

せん断変形を考慮した多柱基礎の立体解析

岩手大学工学部 正 員 宮本 裕
同 学生員 〇 荒井 英夫
同 学生員 福島 繁

1. まえがき

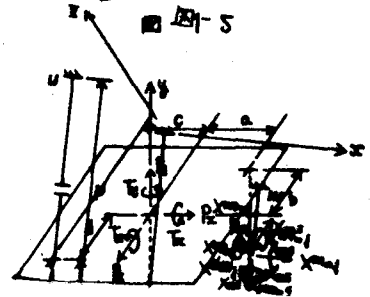
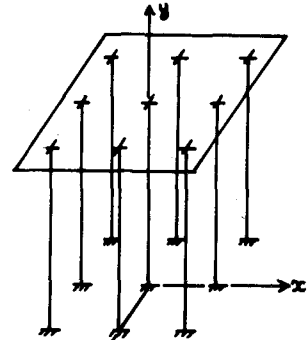
海洋構造物として多柱基礎形式が考えられるが、高次不静定構造でしかも剛体基礎にくらべると、いわゆる柔構造であり設計上剛性が小さくなる傾向があるので安定性と構造耐力について立体解析をしなければならぬ。ここでは従来考慮しなかったせん断変形をも考慮して立体解析をした。その解析方法として、剛性マトリックスを用いた変形法に依って電子計算を行ってもよいが、電子計算においては数値解しか得られない。そこで本論文では、た力法に依って仕事連立方程式を解き、代数式による解式を導いて、この多柱基礎の構造特性を理論式として考察することを試みた。

2. 解析方法

解析する多柱基礎は図-1のように9本柱で、柱頭は $EI = \infty$ の板に、下端は地盤に剛結されるものとする。静定基本系として中心柱1本をとり、他の8本の柱にはそれぞれ x, y, z 方向に力と回転モーメントから成る6箇の不静定力を導入して、各柱に働く不静定力と外力による仕事方程式を導くと(1)式になる。

図-2に第 m 番目の柱の不静定力 X と外力 P, T の状態を示す。したがって、(1)式で δ_{11}^{12} とは、第1番目の柱の不静定力 X_{11} と第1番目の柱の不静定力 X_{12} とでなる仕事である。また δ_{110} とは、第1番目の柱の不静定力 X_{11} と外力 P とでなる仕事を意味する。

一般に、第 m 番目の柱と第 n 番目の柱との間でなる仕事方程式の係数は表-1 のようになる。さらに、第 m 番目の柱と外力との間でなる仕事は表-2 となる。



$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}^{11} X_{11} + \delta_{11}^{12} X_{12} + \delta_{11}^{13} X_{13} + \delta_{11}^{14} X_{14} + \delta_{11}^{15} X_{15} + \delta_{11}^{16} X_{16} + \dots &= -\delta_{110} P - \delta_{110} T \\ \delta_{12}^{11} X_{11} + \delta_{12}^{12} X_{12} + \delta_{12}^{13} X_{13} + \delta_{12}^{14} X_{14} + \delta_{12}^{15} X_{15} + \delta_{12}^{16} X_{16} + \dots &= -\delta_{120} P - \delta_{120} T \\ &\vdots \\ \delta_{21}^{11} X_{11} + \delta_{21}^{12} X_{12} + \delta_{21}^{13} X_{13} + \delta_{21}^{14} X_{14} + \delta_{21}^{15} X_{15} + \delta_{21}^{16} X_{16} + \dots &= -\delta_{210} P - \delta_{210} T \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

そこで、

$$\delta = \int \frac{M_1 \bar{M}_1}{EI} dy + \int \frac{M_2 \bar{M}_2}{EI} dy + \int \frac{M_3 \bar{M}_3}{EI} dy + \int \frac{N \bar{N}}{EA} dy + k \int \frac{Q_1 \bar{Q}_1}{GA} dy + k \int \frac{Q_2 \bar{Q}_2}{GA} dy$$

とする。

表 - 1

	n 1	n 2	n 3	n 4	n 5	n 6
m 1	$\frac{bdh}{GJ} + \frac{h^3}{12EI} + \frac{kh^*}{GA}$		$-\frac{bch}{GJ}$		$\frac{bh}{GJ}$	
m 2		$\frac{bdh}{EI} + \frac{ach}{EI} + \frac{h^*}{EA}$		$-\frac{bh}{EI}$		$\frac{ah}{EI}$
m 3	$-\frac{adh}{GJ}$		$\frac{ach}{GJ} + \frac{h^3}{12EI} + \frac{kh^*}{GA}$		$-\frac{ah}{GJ}$	
m 4		$-\frac{dh}{EI}$		$\frac{h^*}{EI}$		
m 5	$\frac{dh}{GJ}$		$-\frac{ch}{GJ}$		$\frac{h^*}{GJ}$	
m 6		$\frac{ch}{EI}$				$\frac{h^*}{EI}$

ただし m=n のときは * のついた項の h^3 , h を 2 倍する。

表 - 2

	P_x	P_y	P_z	T_x	T_y	T_z
m10	$-\frac{h^3}{12EI} - \frac{kh}{GA}$				$\frac{bh}{GJ}$	
m20	$\frac{ah^3}{2EI}$	$-\frac{h}{EA}$	$\frac{bh^3}{2EI}$	$\frac{bh}{EI}$		$-\frac{ah}{EI}$
m30			$-\frac{h^3}{12EI} - \frac{kh}{GA}$		$\frac{ah}{GJ}$	
m40			$-\frac{h^3}{2EI}$	$-\frac{h}{EI}$		
m50					$-\frac{h}{GJ}$	
m60	$\frac{h^3}{2EI}$					$-\frac{h}{EI}$

