

構造物の揺れを抑える技術

照明柱から高層建物まで

株式会社ニチゾウテック
技術コンサルティング事業本部

TEL (06) 6555-7054

FAX (06) 6555-7063

<http://www.nichizotech.co.jp>

構造物の揺れを抑える技術

1. はじめに

構造物は、様々な外力（地震、風、歩行外力、交通荷重など）に曝され、その外力に応じた様々な揺れを生じる。ここで紹介する制振装置は、そのような構造物の揺れを抑えるのに非常に有効な手段の一つである。当社では、ニチゾウテック発足当初から制振装置の開発に取り組んできており、着実にその技術を伸ばしてきた。ここでは、ここ数年来取り組んできた①照明柱、②カメラ柱、③歩道橋および④高層ビルについての制振装置を紹介する。

2. 制振装置の概要

ここで取り扱う制振装置は、同調質量ダンパー（Tuned Mass Damper, 略称「TMD」）と呼ばれるものである（図1）。

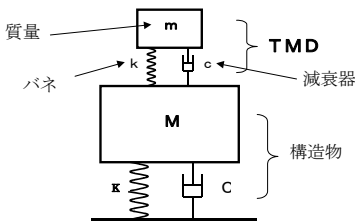


図1 同調質量ダンパーの概念図

対象とする構造物に対して副振動系（TMD）を形成することにより、構造物本体の振動を制御しようとするものである（図1）。

3. 当社の制振技術

1) 照明柱に対する制振装置

照明柱に対する制振装置は、風による振動を抑えることを目的として、10年近く前から取り組んできた。その後、交通振動を対象とした小型のTMDを開発した。そして、本TMDを高速道路・高架橋上に設置されている照明柱に試験的に設置し、その有効性を確認した。

図2は照明柱用の小型TMDを示したものである。装置は振り式TMDであり、重錘、バネおよび空気ダンパーで構成されている。また、照明柱へは図3に示すように外付される。制振装置設置前後で照明柱本体の振動計測を実施し、交通振動にも

効果があることを確認した（図4）。



図2 照明柱用小型TMD

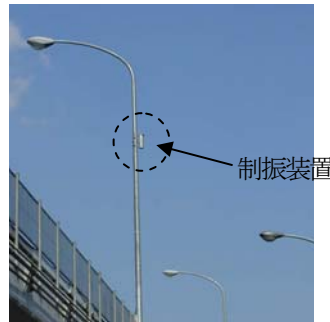


図3 TMDの設置状況

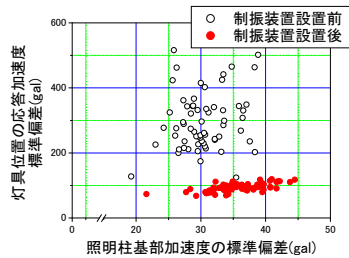


図4 TMDの制振効果

2) 監視カメラ柱に対する制振装置

ここでは、監視カメラ柱の風応答制御に制振装置を適用した例を紹介する。

図5に対象とした監視カメラ柱の一例を示す。柱頂部に2台のカメラが設置されており、撮影画面を画像処理することにより、移動物体を感知するシステムとなっている。しかし、強風時に監視カメラ本体が振動する場合、実際には静止した物体であっても画面上では移動物体と感知されるために、警報装置が誤作動することになる。そこで、風応答を制御するために図6に示すような制振装置を開発した。カメラ柱本体の振動方向が一定しないために2方向に

制振可能な装置としている。また、減衰器として、磁性ダンパーを採用している。

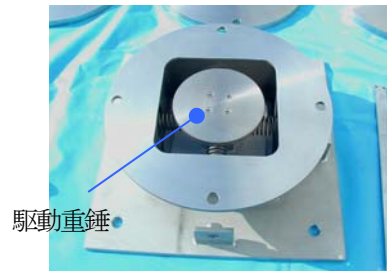
図7は制振装置設置前後での風応答を比較したものであるが、制振装置設置後には、応答低減効果が認められる。



