

SRB-A 分離用導爆線温度解析結果

平成 16 年 2 月 5 日
宇宙航空研究開発機構

1. 目的

SRB - A (R側) が分離しなかった不具合の全体事象について、飛行データ、検証実験および解析に基づき整理を行った結果を表1に示す。

ここでは、全体事象のうち、SRB - A 不分離に直結する導爆線の機能喪失について、解析を行った結果をまとめる。

2. 解析概要

ホルダB破孔を想定した後部アダプタ内へのガス拡散三次元解析を行い、導爆線の加熱率、加熱率に基づく温度上昇を推算した。

解析においては、初期破孔面積(面積 25 mm^2)が維持されたケース、ある程度破孔が拡大(面積 100 mm^2)したケースを実施した。

なお、初期破孔面積は下記に基づく最小値である。

検証実験にて、飛行時のサーマルカーテン温度上昇率($6\text{ }^\circ\text{C}/\text{秒}$)を与えるには、 $13\text{ kW}/\text{m}^2$ 程度の加熱率が必要との結果を得た。

(12月24日の調査部会にて説明済み)

破孔面積をパラメータとしたガス拡散解析において、 $13\text{ kW}/\text{m}^2$ 程度の加熱率を与えるには、 25 mm^2 程度以上の破孔面積が必要との結果を得た。

(1月9日の調査部会にて説明済み)

解析の結果を図1に示す。

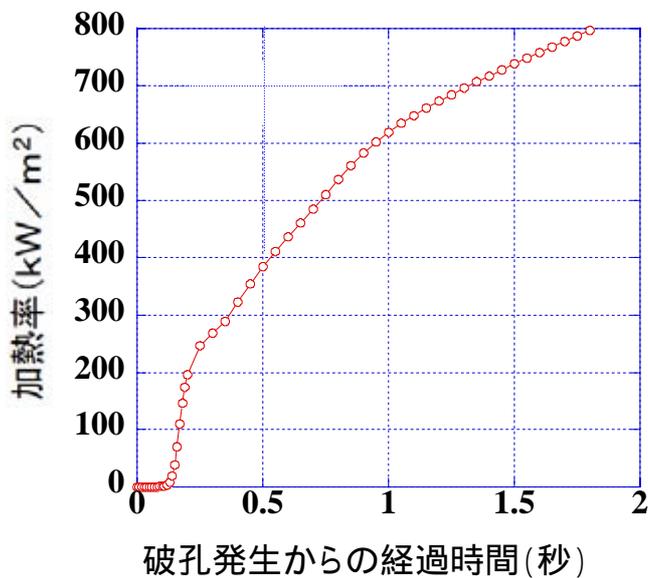
初期破孔面積(面積 25 mm^2)が維持されたケースでは、導爆線の設置位置によって加熱率は異なるが、システムトンネル近傍では1秒以内で数 $100\text{ kW}/\text{m}^2$ 以上に上昇した。これは、システムトンネルを經由してSRB - A外部に抜けるガス流れの影響で、加熱率が上昇したものである。

破孔面積が拡大(面積 100 mm^2)したケースでは、導爆線の設置位置によらず後部アダプタ内での加熱率は1秒以内で数 $100\text{ kW}/\text{m}^2$ 程度に上昇した。

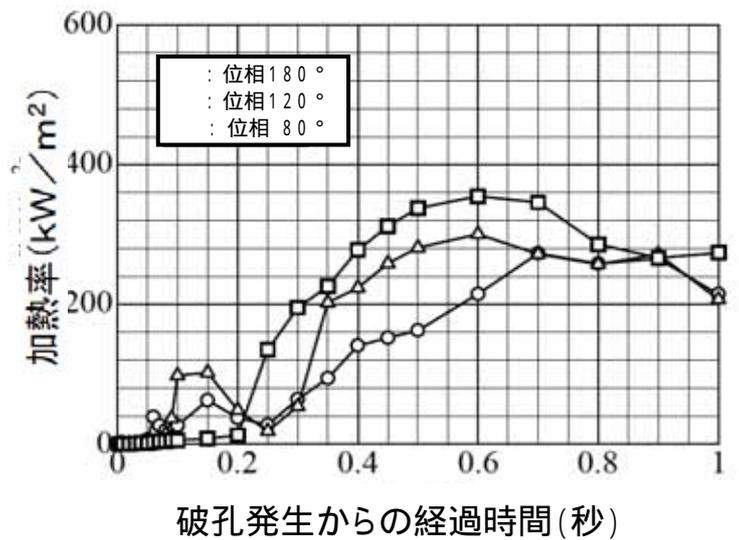
次に加熱率 $200\text{ kW}/\text{m}^2$ の仮定で導爆線の熱解析を行い、数秒で爆薬温度が $200\text{ }^\circ\text{C}$ (導爆線の機能喪失温度:12月15日の調査部会にて報告済み)を上回る結果を得た。

3. まとめ

初期破孔面積(面積 25 mm^2) が維持される場合でも、設置位置により、破孔発生から数秒で機能喪失に至る可能性があること、また、破孔が 100 mm^2 程度に拡大することで、後部アダプタ内の導爆線は設置位置によらず数秒で機能喪失に至る可能性があることを確認した。



(a) システムトンネル近傍の導爆線
(破孔面積 25 mm^2)



