

日本鋼管㈱ 正会員 加納 勇
 日本鋼管㈱ 正会員 津村 直宜
 日本道路公団 正会員 川人 達男

1 まえがき 名港西大橋の塔(図1, 重量1614t)は, 風洞実験の結果, 架設時独立状態では風速13 m/s 前後の風で渦励振動が起る可能性が高いと判断され, 耐風制振装置を取りつけることになった。

P2塔では, 桁を架設する段階において, 従来の油圧ダンパー重錘方式¹⁾では空中索が邪魔になるため, 新しい方式である振り子式動吸振器方式(Pendulum Type Tuned Mass Damper 方式, 以下PD方式と呼ぶ)²⁾の装置を併設した。結果的に, ほとんどの期間をPD方式で制振させたが, その間, 制振効果確認実験, あるいは対風挙動観測を行なったので, その概要をここに述べる。

2 PD方式制振装置 装置を図2に示す。本装置は, 機構の単純化, 小規模化, 内部マサツの低減化などをねらい, 減衰要素に粘弾性体を用いた振り子式である。重錘の重量は, 耐風制振上必要とされた塔の対数減衰率 $\delta_t = 0.05$ が常に確保できるよう, 装置の設置高さや粘弾性体の振動特性値の温度変化を考慮して3.2 tとした。等価質量比は概ね $1/150$ である。装置の振動特性値, すなわち固有振動数 n_d と減衰率 δ_d は, 重錘の吊り長さ l_d と粘弾性体の量(ブロックの数)によって調整できる。図3に本装置の制振効果を示す。これは, 装置の振動特性値と, 装置設置によって得られる塔のみかけの対数減衰率 δ_t との関係を解析的に求めたものである。1983年8月25日に装置を設置し, 装置の状態を塔の固有振動数 n_t と平均気温から, $l_d = 2400 \text{ mm}$, ブロック数=24にセットした。このときの装置の振動特性値は, 粘弾性体の温度によって変化し, 図3上では三ヶ月状の曲線として表現される。これにより, 粘弾性体の温度から制振効果が推定できる。

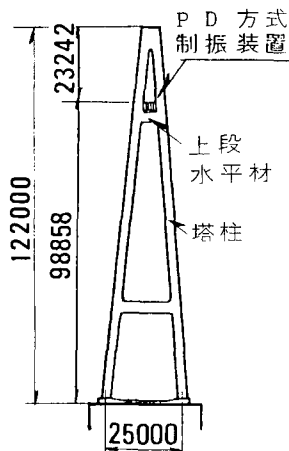


図1 名港西大橋の塔

3 制振効果と対風挙動

塔頂をφ33.5のワイヤーロープで約10 cm引き込んだ後, 瞬時にロープを開放して塔に自由減衰振動を与え, 塔の減衰率 δ_t を測定した。図4はその結果である。装置を付けることで, 塔のみかけの減衰率が0.0078から0.17に増加した。実験時の粘弾性体の温度が27℃であったから, 図3の解析値が図4の実験値とほぼ一致していることが分る。

制振効果が, 粘弾性体の温度に依存するため, 8月25日に装置を設置したあと, 平均気温が低下する秋季・冬季に対応した調整を10月19日に行なっている。

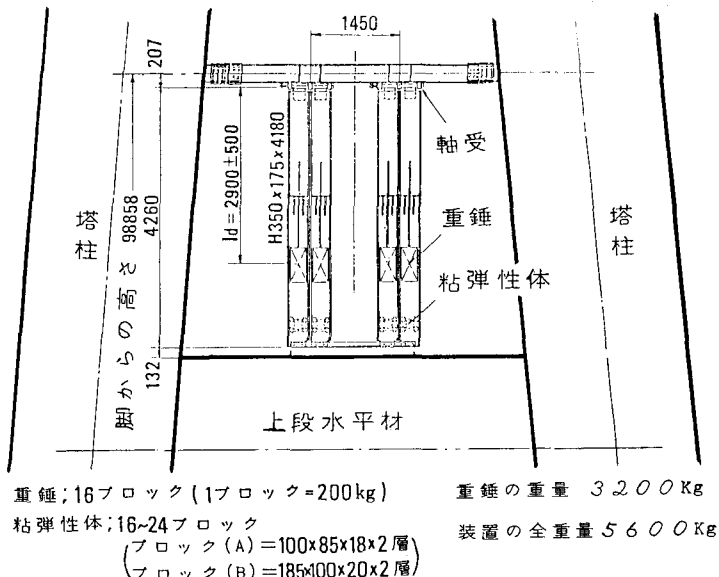


図2 PD方式制振装置

対風挙動観測を、8月25日から11月23日まで行なった。計測量は、気温、風向、風速、塔の加速度、装置の回転角と粘弾性体温度である。観測期間中で、3日ほど大きな振動を記録した。図5は、9月28日の風の記録である。20:00から22:00にかけて、13 m/s 前後の風が橋軸直角方向(N)から吹き、塔が渦励振動を起こしたと思われる挙動を記録した。このときの塔と装置の挙動を図6に示す。装置は、最大±3.1度の回転運動を起こし、塔の振動を最大21.3gal(変位換算±5 cm)に抑えている。塔自身の構造減衰、あるいは風洞実験の結果などから推定して、装置を付けていなければ、このとき塔頂で±100cm前後の振動が発生したと思われる。

