

I-543

橋梁の動的解析に用いる群ぐい基礎のくい頭バネに関する一考察

岡山大学 正員 竹宮宏和

日本道路公団 正員 中村雅彦

○ 日本技術開発KK 正員 佐伯光昭

1. まえがき：近年、長大橋梁、特殊形式の橋梁や軟弱地盤中に深い基礎を有する橋梁の耐震設計では静的な耐震計算法に加えて、動的解析を適用して設計を行うことが多い。この報告は群ぐい基礎を有する橋梁の動的解析を行う場合のくい頭バネに着目して、実際の事例を対象に解析、検討を行った結果の概要をとりまとめたものである。検討の主眼は、設計で慣用の地盤反力係数にもとづくバネを基本として、周辺地盤と基礎との動的相互作用を考慮した弾性波動論にもとづく解析により求められるいわゆる動的バネ（複素バネ係数の実数部分の値）との比較をすることに置き、それらの関係から、動的解析に用いるべき合理的なくい頭バネを簡易に算出するための基礎資料とするものである。

2. 検討手法：群ぐいを有するくい頭バネの算出は文献¹⁾に詳しい。すなわち、図-1に示す群ぐい基礎のフーチング底面くい群図心位置でのくい頭バネは次式のマトリックス部分で表わされる。¹⁾

$$\begin{Bmatrix} H_0 \\ V_0 \\ M_0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} K_{xx} & 0 & K_{xa} \\ 0 & K_{yy} & 0 \\ K_{ax} & 0 & K_{aa} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \alpha \end{Bmatrix} \quad (1)$$

ここでは、1.で述べたように実用的な取扱いの便を考慮し次式で示す係数 η を導入して、設計で用いられる地盤反力係数にもとづくくい頭バネ $[K]_s$ に対する弾性波動論により解析的に求められるバネ $[K]_0$ の比を対象とすることとした。

$$[\eta] = [K]_0 / [K]_s \quad (2)$$

この $[K]_0$ の解析は、文献^{2), 3)}の手法を採用することとし、地盤の卓越周波数に対する複素バネ係数の実数部分の値に着目することとした。また、 $[K]_s$ は単ぐいのくい頭バネを基にして、文献¹⁾よりフーチング底面のくい群図心位置に集約したバネである。この単ぐいとしてのくい頭バネは、各地層毎に文献¹⁾に規定された N 値もしくはボーリング孔内載荷試験による変形係数から求まる地盤反力係数からバネ係数を定めて、くい頭に荷重 F を載荷させた状態でのくい頭変位 u を求めて、次式により求めることとした。

$$[K]_s = \{F\} / \{u\} \quad (3)$$

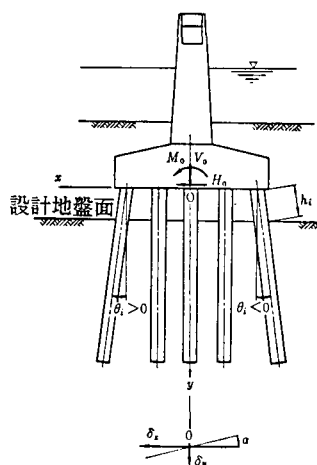


図-1 群ぐい基礎の概念図

3. 検討条件：対象とした地盤は図-2に示すA地区、B地区、基礎ぐいは $\phi 1.2\text{m}$ および $\phi 3.0\text{m}$ の場所打ちコンクリートぐいである。解析はこの組合せにより表-1に示す4ケースを行った。なお、図-1に示す V_s および減衰定数 D は地盤の地震時のひずみ依存性を考慮した値である。また、 η はくいの設計に最も影響の大きい水平成分のバネを対象とした。

4. 検討結果：表-2に各ケースでの $[K]_s$ 、 $[K]_0$ および η の算出結果を示す。図-3には同じく各ケースの水平バネに対する η の値を示した。これらの結果から、今回対象とした条件の範囲では η は0.7~1.5の範囲にあり群ぐい効果が反映されたいわゆる動的バネの値は通常設計で用いられている文献¹⁾に設定された地盤反力係数にもとづくバネの値を含む範囲にあることが判明した。

5. あとがき：以上、限られたケーススタディではあるが、動的解析に用いるべき群ぐい基礎のくい頭バネについて、設計で用いられている地盤反力係数にもとづくバネに対する実際の挙動を合理的に評価しうる弾性波動論によるバネとの関係を明らかにすることができた。今後は他の条件の場合についても同様な解析を実施するとともに基礎ぐいを有する実橋に対する振動実験を行う機会を増加させ上記の関係のデータの蓄積を図ることが合理的な耐震設計の確立に有用と考えられる。

〈引用文献〉：1)道路橋示方書 IV. 下部構造編 昭和55年 日本道路協会 2)Takemiya, H. and Yukawa, Y. : Dynamic Analysis of Grouped Pile Foundation in Layered Soils, Earthq. Eng., Vol.3, No.1, 1986 3)竹宮他, 群杭基礎構造物の動的解析法とその動特性評価, 第42回土木学会年次学術講演会講演概要集 第I部門, 1987

