

I-B267

鋼トラスウェブPC橋の動的応答特性の検討

金沢大学大学院

学生員 ○犬島 秀治

金沢大学大学院

正会員 梶川 康男

オリエンタル建設(株)

正会員 角本 周

1. はじめに

近年の新しい橋梁の技術の一つに、複合橋梁が挙げられる。複合橋梁は主にコンクリートと鋼のそれぞれの特性を生かした合理的な構造を目指すものであるが、PC箱桁のコンクリートウェブを軽量の鋼部材に置き換え、上部構造の軽量化を図る試みが多く為されている。コンクリートを単純に鋼板に置き換えた場合には鋼板の橋軸剛性によりコンクリートのクリープ・乾燥収縮が拘束されるために、コンクリートに導入したプレストレスが消失するという問題が報告されている。そこで最近では、軸方向プレストレスを拘束せず、効果的なプレストレスを導入するため、橋軸剛性を小さくかつせん断剛性を確保できる構造として、ウェブに波形鋼板を用いる方式（波形鋼板ウェブPC橋）¹⁾と、鋼トラスを用いる方式（鋼トラスウェブPC橋）が提案されている。近年の公共工事に対するコスト縮減の要望から、わが国でも複合橋梁が採用され始めているが、自重が20～30%低減されているため、動的な特性を把握しておく必要がある。そこで本研究では、3径間連続の鋼トラスウェブPC橋をモデル橋梁として試設計し、固有値解析、動的応答解析を行い、車両走行に伴う動的特性の把握をした。

2. 解析モデル

本研究では、図-1に示すような、3径間連続ラーメン橋を想定している。対象橋梁の構造諸元を表-1に示す。解析モデルでは、本橋を図-2に示すような、総節点数1334、シェル要素数1168、梁要素数186の3次元モデルを作成した。上、下各床版、および端支点、柱頭部断面をシェル要素とし、トラス部材、橋脚部を梁部材としている。また、下床版と橋脚の接合点は剛とした。

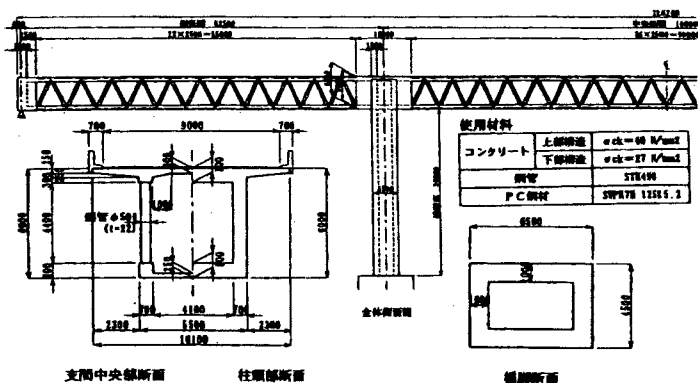


図-1 鋼トラスウェブPC橋一般図

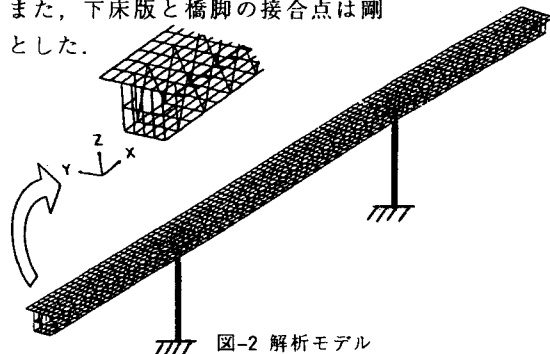


図-2 解析モデル

表-1 構造諸元

橋種	道路橋
構造形式	鋼トラスウェブPC橋
支間長	62.5+100.0+62.5=225.0m
橋脚高	30.0m
有効幅員	9.00m

キーワード：鋼トラスウェブPC橋，固有値解析，動的応答解析

連絡先：〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4601 FAX 076-234-4632

3. 固有値解析

本橋の固有振動数および振動モードを求めるために、有限要素法による固有値解析を行った。表-2にその解析結果、図-3に固有ベクトルから得られた、振動モードの例を示す。解析から、最低次に水平モードが存在し、それに近接して橋軸モードが存在することがわかった。また、低振動数域に面外の振動モードが確認された。

