

場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その7 杭頭主筋算定用曲げモーメント

正会員○吉川 清峰 (飛島建設) 同 秦 雅史 (奥村組)
同 青山 隆行 (三井住友建設) 同 新井 寿昭 (西松建設)
同 堀越 章仁 (松井建設) 同 吉松 敏行 (鹿島建設)

1. はじめに
杭頭曲げモーメントに低減率を乗じることによって評価する杭体（引張定着筋下端）の断面算定用曲げモーメントについて述べる。

2. 杭頭の固定度が α の杭の曲げモーメント
無次元化した曲げモーメント M'

$$M' = \frac{\beta}{Q} M = \frac{1}{2} e^{-\beta x} \{ \alpha \cos \beta x - (2 - \alpha) \sin \beta x \} \quad (2)$$

杭頭曲げモーメント M'_0

$$M'_0 = \frac{\beta}{Q} M_0 = \frac{1}{2} \alpha \quad (3)$$

3. 断面算定位置での曲げモーメント

杭頭主筋の断面算定位置は、杭頭からの深さ x_1 にある引張定着筋下端（図1）とする。 x_1 は本工法標準仕様の最小値である700mmとする。

杭は β の異なる3種類の杭を想定した（表1）。

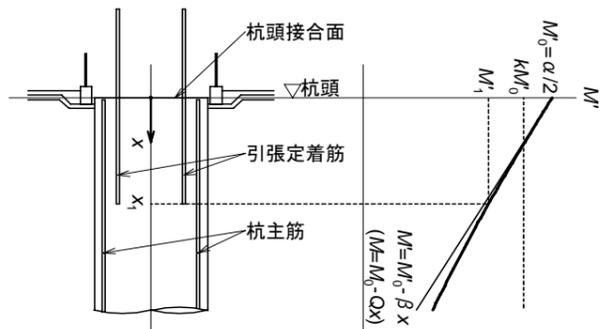


図1 杭頭の模式図と曲げモーメント図

表1 想定した杭及び地盤の諸元

杭	A	B	C
径 B (mm)	3,000	1,800	800
N値	1	5	10
変形係数 E_s (N/mm ²)	0.7	3.5	7.0
コンクリート強度 F_c (N/mm ²)	30		
特性値 β (1/mm)	$6.0 \cdot 10^{-5}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$
長さ L (mm)	50,000	37,500	20,000
βL	3.0	4.5	6.0

x_1 と β を定めたので(2)式は α の1次関数となる。

$$M'_1 = \frac{1}{2} e^{-\beta x_1} (\sin \beta x_1 + \cos \beta x_1) \alpha - e^{-\beta x_1} \sin \beta x_1 \quad (5)$$

図2に α と M'_1 の関係（黒破線）を示す。

4. 断面算定用曲げモーメント

杭頭主筋量を簡便に算定するために、断面算定位置の実際の応力である M'_1 を求めるのではなく、 M'_0 を用いた評価を行う。具体的には、(6)式を満たすような低減率 k (≤ 1.0)を定め、 kM'_0 に対して断面算定を行う。

$$kM'_0 \geq M'_1 \quad (6)$$

図2に $k=0.85$ のときの kM'_0 （赤破線）を示す。

Aの杭では α が0.55以上で(6)式を満たさない。

次に β をAの杭（ $6.0 \cdot 10^{-5}$ (1/mm)）に固定し、 x_1 と k を変数として、(6)式が成り立つ α の範囲を調べる。(6)式に(3)式と(5)式を代入して(7)式を得る。

$$\alpha \leq \frac{2e^{-\beta x_1} \sin \beta x_1}{e^{-\beta x_1} (\sin \beta x_1 + \cos \beta x_1) - k} \quad (7)$$

