

助成金対象研究の紹介文

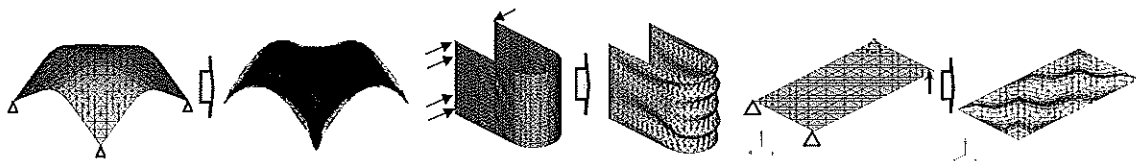
薄肉曲面構造体のデザイン支援のための最適フリーフォルム創成システムの開発 に関する研究

豊田工業大学 先端工学基礎学科 教授 下田昌利

・実用化が期待される分野：膜や薄板・シェル構造の設計分野

・研究概要：

人工物の重要な構成要素となっている膜やシェル構造は曲率を有した薄肉曲面構造体であり、各種工業製品に幅広く使用されています。美的要素があり、力学的にも優れた特性を有する構造体であるため、そのデザインには力学特性と意匠性の両者が求められます。製品の軽量化への寄与も非常に大きく、環境や省資源の観点からもその果たす役割は今後益々増大すると考えられています。一方、その軽量性から非適切なデザインは環境を害する振動や騒音を招くため、最適なフォルム、すなわち最適曲率分布を普遍的に求めることが可能な計算機を利用したデザイン支援システム開発が望まれています。そこで本研究では膜やシェル構造について、振動と騒音の観点から最適な任意の曲率分布（無限自由度の自由曲面フォルム）デザインが可能な理論とアルゴリズム及びプログラムを含む汎用最適化デザインシステムを構築することを目的とします。本研究により、力学的に自然なフォルムが自動創成され、意匠性を制約条件に加えながらの力学特性の最適化も可能となります。図1に本研究に先立って行った剛性最大化（変形最小化）の計算例を示します。(a)から(c)は異なった設計問題ですが、いずれも初期フォルムから滑らかな曲面フォルムが得られることがわかります。構造設計の観点から軽量の構造は外力に対して膜力（面内力）で伝達することが理想的とされていますが、本手法によって得られる構造はそうになっていません。本研究ではこの剛性問題で構築手法を振動・騒音問題へ発展させていきます。これまでにない新たなフォルムの創成に繋がる本研究はデザインと情報工学、構造力学及び応用数学の学際的な研究に位置づけられ、今後の幅広い分野への展開も期待できると考えています。



(a) 雪荷重下の屋根モデル (b) 曲げ荷重下の自動車部品モデル (c) 振り荷重下の板モデル

図1. シェルの剛性問題の計算例（左：初期形状，右：最適化形状）