

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工学 )	氏名	貞本 将太
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目 メッシュフリー法を用いた板構造物の非線形解析に関する研究 (Nonlinear analyses of folded-plate structure using meshfree method)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	岡澤 重信	
審査委員	教授	北村 充	
審査委員	教授	濱田 邦裕	
審査委員	准教授	新宅 英司	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、弱形式を用いたメッシュフリー法により、種々の板構造物の非線形解析を有限要素解析に劣らず高精度に実施することを目的とし手法開発を行ったものである。板の構造解析では構造の連続性や周期性を考慮した境界条件がしばしば課されるが、一般的な基本境界条件の取り扱いに加えてこれらの特殊な境界条件を規定するために、Multiple-Point Constraint (MPC)法を導入している。さらに MPC 法を応用することで複数の板により構成される構造物を取り扱うための方法を考案している。また曲面形状や複雑な初期たわみなどの任意曲面を表現するため面内に埋め込まれた曲面座標系を導入し、幾何学的非線形問題の定式化を行っている。また種々の板構造物の数値解析例を示し、本提案手法の妥当性を検証している。本論文は以下の6章から構成されている。</p> <p>第1章では、メッシュフリー法を用いて板構造解析を行うという本研究の背景及び目的と共に、これまでに行われたメッシュフリー/粒子法に関する研究を概観し、それらに対して本研究で行ってきた手法開発について述べている。</p> <p>第2章では、メッシュフリー/粒子法の一手法である Reproducing Kernel Particle Method (RKPM)を用いた平板の線形解析について説明している。RK 近似を用いた関数近似方法、板の微小変形問題における仮想仕事式の定式化と離散化を示し、本手法における節点積分方法について示している。節点積分方法については計算モデルに課される境界条件による応力状態を考慮する必要があり、この点に関する検討を含めて数値解析例を示している。</p> <p>第3章では、メッシュフリー/粒子法における MPC 法による境界条件の取り扱いについて説明している。基本境界条件の付与方法、自由度の同期方法について示した後、MPC 法を扱う際に留意すべき事項を数値解析例による検証と共に示している。また、自由度を同期する方法の応用として、複数の板の組合せ構造の計算を扱うための方法を示し、数値解析例によって方法の妥当性を検証している。</p>			

第4章では、第2章に示した平板の微小変形問題の定式化を、有限変形を取り扱うための幾何学的非線形問題へと拡張している。基礎となる仮想仕事式は変位に関して非線形となる方程式であるため、方程式の増分分解と線形化によって解くべき増分系の方程式を導いた後に RK 近似による離散化を行っている。さらに定式化の妥当性を検証するため数値解析例を示している。

第5章では、任意曲面のための曲面座標系を用いたシュルの定式化を示している。これまでに示した定式化は平板の変形に限定されたものであり、数値積分方法や基本境界条件について基礎的な検討を実施して妥当性を確認したものの、曲面を表現することを考えると不便である。有限要素解析であれば1つのメッシュが連続体として考えられているため、それを連ねて近似的に曲面を表現できるが、メッシュフリー/粒子法においては基本的に1枚の板全体を1つの連続体として考えるため、この方法は当てはまらない。従って本章では、曲面内に埋め込まれた曲面座標系を用いて幾何学的非線形問題の定式化を行い、数値解析例によってその妥当性を検証している。

最後に第6章では、本研究の総括及び今後の課題について示している。

以上のように、本論文のメッシュフリー法は板構造物の非線形解析において有用であり、今後は実用的な分野への応用も期待できる。よって審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。