

外付け可撓性オイルダンパーによる塔状構造物の振動制御に関する実験的研究

崇城大学工学部 学生会員 ○赤松浩平, 正会員 片山拓朗
熊本大学工学部 正会員 山尾敏孝

1. はじめに

建築学会と土木学会の共同提言で示されたように海溝型巨大地震による長周期地震動は現実的な脅威であり, 長周期の固有周期を持つ既設塔状構造物に対する新しい制振装置の開発が急務と考えられる¹⁾. 塔状構造物の制振装置としては, TMD と TLD などの減衰振動系を付加する方法, AMD つまりアクチュエーターで発生させた質量の慣性力を減衰力とする方法およびオイルダンパー等の減衰部材を構造物に組み込む方法が実用化されている. しかし, 既設構造物にこれらを適用するには大掛かりな既設構造物の改修が必要であり, 改修が少ない制振装置の開発が望まれている.

ここでは, 曲げ変形が主となる塔状構造物の制振装置として, 構造物の外面に細長い可撓性オイルダンパーを設置する方法について, 模型実験で得られた基本的な特徴を報告する.

2. 外付け可撓性オイルダンパーの原理

曲げ振動が主となる塔状構造物においては, 図 1 に示す振動時の頭頂部の水平変位 x と回転角 θ の関係は

$$\theta = \beta x \quad (1)$$

となる. 比例定数 ϕ は固有振動モードの形状から定まる. 塔頂部が水平変位 x を生じた時の構造物の軸線 O-O から距離 a 離れた塔頂部 A の高さの変化量 z は,

$$z = a\theta = \beta ax \quad (2)$$

となる. ここで, 図 1 に示すように塔頂部 A にオイルダンパーのピストンの上端を固定し, オイルダンパーのシリンダの下端を構造物の基部に固定すると, ピストンとシリンダの相対速度は次式で表される.

$$\dot{z} = \beta ax \quad (3)$$

オイルダンパーの減衰係数を c , シリンダの反力を f とすると,

$$f = c\dot{z} = \beta ac\dot{x} \quad (4)$$

となる. よって塔頂部にはオイルダンパーによりモーメント荷重

$$M = fa = \beta a^2 c \dot{x} \quad (5)$$

が作用する. 曲げ変形が主である構造物にモーメント

荷重が作用すると水平変位が生じるので, 塔頂部に作用するモーメント荷重 M は構造物の曲げ振動に対する減衰モーメントとなると考えられる.

オイルダンパーの減衰係数は次式により評価される.

$$c = \frac{6\mu l e^2}{\pi d \varepsilon^3} \quad (6)$$

図 2 に可撓性オイルダンパーの基本構造を示す. ここに, μ は粘度, l はオイル高さ, e はピストン断面積, r はピストン半径, ε はピストンとシリンダの隙間である²⁾.

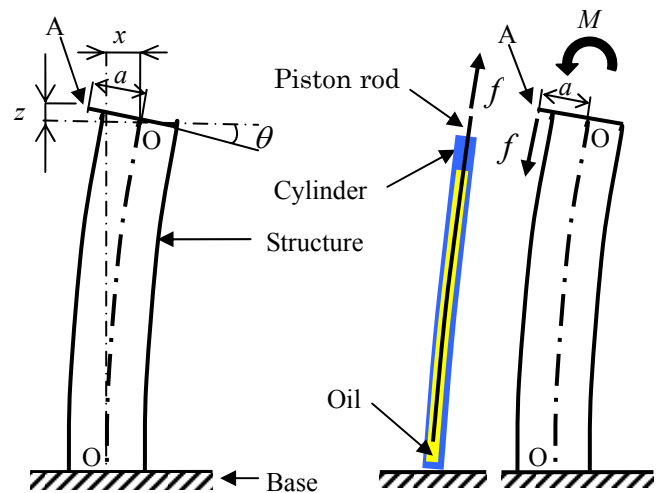


図 1 ダンパーの基本配置

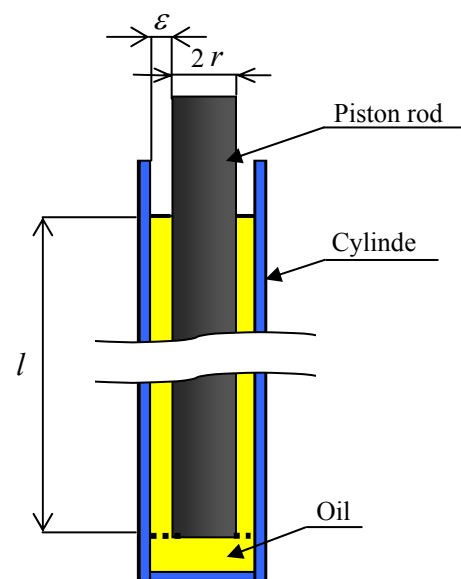


図 2 オイルダンパーの基本構造

3. 実験の方法

提案のダンパーの制振効果を検証するために、構造物とオイルダンパーの模型を用いた振動実験を行った。図3に実験に用いた構造物模型の一般図を示す。模型の構造形式は主部材に2本のみがき平鋼 38×8(SS400)を使用した片持ち梁とした。模型の高さは1.57mとし、質量は60kgとした。一次固有振動数は1.0Hzとした。

