

走行荷重による鋼トラスウェブPC橋の動的特性

オリエンタル建設(株) 正会員 ○大木 太
オリエンタル建設(株) 正会員 角本 周

金沢大学大学院 正会員 梶川 康男
金沢大学大学院 正会員 深田 宰史

1. はじめに

複合橋梁は異種材料の特性を生かした、経済的で、合理的な構造を擁する橋梁である。しかし、近年急速に検討され採用され始めたことから、静的特性に関して多くの研究が行われてはいるが、その動的特性については十分に把握されているとは言い難い¹⁾。

そこで本研究では、試設計した3径間連続鋼トラスウェブPC橋をモデル橋梁として、単独自動車荷重および連行自動車荷重列の各走行状態におけるシミュレーション解析により、フランジや斜材などの動的特性を検討した。また、設計断面力の一つである衝撃係数に着目し、モデル橋梁の動的増幅率の検討を行った。

2. 解析モデル

本研究で対象としたモデル橋梁は、図-1に示す中央径間100mの3径間連続ラーメン橋である。モデル橋梁の構造諸元および使用材料を、表-1に、解析モデルおよび着目点を図-2に示す。解析モデルは、上下フランジおよび端支点部と柱頭部のコンクリートウェブにシェル要素を、斜材および橋脚にははり要素を用いた総節点数1334、シェル要素数1168、はり要素数186の3次元骨組構造とした。

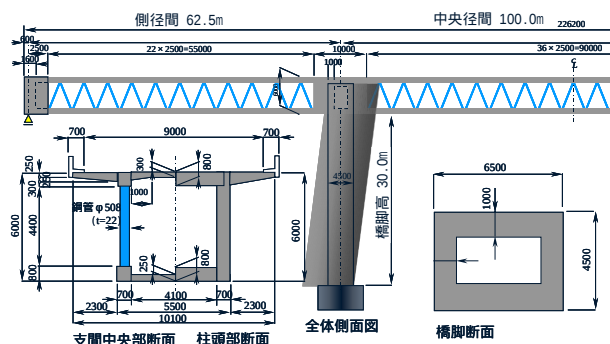


図-1 鋼トラスウェブPC橋のモデル橋梁

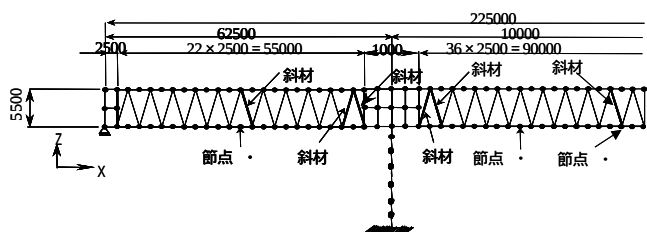


図-2 解析モデルおよび着目点

表-1 構造諸元および材料特性

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
コンクリート	上部構造 $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
	下部構造 $\sigma_{ck}=27\text{N/mm}^2$
鋼管	STK490
PC鋼材	SWPR7B 12S15.2
外ケーブル	SWPR7B

表-2 設計衝撃係数

種別	算出支間	側径間 (L=62.5m)	中央径間 (L=100.0m)
PC桁橋 i_1	主桁支間	0.114	0.080
鋼トラス橋弦材 i_2	主桁支間	0.178	0.133
鋼トラス橋斜材 i_3	主桁支間の75%	0.206	0.160
鋼トラス橋垂直材 i_4	床桁(版)支間	0.365	0.365

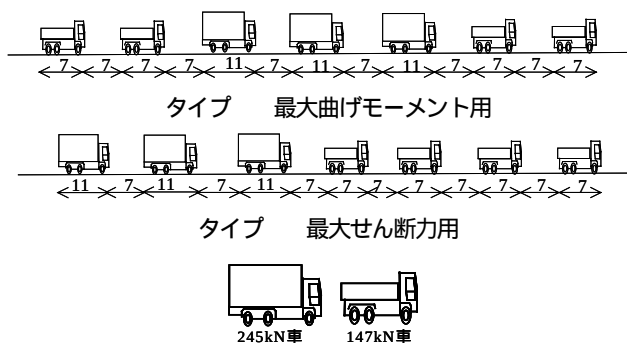


図-3 設計連行荷重列モデル

3. 動的特性

車両走行時の動的特性の検討には、総重量245kNの3軸大型車両を想定した、11自由度系の車両モデルを使用した。本研究では、この大型車両がウェブ間とウェブ上を1台および2台連行走行する場合について、断面力応答を算出した。さらに、道路橋示方書L荷重の連行活荷重を参考にし、図-3に示すように245kN車と147kN車を用いて、設計連行状態を考慮した場合における断面力応答を算出した。なお、図-3のタイプ1、タイプ2は、それぞれ曲げモーメントおよびせん断力の影響線に対して、連行パターンを設定した。

KeyWords：複合橋梁，鋼トラスウェブPC橋，動的応答特性，動的増幅率，解析

〒920-8667 金沢市小立野2-40-20 金沢大学工学部土木建設学科 Tel.076-234-4601 Fax.076-234-4632

図-4は、設計連行荷重状態における斜材、斜材の軸力応答の静的成分と動的応答波形であり、図-5は図-4のスペクトルを表している。図より、側径間中央の斜材では2.73Hz、中央径間中央の斜材では2.73Hzと3.76Hzが卓越している。なお、事前に行なった固有値解析より、2.73Hzでは側径間のたわみ逆対称モードが、3.76Hzでは中央径間のたわみ逆対称モードが生じる結果が出ている。

