

PS I - 9

衝撃加振法による構造物の動的特性同定

三菱重工(株) 正員 原 忠彦 長崎大学工学部 正員 岡林 隆敏
金沢大学工学部 正員 梶川 康男 阪神高速道路公団 正員 沖野 真

1. はじめに 橋梁の耐風安定性，道路環境改善のための橋梁の防振，振動による橋梁の損傷診断などにおいては，従来の振動計測より高い精度の振動特性を推定することが要求されている。衝撃加振法⁽¹⁾は，小型機械や自動車の振動測定において，実用化されているもので，この試験法では，測定に要する時間が極めて短い点，高性度の動特性推定が可能な点など，多くの特長がある。この手法を，大規模な構造物である橋梁に適用するためには，いくつかの理論的・技術的な問題がある。著者⁽²⁾⁽³⁾らは，橋梁に適用できる衝撃加振装置を製作し，衝撃加振法による実橋の試験を実施してきた。ここでは，衝撃試験法の概要と，昭和61年に実施した，ランガートラス橋（長崎県）と阪神公団の高架橋の試験結果を報告する。

2. 衝撃加振試験の概要 衝撃加振試験では，図-1に示した衝撃加振装置で構造物に衝撃力を加えロードセルにより衝撃力を，また設置した加速度計により構造物の各点の加速度を収録する。それぞれの波形はFFTによりフーリエ変換され，構造物の伝達関数が推定される。線形系の伝達関数はモード解析により理論的に規定されるもので，これを最小二乗法により実測の伝達関数に適合させ，モーダルパラメータすなわち，固有振動数，減衰定数および固有モードを推定する。応答波形には，観測雑音として，常時微動が重畳している。雑音の除去対策としては，5～10回同一地点を加振することにより，これらの波形を加算し，雑音成分を除去する。

図-2は，データ処理の手順をフローチャートで示したものである。パラメータの推定は，応答のモビリティ（速度/力）のナイキスト線図にモード円を適合させて行っている。

3. トラスランガー橋の実験 昭和60年12月に完成したランガートラス橋（支間長 152 m，ライズ 21.5 m）において，昭和61年4月に実橋実験を実施した。加速度計を（12箇所）設置し，支間中点と1/4点をそれぞれ5回加振した。

図-3は，加振力と加振点の加速度応答および，応答のスペクトルを示したものである。衝撃力のピーク値は約10トンであり，50 msecであった。測定結果を表-1に示した。実験では，曲げと捩り振動が同時に得られるが，解析結果と比較するために，曲げ振動のみを抽出した。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

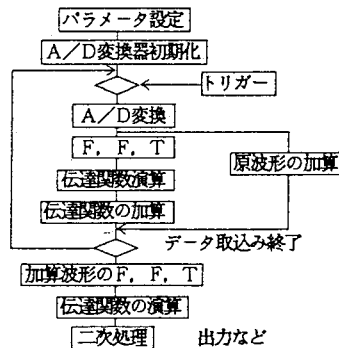


図-2 解析のフローチャート

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

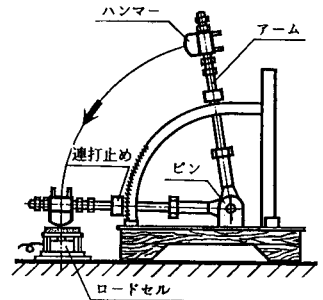


図-1 衝撃加振装置

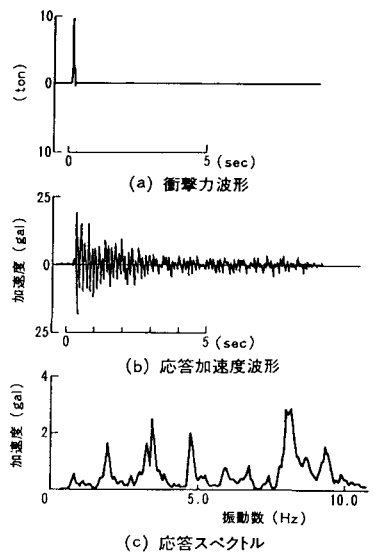


図-3 計測波形及び応答スペクトルの一例

振動の値が求まっていないのは、加振点の位置が節になったためだと考えている。減衰定数は、高次振動になる程小さい値となっている。図-4に、実測値と計算による振動モードを示した。測定点7個の実測より求めたモードを○で示した。両者は良い一致を示している。

