

T形鋼の端部の構造を波動ブラックホールにした制振構造の減衰挙動のFEM解析

○藤沼 亮一 山口 誉夫 三俣 孔輝 竹林 健一
 (群馬大学大学院) (群馬大学) (群馬大学大学院) (鹿島技術研究所)

Finite element analysis of damping behaviors for a T-shaped steel structure having one damped edge with an acoustic black hole

○Ryoichi Fujinuma Takao Yamaguchi Koki Mitsumata Kenich Takebayashi
 (Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Kajima Tech. Research Inst.)

本論では、鉄骨の耐震性向上のためなどに用いられるT形鋼の端部を波動ブラックホールにした構造を提案した。通常の波動ブラックホールでは板厚を減少させるが、新提案では縦壁（ウェブ）の高さを端部で減少させる。さらに、そのブラックホール部には粘弾性制振材を積層する。FEMでモデル化しモード歪みエネルギー法で、共振ピークごとの振動減衰値であるモード損失係数を計算した。これより新波動ブラックホールの制振特性を調べた。

Key words : FEM, T型断面構造, 波動ブラックホール, 制振, 固有モード

1. はじめに

近年、巨大地震が各地で多く発生し構造物の倒壊など我々の生活に大きな被害を与えており近々首都直下型地震も起きると懸念されている。このような巨大地震では、地震の振動数と建物の固有振動数が一致し、共振が発生することで大きな被害が生じる。そのため構造物の軽量化や剛性を上げるといった方法で共振周波数の値を大きくすることが一般的な解決策とされている。しかし、構造物の軽量化を行うと剛性が減少し共振現象が発生しやすくなり危険とされている。そして都心部や構造物が密集している限られた空間における制振技術も必要とされておりその効果的な減衰方法として波動ブラックホール(2次以上のべき関数で板厚が減少する板端部を有する楔型の板構造)をMironovは提案している。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り、これによって短い距離で波動の波数が多くなり長距離にわたり波が伝搬することと同じ効果が得られる。そしてその板厚の減少が2次関数以上のべき級数であると無反射条件とすることができる。しかし、このままであると先端が鋭利となり実用的ではない。Krylovが提唱した、楔型の鋼板の先端に少量の制振材を積層し非常に効果的に減衰が得られるという方法を用いることにより、波動ブラックホールの板先端を短くでき実用的にできる。減衰層の効果は、(減衰層の板厚/鋼板の板厚)の2乗に比例することがOberstの理論から知られて

おり、波動ブラックホールの先端では減衰効果の効率が低い。

本論では、鉄骨の耐震性向上のためなどに用いられるT形鋼の端部を波動ブラックホールにした構造を提案した。通常の波動ブラックホールでは板厚を減少させるが、新提案では縦壁（ウェブ）の高さを端部で減少させる。さらに、そのブラックホール部には粘弾性制振材を積層する。FEMでモデル化し固有値解析し、共振周波数、固有モードを求めた。さらにモード歪みエネルギー法で、共振ピークごとの振動減衰値であるモード損失係数を計算した。これより新波動ブラックホールの制振特性を調べた。

2. FEM解析モデル

波動ブラックホールを有する梁(縦壁:ウェブ)と平板(フランジ)を組み合わせてT形鋼を模擬したモデル(図1)。モデルAを用いる。粘弾性制振材を全上面に積層してある。また、制振材を波動ブラックホール近傍のみに積層したモデルB(図2)、モデルC(図3)とする。モデルD(図4)は波動ブラックホールが無いモデルである。

2.1 モデル寸法

- ・モデルA:図1
 平板部分(フランジ) : 190 × 600[mm]
 梁部分(縦壁:ウェブ) :
 波動ブラックホール部 50 × 137[mm]
 + 一般部 50[mm] × 463[mm]