

斜張橋の動的応答解析に及ぼす地盤の影響

鹿児島大学工学部 学生員 ○柚木原 隆・坂口 秀一

鹿児島大学工学部 正 員 河野 健二

1. まえがき

構造物の大型化にともない、構造物の動的特性を明確にし、耐震性を検討することは、構造物の安全性を計る上からも重要である。斜張橋の建設が長大な径間を有するような場合に対しても行われるようになり、その動的応答特性についても検討がなされている。最近では、複合斜張橋の建設も多くなり、設計の安全性を計る上からも、その動的応答特性を明確にしておくことは重要であると思われる。本解析では、地盤-基礎と構造物の動的相互作用を受ける側径間が、PC桁からなる主桁を有する斜張橋の動的応答特性について検討を加えた。このため基礎-地盤系はインピーダンス関数を用いて表した後、動的サブストラクチャ法によって全体系の運動方程式を求めた。この場合、上部構造物に対しては、基礎固定時の場合の固有値解析を行い、応答を支配する振動モードのみを用いて、基礎系を含む全体系の運動方程式を求めている。地震動は一般に不規則な特性を有するため、本解析では不規則振動論による応答解析を行う。構造物と地盤の動的相互作用特性が構造物の応答に及ぼす影響を調べると共に、地盤が非線形特性を有する場合についても検討を加えた。この場合、地盤の非線形特性はバイリニア型によって表している。一方、地盤の動的特性を考慮する場合、そのせん断波速度等を不確定な要素として扱い、その変動量が応答評価に及ぼす影響を明確にしておくことも構造物の応答評価を信頼性のあるものにするためには必要であると思われる。そこで、本解析では地盤のせん断波速度の変動が応答に及ぼす影響について摂動法を利用したスペクトル応答解析を用いて検討を加えた。

2. 動的応答解析結果

Fig.1に示すような側径間がPC桁からなる主桁を有する複合斜張橋の動的応答解析を行った。Fig.2は基礎が二層からなる地盤によって支持されるとき、上層地盤のせん断波速度が100m/sで、下層地盤のせん断波速度が200m/sから600m/sと変化する場合の固有振動数の変化を示したものである。6次から8次の固有振動数の間に接近が見られるが、低次の固有振動数では大きな変化はなく、動的相互作用の影響は小さいものと思われる。Fig.3は基礎の地盤条件が同様で、基礎の大きさが変化するとき、ホワイトノイズ入力に対する変位の平均自乗応答を示したものである。各応答は基礎固定時の応答で基準化を行っている。側径間と中央径間では応答に相違が見られ、動的相互作用の影響が異なることが分かる。基礎の大きさによって応答は若干の相違を示すものの、下層地盤のせん断波速度の増加にしたがい、それは減少する傾向を示している。Fig.4は同様に地盤が変化するときの曲げモーメント応答を示したものである。各応答は基礎固定時の応答で基準化を行っている。下層地盤のせん断波速度の増加にともない、全体的に相互作用の影響は減少することが分かる。曲げモーメント応答は変位応答に比べて動的相互作用の影響が大きいことが分かる。これは、曲げモーメント応答が変位応答よりも高次モードの影響を強く受けるためであると思われる。Fig.5は地盤の非線形化した場合の曲げモーメントの自乗平均応答を示したものであり、基礎を固定した場合の線形時の応答で基準化を行っている。横軸は入力地震動の平均自乗加速度を示している。地盤の非線形化が応答に及ぼす影響は主桁部では小さいが、主塔基礎部では入力強度が大きいとき、応答が増加することが分かる。Fig.6は地盤のせん断定数の変動が変位応答に及ぼす影響について示したものである。この場合、上層と下層の地盤のせん断定数の比は0.25と一定である。せん断定数の変動量は平均値が0、分散が α^2 で与える場合について解析を行っている。地盤のせん断定数の変動が大きくなるにつれて変位応答の変動も大きくなり、特に下層地盤のせん断定数が小さいとき、応答の変動が増加することが分かる。

