

最近長大橋梁基礎として、多柱基礎が考えられている。本論文は多柱基礎を高次不静定構造物と考へ立体解析をしたものである。本論文の目的は多柱基礎の断面力や変形を求めることにより多柱基礎の経済的合理的設計のための有益な資料を与えることと、群杭の性状を明らかにすることである。またこの解析の結果から多柱基礎の立体的振動応答解析が可能となるであろう。

解析の理論

図-1のようなモデルを考える。ここで柱は図-2のような断面である。頂板は剛なものと変形をなしと仮定する。そうすると静定基本系は中心の柱のみが一本あり、ほかの柱のない状態で、いわゆるキノコ型の場合と見る。いま一本の柱に働く不静定力を座標軸方向に働く3つの力と座標軸の回りの3つのモーメントとで表わす。各柱に働く不静定力と外力との間に成立する仕事方程式は式(1)のようになる。

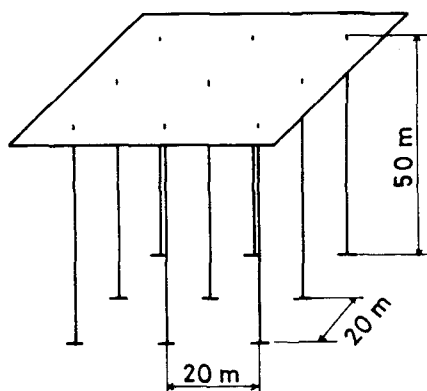


図-1

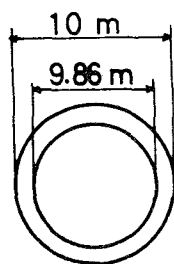


図-2

$$EI = 1.4 \times 10^5 \text{ kg cm}^2$$

$$EA = 1.12 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$GJ = 1.08 \times 10^5 \text{ kg cm}^2$$

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}^{11} X_{11} + \delta_{11}^{12} X_{12} + \delta_{11}^{13} X_{13} + \delta_{11}^{14} X_{14} + \delta_{11}^{15} X_{15} + \delta_{11}^{16} X_{16} + \dots &= -\delta_{110} P - \delta_{110} M, \\ \delta_{21}^{11} X_{11} + \delta_{21}^{12} X_{12} + \delta_{21}^{13} X_{13} + \delta_{21}^{14} X_{14} + \delta_{21}^{15} X_{15} + \delta_{21}^{16} X_{16} + \dots &= -\delta_{210} P - \delta_{210} M, \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

ここで

$$\delta = \int \frac{M_z \bar{M}_z}{EI} dy + \int \frac{M_y \bar{M}_y}{GJ} dy + \int \frac{M_z \bar{M}_z}{EI} dy + \int \frac{N \bar{N}}{EA} dy \dots (2)$$

とする。

ここで例を示せば、図-3
は第 m 番目の柱の不静定
力である。したがって
式(1) 中で δ_{i1}^{12} という
のは第1番目の柱の X_{11}
の力と第1番目の柱の X_{12}
の力との間に与えられる仕
事である。また δ_{110} とは
第1番目の柱の X_{11} の力と
外力との間に与えられる仕
事である。式(1)におい
て外力は簡単に P と M と
で表わされているが、く
わしく説明すると図-5の
ように3つの軸方向の力
と3つの軸方向の時計回
りのモーメントとになる
。

一般に図-3のような第
 m 番目の柱と図-4のよう
な第 n 番目の柱との間に
与えられる仕事方程式の係
数は表-1のようになる。またこの特別な場合として第 m 番目の柱自身の仕事方程式の係数は表-2
のようになる。

