

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 学生会員 ○住田 智章 大阪産業大学 正会員 飯田 毅
 大阪産業大学 学生会員 鈴木 大貴 大阪産業大学 菊田 勝也

1. 緒言

高架橋等に設置された照明柱や標識柱などの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が懸念されている。これまで制振装置としてチェーンダンパー^{1) 2)}、多方向転動型同調質量ダンパー³⁾、粒状体ダンパー⁴⁾等が開発され、実用化されてきている。それぞれのダンパーは効果的で有効であるが効果を発揮する振動数領域に制約があることから、幅広い振動数領域に対応可能な制振装置の開発が望まれている。そこで、過去に開発されている粒状体ダンパー、袋体ダンパー^{5) 6)}を改善、改良して、広範囲の振動数領域において有効なダンパーを模索しており、これら2種類のダンパーと2個付け袋体ダンパーについて基礎的実験を行ったので、ここに結果概要について報告する。

2. 実験概要

供試管は外径 34mm の鋼管で下端固定として、固有振動数が 2Hz～14Hz になるように供試管長さを 4.0、3.2、2.8、2.5、2.1、1.8、1.5m とし、順に供試管 No. I～VIIとした。粒状体収納容器は、半球形状で直径 200mm のものを、粒状体は粒径 2、4、8、12mm のものを使用した。袋体ダンパーとは、柔らかい袋に液体を封入したもので、振動外力を受けた際に液体の移動により振動を抑制するダンパーである⁵⁾。袋体収納容器は幅と奥行きが 164mm、高さ 38mm の正方形容器と、幅と奥行きが 164mm、高さ 109mm の2個付け正方形容器を使用し、液体は水道水を使用している。粒状体と袋体の重さは

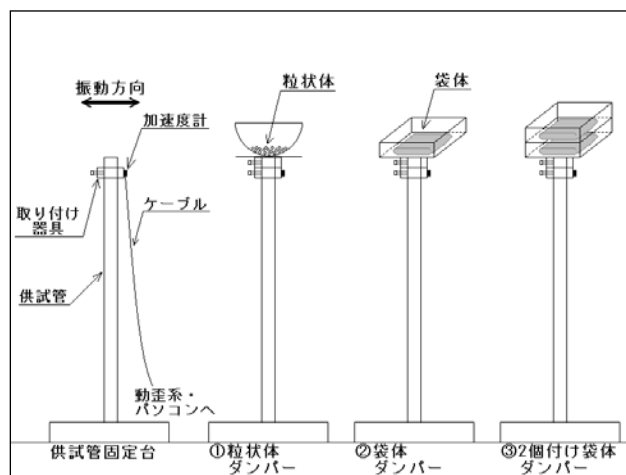


図1 実験概要

比較を行うために 385g を基準とした。供試管 No. I～VIIの7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粒状体ダンパーの粒状体粒径を変化させた場合、②袋体ダンパーの袋体寸法を変化させた場合、③2個付け袋体ダンパーに同じ寸法の袋体を上下に設置した場合、④2個付け袋体ダンパーに異なる寸法の袋体を上下に設置した場合の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張り瞬時に開放することにより行った。

3. 実験結果と考察

3.1 粒状体ダンパーの粒状体の粒径を変化させた場合

粒状体の粒径を 2mm、4mm、8mm、12mm に変化させた場合について、振動数と減衰定数の関係を図2に示す。図2より、①粒径 2～12mm において、振動数 1.5～4.0Hz の低振動数領域で高い制振効果がみられる。②減衰定数のピークは振動数 2.2Hz の時 7.0～8.0%程度でどの粒径もあまり差がなく、粒状体の粒径を変化させても減衰定数のピークに影響はしないと考えられる。

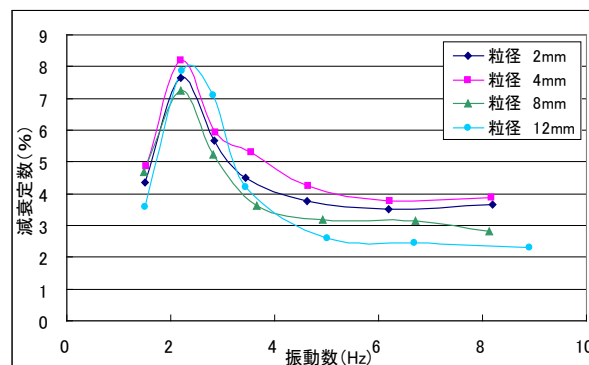


図2 粒状体の粒径変化が減衰定数に与える影響

キーワード：制振対策、粒状体ダンパー、袋体ダンパー、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 TEL 072-(875)-3001

3.2 袋体ダンパーの袋体寸法を変化させた場合

袋体寸法 135×135mm、160×160mm、135×160mm の3種類に変化させた場合について、振動数と減衰定数の関係を図3に示す。図3より、①袋体寸法が小さいと高振動数領域で、大きいと低振動数領域で高い制振効果を発揮する傾向がみられた。②よって、水の揺動幅が小さいと高振動数領域で、大きいと低振動数領域で制振効果を発揮すると考えられる。

