

建設省土木研究所 正員 川島一彦
 ○ 建設省土木研究所 正員 高木義和
 建設省土木研究所 正員 相沢 興

1. まえがき

開北橋(図-1)は宮城県沖地震に際して非常に大きな地震動(橋脚上の橋軸方向で約 800 gal と推定される)を受けたにも拘わらず、上部、下部構造ともに被害を蒙っていない。被害を受けなかった橋に対してどのような地震入力の条件下で被害に結びつかないかを解析することは、今後の耐震設計法の向上を図る上で有効と考えられる。開北橋では、 P_2 天端と P_2 から約30m離れた風化岩上にそれぞれ1台づつの強震計が設置されており現在までに、合計9回の強震記録が得られている。今回は、これら9回の強震記録と通過交通による振動測定結果とをもとに開北橋の振動特性を検討したので報告する。

2. 通過車輛を利用した微小振動特性の解析

強震計が設置されている P_2 橋脚上において、通過車輛による振動測定を実施した。この結果より、橋脚天端および可動支承(上肯)上のパワースペクトルを比較したのが図-2である。これによると、橋軸方向に対しては、可動支承上のパワーは橋脚天端のパワーよりも4倍程度大きく、可動支承は橋脚天端に対して独立に振動していることがわかる。これに対して、橋軸直角方向には、可動支承上のパワーは橋脚天端のパワーと比較して少なくとも0~10Hzの範囲ではほとんど一致しており、両者間に相対運動のないことを示している。

3. 強震記録の解析

現在までに開北橋で採取された9回の強震記録をもとに、橋軸方向および橋軸直角方向に対して、橋脚上と地盤上の最大加速度の関係を示すと図-3のようになる。この結果によれば、方向成分により増幅率に違いがあるが橋脚上の最大加速度と地盤上の最大加速度がおおむね比例関係にあることがわかる。なお、図-3のうちの4回の記録は上部工架設前の橋脚単独の記録、残りの5回が上部工架設後の記録であるが、両者間には有意に識別できる程度の差が認められない。次に、これらの記録を用いて地盤から橋脚天端に至る伝達関数とコヒーレンス関数を求めると、図-4のようになる。これによれば、橋軸方向に対しては、0~5 Hz程度の範囲では伝達関数はおおむねフラット(増幅率 ≈ 1)、5 Hz以上では増幅率が3程度と大きくなるのに対して、橋軸直角方向に対しては、0~11 Hz程度の範囲で伝達関数はおおむねフラット(増幅率 ≈ 1)、11 Hz以上では、増幅率はさらに低下する傾向にあることがわかる。図-4中の実線は以上のような一般的傾向を示したものである。

4. 橋脚天端および周辺地盤の変位応答

P_2 橋脚天端および地盤上の観測点で得られた加速度記録(1978年宮城県沖地震)を数値積分することにより、それぞれの変位応答波形を求めると図-5のようになる。橋軸上の橋軸方向成分については記録が得られていないため変位応答は計算していない。ここで、数値積分に際しては強震記録の読取精度を考慮して0.2~12 Hzの範囲補正を施している。この結果によると、橋脚天端の動きは基本的には周辺地盤の運動と非常によく似ている。また、橋軸直角方向に関しては、橋脚天端の変位振幅の最大値は6cm程度であることがわかる。

5. 結 論

以上の解析結果から、以下の結論が得られた。

(1) 通過車輛によって誘起される程度の微小振動時には、橋脚天端と可動支承(二桁)は橋軸直角方向に対しては少なくとも0~10 Hzの範囲ではほとんど同じに振動するが、橋軸方向には両者は独立に振動しており、通過車輛による振動は可動支承を経由して橋脚天端にはそれ程伝わっていない。

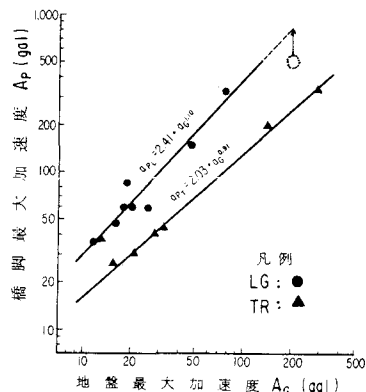
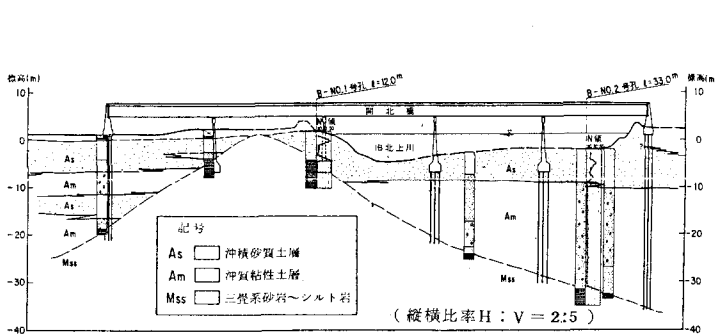


