マルタイコーン構造の振動特性設計技術と防音性能向上への適用

○ 上田 宏樹 田中 俊光 井上 喜雄
（神戸製鋼） （高知工大）

The application of the multicone reinforcement structure to design vibration property and to improve sound isolation performance

Hiroki Ueda Toshimitsu Tanaka Yoshio Inoue
(Kobe Steel, Ltd.) (Kochi Univ. of Tec.)

マルタイコーン構造の振動特性を設計するために、減衰性を予測する技術として従来使われているモード歪みエネルギ法を基準とした等価なマスーバネ系に制振構造を置き換え、等価モデルを用いて減衰性を予測する修正モード歪みエネルギ法を提案。構造の制振性能向上のための制振材の機械特性の最適化を行い、防音性能を向上させた例を紹介。

Key Words : 損失係数、モデル化、固有振動数、固有モード、制振

1．はじめに

マルタイコーン（Multicone）補強構造は、図1に示すようにインナーに対してプレス成形により多数のコーンを形成し、樹脂を介してアウターとコーン頂部で結合した構造である。コーンにより高剛性化が図れるため、インナーを薄肉化でき、軽量化できる特徴がある。さらに、アウターとインナーとの間に樹脂を挟み込んだ構造であり、樹脂による振動減衰性が期待できることから、制振防音性能を向上させることが可能である。このような構造に対して制振防音性能向上のための構造設計を行う場合、樹脂特性を考慮した減衰性を予測することが必要である。従来は、有限要素法で樹脂の減衰性を考慮した複素固有値解析で直接、構造全体の減衰性を計算するか(1)、実固有値解析から求められる弾性変形時の制振材の歪みエネルギ分担率より計算するモード歪みエネルギ法(2),(3)が用いられる。前者は大規模な構造物に適用する場合、有限要素モデルの自由度が大きくなり、計算容量、計算時間が膨大になるため、設計変更を有するような実設計に適用するには実用性が低い。後者は大規模な構造物に制振鋼板を使用した場合の減衰性を計算するための有効な手法とされている。しかし、従来のモード歪みエネルギ法では減衰を付加することによる振動モードの変化を考慮していないため制振材の減衰が大きい場合、振動モードの変化が大きくなり、減衰の計算精度が低下すると考えられる。また、減衰性を高めるために制振材特性の最適化を行う場合、制振材のヤング率について最適化検討する上での条件数だけ実固有値解析を行う必要がある。

本研究では、モード歪みエネルギ法を基準とし、有限要素モデルをモード毎に等価なマスーバネ系モデルに置き換えた等価モデルを用いて減衰性を予測する方法として修正モード歪みエネルギ法(4),(5)を提案している。制振材の歪みエネルギ分担率に対する感度解析から等価モデルのパラメータを求める方法を述べる。マルタイコーン補強構造の制振性の予測に本手法を適用し、樹脂のヤング率の最適化を示している。最後に、樹脂特性を改善した場合のアウター振動および放射音低減効果について述べる。