

PC 複合トラス橋(第二東名猿田川橋)の振動特性

中日本高速道路	正会員	青木圭一
中日本高速道路	正会員	○宇佐美惣
大林組	フェロー	野村敏雄
大林組	正会員	加藤敏明

1. はじめに

PC 複合トラス橋は、従来の PC 箱桁橋のコンクリートウェブを鋼トラスに置換え、上下の床版を連結する新しい構造形式である。そこで、設計法を確立するために格点部に着目した部分模型実験や梁型模型実験を実施し、その構造特性を把握した上で実橋の施工を行なった。しかし、耐震設計に重要な要素となる橋梁全体系における動特性は静的な模型実験では把握することが困難である。

そこで、完成した猿田川橋において耐震設計時の応答性状に影響を与える減衰定数や固有振動数、振動モードなどの振動特性を計測し、設計時に用いた諸定数の妥当性を検証するとともに、従来の PC 橋や波形鋼板ウェブ PC 橋との比較を行い、今後の各種橋梁設計に活用することとした。

2. 実験概要

車両落下による衝撃実験、起振車による強制加振実験および常時微動計測により振動特性を調査した。計測は本橋梁において最長スパン 110m となる、P4-P5、P5-P6 橋脚間を主な対象として実施した。また、計測対象とした振動モードは 1～3 次であり、1 次では橋脚の橋軸方向、2 次、3 次では主桁の鉛直振動がそれぞれ卓越する。図-1 に計測位置および加振位置を示す。

2.1 車両を用いた衝撃実験

支間中央部において、車両総重量 20ton の大型ダンプトラックの後輪を高さ 20cm 位置から落下させることにより衝撃を与え、その後の自由振動より固有振動数と減衰定数を求めた。

2.2 起振車を用いた振動実験

起振機はアンバランスマスを用いた方法が一般的であるが、ここでは設置と移動が容易である起振車（写真-1 参照）を用いて実験を行った。実験は起振車を支間中央部の橋面上に停止させ、強制加振した。また、共振振動数で加振後、自由減衰させた。加振振動数は 0.4～3Hz の範囲である。



写真-1 起振車による振動実験

3. 実験結果

P4-P5 間における衝撃実験および起振車実験の加振急停止後の自由振動波形を図-2、3 に示す。また、表-1 に実験結果の一覧を示す。

図-2 より衝撃実験ではビート現象を発生しながら減衰する性状を示し

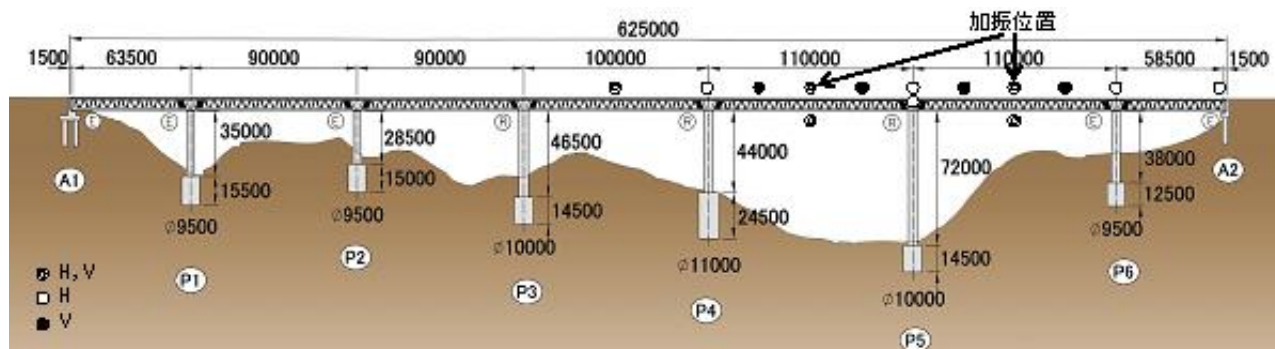


図-1 加振点および計測位置

キーワード: PC 複合トラス橋, 振動実験, 衝撃実験, 固有振動数, 減衰定数, 常時微動

連絡先: 〒420-0804 静岡県葵区竜南 1-26-20 中日本高速道路㈱横浜支社, TEL:054-248-7201, FAX:054-248-5660

ているが、これは2次と3次の固有振動数が非常に近い値を持っていることによる。そこで、ARM法によりこのビート現象を分離して、各振動モードの減衰定数を求めた。

図-3は2次モードで加振した場合の減衰波形である。3次モードの場合も同様の結果を示しており、振幅と波数の関係をみると概ね直線となり、実験範囲では減衰定数に振幅依存性はなかった。なお、実変位振幅に換算すると最大で3mm程度である。

3.1 固有振動数

固有振動数は加振位置に関わらず衝撃実験と起振車実験、常時微動測定結果ともに良好な対応を示した。また、解析結果と比較するとわずかに高い値を示したが、これは、設計時に用いた材料定数と実橋とでは、材料定数や橋脚の支持条件、格点部の剛性などが多少相違することに起因するものと考えられる。

