

氏 名	平 尾 潔 ひら お きよし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1313 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 7 月 23 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	鋼構造平面骨組の非線形挙動と終局耐荷力に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 山田善一 教授 白石成人 教授 小林昭一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、静的荷重をうける鋼構造平面骨組を対象として、幾何的ならびに材料特性の両非線形性を考慮した複合非線形解析法を求めるとともに、その解析プログラムを作製して、種々の数値計算を行い、これらの計算結果をもとに、解析に含まれる種々の幾何的ならびに材料特性が骨組の非線形挙動や終局耐荷力におよぼす影響、解析方法の相違が解析結果の精度や演算時間におよぼす影響などについて理論的解析を行ったもので、9章からなっている。

第1章は序論であって、本論文でとり扱った骨組の非線形挙動と終局耐荷力との関係について概述するとともに、本研究に関連した既往の研究について、歴史的背景と、個々の研究の特質について述べている。さらに本研究の目的と、本論文の内容について述べている。

前半の第2章から第4章までは、複合非線形解析法に関連して、式の誘導、解析法などを述べている。

第2章では、本解析法に含まれる材料の非線形性に関係した断面力—断面変形の関係、曲げモーメント、軸力と、曲率、軸方向歪みとの関係について述べ、歪み硬化を考慮した場合の応力—歪関係の改良、比例配分法による断面力—断面変形関係の求め方、降伏相関関係を考慮した場合の、塑性流れ法則に対する線形近似方法とその改良などについて述べている。

第3章では、第2章の断面力—断面変形関係と、幾何的非線形性を考慮した部材（部材要素）に対する変形法の基本式ならびに増分基本式について述べている。すなわち、梁—柱理論にもとづく大変形弾性解析法の基本式と増分式を、種々の非線形要素、（塑性域の拡がり、曲げ—軸力の降伏相関関係、残留応力、歪み硬化）を導入して、複合非線形解析法に適用できるよう拡張している。

第4章では、第3章の基本式から骨組全体としての複合非線形挙動を求めるための系統的な解析方法について述べている。すなわち一定荷重増分と増分荷重係数とを併用した荷重の制御方法を用いて、正確かつ系統的に、骨組の複合非線形挙動や、終局耐荷力を求めるための解析手順を誘導し、わずかの入力データを変更するだけで、種々の解析が可能な解析プログラムを作製した。

後半の第5章から第8章までは、解析ならびに数値計算の結果と、これらを用いて得られる事項、すな

わち幾何的ならびに材料特性の非線形諸要素が、骨組の力学的挙動や終局耐荷力に及ぼす影響や、解析方法と精度、演算時間の関係などについて考察を加えたものである。

第5章では、幾何的非線形性のみを考慮した弾性解析について、部材分割数、非線形要素のとり入れ方、解析方法などの相違が、解析結果の精度、演算時間などに与える影響を、梁、アーチ、ラーメンなどを例として求めている。

第6章では、まず断塑性断面における、断面形、応力—歪関係、残留応力の相違などによる、断面力—断面変形関係の比較、数値積分法における断面分割数の相違や比例配分法における作表方法の相違などによる精度や演算時間の比較、既往の近似式との比較を行い考察を加えている。つぎに骨組についての弾塑性解析結果について、部材分割数、曲げモーメント—曲率関係、歪み硬化、残留応力、解析法などの相違による荷重—変形関係、終局耐荷力および演算時間の比較を行い考察を加えている。

第7章では、幾何的および材料特性の両非線形性を考慮した複合非線形解析結果について、分割数、線形近似法、基本式に含まれる非線形特性を表わすパラメーターの値、解析方法の相違などによる荷重—変形関係ならびに終局耐荷力の比較を行い、さきの第5章、第6章と比較しながら詳細な考察を加えている。

第8章では、変動荷重をうける場合の基礎的研究として、簡単な繰返し荷重をうける場合の弾塑性履歴挙動について、それぞれ比較と考察を行っている。

第9章では、結論として本研究により得られた成果を要約するとともに、本研究の今後の課題と発展について述べている。

なお、本研究での式の誘導の詳細にわたる事項と、解析プログラムを付録として添付している。

論文審査の結果の要旨

構造物の合理的な設計と、安全性照査のためには、構造物の終局状態に到るまでの性状の把握と、終局耐荷力の算定精度の向上が必要とされる。本論文は、鋼構造平面骨組を対象として、複合非線形解析の基本式を誘導し、解析方法を提案するとともに、種々の幾何的ならびに材料特性の非線形要素が、骨組の非線形挙動や終局耐荷力に与える影響について考察し、解析結果の精度、演算時間などについても検討を加えたもので、得られた主な成果はつぎのようである。

(1) 梁—柱理論にもとづく大変形解析の定式化に含まれる幾何的非線形要素と、断面力—断面変形関係に影響を与える材料特性の非線形要素を考慮し、接線剛性法を適用した本研究での複合非線形解析法は、解析方法がいくらか複雑であり、記憶容量と演算時間を要するが、既往の方法にくらべより正確な解析結果が得られる方法として応用範囲の広いものである。

(2) 幾何的非線形性ならびに材料特性の非線形性が骨組の非線形挙動や終局耐荷力に及ぼす影響を明確にし、部材が圧縮軸力をうけ、幾何的非線形性の強い骨組ほど、両非線形性を考慮した複合非線形解析を行なって終局耐荷力を検討する必要があるなど、構造特性と必要な解析法の種類との関係を明らかにした。

(3) 非線形要素が解析結果の精度や終局耐荷力におよぼす影響として、幾何的非線形要素については、たとえば、軸方向変形、部材回転角の2次項の影響は非常に小さいが、座標変換行列における修正の影響

は大きく、部材の分割数を多くすれば曲げ変形の精度はこの修正だけでかなり良くなること、また部材回転ともなる軸方向変位の影響はこれについて大きく、部材軸方向の変形に顕著に現われることなどを求めるとともに、これらの傾向は弾性、非弾性解析に共通であることを明らかにした。

(4) 材料特性の非線形要素については、塑性域の拡がり、残留応力、降伏相関関係などは、骨組の変形を増加させ、終局耐荷力を低下させる要因となること、歪み硬化は終局耐荷力を向上させるが、幾何的非線形性の強い場合にはその程度は小さいことなどを明らかにした。

(5) これらの各非線形要素が、解析結果や終局耐荷力に与える影響の大小などから、最初の複雑な解析法を、実用的で演算時間の少ない解析法に改良するための判断基準を求めたが、それは定量的には、骨組の形、寸法、载荷状態などによりかなり異なっていることを示した。

(6) 骨組の荷重—変形（履歴）関係と、骨組部材断面の断面力—断面変形（履歴）関係とは、よく似た関係にあることを明らかにするとともに、交番繰返し荷重をうける場合の荷重—変形曲線や片振り繰返し荷重をうける場合の変形硬化荷重に与える種々の非線形要素（幾何的、材料的）の影響は、漸増荷重をうける場合の影響と密接な関係にあり、漸増荷重をうける場合の挙動が繰返し荷重をうける場合の履歴挙動を検討する場合の目安となることを明らかにした。

以上要するに本論文は、平面骨組構造の幾何的、材料特性的非線形挙動や、その終局耐荷力に及ぼす影響について理論的に考察し、解析結果の精度や、演算時間などについても検討を加えて、鋼構造の合理的設計のための多くの貴重な結果を与えたもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。