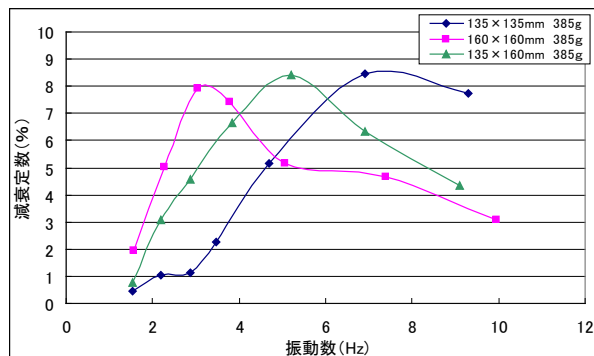


図3 袋体の寸法変化が減衰定数に与える影響

3.3 2 個付け袋体ダンパーに同じ寸法の袋体を上下に設置した場合

上段、下段に袋体寸法 160×160mm の袋体を、上下の重量比率 1:1、1:3、3:1 で設置した場合の振動数と減衰定数の関係を図4に示す。図4より、①低振動数領域で減衰効果を発揮した袋体を上下に分けて設置した場合においても低振動数領域で制振効果を発揮する。②上段、下段の重量比率を今回程度に変化させても制振効果に影響はないと考えられる。

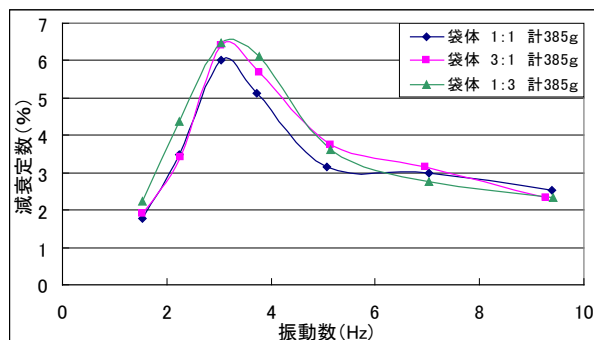


図4 寸法の同じ袋体を設置した場合

3.4 2 個付け袋体ダンパーに異なる寸法の袋体を上下に設置した場合

上段に袋体寸法 135×135mm を、下段に袋体寸法 160×160mm を設置した場合の振動数と減衰定数の関係を図5に示す。図5より、低振動数領域で減衰効果を発揮した寸法 160×160mm の袋体と高振動数領域で減衰効果を発揮した寸法 135×135mm の袋体を組み合わせることで、振動数 2.5~8.0Hz の広範囲で減衰定数が 5.0%を超える高い制振効果を得られた。

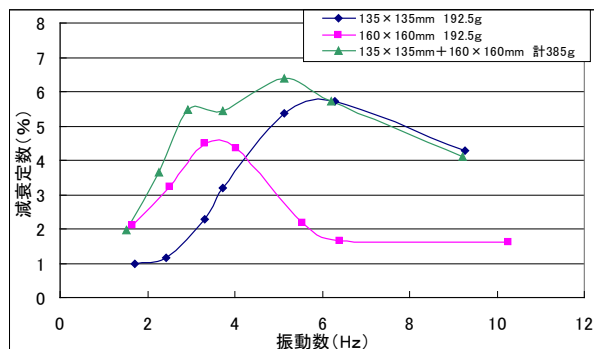


図5 寸法の異なる袋体を設置した場合

4. 結言

粒状体ダンパー、袋体ダンパー、2 個付け袋体ダンパーの3種類の制振装置について、自由振動実験を行い、以下の知見を得た。(1) 粒状体ダンパーについては、低振動数領域で制振効果を発揮するが、粒径を変化させても制振効果にあまり差は認められなかった。(2) 袋体ダンパーについては、袋体寸法によって異なる振動数で制振効果を発揮し、減衰定数のピーク幅は狭いが、袋体の大きさを変化させることで制振効果を発揮する振動数帯域を広く変化させることが出来ると言える。(3) 2 個付け袋体ダンパーについては、①上段、下段に同じ振動数で効果を発揮する袋体ダンパーを設置した場合、それぞれの袋体と同じ振動数で制振効果を発揮するため、制振効果にはあまり影響されないと考えられる。また、水の重量比率を変化させても制振効果にはあまり影響されないとと言える。②上段、下段にそれぞれ違う振動数で効果を発揮する袋体を設置した場合、それぞれの袋体異なる振動数で制振効果を発揮することで、広範囲の振動数領域で高い制振効果を発揮すると考えられる。

参考文献 1) 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 2) 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 3) 井田剛史、丸岡晃、平野廣和、尾松大道、富岡昇：多方向転動型同調質量ダンパーを用いた自然風下での CCTV 柱の制振対策に関する長期現地試験、応用力学論文集 Vol.12、2009.8 4) 江守良介、飯田毅、尾田健太郎、河野健二：塔状構造物の制振対策に関する2.3の研究、土木学会第62回年次学術講演会、2007 5) 中村友道：新しい概念に基づくダンパーの開発、大阪産業大学論集 自然科学編 121、2009.10 6) 鈴木大貴、飯田毅、細川寿樹：塔状構造物の制振対策に関する2.3の研究、土木学会第65回年次学術講演会、2010