

斜角 47° を有する道路橋の 3 次元動的応答解析と振動使用性

開発技建株式会社 正会員 ○原 弘行
金沢工業大学 フェロー 本田 秀行

1. まえがき

本研究の対象橋梁である T 橋は、片側 3 車線で支間長 34.700m・幅員 18.647m～18.992m の広幅員かつ斜角約 47° の斜角構造になっている。一般に斜橋は鈍角端に大きな正反力が生じ、鋭角端には小さな正反力または負反力が生じるため、偏心載荷の場合だけでなく橋軸の中心載荷によっても主桁にねじりが生じ、最大曲げモーメントの位置も主桁の支間中央から鈍角端に寄る傾向がある。このような斜橋の特性は支間が短く斜角が著しいほど明確に現れる事が分かっている。本研究では本橋梁の斜角構造に対する静的・動的な特性を調べるために実橋実験と解析を行い、本橋梁の構造特性や動的応答特性に考察を加えたので以下に報告する。

2. 対象橋梁

本橋梁は支間長 34.700m、幅員 18.647m～18.992m であり、一様な断面を持たない構造となっている。床版は 2 方向スラブの鉄筋コンクリートであり、歩道は中埋モルタルとコンクリート舗装がなされている。各主桁の端部には厚さ 170 mm の積層ゴム支承が使用されている。なお、図 - 1 の G1～G8 は主桁、C4、C6 は荷重分配横桁、C1～C3・C5・C7～C9 は中間対傾構を示している。

3. 走行車両による動的応答解析

斜橋は、土地の制約から住宅近辺の道路橋などに採用される可能性がある。そこで、歩行者の振動使用性を検討する必要があることから、動的応答解析を実施した。走行車両による動的応答解析には路面凹凸の影響

$$S_r(\Omega) = \begin{cases} a\Omega_C^{-n} & \Omega_L \leq \Omega \leq \Omega_C \\ a\Omega^{-n} & \Omega_C \leq \Omega \leq \Omega_U \end{cases} \dots (5.1)$$