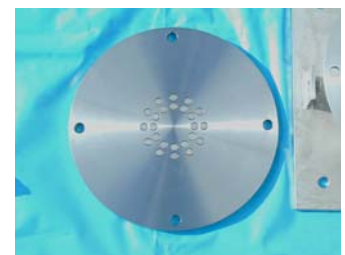
図5 監視カメラ柱



(a) 制振装置の全体写真

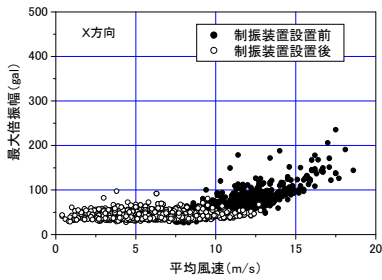


(b) 重錘駆動部分

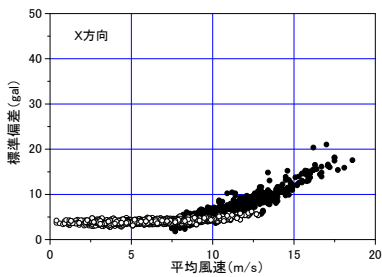


(c) 磁性ダンパー部分

図6 磁性ダンパーを利用TMD



(a) 最大加速度応答 (倍振幅)



(b) 応答標準偏差

図7 制振装置前後の風応答比較

3) 歩道橋に対する制振装置

支間長が 40m 前後の歩道橋は、その固有周期が人の歩調に近接するため比較的大きな共振振動が生じることがある。

当社では、国土交通省・近畿地方整備局管内の M 歩道橋 (図 8) に TMD を設置した実績を持っている。M 歩道橋は設計段階から有害な揺れの発生が懸念されたために、歩道橋の架設と平行して桁内部に制振装置が設置された (図 9)。TMD 設置前後で橋の揺れを調査した結果、減衰性能が約 10 倍向上していることを確認した (図 10)。



図8 M歩道橋 (新設橋)



図9 歩道橋桁内に設置された TMD

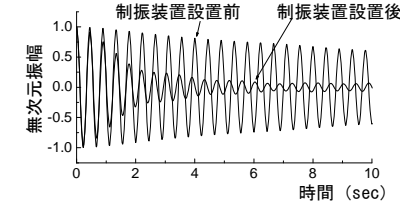


図10 制振装置による減衰性の向上

また、既設歩道橋の制振対策にも制振装置を設置した実績がある。このケースでは施工性に配慮して高欄設置型の小型 TMD を設置した (図 11, 12)。制振装置を設置することにより、歩道橋の減衰性能が向上し、振動使用性を満足することができた。



図11 A歩道橋 (TMD 設置後)



図12 高欄設置型 TMD

4) 高層ビルに対する制振装置

上記以外に 20 階建ビル (図 13) の制振装置の設計・製作および施工業務を日立造船から受注している。この装置は可動重錘が 100t もあり、上述の例とは比べものにならないくらい大きい (図 14)。

本制振装置は、強風時の居住環境を改善するために設置されたものである。現地では、人力加振や重錘の強制加振により、建物の減衰状況を計測し、所定の減衰性能を有していることを確認した。図 15 に制振装置設置前後の減衰状況を示すが、装置設置前に約 80 秒継続した振動が装

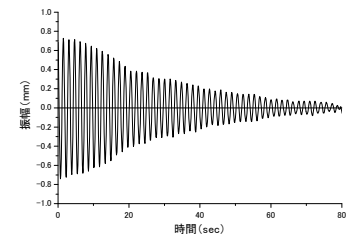
置設置後には約 20 秒で収まっている。



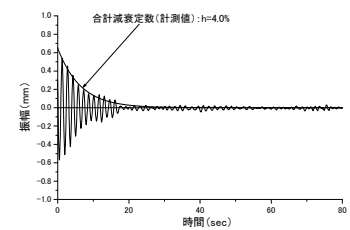
図13 対象とした 20 階建のビル



図14 ビルに設置した TMD



(a) 装置設置前



(b) 装置設置後

図15 装置設置前後の減衰波形

4. あとがき

ここで取り扱った制振装置は、いわゆるパッシブタイプの制振装置であるが、アクティブタイプの制振装置についても、試作装置での制御理論や制振効果の検証を終えており、今後、さらに発展させていく予定である。また、パッシブタイプの制振装置についても、客先のニーズを的確に捉え、新たな対象構造物を模索しつつ、適用範囲を広げていく所存である。