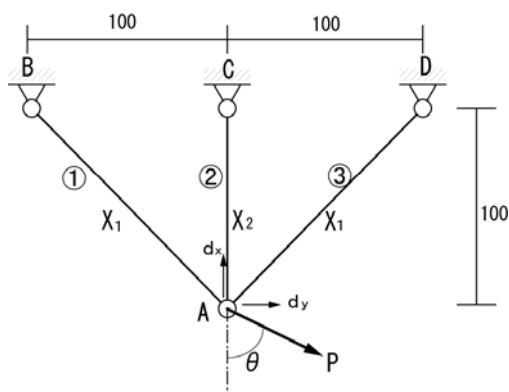
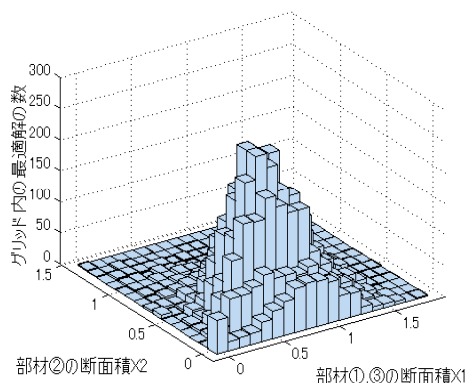


確率的荷重条件下におけるトラスのロバスト最適設計

井上 健一 東京大学工学部建築学科4年 (2009年度)



研究で用いたトラスモデル



荷重Pの大きさと角度θが不確定な場合の最適解 X_1, X_2 の分布

研究の目的と概要

建築の構造力学分野は、新しい空間の創造を目指して、複雑な形態をより力学的合理性に基づいて設計するための研究が盛んに行われている。フィレンツェ新駅(設計:磯崎新、構造設計:佐々木睦朗)などの作品は、構造力学における新しいアプローチによるものである。

このような研究の上でキーワードとなっているのが「最適設計」である。構造物の最適設計とは、意匠設計者の要求するデザインや、応力・変形の制約条件などを満たした上で目的関数である重量や剛性、経済性などを最大化(もしくは最小化)することを指す。遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithms: GA)やESO法など、最適解を導く方法も多数研究されており、一見複雑な構造形態に最適性という力学的合理性が付与されたようであるが、最適解を求めるために仮定されている外力はどれも一定の値に確定されており、現実存在する外力の確率的な不確定性はまったく考慮されていない。

そこで本研究では平面トラス構造物について、最適化問題に外力の不確定性を導入し、最適解の集合の性状を把握すると共に、不確定な外力に対する安定性(ロバスト性)について考察する。

具体的には、上図(左)のような単純な2次元のトラスに対して、「作用する外力の大きさや角度が、ある正規分布に従うものと仮定し、部材の応力制約下においてモデルの総重量を最小化する部材断面積を求める」という最適化問題を繰り返し解く。そこで得られた最適解を一定間隔のグリッドで分割された解空間にプロットしていくことで上図(右)のように、どの断面積に解が集中しているかが分かる。

これによって、不確定な外力に対する最適解は、一定の値ではなく、ある「最適な範囲」として求められることが示された。

今後の展開

本研究では最適化問題をできるだけ単純なものにするために、応力制約条件下で、モデルの総重量を最小化するという問題のみを扱ったが、実際の設計において考慮されるべき変位の制約条件やコストの制約などを加えることや総重量だけでなく、剛性や振動性状を目的関数にくわえた、多目的最適化問題にも応用できる。さらに、特性の異なる複数の荷重(自重、積載、風、地震など)条件下における最適な構造物の創出といった問題にも展開できる。