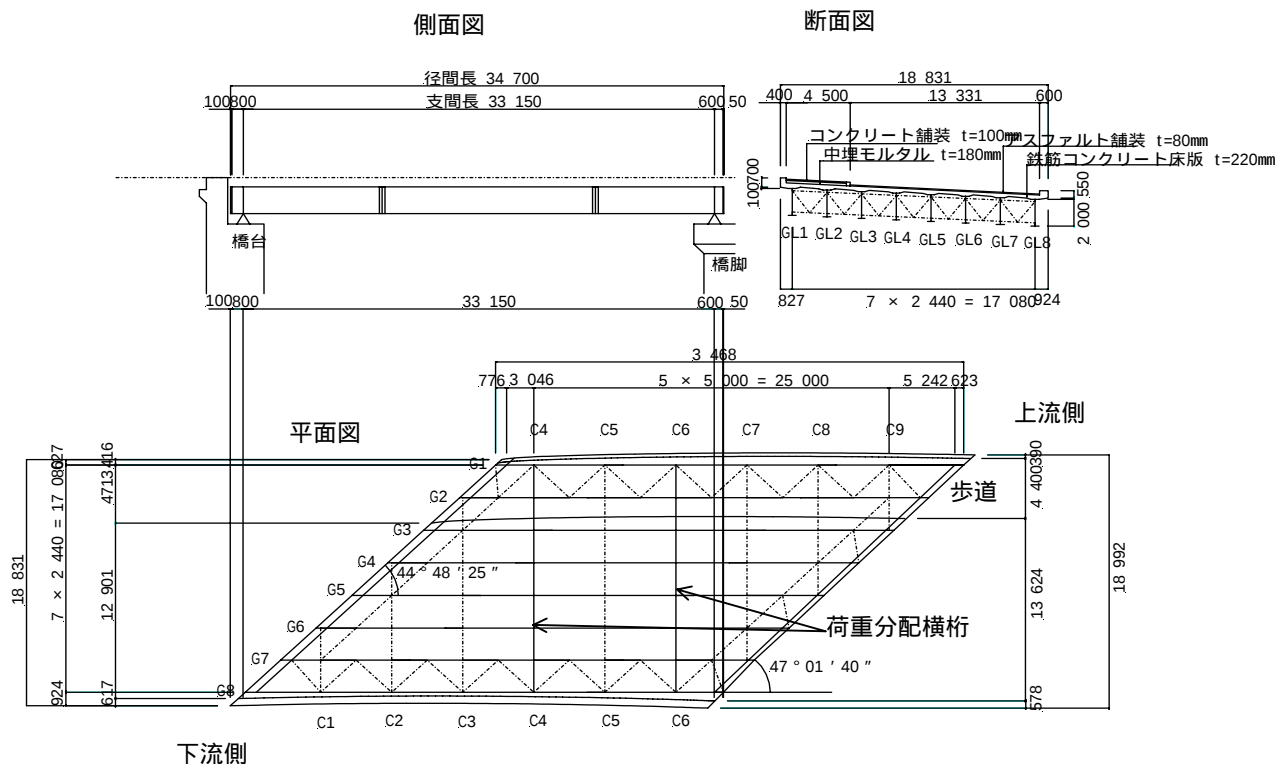


図 - 1 対象橋梁上部構造一般図

キーワード 斜橋，振動特性，構造解析，動的応答解析

連絡先 〒951-8153 新潟県新潟市文京町 22 番地 21 号 開発技建株式会社 TEL 025-265-2261

響を考慮する必要があるため、本解析の路面凹凸では本田ら¹⁾による橋面凹凸の実態調査の平均値を用いて、モンテカルロシミュレーション法より 30 通りの路面凹凸サンプル波形を作成した。解析に用いた路面凹凸のパワースペクトル密度を図 - 2 に示す。解析に用いた路面凹凸は、路面凹凸パワースペクトル密度 $S_r(\Omega)$ について Ω が 0 に近づいたときに $S_r(\Omega)$ が発散しないようにするために *Cut-off wavenumber* Ω_c を導入した。 Ω_c 以下の $S_r(\Omega)$ を平坦スペクトルとする式(5.1)より表されるスペクトルモデルを用いた。計算値として、本田らによる橋面凹凸の実態調査¹⁾ で得られた平均値である平滑度パラメータ $a=0.00107\text{cm}^2/(\text{m}/\text{c})$ 、指数 $n=1.94$ 、 $\Omega_c=0.05\text{c}/\text{m}$ を用いて 30 個のサンプル路面凹凸をモンテカルロシミュレーション法で橋軸方向 10cm 間隔ごとに凹凸値を算出した。作成したサンプル路面凹凸波形の最大エントロピー法によるスペクトル解析を行い、その周波数特性を確認している。3 次元車両モデルによる動的応答解析を実施する本研究の場合、左右の走行ラインのそれぞれについてのサンプル路面凹凸波形が必要になるが、本田らによる橋面凹凸の実態調査¹⁾ によるとセンターラインから 0.5m と 2.0m の路面凹凸の測定位置では凹凸周波数に関して路面性状の相関が弱く、3 次元車両モデルを考えた場合、左右の車輪に入力する路面凹凸を独立に取り扱ってよい、との知見が指摘されている。そのため、同じ値のパラメーターから左右の車輪に入力するサンプル路面凹凸をそれぞれ独立に 30 個算出して動的応答解析に用いた。

4. 振動使用性の検討

算出される応答速度波形を最大値と実効値で評価し、平均値を求めて振動使用性を評価した²⁾。また、不規則振動波形であることから、ばらつきを考慮して全体のうちの 95.5% を示す標準偏差 2σ までの範囲も示した。最も値の大きい 2 台並列走行の最大値による評価を図 - 3 に、実効値による評価を図 - 4 に示す。また、実効値は車両が対象橋梁へ進入してから退出までで計算した。結果、歩行者の振動限度において、最大値における評価では $2.4\text{cm}/\text{s}$ 以下の「少し歩きにくい」、実効値における評価では $0.85\text{cm}/\text{s}$ 以下の「少し感じた」のカテゴリに属する評価を得た。

