

CAE を活用した フロントローディング型設計指向の 結露対策検討例の紹介

■ 片柳 厚志

Atsushi Katayanagi

1 はじめに

冬の寒い時期、窓などに発生する結露に悩まされたことはないだろうか。そのまま放っておくとカビの温床となるため不衛生であり、場合によっては、建物を傷める原因にもなる。電力用機器においても温度変化が大きく、湿度の高い環境に機器を設置する場合、結露に気をつけなければならない。それは、結露により筐体に錆が発生したり、電気的な絶縁低下を引き起こし短絡事故につながる可能性があるからである。電力用機器でも変圧器本体やガス遮断器本体など密閉されている機器であれば、結露が問題になることはほとんど考えられない。しかし、制御盤や操作機構箱などの半密閉機器は湿気が内部に入り込むことが考えられるため、結露することがないように設計する。

東光高岳では結露対策の一つとして筐体内部にヒーターを設置している。筐体内部をヒーターで温めることにより筐体内部の温度を露点以上にし、結露を防止する考え方である。使用するヒーターの容量は、試験にもとづいた実験式などを用いて決定する。既存製品の類似設計であればその実験式を用いるだけで十分なこともあるが、筐体の形状や内部機器の配置などを大きく変更する場合は、実器試験等により設計条件を満たすことを確認する必要がある。試験において条件を満たさない場合、「設計変更」→「改造」→「試験」のサイクルを複数回繰り返すことになり、設計条件を満たすまでに多くの時間と費用を費やすことになる。

CAE^{注1)}を活用したフロントローディング^{注2)}型設計は、設計パターンが複数あり、どのパターンが有効か比較検討する場合に役立つ。上記の例のようなサイクルでも、「改造」、「試験」をCAEによる「モデル変更」、「計算と結果表示」に置き換えることにより、すべてが机上で検討可能となる。短期間で仮説と検証のサイクルを回すことができ、機器開発の期間短縮とともに部品配置の最適化による品質向上も期待できる。

本稿ではフロントローディング型設計の一例として、筐体の結露対策の構想段階にCAEを適用した例を紹介する。

2 結露解析による対策検討事例

結露解析の事例として紹介する筐体の解析モデルを

図1に示す。モデルは制御部品や操作機構などを収納している筐体を想定したものである。筐体寸法は幅約1,100 mm、奥行き約500 mm、高さ約800 mmである。筐体を下方から見るとL字型をしており、内部に複数の部品を有している。筐体の中央部に熱に弱い部品(図1中水色)が4本並んで配置されている。本稿ではレイアウトの制約条件として、ヒーター以外の部品の配置は変更できないものとする。熱に弱い部品の近くにヒーターを配置できないことを考慮し、A、B、Cのいずれかの位置にヒーター(図1中赤色)を配置することを検討する。

解析条件を以下に示す。

- ・外気温：20°Cから0°Cまで一定割合で変化
- ・外気相対湿度：90%一定
- ・初期条件：温度20°C、相対湿度90%
- ・ヒーター電源：時刻0秒でオン

ヒーター容量はどのパターンにおいても同値とした。単純に考えれば、筐体の容積と表面積が同一であり、ヒーター容量も同一であるため、ヒーターがいずれの位置にあっても結露しない結果になることが予想できる。