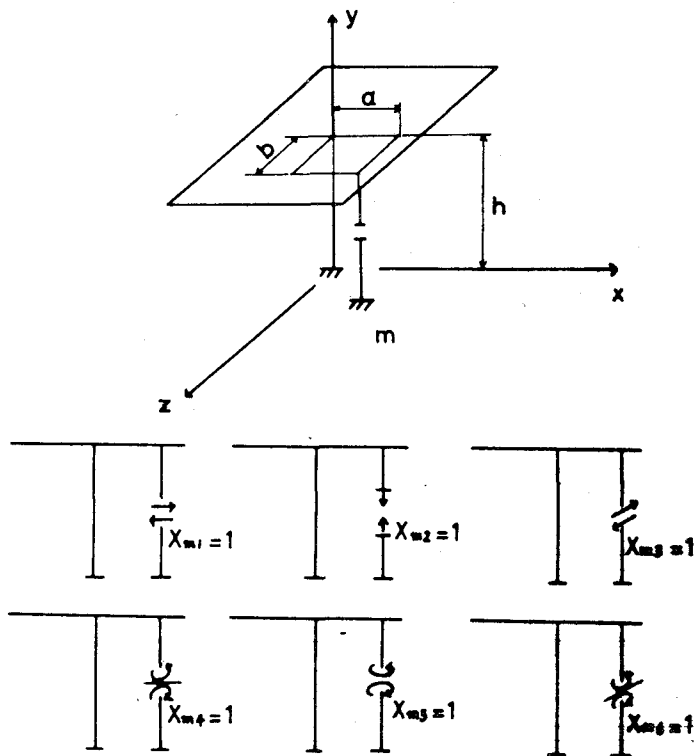


図-3

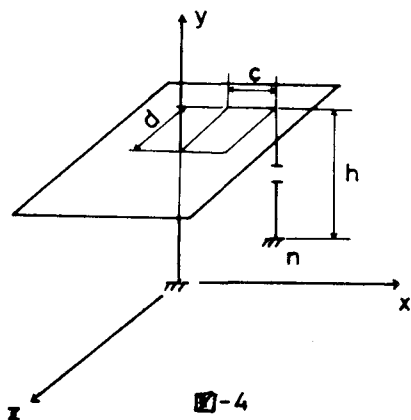


図-4

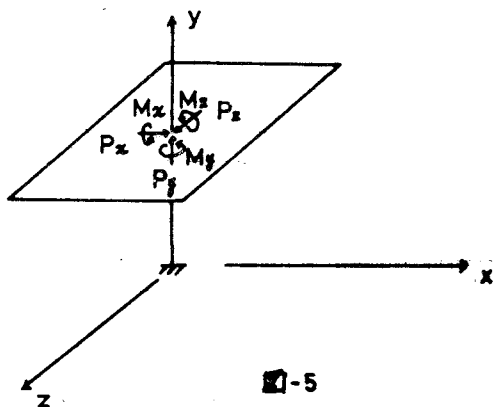


図-5

	m1	m2	m3	m4	m5	m6
n1	$\frac{bdh}{GJ} + \frac{h^3}{12EI}$		$\frac{adh}{GJ}$		$\frac{dh}{GJ}$	
n2		$\frac{bdh}{EI} + \frac{ach}{EI} + \frac{h}{EA}$		$\frac{dh}{EI}$		$-\frac{ch}{EI}$
n3	$\frac{bch}{GJ}$		$\frac{ach}{GJ} + \frac{h^3}{12EI}$		$\frac{ch}{GJ}$	
n4		$\frac{bh}{EI}$		$\frac{h}{EI}$		
n5	$\frac{bh}{GJ}$		$\frac{ah}{GJ}$		$\frac{h}{GJ}$	
n6		$-\frac{ah}{EI}$				$\frac{h}{EI}$

表-1

	m1	m2	m3	m4	m5	m6
e1	$\frac{b^3h}{GJ} + \frac{h^3}{6EI}$		$\frac{abh}{GJ}$		$\frac{bh}{GJ}$	
e2		$\frac{b^2h}{EI} + \frac{d^2h}{EI} + \frac{2h}{EA}$		$\frac{bh}{EI}$		$-\frac{ah}{EI}$
e3	$\frac{abh}{EI}$		$\frac{d^2h}{GJ} + \frac{h^3}{6EI}$		$\frac{ah}{GJ}$	
e4		$\frac{bh}{EI}$		$\frac{2h}{EI}$		
e5	$\frac{bh}{GJ}$		$\frac{ah}{GJ}$		$\frac{2h}{GJ}$	
e6		$-\frac{ah}{EI}$				$\frac{2h}{EI}$

表-2

さらに第 m 番目の柱と外力との間に与えられる仕事は表-3 のようになる。したがって式(1)の係数はすべて定められたから式(1)は X_{mj} について解くことができる。この解はすなわち柱の断面力である。

X_{m1} は第 m 番目の柱の x 方向のせん断力である。

X_{m2} は第 m 番目の柱の軸力である。

X_{m3} は第 m 番目の柱の z 方向のせん断力である。

X_{m4} は第 m 番目の柱の x 軸の回りの曲げモーメントである。

X_{m5} は第 m 番目の柱の z 軸の回りの曲げモーメントである。

X_{m6} は第 m 番目の柱の z 軸の回りの曲げモーメントである。

計算例

計算例として図-6のような柱の配置の場合について計算した。もちろん本論文の理論は一般的柱の配置について考えているので、柱の任意の配置について適用できる。

終りに本論文の研究をすすめるにあたって北海道大学工学部渡辺昇教授に非常にお世話になったことを感謝いたします。

	P_x	P_y	P_z	M_x	M_y	M_z
$m10$	$\frac{h^3}{12EI}$				$\frac{bh}{GJ}$	
$m20$	$\frac{ah^2}{2EI}$	$-\frac{h}{EA}$	$\frac{bh^2}{2EI}$	$\frac{bh}{EI}$		$-\frac{ah}{EI}$
$m30$			$-\frac{h^3}{12EI}$		$\frac{ah}{GJ}$	
$m40$			$\frac{h^2}{2EI}$	$\frac{h}{EI}$		
$m50$					$\frac{h}{GJ}$	
$m60$	$-\frac{h^2}{2EI}$					$\frac{h}{EI}$

表-3

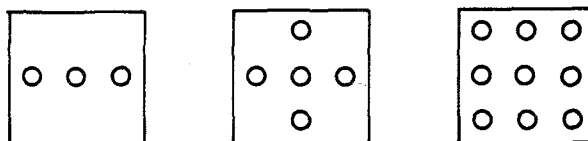


図-6