また、解析における応答速度波形においても実験で見られたような鋭角端の大きな振動が認められた。よって、応答速度波形で認められた鋭角端と鈍角端の差について明確に示すために、表 - 1 に実効値で比較した値を示す。表 - 1 より、鋭角端が鈍角端より $0.1 \sim 0.2\text{cm}/\text{s}$ 程度大きくなっていることが認められた。

5. まとめ

歩行者の振動限度において、危険側に評価される最大値の評価において「明らかに感じた」のカテゴリに属する評価を得た。よって、日常交通量に対する大型車両と通常の走行速度による、本橋梁の使用性に関しては問題はないと推測される。

参考文献

- 1) 本田秀行・城戸隆良・梶川康男・小堀為雄：道路橋の路面凹凸パワースペクトル密度に関する調査，土木学会論文報告集，No.315，pp149-155，1998 年 10 月。
- 2) 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，pp23-31，1974 年 10 月。

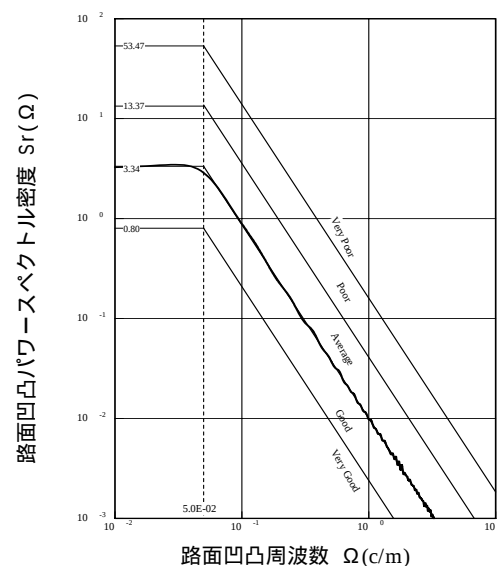


図 - 2 路面凹凸パワースペクトル密度

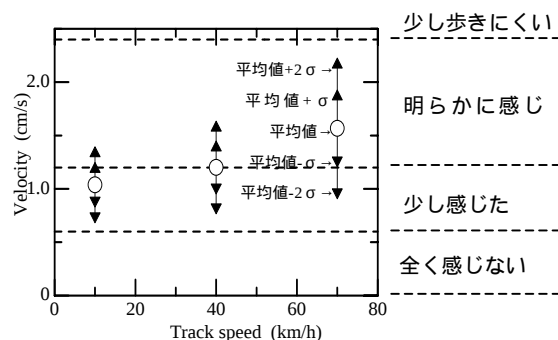


図 - 3 最大値による忍限度の評価

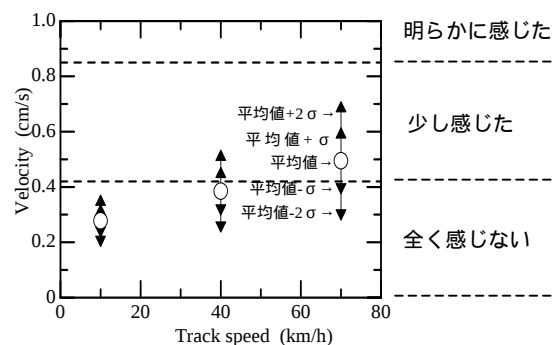


図 - 4 実効値による忍限度の評価

表 - 1 鋭角端と鈍角端での実効値の差

下流側		単位: cm/s
鋭角端	鈍角端	鋭角端 - 鈍角端
0.492	0.308	0.184