

1. まえがき

矢板式基礎の計算法として群杭的なモデルにとらえた場合の計算式の誘導について、昨年の大会で報告した。この式の特徴は基礎の根入部を部杭の集合体としてとらえ、集合体の全体的な曲げモーメント M_g と、全体の部杭モーメント M_p とにモーメントを分けて考えることにある。そのために部杭 i の断面力 (N_i, m_i, Q_i) に対し集合体全体の断面力 (N, M_g, M_p, Q) を定義して、断面力の釣合条件式を集合体中心線の変位関数 ($w_0, \varphi, \theta_0, u_0$) で表したものが連立微分方程式となり、これを群杭的なモデルの基本釣合方程式とした。そしてこの基本方程式の一般解と積分定数間の釣合条件式を求めた。この計算式は地盤反力係数を工夫して用いることにより、矢板式基礎はもとより、杭基礎及び多柱式基礎に対しても、モデルの共通性から共通して使用できるものとみられる。

今回は矢板式基礎の特徴である隣接する矢板間の継手処理の効果を考慮するための便宜的な方法について考察を行った。以下で使用する記号について説明を省いたものについては前報告(第35回年次大会概要集III-206, pp. 410~411)を参照して下さい。

2. 継手処理効果のモデル化

継手処理の効果を単純化して、継手が滑り始めようとする時の摩擦抵抗力を、部杭間に分布する抵抗せん断力とみなして、部杭 i についての微小要素に働く外力を図-6のように考える。この要素の釣合式は次のように表せる。

$$N_i' = \tau_i b_i - \tau_{i+1} b_{i+1}, \quad m_i' = Q_i - \frac{1}{2}(\tau_i b_i + \tau_{i+1} b_{i+1}) d_i, \quad Q_i' = 0 \quad (19)$$

ここに、 τ は抵抗せん断力密度、 b はその分布幅である。次に部杭が n 本重なりの場合について考える。図-7にその要素モデルを示す。これについて全体の断面力 (N, M_g, M_p, Q) についての釣合を考える。最外縁の $\tau_i b_i = \tau_{i+n} b_{i+n} = 0$ があるので、

$$\left. \begin{aligned} N' &= 0, \quad M_g' = \sum_{i=1}^n x_i (\tau_i b_i - \tau_{i+1} b_{i+1}) = f_1, \\ M_p' &= Q - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n d_i (\tau_i b_i + \tau_{i+1} b_{i+1}) = Q - f_2, \quad Q' = 0 \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

となる。ここで単純化のために部杭はすべて等しく、部杭間に働くてはすべて等しいと仮定する。すると上式の f_1 と f_2 は等しくなり、これを f とすると次のようになる。

$$f = k \cdot \tau b \cdot (D - d) \quad (21)$$

ここに、 k は矢板配列の形状により決まる係数であり、直列のとき1、円形では2で荷重方向の隔壁数により増加する。 d は部杭間距離、 $(D-d)$ は最遠部杭の中心間距離である。

3. 釣合式と特殊解

式(21)を考慮して式(20)を整理し、さらに水平地盤反力 g が作用するものとして式(20)を整理すると次式になる。

$$N' = 0, \quad M_g' = f, \quad M_p' - Q = -f, \quad Q' - g = 0 \quad (22)$$

上式の断面力を全体中心線の変位関数 ($w_0, \varphi, \theta_0, u_0$) で表したものが、釣合方程式となる。そこで $f=0$ とした場合の一般解については、前報告で既に求めてある。ここでは f について最も単純な定数とした場合についての特殊解を求める。 w_0 については他と独立しており関係が及ばないので、 φ, θ_0, u_0 に対する特殊解を $\varphi_p, \theta_{0p}, u_{0p}$ とおくとき次のようになる。

$$(a) \text{ 気中構造体の場合} \quad \varphi_p = -\frac{f}{2EI_g} z^2, \quad \theta_{0p} = \frac{f}{2E} \left(\frac{1}{I_p} + \frac{1}{I_g} \right) z^2, \quad u_{0p} = \frac{f}{6EI_p} z^3 \quad (23)$$

$$(b) \text{ 土中構造体の場合} \quad \varphi_p = -\frac{f}{2EI_g} z^2, \quad \theta_{0p} = \frac{f}{2EI_g} z^2 - \frac{f}{GA_g}, \quad u_{0p} = 0 \quad (24)$$

4. 計算例及び考察

模型体による載荷実験¹⁾を行っており、その模型体を対象として計算した例を図-8、9に示す。模型の縮尺は $1/27$ で、直径 1596mm 、長さ 1573mm でその内の頂版コンクリートの厚さは 229mm 。鋼管矢板は径 59mm 、肉厚 9mm 、継手管は径 8mm 、肉厚 0.8mm で丁型の外壁に68本、中の十字型隔壁に41本の矢板を使用している。

