

## I-309

斜張橋主塔に対するT.L.D.の制振効果について  
—せん断振り子タイプの1自由度系モデルを用いた実験的検討—

川田工業（株）正 員 ○米田 昌弘 東京大学 学生員 チャイセリ・ピヤワット  
 東京大学 正 員 藤野 陽三 建設省 正 員 河田 寛行  
 川田工業（株）正 員 前田 研一 川田工業（株） 片山 哲夫

1. まえがき 対象とする橋梁は、現在架設中の1本柱1面吊り形式の2径間連続鋼斜張橋である。本橋は1本柱1面吊り形式であることから、構造対数減衰率が小さい場合、風の作用で、架設時には主塔が橋軸および橋軸直角方向に、また、完成後においても橋軸直角方向に、それぞれ振動する可能性が予想された。

従来、主塔の制振対策方法としてT.M.D.方式が一般に採用されてきたが、本橋では制振装置の製作工期・製作費用・設置の容易さ、主塔の製作・架設へのフィードバック性に着目し、最近注目を浴びている同調液体ダンパー（T.L.D.）<sup>1)</sup>の設置（図-1参照）が検討された。T.L.D.は非常に安価であり、一つの容器で2方向の風による振動に対処できるという利点を有するが、実在の斜張橋主塔の制振対策として採用された事例はない。このような観点から、現在架設中の斜張橋主塔の橋軸および橋軸直角方向の2方向振動を対象として、せん断振り子タイプの1自由度系モデルによる実験を実施し、T.L.D.による減衰付加効果を検討したのでその結果を報告する。

2. 対象とした架設系 実験で対象とした架設系は、当初、振動発生の可能性が高いと見なされていた主塔独立時状態である。この状態の橋軸および橋軸直角方向の固有振動数はそれぞれ0.9424Hz、0.5713Hzである。これら2方向の風による振動に対処するため、水槽内の揺れ（スロッシング）の振動数を主塔の固有振動数に一致させるという条件のもとで算出した容器寸法は図-2に示す通りである。また、等価質量比を1%に設定した場合の所要個数は1ヶ所当り96個（合計288個）である。

3. 実験概要と実験結果 主塔を1自由度系にモデル化したせん断振動系にT.L.D.を設置した場合としない場合について、それぞれ自由振動試験および小型加振機を用いたスィープ試験を実施し、両者の比較からT.L.D.設置による有効性を把握することにした。なお、実験にあたっては、波の進行方向に平行な仕切り板を入れて等価質量比1%が確保できるようにした。

実験では、水の注入量誤差の影響を見るために、水深を所要値の4.90cmとした場合に加え、水深を4.70cm、4.50cmとした場合も合わせて実施した。実験で得られた自由振動波形の一例を図-3に、T.L.D.設置により付加される構造対数減衰率をそれぞれ図-4、-5に示す。これらの図より、振幅の非常に小さい範囲を除き、0.40cm程度の注入量誤差があっても付加される構造減衰はほとんど変化しないことが判る。また、本橋と類似した橋梁の風洞模型実験結果<sup>2)</sup>を詳細に検討した結果、構造対数減衰率の付加量 $\Delta\delta$ が $\Delta\delta \geq 0.04$ であれば本橋主塔の耐風性は十分であると予想していたが、図-4、-5より、橋軸および橋軸直角方向振動とも振幅が大きくなるとともに減衰付加効果は小さくなっているものの、所要値を十分満足していることが判る。このようなT.L.D.による制振効果は、図-6に示したスィープ試験結果からも理解されよう。なお、容器底面に3種類の人工芝を設置した場合も実験対象としたが、減衰付加

