

I-B78

広幅員単弦ローゼ桁橋の振動使用性の検討

大阪大学工学部 正員 川谷 充郎 大成建設(株) 正員 今枝 拓也
 大阪市建設局 川上 陸二 片山ストラテック(株) 正員 山口 史夫
 日立造船(株) 正員 矢幡 武人

1. まえがき 大阪市建設局では都市計画事業による橋梁の架け換えに際し、景観とシンボル性を考慮して単弦ローゼ桁を採用することになった。また、歩行者容量を確保するために広幅員となり、支間長 64.7 m に対して全幅員 35.8 m を有し、さらに、一方の橋台側で約 60° の斜角を有する特殊な形状の橋梁である。本橋の一般図を Fig.1 に示す。広幅員単弦ローゼ桁であり、かつ、桁下空間の制約から主桁の高さが 1.3 m に制限されるため、ねじれ振動に起因する交通振動の歩行者感覚に与える影響が懸念された。そこで、事前に固有振動解析が行われ、1 次振動がねじれモードで 1.01Hz、2 次振動が桁曲げモードで 1.97Hz となり、1 次振動数のかなり小さいことが判明した。本研究では、自動車の偏心走行による本橋の動的応答を解析し、歩行者の振動使用性を検討する。

2. 動的応答解析手法 本橋を Fig.2 に示すような有限要素にモデル化する。すべて一節点 6 自由度を有する三次元はり要素であり、鋼床版も換算剛度を有する斜め部材要素に置換する。質量は節点集中質量にモデル化する。走行車両による橋梁の動的応答解析は未だ汎用化されておらず、ここでの解析プログラムは独自に開発したものである。固有振動解析の結果を応答解析に考慮する 20 次まで、汎用構造解析プログラム ISAP による結果と共に Table 1 に掲げる。両者はほぼ良い一致を示している。

走行自動車を Fig.3 に示すように 8 自由度系の三次元車両にモデル化する¹⁾。ここで用いた車両諸元を Table 2 に掲げる。モード法による橋梁と走行車両の連成振動の微分方程式を Newmark- β 法により逐次積分して時系列応答を求める。

3. 解析条件 前項に記した以外の解析条件を示す。橋梁の減衰定数は文献²⁾よりアーチ橋の場合を採り、1 次振動モードと 2 次振動モードに対して 0.013 とする。減衰マトリックスを剛性マトリックスと質量マトリックスの線形和で表現しているので、高次モードに対しては減衰をそれより大きく設定していることになる。

橋梁交通振動に及ぼす路面凹凸の影響は大きく、どのように路面凹凸を仮定するかは重要である。ここでは、阪神高速道路旧梅田入路で実測された車両の左右

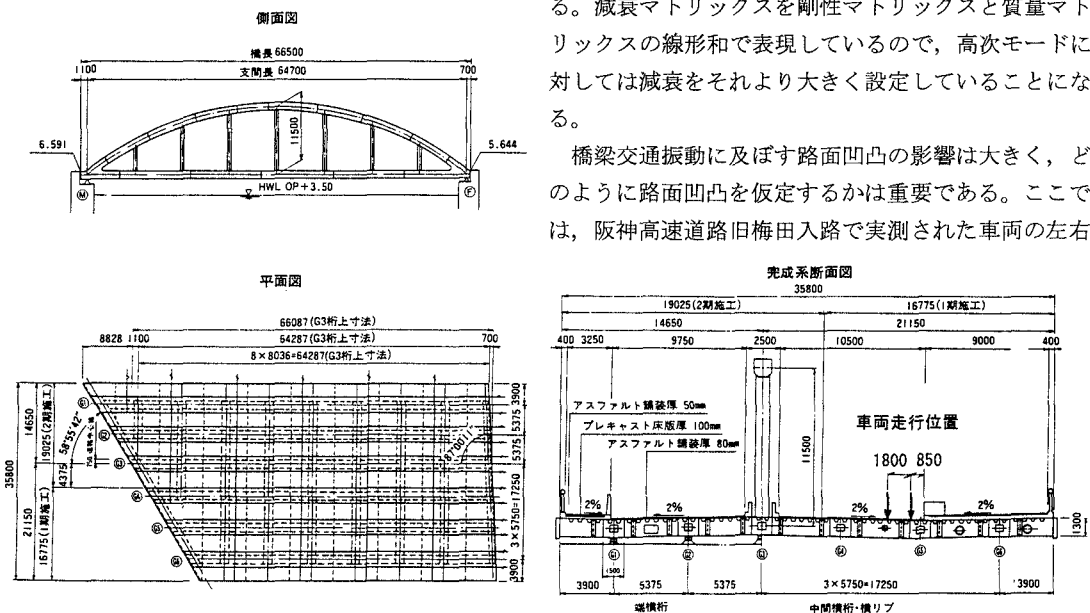


Fig.1 General view of bridge

輪走行位置での路面凹凸波形を用いる³⁾。

4. 解析結果 車線端 (Fig.1 に走行位置を示す) を速度 10m/s で走行する場合の、支間中央における主桁 G1,G3,G6 の速度応答を Fig.4 に示す。Fig.1 の断面図から分かるように、G3 はアーチリブ位置、G1 は車

