

3次元不定形構造要素の形状決定手法

福井大学大学院 学生会員 ○ 上田 哲也
福井大学工学部 学生会員 今度 薫
福井大学大学院 正会員 福井 卓雄

1 はじめに

本研究は、3次元的で複雑な応力伝達要素の形状設計を行うための基本的な手法の提案を行うものである。手法の骨子は、CADを利用した形状定義、CADデータからの解析モデル(境界要素の生成)、境界要素法による応力解析である。これらを組み合わせることにより、マン-マシーン・システムとしての構造要素形状決定システムを構築する。例として、構造部材の接続要素の形状設計を試みる。

2 形状設計

工業製品の設計におけるCAE(Computer Aided Engineering)の利用は急速に進んでいる。設計と解析の統合のためには設計モデルをそのまま用いて解析を行い、その解析結果に基づく設計変更をダイレクトに設計モデルに反映させることが望ましい。以下に構造部材の形状設計を示す。

形状決定システムの流れ図を図-1に示す。図において楕円はデータの流れを四角は操作を表す。

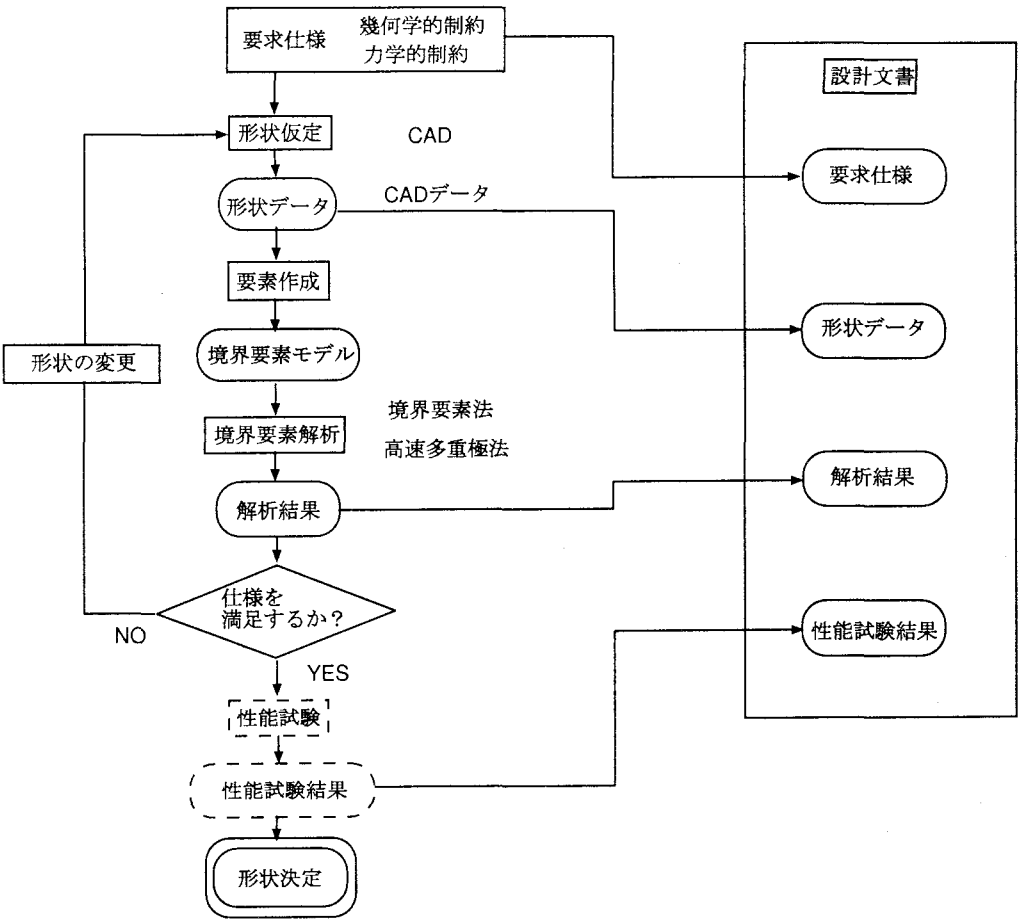


図-1 形状決定の流れ

これらの操作の一部はすでに既研究においてその手法の提案を行っているものである。以下では、これらの操作について概要を述べる。

2.1 要求仕様

要求仕様は、アイデアを実際に現実に表現する上で要求される幾何学的制約、力学的制約をできるだけ具体的に挙げる必要がある。また設計者だけでなく、施工者の要求仕様も取り入れなければならない。その要求仕様が多くなった場合は、階層化し明確な関係を示す小分類に分けることで、後で変更したり参照したりするときに、すぐに理解できる構造にしておくのが望ましい。

2.2 形状データの作成

ここでは、要求仕様を満足するために、曲面で形成される複雑な構造要素を仮定している。このような形状データを作成するには、CAD を用いることが有用である。CAD を利用することで、複雑な 3 次元形状データを容易に作成することができる。また、CAD の出力として形状データファイルを作成すれば、境界要素モデルの作成に利用することができる。

2.3 要素作成

作成された形状データを解析するために、境界面上に要素を作成し、境界要素モデルを作成する。CAD の中には、要素作成ツールを持っている物もあるが、単純な要素作成しかできない。境界面の曲率に応じた要素分割や応力集中する部分の要素の細分化など、適切な境界要素モデルを作成するためには、CG で使われるメッシュとは異なる要素分割が要求される。ここでは、CAD の出力する形状データを使って、境界要素モデルを自動的に生成する [1] [2]。

2.4 境界要素解析

ここでは、任意曲面からなる構造要素の解析を高精度で行うために高速多重極境界要素法 [3] による 3 次元静弾性解析を行う。現実的な力学問題を解析するためには、接触問題を扱えることが必要である。また、必要に応じて、弾塑性解析を行えることが望ましい。応力の最大値は構造要素表面に表れるので、結果の出力にはスムージング法 [4] を適用して、高速かつ高精度に表面上の応力値を計算する。

2.5 設計文書の管理

形状の設計の過程で、設計者は様々な知識を用いて、形状設計の選択や力学的特性などを評価している。この知識は、設計者の考えや設計で得られた解を理解する上で役に立つだけでなく、これからの設計を行う上で非常に有益である。この知識の再利用や知識の共有には、設計文書のデータ化が必要である。また、設計後に設計文書を整理しても、忘れてしまうことがあるので設計文書の作成を設計の過程の中に組み込むことも必要である。

3 おわりに

3 次元不定形構造要素の形状決定手法を提案した。現在、このシステムの完成とサンプル計算を進めているところである。具体的な形状決定については当日報告する。

参考文献

- [1] 今度薫, 福井卓雄: CAD を利用した境界要素データ生成法, 土木学会中部支部平成 16 年度研究発表会講演概要集 (投稿中)
- [2] 上田哲也, 浦勝一, 福井卓雄: 大規模境界要素解析のための境界要素自動生成手法, 計算工学講演会論文集 Vol.9, pp.801-804, 2004
- [3] 玖津見敏広, 福井卓雄: 高速多重極法による 3 次元静弾性問題の解析, 境界要素法論文集 Vol.15, pp.99-104, 1998
- [4] 浦勝一, 福井卓雄: 境界要素法における境界上の数値解のスムージング手法, 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集 I, pp.933-944, 2004