

場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発
その3 杭頭回転ばねモデル

場所打ち杭 杭頭接合部 曲げモーメント
回転角

正会員○宮田 章*¹ 同 村田義行*²
同 加藤政利*³ 同 青山隆行*⁴
同 吉川清峰*⁵ 同 舟木秀尊*⁶

1. はじめに

著者等が開発した引張軸力伝達可能な場所打ち杭用杭頭半固定接合法¹⁾は、図1に示すように杭頭曲げに対して絞り部圧縮力と引張定着筋引張力で抵抗する²⁾。本報では、杭頭回転ばねモデルを提案し、実験結果²⁾との比較検討結果について述べる。

2. 杭頭回転ばねモデルの提案

杭頭回転ばねモデルは杭頭接合部の曲げモーメント M_{PT} と回転角 θ_{PT} の関係で表し、図2に示す3折れ線で表現する。以下、3折れ線を規定する K_1 、 M_1 などのパラメータの算定法について説明する。

K_1 は、絞り部が離間するまでの初期回転剛性で、図3に示すパイルキャップ内に想定した仮想円柱、コンクリート、杭体の各部分における回転剛性 K_b 、 K_c 、 K_p を用いて式1で算定する³⁾。

$$K_1 = 1 / (1 / K_b + 1 / K_c + 1 / K_p) \text{ ----- 式 1}$$

ここで、 K_b 、 K_c 、 K_p は各部分のヤング率に断面二次モーメントを乗じ、長さで除した値である。各部分の径は、絞り部からパイルキャップへ圧縮応力が広がることを想定し、図中の表に示すように仮定した。また、仮想円柱の長さ H_b は3節に示すように実験結果との対応が良い長さであった杭径とする。

離間時曲げモーメント M_1 は絞り部に引張応力が発生しない最大曲げモーメントであり、式2で算定する。

$$M_1 = N_{PT} \cdot v \cdot D / 8 \text{ ----- 式 2}$$

ここで、 N_{PT} は杭頭軸力、 v は絞り部径を杭径 D で除した絞り係数である。

K_1 と M_1 の算定にあたり引張定着筋を考慮すべきであるが、算定法を簡略にするため、ここでは無視した。

降伏時曲げモーメント M_y は、下記①～③の仮定で算定した曲げモーメント M - 曲率 Φ 関係において、引張定着筋の降伏時、又はコンクリート圧縮応力が $0.85 \sigma_B$ に達した時⁵⁾ の曲げモーメントの内、小さい値とする。

- ① 絞り部径を直径とする円形断面。
- ② コンクリートの応力-ひずみ関係は図4に示す e 関数でモデル化する⁴⁾。ただし、圧縮強度 σ_B には杭体、モルタル、パイルキャップの最小圧縮強度を用いる。
- ③ 引張定着筋の応力-ひずみ関係は降伏点を折点と

