

I-475 衝撃加振による道路橋の振動測定法

長崎大学 正員 岡林隆敏, 三菱重工業㈱ 正員 西村信男
 三菱重工業㈱ 正員 ○ 溝口弘美, " 原 忠彦

1. はじめに

衝撃加振法は、小型機械や自動車の分野では早くから実用に供されて、その有効性が報告されている。^{1) 2)} この衝撃加振による道路橋の振動測定法を確立するため、60年12月に完成した樺島大橋(ランガートラス橋、支間長152 m、ライズ21.5m、全重量2000トン)において、60年4月に実橋実験を実施したので、実験の内容及び結果について報告する。

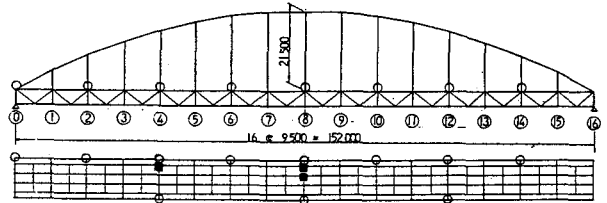
2. 実験方法

路面上にロードセルを設置し、図-2に示すハンマーで供試橋を衝撃加振することにより、衝撃力と橋体に生じる振動加速度を橋体の数箇所に設置した加速度計で計測し、それぞれをデータレコーダに収録する。供試橋の構造概形と加速度計の配置(12箇所)を図-1に示した。加振位置は支間中央部2箇所および $l/4$ 点1箇所とした。加振はそれぞれ5回繰返し行い、雑音の除去を行っている。データの処理は現場でも可能であるが、今回の実験では、データを持ち帰り、次に示すデータ解析の方法により振動特性を求めている。また、図-2の加振用ハンマーは2度打防止のために連打止め機構を有している。なお、比較のため、総重量約5トンの車輛を定速走行をしたときの振動も計測した。

3. データ解析法²⁾

実験により得られたデータの解析のフローチャートを図-3に示した。本解析では、衝撃ハンマーによる衝撃力の波形と、得られる応答の波形をFFTによりフーリエ変換し、構造系の伝達関数を求める。線形1自由度系のモビリティ(速度/力)のナイキスト線図は、真円になるので、本解析の伝達関数はモビリティを用いている。応答は多自由度系であるが、これを1自由度系に分解し、モビリティのナイキスト線図に最小二乗法によりモード円適合させる。多自由度系の振動応答を1自由度系として解析したのでは、他のモードの影響を無視することができず、誤差が大きい。そこで、次のような処理をして、解析精度を上げている。

①各モード毎に1自由度系としてフィッティングし、モーダルパラメータを求める。②このモーダルパラメータにより、計測周波数全域の応答計算を行い実測値より差引く。③以上の手順の後、再度すべてのモードについて、各モード毎に応答計算値を計測値残差に加え、モーダルパラメータを再計算する。



■：加振位置，○：加速度計の設置位置

図-1 樺島大橋の概形と加振位置および加速度計の設置位置

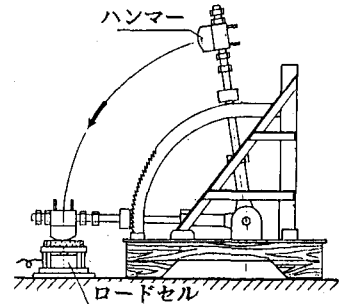


図-2 衝撃加振装置

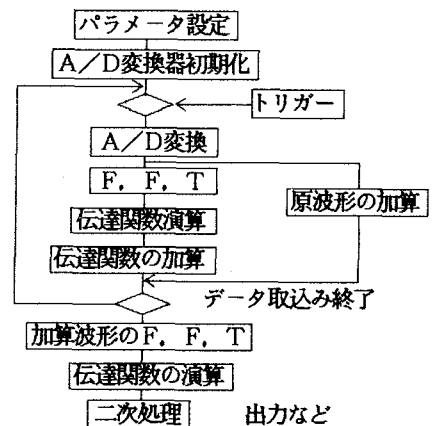


図-3 解析のフローチャート

4. 実験結果

図-4は衝撃加振実験の結果を示した。(a)は、衝撃加振装置の衝撃力の波形を示したものであり、そのピーク値は10トンである。(b)は $l/4$ を加振したときの同位置における応答加速度波形であり、(c)は応答波形の加速度スペクトルを示す。図-5は車輛を毎時40kmの定速走行させたときの支間中央部の応答加速度スペクトルである。スペクトルのピークより対応する振動数を読み取ることは可能である。表-1に7次までの面内振動の実測値と計算値および実測減衰定数を示した。計算値は両支承ピン支持として解析したものである。実測値と計算値は良い一致を示している。実測値で4次振動の値が求められていないのは、加振点位置が節になったためだと考えている。減衰定数は、これまでの実験結果³⁾と比べて妥当な値であると考えられる。また、高次振動になる程小さな値となっている。図-6は、実測値と計算による振動モードを5次振動まで示したものである。実線が計算によるモードであり測定点7個の実測より求められたモードを○で示した。両者は良い一致を示している。

