

Title	塑性節点法の開発とその応用に関する研究
Author(s)	藤久保, 昌彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/1344">http://hdl.handle.net/11094/1344</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	藤 久 保 昌 彦
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 9 6 1 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 2 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	塑性節点法の開発とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 上田 幸雄
	教授 松浦 義一 教授 福本 嘯士

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、有限要素法と塑性解析法を組み合わせる任意の構造物の弾塑性解析を効率良く行うための一般化理論として塑性節点法を提案し、その適用性を検討したものであり、緒論、本文 2 編および総括から成る。

緒論では、本研究の背景、目的および方針を述べている。

第 1 編では、塑性節点法の理論を以下の 6 章にわたって述べている。

第 1 章では、塑性節点法の基礎理論を完全弾塑性体の静的弾塑性解析を対象に展開している。まず要素の塑性化判定点の塑性条件を節点力の関数の形に表し、これを塑性ポテンシャルとして塑性理論を適用することにより節点のみに縮約された塑性変形(塑性節点変位)を定式化している。さらに要素内部は弾性挙動するとし、結果として弾塑性剛性行列をマトリックス演算のみで導出できることを明らかにしている。以上の取り扱いは 1 次元から 3 次元に至る任意の有限要素に有効であり、また塑性条件に対する制約はない。

第 2 章では、歪硬化体の静的弾塑性解析理論を展開している。ここでは塑性節点変位に対して節点力がなす塑性仕事と要素に塑性歪が実際に分布する場合の塑性仕事を等置することにより、塑性節点変位に対して有効な新しい定義による歪硬化係数(節点変位歪硬化係数)を導出し、弾塑性剛性方程式を定式化している。

第 3 章では、熱歪の生成と材料定数の温度依存性を考慮して、熱弾塑性解析理論を展開している。

第 4 章では、動的弾塑性解析理論を展開している。

第 5 章では、第 4 章までの理論を統合して歪硬化体の動的熱弾塑性解析理論を展開し、この様な複雑

な弾塑性挙動の解析の場合も弾塑性剛性行列をマトリックス演算のみで導出できることを明らかにしている。

第6章では、第1章の理論を梁・柱要素に応用し、任意の径間荷重を受ける骨組構造物の塑性崩壊挙動を、部材結合部のみに節点を配した最少個の要素分割で精度良く解析できる理論を展開している。

また第2編では、前編の理論を基に種々の例題を解析し、その結果を以下の4章で述べ、塑性節点法の適用性を検証している。

第7章では、代表的な幾つかの有限要素を取り上げ、各要素の応力場の特徴やこれらに対する塑性条件を示すと共に、塑性節点法の具体的な適用法を述べている。

第8章では、骨組構造物から3次元塊体に至る種々の構造物に対して、材料を完全弾塑性体と仮定した静的弾塑性解析を行い、塑性節点法の優れた解析精度と計算効率を明らかにしている。

第9章では、骨組構造物と平板を対象に歪硬化を考慮した静的弾塑性解析を行い、塑性節点法の多様な構造材料への適用性を明らかにしている。

第10章では、溶接継手の過渡および残留応力解析と衝撃荷重を受ける梁や平板の崩壊解析を行い、第3章および第4章の理論の適用性を確認している。

総括では、本研究で得られた主要な結果を要約して述べている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、有限要素法と塑性解析法を組み合わせ任意の構造物の弾塑性解析を効率良く行うための一般化理論として塑性節点法を提案し、その適用性を検討したものであり、得られた主要な結果は次の通りである。

- (1) 要素の塑性化判定点の塑性条件を節点力の関数の形に表したものを塑性ポテンシャルと見なして塑性理論を適用することにより、任意の有限要素に対して節点に縮約された塑性変形（塑性節点変位）を統一的に定式化でき、さらに弾塑性剛性行列をマトリックス演算のみで導出できることを明らかにしている。また塑性条件に対する制約はなく、内力の塑性相関関係を考慮した精度の良い弾塑性解析を行えることを示している。
- (2) 節点でなされる塑性仕事と要素内部に実際の塑性歪が分布する時になされる塑性仕事を等値することにより、要素内部の歪硬化の影響を節点に縮約する手法を提案し、新たに節点変位歪硬化係数を導出している。これを用いて歪硬化を考慮する場合も弾塑性剛性行列をマトリックス演算のみで定式化できることを示している。
- (3) 塑性解析法あるいはこれと有限要素法を組み合わせた従来の塑性解析的有限要素法は適用範囲が完全弾塑性体の静的弾塑性解析のみに限定されたが、本論文では歪硬化、熱および動的影響を考慮した理論展開もを行い、塑性節点法を統一化された弾塑性解析理論に発展させている。

一般に有限要素法では要素は節点で結合される。塑性節点法はその節点に塑性変形を縮約して塑性挙

動を表そうとするものであり、極めて自然な形で有限要素法と組み合わせることができる。さらに弾塑性剛性行列がマトリックス演算のみで得られる結果、計算時間は有限要素法に比べて大幅に短縮される。以上の点より塑性節点法は有限要素法に非常に適した形に一般化された新しい概念の塑性理論と行うことができ、構造解析あるいは構造設計上極めて貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。