

鹿児島大学 正員 ○河野 健二 京都大学 正員 山田 善一
岡山大学 正員 竹宮 宏和

1. まえがき

比較的長い径間を有する高橋脚橋では地震波の伝播のため各橋脚基礎はそれぞれ異なる入力を受ける。また、地盤が軟らかくなると上部構造物は動的相互作用の影響を受ける。本研究では、高橋脚橋を地盤-構造物の動的相互作用を考慮した多点入力系として取り扱い、入力の位相差が構造物の地震応答特性に及ぼす影響について検討を加えた。

2. 解析手法

地震波は橋軸に沿って伝播するものと考え、高橋脚橋の橋軸直交方向の応答特性のみに着目している。入力はSH波が基礎から任意方向に上層地盤へ入射するものとする。また地盤と構造物の動的相互作用解析はサブストラクチャ法に基づいて行っている。本研究ではFig.1に示すように二層の桁を有する三径間の高橋脚橋をモデルとして用いる。モデルの諸定数の一部は本回着ノ州高架橋の設計案に準じている。

ゲ-ソン基礎は高さ25m、等価半径17mであり、せん断破壊速度が150m/s～250m/s程度の表層地盤に20m根入れされており、下層はせん断破壊速度が400m/sを越える支持層に接している。

1) 入力地震動

表層地盤の下に一様な広がりをもつ支持層地盤を考慮する。

Fig.2に示すようにSH波が支持層内を橋軸方向に伝播する場合、表層地盤の振動特性を導入すると、入力加速度のパー-スペクトル密度関数は、

$$G_0(\omega) = G_0(\omega) / (\cos^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1) \quad (1)$$

となる。ただし

$$G_0^2 = (P_1/P_2) / (\cos \alpha_1 / \cos \alpha_2), \lambda = \omega H \cos \alpha_1 / V_1,$$

$$G_0(\omega) = \frac{1 + (2\lambda \omega / \omega_g)^2}{\{1 - (\omega / \omega_g)^2\}^2 + (2\lambda \omega / \omega_g)^2} G_0$$

これより自己相関関数を求め、地表における入力の遅延時間 τ_0 を導入すると、

$$R(\tau) = A \exp(-\beta \omega_g \tau) \{ \cos \omega_g \tau + P_2 \sin \omega_g \tau \} \quad (2)$$

2) 動的相互作用解析

地盤-構造物の動的相互作用の導入は、サブ

ストラクチャ法を用いて行なう。橋脚と桁部に

相当する上部構造物に地盤-基礎系の運動方程式を境界面での連続条件等を用いて接合すると、全体系の運動方程式が得られる。この場合、上部構造物は非減衰時の振動モードにより自由度の低減を行なった

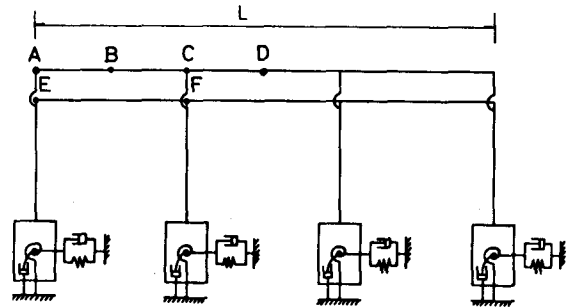


Fig.1 Soil-Footing-Structure for Analysis

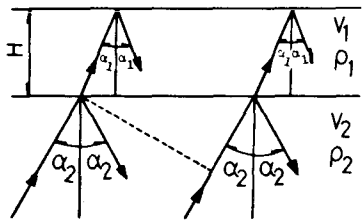


Fig.2 Wave Propagation Model

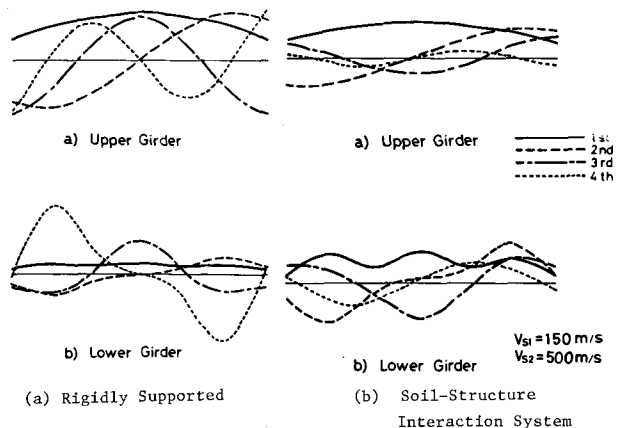


Fig.3 Girder Vibration Modes

後、全体架の運動方程式を求めると、地震応答解析は効率的に進めることができる。

3). 解析結果

Fig.3は橋脚の基礎部分が固定された場合と、地盤-構造物の動的相互作用を考慮した場合の振動モードを示したものである。本解析モデルは、橋脚の剛性が桁部の剛性に比べて大きいので、桁部の振動が卓越する。そこで桁部のみの振動モードを示している。上段桁は下段桁に比べフレキシブルであるため振動しやすい構造となっており、動的相互作用を考慮してもこの傾向は

