

塔状構造物の制振対策に関する 2、3 の研究

大阪産業大学工学部 学生員 ○江守 良介
大阪産業大学工学部 尾田 健太郎

大阪産業大学工学部 正会員 飯田 毅
鹿児島大学工学部 正会員 河野 健二

1. 緒言

高架橋などに立設された塔状構造物は風による振動や車両走行に伴う路面振動などに起因して大きく揺れ、疲労損傷など寿命の短命化等の問題を生じるケースがある^{1)~3)}。これまで制振装置の1つとしてチェーンダンパー¹⁾が開発され、多く用いられてきた。しかし、チェーンダンパーは振動数4~13Hz領域において効果的であるが、4Hz以下の低振動数域では効果が低下することがわかってきた。半球体容器に粒状体を入れた装置を塔状構造物に取付けて揺らすと、低振動数域において振動抑制に有効ではないかと考えられたため、チェーンダンパーを含め2、3の制振装置について基礎的実験を行ったので、ここに実験概要を報告する。なお、主な検討項目は次の通りである。
①粒状体ダンパー、液体ダンパーの制振効果、②粒状体収納容器の違いが制振効果に及ぼす影響、③粒状体ダンパーとチェーンダンパー併用による制振効果、④チェーンの揺れがノーインパクト時での制振効果。

2. 実験概要

供試管は外径 34mm の鋼管で下端固定とし、固有振動数が2,3,4,5,10,14Hzになるよう供試管長さを約4.0, 3.2, 2.8, 2.5, 1.8, 1.5mとし、順に供試管 No. I ~ VIとした。使用した粒状体は鉛、液体は水道水である。粒状体収納容器は、半球形状で底面積が小(約 2500mm²)と大(約 8000mm²)の容器2種と、直径約 110mm の円柱を横向きにした形状の容器1種を使用し、順に容器1, 2, 3とした。使用したチェーンは鋼製で長さ 500mm, 重量 385g, 粒状体重さは過去のチェーンダンパー実験と比較するため385gとし粒径2mmを使用した。供試管に対する粒状体の重量比は順に5.4, 6.6, 7.6, 8.5, 12.0, 14.3%で、供試管 No. I ~ VIの6種類に対して、自由振動実験を行い以下の場合について制振効果を検討した。
①制振装置を装着しない場合、②粒状体、液体ダンパー：容器に鉛玉もしくは水道水を入れ、供試管外部に固定した場合、③チェーン併用：粒状体ダンパーとチェーンダンパーを併用した場合、④供試管外部にチェーンを懸架した場合の4ケースについて自由振動実験を行った。実験概要を図1に示す。なお、自由振動付与は、供試管上端を手で引っ張り瞬時に開放することにより行った。

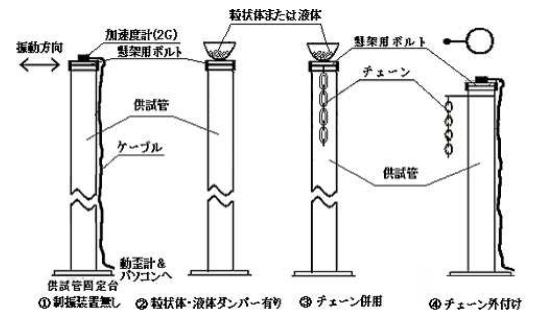


図1 実験概要

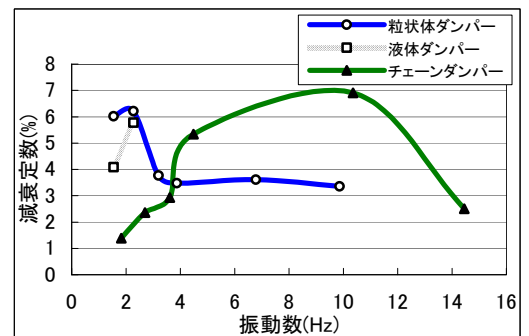


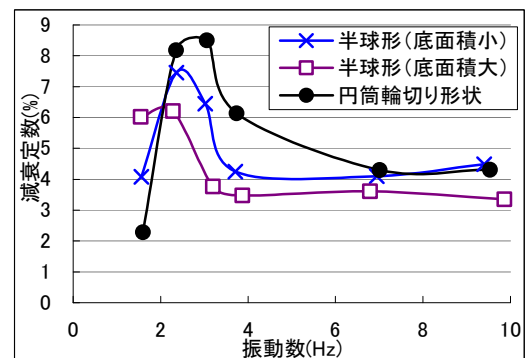
図2 各種制振装置の減衰定数

3. 実験結果と考察

(1) 各種制振装置と減衰定数 h について

粒状体ダンパー、液体ダンパー、チェーンダンパー内蔵¹⁾の各種制振装置について、減衰定数 h と振動数の関係を図2に示す。なお、制振装置無しでの供試管の減衰定数は0.15%程度である。図2より、①粒状体ダンパーは振動数1~3Hzの低振動数域でチェーンダンパーよりも制振効果が高い。②液体ダンパーも2Hz前後で減衰定数が高く、効果的である。③チェーンダンパーは、4~13Hzの比較的高振動数域で制振効果が高い。

図3 粒状体ダンパーの減衰定数(容器3種類)