3.2 減衰定数

衝撃実験ではARM法を用いた波形分離解析、起振車実験では減衰波形と共振曲線による $1/\sqrt{2}$ 法、また、常時微動計測ではRD法およびARM法を用いて減衰定数を求めた。

減衰定数は $h=0.6\%$ 程度であり、やや小さめ低めの値¹⁾となった。本橋では橋脚が高さ70m以上の高橋脚²⁾を含むこと、振動振幅が微小振幅であること、また、地盤の変形をほとんど伴わない加振であるので、地震時の様な大振幅における地盤の逸散減衰による効果がないことが原因として考えられる。

3.3 振動モード

図-4に振動モードを示すが、解析結果と良好な対応を示した。スパン中央で上床版と下床版で計測を行い、伝達関数を求めると、両者は同位相・同振幅で振動していることが確認された。

4. 従来橋との比較

上部工の1次振動モードと考えられる2次モードに関して、従来の橋梁³⁾と振動数および減衰定数を比較した結果を図-5、6に示す。複合トラス橋の振動数は従来のPC橋、エクストラード橋および波形鋼板ウェブ橋と同様の傾向を示しているが、減衰定数は他の複合トラス橋も含めてやや低めの値である。

5. おわりに

車輛を用いた衝撃実験、起振車を用いた振動実験および常時微動計測を実施した。その結果、上部工の支配的な振動モードである2次と3次の振動特性を比較的良い精度で計測することができ、従来橋梁と概ね同様の挙動を示すことが確認された。

参考文献

- 1) 土木学会：土木技術者のための振動便覧，1985
- 2) 加藤，島田：橋脚振動特性の実測データによる統計分析，土木学会論文報告集，第338号，pp.229-232，1983.10
- 3) 角谷，青木他：波形鋼板ウェブ橋の振動特性 その2，プレストレストコンクリート Vol.45，No.3，pp.35-43，2003.5

表-1 実験結果の一覧

加振位置	項目	モード 次数	衝撃加振		正弦波加振		常時 微動	解析値
			分離前	ARM法 分離	減衰 波形	$1/\sqrt{2}$ 法		
P4~P5 間	固有 振動数 (Hz)	2次	1.39	1.39	1.39	1.39	1.41	1.22
		3次	1.61	1.62	1.61	1.61	1.62	1.41
	減衰 定数	2次	—	0.006 (0.035)	0.006 (0.037)	0.006 (0.036)	0.012 (0.080)	—
		3次	—	0.005 (0.031)	0.004 (0.024)	0.005 (0.034)	0.006 (0.020)	—

()内は対数減衰率

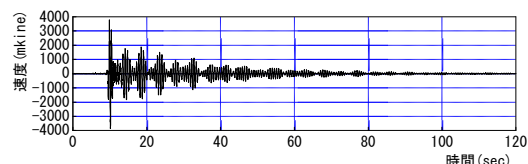


図-2 振動波形(衝撃実験)

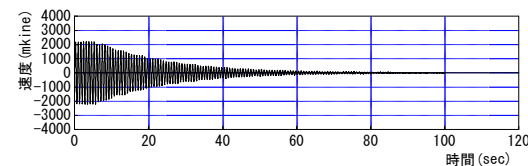


図-3 振動波形(振動実験)

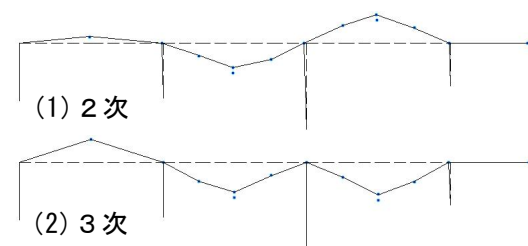


図-4 振動モード

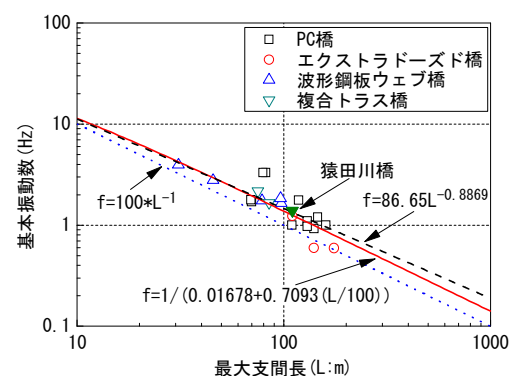


図-5 最大支間長と振動数の関係

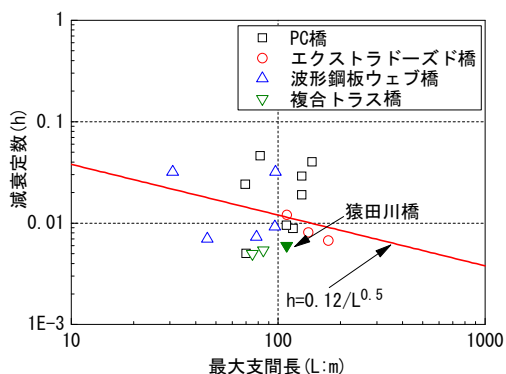


図-5 減衰定数と振動数の関係