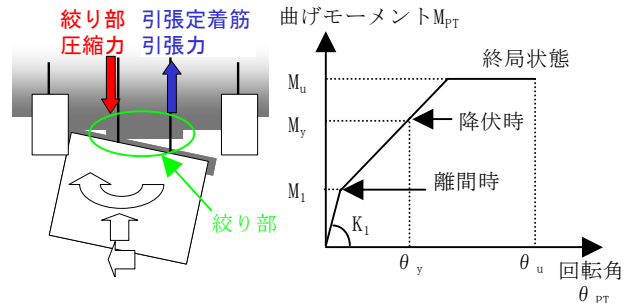


図1 杭頭曲げの伝達 図2 杭頭回転ばねモデル

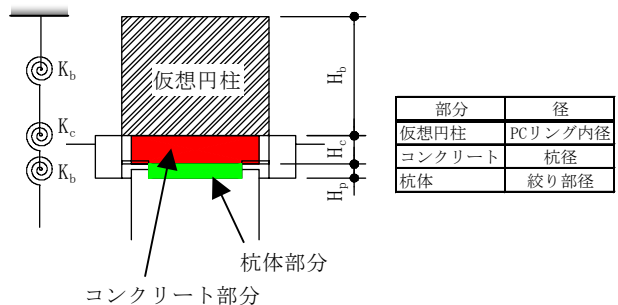


図3 初期回転剛性の算定範囲

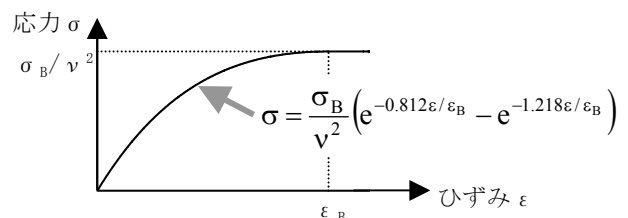


図4 コンクリートの応力-ひずみ関係

するバイリニアールでモデル化する。

降伏時回転角 θ_y は、杭頭接合部のヒンジ領域における長さを絞り部径とし、かつヒンジ領域で曲率一定と仮定して、 M_y 時の曲率 ϕ_y を用いて次式で算定する⁶⁾。

$$\theta_y = \phi_y \cdot v \cdot D \text{ ----- 式 3}$$

終局時曲げモーメント M_u は $M - \Phi$ 関係の最大曲げモーメントとし、限界杭頭回転角 θ_u は実験²⁾ で確認した 0.04 rad とする。

3. 実験結果との比較

実験結果²⁾ から離間時曲げモーメント M_1 を評価するため、図5に示す絞り部ひずみ S_T が図6に示すように M_{PT} の増加に対して変化しない状態を離間と考えた。また、絞り部コンクリート圧縮応力で決まる降伏時曲げモーメント

ント M_y は図7に示す方法で求めた。すなわち、コンクリート材料試験の応力-ひずみ関係で $0.85\sigma_B$ におけるひずみ -1098×10^{-6} と同じひずみが圧縮側絞り部ひずみ S_c に生じる時の曲げモーメントを M_y とした。

初期回転剛性の評価結果と実験結果の比較を図8に示す。同図をみると、 $M_{PT}-\theta_{PT}$ 関係の初期剛性と良い対応関係にある。杭頭回転ばねモデル評価結果と実験結果との比較を表1、図9に示す。離間時曲げモーメント、降伏時曲げモーメント及び終局曲げモーメントは実験結果を低く評価しているが、軸力方向(引張・圧縮)や杭径によらず実験結果との対応関係は概ね良い。

4. おわりに

場所打ち杭用杭頭半固定接合部の曲げモーメント一回転角関係を表す杭頭回転ばねモデルを提案した。本モデルは実験結果の曲げモーメントより低い評価値であるが、軸力や杭径によらず概ね評価できていることを確認した。

【参考文献】

- 1) 吉松他：場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その1 開発概要，建築学会大会，構造I，2006.9，(投稿中)
- 2) 横松他：場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その2 杭頭接合部の曲げせん断実験，建築学会大会，構造I，2006.9，(投稿中)
- 3) 狩野他：半固定杭頭接合法の開発 その7 杭頭接合部のモデル化，建築学会大会，構造I，pp.639-640，2003.9
- 4) 秦他：杭頭半固定接合部の圧縮試験，第41回地盤工学研究発表会，2006.7，(投稿中)
- 5) 岡田：最新コンクリート工学，オーム社，昭61.3
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説，2004.1

表1 杭頭回転ばねモデル評価結果と実験結果との比較

試験体No.	離間時曲げモーメント M_l (kNm)		初期回転剛性 K_1 ($\times 10^5$ kNm/rad)		降伏時曲げモーメント M_y (kNm)		降伏時回転角 θ_y (rad)		終局時曲げモーメント M_u (kNm)	
	評価	実験	評価	実験	評価	実験	評価	実験	評価	実験
1	—	—	—	—	122.62	224.11	0.0036	0.0040	230.38	332.36
2	94.99	134.90	1.35	1.00	496.55	613.06	0.0049	0.0064	638.74	762.81
3	—	—	—	—	48.86	72.20	0.0034	0.0047	86.22	110.76
4	42.96	66.30	1.87	1.50	129.67	151.61	0.0033	0.0027	210.35	262.12

