【58】

氏名(本籍)	京藤敏達(福井県)
学位の種類	工学博士
学位記番号	博甲第377号
学位授与年月日	昭和61年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	微分摂動法による水面波動の解析

主査	筑波大学教授	工学博士	椎貝博美
副査	筑波大学教授	工学博士	吉沢能政
副査	筑波大学助教授	工学博士	西村仁嗣

論文の要旨

非線形の微分方程式は工学上重要な役割を果たしているが，この近似解，あるいは厳密解を系統的に求める理論，および手法を開発することは当面の重要課題のひとつである。

本論文はこの線にそって，パラメータを変数と考えて，微分方程式を偏微分し，得られた方程式を解くことによって解を構成する手法を開発したものである。

論文は，全体で12章よりなっている。

第1章は序論であって，これまでのいわゆる摂動法について説明し，さらに特異点摂動法，Lie－Bäcklund変換についても説明し，既存の研究成果の概説を行っている。

第2章においては，著者の開発した微分摂動法について概説している。ある従属変数uが微小パラメータεに依存するとき，$u(\varepsilon)$に関する微分方程式をεで偏微分し，$\varepsilon=0$とおくと，$u(0)$と$u_\varepsilon(0)$を含む微分方程式ができる。$u(0)$が与えられるときに，$u_\varepsilon(0)$を求めることができれば，$u(0)+u_\varepsilon(0)$は更に高次の解となる。以下，同様にして更に高次の解をテーラー級数の形で求めることができるが，これは通常の摂動解に等価な結果を与えることを示している。

第3章においては，前章の方法によって厳密解が得られる場合のあることを示し，例として，KdV方程式，2次元のLagrange方程式の厳密解を求めている。

第4章においては，微分摂動を行ったのちに$\varepsilon=0$とおかない方程式を微分摂動方程式となづけ，これは，Lie－Bäcklund変換の一般化であると主張している。ここにおいて，εは必ずしも微小量である必要はなく，変数変換に際して現われるパラメータであることが示されている。

第5章においては，与えられた方程式の解がパラメータによる変換によって不変となる解を相似解と呼び，この相似解の構成する不変曲面を導き，その決定方法について論じている。ここで前章の微分摂動方程式を利用すれば，この不変曲面の方程式は容易に導かれることを示した。相似解そのものの導出法については，発展方程式を例に取って詳細に説明している。

第6章においては，偏微分方程式の従属変数が変換される場合の，一種の同形変換として，接触変換を定義し，この接触変換を生成する微分摂動方程式の導出を行っている。この方法によって非線形の偏微分方程式が線形化され得る場合のあることを示し，これは，KumeiとBlumanが1982年に発表した方法と等価であることを示した。この方法によると線形化の条件をより簡明に示すことが可能である。

第7章においては，2次元非圧縮性流体の運動を記述する基礎方程式の，Euler表示，Lagrange表示，および流関数表示を選んで，これらの方程式の有する微分摂動方程式間になりたつ種々の関係式を導いている。

第8章においては，ある微分方程式の変分方程式が自己共役となるとき，その方程式の有する微分摂動方程式と，各保存量の間に関係がつけられることを示している。さらにこの一般的な結果を流体力学の方程式に応用して7つの保存則を導いている。これらの保存則から，たとえばエンタルピーを媒介としてEulerの方程式を導くことができる。一方，性質のまだよく調べられていない保存則もいくつか出現していることは興味深い。さらにこれに付随する微分摂動方程式も導かれている。

第9章においては，ForsythによるBäcklund変換を説明し，一般に微分方程式が与えられたとき，それがBäcklund変換を許容するかということを考察している。そのためには，次の章の不変変換の一般解を考えることが要請されている。

第10章においては，Kumeiの作用素を用いる方法を微分摂動法でおきかえ，微分方程式の不変変換の一般解を求める方法を示した。

第11章においては，これまでに本論文で得られた結果を用いて，定型波に関係するいろいろな性質を統一的，かつ演えき的に導いている。

まず，水面の2次元定形波においては，基礎式をふたつの無次元微小量によって微分摂動させ，ひとつのパラメータを用いればStokes波，もうひとつのパラメータを用いればCnoid波が得られることを簡明に示している。

次に，Radiation stressおよびWave−set−downの諸量を同じく微分摂動法によって求めている。

さらに，Trocoid波解を厳密解を求める方法によって導出している。最後に，Sommer−feldの回折解も同様に相似解を求める方法によって得ている。このように微分摂動方程式を用いる方法は水面波動の理論を統一的に表現することができることを示した。

第12章は総括である。

審　査　の　要　旨

微分摂動法を開発して摂動解の理論的根拠を的確にし，その収束条件を明らかにしたことは工学的に摂動法の範囲を広げたものであり，評価できる。

微分摂動法を発展させた微分摂動方程式はこれを解くことによって演えき的に非線形方程式の厳密解を見いだせる場合のあることを示し，さらに，Lie－Bäcklund変換と関連づけ，幅広い理論展開に成功したことは評価できる。

さらに，これらの方法を水面波動の問題に適用し，統一した方法による理論構成を行ったことは今後の海岸工学の発展に大きく寄与するものであると高く評価できる。

よって，著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。