

### 3.4 杭頭固定度評価法

(1) 杭頭接合部の曲げモーメントー回転角関係式の評価法

1) 杭頭接合部構造性能モデル化

杭頭回転特性は、図 3. 4. 1 に示す杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係により評価する。

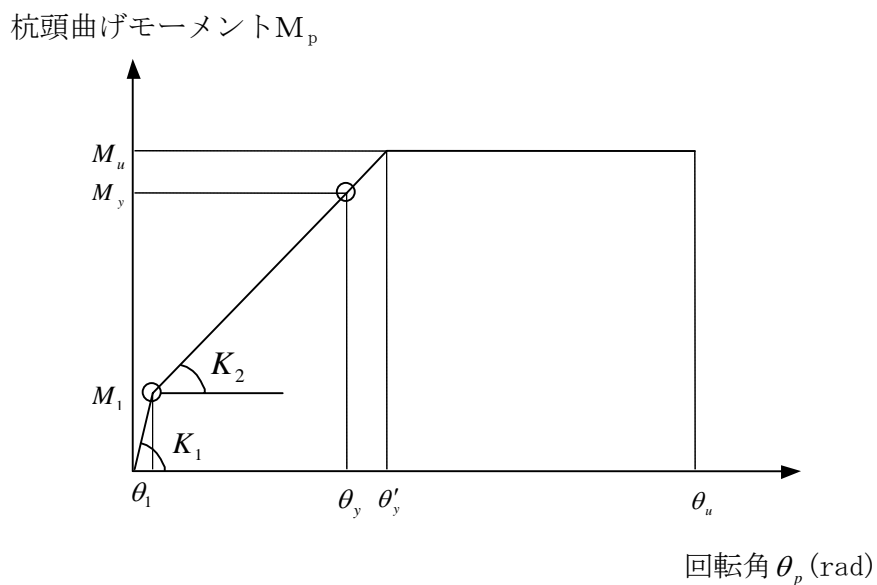


図 3. 4. 1 杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係

ここに、 $K_1$  : 杭頭接合部の等価初期回転剛性

$K_2$  : 杭頭接合部の 2 次回転剛性

$M_1$  : 離間時曲げモーメント

$M_y$  : 降伏時曲げモーメント

$M_u$  : 終局時曲げモーメント

$\theta_1$  : 離間時回転角

$\theta_y$  : 降伏時回転角

$\theta_y'$  : 終局時回転角

$\theta_u$  : 限界回転角 (=0.04rad.)

2) 設定値の算出法

a. 杭頭接合部の等価初期回転剛性  $K_1$

杭頭接合部の等価初期回転剛性  $K_1$  は下式により算定する。

$$K_1 = K_e = \frac{1}{1/K_p + 1/K_c + 1/K_b} \quad \dots \dots \dots 3.4.1$$

ここに、 $K_e$  : 初期回転剛性 (kN・m/rad)

$K_p$  : 杭体部分の回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_p = \frac{E_p \cdot I_p}{H_p}$$

$E_p$  : 杭体のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_p$  : 杭体の断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 但し、絞り部ありの場合には、絞り部断面を杭径とみなす。

$H_p$  : 杭体とPCリングの重なり長さ (m)

$K_c$  : PCリング内コンクリートの回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_c = \frac{E_c \cdot I_c}{H_c}$$

$E_c$  : パイルキャップコンクリートのヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_c$  : PCリング内側コンクリートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 絞り有無にかかわらず、杭径断面とする。

$H_c$  : 杭頭接合面からPCリング上端までの長さ (m)

$K_b$  : パイルキャップ部分の回転剛性 (kN・m/rad)

$$K_b = \frac{E_b \cdot I_b}{H_b}$$

$E_b$  : パイルキャップコンクリートのヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_b$  : 仮想円柱のコンクリートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

注) 絞り有無にかかわらず、PCリング内径とする。

$H_b$  : 仮想円柱の高さ (=杭径D/2) (m)

