

(108) 強震記録に基づく斜張橋の振動特性

建設省土木研究所 正員 川島一彦

〃 〃 運上茂樹

〇 〃 〃 吾田洋一

1. まえがき

斜張橋の動的解析では、上部構造系に対しては2%程度の減衰定数が仮定される場合が多い。しかし、既往の実橋振動実験結果によれば、一般にこれよりも小さな減衰定数が得られる場合が多く、斜張橋の減衰特性に関しては未解明な点が多い。

本文は、千葉・茨城両県境に架設された水郷大橋の強震観測記録をもとに観測記録の解析を行うとともに水郷大橋上部構造の減衰定数を推定した結果を報告する。

2. 強震観測

水郷大橋は、図-1に示すように支間長178.5m及び111.6mの非対称径間を有する2径間連続鋼斜張橋であり、主桁に剛結された独立1本柱形式の塔及び1面ハープ形式3段ケーブルで構成されている。強震観測では、橋軸及び橋軸直角方向の2成分を有する加速度計を図-1に示すように塔に3箇所（塔頂部、中央部、塔基部）、桁に2箇所（両支間中央部）、地中に1箇所の計6箇所に設置し、合計12成分の加速度の観測を行っている。記録はデジタルで収録され、地中加速度計を起動としており遅延時間は約10秒である。

観測は昭和61年3月から始め、現在までに19回の地震記録が得られている。ただし、大部分は小規模地震によるものである。本文ではこのうち、比較的地震規模が大きく、また震央距離の異なる表-1に示すような3地震記録を対象として解析を行った。

図-2はEQ-1により得られた加速度波形を示したものである。塔頂部(A1)では、橋軸方向、橋軸直角方向にそれぞれ189gal、217galの最大加速度値が得られている。ここで、加速度計A4の橋軸直角方向成分については機器の故障のために記録が得られなかった。

図-3はEQ-1により得られた加速度記録のフーリエスペクトルを示したものである。これによれば、A1～A5の橋軸方向成分に対しては、約1.7Hzが卓越している。これは、地盤と基礎及び上部構造系の卓越振動数と考えられる。A1及びA2では4.6Hzがもう1つの卓越振動数として存在しているが、これは塔の固有振動と考えられる。橋軸直角方向についてはいくつかの卓越振動数が存在しているが、桁では1.26Hzが卓越している。

3. 解析条件

解析モデルとしては図-4に示すような2次元平面多質点フレームモデルを用いて、橋軸方向及び橋軸直角方向の2方向を解析対象とした。解析では上部構造のみを対象とし、入力地震動としては表-1に示した3地震の主塔基部(A3)で得られた加速度波形を用いた。解析はモーダルアナリシス法による時刻歴応答解析とし、モード減衰定数は0, 1, 2, 5%を全モードに対して一律に与えた。このようにして求められた解析値と観測値の比較により減衰定数の推定を行った。

4. 解析結果

図-5は0, 1, 2, 5%の4ケースの減衰定数のうち、計算により求めた最大加速度値と観測値の最大値が最も近い場合について、その加速度波形の主要部分の比較を行ったものである。ここで、塔頂部(A1)についてはEQ-1及びEQ-3の場合には減衰定数2%、EQ-2の場合には減衰定数1%の結果が、また、桁中央部(A5)についてはEQ-1及びEQ-3の場合には減衰定数5%の解析値結果が、それぞれ、最大値が観測値に最も近似した結果を与える。ただし、EQ-2の場合の桁中央部については、減衰定数を5%にしても、なお、計算値は観測値よりも大きくなっている。図-5の結果によれば、解析結果は観測結果の特徴を全体としてかなり良く表していると言えよう。

5. 結論

塔頂部及び桁中央部の観測値と解析値の比較から水郷大橋上部構造の減衰定数を推定すると、少なくとも塔基部の応答が20gal~50galの範囲の振動に対しては、塔頂部については1~2%、桁については5%程度であると考えられる。

謝辞

水郷大橋の強震観測に関しては、建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所の御関係の皆様大変お世話になりました。ここに厚くお礼を申し上げます。

