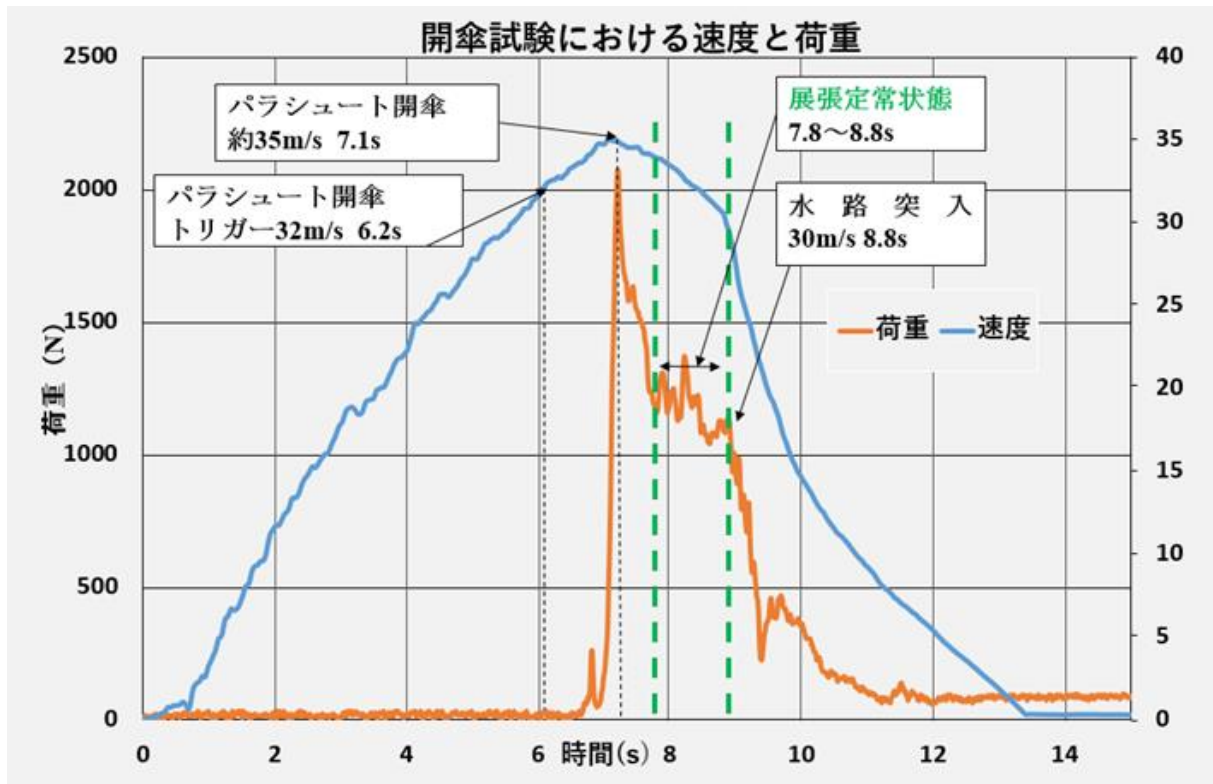


図6 2017年2月の開傘実証試験結果

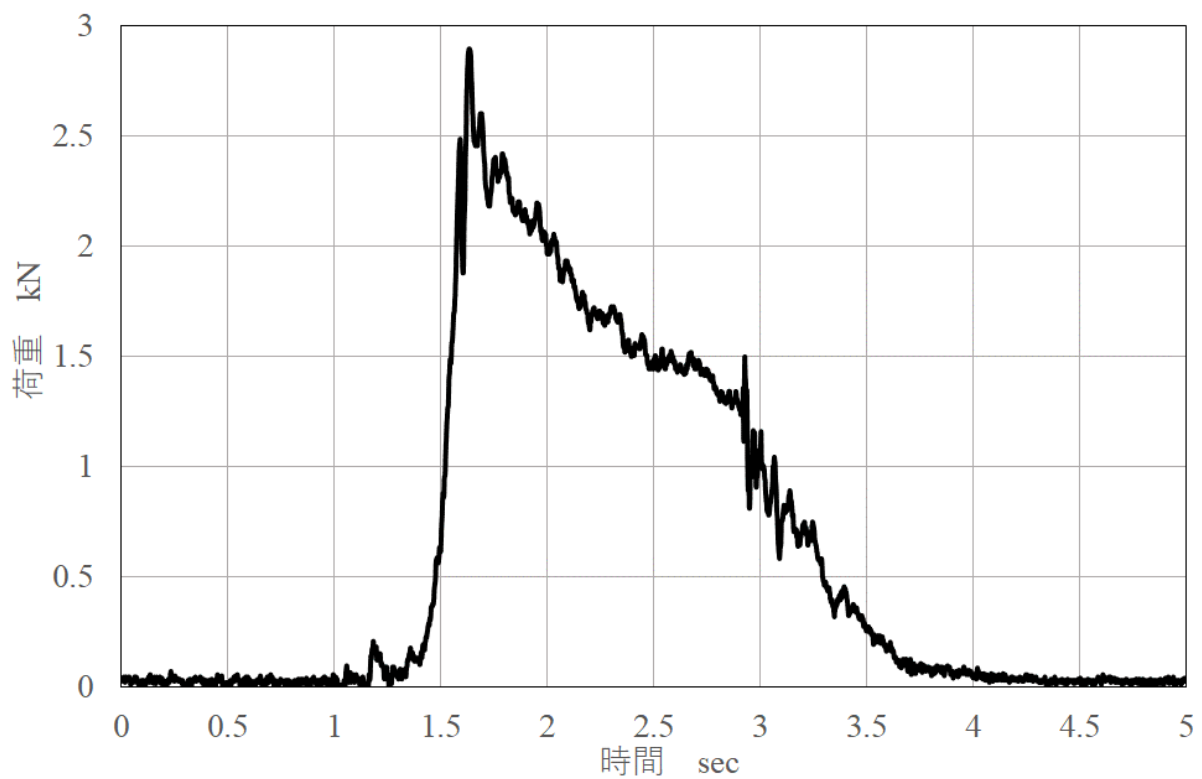


図7 2018年7月の開傘実証試験結果

3. まとめ

高速軌道を用いた車載用ドラッグシュート開傘試験を実施し、各種諸元を計測した。速度 120 km/h 時における開傘所用時間は約 0.9 秒であり、開傘時の衝撃荷重値は 2100 N となった。また計測結果から想定されるフルサイズ機体着陸時の衝撃荷重値は 4020 N（機軸方向加速度：1.5 G に相当）と考えられる。開傘後の定常走行時における空気抵抗力は 1158 N と計測され、その結果から想定されるフルサイズ機体着陸時の空気抵抗力は 2610 N（機軸方向加速度：0.9 G に相当）と見積もられる。今回使用した車載用ドラッグシュートの抗力係数（CD 値）は 0.57 と計算され、衝撃荷重倍数は 1.54～1.86 となった。今回の試験の結果を踏まえ、この実証試験で用いた車載用ドラッグシュートがオオワシ 2 号機の減速にも適用可能と判断した。