

氏名	谷口健男
	たにぐちたけお
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第412号
学位授与の日付	昭和50年3月24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	工学研究科交通土木工学専攻
学位論文題目	APPLICATION OF TOPOLOGY TO BANDWIDTH REDUCTION METHOD OF STRUCTURAL STIFFNESS MATRIX (構造剛性行列の帯幅減少法への位相幾何の適用)
論文調査委員	(主査) 教授 小西一郎 教授 丹羽義次 教授 山田善一

論文内容の要旨

逆行行列演算手法は、マトリックス構造解析において重要な位置を占め、その手法の良否は入力データ量で決まる演算時間により評価される。バンドマトリックス法はその有効な手法の一つであるが、この手法を有効に用いるには、剛性行列が幅のせまい帯行列であることが必要である。本論文は各種土木構造物の剛性行列に占める構造物の形状特性をさぐり、それを用いた帯幅減少法を提案することを目的としたものであり、各章ごとの内容の概略を述べれば次のとおりである。

第1章においては、構造解析への位相幾何学的特性の導入の歴史について述べるとともに、今日まで提案された帯幅減少法においては不十分な結果しか期待しえなかった理由について考察を加え、第3章以下で提案する新しい帯幅減少法の概略について述べている。

第2章では、構造剛性行列に占める位相幾何学的特性についてまとめ、特に巨大構造物の解析に有力な分割解析法において用いられる、形状特性に考察を加えるとともに、土木構造物を最小単位構造にまで分割する分割解析法を提案し、かつ分割法における節点番号付けについて考察をしている。

第3章では、まず、グラフ理論で定義される、いくつかの用語の説明を行ない、それを用いて構造物の形状と最小帯幅値との関係について考察し、系を元のトポロジーを保存しながら、帯幅値が明白な新たな形状に書き直すという本論文の帯幅減少法の基本的方法を提案している。

第4章においては、系を書き表わす座標軸を定義している。この座標軸は著者がファイリング・フィールドと呼んでいるもので、その1つの軸が帯幅値を表わしている。よって元の構造物を、この座標系の中へ、その軸に対して最小値を与えるように書き直せばよいことになる。すなわち「構造物の幅」=「剛性行列の帯幅」の関係が成立する。なお節点番号順序は、あらかじめ、この座標系に設定せられており、番号付けは不用となることを述べている。

第5章では、一種の静定系である Tree 系に対する帯幅減少法(シクエンシャル・ファイル法)を提案し、従来の方法による結果と比較している。

第6章では外周辺に凹凸のある骨組構造物へのシクエンシャル・ファイル法の適用について調べ、良い結果を得ている。つづいて長手方向の明確な構造物（例えば橋梁構造物）を対象としたときの帯幅減少法を提案し、いくつかの橋梁例に適用して、興味ある結果を得ている。

第7章では有限要素分割された板構造を対象とした帯幅減少法について述べている。この場合、座標系内の新たな形状を予測するには、境界が重要な情報を与えることを示し、境界の個数により分類された予想最適形状を図示し、帯幅最小化には、この分類図を用いることを述べ、また、この方法は長手方向の不透明な系に対しても有効な方法であることを示している。

第8章では、いわゆるプロファイル（行列の主対角線と、各行における最初の非零要素間に存在する要素総数）の最小化法について述べている。特に Tree 系においては最小プロファイルは確定することを示し、さらに一般不静定系に対しては、プロファイルの大小は、第4章で定義された座標系を用いれば、評価できること、またその最小化手法の概略について述べ、最小帯幅と最小プロファイルの関係について考察を加えている。

第9章は、以上各章において得られた結果をとりまとめている。

論文審査の結果の要旨

一般に土木構造物の剛性行列は帯行列となることが知られており、その帯幅値は、節点番号付けにより決定される。この節点番号付けの最適化は、構造物を示すグラフの問題であることは認識されていたが、今日までに提案された帯幅最小化アルゴリズムは、それを十分導入することができず、したがって求められる結果は対象構造物の形状により大きく支配される。本論文は各種土木構造物の剛性行列に占める構造物の形状特性をさぐり、それを用いた帯幅減少法を提案したものであり、得られた成果の主なものは次のとおりである。

(1) 行列の帯幅問題はグラフの問題であることは従来より認識されていたが、過去の研究においては、グラフ理論に基づく考察がほとんどなされていない。本論文では対象をグラフとみなし、帯幅に影響を与える要因をひろいあげ、それらを帯幅減少法に導入した。これにより対象構造物の現実の形状にこだわらず、例えば板とパイプが帯幅値の問題として同じであるという興味深い結果を導いている。

(2) 著者はいわゆるファイリング・フィールドの導入により帯幅減少法は、その座標系内に元の構造物をいかに画くかという図形の画き方に置換された。特にその1軸が帯幅値の大きさを示すことから、結果の良否が明白に判断され、さらに帯幅減少が可能かどうか、その結果から判断ができることがわかった。

(3) ファイリング・フィールドに画かれた「構造物の幅」＝「剛性行列の帯幅」の関係が導かれた。すなわちファイリング・フィールドに画かれた構造物の幅は、最適節点番号を付せられた構造物の剛性行列の帯幅に一致することが明らかにされた。

(4) ここに提案した帯幅減少法を用いれば、従来アルゴリズムでは不十分な結果しか期待しえなかった外周辺に凹凸のある複雑な系に対しても、十分な結果をうることを明らかにした。

(5) 従来の手法では節点番号順序を与えて始めて帯幅値が評価されるが、本論文に提案する方法におい

ては、系そのものの帯幅値を見つけ出し、番号順序はあらかじめ座標系に設定されているので、直接の番号付けは不必要となる。

(6) 剛性行列のプロファイルに関する考察により、構造物の形状が全体として凸の場合には、通常のバンド・マトリックス法で十分であることを明らかにした。

(7) 巨大な構造物を対象とする場合には、系全体の凹凸部に対して、ここに提案した手法を適用し、さらに微小な帯幅の減少には従来のアルゴリズムが適用できることがわかった。

これを要するに、本論文は剛性行列に占める系のトポロジー的特性について考察を加え、その特性を十分に活用した新しい帯幅減少法、プロファイル減少法を提案したものである。これらの成果は構造解析に有益な資料を提供するものであって、学術上、實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。