

I-294

北港連絡橋(モノケーブル吊橋)の振動特性

大阪市 正員 ○横田哲也 立命館大学 正員 小林絃士
 大阪産業大学 正員 小松定夫 立命館大学 学生員 木場和義

1. 概説

大阪港において現在埋め立て中の北港北地区と市街地とを結ぶ北港連絡橋の主橋梁部は、中央径間300mの自碇式モノケーブル吊橋である。補剛桁は、鋼製2室箱型断面で、斜めハンガーで支えられ他に例を見ない橋梁形式である(図1)。

このたび本橋の固有振動数、構造減衰など動的特性を知るための加振実験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

本橋は、全長540mで、総鋼重が約11,000トンとかなり大型の橋梁である。十分大きな振幅の振動を得るためには、大規模の加振装置が必要とされる。ここでは、釣り上げ能力80トンのクレーン車を桁上に置き、15トンのおもりを上下運動させ、その際生ずる慣性力を周期的加振力として利用する方法を採用した(図2)。この方法により、周期が約1秒以上の振動を発生させることは容易であるが、周期の短い高次の振動を発生させることは難しい。そこで、高次の振動を発生させる目的で下降中のおもりを急停止させ、衝撃力を与える実験、またクレーン車を走行させる実験も実施した。

桁及びケーブルの振動の検出には加速度計、及び歪ゲージ式変位計を用いた。

3. 実験結果

加振実験は、低次のたわみ、ねじり1次及びケーブル面外1, 2次の振動を対象として実施した。

加振を停止した後の自由減衰振動記録から固有振動数を読み取った結果を表1のAに、また走行実験、常時微動測定から得られた加速度のスペクトルから読み

取った固有振動数を表1のBに示す。固有振動数の実測値は、計算値よりやや大きめである。

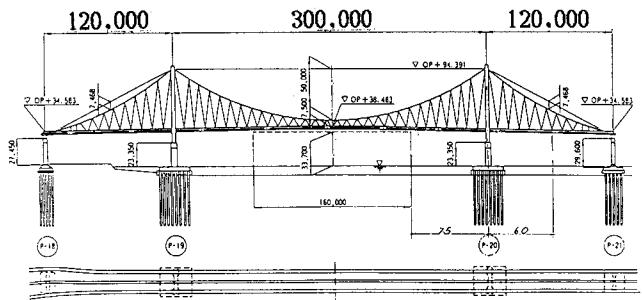


図1 北港連絡橋

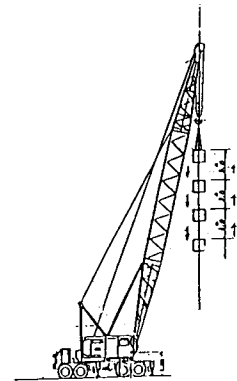


図2 クレーン車による周期的加振

表1 固有振動数

次数	計算値 (Hz)	モード	(A) 加振 (Hz)	(B) 走行, 常時微動 (Hz)
たわみ 1	0.358		0.370	0.366
たわみ 2	0.452		0.483	0.488
たわみ 3 *	0.615		-----	-----
たわみ 4	0.747		-----	-----
たわみ 5	0.751		0.791	0.806
たわみ 6	0.872		-----	0.903
たわみ 7	0.956		-----	(0.970)
たわみ 8	1.045		-----	1.074
ねじり 1	0.954		1.033	1.001
ねじり 2	1.899		-----	1.928
ケーブル 1	0.532		0.585	-----
ケーブル 2	0.659		0.751	-----

* 水平たわみモード

自由減衰振動の記録から振幅の時間的変化を読み取った。波数を横軸としてプロットしたものを図3に示す。ただしねじり振動の振幅は桁の幅員中央から1.2m離れた位置における上下方向振幅である。つぎに、この結果を用いて各振幅ごとの対数減衰率を計算した。その結果を図4に示す。

たわみ1、2次の減衰率は、振幅による変化はわずかで、 $\delta = 0.02 \sim 0.027$ の範囲にある。たわみ5次振動の減衰率は振幅の増大とともに増大する傾向が認められる。

ねじり1次振動の減衰は、たわみ振動の減衰よりかなり大きく、 $\delta = 0.1$ 前後となった。微小振幅ではさらに減衰が大きくなっている。ケーブルの面外1、2次振動の減衰は最大0.06で振幅依存性が強い。2次の場合、微小振幅で非常に小さい減衰となっている。

