

# 杭頭半剛接合工法を用いた既製杭の設計例

正会員 ○田中 佑二郎\*1 同 小林 恒一\*1  
同 小林 勝巳\*2 同 佐々木 聡\*2  
同 内海 祥人\*3 同 松山 俊樹\*3

既製杭 杭頭接合部 定着筋  
半剛接合 曲げ耐力 回転性能

## 1.はじめに

近年、水平力が作用した杭頭部に生じる曲げモーメントを低減させる半剛接合工法について多くの研究開発が行われ、報告されている。杭頭を半剛接合部とすると、杭頭の固定度が低減され、杭頭部に作用する曲げ応力を低下させることができる。その結果、杭断面、基礎梁断面および配筋を合理的に設計できるため、基礎部全体のコストダウンが可能となる。

筆者らは、施工が簡便な杭頭半剛接合工法として、丸鋼と定着板からなる定着筋を用いた工法の開発を行った<sup>1)2)</sup>。本報告では、本工法を用いた既製杭の設計例を示す。

## 2.設計条件

### 2.1 建物および地盤概要

建物の構造形式は、鉄筋コンクリート造の地上 3 階建て、建築面積は、約 500m<sup>2</sup> となっている。杭配置図を図 1 に、地盤概要を図 2 に示す。GL-0.0~9.0m が N 値 1~13 の粘土層、GL-9.0~10.8m が N 値 13 の砂礫層、GL-10.8~13.5m が N 値 6~10 の粘土層、GL-13.5m 以下が N 値 30 以上の砂礫層となっている。

### 2.2 荷重条件

各柱下の長期軸力は、最小値 528kN・最大値 1466kN、杭設計用の総水平力は、6586kN となっている。

### 2.3 杭および杭頭接合部の仕様

杭および杭頭接合部の仕様を表 1、本工法の杭頭接合の概要(杭 No.1)を図 3 に示す。柱軸力に応じて、杭の仕様を 2 種類のグループに分けた。このグループに合わせて、本工法の杭頭接合部仕様を決定した。

杭の仕様について、杭 No.1 は CPRC φ500(I 種)5m+φ500-400(C 種)9m、杭 No.2 は PHC φ600(C 種)5m+φ600-450(A 種)9m、両仕様とも杭の全長は 14m とした。杭天端を GL-1.1m(杭先端は GL-15.1m)として、杭先端を N 値 30 程度の砂礫に十分な根入れを行うものとした。

杭頭接合部の仕様について、杭 No.1 には定着長 875mm の鉄筋径 φ25 を 10 本、杭 No.2 には定着長 770mm の鉄筋径 φ22 を 10 本配筋した。両仕様とも鉄筋の材質は、SNR490B 材とした。なお、丸鋼と定着板の接合を六角ナットによる締付けとし、定着筋は既製杭の端板に接合する形式とした。

