

# 空気室型液柱管ダンパーの実験的研究

川崎重工業 正員 ○ 坂井藤一

高枝新伍

玉木利裕

## 1. はじめに

長大橋梁では、完成時よりも主塔の独立状態など架設段階で、非常に固有振動数が低く、渦励振などの振動が問題となることがある。この対策として各種の制振装置が盛んに研究開発され、実際の工事に使用されるようになってきている。

著者らは、長大構造物の制振装置として、液柱管ダンパー(TLCD)を提案し、実験的・理論的研究によってその制振効果を検討してきた<sup>1)</sup>。さらに実構造物での制振効果を検証するために、東神戸大橋主塔での振動実験に際し、TLCDを用いた制振実験も行い、その有効性を実証してきた<sup>2,3)</sup>。

ここでは、架設時などより高い固有振動数をもつ構造物に適用するために考えられた、空気室型液柱管ダンパー(TLCD-AC)を対象として実施した、振動台実験の結果の概要について述べる。

## 2. 架設時の構造物振動特性の変化とTLCD-ACの振動特性

橋梁の架設では架設工事の進行に伴って、振動特性が大幅に変化する。この例を図1に示すが、基本固有振動数は、0.6Hzから0.12Hzに減少し、一般化質量は3500tonから5200tonに増加する。この例に見られるように、初期段階から最終段階までに制振対象構造物の固有振動数は、数分の1に低下する。

制振装置はこれらの制振対象構造物の変化に追従できることが望まれる。

TLCDをより高い振動数領域にまで適用するために、管の上部に空気室を設け、そのばね効果を利用するTLCD-ACが考えられた。TLCD-ACの固有振動数 $\omega$ は(1)式のようになり、液体長 $L$ 、空気室圧力 $P_0$ 、容積 $V_0$ を調整することにより、制振対象構造物に最適な値に設定できる。

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{L}} \sqrt{1 + \gamma \frac{P_0 / \rho g}{V_0 / A}} \quad (1)$$

ここに、 $g$ :重力加速度、 $\rho$ :液体密度、 $A$ :管断面積、 $\gamma$ :比熱比(=1.4)である。

図1の構造物の各架設ステップの動特性および制振条件に対応するようなTLCD-ACの諸元を求めると、図2のようになる。

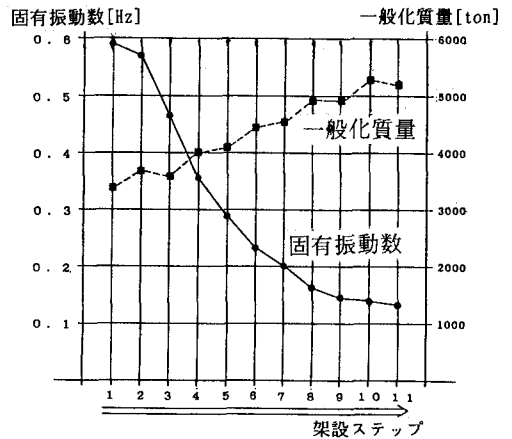


図1 架設工事進行に伴う構造物動特性の変化

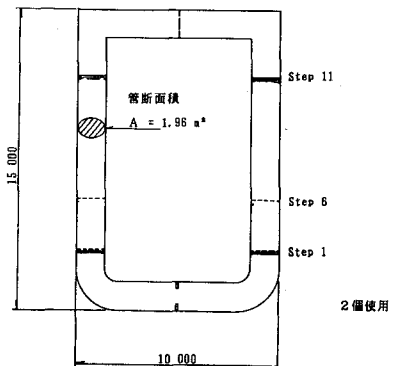


図2 各架設ステップのTLCD-AC

### 3. T L C D - A C の振動実験

(1) 実験方法 東神戸大橋主塔の T L C D 制振実験に使用した液柱管に、図3のように空気室を設け、表1のようにパラメータを設定し、川崎重工業大型振動台実験室において定常加振実験、自由振動実験を行った。空気室の初期圧力は大気圧とした。液位、空気室圧力、振動台変位、加速度を計測し、A/Dコンバータを用いてデジタル記録した。

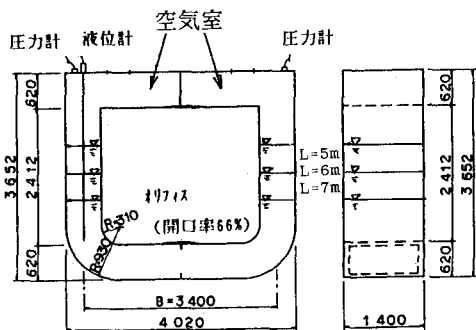


図3 T L C D - A C 試験体諸元

表1 実験パラメータ

液柱長 (m)	空気室長 (m)	加振振幅 (mm)
5	3.655	8
		34
6	3.155	8
		17 34
7	2.655	8
		34
	なし	8

(2) 実験結果 液位の周波数応答曲線の実験結果の一例を図4に示す。図中にはオリフィス、管壁摩擦および管曲がりの影響を考慮した圧力損失係数に基づく理論曲線も示している。図中、左のピークは空気室なしの場合であり、固有振動数は 0.267Hzである。右のピークは空気室(初期圧=大気圧)を設けた場合であり、固有振動数は 0.677Hzと高くなっている。各実験ケースの固有振動数をまとめると、表2のようになり、式(1)の理論値と1%程度以内で一致している。

液位応答  $\eta$  (m)

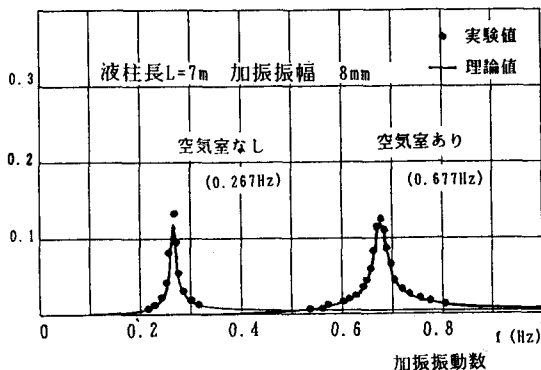


図4 T L C D および T L C D - A C の周波数応答

表2 T L C D - A C の固有振動数

液柱長 (m)	空気室長 (m)	加振振幅 (mm)	固有振動数 (Hz)		
			定常加振	自由振動	理論値
5	3.655	8	0.697	0.708	0.702
		34	0.694	0.703	
6	3.155	8	0.672	0.679	0.680
		17 34	0.675 0.676	0.679 0.679	
7	2.655	8	0.677	0.674	0.676
		34	0.667	0.674	
	なし	8	0.267	0.268	0.266

4. おわりに 実構造物用相当の T L C D - A C を使用した実験によって、T L C D - A C の振動特性が理論的に導かれるものとよく対応することが確認された。

#### [参考文献]

- 坂井, 高枝, 玉木, 「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
- 坂井, 高枝, 玉木, 「液柱管ダンパー (T L C D) の実験的研究」, 土木学会振動制御コロキウム論文集, 1991
- 坂井, 高枝, 玉木, 北沢, 正田, 「T L C D による東神戸大橋主塔の制振実験」, 第46回土木学会年講, 1991