4. 結論

クレーン車による加振実験により、中央径間中央部で、最大片振幅3.1mmの振幅の振動記録を得ることができた。また、北港連絡橋の低次のいくつかの固有振動について固有振動数、減衰率、振動モードを得ることができた。固有振動数は計算値よりやや高めの値であった。

本橋は、斜めハンガーを有する吊り橋であるが、たわみ振動の減衰率は $\delta = 0.02 \sim 0.027$ と比較的小さい値を示した。ねじり振動の減衰率はほぼ $\delta = 0.1$ と十分大きい値を示した。振動モードによっては、減衰率の振幅依存性が認められた。微小振幅を利用した減衰率の測定を実施する場合は、工学的に意味のある振幅の減衰率をとらえることができない場合も生ずるので注意を要するものと言えよう。

最後に、加振実験の計画に関して御理解をいただいた大阪市橋梁技術委員会（小西一郎委員長）および実施に際し御助力を頂いた日立・三菱・横河・川重建設共同企業体の皆様に感謝いたします。

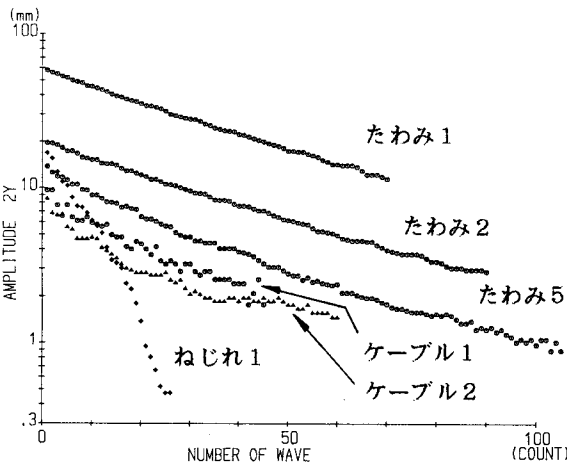


図3 自由減衰振動における振幅の変化

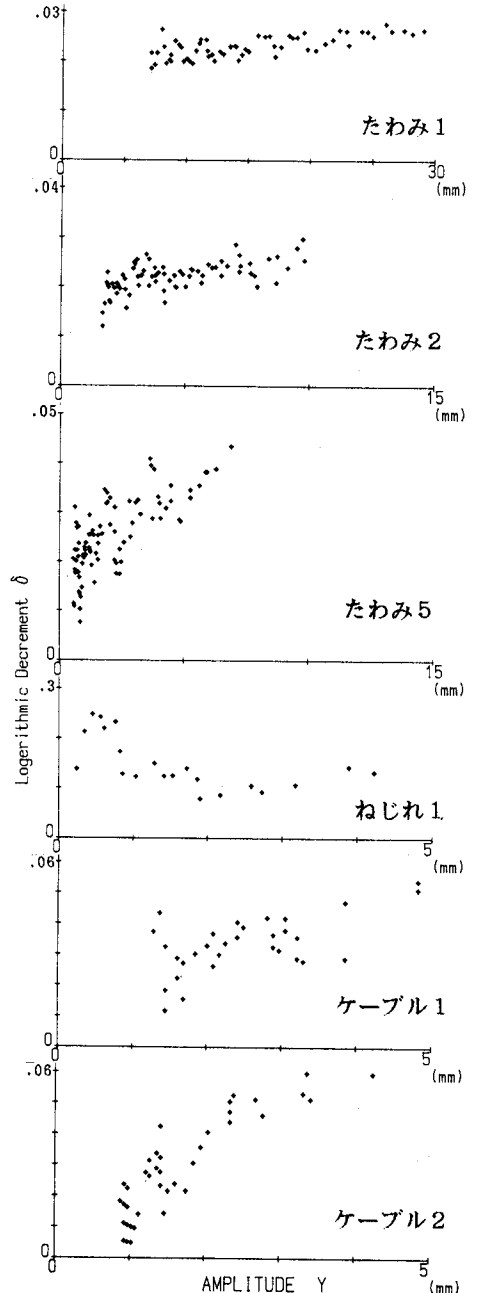


図4 振幅による対数減衰率の変化