

東洋技研工業株式会社(株) 正会員 島田 功

建設省 土木研究所 正会員 足立義雄

1. まえがき：その 1 では、橋梁等の基礎構造に用いられる、杭基礎、鋼管矢板基礎、ケーソン基礎等を一つの体系で取り扱うことを考え、図-1 に示すように各要素が互いにバネで結合されるとともに地盤バネで支持されたモデルを対象に、解式と若干の数値計算例を示した<sup>1)</sup>。一般の杭基礎は要素を結合するバネが省略される場合で、ケーソン基礎は結合バネの値を無限大にした場合に相当する。鋼管矢板基礎はその中間に位置づけられるであろう。本報告は、要素数、剛度、地盤バネ、結合バネをパラメータにして数値計算を行ない、水平力とモーメントを受ける場合の頭部変位や断面力について検討したものである。

2. 解法の概要：棒要素(i) の微小部分の釣合(図-2) より次の基礎式を得る。

$$EA_i \frac{d^2 u_i}{dx^2} = T_i^R - T_i^L, \quad EI_i \frac{d^4 v_i}{dx^4} = -V_i + \frac{EI_i}{GA_i} \frac{d^2 v_i}{dx^2} + \frac{h_i}{2} \frac{d}{dx} (T_i^R + T_i^L) \quad \text{---(1)}$$

ここに、 $V_i, T_i^R, T_i^L$  は地盤バネ作用力および部材間の変位差による結合バネ作用力である。水平力を受ける場合とか、結合バネがある場合は、せん断変形が無視出来なくなること考えられるため、チモシェンコばり理論によるせん断変形も考慮した(式(1-2)の右辺第2項)。

式(1)の解は、右辺を荷重項のように扱い次のように得られる。

$$u_i = \bar{C}_{i1} + \bar{C}_{i2}x + \frac{1}{2EA_i} (T_{i0}^R - T_{i0}^L)x^2 - \frac{1}{EA_i} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\alpha_m^2} (T_{im}^R - T_{im}^L) \cos \alpha_m x$$

$$v_i = C_{i1} + C_{i2}x + C_{i3}x^2 + C_{i4}x^3 - \frac{1}{EI_i} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{\alpha_m^2} \left\{ \left( 1 + \frac{EI_i}{GA_i} \alpha_m^2 \right) V_{im} + \frac{h_i}{2} \alpha_m (T_{im}^R + T_{im}^L) \right\} \sin \alpha_m x \quad \text{---(2)}$$

$$\text{ここに、} \alpha_m = \frac{mn\pi}{L}, \quad T_i^R \text{ or } T_i^L = T_{i0}^R \text{ or } T_{i0}^L + \sum_{m=1}^{\infty} T_{im}^R \text{ or } T_{im}^L \cos \alpha_m x, \quad V_i = \sum_{m=1}^{\infty} V_{im} \sin \alpha_m x$$

バネ作用力には隣接する要素の変位も含まれるが、 $V_i, T_i^R, T_i^L$  を式(2)のように級数表示しておけば、級数の係数は式(2)の代数式の項も級数展開し、いわゆる調和解析によって、積分定数( $C_{i1} \dots C_{i4}$ )で表される。積分定数は境界条件により定められる。

### 3. 計算結果：

(1) 結合バネがない場合：図-3のモデルで、要素数、剛度、地盤バネを変化させた場合の結果を、図-4、5

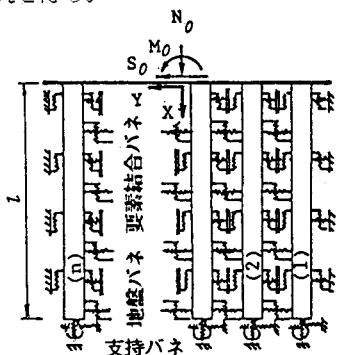


図-1

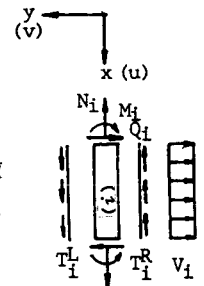


図-2

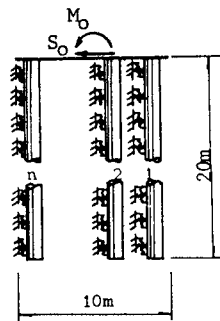
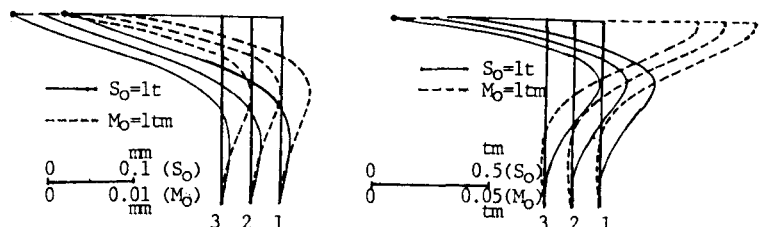


図-3 計算モデル

図-4 軸方向の分布( $n=3, \phi=0.8m, k^{\circ}=0.5kg/cm^2$ )