一方、粘弾性体の温度は、気温変化に追従した変化を示し、上記のような作動時においても目立った昇温はなかった。本装置の場合、放熱性が高く、作動による蓄熱は小さいことが分った。

4 あとがき PD方式制振装置の使用は、今回が初めての試みであり、種々の検討を重ねた。装置の特性テスト、粘弾性体の材料テスト、塔の振動実験そして対風挙動観測といった一連の研究を行なった結果から、PD方式は、塔の耐風制振法として有効な方式であると結論づけることができる。PD方式は、従来方式に比べ、チューニングや塔内設置空間を必要とするが、空中索や地上設備を必要としない点が大きな長である。

名港西大橋の装置は、1984年3月中旬、取りはずされたが、このとき耐候性からの問題はみうけられなかった。

参考文献 1) 辻, 加納, 渡辺, 「吊橋主塔架設時の耐風制振法」, 日本鋼管技報No.82, 1979-7, 2) 加納, 辻, 津村, 「動吸振器による長大橋主塔の架設時耐風制振法」第38回土木学会年講I-264, 1983-9

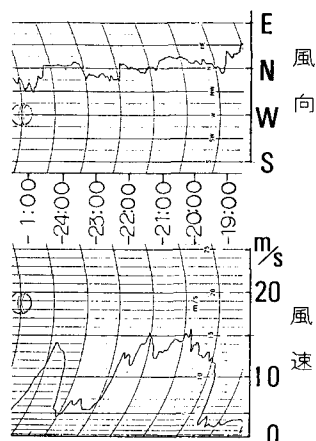


図5 1983年9月28日の風

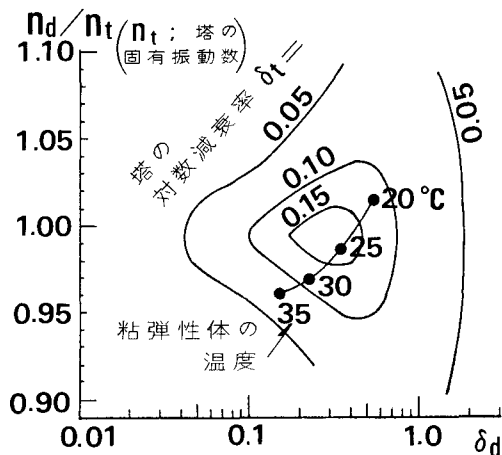
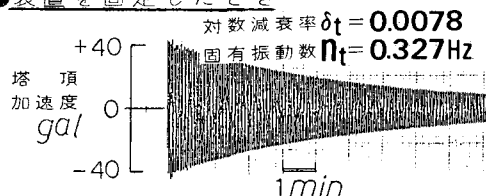


図3 装置の振動特性値と制振効果

●装置を固定したとき



●装置を作動させたとき

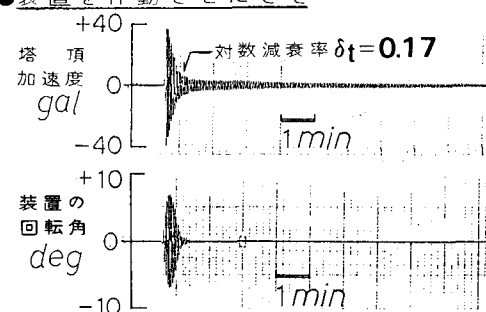


図4 自由減衰波形(引込開放実験)

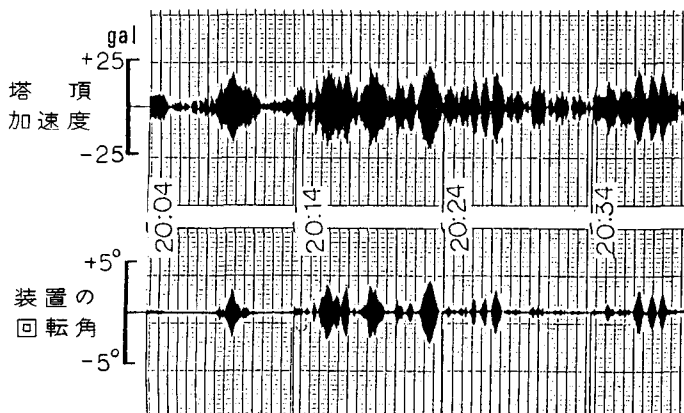


図6 1983年9月28日の塔の振動と装置の挙動