

I-A364 ケーブルトラス橋「竹花第三橋」の実橋載荷試験

(株) 神戸製鋼所 正会員	山極 伊知郎	(株) 神戸製鋼所 正会員	中川 知和
日本道路公団	望月 秀次	(株) 神戸製鋼所 正会員	山田 岳史
日本道路公団	花田 克彦	(株) 神戸製鋼所 正会員	森山 佳樹

1. まえがき

徳島自動車道竹花第三橋は支間 72.25m、全幅員 10.4m の 4 主鈎桁橋で、鋼桁の支間中央部に剛結した支柱とケーブルでトラス構造を形成した橋梁形式（以下ケーブルトラス橋と称す）である。本橋の特長は、支柱が仮想弾性支点となることから、鋼桁に作用する断面力を低減し、鋼重の軽減による経済性の向上が可能となる点にある。ケーブルトラス橋は類似形式の施工実績が海外ではあるものの、国内での高速道路橋への採用は初めての試みとなる。したがって、鋼単純ケーブルトラス橋に関する技術検討委員会を設置し、本橋の設計・施工については十分な検討を重ねてきた¹⁾。本報では、竹花第三橋の最終段階の検討事項として、平成 10 年 12 月に行った実橋載荷試験結果を中心として、ケーブルトラス橋の構造特性について報告する。

2. 試験概要

静的載荷試験として、37ton クレーン車 2 台を図-1 のように橋面上の各位置に載荷した際のケーブル張力を測定した。ケーブル張力は全ケーブル(A1, A2 側各 4 本のケーブル、計 8 本)についてハンマーによって打撃加振を行い、各ケーブルの 1 次～5 次までの固有振動数を測定し、これらの値を理論式であるケーブル張力算定式²⁾に代入し、実張力の測定を行った。

また、振動試験は 37ton クレーン車 1 台の後輪片方をコンクリート床版上に落下させ、その時の橋梁各点の振動を測定した。加振点は図-1 中の CASE3 点 (L/4 点)、CASE6 点 (L/2 点) の 2 ケ所である。振動測定点は桁上 6 ケ所、橋面 5 ケ所、ケーブル 2 本(水平、鉛直の各方向)の合計 4 ケ所、支柱先端(各方向 X, Y, Z)の合計 3 ケ所である。

3. ケーブル張力測定結果

図-2 にクレーン車載荷によるケーブル張力の増分を示す。図中ケーブル張力増分実測値はケーブル 8 本の測定値合計である。一方解析値は、FEM 解析によるクレーン車載荷の有無による各ケーブル張力の差異を 8 本分合計したものである。一部に解析値よりも若干大きめの値を示すものが有るものの、全体としてはケーブル張力の計測値は解析値とほとんど一致する。したがって、ケーブルは設計で期待された張力を発揮しており、使用状態においても本橋がケーブルトラス橋としての構造特性を十分に活用できることを示している。

4. 振動試験結果

振動試験の結果、床版と主桁の固有振動数はほぼ一致し、一体となって振動することがわかった。図-3 および図-4 に L/4 点加振時の床版上および支柱の周波数分析結果を示す（計測点は図-5、図-6 参照）。この結果、支柱と床版も一体となって振動することがわかる。固有振動数のうち、2.99Hz の成分はケーブルの固有振動数である。この分析結果より固有振動数 1.52Hz と 1.58Hz についてモード解析を行った。図-5、図-6 に G1C 点の振動加速度で基準化した伝達関数の振動加速度振幅比と位相差から読み取った床版、支柱、ケーブル

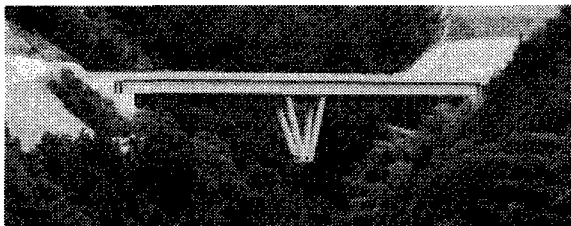


写真-1 ケーブルトラス橋（竹花第三橋）

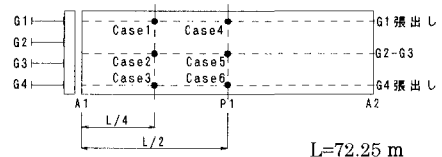


図-1 車両載荷位置（橋面平面図）

キーワード：ケーブルトラス橋、モード解析、固有振動数、減衰定数

連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5 TEL 078-992-5640 FAX 078-993-2056

