

柱状構造物のガスト応答対策用制振装置

JFE エンジニアリング(株)※ 正会員 〇木本 智美 水島ゼネラルサービス(株) 非会員 金堂 秀範

JFE スチール(株)※ 正会員 村上 琢哉 水島ゼネラルサービス(株) 非会員 水上 進

※ 研究当時, JFE 技研(株)

1. 概要 照明柱, アンテナ柱, 防災無線柱などの鋼製の柱状構造物(以下, 鋼管柱)では, 風速 10m/s 以上で振動する現象(ガスト応答)が近年問題として顕在化するようになった. すなわち, ガスト応答による柱基部の疲労き裂, 近隣住民からの苦情が問題視される事例が見られるようになった. これは, 社会的ニーズからスレンダーな柱が出現するようになったのも一因であるが, 一方ではこの類の鋼管柱に対する現行の設計では必ずしもガスト応答が考慮されていないことが原因として挙げられる. そこで, 上記の事例に対する対策として, 鋼球衝突式制振装置を開発した. 本報告では, その概要について述べる.

2. 制振装置の概要 制振機構はリバーポールの渦励振用制振装置¹⁾と同じ鋼球衝突式制振装置であり, 照明柱の振動が大きくなると鋼球が容器の壁に衝突することにより, 振動とは逆向きの力を作用させて振動を抑えるものである. 今回の制振装置の概要を図-1に示す. 振動は頂部が触れ回り振動になることを考慮して, 容器形状は正方形とし, 鋼球質量を大きくした上で鋼球と容器のクリアランスを大きくしている. また, 鋼球衝突時の騒音対策として, 容器の側壁にネオプレンゴムを貼り付けている. 本制振装置の形状は鋼球の大きさ, クリアランスで決定される. 一般的な設計式の確立するための要素実験および制振効果の検証を目的とした風洞実験を実施した.

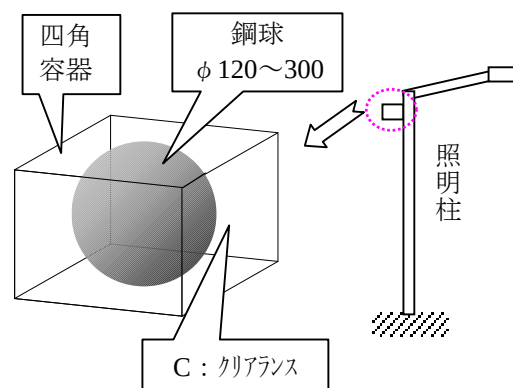


図-1 制振装置の概念図

3. 要素実験 振動台試験機の上に制振装置を設置し, 加振周波数 0.5~3Hz の正弦加振の条件下で制振装置の同期する最小振幅を検討した. すなわち, ある振幅以上になると加振波形に同期して鋼球の衝突が生じるようになることから, その最小振幅を求めた. 鋼球の大きさと容器の大きさ(すなわち, 鋼球の大きさとクリアランス)を変更したケースを実施したが, 制振装置容器の底面についてもネオプレンゴム, 鋼板, MC ナイロンの3種類を実施した. 結果の概要を図-2に示す. これより, 加振周波数が 1.0Hz 以下になると底面の材料により同期する振幅が大きく異なっていることがわかる. ネオプレンゴムでは同期する振幅が極端に大きくなるのに対して, 鋼板, MC ナイロンではその変化は大きくない. これは, 鋼球の慣性力が小さくなるため, 転がり摩擦の影響が相対的に大きくなり, 転がり摩擦の大きいネオプレンゴムにその影響が生じたと解釈できる. したがって, 周波数 1Hz 以下となる場合には, 底面の材質に留意する必要があると判断される. また, 同期する振幅については, 概ねクリアランスの 1/2~1/3 程度であることがわかった(図-3). したがって, 制振装置の設計においては, 設計振幅の少なくとも 1/2 以下のクリアランスとする必要がある. 鋼球の衝突力についても計測済みであり, その結果を容器の設計に反映しているが, 紙面の関係上省略する.

4. 風洞実験 照明柱模型の風洞実験を実施した. 縮尺 1/6.5 (模型高さ約 1.8m) とし, 制振装置の有無による振幅を比較した. 気流は格子乱流 10% とし, 制振装置には直径 200mm, クリアランス 20mm を想定したものを設置した. 実験条件を表-1に, 風洞実験状況を写真-1に示す. 風洞実験結果を図-4に示す. 応答

キーワード 鋼管柱, ガスト応答, 制振装置

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1丁目 JFE スチール(株)スチール研究所土木・建築研究部 TEL 044-322-6337

