

主 論 文 要 旨

報告番号	甲	第	号	氏 名	佐藤 浩一郎
主 論 文 題 目 :					
構造設計問題のための多様解導出システム					
(内容の要旨)					
<p>設計においては力学特性のみならず、意匠性や操作性などの定量評価が難しい多くの特性を考慮する必要がある。そのため、構造設計問題では、従来のように強度や剛性の定量的な評価により1つの最適解を求めるだけでなく、大域的な解探索により複数の多様解を導出し、その中から最終的な設計解を決定することが求められている。多様解導出方法については、過去の研究において、ボトムアップとトップダウンの両過程を経る基本システムが提案されている。ボトムアップでは、多様な生物種の発生特性である誘導と頂部支配の局所ルールによりボクセル要素（以下、要素）が自己組織的に増加して多様な解候補を生成する。トップダウンでは、ボトムアップで生成された多様な解候補をそれぞれ最適化し、多様解が導出される。しかし、この基本システムは、対象とする解の要素数が数百程度であり、要素数が1万オーダー以上の構造設計問題では膨大な計算時間を要する上に解の導出頻度が極めて低い。そこで本研究では、基本システムに基づき、構造設計問題に対応可能な新たな多様解導出システムの構築を目的とした。</p> <p>第1章では、本研究の目的を示すために設計方法論の現状と動向を概説し、構造設計問題における多様解導出の必要性を述べた。</p> <p>第2章では、先述した基本システムの概要を示した。また、構造設計問題に対応するために、ボトムアップで多様な解候補を生成するためのパラメータ解析と要素数の増加に対応可能なシステムへの拡張の必要性を述べた。</p> <p>第3章では、ボトムアップで多様な解候補を生成するためのパラメータ解析について述べた。解析の結果、最も多様性に影響のあるパラメータとして誘導と頂部支配の作用の割合を示す合成比率が抽出された。また、解候補の生成効率の制約の下で合成比率を最小値（頂部支配の作用を最大）に設定することが、多様な解候補の生成に有効であることを示した。</p> <p>第4章では、要素数が1万オーダーの構造設計問題へ対応するためのシステムの構築について述べた。人工股関節システム設計に事例適用した結果、第3章の結果と同様に頂部支配の作用を最大にすることで多様な解候補が生成されることを確認した。また、トップダウンにおいて均質化法による位相最適化法を用いることで、多様解が導出できることを示した。</p> <p>第5章では、第4章で示されたシステムのさらなる拡張について述べた。その対象は要素数が10万オーダーで生成空間に複数の孔が存在する構造設計問題とした。その事例として車体骨格設計に適用した結果、解候補が生成される条件下で頂部支配の作用を最大にすることが多様な解候補の生成に有効であることを確認した。また、トップダウンにおいて密度法による位相最適化法を用いることで、上記のような複雑な空間上で多様解が導出できることを示した。</p> <p>第6章では、第5章で示されたシステムにおける多様解導出のメカニズムを考察した。その結果、ボトムアップで生成された形状が、位相最適化法のみによる解の形状に対して欠如した部分がある場合に、形状内部の密度分布が変化することで多様解が導出されるメカニズムを明らかにした。また、頂部支配の作用を大きくすることで異なる位相の多様解が導出できることや、誘導の作用を大きくすることで剛性や強度が高い多様解を導出できる可能性を示し、構造設計問題に対応した多様解導出システムが構築された。</p> <p>第7章では、本研究の成果および今後の研究課題と展望を述べ、本研究を総括した。</p>					