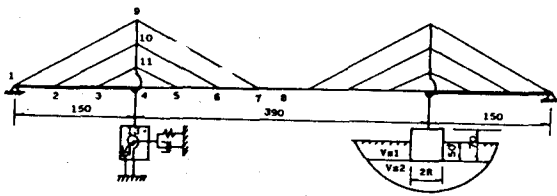


Fig.1 Analytical Model
of Cable-Stayed Bridge

3. あとがき

側径間にPC桁を有する複合斜張橋について動的応答解析を行い、基礎-地盤系による動的相互作用が応答に及ぼす影響について検討を加えた。このような構造物においても動的相互作用の影響を明確にすることは、動的な応答評価を行う上で重要であることが分かる。

謝辞 原稿作成に御協力いただいた鹿児島大学工学部 愛甲頼和技官に感謝します。

参考文献

K.Kawano, Y.Yamada and H.Takemiya, 'Dynamic Interaction Analysis of Cable-Stayed Bridge', Int. Conf. on Cable Stayed Bridges Bangkok, 1987, Vol. 1, pp399-406

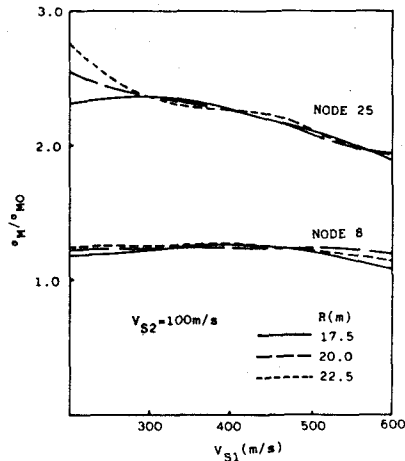


Fig.4 rms Bending Moments

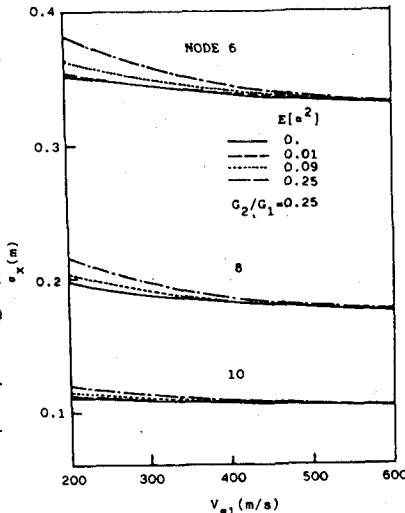


Fig.6 Effects on Variations
of Shear Wave Velocity of Soil

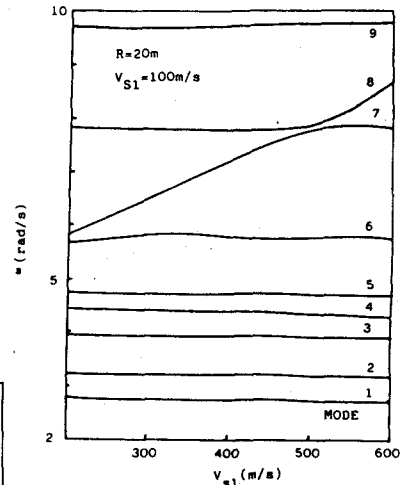


Fig.2 Natural Frequencies
vs Shear Wave Velocity

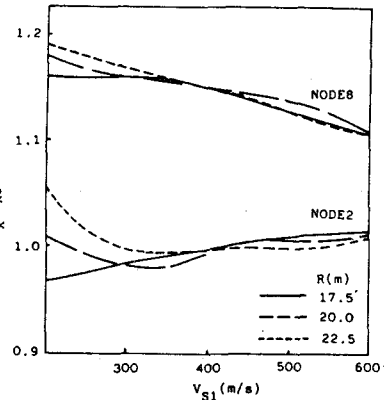


Fig.3 rms Displacements

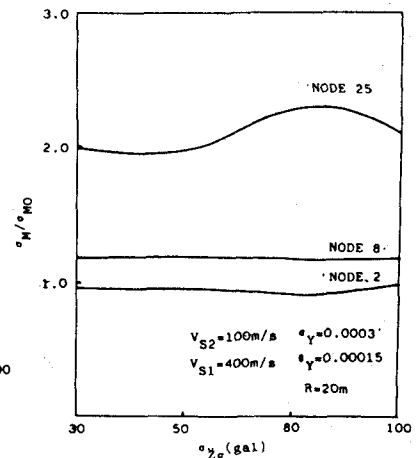


Fig.5 Effects of Nonlinear
Soil Foundation