



ランダム振動試験と音響試験の選択

環境試験が導く、確かな未来。
環境試験技術センター
Environmental Test Technology Center

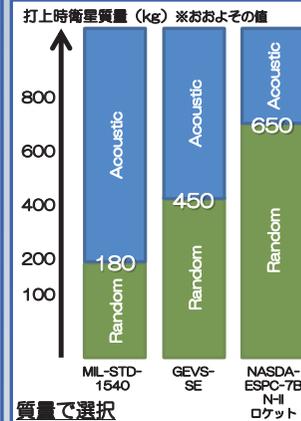
1. 目的



宇宙機は打上げ時、過酷なランダム振動環境に曝される。これを模擬するための試験方法にはランダム振動試験と音響試験があり、適切に選択する必要がある。一般的に、コンポーネント等の小型構造物はランダム振動試験、衛星システム等の大型構造体は音響試験がより現実に近い環境になることが分かっている。しかし、中型サブシステムや100kg級小型衛星については、どちらの試験が有効か明確な指針がなく、設計者の経験に頼るところが大きい。

近い将来、衛星はより小型化・ユニット化・構造の複雑化が進み、いずれの試験を選択すべきか、判断に迷うケースが増加することが想定される。ここでは、上記2つの試験法の選択について、現在までJAXA内外で行われてきた検討を紹介する。

2. 以前の検討



$$\frac{m}{S} < C_{np} \sqrt{\frac{PSD_a(f_n)}{PSD_r(f_n)}}$$

$\frac{m}{S}$: 面密度 C_{np} : 達成係数
 $PSD_a(f_n)$: 音圧PSD
 $PSD_r(f_n)$: 加速度PSD

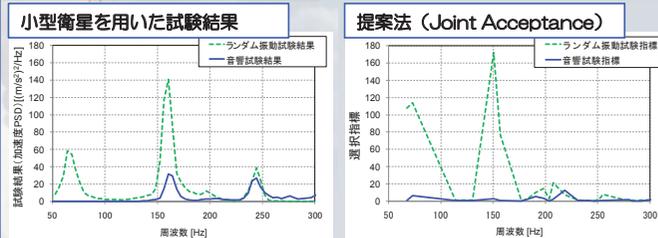
音響試験ハンドブック (JERG-2-130-HB002)、Appendix C参照
面密度で選択

米軍・NASA規格では質量によって試験法を選択する方法が示されているが、その根拠については明確に示されておらず、規格によって値も異なる。

JAXAでは音響試験ハンドブックに、一手法の紹介として、面密度を用いた指標を示している。経験的にも、パドルや大型アンテナなど、面積が大きく軽い供試体については、音響負荷が支的であるとされてきた。

残念ながら、個々の供試体の構造・形状・衛星への配置状況等により、ランダム振動環境条件は変わるため、これらの基準は完全とは言いえない。

3. 最近の検討



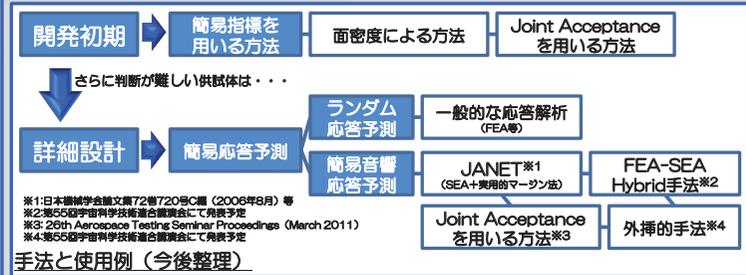
Joint Acceptance (NASA-HDBK-7005ではCross Acceptance) と呼ばれる指標を用いて、どちらの試験が供試体により大きな応答を与えるか、供試体単位で定量的に算出する手法を考案した。この手法は、供試体の構造数学モデルを用いるため、形状や材質を考慮できることが特徴である。固有値解析結果のみを用いた簡易計算のため、境界要素法 (BEM) のように複雑で時間がかかる計算を必要としない。

平板を基本として立式し、簡易化のために仮定をしている。また、一つの供試体について一つの値が求まるが、場所ごと (例えば、供試体ごとのクリティカルな部分の応答が見た場合) の応答の優劣については評価しないこととしており、これらの実用性について検討を実施中である。

なお、本手法を応用した供試体上の特定部位の簡易な音響振動応答予測が可能であり、別途、検討を実施している。

※詳細については、日本機械学会論文集76巻764号C編 (2010年4月)、25th Aerospace Testing Seminar Proceedings (October 2009) を参照のこと

4. まとめと今後



提案されている手法について、実用性を検証するとともに、使用方法のガイドラインを検討する。例として、開発初期段階には情報が少なく済む簡易指標を用いる方法で検討し、さらに検討が必要な供試体については、各部の応答を予測し、判断することが考えられる。

環境試験技術センターでは、なるべく使用する情報が少なく、手順が複雑でない「簡易な音響振動応答予測」について検討を行っている。特にFEA-SEA Hybrid手法の実用化については、実用的な外挿的予測手法と共に、近日発表予定である。

上記の検討結果を効果的に用いる方法を提案し
宇宙機開発の高信頼性化・高効率化に寄与する