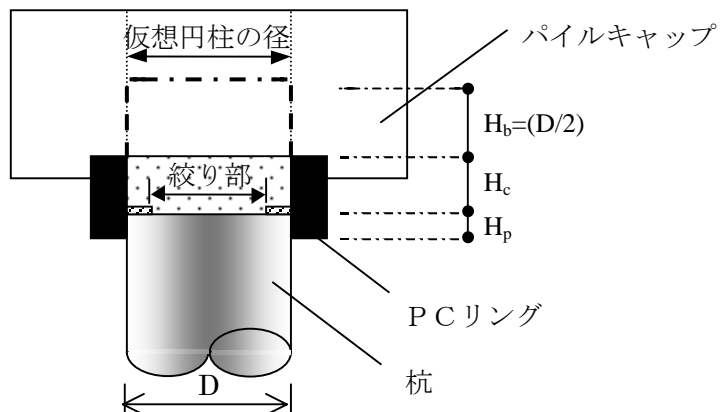
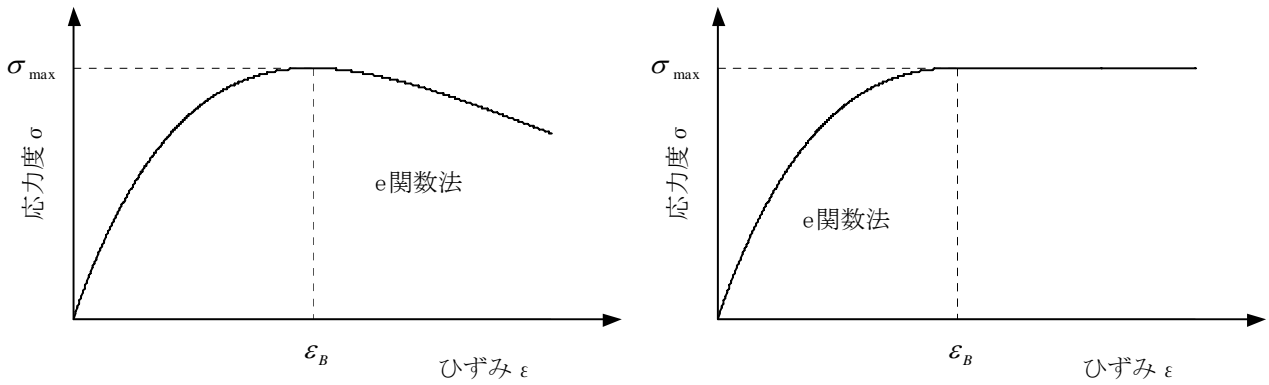


図 3.4.2 高さ等に関する記号



$F_c$  : コンクリートの設計基準強度で杭体、モルタル、パイルキャップの設計基準強度のうち、最小の値とする。

$\nu$  : 絞り係数



(a) 絞り部外

(b) 絞り部

図 3.4.3 コンクリートの応力度－ひずみ関係

⑧引張定着筋の応力度  $\sigma$  とひずみ  $\varepsilon$  の関係は下式とする。

- $\varepsilon < -\varepsilon_y$  :  $\sigma = -\sigma_y$
- $-\varepsilon_y < \varepsilon \leq \varepsilon_y$  :  $\sigma = E_s \cdot \varepsilon$
- $\varepsilon_y < \varepsilon$  :  $\sigma = \sigma_y$

ここに、 $\sigma_y$  : 引張定着筋降伏点強度

$\varepsilon_y$  : 引張定着筋降伏時ひずみ ( $= \sigma_y / E_s$ )

