

I-471

T L C D による東神戸大橋主塔の制振実験

川崎重工業（株） 正員 坂井 藤一，高枝 新伍，玉木 利裕
阪神高速道路公団 正員 北沢 正彦，正田 正一

1. はじめに 著者らは，受動型制振装置の一種である液柱管ダンパーについて，研究をおこなってきた（*1他）。これまで数値解析，模型実験などで，T L C D の制振効果を確認してきたが，今回東神戸大橋の主塔振動実験（*2）に際して，実橋でのT L C D の制振効果を検証する機会を得たので，その結果について概要を報告する。

2. T L C D による主塔の制振設計 東神戸大橋では，主塔独立時一様流中での風洞実験によれば，風速風速10 m/s程度の橋軸直角方向の風により，面外曲げ1次モードの渦励振で，主塔頂部で片振幅2.7 m（対数減衰率 $\delta=0.01$ ）の振動が発生する，という結果になっている。実橋振動実験では，この減衰を $\delta=0.10$ 程度にするように，T L C D を設置することとし，図1に示すようなT L C D（2基）を設計した。これに対する設計パラメータは表1のようになる。

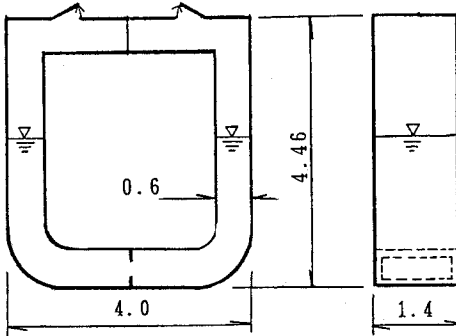


図1 東神戸大橋主塔制振用T L C D

3. T L C D 単体の特性確認実験 主塔制振実験に先立ち，液柱長と固有振動数の関係，オリフィス開口率と減衰の関係などのT L C D 単体の特性を確認するため，T L C D の自由振動実験を行った。

実験は，一方の端部は，蓋により空気を密閉し，空気圧により両水面の水位差を設定した後，空気圧を開放することにより，自由振動を起こした。

T L C D 内部の液位は磁歪式液位計により計測した。

液柱長は5～7 m，初期振幅は0.1～0.4 mの範囲で変化させ，オリフィスの開口率は38%と75%の2種とし，これらの組み合わせた各ケースについて，自由振動実験を行った。時系列記録のフーリエスペクトルのピークの振動数から固有振動数を求めた。また隣りあう振幅の比から，減衰比を求めた。液柱中心軸長さと固有振動数の関係は図2のように，ほぼ理論と一致した。減衰については，図3のように振幅にほぼ比例する結果となった。

表1 東神戸大橋主塔制振用T L C D のパラメータ

同調比	0.980（塔 $f=0.253$ Hz）
オリフィス開口率	0.66

液体有効質量比 0.0031（ $m=2.94$ ton）

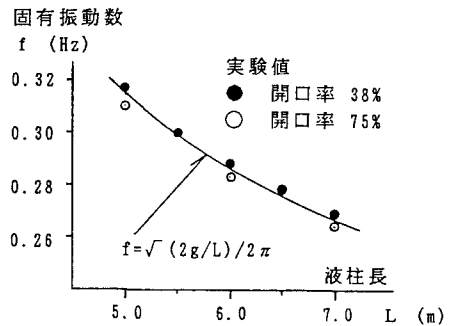


図2 液柱長と固有振動数

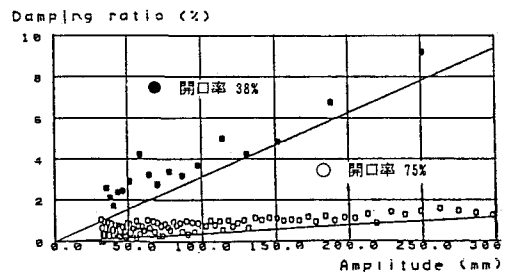


図3 T L C D の振幅と減衰の関係

4. 実橋主塔における制振実験

TLCDの実橋における制振効果を検証するために、大型起振機（土木研究所所有、12ton×2基）による定常加振実験、自由振動実験を行った（図4）。本実験では、起振機能力の上限（300kgf、0.25Hz）により、振幅が強風時予想されるものよりかなり小さいので、オリフィス開口率を66%とした。また、常時微動計測の結果から主塔の固有振動数は、 $f=0.253\text{Hz}$ と推定されたので、同調をとるため液柱長さを $L=7.92\text{m}$ とした。実験時期が冬期であり、凍結の恐れがあったので、不凍液を水に混入したもの（比重1.2）を用いた。

