

審査の結果の要旨

氏名 バヨッド ホセ ハビエル

本論文は、「Experimental Method for Improvement of Structural Vibrations Analysis at High Frequency (高周波域の構造振動の実験的予測手法に関する研究)」と題し、8章より構成されている。

高周波数域での構造振動解析にはSEA(統計的エネルギー解析法)がよく用いられるが、拡散場であること、モード密度が大きいこと、要素のつながりが弱結合であること、などの前提条件があり、それを満たさないと結果の精度が悪くなる。特に周波数が低くなるにつれて、特定のモードが支配的な振動場になると拡散場の仮定が満たされなくなるので、中周波域への適用では誤差が大きくなる。このため、結合部での曲げ波の方向性を考慮に入れるような手法が検討されており、その一つにWIA(Wave Intensity Analysis、波動インテンシティ解析法)があるものの、理論的定式化がなされたのみで、適用例がほとんどない。本論文では、このような背景のもと、実験データを用いてWIAをベースとした解析を行うEWIA(実験的WIA)を提案し、その有効性について論じている。

第1章「Introduction」では、研究の背景、目的を述べ、これまでに提案された手法を概説し、本論文の構成をしめしている。

第2章「Literature Review」では、過去の研究事例を紹介し、現状の技術レベルと本論文の位置づけを示している。

第3章「Wave Intensity Analysis」では、Prof. Langleyによって提案されたWIAの定式化を示し、新たにその意味と意義に関して検討を加え、新しい知見を得ている。具体的には、WIAは境界におけるエネルギーの伝達を指向性を持ったものとして定式化されるが、それはSEAの考え方の一部に指向性の考慮の部分が付加したものと位置づけ、WIAとSEAの類似点と相違点を理論的な式展開において示している。さらに非直接結合損失(Non-direct Coupling Loss Factor)という概念を導入し、SEAでは考慮されない非直接結合要素間の関係を示し、それにより拡散性を仮定したSEAでの等方性エネルギー分布という扱いではフィルタ化されてくる部分をうまく表すことができると示している。このようにWIAとSEAの違いを類似点と相違点という形で表現することで、従来あまり適用がなされていないWIAの意味をより明確にすることができている。

第4章「Experimental Wave Intensity Analysis」では、前章の検討でより位置づけが明確になったWIAを、実際の解析へ展開できるように、実験データをもとにするアプローチとして、新たにEWIAという概念を提案し、その詳細について述べている。SEAでも、複雑な構造物への適用を考えると理論だけでパラメータ設定が難しく、実験的に決めていくESEAが多く用いられているが、WIAでもそれに相当するEWIAが考えられる。しかしながら、エネルギーを直接求めようとすると非常に複雑な振動インテンシティ計測が必要になり、あまり現実的でない。本

論文では、WIA-SEA との対比を考慮しつつ、ESEA に対応するものとして EWIA を位置づけ、いくつかの新しい提案を盛り込み、実際の手順を具体的に示している。ここでは、インテンシティではなく、加速度計測データを用い、実験的な係数を定義して、それらから実効的なパラメータ導出とエネルギー伝達の算出が可能である。

第5章「EWIA Application to Simple and Complex Systems」では、前章で提案した EWIA の検証と有効性確認のために、2枚の平板要素と車両フロア部への EWIA 適用を述べている。2要素系では、SEA でも高周波では十分な精度の結果が得られるので、EWIA に際立った精度向上が見込めるわけではないものの、非拡散場の影響が顕著になる周波数帯では EWIA による良好な結果が得られている。また、複雑な形状の構造物の例として対象とした車両フロア部については、EWIA の利点が十分確認され、方法の妥当性と有効性が確認されている。

第6章「Summary and Conclusions」では、本論文の成果をまとめ、結論、今後の展望を述べている。

以上要するに、本論文は、高周波域での構造振動の解析法として、従来よく用いられる SEA の限界を回避できる有効な手法として、WIA に注目し、その理論的意味を再検討した上で、SEA との類似性と相違を明確に位置づけ、さらに実験的手法として EWIA の提案と検証を行っているものである。本論文で得られた成果は、工学技術への貢献が非常に大であり、機械工学の発展に寄与することが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。