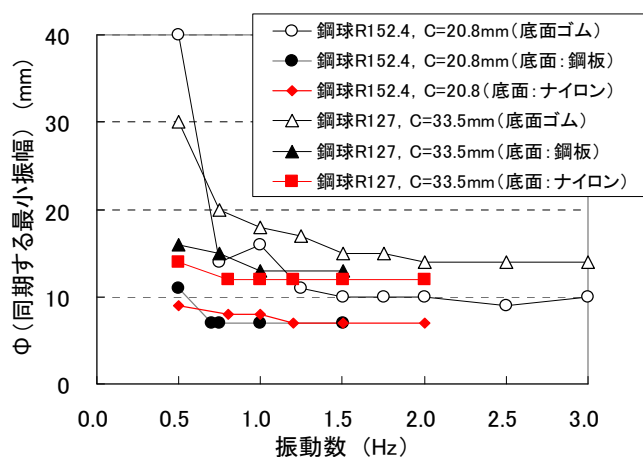


図-2 要素実験結果の一例

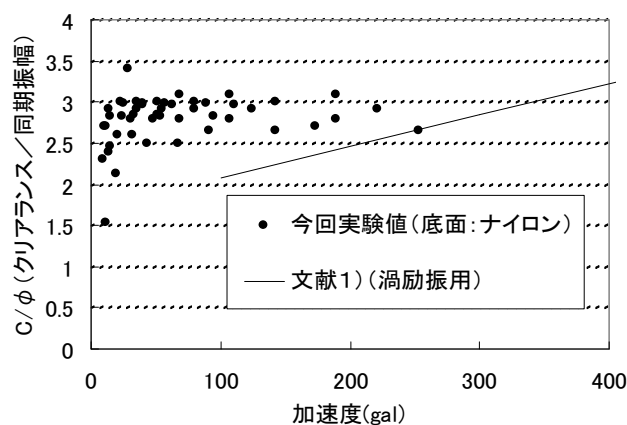
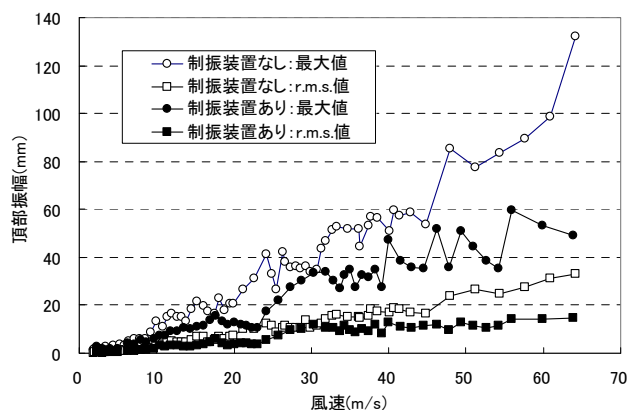
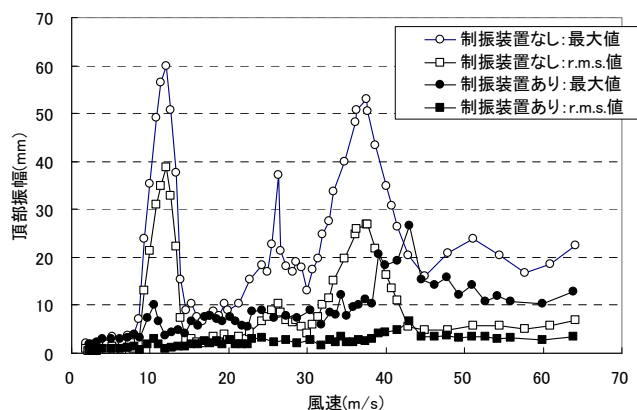


図-3 入力加速度と同期最小振幅の関係



(a) 風軸方向振動



(b) 風軸直角方向振動

図-4 風洞実験結果(風速-応答曲線図)

振幅は、各風速において計測時間2分間におけるr.m.s.値、最大値を算出し、実物大風速と振幅に変換したものである。これより、風軸方向振動(同図(a))では、制振装置がない場合には最大で100mmを超える応答が見られるのに対し、制振装置を設置した場合には60mm以下に抑えられていることがわかる。制振効果は風速50m/sを超える領域で顕著であり、r.m.s.値を見ても振幅が概ね半減していることがわかる。また、風軸直角方向振動(同図(b))についても、風速12m/s近傍の2次渦励振が抑えられていることがわかる。風速30~40m/sの3次渦励振の最大値は半減し、r.m.s.値は10mm以下となっている。

5. まとめ 鋼管柱のガスト応答に対応できる制振装置として、鋼球衝突式制振装置を開発した。その設置効果は風洞実験により示され、特に強風時に効果が高いことがわかった。また、渦励振に対しても制振効果があることがわかった。本装置は、既に防災無線システム柱に設置されていることを付記する。

参考文献 1)城, 鳥野, 永津, 金子, 植木, 高橋: 照明柱の耐風設計手法, 川崎製鉄技報, Vol.22, No.1, pp.44-51, 1990年1月。

表-1 実験条件

		模型
ポール高さ	mm	1,846
剛性棒	mm	φ9
直径 頂部	mm	20.77
基部	mm	39.23
振動数(1次)	Hz	1.52
全重量	g	1,310.7
灯具重量	g	72.8
対数減衰率(20mm)	制振装置なし	0.006
	制振装置あり	0.100

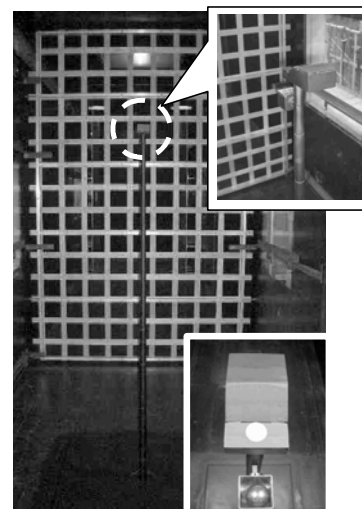


写真-1 風洞実験状況