

CAEを用いた機器の耐震性能について

前田 一輝*1

[要 旨]

CAEを用いて機器に対して、レベル2地震動の一部の加速度を入力してシミュレーションを行い、耐震性能の評価を行った。今回の解析結果ではモデルの構成部品に影響を与えるほどの応力は発生しなかった。

1 はじめに

ものづくりの現場において、CAE (computer aided engineering) は、設計段階から品質を作りこみ、試作回数の軽減、開発期間の短縮が期待され活用されている。しかし、現状のCAEの活用方法は製品に求められる仕様や品質からの検証を行うことで終了しており、自然災害である地震の影響を考慮することはほとんどない。

また国や地方自治体が定める耐震基準では人命被害を及ぼす建築構造物や土木構造物が主であり、古くから基準や計算手法も整備されているが、生活や企業活動を行うために必要な身の回りの設備機器等に対する基準は、転倒による人的被害を防止するための据付に関するものであり、機器本体が耐震性能の評価が行われていることはほとんどない。

そこで本研究では、CAEを用いて機器モデルに地震動を与えて機器内に実装されている構成部品に与える影響を調査した。

なお今回の解析にはSolidWorks Simulation Premium2013を使用した。

2 解析方法

2.1 モデル

今回の解析モデルとして、壁掛用の電気用制御

盤 (以下、簡易モデル：図1) と自立型の電気用制御盤 (以下、想定モデル：図2) を作成した。いずれも汎用性が高く、内部に実装される構成部品が多岐に渡る。今回は構成部品に配線用遮断器及びテレメータ装置を模したものを実装させた。

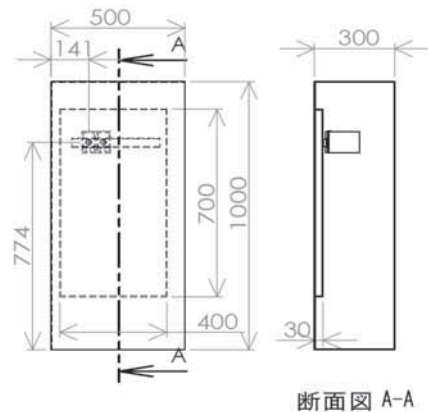


図1 簡易モデル

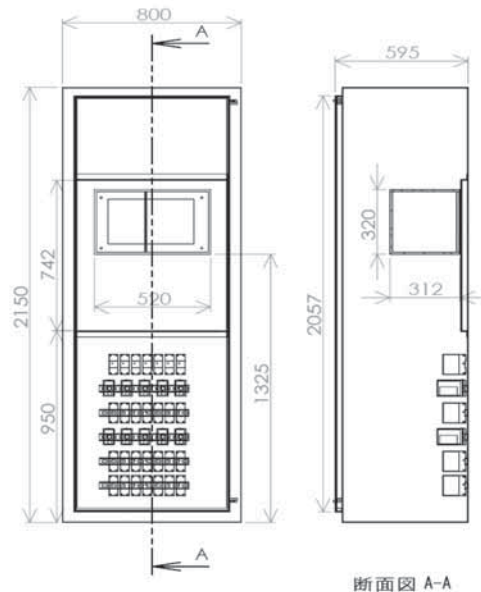


図2 想定モデル

*1 基盤技術課 主任

2.2 条件

解析方法は応答を直接求める線形時刻歴応答解析を採用している。今回の線形時刻歴応答解析では Newmark の β 法¹⁾ を用いているため、解の安定性及び精度の期待から $\beta=1/4$ としている。また地震動の観測データは 0.01 秒単位の加速度 (gal=cm/s²) でサンプリングされているため、入力するステップを 0.005 秒としている。

なお、今回の地震動の入力データ²⁾ (図3)は Level2 の地震動の最大加速度 (600gal) を中心に簡易モデルは 2 秒、想定モデルは 1 秒間を X (東西方向)、Y (南北方向)、Z (上下方向) に入力している。