図-1 開北橋一般図および地盤構成の概要

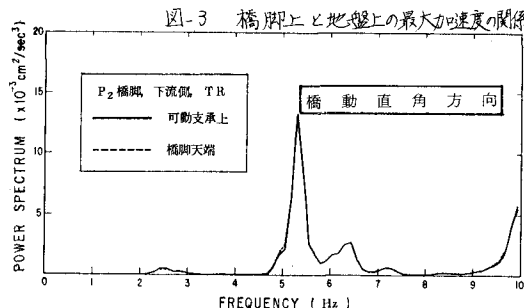
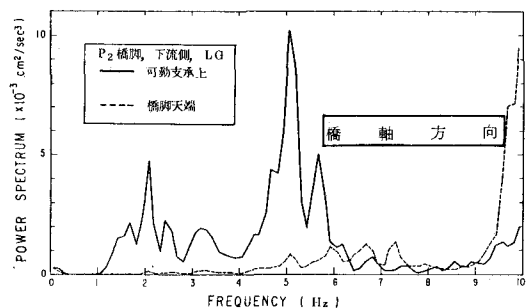


図-2 通過車両による振動のパワースペクトル(P2 橋脚天端および同橋脚可動支承(上寄)上の振動)

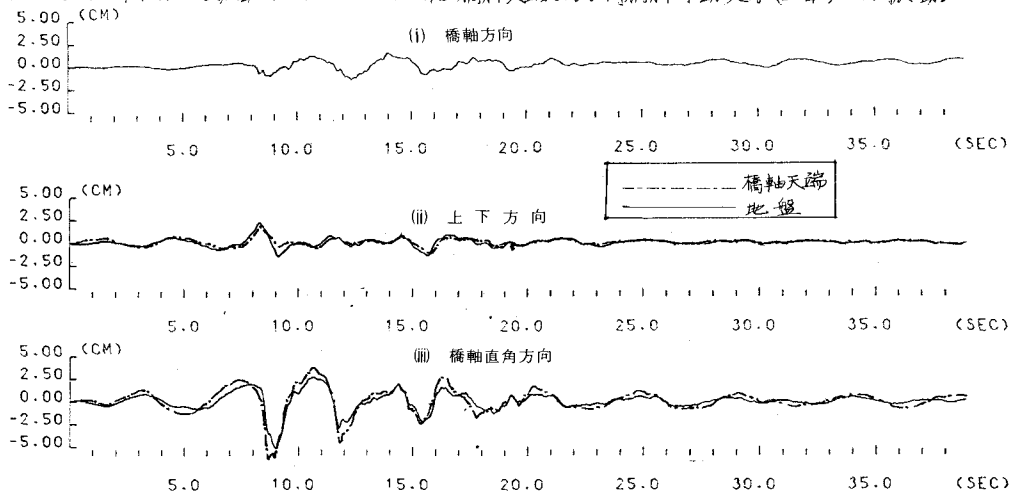


図-5 強震記録(1978年宮城県沖地震)の二回積分から求めた、橋脚天端上および地盤上の変位

(2) 強震記録から求めた地盤に対する橋脚天端の増幅率は、概念的に図4のようになる。橋軸方向の場合には約5Hz以下の領域では橋脚は周辺地盤とほぼ同様に振動し、5Hz以上少なくとも15Hzまでは周辺地盤とはある程度無関係に独自に振動している。上記(i)から類推するとP2橋脚の橋軸方向振動に対する上部構造の影響(拘束)はそれ程、著しいものではないと考えられる。いずれにしても5Hz以上の増幅率が大きいことが、橋軸方向の橋脚天端加速度的大きい原因と言えよう。

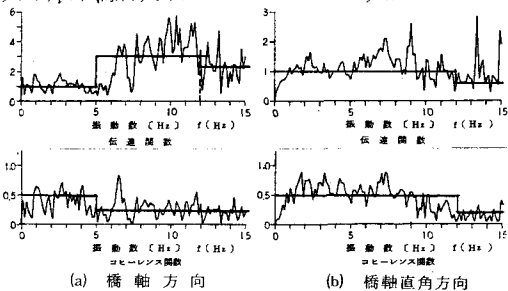


図-4 アンサンブル平均した強震記録の伝達関数、共振比関数