

I-585 埋設基礎を有する橋梁の耐震設計法に関する基礎的研究

(株) 長大 坂梨和彦
宮崎大学工学部 原田隆典

1. はじめに

橋脚・基礎系の構造物は、地震に対し耐震設計を施さねばならないのは言うまでもないが、地盤と構造物の動的相互作用の効果は、現行の道路橋耐震設計指針には考慮されていない。そこでこの動的相互作用の効果耐震設計指針に盛り込めるよう、簡潔に表現することを目的として、まず橋脚・基礎系の3自由度モデルを対象とし、それと等価な1自由度系での動的相互作用解析を行うとともに、周期、減衰定数、地震動変位を求める近似式を評価した。次に、この考え方を連続桁橋に取り入れて連続桁橋の周期と減衰定数を求めたのでその概要を報告する。

2. 動的相互作用を考慮した周期と減衰定数および地震動変位

図1に示すように基礎上面における3自由度モデルを等価な1自由度系に置き換え有効地震動を (u_{CT}, θ_{CT}) とすると、運動方程式は以下ようになる。¹⁾

$$[-m_S \omega^2 + K_e^*] U_e = m_S \omega^2 U_{ge} \quad (1)$$

等価な複素剛性 K_e^* と等価地震動変位 U_{ge} は

$$K_e^* = \frac{K_S^* A}{A + K_S^* B} \quad (2)$$

$$U_{ge} = \frac{C}{A} u_{CT} + \frac{D}{A} L \theta_{CT} \quad (3)$$

また

$$U_e = \frac{K_S^*}{K_e^*} u \quad (4)$$

ここで、 A, B, C, D は基礎の質量、寸法及びばね係数、減衰定数によって与えられる。

等価なばね係数、減衰定数および地震動変位等の厳密な計算を行ったところ、図2に示すような振動数特性を示すことが分かった。 $|C/A|, |D/A|$ の振動数特性を示したのは、 $|C/A|, |D/A|$ が式(3)で求められる等価地震動変位の大きさを与えるパラメーターとなっているからである。これらをもとに、等価1自由度系での周期と減衰定数および地震動変位 ($|C/A|, |D/A|$) の近似式を評価した。紙面の都合上近似式は省略するが、数値計算例と近似式による解の比較を図3に示す。なお、地震動変位のIは、最大値と最小値の範囲を表す。

3. 連続桁橋における動的相互作用を考慮した周期と減衰定数

2で述べたような等価1自由度系の考え方を連続桁橋に適用すると、図4(a)に示すような連続桁橋は、図4(b)に示すように等価複素剛性 K_{ej}^* に支えられた分布質量 $m(x)$ と曲げ剛性 $EI(x)$ をもつ梁としてモデル化できる。その各固定点に入力される地震動は式(3)で求める等価地震動変位 U_{gej} である。このような連続桁橋の周期および減衰定数は自重と同等の分布荷重を橋軸および橋軸直角方向にかけ、仮想仕事の原理を適用し、等価な1自由度系の運動方程式を導くことで求めることができる。数値計算例としては図4(a)の連続桁橋の中2つのケーソン基礎の半径を2m, 6m, 10mとしてそれぞれの橋軸直角方向の周期と減衰定数を求めた。図5に計算結果としてそれぞれのケースでの周期と減衰定数の値を示し、自重をかけたときの変位モード $\psi(x)$ を基礎固定(破線)と動的相互作用を考慮した場合(実線)とで比較した。また中2つのケーソン基礎を有する橋脚のばね係数および減衰係数の振動数特性を示し連続桁橋全体系での固有振動数(縦破線)でどの様な値をとっているかを示した。

4. 考察および結論

図2を見るとばね係数、減衰定数および地震動変位は地盤の影響を考慮することによりそれぞれ特有の振動数特性を示している。このことから分かるように、地震時に構造物は地盤からの影響を大きく受けている。また図5を見ると、半径10mの基礎を用いるより2mの基礎を用いた方が構造物の減衰が大きくなっている。すなわち、基礎を大きくすると地下逸散減衰は大きくなるが、構造物全体系での減衰定数が大きくなるわけで

はない。このことは、図2からも分かるように基礎の固有振動数で減衰定数が最大となっているので、構造物全体系での固有振動数を基礎の固有振動数に一致させるように設計すると地下逸散減衰の効果が大きく期待できることを示している。

このように地盤と構造物の動的相互作用の効果は大きく、耐震設計を行う上で無視することはできない。

参考文献

1) 坂梨和彦; 宮崎大学土木工学科卒業論文 1992,3月.

