

浦上川歩道橋の振動特性について

三菱重工長崎研究所 正員 ○原 忠彦
三菱重工長崎研究所 林 和也
三菱重工長崎造船所 塩崎政和

長崎市都市開発部 松井俊男
長崎大学社会開発工学科 正員 岡林隆敏

1. はじめに

本歩道橋は長崎市内のＪＲ浦上駅裏手にあり、付近は公共性の高い施設が計画的にレイアウトされている。この場所は、本橋が架設された浦上川や都市計画道路の植栽により良い景観が保たれている。長崎市においては形式選定に際し市制百周年にふさわしくかつ景観へ十分配慮して、独特の橋梁美を有し長崎周辺に前例のない斜張橋形式が採用された。斜張橋形式はフレキシブルであり、また本橋が主要通学路に当たるため振動特性の調査および使用性の照査を行なった。

2. 橋梁概要

図-1に本橋の景観図を示す。橋梁諸元を表-1に示すように鋼2径間連続斜張橋の歩行者専用橋である。主塔は主桁と塔基部において橋軸および直角方向ともに剛結合された一本柱である。ケーブル配置はファン型4段マルチケーブル(1面)である。主桁は図-2に示すように鋼床板、ウェブ、下フランジおよび縦リブにより構成される偏平箱桁である。さらに耐風安定性の向上および美観を配慮し、桁外面に非強度部材のフェアリングを配置し外観上は偏平六角形断面の主桁となっている。桁高はスレンダーな印象とするため製作が可能なかぎり低くした。

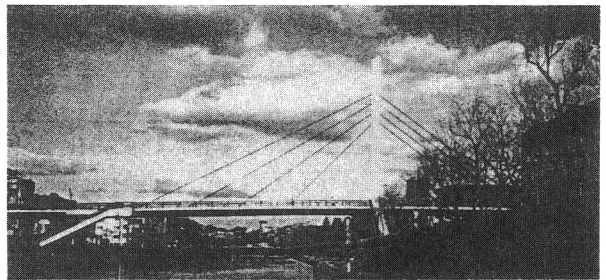


図-1 橋梁景観

表-1 本橋の諸元

型式	鋼2径間連続斜張橋
主桁	＜支間割＞28.0m+50.7m ＜有効幅員＞4.0m
塔高	24.5m (腹板中心点より塔頂までの高さ)
ケーブル	ファン型4段マルチケーブル(1面)

3. 振動特性

初期計画時に完成時固有振動数を推定した。塔、桁、ケーブルを梁にモデル化した固有振動数計算結果を表-2に示す。この結果では主桁の1次振動数は歩行者の歩行時振動数との共振⁽¹⁾は避けられていると考えられた。架設時に衝撃振動試験⁽²⁾を行ない桁のモードおよび振動数を求めた。図-3に振動応答を図-4に振動モードを示す。この結果は完成時の桁垂直1次モードが極めて厳しい範囲になることが予想された。またフェアリングは縦剛性に寄与していることが明らかである。

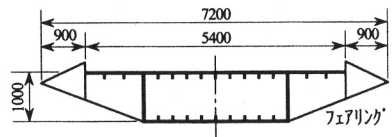


図-2 主桁断面形状

4. 使用性の照査

完成時は振動数が低下することが予想されたが大幅な改善は期待できない。そこで梶川の方法⁽³⁾による使用性照査を検討するとともに、歩行者による歩行実験を行ない振動の大きさを確認することとした。

4.1 1人歩行時の時刻歴応答

前章で求めた固有振動数およびモードを用いて歩行時の動的応答を推定した。計算モデルは、橋のスパンの長い方からVなる速度で歩きはじめるものとし、この時スパン中央の点の振動を求めた。この時の最大加速度の値を歩行速

表-2 浦上歩道橋の振動特性

(単位: Hz)

次数	モード	完成系推定値	仮設時実測値
1	主塔	1.144	0.93
2	桁1次	1.422	1.80
3	桁2次	3.352	4.45
4	桁3次	4.563	5.54
5	桁振り	7.750	
6	水平1次	7.823	

度ペースで示すと図-5(a)に示す結果が得られた。すなわち1.8m/sで歩くとき本橋は最も振動が大きくなり、この時の振幅は0.85mmで加速度は7gal未満である。

