

論 文

(5) 偏心球かを有する円柱の引張り*

川上 崇**, 中原 一郎***, 土田栄一郎†, 松本 浩之***

円柱状物体に存在する球かによる応力集中現象は最も基本的な問題の一つであり、無限円柱の中心に存在する球かについては、すでに多くの研究が行われ、それらは強度設計上重要な資料とされてきた。一方、球かが偏心して存在する場合は、さらに重要であるが、弾性体の形状が非軸対称となり、荷重条件に無関係に一般的な非軸対称問題となるため、研究された例は見当たらず、その解決には未知の分野が多く残されていた。本論文は、これを三次元弾性論の立場から解析する方法を提示し、偏心球かを有する無限円柱に引張荷重が作用する場合を解析したものである。

解析に当たっては、弾性体領域が球かを除く無限体領域と無限円柱領域の共通領域であることに注目し、両領域に対す

る非軸対称解を調和応力関数を用いて、それぞれ球か中心を原点とする球座標と円柱中心を中心軸とする円柱座標で表し、これらの解を交互に座標変換して一方の座標系のもとで重ね合わせて球か面と円柱側面の境界条件を同時に満足させた。その際、まず原点を異にする座標系に応力成分を変換するには、調和関数を変換すると共に、応力関数による応力成分の表示式に付加応力関数が必要となることを示した。ついで Graf の公式より原点の異なる両座標系における円柱調和関数間の変換式を導き、これに同じ点を原点とする円柱調和関数と球調和関数の変換式を組み合わせることで偏心球かを中心とする球調和関数と円柱中心を軸とする円柱調和関数の相互変換式を新たに導いた。そして、これらの座標変換則を適用して問題を一組の無限連立一次方程式に帰着させた。特に球か面の境界条件に関連した一つのせん断応力成分に級数の収束が速められる特別な式変形を施したが、これに伴い補助の応力関数が必要となることを明らかにした。そして得られた解に基づいて数値計算を行い球か近傍の応力集中状態および最大応力に及ぼす偏心量および球か半径の影響を明らかにした。

* 本論文は日本機械学会論文集, 45-397, A (昭 54-9), 990 に掲載。

** 正員, 東京芝浦電気会社総合研究所機械研究所 (〒 210 川崎市川崎区浮島町 4-1)。

*** 正員, 東京工業大学工学部。

† 正員, 埼玉大学工学部。

論 文

(6) 複素モード法によるモード別不釣り合い振動の解析*

(第 1 報, 基礎理論)

斉 藤 忍**

近年ジャイロ効果や軸受油膜の動特性に関する連成項を考慮して多自由度の回転軸・軸受系の複素固有値解析を行い、減衰自由振動系の特性から不釣り合い応答特性など強制振動系の特性を評価する研究が数多く行われている。しかしながら減衰自由振動特性と強制振動特性の関連性は必ずしも明確でない。例えば、(1) 分布質量系にとどまらず 1 自由度系においても、強制振動解において振幅が最大となる強制力の周波数は自由振動解から求められる共振振動数と一致しない、(2) 分布質量系では減衰比と共振倍率の関係が必ずしも明確でない、などである。

本研究の目的はこれらの問題点を解明し、複素固有値解析から求められる減衰危険速度と減衰比の物理的な意味を明らかにすることにある。まず従来からある複素モード法に新たにモード別強制力ベクトルの概念を導入し、不釣り合い応答

をモード別不釣り合い振動の和の形で定式化する。ついでモード別不釣り合い振動から危険速度における減衰比の物理的な意味を検討し、1 自由度系の場合には解析解を求める。最後に 3 個のすべり軸受で支えられた大きなオーバハング円板を有する回転軸のモード別不釣り合い振動を数値的に求め、計算結果を考察している。

これらの検討の結果、(1) モード別不釣り合い振動は右固有ベクトルのモードであり、励振係数とモード別振動倍率の積によってその大きさが与えられること、(2) 複素固有値解析から求められる危険速度における減衰比の逆数はモード別動的振動倍率とモード別静的振動倍率の比に等しいこと、(3) 一般に固有値、固有ベクトルおよび強制力が強制力の周波数にかかわらず一定であれば、モード別強制振動の振幅は減衰を考慮して求めた共振振動数で最大となること、(4) 回転軸の場合にも実際に重要な減衰比の小さな危険速度の場合にはほぼ減衰危険速度で振幅が最大となること、などの結論を得ている。

* 本論文は日本機械学会論文集, 46-401, C (昭 55-1), 8 に掲載。

** 正員, 石川島播磨重工業株式会社技術研究所 (〒 135-91 東京都江東区豊洲 3-1-15)。