

衝撃応答特性の測定および解析による電子部品の信頼性向上

機械情報システム課 吉江真太郎、中村陽文、羽柴利直、鍋澤浩文*1
若い研究者を育てる会 コーセル株式会社 松田修人、林 怜汰

1. 緒言

近年、航空宇宙分野における民生品活用の拡大に伴い、各種の電子部品も高い耐衝撃性が求められるようになりつつある。一般的な産業機械用の電源装置の耐衝撃性の仕様値は20~50G程度であり、航空宇宙分野で要求される数千G程度の仕様には及んでいない。そこで本研究では、電源装置の耐衝撃性向上を目的とし、落下衝撃試験機(神栄テクノロジー製、MDST-300)を用いて電源装置に使用されている電子部品(フェライトコア)の衝撃応答特性の測定及び観察を行い、CAE解析による仮想的な落下衝撃試験から耐衝撃性を高めるための設計条件を推定した。さらに、試作した改善案サンプルにおいて耐衝撃性能の向上が実現できたか否かの検証を行った。

2. 研究方法

2.1 フェライトコアの落下衝撃試験

本研究では対象をフェライトコアに絞り込み、基板にフェライトコアのみを実装したサンプルを製造した。

落下衝撃試験は最大加速度約1,890Gの正弦波(宇宙ミッションにおける要求SRSを上回る条件)とし、1水準につきn=20個、3回繰り返し落下とした。

実験の結果、20個中6個においてサンプルの破損が発生した。この内4件は、Eコアの割れによるもので、Eコア外脚部の付け根が割れの起点箇所と推察された。

2.2 CAE解析による仮想的な落下衝撃試験

フェライトコアには、基板を介して応力が加わるため、CAE解析にあたり、Eコア、Iコアおよび基板からなる解析モデルを作成し、衝撃試験時に計測した加速度のデータセット(x:時間、y:加速度)100点(0.01ms間隔、計1ms)を、基板通し穴内部に境界条件として与えた。解析後の評価として、フェライトコアの最大主応力が最大となる箇所やその値を評価項目とした。

3. CAE解析による各モデルの検討結果

現状モデルのCAE解析の結果、実験から推察されたのと同様に、Eコア外脚部の付け根で、高い応力が集中することが確認された。この応力集中を低減するため、改善モデルを複数検討した。本研究ではフェライトコアの形状や材質、および基板の構造等は変更しない方針とし、実際

の電源製品に使用される部品等で製造が可能という条件のもと、改善モデルを検討した。複数モデルのCAE解析を実施した結果、「ヒートシンク追加モデル」および「コア位置反転モデル」において、応力の低減が見込めたため、実験で検証するモデルをこの2つに絞り込んだ。

4. 改善モデルの実験結果および考察

再度、落下衝撃試験機を用いてn=20個、3回繰り返しの落下衝撃試験を実施した結果、ヒートシンク追加モデルでは、20個のサンプルすべてで外観検査と電気的特性検査で異常は見られず破損率が0%という結果となった。これは基板が補強されることで落下衝撃時の基板の反りが低減し、基板と接着しているコア表面部の曲げ変形が抑制されたことによるものと考えられた。

一方で、コア位置反転モデルでは、20個中18個のサンプルで基板-Iコア間の接着剥離等の破損が発生し、現状モデルよりも破損率が増加してしまう結果となった。

5. 結言

現状品では、Eコア外脚部の割れが支配的な破損原因であったため、この部分の応力集中が低減する改善モデルを複数考案し、このうちひとつのモデルで耐衝撃性能が向上することを確認した。一方で、CAE解析とは異なる結果となったモデルもあり、接着面の剥離など解析対象とする破損モードの拡大が今後の課題として残った。(詳細は、令和5年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」pp.23-30を参照)

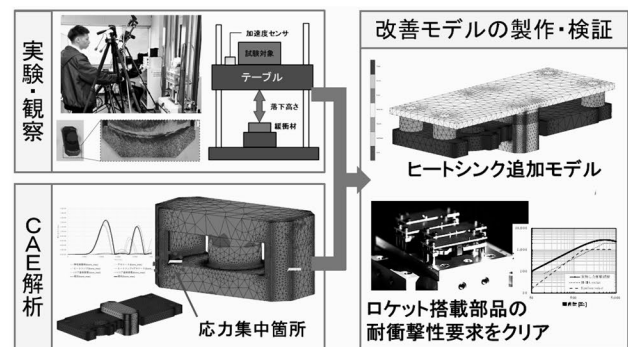


Fig. 1 Procedure of the experiment and CAE analysis

*1 現 企画管理部