【参考文献】川島一彦、運上茂樹、吾田洋一：水郷大橋動的特性調査—強震観測システム—
土木研究所資料第380号

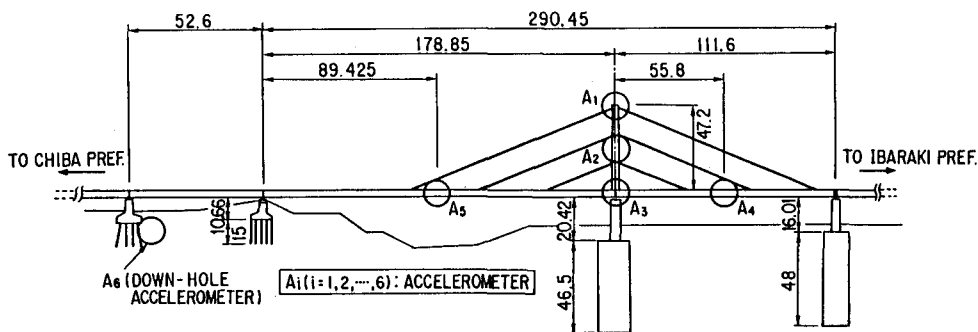


図-1 水郷大橋一般図

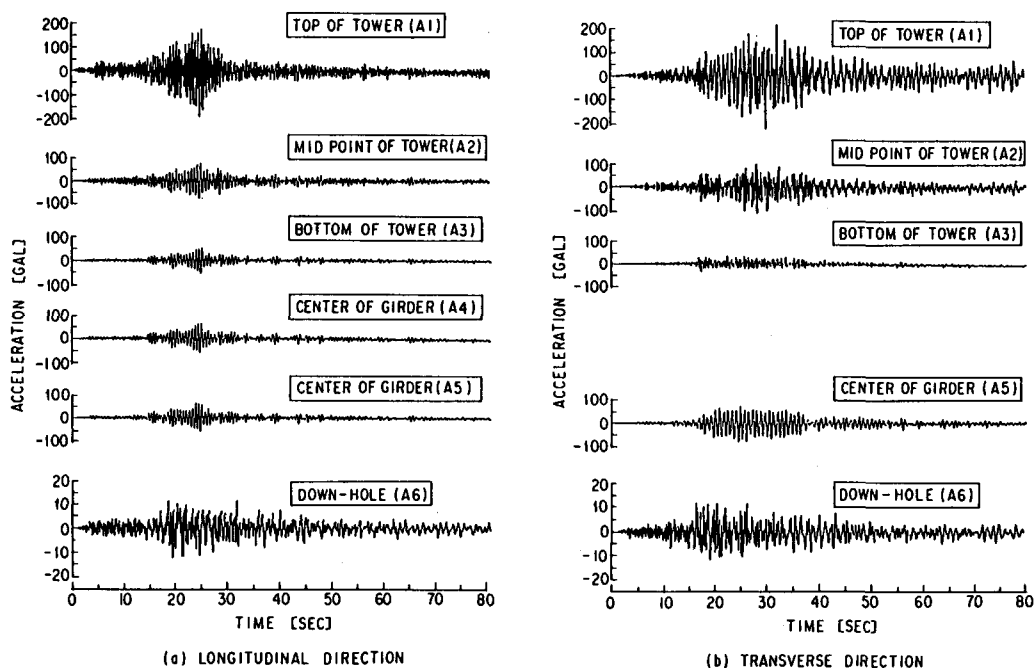


図-2 EQ-1の地震波形

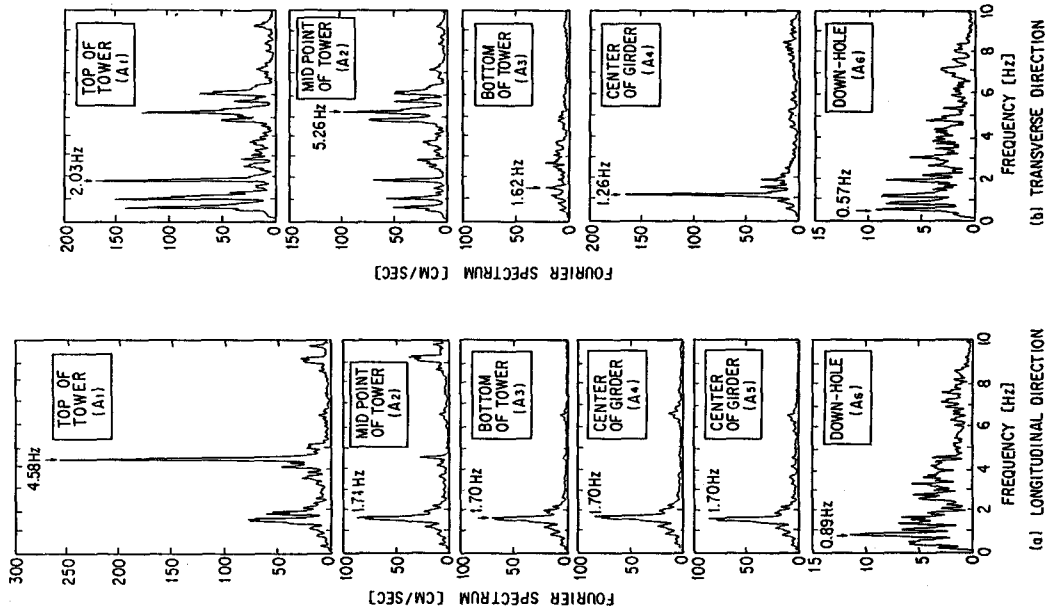


図-3 EQ-1のフーリエスペクトル

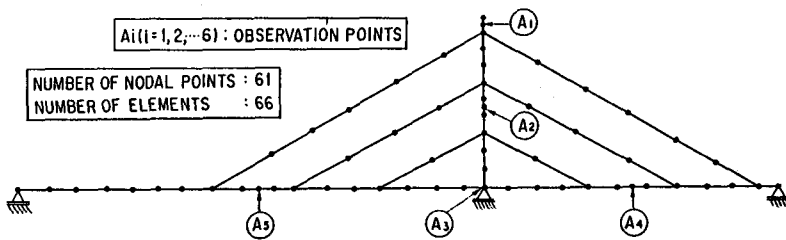
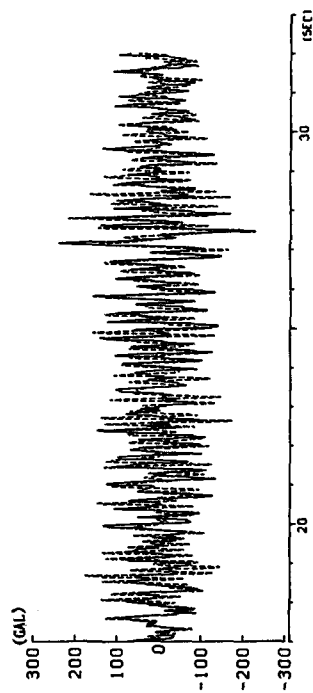
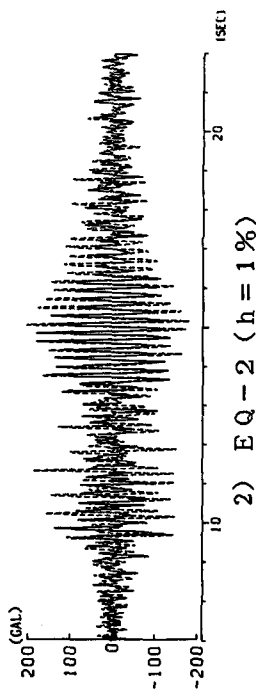
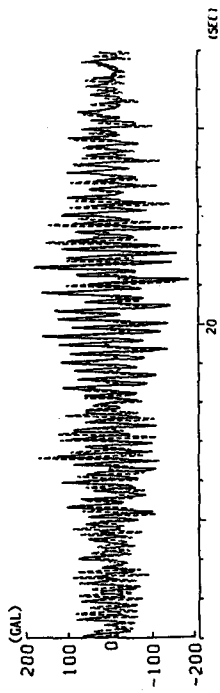


