

名古屋大学 正員 島田 静雄

名古屋大学 正員 加藤 雅史

名古屋大学 学生員 永谷 泰司

1. はじめに 構造物の振動測定は従来、耐震設計の面から動的応答量を算定することを主眼として行われてきた。しかし、構造物の周辺地盤をも含めた動的挙動には様々な物理的因子が内包されており、その物理的因子の特性および変化は当然のこととして、その動的挙動にあらわれる。このことから構造物および周辺地盤の振動性状を測定することにより、構造物についての様々な状態と得ることが出来る。すなわち、振動測定と定量的に行なうと、そのデータと解析結果と比較することにより、剛性の低下等と固有振動数、減衰定数等の変化から推定し構造物の状態の良否の判定の資料とすることも可能と考えられる。このように振動測定と構造物の安全管理手法の1つとして適用するためには、多くの構造物の振動データを蓄積し、データの相互比較が必要となる。したがって振動データの測定と解析には一貫したシステムを確立することが望ましい。筆者らは従来から多くの構造物の振動測定・解析を手がけており、測定・解析システムについて種々の改善をはかり、これを簡易にする研究をすすめている。本報告は現在までに研究改善した測定・解析システムについて概要を示すものである。

2. 測定システム 測定と解析は当然一体化したシステムとして考えるべきであり、後述する解析システムを考慮して、以下の方向および方法で測定する。

測定は通常野外作業であるため測定はできるだけ簡略化し、軽装備、短時間化を図る必要がある。したがって、測定は常時数値を記録し、振動ピックアップには小型の速度計もしくは加速度計を用いる。右側測定点では通常のピックアップを使い、三方向成分を同時に測定し、必要に応じて適度に増幅する。またデータの確認あるいは増幅のために、オシロスコープやビデオモニタリングをする。ピックアップで得た振動データはデータレコーダで磁気テープにアナログ量として記録しておく。また現場では必要ならばオシログラフなどに採取データと出力することも出来る。この現場測定に必要な器具類は最低データレコーダ、振動ピックアップおよびコード類、増幅用アンプ、オシロスコープがあれば良いので、図-1中にあるような小型の自動車にこれらの器具と必要なる人数を積込めることができ、機動性に富む。また機械類は測定車に搭載して移動し、右側測定点とと率を移動して測定するので、測定の短時間化を計ることが出来る。

3. 解析システム 解析システムに関しても、省か化、短時間化することは、大量のデータを扱う場合重要なことで、測定システムと一貫したシステムと行なう必要がある。測定されたデータはアナログ量として磁気テープに記録されているので、まずオシログラフで同時測定した三方向成分を同一紙上に再現する。このオシログラフを参考にして、適切な部分をAD変換し、1データ群ごとに計算機内部に記憶する。

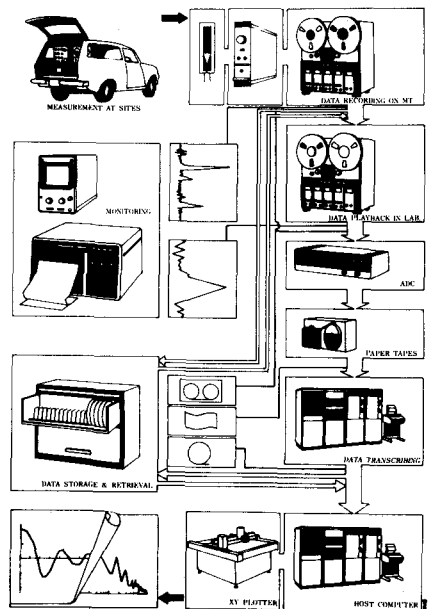


Fig-1 測定・解析システム

次に、デジタル化した各測点データを測定点順あるいは、番号順等の都合の良い順に並べ直してファイルする。これを振動波形としてXYプロット等で図化し、ランニングスペクトル(パワースペクトル)を計算・図化する。また測定データのうち特に重要な部分について自己相関関数、パワースペクトルを精度良く計算・図化し、減衰定数や卓越振動数を求める。最後にこれらから総合的に検討・判断する。以上を一貫して行うことにより、短時間で大量のデータを解析し、必要に応じて他の解析をつけ加えることができる。そういう意味からFig-2は減衰定数の概略値を簡単に求める一手段として作成したもので、ランダム波から確々の減衰定数に対して固有振動数とパワースペクトルの関係と図化したものである。この図に解析中に得られたパワースペクトル図のピークを対応させることで減衰定数を求めようというものである。