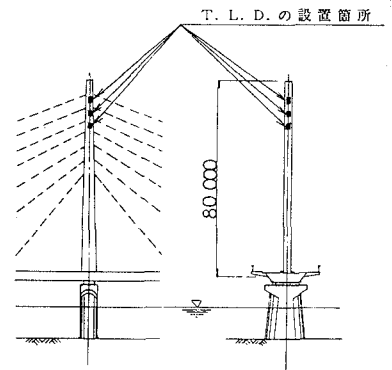


図-1 T.L.D.の設置位置

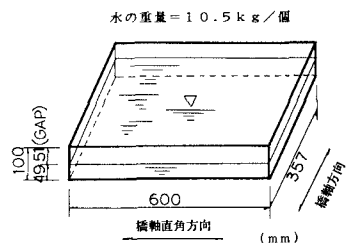


図-2 T.L.D.の容器寸法（主塔独立時状態）



図-3 自由振動波形（橋軸直角方向）

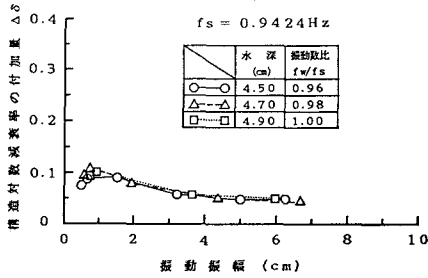


図-4 構造対数減衰率の付加量（橋軸方向）

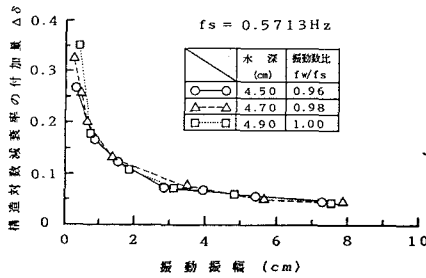


図-5 構造対数減衰率の付加量（橋軸直角方向）

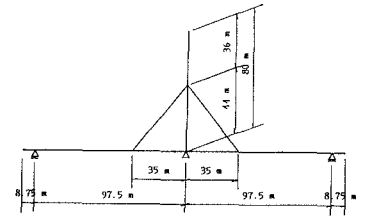


図-7 対象とするベント架設時状態と固有振動数

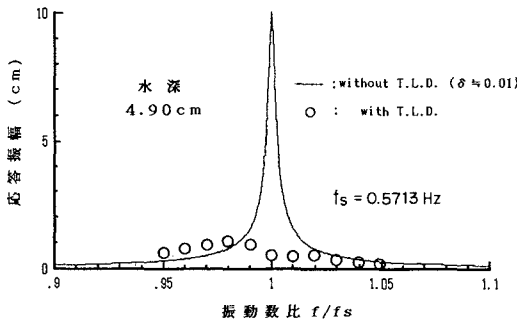


図-6 スイープ試験で得られた共振曲線（橋軸直角方向）

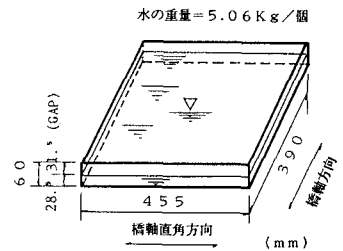


図-8 T.L.D.の容器寸法（ベント架設時状態）

効果に及ぼす底面粗度の影響は小さいものであった。

4. あとがき せん断振り子タイプの1自由度モデルを用いた実験結果より、現在架設中の斜張橋主塔の橋軸および橋軸直角方向の風による振動は、一種類のT.L.D.容器で十分対処できることが判った。本橋の架設工法は、架設工期の短縮という観点から、最終的にはベント架設工法が採用されるに至った。主塔架設完了時における架設状態および固有振動数を図-7に、容器寸法を図-8に示す。なお、等価質量比を1%に設定した場合の所要個数は1ヶ所当り192個（合計576個）である。この場合のT.L.D.容器は、図-2の寸法に比べ、水深/容器寸法が相対的に小さくなっており、等価質量比が同じであればより大きな減衰付加効果が得られるものと考えられるが、今後、同様の実験を補足的に実施し、減衰付加効果を確認する予定である。また、実橋における実際のT.L.D.効果を把握するため、図-7の架設系に対して実橋試験を実施する予定であることも合わせて述べておきたい。

最後に、本研究の実施にあたり多大のご協力をいただいた、当時東京大学工学部学生・網島圭一氏および貴重なご助言をいただいた清水建設（株）・藤井邦雄氏に、心から感謝致します。

【参考文献】1) 藤野・B.パチェコ・チャイセリ, P.・藤井: 同調液体ダンパー (TLD) の基本特性に関する実験的検討—円筒容器の場合—, 構造工学論文集, Vol.34A, 1988年3月. 2) 白石・藤沢・石田・斎藤: 斜張橋の塔 (1本柱) の耐風性の改善法について, 土木学会第42回年次講演会概要集, 1987年9月.