

平成 19 年 12 月 28 日

CAMUI-90P 型ハイブリッドロケット 分離機構不具合に関する報告

NPO 法人 北海道宇宙科学技術創成センター

打ち上げ概要

2007 年 12 月 08 日に実施された CAMUI 型ハイブリッドロケット打ち上げで、07 時 03 分に打ち上げられた 1 号機において、打ち上げ後、衛星分離と減速回収用パラシュート展開のための分離機構が作動せず、ロケットは地上に自由落下した。

1 号機の不具合後に、直ちに次発準備されていた 2 号機（同じ分離機構搭載）で機能確認をしたところ、機能不良が確認されたため、2 号機及び 3 号機の打上げは中止した。

1. 分離機構概要

分離機構は、マグネットスイッチ、トランジスタ回路、タイマーリレー駆動用ラッチングリレー、タイマーリレー、およびガスジェネレーターによって構成されている。

マグネットスイッチから出た信号は、トランジスタで増幅され、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーのコイルに電流を流し、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーを動作させる。

構成要素の役割は次のとおりである。

- (1) マグネットスイッチ： ロケット打ち上げを信号として分離機構に送る。機体内部にスイッチ本体があり、機体外壁を通して、機体外部に取り付けられた地上設備と拘束されたマグネットの磁力で接点を保持し、ロケット発射時にマグネットが地上に残り、マグネットから解放されたスイッチが信号を発する。
- (2) トランジスタ回路： マグネットスイッチの信号によって、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーを作動させる。
- (3) タイマーリレー駆動用ラッチングリレー： タイマーリレーの信号によって、分離機構を作動させる。ラッチングリレーは、一瞬でも信号が来れば、作動状態になり、それを保持する。ロケットは打ち上げ時に大きな加速度や振動が加わる可能性があるため、マグネットスイッチの接点が断続する可能性がある。タイマーリレーは、入力信号が断続するとリセットされてしまい、指定秒時で作動しなくなるので、それを防止するために、ラッチングリレーを介在させた回路構成になっている。
- (4) タイマーリレー： 指定秒時後に信号を発する。
- (5) ガスジェネレーター： タイマーリレーの信号を得て、分離機構（ピストン）を作動させる。

2. 機能不良の状況

2.1 打ち上げ現場における確認

現場において次の発射予定であった2号機で機能確認をしたところ、マグネットを外してもタイマーリレーが作動していないことが確認された。

低温によって作動用の電池の性能が低下した可能性もあり、電圧を測定しながら機構を作動させたが、無負荷時、負荷時、いずれでも電池電圧は正常値を示し、電池の電圧低下による現象ではないことが確認された。

このことから、マグネットスイッチが正常に作動したものの、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーが作動していなかったことが明らかになった。

2.2 機能不良の原因調査

製作工場において分離機構を冷却して機能試験を実施したところ、マイナス5 までは、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーのコイルへの印加電圧と、電流はほぼ常温時と変わらなかったが、マイナス12 から急激に数値が悪化し、マイナス15 ではほとんど機能しなくなった。

その原因としては、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーに電流を供給するトランジスタの機能が低温の影響で損なわれたか、タイマーリレー駆動用ラッチングリレーのコイル及びラッチング用永久磁石が、低温の影響で機能を損なったかのいずれかであると推測される。

トランジスタ、リレーなど、分離機構構成要素の詳細な温度特性の解析は、2008年01月、北海道立工業試験場において温度管理された恒温槽を用いて実施する。

3. 不具合発生の主因

本分離機構は、マイナス5 での機能試験は複数回実施し、機能を確認していた。打ち上げ当日の朝は、現場の温度計では、マイナス12 ~15 と記録されている。

したがって、分離機構の機能未確認の温度域において打ち上げ運用したことが不具合を引き起こしたものと結論される。

4. 対策

使用する分離機構は、環境温度に対し十分なマージンをもって機能することが必要である。そのためには、想定される環境温度(マイナス15 プラス36)に対応した環境試験を実施し機能保証する。運用手順において温度条件の適合可否を十分確認し、打ち上げ時には機能が保証されない温度域での運用は行わないこととする。

問合せ先：NPO 法人北海道宇宙科学技術創成センター 伊藤献一

TEL：011-398-5505