【265】

氏名	平井一男（ひらい いちお）
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第59号
学位授与の日付	昭和40年9月28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	**変形等置法による複合構造物の解法に関する研究**
論文調査委員	(主査) 教授 小西一郎　教授 丹羽義次　教授 岡田 清

論文内容の要旨

この論文は梁または板などの単位構造物を組合せてできる複合構造物の動的解を求める変形等置法を新たに提案し，理論の正しいことと適用範囲の広いことを述べ，あわせて他の解析法との比較を行なったもので，3篇13章よりなっている。

第1篇は総論として従来振動解析に使用されてきた各種理論の概説と変形等置法の解析原理についてふれ，これらの特徴・適用範囲などについて論じている。まず従来振動解析に用いられてきた主な方法，すなわち 1）微分方程式の直接解を求める方法，2） Rayleigh-Ritz の方法， 3）集中質量の方法について概説し，その利害得失について論じている。これに対し変形等置法では始めに構造物全体をいくつかの適当な単位構造物に分解し，これらの荷重と変形との関係より，解析過程に近似を行なうことなく直接基礎式を誘導すること，誘導された振動数方程式はえられた結果の精度の吟味がある程度可能であること，行列式の次数と計算精度とは一応無関係になっていること，その適用範囲も従来の方法には及ばないとしても，質量を持つ動的構造物，質量の無視できる静的構造物等を組合せてできる種々の構造物に適用できることなどの特徴をあわせもっていることを述べている。構造物の中には本法を使用すると行列式の次数が高くなるものがあるが，これらに対しては順次結合を繰り返す方法，あるいは結合点を粗に選ぶ方法などの対策法を示している。

第2篇においては変形等置法の適用例の準備段階として単位構造物の運動方程式についてふれている。単位構造物のうち静的構造物は静力学的に解析できるので，ここでは種々の動的外力が作用するときのレスポンスを求める運動方程式を誘導することを主な目的としている。 まず Lagrange の運動方程式を用いて固定点に動的集中荷重が作用するときの一般式をもととして，固有振動数と振動モードおよびその一次微分が決定できれば集中荷重・分布荷重・モーメント荷重・移動荷重などすべての動的外力に対する運動方程式が自動的に立てられることを述べている。さらにこの運動方程式をもとにして構造物の等価力学モデルを考案し，複雑な移動荷重が作用する問題に対しても，たんに鉛直方向の連成振動の問題として容

易に基礎方程式を誘導できることを明らかにしている。最後に，一定荷重が単純梁上を一様に減速しながら移動する問題と，相対2辺単純支持他の2辺自由なる直交異方性板上を一定荷重が一定速度で移動する問題について基礎式を誘導し，若干の数値計算を行ない，その動的性状を論じている。

第3篇においては，第2篇において求めた梁・直交異方性板の動荷重に対する基礎方程式をもととし，動的構造物同志またはこれらと静的構造物とを組合せてできる種々の複合構造物に変形等置法を適用して基礎方程式が容易に決定できることを示し，従来の解析法との比較を行ない，さらにこの中の2，3のものについては実測値と理論値とについても検討している。上述の組合せによりできる構造物はかなり多種類のものが考えられるので，ここでは単純梁をアーチで補強したランガー桁を代表例としてとりあげ，本法により求めた固有振動数と振動モードの基礎式の簡便性とその精度・実験値との比較あるいは移動荷重が作用するときの動的レスポンスなどについて詳細に検討し，他の構造のものについては基礎式を誘導する程度にとどめている。ランガー桁の場合，本法によると振動数方程式と振動モードを求める基礎式はいずれも級数和として直接与えられているので Rayleigh-Ritz の方法・集中質量による方法の場合必要となる行列式と同次連立方程式の計算は全く不要であり，計算精度はその級数の収束性を検討することにより簡単に吟味できるなどの特徴をもつことが明らかにされている。さらに動的レスポンスの特別な場合として静荷重をうけるランガー桁のたわみと曲げモーメントの影響線との解を固有振動数と振動モードとを使用して求め，数値計算を行なった結果，これが従来の静力学的解析結果と完全に一致することにより本法の妥当性と固有振動数と振動モードの精度を確認している。つぎにランガー桁について求めた基礎式がそのままローゼ桁，吊橋に対しても容易に兼用できることを明らかにしている。この外に弾性支承上の連続梁，格子桁に対しても変形等置法により振動数方程式と振動モードを求める基礎式を導いている。この種の構造物に対しては従来の振動撓角法などのように途中で梁を切断することなく支承，梁を直接結合できるために対象物によっては振動数方程式の行列式の次数は振動撓角法と比べて½または⅓に低減できる場合もあることを述べている。最後に防撓板に対しては梁と直交異方性板とを単位構造物に選び簡単に基礎方程式が誘導できることを示している。

結論では以上各篇でえた結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

構造物の動的解析にはその固有振動数と振動モードを求めることが基本的事項となるが，これらをいかに簡単にしかも精度よく求めるかは工学上の重要な課題である。従来複雑な構造物の振動解析には Rayleigh-Ritz 法・集中質量・集中剛度などを用いた近似解法が多く用いられた。

著者は変形等置法とよぶ新らしい解析法を提案し，これにより種々の構造物の基礎式を誘導し，その解析手法の長短所を検討している。

(1) ここに提案の変形等置法は最初から構造物を一体と考えて式を誘導するのではなく，はじめに構造物をいくつかの適当な単位構造物に分解し，これらおのおのについて荷重と変形との関係を求めた後これらを組合せて元の構造物の基礎式を導く方法である。このような解析法をとることにより解析理論が簡明になり，解析途中に何ら近似を行なうことなく基礎式の誘導が可能となった。

(2) 数値計算の難易は振動数方程式の行列式の次数によって支配される。従来の方法では精算値をえようとすれば振動数方程式の行列式の次数が増加するが，本法によるとこの次数は単位構造物を結合するに要する荷重数によって支配される。またその行列式の各元素は無限級数の和によって与えられているのでその項数を増加させることによって計算精度をあげることができるわけで，行列式の次数と計算精度とが一応無関係になっている点が特徴である。このため結合点の少ない構造物に対しては非常に有利となる。結合点の多い構造物に対しては当然不利となるがこれに対しは2，3の対策法を示した。またえられた値の精度は上述の無限級数の収束性を調べることにより容易に検討できる。ランガー桁・ローゼ桁・吊橋の振動数方程式は1つの級数和の式として与えられ，従来の方法の場合必要となる行列式の計算はまったく不要である。

(3) 変形等置法は種々の動的構造物・静的構造物を組合せてできるかなり広範囲の構造物に適用でき，しかも種類によっては従来の方法より簡単にかつ精度のよい数値解の求められるものである。

以上要するに本研究は構造物に対する1つの新しい動的解法を提案したものであって，工学的にも学術的にも寄与するところが大きい。よってこの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。