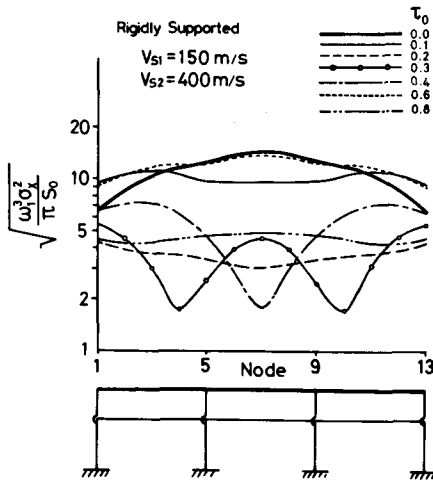


Fig.4 RMS Response Shape of Girder

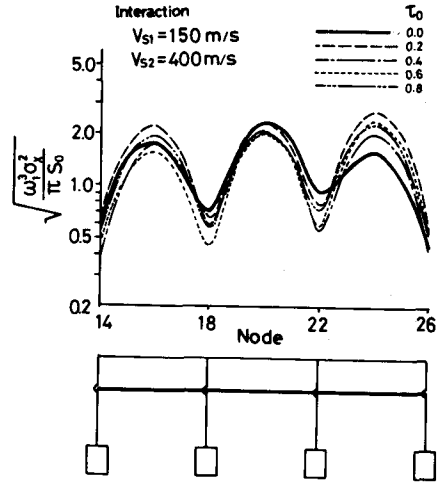


Fig.5 RMS Response Shape of Girder

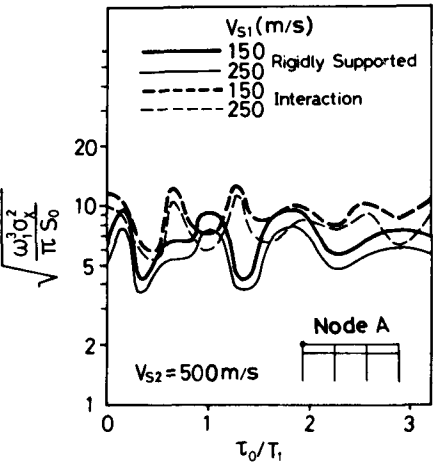


Fig.6 RMS Response vs Phase Lag

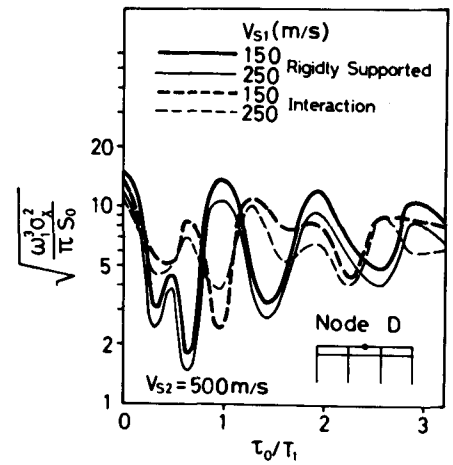


Fig.7 RMS Response vs Phase Lag

類似しているが、基礎の影響が表れていることがわかる。本研究では不規則振動輪を用いているので、応答は英分散モデル入りの形で評価される。Fig.4およびFig.5は桁の応答を入力の変位時間定数をパラメータとして示したものである。各位相差における卓越振動モードが異なるため、応答形状もそれとともに顕著な変化を示していることがわかる。またFig.6とFig.7は上段桁の端部と中央部における応答と変位時間の変化に対して示したものである。これらの解析結果を要約すると、次のようになる。(1) 多点入力系では位相差により卓越振動モードが異なる。同位相入力では構造部分によって異なるが、1次モードが卓越する。しかし、位相差によって他の振動モードが卓越する可能性があり、位相差と卓越モードの関係が、応答特性に及ぼす影響は大きい。(2) 橋脚基礎を固定した場合、側方径間では、位相差入力での応答が卓越する場合もあるが、桁部の中央点では同位相入力でのとき最大値を与える。一方動的相互作用を考慮した場合、位相差入力での応答は同位相入力での応答を越えない。(3) 表層地盤のフィルタ効果は同位相入力の場合と同程度であり、入力位相差の変化による応答の変動には顕著な影響を与えない。

よって、加速度入力だけでなく地盤振動による変位入力に及ぼす影響について検討を要する必要がある。参考文献 Y.Yamada, H.Takeniya and K.Kawano, Int.J. Earthq. Engng. struc. Dyn. Vol.7, pp.21-47, 1979