

I - 308

鶴見航路橋主塔動態観測

住友重機械工業 正員 ○小西拓洋

首都高速道路公団 正員 市川衡

1. 概要

鶴見航路橋では、主塔架設時制振対策¹⁾としてアクティブ型TMD²⁾、³⁾を取付け主塔架設開始後より制振を行なうと共に主塔の振動特性把握の為、架設途上の主塔に対する振動実験、強風下での動態観測を継続して行なってきた。振動実験では、主塔を強制振動させた後の自由振動状態で、実験を行ない、主塔の振動特性、制振装置の制振性能等を計測している。これに対し、実際の強風作用下での主塔の振動特性を把握することが動態観測の大きな目的であるが、この状態での制振装置の性能把握も行なうことができたので結果を報告する。

2. 動態観測システム

観測は図-1に示すシステムで行われた。風速、風向、主塔の変位、制振装置の動きは常時モニターされ、A/D変換された後、数値処理され、1分ごとに時間平均のRMS値として記録される。これをモニター計測と呼ぶ。モニター計測で計算された平均風速が10m/sを越えた場合、これに続く10分間、本計測として全データを波形データのまま記録すると共に10分間のRMSを計算しこれを記録し、引き続きモニター計測に移る。記録データは光磁気ディスク(MO)に保存され後の解析に使用される。120メガバイトのMOはほぼ2ヶ月で一杯になる。

解析はモニター計測データと本計測データについて行なう。モニター計測データは1日分ごとにファイルされているが、これを用いて風速-主塔振幅関係図、風速風向-振幅関係図等を作成する。本計測データも最終的には同様の形で整理されるが、実波形データを用いて主塔振動、制振装置の動きの時間関係

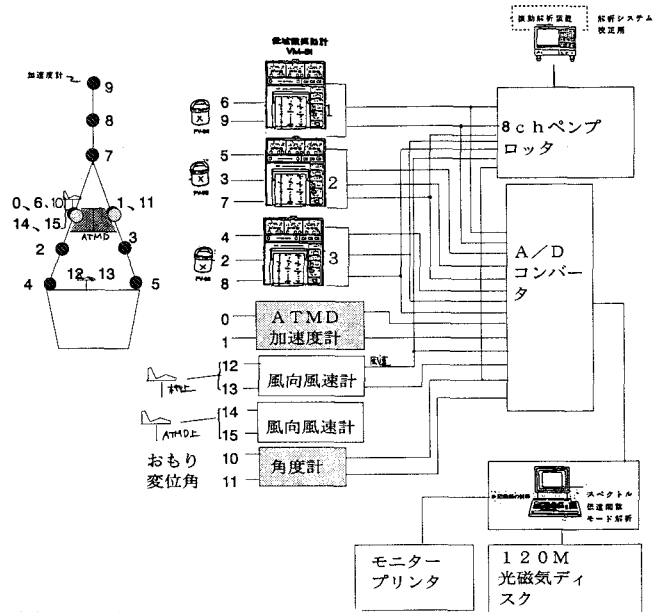


図-1 振動計測システム

を調べたり、振動モード、振動波形解析、ピーク振幅の計測等を行うことができる。又、実際の振動波形は計測対象となる振動（主塔の面外1次振動）以外に様々な成分の波計を含んでおり、これらを除いて目的の波形のみを取り出したり、ノイズの除去も必要に応じて行っている。

3. 動態観測結果

動態観測は92年9月より続けられている。桁上（ $h \approx 50$ m）での日毎の最大風速を図-2に示す。強風時の動態観測結果として、ここでは強風下での制振装置の効果を確認した1993年1月25日のデータを取り上げる。ペンプロッターに記録された振動波計を図-3に示す。このときの主塔の高さは完成時183mに対し178mとほぼ完成に近く独立状態の主塔は非常に振動しやすい状態であった。ちなみに振動実験で計測された主塔の固有構造減衰は $\delta = 0.013$ 程度であった。風の状況は午前、午後ともほぼ一定しており、風速10~15m/s、風向は北北西であったが、午後は制振装置を停止した。主塔振幅は $h = 165.3$ mに取付けた加速度計により計ったもので、RMS値を用いて観測結果を整理した結果を片振幅を縦軸に、風速を横軸に取り図-4に示す。午前中制振装置が機能している状態と制振装置を停止させた場合の応答を比べると制振装置により主塔の振幅がほぼ1/3程度に減少していることがわかる。ちなみにこの時点での主塔減衰率は、振動実験での計測結果よれば制振装置動作時には $\delta = 0.3$ 程度まで上昇していると推定される。共振時の応答が1自由系の理論式では減衰率にほぼ反比例することを考えると、制振装置の効果が十分現われていない様に思われるが、この説明として、制振装置は小振幅の振動に対しては効果が小さく、大きな振動が現われてはじめて効果が現われ始めるため、非定常

