

# krylov 型波動ブラックホールを有する L 字パネル構造の FEM と SEA のハイブリッド制振応答解析

○山崎 光介  
(群馬大院)

山口 誉夫  
(群馬大)

竹林 健一  
(鹿島技術研究所)

Damping Response Analysis of L-shaped Panel Structure  
with Krylov Type Acoustic Black Hole Using FEM and SEA

Kousuke Yamazaki Takao Yamaguchi Kenich Takebayashi  
(Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Kajima Tech. Research Inst.)

効率的な振動や波動減衰方法として Mironov あるいは Krylov により、波動ブラックホールが提案されている。

減衰の連成を考慮した FEM と SEA のハイブリッド振動解析を用いて、全側面を固定した波動ブラックホールを含む制振パネルと平板を L 字結合した構造の振動特性を調べた。得られた内部損失率、結合損失率より、少ない制振材で、高周波数域において境界条件の違い(三辺固定、全辺自由、一端固定)によらず、高い減衰効果が得られることがわかった。

Key words : SEA , FEM , 波動ブラックホール , 内部損失率 , 結合損失率

## 1. はじめに

航空宇宙分野、自動車、船舶、建築などの分野において、軽量化及び省エネルギー化が求められている。軽量化や構造の簡素化を行うと剛性が低下し、共振現象が発生しやすくなる。共振現象が発生すると、振幅が大きくなり構造物に悪影響を及ぼすことがあり危険である。

効率的な振動や波動減衰方法として Mironov<sup>[1]</sup>により、波動ブラックホールが提案されている。板厚が高次のべき級数で減少していく楔型の構造であり、板厚を端部で減少させていくと、曲げ波の波長が板厚の減少に伴って短くなる。これより、短い距離で波動の波数が多くなり、長距離にわたり波が進行することと等価になる。べき級数が2次以上だと理論上は無反射条件とできる。また

Krylov<sup>[2]</sup>は、楔型の鋼板の先端に少量の制振材を使用することで、非常に高い減衰効果が得られることを明らかにした。これにより、ブラックホールの板先端を短くできることが示された。Oberst<sup>[3]</sup>の理論より、制振材の効果は(減衰層の板厚/鋼板の板厚)<sup>2</sup>に比例することが知られている。波動ブラックホールでは制振材層の効果が非常に高くなっているが、これは先端の鋼板の板厚が極めて薄くなっているからである。これより、波動ブラックホールの先端の長さが短くなる。Krylov の実験結果に対し、板厚の関数が  $h(x) = \varepsilon x^m$  ( $m = 2.2$ )の結果に着目し<sup>[2]</sup>、その実験結果を山口らは減衰の連成を考慮した FEM を用いて数値解析で再現した。さらに FEM を用いて SEA パラメータ(内部損失率、結合損失率 etc.) を同定する方法を使用し<sup>[4]</sup>、波動ブ