キーワード：制振対策、粒状体ダンパー、チェーンダンパー、塔状構造物、振動実験

連絡先：〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1 大阪産業大学

TEL072-875-3001

(2) 粒状体収納容器と減衰定数 h について

粒状体収納容器 3 種類について、減衰定数 h と振動数の関係を図 3 に示す。なお、容器 1、2 とともに、高さが同じで底面積が異なる。図 3 より、①半球形状の容器 1 と 2 を比較すると、振動数 2Hz 程度以下では底面積の大きい容器 2 の方が制振効果が高くなった。これは、底面積が大きいと、粒状体の流動範囲が大きくなり、比較的大きな振幅に対応するためではないかと考えられる。②円柱を横向きにした形状の容器 3 について他の容器と比較すると、振動数 2Hz 程度以上で制振効果が高くなった。これは、底面にフラットな部分が無く、さらに垂直に近い側壁を有するため粒状体の流動範囲が小さくなり、小さな振幅に対応し高振動数で制振効果を発揮したと考えられる。

(3) チェーンダンパー併用時の減衰定数 h について

粒状体ダンパーとチェーンダンパー併用時の減衰定数 h と振動数の関係を図 4 に示す。なお、図 4 には比較のため、粒状体ダンパー、チェーンダンパー内蔵¹⁾の 2 ケースについてもプロットしている。図 4 より、粒状体ダンパーとチェーンダンパーを併用した場合、広振動数域で制振効果が高く、さらに、ここには示していないが加速度レベルの低い暗振動に対しても効果的であった。これはチェーンダンパー併用による相乗効果である。

(4) 外付けチェーンダンパーと減衰定数について

供試管への外付けチェーンダンパーについて減衰定数 h と振動数の関係を図 5 に示す。また、図 5 には比較のため、チェーンダンパー内蔵¹⁾、外付け塩ビ管¹⁾の各種チェーン制振装置 2 ケースについてもプロットしている。図 5 より、①低振動数域では外付け塩ビ管の制振効果は他に比べ大きい。これはクリアランス d が、チェーンダンパー内蔵のケースより大きく、かつチェーンが内壁に衝突するためである。②高振動数域ではチェーンダンパー内蔵の制振効果が他より大きい。これは外付け塩ビ管よりクリアランス d が小さく、かつ、チェーンが内壁に衝突するためである。③今回行った外付けチェーンダンパー実験は単にチェーンを供試管の外側へ吊り下げるだけであるが、ある程度の制振効果が得られた。

4. 結言

粒状体ダンパー、粒状体ダンパーとチェーンダンパー併用、液体ダンパー、外付けチェーンダンパーの 4 種類の制振装置について自由振動による基礎実験を行い、以下の知見を得た。

(1)ダンパーを装着しない場合、供試管の減衰定数 0.15%程度であるのに比して粒状体ダンパーを装着した場合、振動数 2Hz 前後、重量比約 6%において減衰定数 6%程度を示す。このことより、粒状体ダンパーは低振動数域で制振効果が高いと言える。(2)粒状体収納容器の底面積小の容器 1 の場合、振動数約 2Hz 以上で効果的で、底面積大の容器 2 の場合は、振動数約 2Hz 以下で効果的である。(3)粒状体ダンパーとチェーンダンパーを併用すると、相乗効果により振動数 2~10Hz 程度の広範囲の振動数で制振効果が高い。また、暗振動も効果的であった。(4)チェーンダンパーは、単に供試管の外に吊るすだけでもある程度の制振効果が得られた。

本研究は基盤研究(c)(課題番号 18560476)の科学研究費補助金を受けて行った。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献： 1) 武田一平、飯田毅、谷内大介：柱状構造物のチェーンダンパーによる制振効果、土木学会第 61 回年次学術講演会、2006.9 2) 立石一真、波多野保史、多田仁志、飯田毅、河野健二：走行荷重による高架橋上照明柱の振動計測とチェーンダンパーの制振効果、土木学会第 57 回年次学術講演会、2002.9 3) 河野健二、飯田毅、立石一真：チェーンダンパーによる照明柱振動減衰効果に関する研究、鋼構造年次論文報告集、第 8 巻、2000。

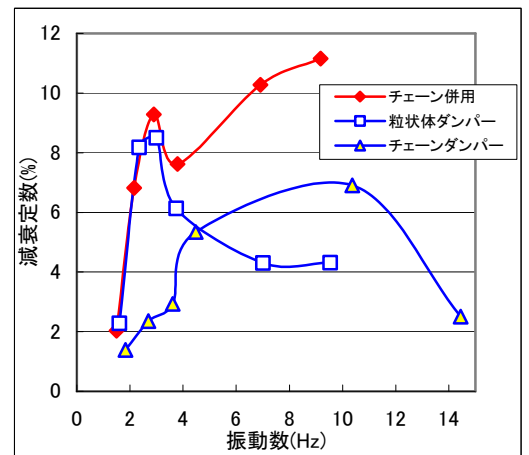


図 4 粒状体ダンパーとチェーンダンパー併用時の減衰定数

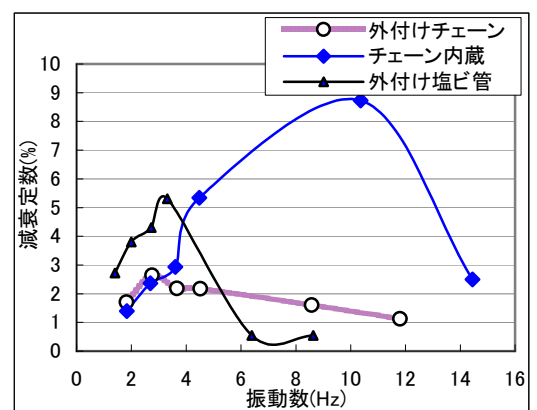


図 5 外付けチェーンダンパーの減衰定数