4.2 5人歩行時の応答

図-5(b)は歩行時の時刻歴応答計算を歩く速さを変えて行ない、ピーク値をプロットしたものである。歩行者は5人で、歩調揃えて歩くと仮定した。橋の減衰率は実験から求めた $\delta=0.16$ を用いた。計算と同じ条件で実橋でも5人に横一列に並んで歩かせたが計算と実験はよく対応していることがわかった。この値を変位に換算し、小堀、梶川⁽⁴⁾の提唱する振動の恕限度にプロットしたものを図-6に示す。実験の結果は明らかに振動を感じ、やや歩きにくい評価であったので、この恕限度と一致する。ただし1～2人の場合は応答も1/5～1/3になるので、微かに感じる程度になるため特別の対策は不要であると判断した。

5. 強風時の振動計測

小型とは言え斜張橋であり耐風性の調査が必要である。完成後のなるべく風の強い期間で自動計測を実施した。風向きは南風で最大13m/s、平均的には5m/sの風が吹いている。主桁の振動は小さく風向きや風速には関連がない。ケーブル振動は時折100galを越え風速と強い相関が認められ、7m/sを越えると振動が励起される。主塔の振動は高さ2mの位置で計測しているが、常時2～3gal振動しており主塔頂部では20～30galの振動であろうと推定される。

6. おわりに

歩道専用斜張橋が長崎の中央を流れる浦上川に架橋された。長崎のシンボルとしてその景観美は行く人々を楽しませている。小さいとは言え本格的な斜張橋であるため振動特性の検討、歩行時振動応答、耐風性の検討など一連の考察を行なった。その結果歩行時振動のレベルは許容出来る範囲にあること、梶川の提案する簡易推定式および評価法が十分な精度であることを実験によって確認した。また長崎地方を襲った1992年の台風17号、19号でも何ら問題もなかったことで本橋の耐風性が良好なることを証明した。

参考文献

- (1) 小間井：歩道橋としての斜張橋、橋梁と基礎、1985-8
- (2) 岡林、原：道路橋振動測定における衝撃加振法の適用、構造工学論文集、Vol.34A、1988
- (3) 梶川、岡田、小堀：振動と人間、橋梁と基礎、1979-6、1979-7、1979-8、1979-9
- (4) 杉本、梶川：長支間歩道橋の振動使用性設計基準に関する考察、構造工学論文集、Vol.34A、1988

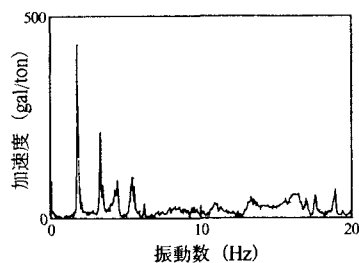


図-3 衝撃加振試験による主桁の振動

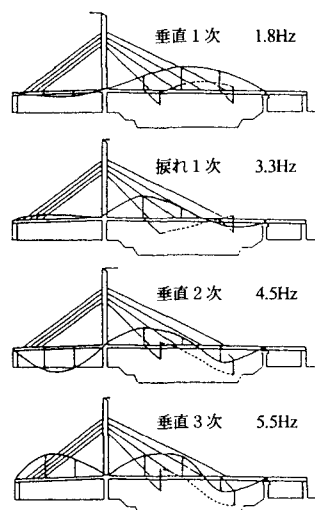


図-4 主桁振動計測モード

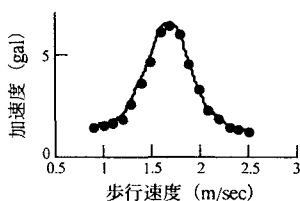


図-5(a) 歩行速度と最大加速度の関係(計算)

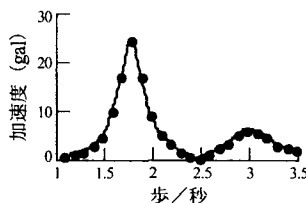


図-5(b) 5人歩行時の振動応答(計算)

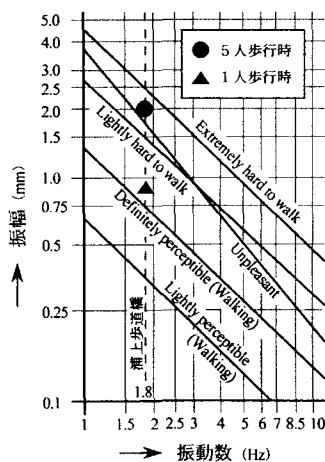


図-6 振動恕限度