な外乱に対しては制振効果は見かけ上小さくなることが挙げられる。実際、これ以上に風速が上がっても振幅の増加は少ない。さらに理論解に用いる1～2自由度系モデルと現実の主塔との差違などが考えられるが、この問題は多自由度系モデル化を含め今後検討する。制振装置がない場合の風向、風速と主塔振幅の関係を図-6に示す。

4. まとめ

10月より2月までの5箇月間観測が続けられた結果、観測された風速は桁上で30m/s弱（3/29）までと広い範囲にわたり、本橋の特徴的な主塔の振動特性把握にとって有用なデータが蓄積できた。又、制振装置の強風下での動作も計測できたが、詳細なデータ解析は、最後にふれた強風下での制振効果把握もふくめ今後の研究課題としたい。

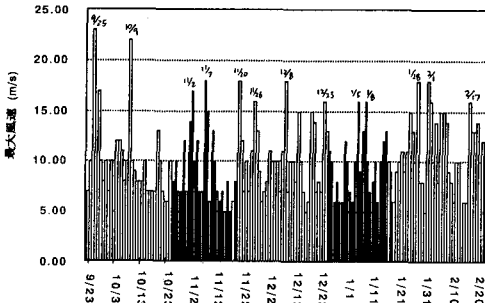


図-2 日最大風速（9/23～2/20）

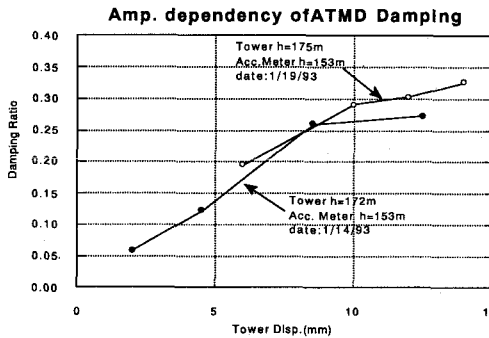


図-5 制振装置効果の振幅依存性

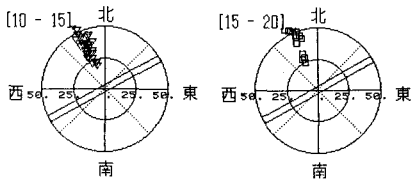


図-6 風速別風向-振幅図

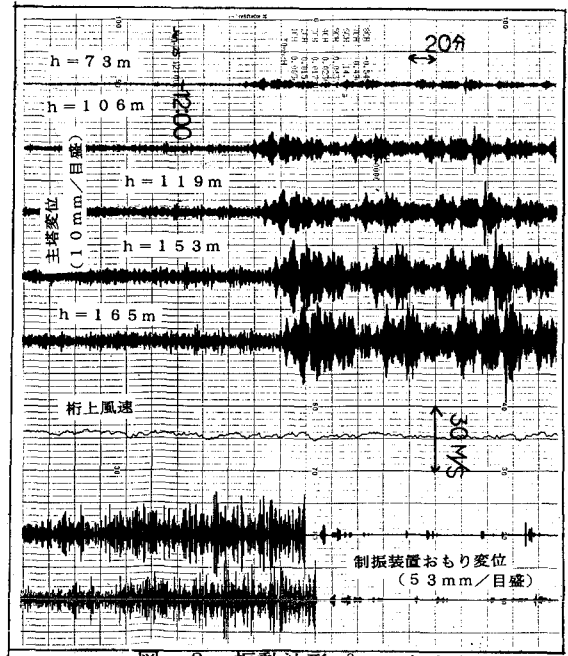


図-3 振動波形プロッタ出力

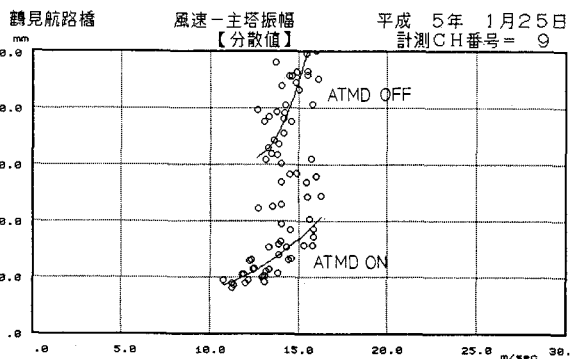


図-4 風速-主塔振幅図

参考文献

- 1) 鶴見航路橋主塔の架設時制振検討（耐風検討）風間、森河、平田 土木学会第47回年次講演会概要集 pp692-693
- 2) 鶴見航路橋架設時主塔制振装置の開発 森河、市川、小西、有壁 第12回風工学シンポジウム論文集 pp321-326
- 3) 鶴見航路橋架設時主塔制振対策（制振装置の設計）市川、小西、森河 土木学会第47回年次講演会概要集 pp590-591