

I-398 側道橋の振動照査に関する一考察

（株）アリヤス設計コンサルタント 正会員 田 所 洋 一
 北海道大学 工学部 正会員 林 川 俊 郎
 札幌市 建設局 土木部 佐々木 利 幸

1. まえがき

道路橋に並行して設置される側道橋（歩道橋）を設計する場合常に問題となるのがたわみ振動に対する使用性の照査についてである。文献¹⁾では主桁の固有振動数が2 Hz前後（1.5 Hz～2.3 Hz）にならないことが提案されており、支間 40 m以上で桁高の制限を受ける場合は特に大きな問題として設計者の頭を悩ましている。

本論文は図-1に示すような支間 43.400 m + 56.048 m、有効幅員 2.00 mの変断面2径間連続曲線鋼床版箱桁橋において、主桁の固有振動数が歩調との共振域（1.5 Hz～2.3 Hz）に含まれたため、歩行者荷重による時刻歴応答解析を行い、側道橋の振動に対する使用性について検討を加えたものである。

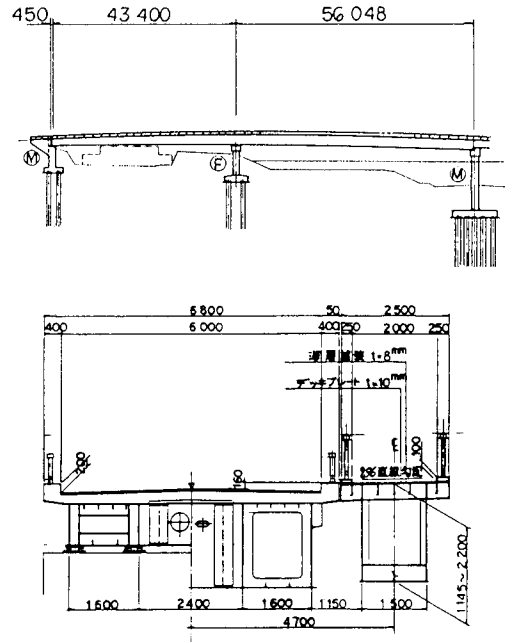


図-1 一般図

2. 振動に対する使用性の照査法について

文献¹⁾には次のような照査法が提案されている。

松本ら²⁾『1人/m²程度の歩行者が2歩/秒の歩行を行った時、その最大加速度が0.1 gを越えないこと』……〔1〕

小堀ら³⁾『2歩/秒の歩行者1人が通行したときに、歩行者が受ける応答速度の実効値が0.42 cm/s以下であること』……〔2〕

しかし〔1〕については、都市の駅前に設置される歩道橋のように多数の歩行者が通行する場合の照査法と考えられ、本橋のように小数載荷の場合には外力の設定に問題があるとおもわれる。〔2〕については単独歩行についての照査法であり群集載荷についての照査はできない。そこで単独歩行の最大変位振幅から振動速度の実効値を求め、単独歩行、群集載荷、単独走行の3つのケースについて使用性の照査法について論じた梶川の方法⁴⁾により検討を行った。以下にその照査法を示す。

$$\gamma_s \gamma_f S^* (\text{振動刺激量}) \leq \gamma_R R^* (\text{じょ限度})$$

ここに S^* : 歩行者が受ける振動刺激量（振動速度値）の基準値、 γ_s : 載荷状態係数

γ_f : 振動数係数

R^* : 振動じょ限度の基準値（ S^* に対応した振動速度値）

γ_R : 振動じょ限度の変動性を考慮する反応係数

3. 時刻歴応答解析

論文⁴⁾によると照査に用いる振動速度実効値は、単独歩行による最大変位振幅 y_n に固有円振動数 ω_n を乗じ、0.3倍して求めることになるが、ここではWilsonの θ 法による時刻歴応答解析を行い、振動速度実効値を直接算出した。表-1に固有振動数、表-2に載荷条件、解析結果を表-3にそれぞれ示す。

表 - 1

次 数	固有振動数 (Hz)	卓越モード
1	2.135	鉛直1次
2	3.429	面外1次
3	3.805	鉛直2次
4	5.623	面外2次

表 - 2

	最頻歩調	共振歩調
歩行者数	1 人	
歩 調	2Hz	2.135Hz
歩行速度	1.4 m/s	1.495 m/s
荷 重	24kg cos (2 π ft)	

4. 使用性の照査結果

時刻歴応答解析より得られた振動速度の実効値 $S^* = 0.49\text{cm/s}$ を用い、論文⁴⁾により使用性の照査を行った。

◇ 単独歩行状態

$$\gamma_s \gamma_t S^* = 0.451\text{cm/s} \leq \gamma_R R^* = 1.20\text{cm/s}$$

◇ 群集載荷状態 平均到着数(λT)が、1~30人について振動刺激量とじょ限度との関係を図-2に示す。 λT が約12人以上になると刺激量がじょ限度を越える。

◇ 単独走行状態

$$\gamma_s \gamma_t S^* = 0.69\text{cm/s} \leq \gamma_R R^* = 2.7\text{cm/s}$$

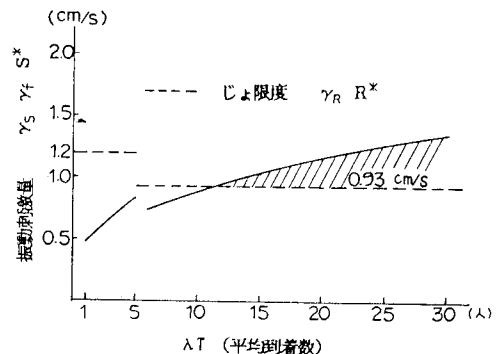
表 - 3

No.	着目点	歩行速度(m/s)	速度実効値 (cm/s)
1	長支間中央	1.4	0.14
2	歩 行 者	1.4	0.11
3	長支間中央	1.495	1.15
4	歩 行 者	1.495	0.49 (0.45)

カッコ内数値は論文 1) の方法による。

5. まとめ

- (1) 論文¹⁾により照査した結果、単独歩行状態、単独走行状態では問題ないが群集載荷状態において平均到着数が12人以上の場合、振動刺激量がじょ限度を上廻る。このことから歩行者の交通量が多く(12人以上)なると使用性に問題があることがわかった。
- (2) 時刻歴応答解析から、共振歩調での歩行者位置における速度実効値は、長支間中央の1/2となった。又、論文⁴⁾により算出した速度実効値は、0.45cm/sとなり10%の差があった。



(参考文献)

図-2 振動刺激量とじょ限度

- 1) 立体横断施設技術基準・同解説 1979年
- 2) 松本・佐藤・西岡・塩尻：歩行者の特性を考慮した歩道橋の動的設計に関する研究
土木学会論文報告集、第205号、1972年
- 3) 小堀・梶川・城戸：振動感覚を考慮した歩道橋の設計、橋梁と基礎、8巻12号、1974年
- 4) 梶川：振動感覚を考慮した歩道橋の使用性照査法に関する考察
土木学会論文集、第325号、1982年
- 5) 田所・佐々木：振動感覚を考慮した側道橋の設計
土木学会北海道支部論文報告集、第44号、1988年