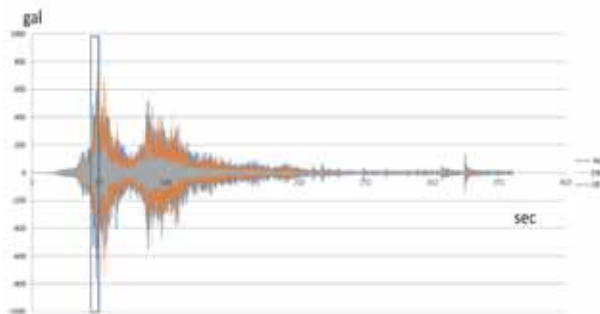


図3 地震波形

3 結果

簡易モデルの固有値は表1のとおりの結果となった。

表1 簡易モデルの固有値結果

	固有周期(s)	固有振動数(Hz)
1次モード	0.023386	42.7
2次モード	0.016692	59.9
3次モード	0.015608	64.1
4次モード	0.015021	66.6
5次モード	0.014624	68.4

今回のモデルでは固有周期が 0.025 秒以下であり、影響が小さいことがわかる。

また構成部品の取付け部分に最大応力 (1.5MPa) が発生しているのが確認でき、またその部分の時刻ごとの応力 (図4) のデータが得られた。

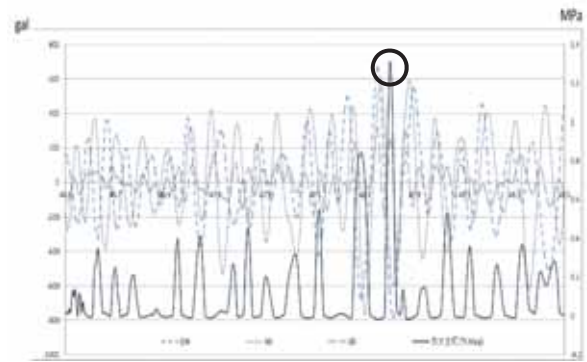


図4 簡易モデルの最大応力

想定モデルの固有値は表2のとおりの結果となり

表2 想定モデルの固有値結果

	固有周期(s)	固有振動数(Hz)
1次モード	0.017072	58.6
2次モード	0.014824	67.5
3次モード	0.013770	72.6
4次モード	0.011088	90.2
5次モード	0.010764	92.9

今回のモデルでは固有周期が 0.020 秒以下であり、影響は小さいことが分かる。

同様に最大応力は構成部品の取付け部分に発生 (25MPa) しているのが確認でき (図5)、またその部分の時刻ごとの応力 (図6) のデータが得られた。

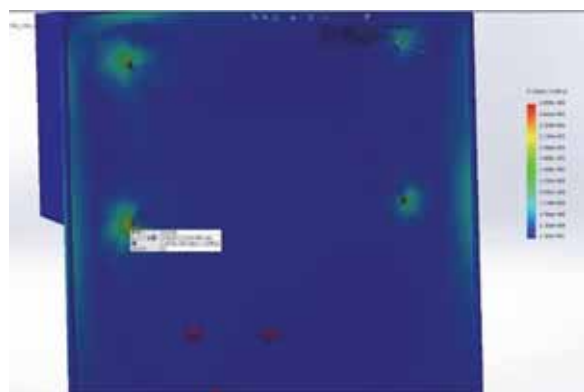


図5 想定モデルの最大応力発生位置

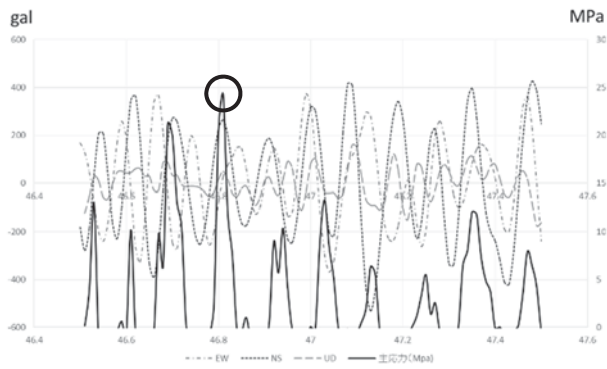


図6 想定モデルの最大応力

4 まとめ

今回のモデルでは問題になるほどの影響は確認できなかった。一般的な地震動の成分は 0.1～3 秒程度の範囲であり、共振が起きないことも大きな要因と思われる。既設機器に対してもモデルを作成して耐震性能を評価することが出来た。

本来、入力すべき地震動のデータをすべてで行うべきところであるが、データ量が膨大となることから、モデルのさらなる簡素化が必要となる。

(参考文献)

- 1) 平井一男他：耐震工学入門 p150～p151
- 2) 気象庁HP・強震波形（平成 23 年(2011 年) 東北地方太平洋沖地震）