3. 多柱基礎の構造特性

仕事連立方程式を直接解いて得た代数式による解式を用いて多柱基礎の構造特性を考察する。まず、これによって得られる断面力図を図-3に示す。つぎに、特性を調べるために(2)式で表される $K_1 \sim K_7$ の係数を導入して、これらの係数の性状を明らかにするといふ。これについては講演の機会に発表する。

$$\left. \begin{aligned}
 K_1 &= \frac{aku}{2(6au+9k^2)} \\
 K_2 &= \frac{k(6au+18k^2)}{18(6au+9k^2)} \\
 K_3 &= \frac{au}{(6au+9k^2)} \\
 K_4 &= \frac{k^2}{(6au+9k^2)} \\
 K_5 &= \frac{12aw}{(9k^2vw+44aw+108k^2kv)} \\
 K_6 &= \frac{k^2vw+12k^2kv}{(9k^2vw+44aw+108k^2kv)} \\
 K_7 &= \frac{12akw}{2(9k^2vw+44aw+108k^2kv)}
 \end{aligned} \right\} (2)$$

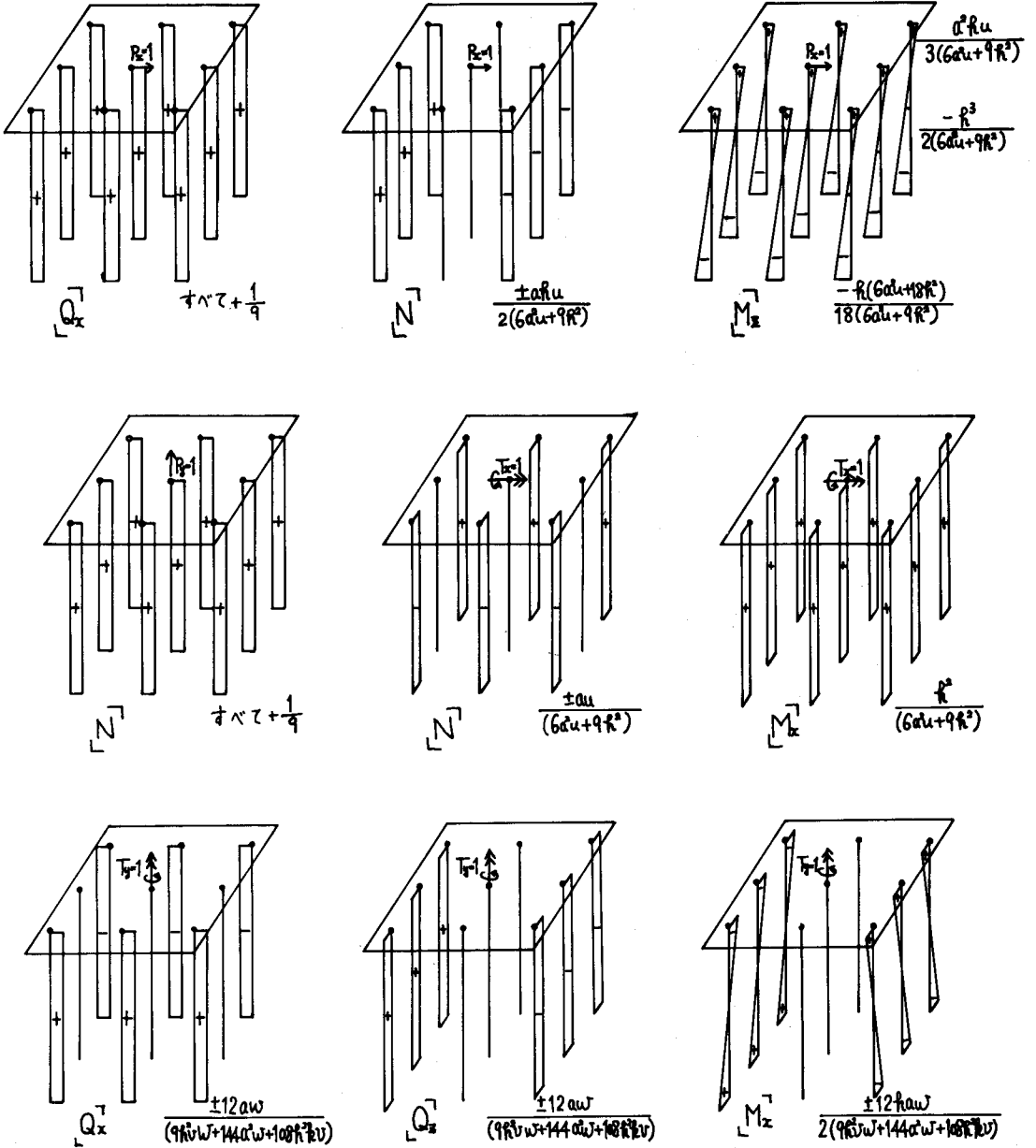


図 - 3

4. あとがき

以上のように、任意本数の多柱基礎の各柱の応力を求める理論式が得られたので、例えば、本州四国連絡橋の多柱基礎の各柱の応力解析と柱の長さ、太さなどいろいろ変えた場合の多柱基礎の構造特性を検討することができるようになった。終りに、本研究をすすめるに際し、北大工学部 渡辺昇敬教授に非常に世話になったことを感謝する。