



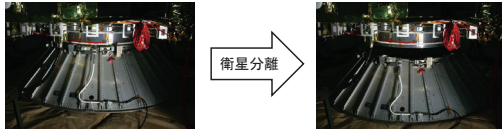
簡易計算法を用いた人工衛星分離時衝撃応答 低減策の検討

環境試験技術センター
Environmental Test Technology Center

1. 目的

人工衛星をロケットから分離する際に生じる衝撃環境は、高加速度・高周波の衝撃加速度が短時間で負荷する環境であり、搭載機器に対して設計上厳しい条件を与える。

本研究では、人工衛星分離機構として広く使用されているVバンドクランプを対象として、分離の過程において運動方程式をモード座標で簡易化し、ロケット-衛星インターフェース部に生じる衝撃レベルを設計初期段階で簡易的に見積もる計算法を構築した。



2. 衝撃発生源のモデル化

- Vバンドクランプ分離後の衝撃応答を、Vバンドクランプの締結力を解放した後の自由振動応答でモデル化
- 支配的な振動モードを円環曲げ(1~40次)及び円環伸縮モード(1~5次)と見なし、多自由度振動モデルで近似
- Vバンドクランプの締結は瞬時に解放されると仮定

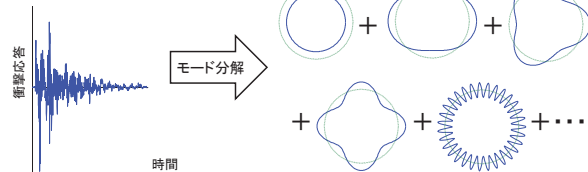
k次モードに関する振動方程式

$$\ddot{q}_k(t) + 2\zeta_k\omega_k\dot{q}_k(t) + \omega_k^2q_k(t) = F_k(t) \quad (1)$$

q_k : モード変位 ζ_k : モード減衰比
 ω_k : 固有角振動数 F_k : モード加振力

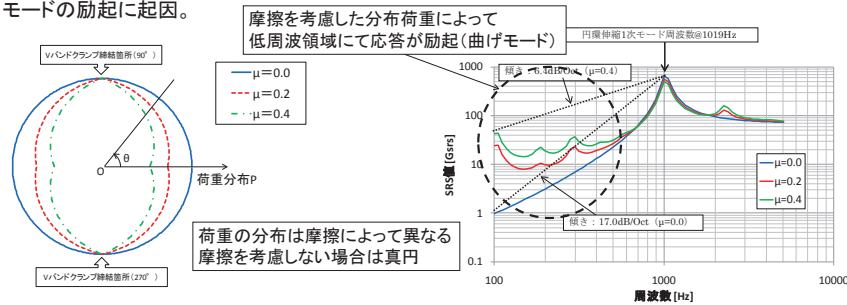
- 分離後のモード加速度応答は締結リングのモード加振力 $F_k(t)$ に比例する(式(1))。

モード分解



3. 衛星リング分布荷重の見積り

- 衛星リング分布荷重は衛星リング-Vバンド間の摩擦に寄るところが大きい。この分布荷重が円環曲げモードの励起に起因。



4. 低衝撃型の分離機構への適用拡大

- 開放時間が衛星リング伸縮モードの固有周期に一致する場合は衝撃応答のピーク値は大幅に減少。
- 低衝撃型の分離機構では、Vバンドクランプの締結力解放が緩やかに進行。予測値は開放力が1/4余弦波となると仮定して算出。解放時間(締結力=0となる時間)は2.5msecとした。
- 試験データ(左下図)との比較では、1000Hz以下の領域では摩擦の影響を受けていると考えられる。1000Hz折れ点での予測値(青実線)と約6dB差は予測値の締結力開放変化に起因する。→今後の課題