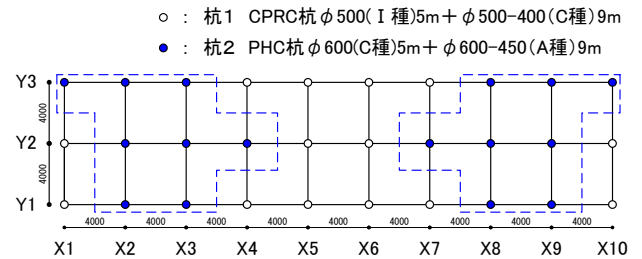


図 1 杭配置図

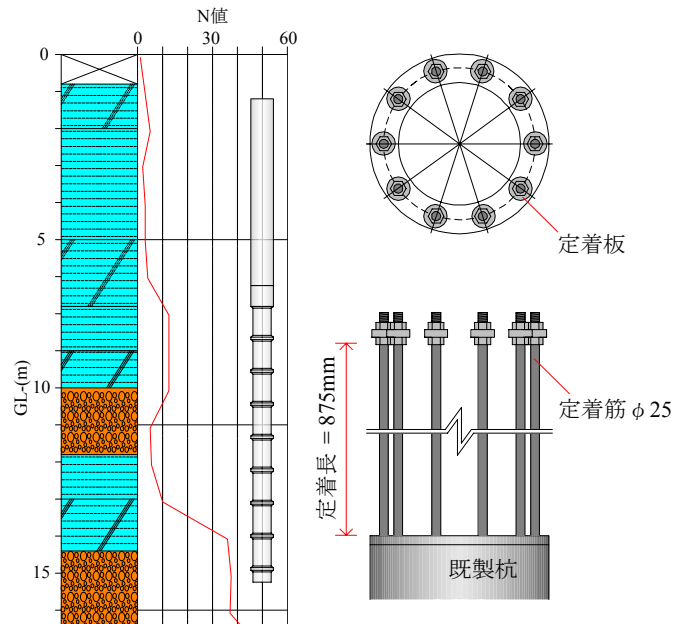


図 2 地盤概要 図 3 杭頭接合部の概要(杭 No.1)

表 1 杭および杭頭接合部の仕様

杭No.		1	2
杭仕様	上杭	CPRC500 I 種(5m)	PHC600 C種(5m)
	下杭	φ500-400 C種(9m)	φ600-450 C種(9m)
	杭全長	14m	
定着筋仕様	材質	SNR490B	SNR490B
	本数	10	10
	鉄筋径	φ25	φ22
	定着長	875mm	770mm

※パイルキャップのコンクリート強度  $F_c=24\text{N/mm}^2$

2.4 杭頭接合部の回転剛性の評価

杭頭接合部の回転機構のモデルを図4示す。杭頭部に曲げモーメント(M)が作用した場合の杭頭接合部の回転角( $\theta_j$ )は、軸力(N)に応じて、定着筋の埋め込み長さ( $L_b$ )、定着筋のひずみ度( $\epsilon$ )、中立軸( $X_{n0}$ )を用いて式(1)より算定する。算定結果の一例として、杭 No.1 および杭 No.2 の M- $\theta$  関係(軸力 N=0kN 時)を図5示す。軸力に応じた許容曲げモーメント時の回転剛性( $K_\theta$ )は、許容曲げモーメント(Ma)を回転角で除した値とする。

$$\theta_j = \frac{\Delta_b}{D_p/2 + r_s - x_{n0}}, \Delta_b = \epsilon \cdot L_b \dots \dots \dots (1)$$

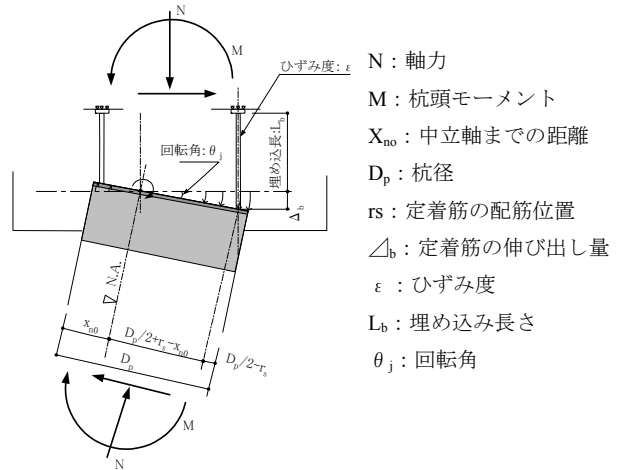


図4 杭頭接合部の回転機構のモデル

3.設計例

構造検討として、①杭体の曲げモーメントおよびせん断力が杭体の許容応力度内に収まること②杭頭部の曲げモーメントおよびせん断力が杭頭接合部の許容応力度内に収まること、を確認する。

本例による杭頭固定および杭頭半剛接とした場合の検討結果一覧を表2、杭 No.1 の杭の曲げモーメント分布を図6、杭頭および接合部の曲げ応力の検討結果を図7示す。

杭頭半剛接合にすることにより、杭頭部の曲げ応力を杭頭固定接合に比べて、20~40%程度低減させることが可能となる。一方で、地中部最大曲げ応力は、50~70%程度増加するものの、杭全体としては、バランスの良い曲げモーメント分布となる。また、杭頭固定した場合の杭頭曲げモーメントは、杭の許容曲げ応力度を越えていたものが、杭頭半剛接合にすることによって、杭の許容曲げ応力度内に収まり、さらに、杭頭接合部の許容応力度にも収まる結果となっている。

