

I-489

京葉線荒川放水路橋りょうの振動測定

日本鉄道建設公団 東京支社 正会員 古川 裕
 同上 正会員 山中 浩
 ハンパエンジニアリング(株) 正会員 前原康夫

1. まえがき

京葉線荒川放水路橋りょうは全長845.6mの7径間複線上路式ゲルバートラス橋(中央部は下路ランガー桁)である(図-1)が、長大径間で主構高さが大きくかつ地盤も軟弱であるため、概略設計の段階から列車の走行安全性に主眼をおき地震応答解析を行ってきた。今回橋りょうの完成に伴い常時振動測定を行い振動性状を分析したので報告する。

2. 測定方法及びデータ分析方法

測点は橋りょう上17、橋台・脚上4、ケーソン内4、地盤内3の計28点であるが、共通測点を設け4ブロックに分割して橋軸直角方向の振動変位を計測した。測定にあたっては本橋りょうに隣接して高速道路橋がありその交通は夜間でも絶えることがないためその影響を除去し分析精度をあげるために1時間以上の連続計測を行った。データ分析はまずA/D変換をした後、50秒間のオートパワースペクトルと共通測点に対するクロスパワースペクトルを50個計算して平均化処理を行ってから次式により平均伝達関数、位相角、コヒーレンスを求めた。

$$\text{伝達関数} \quad H_{yx}(j\omega) = G_{yx}(j\omega) / G_{xx}(\omega)$$

$$\text{位相角} \quad \theta_{yx}(j\omega) = \tan^{-1} (B(j\omega) / A(j\omega))$$

$$\text{コヒーレンス} \quad \gamma_{yx}^2(\omega) = |G_{yx}(j\omega)|^2 / G_{xx}(\omega) \cdot G_{yy}(\omega)$$

ここに $G_{yy}(j\omega)$, $G_{xx}(\omega)$: 各測点及び基準点のオートパワースペクトルの平均

$G_{yx}(j\omega)$: クロスパワースペクトルの平均 (= $A(j\omega) + jB(j\omega)$)

3. 周波数分析結果

周波数分析結果の代表例として測点14におけるものを図-2, 3, 4に示す。橋りょう上の各測点における伝達関数のピーク値とピーク振動数に対応する位相角より振動モードを求めたのが図-5である。なお、表層地盤における卓越振動数は0.83Hzであり、橋台ではその影響が表われている。図-6はA₁橋台とその近傍地盤における振動モードである。

4. 固有振動解析

トラス橋の上弦材及び下弦材を各々1本の棒に置き換えた多節点系振動モデルで固有振動解析を行って、常時振動の分析結果との比較を試みた。卓越周期の比較結果を表-1に示す。表-1で計算値CASE-1は、設計時の振動モデルから得られた値であり、CASE-2は計算値を実測値にさらに近似させるために全ての支承部を固定に変更して、さらに地盤バネをCASE-1で用いた値の2倍とした時の解析結果である。図-5に振動モードの実測値と計算値(CASE-2)を示す。

5. まとめ

支承条件と地盤バネの2点を除き設計時の振動モデルの妥当性が確認されたと思われる。残された2点について常時振動と地震動では支承における摩擦の効果及び地盤剛性の非線形性の影響が異なるので、地震応答解析モデルとしては設計時の支承条件と地盤バネを特に変更する必要はないと思われるが、一応CASE-2の状態について地震応答解析を行って耐震設計における妥当性を再確認した。一般に大型構造物の場合、振動実験では支承条件と地盤バネについては地震時の条件と同一にすることは不可能な場合が多いが、今回比較的手軽な常時振動測定によって橋りょうの主な固有振動性状を把握することができた。

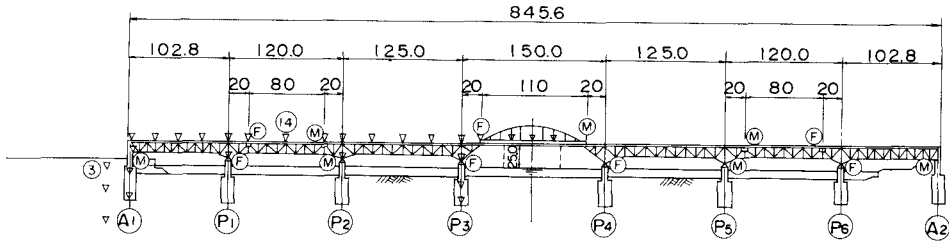


図-1 橋りょう全体図（単位：m） ▽ 測定点

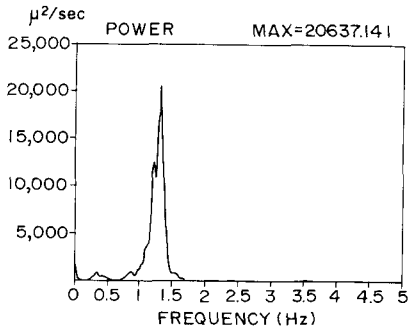


図-2 パワースペクトル(14)

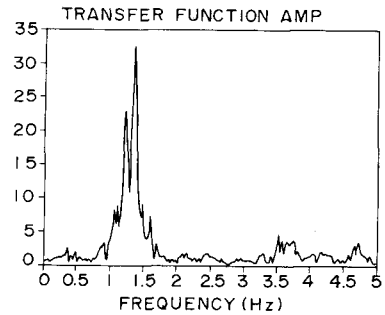


図-3 伝達関数(14/3)

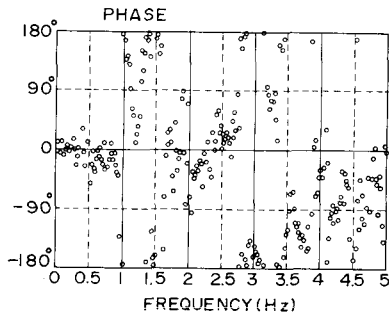


図-4 位相角(14/3)

表-1 固有周期の比較(単位：sec)

諸 次 数	実 測 値	計 算 値	
		CASE-1	CASE-2
1	1.15	1.14	1.08
2	0.83	0.93	0.81
3	0.75	0.89	0.79
4	0.61	0.74	0.63

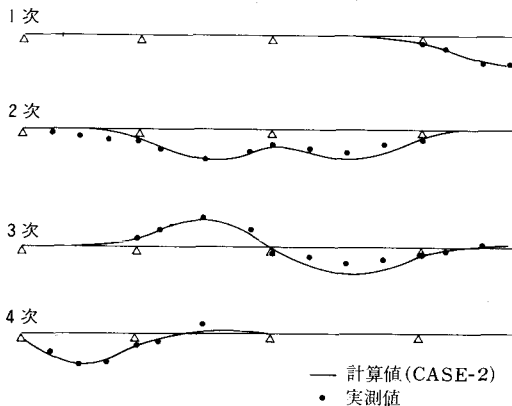


図-5 振動モード

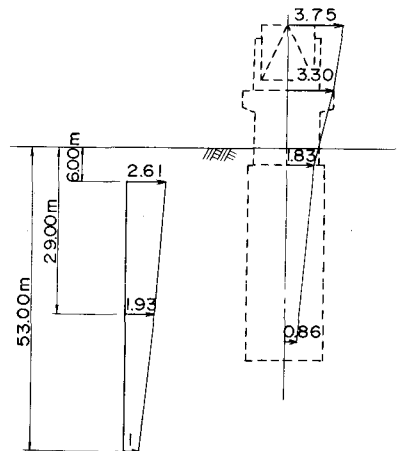


図-6 地盤とA₁橋台の振動モード(0.83Hz)