解析終了時点の結果を図2に示す。解析結果は結露量の分布を表している。結露量の多寡は、カラーバーに

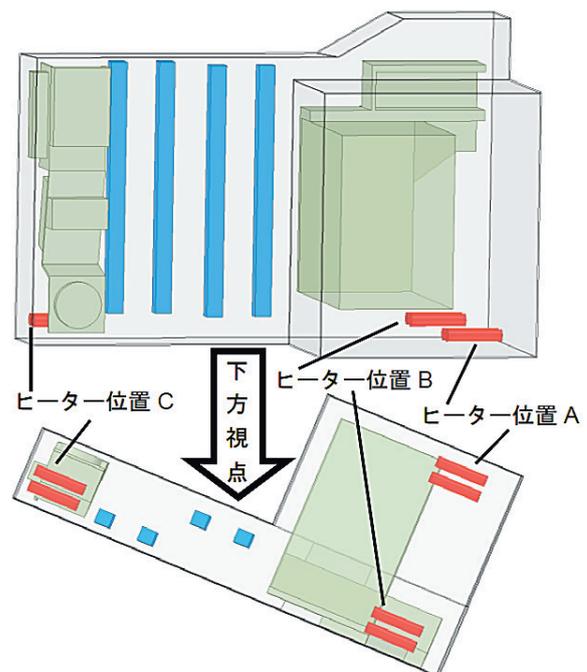


図1 筐体の解析モデル

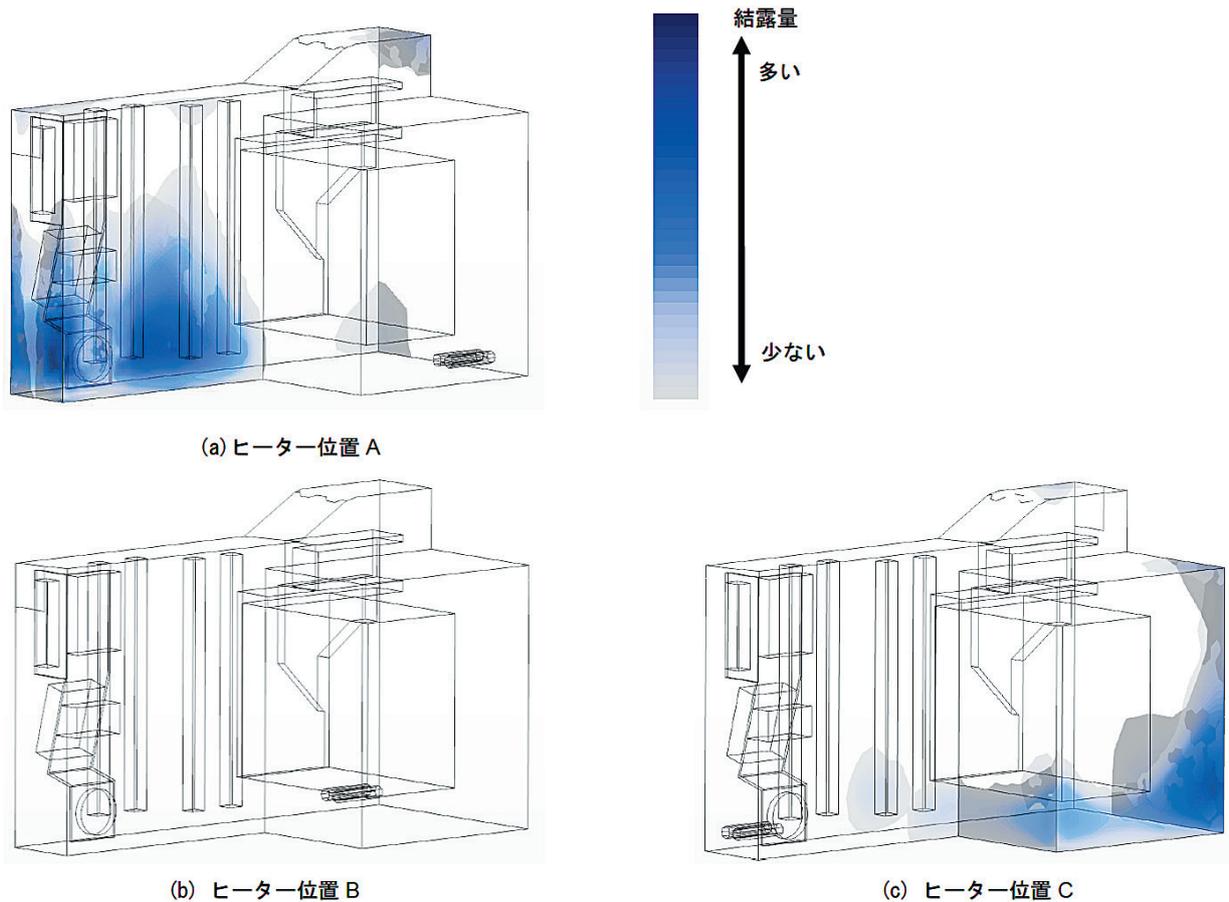


図2 結露解析結果

示す青色の濃淡にて表現した。結露量が増加するにしたがい青色が濃くなるよう表示した。

図2から、ヒーター位置Bは結露しないが、ヒーター位置A、Cは結露する結果となっている。解析の最終時刻だけでなく、ヒーター位置Bに対して途中時刻の結果も調べたが結露は見られなかった。これにより、実験式などから求めたヒーター容量が適切であっても、ヒーターを配置する場所により結露の結果が変化する可能性があることがわかる。この解析事例では結露だけでなく温度も同時に計算している。よって、筐体内の温度分布も評価が可能である。その結果、筐体内の部品の周囲温度が許容値以下であることも確認した。

3 おわりに

本稿で紹介した例は、構想設計段階にCAEを適用した例である。そのため、解析モデルは簡略化しており、解析条件には仮定が入っている。したがって、CAEで確認したから合格ということではなく、最終的な確認は実器試験をもつて行う必要がある。しかし、今まで設計者が実験式などから決定できない設計要素の効果を、CAEで確認できることの意義は大きい。少なくともCAEを適用することにより、実器試験において手戻

りが発生するリスクを軽減することができる。さらにCAEの活用を推し進めれば、設計者自身によりアイデアの仮説と検証を短い期間で繰り返すことができる。

このように、CAEが積極的に構想設計時に使われることにより東光高岳の設計品質が向上し、ひいてはお客様の役に立てるよう、今後ともCAEの活用を推進していきたいと考えている。

■ 語句説明

注1) CAE: Computer Aided Engineeringの略。計算機などを用いて、製品の設計・開発などの支援を行うこと。

注2) フロントローディング: 製品開発プロセスなどにおいて初期工程に負荷をかけ、今まで後工程で行われていた作業を前倒しして進めること。

片柳 厚志

技術開発本部
技術研究所 解析・試験技術グループ 所属