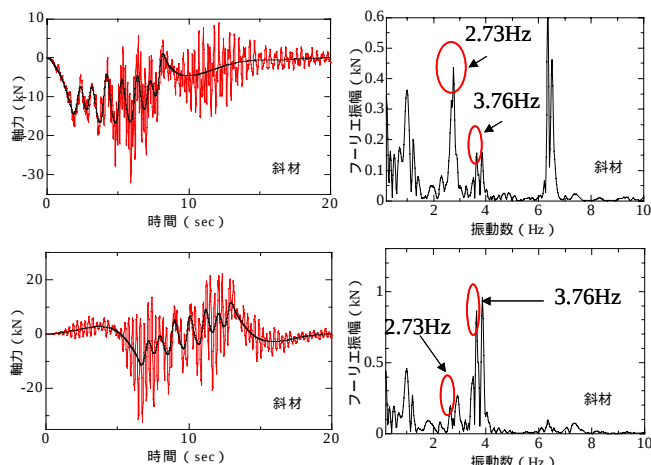


図-4 軸力応答波形

図-5 図-4のスペクトル

4. 動的増幅率

設計に用いられる衝撃係数は、影響線載荷における活荷重満載時に対して乗じられるため、車両が1台走行または2台走行した場合の動的増幅率(DIF)と等価ではない。しかしながら、DIFは車両走行による橋梁の動的応答を評価する指標の1つであることから、本研究では解析結果より、使用限界状態、終局限界状態での動的増幅率 DIF_1 を算出し衝撃係数と比較することとした。なお、鋼トラスウェブPC橋の設計衝撃係数は、従来は表-2に示すPC桁橋の衝撃係数 i_1 が用いられているが、ここでは、鋼トラスウェブPC橋の各部材に対する設計衝撃係数も比較としている。

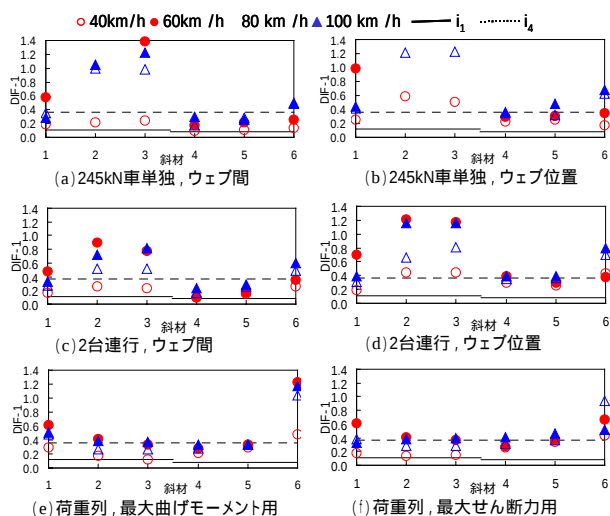
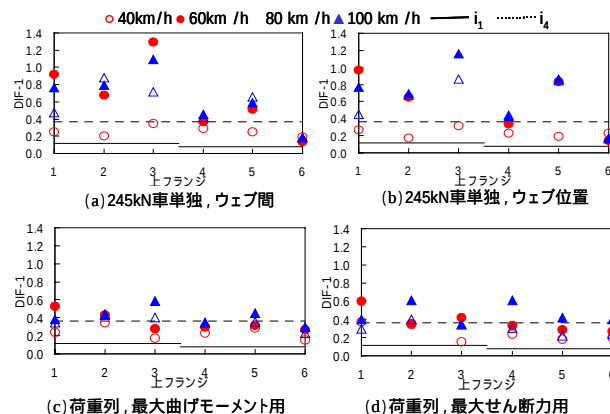
図-6 各タイプにおける斜材軸力 DIF_1

図-6(a)、図-6(b)は245kN車が単独で、ウェブ間を走行した場合とウェブ上を走行した場合の各斜材の軸力における DIF_1 を、図-6(c)、図-6(d)は245kN車2台連行状態でウェブ間を走行した場合とウェブ上を走行した場合の各斜材の軸力における DIF_1 を表している。さらに、図-6(e)、図-6(f)は、道路橋示方書L荷重の連行活荷重を参考にした設計連行状態を考慮した場合の各斜材軸力における DIF_1 である。図-6(e)が曲げモーメントタイプ、図-6(f)がせん断力タイプであり、両タイプとも、自動車荷重列が2列並進状態でウェブ上を走行した場合である。図-6(a)～(d)では、斜材、斜材において速度による差異が大きく、特に60km/h、100km/hにおける DIF_1 が大きな値を示している。図-6(e)、図-6(f)では、斜材の DIF_1 が大きな値を示している。また、 DIF_1 は全てのケースにおいて設計衝撃係数 i_1 を上回る結果となり、 i_4 に近い値を示している。

図-7に上フランジ軸力の動的増幅率 DIF_1 を示す。図-6同様、図-7(a)、図-7(b)は245kN車が単独で、ウェブ間を走行した場合とウェブ上を走行した場合、図-7(c)、図-7(d)は曲げモーメントタイプとせん断力タイプの設計連行状態を考慮した場合の上フランジ軸力の DIF_1 を示している。これより、上フランジ軸力の DIF_1 においても、斜材軸力同様、 DIF_1 は全てのケースにおいて設計衝撃係数 i_1 を上回る結果となり、 i_4 に近い値を示している。

また、斜材軸力においても、上フランジ軸力においても DIF_1 の値が走行速度に比例せず、特定の速度で大きな値をとる場合がある。これは、ある特定の走行速度で共振状態にあるためであると考えられる。

図-7 各タイプにおける上フランジ軸力 DIF_1

5. まとめ

今回の検討で、鋼トラスウェブPC橋の車両走行時の動的特性について、走行パターン等に対する基本的な知見が得られた。

参考文献

- 1) 橋梁振動研究会編：橋梁振動の計測と解析，技報堂出版，1993.10.