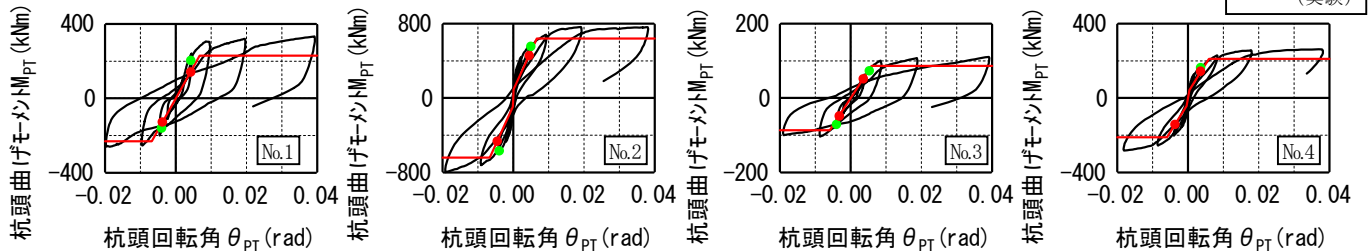


図9 杭頭接合部の曲げモーメント一回転角関係の比較

- | | |
|-------------------------------------|--|
| *1 鹿島建設(株) 技術研究所 | *1 Kajima Technical Research Institute, Kajima Corporation |
| *2 高周波熱錬(株) | *2 Neturen Co., Ltd. |
| *3 五洋建設(株) 建築本部建築エンジニアリング部 | *3 Engineering Div., Architectural Divisions Group, Penta-Ocean Construction Co., Ltd. |
| *4 三井住友建設(株) 建築本部設計センター構造デザインディビジョン | *4 Architectural Design Center Structural Design Div., Sumitomo Mitsui Construction |
| *5 飛鳥建設(株) 構造設計部 | *5 Structural Engineering Dept., Tobishima Corporation |
| *6 (株) 奥村組 技術研究所 | *6 Technical Research Institute, Okumura Corporation |

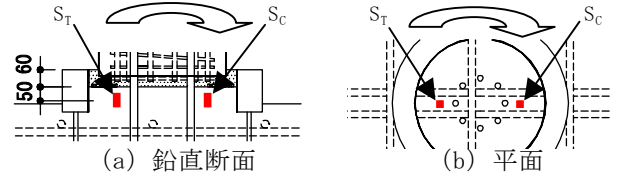


図5 絞り部ひずみ計測位置

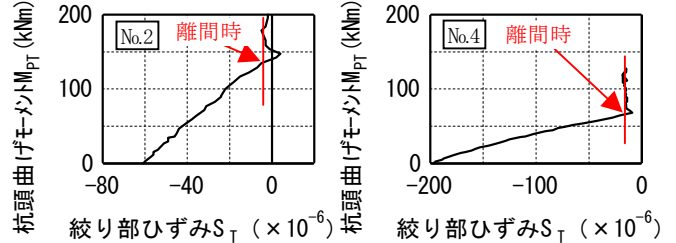


図6 離間時の判定

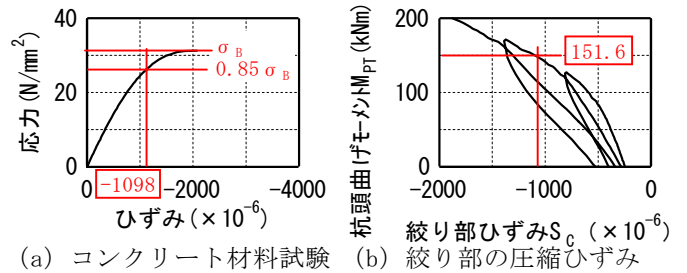


図7 圧縮降伏時曲げモーメントの算定方法(No.4)

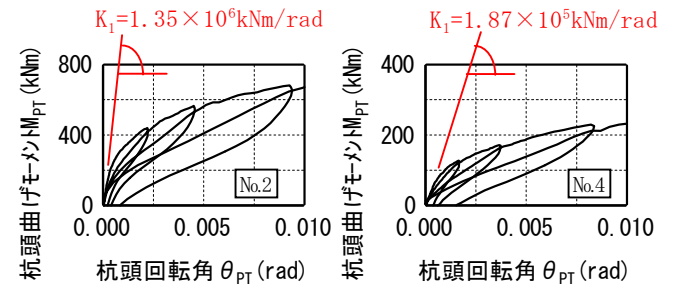


図8 初期回転剛性の比較