シリンダとピストンの材質はA.B.Sとした。オイルは粘度の異なる種類のシリコンオイルを使用した。シリンダの平均内径は5.94mm。ピストンの平均外径は5mmである。塔頂部の回転角、水平変位を計測するレーザー変位計をそれぞれ2箇所、1箇所設置した。

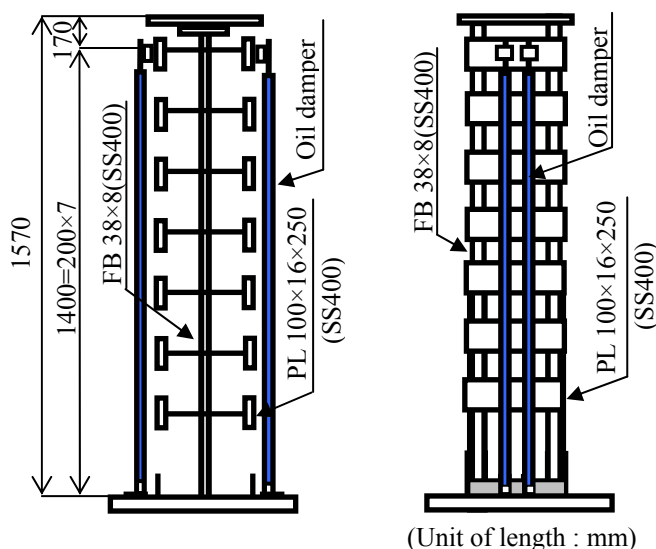


図3 構造物模型の一般図

4. 実験結果

図4は自由振動時の水平変位と塔頂部の回転角の関係を示したものである。塔頂部の水平変位と回転角は比例していることがわかる。

図5はオイルダンパー1本の場合のオイル高さと減衰定数の関係を示したものである。粘度が高くなると、オイル高と減衰定数は比例しなくなる。粘度またはオイル高が高くなると、キャビテーションが発生するため減衰定数が比例しなくなった。

図6はオイルダンパーの設置本数と減衰定数の関係を示したものである。図より、オイルダンパーの本数と減衰定数は比例することがわかった。

オイルダンパーの減衰係数等については発表当日に説明する。

5. まとめ

振動実験で得られた外付けオイルダンパーの特徴について以下にまとめる。

- ・オイルダンパーの設置により減衰を増加できる。
- ・粘度又はオイル高が高くなるとキャビテーションが発生する。

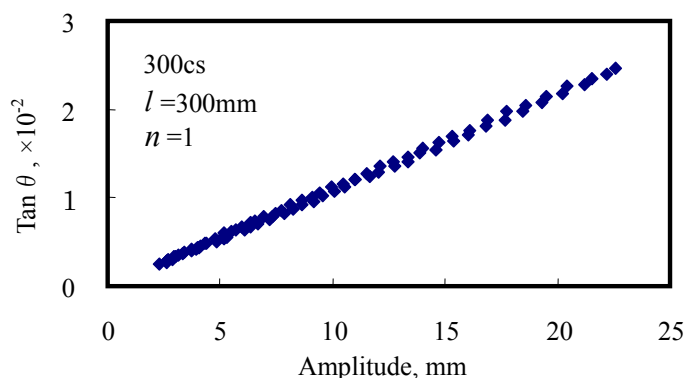


図4 構造物塔頂部の水平変位と回転角の関係

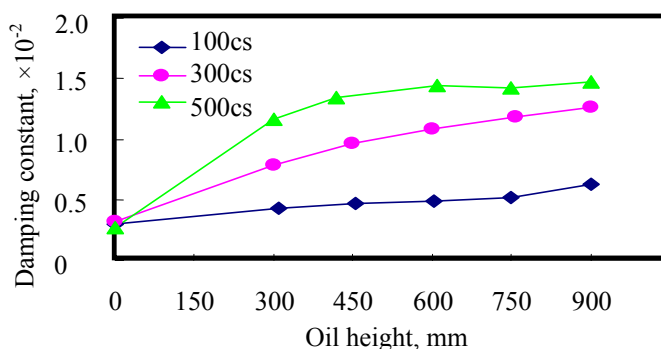


図5 オイル高と減衰定数の比較

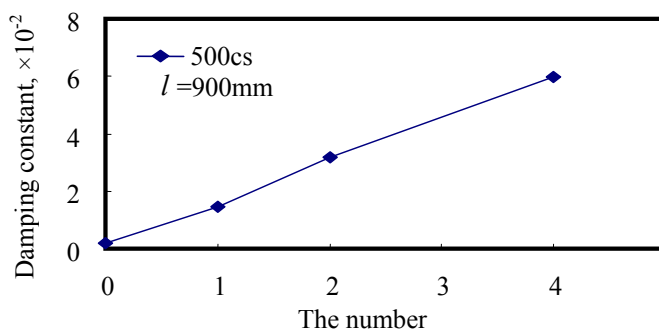


図6 本数と減衰定数の比較

参考文献

- 1) 土木学会, 日本建築学会, 海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言, 2006年11月20日
- 2) 日本機械学会, 機械工学便覧, 1987年 pp. B1-151.