自由振動実験の結果は、自由振動波形（図5）に示すように、非制振の場合の $\delta=0.03$ から $\delta=0.11$ に増大しており、TLCDの制振効果を示している。

定常加振実験の結果を、図5に示す。非制振の場合の12cm程度の頂部の最大応答振幅が、TLCD制振により3.5cm程度に低下している。この結果は、減衰の非線型性を考慮した周波数応答解析結果とほぼ対応している。定常加振の最大値から、主塔の対数減衰率を推定すると $\delta=0.11$ となり、自由振動実験の結果ともほぼ対応する制振効果となっている。

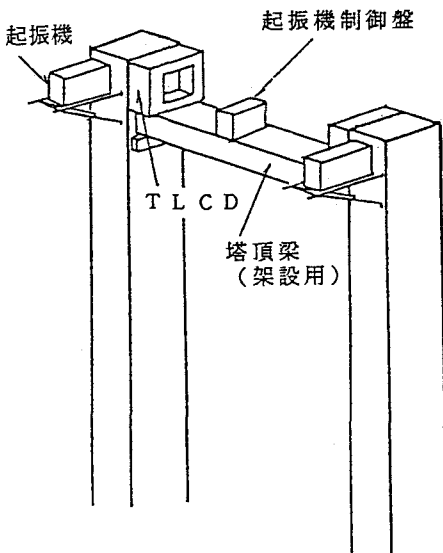


図4 東神戸大橋P23主塔への
TLCDの設置状況

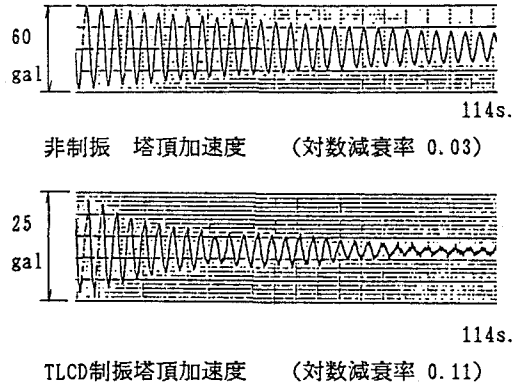


図5 自由振動波形

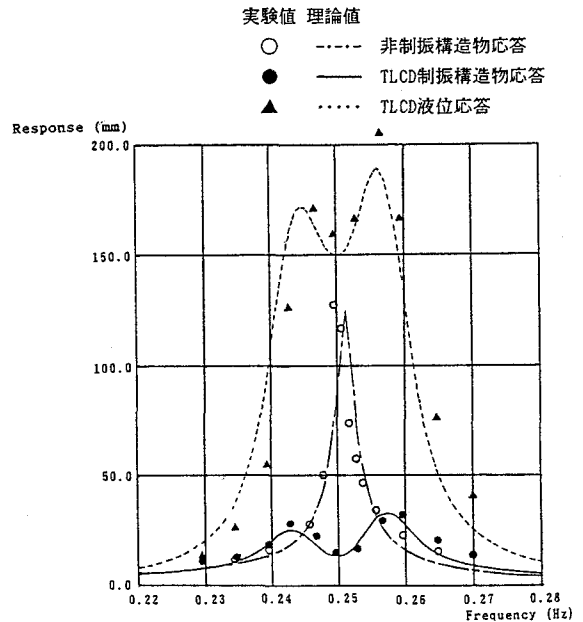


図6 TLCDの制振効果（加振力 300kgf）

5. おわりに

斜張橋主塔でTLCDを用いた振動実験により、その制振効果を検証した。TLCDは実橋において、制振目標を満足する効果を発揮し、また著者らの提示している理論とよい対応をしめしていることがわかった。

最後に本実験に際して、多大なご協力をいただいた東神戸大橋上部工JVの方々へ深謝いたします。

- 〔参考文献〕 1) 坂井 他, 「相似モデルによる液柱管ダンパーの制振実験」, 構造工学論文集, Vol. 36A, 1990
2) 正田 他, 「東神戸大橋主塔の振動実験」, 土木学会年次講演, 1991