

氏 名	梁 容 準 リヤン ヨン ジェン
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 705 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 数 理 工 学 専 攻
学位論文題目	STUDIES ON SOLUTION METHODS FOR PARAMETRIC NONLINEAR PROGRAMMING PROBLEMS AND THEIR APPLICATIONS TO WATER DISTRIBUTION SYSTEM (パラメトリック非線形計画問題の解法と水道配水システムに 対する応用に関する研究)

(主 査)
論文調査委員 教授 三 根 久 教授 得 丸 英 勝 教授 布 川 昊

論 文 内 容 の 要 旨

線形制約条件式あるいは線形目的関数が連続的に変化するパラメータを含むパラメトリック線形計画問題に対しては効率の良い解法が知られているが、現実の設計、計画問題としてよく現れる制約条件式および目的関数が非線形であるようなパラメトリック非線形計画問題に対しては有効な解法はこれまでのところ殆んど開発されていない。

本論文は、一般的に表現されたパラメトリック非線形計画問題に対して簡約勾配法に基づく解法を開発するため、およびこれを実際の広域水道システムの送配水計画に対して適用して最適運用方策を導出するために行った研究成果をまとめたものであって、緒論、結論を含めて7章よりなっている。

第1章では、まずパラメトリック非線形計画法に関する従来の研究成果を概観し、本研究の背景と意義を明らかにしている。

第2章では、制約条件式が線形で目的関数が非線形であるようなパラメトリック非線形計画問題を考察している。まず簡約勾配法の原理に基づいて、対象とする変数を基底変数と非基底変数に分割し、非基底変数だけで制約条件式および目的関数を表現した簡約問題を誘導する。このようにして得られた簡約問題に対して Kuhn-Tucker 条件を満足する解をニュートン法に基づく反復解法によって計算すれば、求める最適解が得られることを明らかにしている。

第3章では、制約条件式と目的関数がともに非線形であるような一般的なパラメトリック非線形計画問題に対して前章の方法の拡張を試みている。これには J. Abadie によって導入された一般化簡約勾配の概念を用いれば、前章とほとんど同様な反復解法が得られることを明らかにしている。この方法では、基底変数を非基底変数の関数として表わし、これを用いて基底変数を消去することによって非基底変数だけで表わされた Kuhn-Tucker 条件を満すように非基底変数の値を定め、この過程を繰返すことによって求める最適解を導出するような反復法を構成している。さらにこの考え方を発展させ両変数を同時に更新するような反復法も与えている。また本方法は確率計画問題、分数計画問題、多目的計画問題などを解くのに

効力を発揮できることを指摘するとともに、数値実験によって本方法の有効性を確めている。

第4章では、前章に与えた手法を拡張して複数のパラメータを含む場合にも適用できることを示している。

第5章では非線形計画問題を変形法の原理に基づいて上述のパラメトリック計画問題の解法を用いて解く方法を論じている。まず最適解が既に求まっている非線形計画問題があるとする。この問題と最適解を求めるべきもとの問題との一次結合を作るとパラメトリック非線形計画問題が得られる。そこでパラメータを逐次変えながら前章までに確立した解法を適用して得られる最適解の点列はもとの問題の最適解に収束することが示されている。数値実験としてI型断面梁の最適設計問題に対して本方法を適用し、初期値がもとの問題の最適解から遠くにあっても十分に求める最適解に収束することを確認、本方法の有効性を検証している。

第6章では、広域送配水システムの最適運用計画について論じている。まず、2つの浄水場と複数の貯水池によって広域にわたって上水を供給する水道システムを取り上げ、季節的に時間的に変動する水の需要に対して、安全確実に供給するために、浄水場、貯水池、送水ポンプ、パイプラインからなるシステムのモデルを形成し、各種の制約条件式を導出している。評価規範として、送水流量の安定性、貯水池の満水性に加えて浄水コストおよび加圧ポンプの運転コストを含む経済性を考慮することによって問題を多目的計画問題として定式化している。この問題を重み係数を導入して単一目的計画問題に帰着させた後、前章に与えたパラメトリック非線形計画法によって解き、最適運用方策を求めている。本方策は実際の水道システムに採用され、送水流量の安定性、貯水池の満水性を充分確保しながら大幅に経済性が改善されたことを指摘している。

第7章は、本論文の結論であって、以上の研究成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

非線形制約条件式のもとで非線形目的関数を最適化するというように定式化される問題は、実際の設計、計画に際してよく現れ、しかも連続的に変化するパラメータを含む問題を解く必要性もしばしば生ずるが、この種のパラメトリック非線形計画問題に対しては有効な手法はほとんど開発されていない。

本論文は、パラメトリック非線形計画問題に対して簡約勾配法および一般化簡約勾配法に基づく解法を提案すると共に、現実の問題に適用してその有効性を確かめたものであって、得られた主な成果は次の通りである。

(1) まず、パラメトリック非線形計画問題のなかで、最も簡単な構造をもつ線形制約条件式を含む問題に対して、簡約勾配法の原理に基づいて変数を基底変数と非基底変数に分割し、非基底変数だけで制約条件式および目的関数を表現した簡約問題を導出し、その問題に対する Kuhn-Tucker 条件を満たす解を計算するようなニュートン法に基づく反復解法を提案した。

(2) 次に、上記の手法を一般化簡約勾配の概念を用いて、一般的な非線形制約条件式を含むパラメトリック非線形計画問題に拡張することにより2つのアルゴリズムを提案した。第1の手法は基底変数を非基底変数で表現し、それに応じて Kuhn-Tucker 条件を満たすように非基底変数の値を定めるものであり、第

2の手法はそれらを同時に更新するような反復法となっている。

(3) さらに、複数のパラメータを含む非線形計画問題に対しパラメータ間に関数関係が存在する場合に上述の手法を拡張した。

(4) 通常非線形計画問題が与えられたとき、その問題と既に最適解の求まっている問題との一次結合の問題を作り、新しく得たパラメータを含む問題に対して本論文で開発したパラメトリック計画法の解法によって、パラメータの値の変化に応じて最適解の点列を生成させて、初めに与えられた問題の最適解に収束させるという変形法に基づく解法を提案し、この方法を構造物最適設計問題などいくつかの問題に対して適用し、数値解法としての本方法の有効性を確かめた。

(5) 大規模非線形計画問題として、実際の広域水道送配水システムの最適運用計画問題を取上げ、送水流量の安定性、貯水池の満水性およびポンプの運転、取水の浄化コストなどの経済性を考慮した上で問題を定式化し、これに上記の変形法に基づくパラメトリック計画法を適用し、送配水システムの最適運用政策を導出した。得られた運用政策は実地に採用され、送水流量の安定性、貯水池の満水性を充分満足し、経済性が従来と比較して大幅に改善できることが確かめられ、日々の運用に活用された。

以上要するに、本論文はこれまでに有効な手法が知られていなかったパラメトリック非線形計画問題に対して新しい解法を提案し、現実の問題に適用しその有効性を確かめたものであって、實際上、学術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。