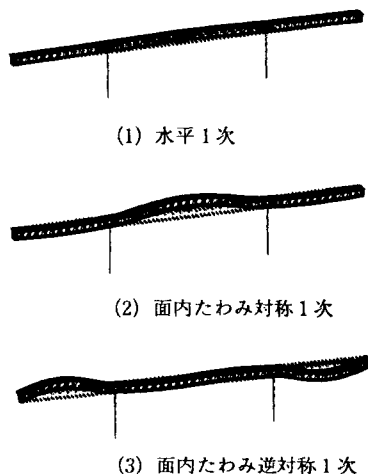


図-3 振動モード

表-2 解析結果

次数	振動モード	振動数
1	水平1次	1.22
2	橋軸	1.23
3	面内たわみ対称1次	1.61
4	面外逆対称1次	1.72
5	面外対称1次	2.20
6	面内たわみ逆対称1次	2.73
7	面内たわみ対称2次	2.74
8	ねじれ1次	3.20
9	面外逆対称2次	3.55
10	面内たわみ逆対称2次	3.77

(単位:Hz)

4. 動的応答解析

本研究では、解析モデルに総重量 196kN の 3 軸大型車両を想定した車両モデルが、80 km/h の速度で走行した場合の変位、応力（軸力、曲げモーメント）を求めた。変位は下床版の側径間中央の幅員中央部、中央径間 1/4 点幅員中央部および、中央径間中央の幅員中央部、また応力は側径間中央の斜材、柱頭部に連結する斜材の側径間側、中央径間中央の斜材に着目した。

表-3 構成部材の等価減衰定数

	減衰定数
上部構造コンクリート	1.0
下部構造コンクリート	5.0
鉛直トラス材	0.5

(単位:%)

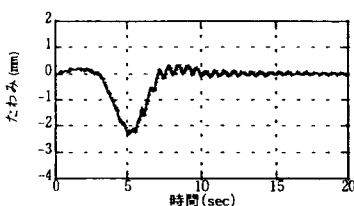


図-4 中央径間中央、幅員中央点の変位波形

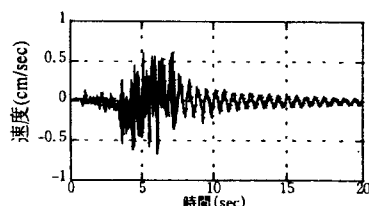


図-5 中央径間中央、幅員中央点の速度波形

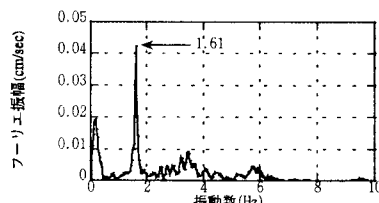


図-6 図-5のスペクトル

動的応答解析の方法としては、路面凹凸を考慮した車両－橋梁の運動方程式を直接積分法による Newmark β 法を用いている。減衰マトリックスの作成においては、Rayleigh 減衰を仮定している。この場合、各振動モードにおける減衰定数が必要であるが、表-3に示す構成部材の等価減衰定数および固有値解析で得られた固有ベクトルを用いて、ひずみエネルギー比例減衰とし減衰定数を求めた。

本研究では 3 次と 6 次の振動モードにおける減衰定数より、Rayleigh 減衰を仮定し、時間間隔 0.01 秒、 $\beta=1/4$ として解析を行った。図-4に変位波形、図-5に速度波形を図-6に図-5のスペクトルを示す。図-6より 196kN の 3 軸大型車両が幅員中央を 80km/h で走行した場合、中央径間中央部では 1.610Hz の振動モードであるたわみ対称 1 次の挙動が卓越することがわかった。

5. まとめ

3 径間連続の鋼トラスウェブ PC 橋をモデル橋梁として試設計し、固有値解析、動的応答解析を行い、車両走行に伴う動的特性の把握をした。今後、動的応答解析で得られた結果を基に、動的増幅率等の研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 立神久雄, 須合孝雄, 蝦名貴之, 梶川康男, 深田宰史, 福島幸治: 波形鋼板トラスウェブを有する 5 径間連続 PC 箱桁橋の振動特性, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.649-658, 1999.3.