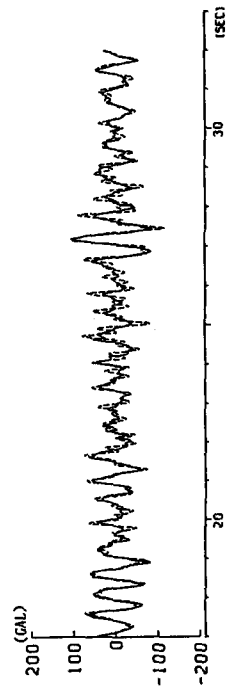
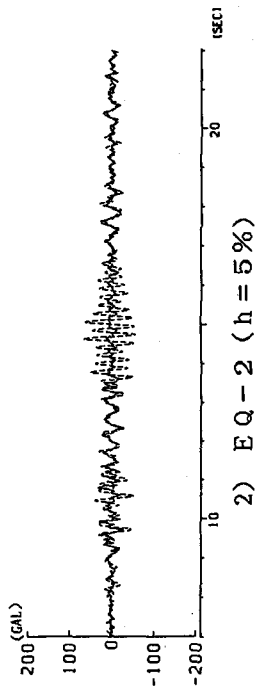
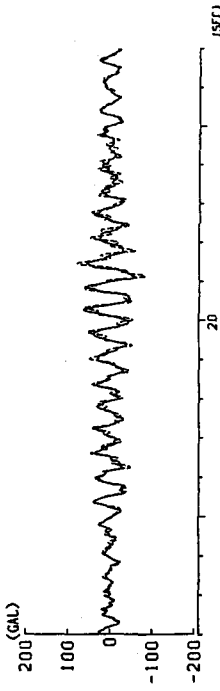
図-4 解析モデル図

表-1 解析に用いた地震記録

地震番号	年月日	地震名称	震源位置		マグニチュード M	震源深さ (KM)	震央距離 (KM)
			北緯	東経			
EQ-1	1986.6.24	房総半島南東沖	34°48'	140°48'	6.9	80	126
EQ-2	1986.9.20	茨城県北部	36°28' 4	140°39' 6	5.0	56	65
EQ-2	1987.2.06	福島県沖	36°56' 6	141°56' 4	6.4	18	173



a) 塔基部の応答波形



b) 桁中央部の応答波形

図-5 実測加速度波形と解析結果の比較