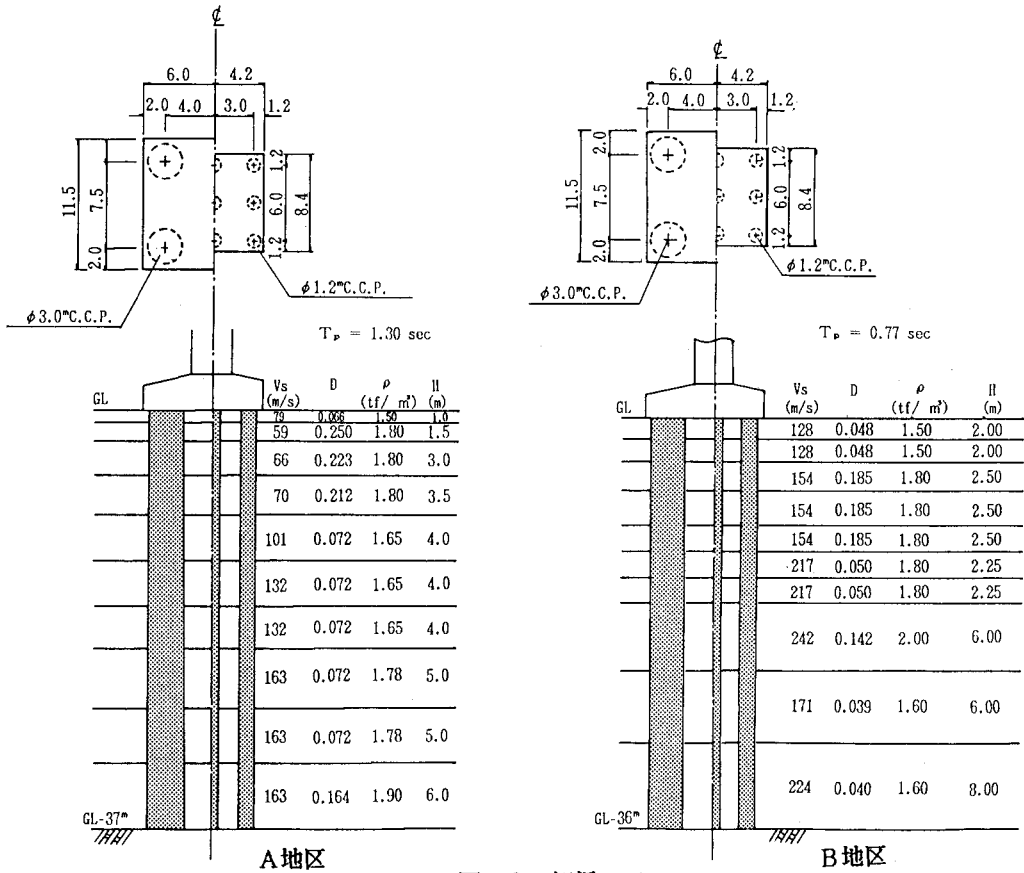


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

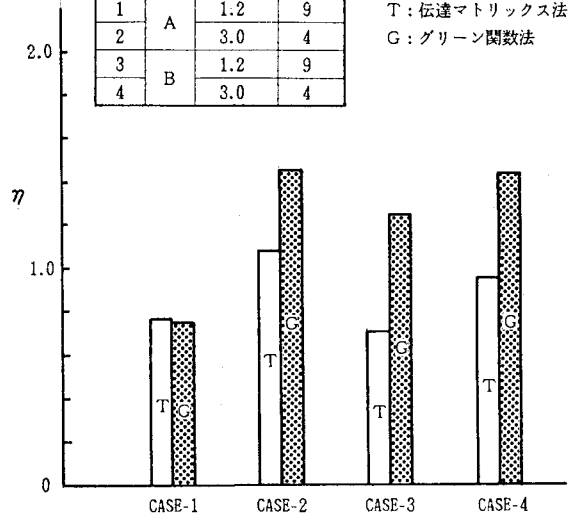
地盤	くい径	
	1.2m	3.0m
A地区	CASE-1	CASE-2
B地区	CASE-3	CASE-4

表-2 $(K)_D$, $(K)_s$ および η の算出結果

CASE	地区	くい径 (m)	解析理論	$(K)_D$	$(K)_s$	$\eta = \frac{(K)_D}{(K)_s}$
1	A	1.2	T	3.70×10^{-4}	4.78×10^{-4}	0.77
			G	3.60×10^{-4}		0.76
2	A	3.0	T	6.33×10^{-4}	5.91×10^{-4}	1.07
			G	8.56×10^{-4}		1.45
3	B	1.2	T	6.50×10^{-4}	9.32×10^{-4}	0.70
			G	11.5×10^{-4}		1.23
4	B	3.0	T	1.60×10^{-5}	1.71×10^{-5}	0.94
			G	2.45×10^{-5}		1.43

注 T: 伝達マトリックス法²⁾ G: グリーン関数法²⁾

CASE	地区	くい径 (m)	くい本数
1	A	1.2	9
2		3.0	4
3	B	1.2	9
4		3.0	4

T: 伝達マトリックス法
G: グリーン関数法

図-3 各ケースごとの η の値