計算に当っては模型体の人工地盤の土質調査結果から地盤反力係数を推定したが、水平地盤反力係数 H に対しては中詰土砂の抵抗を考慮する意味で、隔壁及び背面側の矢板も地盤反力を受けるとして $3\text{KN}(\alpha=3)$ とし、鉛直地盤反力係数 K_v に対しては矢板本管1本の円塞断面積に対する地盤反力係数を用いた。また継手管部分の抵抗値としては模型体の製作の難さを考慮して、 $\tau=2.49\text{kg/cm}^2$ と仮定し、 $\tau b=5\text{kg/cm}$ の場合とこれを無視した場合の2ケースの試算をした。

図-8の(a)図は矢板根入部の変位(U_0)であり、(b)図は $U_0=U_M+U_{MO}+U_A$ の変位成分の U_M (全体曲げ変位及び回転変位)と、 U_{MO} (部載曲げ変位)の相対変位量をバネ中心深さ z の点の変位を0として図示したものである。なお U_A (せん断変位)は値が小さいので省いた。 τ の分布は本来複雑なものだが、 $\theta_{MO}(U_{MO})$ の角度の正負が根入部のほぼ中央で反転しているため、ここでは大胆に根入の中央で τ の作用方向を反転させて計算した。この結果から変位に対しては、 τ の影響はあまり大きくないといえる。

図-9は前面側矢板の応力度分布について、実験値及び他の計算値と比較したものである。実験値の特徴は矢板頭部の頂版との固定部で著しい固定モーメントが発生し、矢板の応力度の正負が根入の途中で逆転していることと、矢板頭部の内側の圧縮応力度が最大値を示していることである。現行計算法では固定モーメントが発生する現象は考えられていないのであるが、応力度の絶対値は実験値をカバーしている。これに対し本計算法やくい計算法(変形法)は実験値の傾向とよく合っている。本計算法はくい計算法がくい頭部での釣合から計算されているのに対し、根入部の変位成分の影響を考えているため、より合理的なものとなっている。またその効果については応力度に対しては変位に対するものより大きな影響が生じている。しかし、厳密に考えただけではないが、継手処理の効果については基礎工としての実用的な精度から考えると、これを無視して取扱ってよいのではないかと思われる。

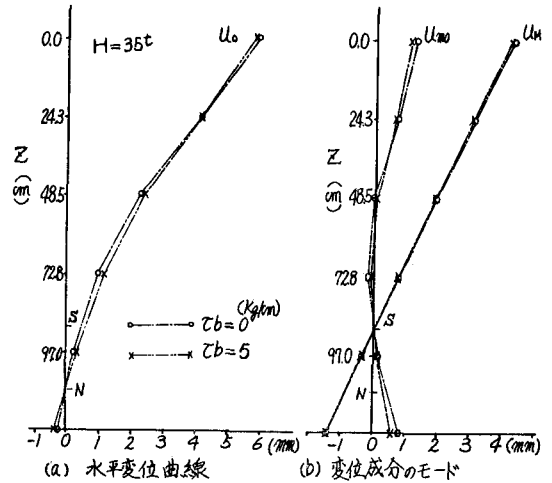


図-8 矢板の変位曲線

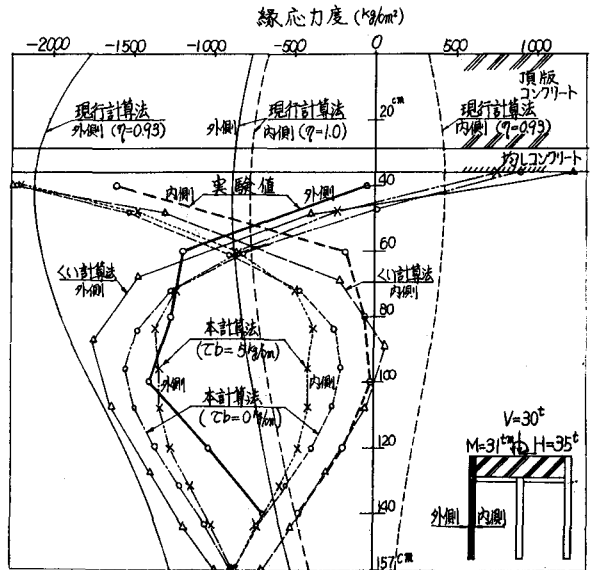


図-9 前面矢板の応力度分布

参考文献 1) 佐戸地; 矢板式基礎の構造特性に関する模型実験, 橋梁と基礎 10-5, 1976, PP.27~33

訂正 前報告(第35回年次大会概要集Ⅲ-206)PP.411, ④上より2行目: 軸力 $\alpha \times M_i \rightarrow$ 軸力 $\alpha \times M_g$

②式(7)の下側中央: $\theta - \frac{\partial \delta}{\partial z} \rightarrow \theta - \frac{\partial \delta}{\partial z}$

③式(9)の末尾: $I_p = \sum_i I_p \rightarrow I_p = \sum_i I_i$