(7)式を図3（黒破線）を示す。

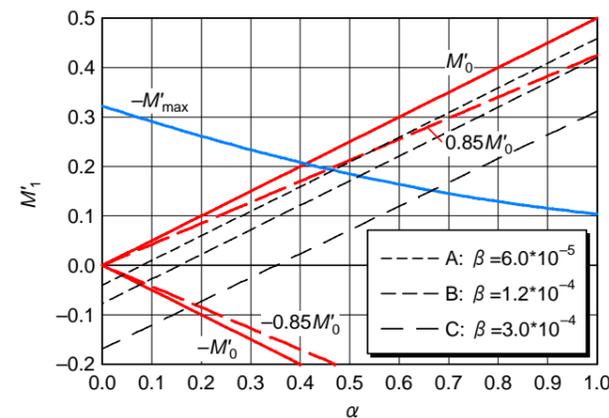
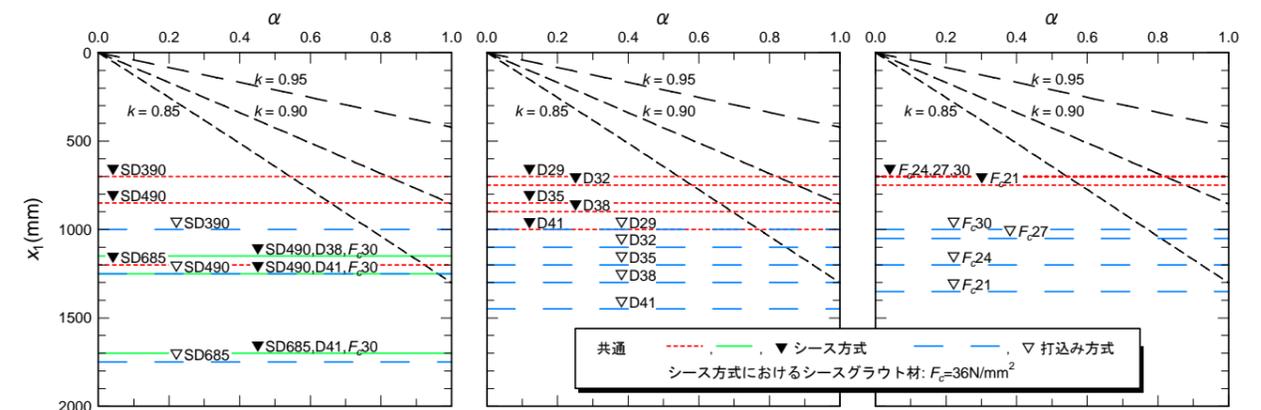


図2 固定度 α と曲げモーメント M_1 の関係

引張定着筋を本工法の推奨仕様（SD490,D38/SD490,D41/ SD685,D41, シース方式）としたときの x_1 を図3a)（緑実線）に示す。 α は0.85程度以下であり、 $k=0.85$ を採用することができる。



a) 引張定着筋材種と定着方式

b) 引張定着筋径と定着方式

c) 杭コンクリート F_c と定着方式

図3 断面算定位置 x_1 , 低減率 k と固定度 α の関係($\beta = 6.0 \cdot 10^{-5}$ (1/mm))

また M を近似的に直線 $M = M_0 - Qx$ で表す（図1）と、(6)式に代入して k を略算する(8)式が得られる。

$$k \geq 1 - \frac{2\beta x_1}{\alpha} \quad (8)$$

5. まとめ

杭頭主筋の断面算定用曲げモーメントを、杭頭曲げモーメントと低減率で評価し、低減率の略算式を示した。以下に、固定度や他の条件に関わらず用いることのできる低減率の値を示す。

1. β が $1.2 \cdot 10^{-4}$ (1/mm)以上の杭における $k=0.85$ 。
2. β が $6.0 \cdot 10^{-5}$ (1/mm)の杭で、引張定着筋を打込み方式としたときの $k=0.90$ 。
3. 全ての杭における $k=0.95$ 。
4. 引張定着筋を推奨仕様としたときの $k=0.85$ 。