

損失係数がガンマ分布状の周波数依存性を持つ材料の衝撃応答

○堀口 隆三

(ほりけん,群馬大院*1)

小田 義朗

(花王)

山口 誉夫

(群馬大学)

Impact response of frequency-dependent materials whose loss factor is proportional to gamma distribution

Ryuzo HORIGUCHI, Yoshiro ODA, and Takao YAMAGUCHI

(Horiken, Graduate School of Gunma Univ.) (Kao Corporation) (Gunma University)

これまで中央加振法の粘弾性梁の試験片に対する損失係数の周波数依存性をガンマ分布の確率密度に比例する関数を用いてカーブフィットしてきた。これらの材料の衝撃応答を考えるためにガンマ分布状の回帰曲線に対応する時間領域の緩和関数 $g(t)$ を導出した。ここでは緩和関数のパラメータ p (形状母数) が振動減衰特性に与える影響を単純な 1 次元集中定数系の数値計算から調べた。 p が 2 の場合、緩和関数 $g(t)$ は正の値のみを取る。 p が 2 を超えると、緩和関数は負の値を取ったあと 0 に近づく。数値計算からパラメータ p が 2 のときに振動減衰性能は最も高いことが確認された。

Key words : 制振、緩和関数、粘弾性、ガンマ分布

1. はじめに

我々は中央加振法を用いて樹脂製の梁試験片の粘弾性データを収集してきた。この中で、ガンマ分布の確率密度に比例する関数を用いて、比 (減衰定数) / (実波数) vs. 周波数のデータをカーブフィットできることを示した。[1]この比は損失係数のみの関数であり、損失係数が小さい場合には損失係数の 1/4 倍になる。一方、Cort´es ら [2] は、ガンマ分布状回帰曲線のパラメータ p (形状母数) が 2 の場合を示した。[2]彼らは、エポキシ樹脂を含浸させたコンクリート試験片 (ポリマーコンクリート) を使用してモデルを実験検証した。彼らのモデルでは、材料の貯蔵弾性率は周波数に依存せず、損失係数と周波数の関係はガンマ分布の確率密度で形状母数 p

が 2 の場合に比例する。衝撃に対する材料の応力と変位の応答は、時間領域における緩和関数を用いて推定できる。ただし、畳み込み積分を使用すると、必要な計算量が増加する。第 2 章では、まず周波数領域と時間領域における緩和関数の式を示す。これらの式でパラメータ p を 2 に設定すると、Cort´es らの緩和関数が得られる。第 3 章では、数値計算を使用して、パラメータ p が衝撃応答に与える影響を調べる。ただし、計算は、第 2 章の粘弾性モデルと質点からなる 1 次元の単純なモデルに限定した。これにより、畳み込み積分に必要な計算回数が削減された。計算結果では $p = 2$ のときに振動が急速に減衰した。

2. 複素弾性率と緩和関数