1) 足立、島田：構造要素間の相互作用を考慮した基礎構造の解析、第41回年次大会概要I、昭和61年11月。

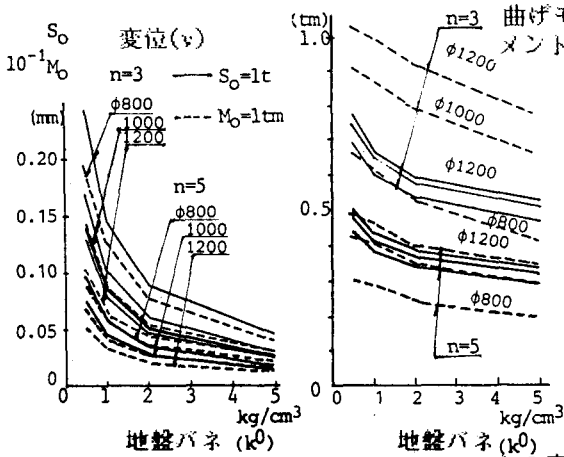


図-5(a) 頭部の変位および曲げモーメントの変化

に示した。地盤バネが大きくなると、変位、曲げモーメントとも小さくなるが、要素側面のせん断バネの効果を無視すると、モーメント( $M_0$ )の作用のもとで曲げモーメントが大きくなる。表-1には、せん断変形の影響を示した。

表-1 せん断変形の影響

|                                       | 考慮     | 無視     |
|---------------------------------------|--------|--------|
| 頭部変位 (mm)                             | 0.256  | 0.254  |
| 頭部曲げモーメント (tm)                        | 0.0498 | 0.0482 |
| 上段: $k^n=0.5$ , 下段: $k^n=5$ $kg/cm^2$ | 0.704  | 0.706  |
|                                       | 0.489  | 0.492  |

ただし、 $n=3$ ,  $\phi=800$ ,  $S_0=1t$   
上段:  $k^n=0.5$ , 下段:  $k^n=5$   $kg/cm^2$

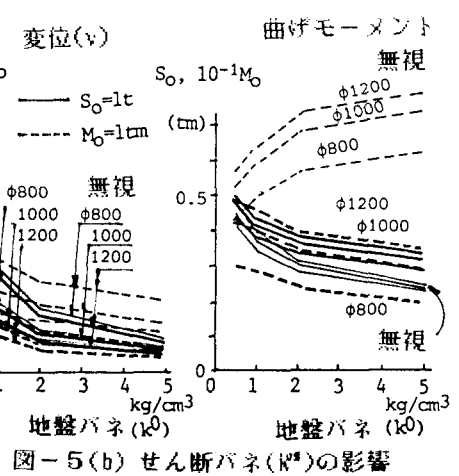


図-5(b) せん断バネ( $k^n$ )の影響

(2) 結合バネがある場合:

要素数( $n$ )が7の

図-6に示すモデルで、剛度、結合バネ、地盤バネを変化させた場合の結果を図-7、8に示す。なお、このモデルは要素(7)で地盤バネに支持され、結合バネで力が伝達されるものである。

水平力( $S_0$ )の作用のもとでは曲げモーメントが、モーメント( $M_0$ )の作用のもとでは軸力が、地盤バネで支持される要素(7)で卓越する。したがって、これらの断面力は結合バネの影響が小さいようである。

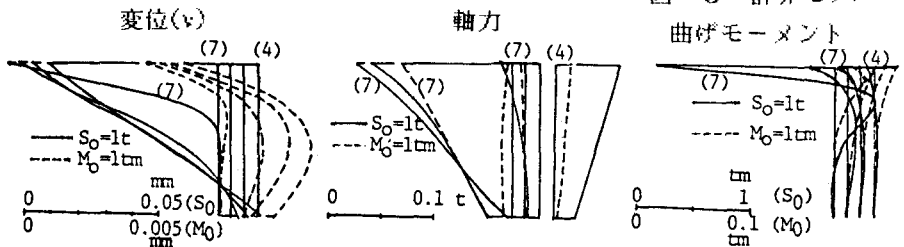


図-7 軸方向の分布 ( $\phi=1.0m$ ,  $k^n=1.0kg/cm^2$ ,  $k^z=0.5kg/cm^2$ )

図-6 計算モデル

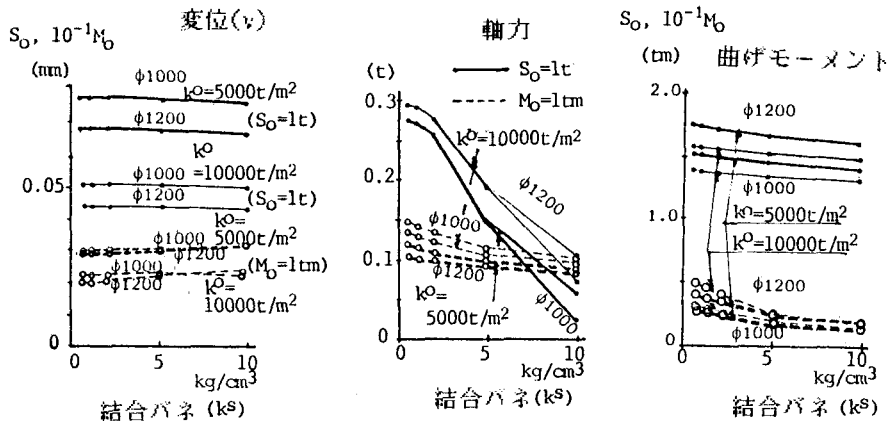


図-8 頭部の変位および曲げモーメントの変化(要素(7))