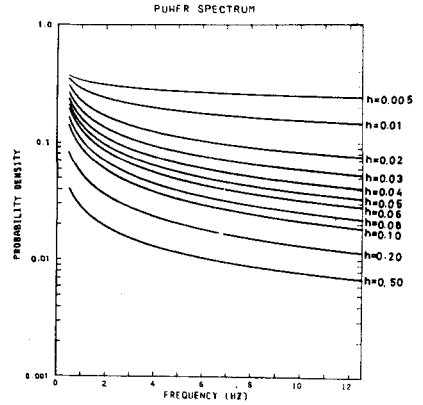


Fig-2 BMDで得られた固有曲線

4. 実験例 筆者らが上記のシステムに基づいて行った、橋振動測定および解析の例を次に示す。

図-3、表-1はR/C径間連続中空床版高架橋、および鋼径間連続高架橋の振動測定・解析結果で、表-1は卓越振動数を表示したもので、図-3は振動波形、パワースペクトル、自己相関と同一線にXYプロットで図示したものである。測定時間は各測点とも約5分であり、表-2はスパン長145mの固定コンクリートアーチ橋の振動測定を行った時の解析結果で、各測点ごとの測定時間はやはり5分程度であり、この橋に因しては、ほぼ同じ時期に強制振動実験が行われており、その結果と対比して示した。

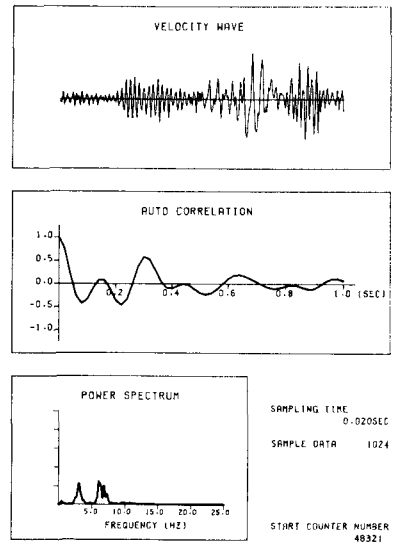


Fig-3 解析結果

5. おわりに 構造物の耐震性を知らるに常時微動測定とある方法は、労力・時間・経費の短縮をはかることとかなり有効なものと考えられる。構造物の安全管理方法にこの方法を適用するたのにさらに研究し、システムの改善、普及を期すといふことと考えている。

表-1 解析結果(卓越振動数)

測定点	上下動 (V)	橋軸方向水平動 (PL)	橋軸垂直水平動 (PR)
位置 A-3	(9.66 3.31)	6.66 7.93	3.28
A-9	0.44 3.08	6.02	0.54 3.08 (3.67)
A-10	(7.54 4.11)	0.34 (3.03) 3.82 6.21	4.79 6.07
A-13	0.40 3.18	6.02	0.49 3.62 (6.37)
位置 C-1	3.03	5.39	3.62
C-3	0.66 3.13	2.98	3.08
C-4	3.01	0.42 (3.03) 3.57	6.07
C-5	2.98	0.51 (2.94) 3.57	2.94

表-2 常時微動測定結果 および強制振動試験結果

次数	固有振動数 (Hz)	
	常時微動測定結果	強制振動試験結果
面内振動	1	2.7
	2	2.24
	3	3.9
	4	4.5 ~ 4.6
	5	5.94
面外振動	1	1.2 ~ 1.3
	2	2.8
	3	4.0 ~ 4.1
	4	5.5 ~ 5.6
	5	7.0