振動のモード図を示す。なお桁振動に関しては、床版とほぼ同じになるため省略した。図中の矢印の大きさはG1Cを基準とし、向きはG1Cと同位相か逆位相かで表した。

図-5より固有振動数1.52Hzでは床版において、S1側とS4側で逆位相であることからねじれモードであることがわかる。ケーブルの鉛直方向の位相がC1側に対しC4側で逆位相となっていることから、ねじれモードとなっていることが確認できる。また、水平方向の位相はすべて同位相であり、支柱が振り子のように振動していることがわかる。

図-6より固有振動数1.58Hzでは床版において、S1側とS4側が同位相であることから曲げモードであると考えられる。ケーブルおよび支柱の鉛直方向がすべて同位相となることから曲げモードであることが確認できる。水平方向の位相がC4側になるのはC4側と比較してC1側の振動振幅が大きいことによるものである。

各固有振動モードに対する代表点の減衰定数を表-1に示す。表のとおり、橋梁全体モードの減衰定数は床版、桁および支柱ともにねじれ1次と曲げ1次に分かれ、ねじれ1次では0.0065～0.0073、曲げ1次ではねじれ1次より減衰は小さく0.0035～0.0046となり、単純桁橋としては低めの値³⁾を有することがわかった。

5. まとめ

静的荷重試験、振動試験を実施しケーブルトラス橋の構造特性を把握した。結果を以下に示す。

- (1)静的荷重試験の結果、ケーブルは設計で期待された張力を発揮していることが確認された。
- (2)振動試験の結果、1.52Hzにねじりモード、1.58Hzに曲げモードが存在することを確認した。
- (3)減衰定数の測定結果より、ねじれモードに対して曲げモードの減衰が小さく、単純桁橋としては低めの減衰定数を有することが分かった。

【参考文献】

- 1)望月、湯川、花田、中川、安田、堀：ケーブルトラス橋の構造特性と設計、構造工学論文集、Vol.44A、pp.1181-1190、1998.3
- 2)山極、宇津野、遠藤、杉井、森本：ケーブル張力と曲げ剛性の同時推定法の実橋への適用、鋼構造年次論文報告集、Vol.5、pp.15-22、1997.11.
- 3)土木学会編：新体系土木工学 11 構造物の耐震解析、pp.137

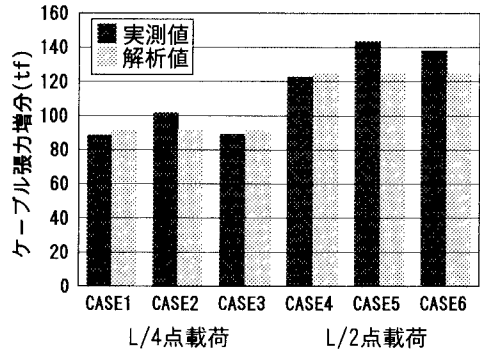


図-2 クレーン車荷重によるケーブル張力増分

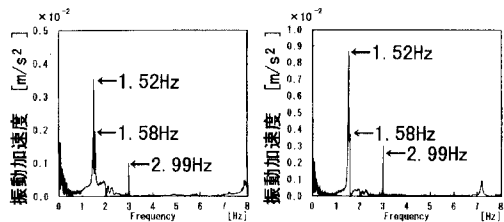


図-3 周波数分析
床版A点

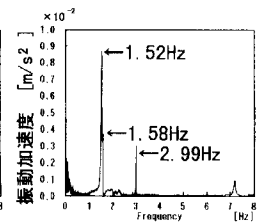


図-4 周波数分析
支柱Y方向

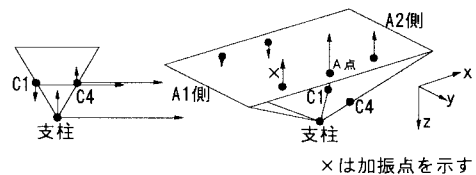


図-5 ねじれ1次モード 1.52Hz L/4点加振

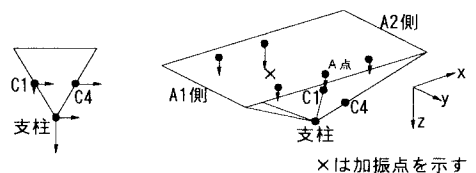


図-6 曲げ1次モード 1.58Hz L/4点加振

表-1 減衰定数

振動モード	加振位置	床版	桁	支柱	固有振動数 (Hz)
ねじれ1次	L/4点	S 4 C 0.0065	G 4 C 0.0065	Y 0.0073	1.52
		S 1 C 0.0067	G 1 C 0.0068	—	1.47
	L/2点	S 4 C 0.0046	G 4 C 0.0045	Z 0.0043	1.58
		S 1 C 0.0038	G 1 C 0.0035	—	1.57