4.まとめ

杭頭半剛接合工法を用いることにより、杭頭の固定度が0.58~0.85に低減され、杭頭曲げ応力を低下させることで、杭体の合理的な設計が可能となる。

表2 検討結果一覧

杭 No.	1	2	
杭径(上杭)	CPRC500	PHC600	
杭種	I	C	
杭本数	14	16	
検討軸力(kN)	0~1666	567~2205	
杭頭固定	杭頭変位yo(mm)	13.9	13.9
	負担水平力(kN/本)	198	239
	杭頭Mo(kNm)	309	444
	地中部Mmax(kNm)	48	55
	地中部Mmax深度(m)	4.5	5.5
固定度 $\alpha$	1.00	1.00	
杭頭半剛接	杭頭変位yo(mm)	18.2	18.2
	負担水平力(kN/本)	196	241
	杭頭Mo(kNm)	180~248	283~377
	地中部Mmax(kNm)	75~83	83~96
	地中部Mmax深度(m)	3.5	4.0~4.5
固定度 $\alpha$	0.58~0.80	0.62~0.85	

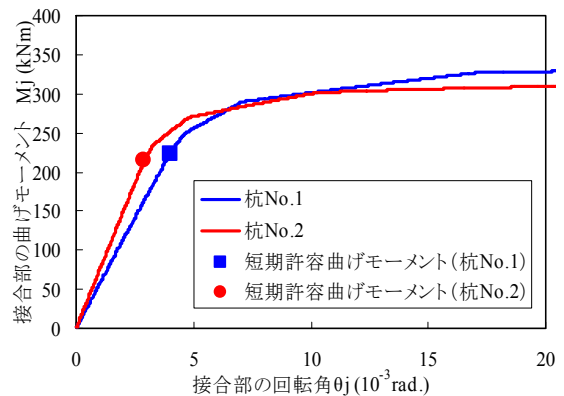


図5 杭頭接合部の M- $\theta$  関係(軸力 N=0kN 時)

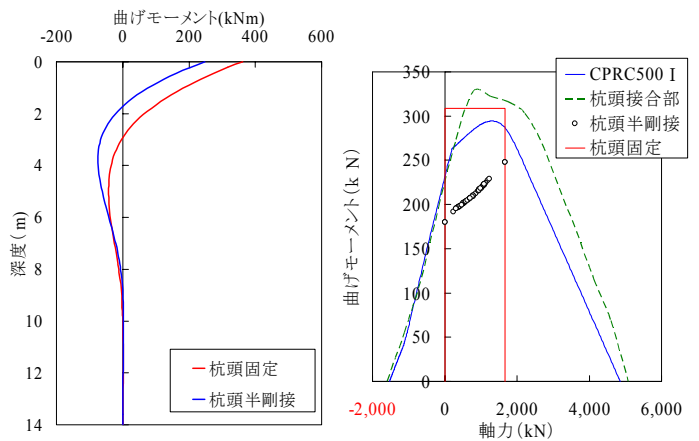


図6 杭の曲げモーメント分布

図7 杭および接合部の曲げ応力

【参考文献】

- 1)山本秀明, 佐々木聡, 他: 既製杭の杭頭半剛接合部に関する実験的研究(その1)~(その2), AIJ 大会, pp.465~468, 2006年, 2)小林恒一, 佐々木聡, 他: 既製杭の杭頭半剛接合工法(SR パイルアンカー工法), GBRC.vol.31.No.3, pp.13~18, 2006年7月

\*1 ジャパンパイル 株式会社  
 \*2 株式会社 フジタ  
 \*3 岡部 株式会社

JapanPile Corporation  
 Fujita Corporation  
 Okabe Co.,Ltd