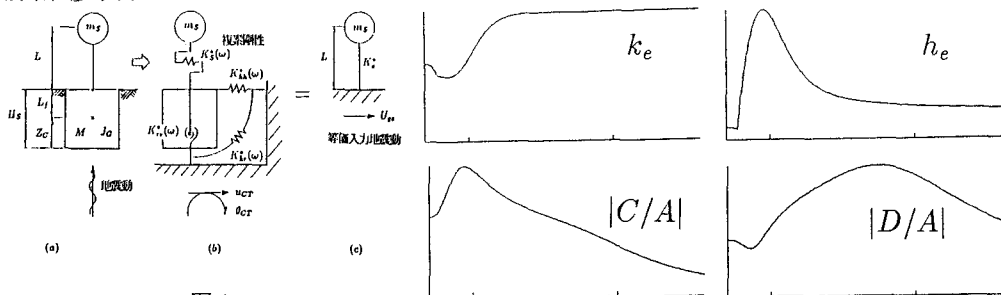


図1

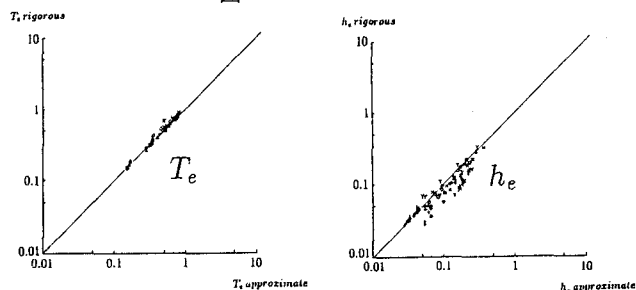


図2

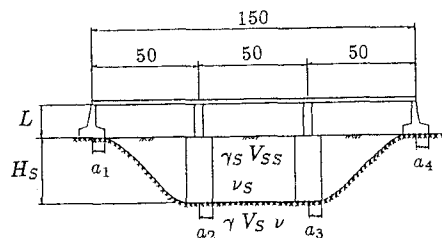


図4(a)

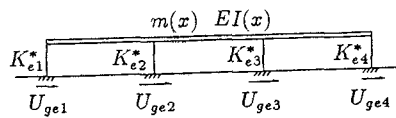


図4(b)

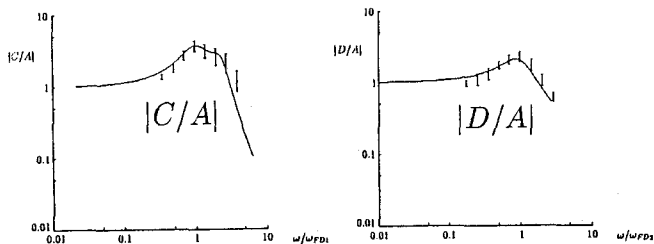


図3

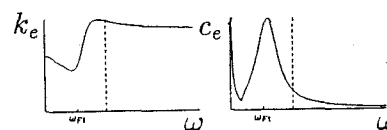
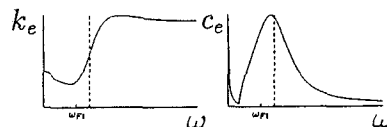
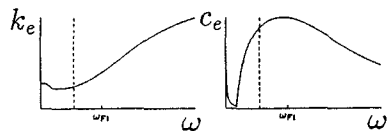
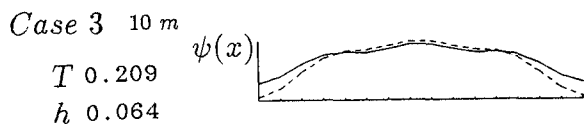
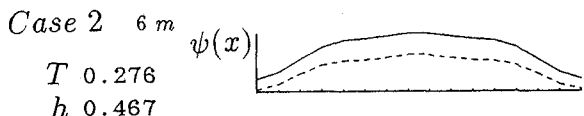
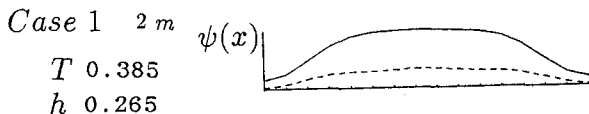


図5