5. おわりに

支間長152 m橋梁に対して、加振入力のパーク値10トンで行なった実験はほぼ満足な実験データが得られ、本方法の道路橋振動計測には多少の改良が必要であるが衝撃加振装置による道路橋の振動計測法の有用性が確認できた。本実験法によれば、加振を5回としても短時間で測定が可能であり、固有振動数、減衰定数および振動モードを同時に計測できる。

(参考文献) 1) 長松昭男：モード解析，培風館，昭和60年 7月

2) 原，満山，松尾：船体構造に対する衝撃加振装置試験法，西部造船会会報第66号，昭和58年 8月

3) 尾の崎大橋の設計と施工，三井造船技報 第113号，昭和57年 1月

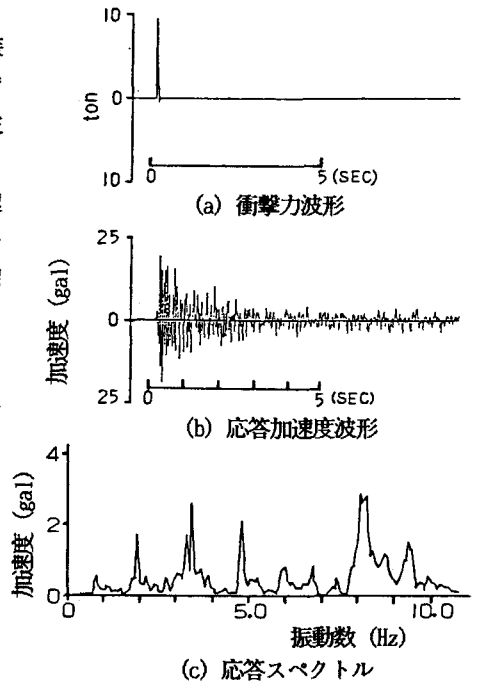


図-4 計測波形および応答スペクトルの一例

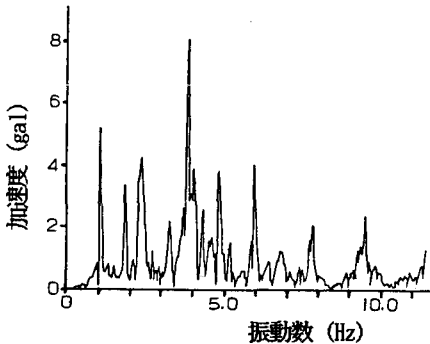


図-5 車輛走行時の応答スペクトル

表-1 固有振動数及び減衰定数

次数	固有振動数(Hz)		減衰定数 (%)
	計算値	実測値	
1	0.67	0.79	1.55
2	1.04	1.10	1.13
3	1.89	1.89	0.99
4	2.29	—	—
5	3.63	3.86	0.54
6	4.90	4.81	0.63
7	5.64	5.94	0.46

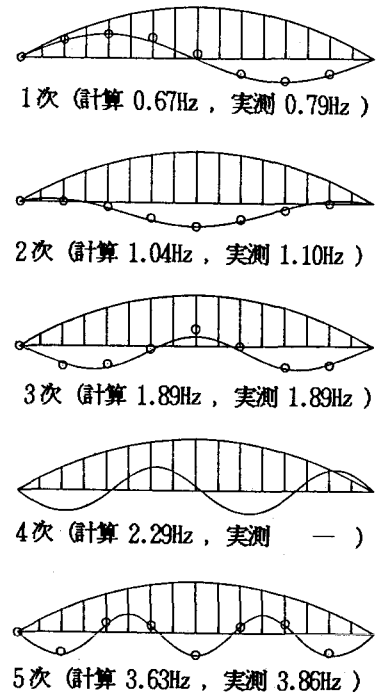


図-6 振動モードの比較

(実線は計算値，○は実測値)