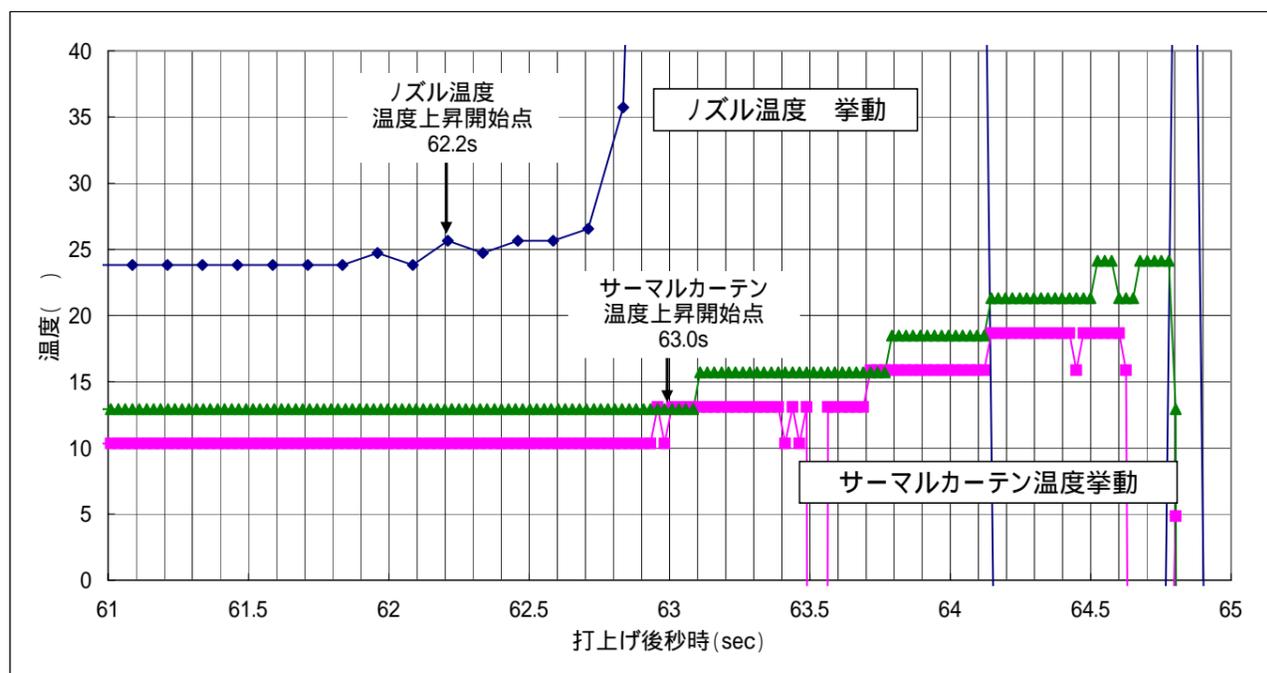
(b) 後部アダプタ一般部各位相の導爆線
(破孔面積 100 mm^2)

図1 導爆線加熱率履歴

表1 全体事象一覧

時刻(打上げ基準)(*1)	推定事象	飛行データ/確定事象	検証内容
打上げ	180°付近の位相でライナアフトB2(CFRP)の表面後退量が増大し、残存板厚減少		
62.2秒 (62.4秒)	ライナアフトB2の表面後退が進み、燃焼ガスがホルダB(アルミ合金)に到達		
62.8秒	ホルダB溶損し、溶融境界面がノズル温度センサに接近	ノズル温度 温度上昇開始(約3/秒)	ノズル温度 センサの挙動 検証実験、溶融・伝熱解析により、本推定事象で初期温度上昇が再現できることを確認
63.0秒	ホルダBの温度上昇/板厚低下に伴い、強度低下し破孔(初期破孔:ノズル温度 近傍の位置(180°付近の位相))		サーマルカーテン温度センサの挙動 検証実験、ガス拡散解析により、ガス拡散開始からサーマル温度上昇まで本推定事象で再現できることを確認
63.6秒	ノズル温度 センサへの燃焼ガス到達 温度/歪センサライン(180°付近の位相でノズルに艦装)へ燃焼ガス到達		
64.6秒	破孔からの燃焼ガスが後部アダプタ全体へ拡散	ノズル温度 温度急峻な温度上昇 ノズル温度 温度データ振り切れ	センサ短絡事象 検証実験、ガス拡散解析により、ハーネス損傷に必要な加熱条件を本推定事象で与えられることを確認
66.2秒 68.3秒	温度/歪センサライン(180°付近の位相でノズルに艦装)が燃焼ガスにより継続的に加熱され徐々に短絡	サーマルカーテン温度上昇 ノズル歪 短絡	搭載機器モニタ系等の異常事象 検証実験、ガス拡散解析により、ハーネス損傷に必要な加熱条件を本推定事象で与えられることを確認
	搭載機器のコネクタ/ハーネスが燃焼ガスにより継続的に加熱され徐々に損傷	アクチュエータ系、電力分配装置系、圧力センサデータ異常	導爆線の機能喪失 検証実験・ガス拡散解析により、導爆線機能喪失に必要な加熱条件を本推定事象で与えられることを確認
	後部アダプタ内導爆線(前方プレス切断系) 薬温が200 を超え、伝爆機能喪失		
105.3秒	1段機体からの爆轟波が、後部アダプタ内の導爆線で伝爆中断し、下流の分離ナットを起爆できず。分離ナット不作動。	プレス(前方/後方)切断点火信号 プレス(後方)分離確認信号 前方プレス不切断によるSRB-A不分離【画像データ】	

*1: 括弧内の数値は、解析等に予測秒時



(参考図) 飛行データ_ノズル温度 およびサーマルカーテン温度