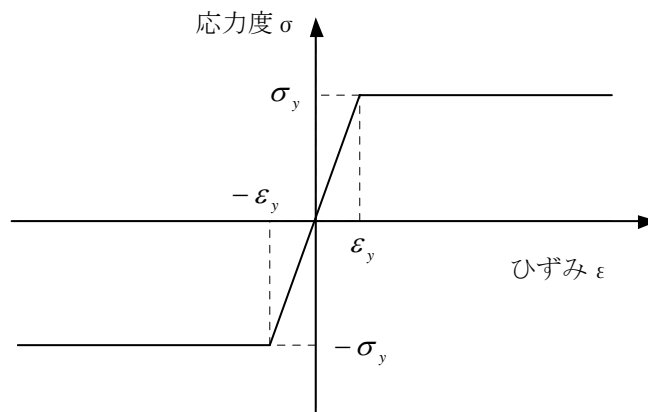


図 3.4.4 引張定着筋の応力度－ひずみ関係

d. 降伏時回転角  $\theta_y$

降伏時回転角  $\theta_y$  は下式により算定する。

$$\theta_y = \int_0^D \phi_y \cdot dx = \phi_y \cdot D \quad \dots \dots \dots 3.4.3$$

ここに、 $\phi_y$  : 前項 c. で算定される  $M_y$  時曲率

$D$  : 杭径

ただし、杭頭接合部に絞り部がある場合には、杭径を絞り部径とみなす。

### 3) 杭頭固定度の算定

水平地盤反力係数  $k_h$  が一定の地盤にある長い杭を想定すると、杭頭曲げモーメント  $M_p$  と杭頭回転角  $\theta_p$  はそれぞれ次式で算定できる。

$$M_p = \frac{Q_p}{2 \cdot \beta} \cdot \alpha \quad \dots \dots \dots 3.4.4$$

$$\theta_p = \frac{Q_p}{2 \cdot E_p \cdot I_p \cdot \beta^2} \cdot (1 - \alpha) \quad \dots \dots \dots 3.4.5$$

ここに、 $\alpha$  : 固定度

$Q_p$  : 杭頭せん断力

$\beta$  : 杭の特性値

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \cdot B}{4 \cdot E_p \cdot I_p}}$$

$B$  : 杭径

$E_p$  : 杭体のヤング係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$I_p$  : 杭体の断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)

さらに、等価剛性  $K_e$  は(3.4.6)式で表され、上記の(3.4.4)式および(3.4.5)式の関係から固定度  $\alpha$  は(3.4.7)式となる。

$$K_e = \frac{M_p}{\theta_p} \quad \dots \dots \dots 3.4.6$$

$$\alpha = \frac{K_e}{E_p \cdot I_p \cdot \beta + K_e} \quad \dots \dots \dots 3.4.7$$

また、等価剛性  $K_e$  は、図 3.4.1 に示すようなトリリニアに置換した杭頭曲げモーメント  $M_p$  と回転角  $\theta_p$  の関係から以下となる。

$$\cdot 0 < \theta \leq \theta_1 \quad : K_e = K_1 \quad \dots \dots \dots 3.4.8$$

$$\cdot \theta_1 < \theta \leq \theta'_y \quad : K_e = (K_1 - K_2) \cdot \frac{\theta_1}{\theta} + K_2 \quad \dots \dots \dots 3.4.9$$

$$\cdot \theta'_y < \theta \quad : K_e = (K_1 - K_2) \cdot \frac{\theta_1}{\theta} + K_2 \cdot \frac{\theta'_y}{\theta} \quad \dots \dots \dots 3.4.10$$

(2) 杭頭接合部の曲げ耐力の算定法

短期許容曲げモーメント  $M_a$  は、降伏時曲げモーメント  $M_y$  算定に用いたモーメントー曲率関係において、以下の条件に達した時点の曲げモーメント①、②のうち、小さい方の値とする。ただし、引張定着筋を配置しない場合には、以下の②の条件に達したときの値とする。

①最外縁の引張定着筋が降伏するとき

②圧縮縁コンクリートが短期許容圧縮応力度 ( $2/3 \times F_c$ ) に達したとき

以上により、杭頭接合部応力が引張を含む軸力・曲げ許容応力度内にあることを検定する。なお、せん断力については、全て P C リング (BCJ 評定-FD0060-01) が負担するものとする。