4. 阪神高速道路の高架橋の実験

衝撃加振法では、実験の時間が約1分と極めて短かい点と、雑音の処理が可能であるために、供用中の橋梁でも交通量が少ない場合は、実測が可能である。このような点を実証するために、昭和61年11月、阪神高速道路、大阪-神戸線で実験を行った。図-5は試験橋梁と加振点及び加速度計の配置を示したものである。加速度計は15個設置した。図-6は、B-5点の加速度応答の周波数伝達関数を示したものである。図に示した①～⑩点は、構造物の振動特性を示しているピークである。

表-2に、ピークに対応する固有振動数と減衰定数を示した。また、図-7は、②③⑦⑧のピークに対応するモードを表したものである。解析結果と比較すると、モードの形状は、実測と良い一致を示している。他のピークの振動モードについては、構造解析のモデルを用いて検討している。

5. まとめ

衝撃加振法によれば、高精度のモーダルパラメータが短い時間に推定できることが確認できた。データ処理の信頼性、推定されたモーダルパラメータの統計的な考察などさらに検討する必要がある。

また、衝撃加振法では、橋梁に加えるエネルギーが小さいために、微小振幅の場合の動特性が得られている。さらに、適用できる橋梁の規模にも限界があるものと考えられる。今後、データ処理技術の改善と衝撃加振装置の改良により、汎用性のある橋梁の振動試験法にしたいと考えている。

〔文献〕(1)長松昭男：モード解析，培風館，(2)岡林，西村，他，第41回土木学会概要集，昭和61年11月，(3)原，満山，松尾：西部造船会会報第66号，昭和58年8月。

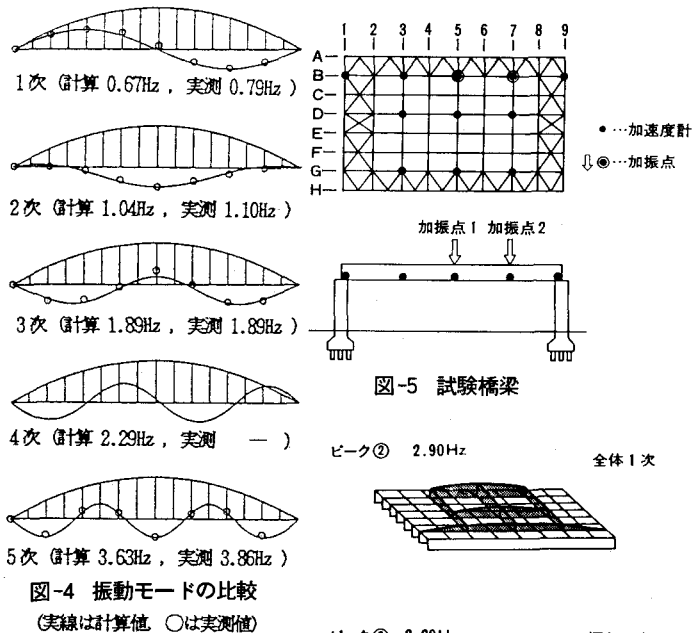


図-4 振動モードの比較
(実線は計算値，○は実測値)

表-2 固有振動数及び減衰定数

番号	固有振動数	減衰定数
1	2.70 Hz	0.69%
2	2.90	1.99
3	3.29	1.53
4	3.54	0.28
5	3.67	1.16
6	5.57	0.81
7	5.83	0.66
8	9.43	0.92
9	11.76	0.20
10	13.07	0.28

図-5 試験橋梁

ピーク② 2.90Hz 全体1次

ピーク③ 3.29Hz 振れ1次

ピーク⑦ 5.83Hz 横断面1次

ピーク⑧ 9.43Hz 横断面2次

図-7 振動モード

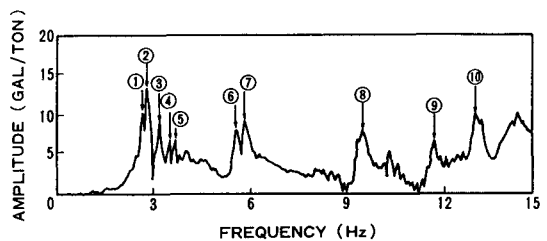


図-6 B5点周波数応答曲線