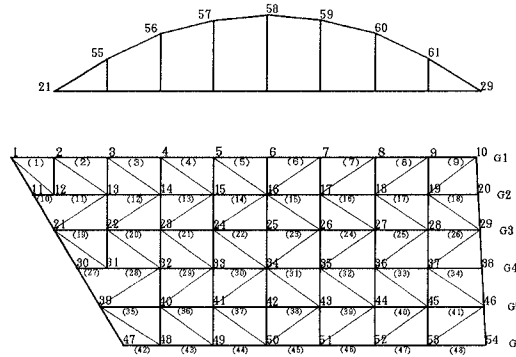


Fig. 2 Analytical model of bridge

両走行と反対側の車道側歩道端、G6 は車両走行側のほぼ歩道中央になる。Fig.4 から分かるように、ねじれ振動の影響で G6 桁の速度応答が他の桁に比べて最も大きくなっている。その場合でも、速度応答の最大値は約 1.3cm/s であり、橋梁の振動使用性について梶川らによって示された振動限度⁴⁾ (Table 3 参照) と比較して、歩行者が明らかに振動を感じる領域であり、振動使用性が特に問題となることは無いと考えられる。ただし、今回の解析は走行車両あるいは路面凹凸などの限られたケースでの結果のみであり、種々の条件のもとで詳細な検討を要するものと考えている。

Table 1 Natural frequency of bridge

Mode	This study (Hz)	ISAP(Hz)
1	1.02	1.01
2	1.97	1.97
3	2.25	2.28
4	2.91	2.83
5	2.97	2.93
6	4.69	4.72
7	5.22	5.19
8	5.54	5.40
9	5.88	5.61
10	6.41	6.41
11	6.46	6.44
12	7.62	7.69
13	8.64	8.67
14	10.25	9.22
15	10.29	10.29
16	10.59	10.64
17	10.98	11.03
18	12.49	12.47
19	12.65	12.66
20	13.00	13.01

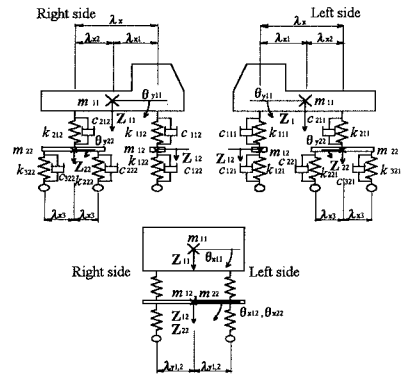


Fig. 3 8-degree-of-freedom vehicle model

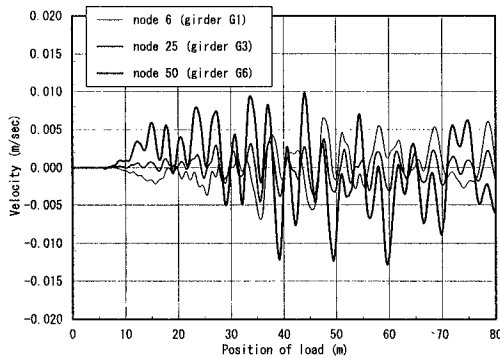


Fig. 4 Velocity response of bridge
(Vehicle:19.47tf, 10m/sec)

Table 2 Properties of model vehicle

	Front		Rear	
	upper	lower	upper	lower
Weight (kN)	47.8	4.9	143.0	14.7
Natural frequency (Hz)	3.0		3.0	
Spring constant (kN/m)	1578	3146	4724	4724
Damping coefficient (kNs/m)	4.61	9.11	13.72	13.72

Table 3 Category and lower limit at walking.

Content of Category	Lower limit (cm/sec)	
	Peak Value	RMS Value
Not perceptible		
Lightly perceptible	0.6	0.42
Definitely perceptible	1.2	0.85
Lightly hard to walk	2.4	1.7
Extremely hard to walk	3.8	2.7

参考文献

- 1) 山田靖則・川谷充郎・嶽下裕一・岩熊秀治：三次元車両モデルによる橋梁の動的応答解析とその応用，橋梁交通振動コロキウム論文集 PART B 投稿論文編，pp.241-248，1995.11.
- 2) 橋梁振動研究会編：橋梁振動の計測と解析，p.117，技報堂出版，1993.10.
- 3) 川谷充郎・西山誠治：路面凹凸を考慮した道路橋の走行車両による動的応答特性，構造工学論文集，Vol.39A，pp.733-740，1993.3.
- 4) 小堀為雄・梶川康男：橋梁振動の人間工学的評価法，土木学会論文報告集，No.230，pp.23～31，1974.10.