20178

場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その4　杭頭接合部FEM解析

正会員○大塚克己（鹿島建設）　同　西村憲義（三井住友建設）
同　新井寿昭（西松建設）　同　村田義行（高周波熱錬）
同　小林　仁（松井建設）　同　吉川清峰（飛島建設）

【はじめに】

杭頭接合部の曲げモーメント -回転角関係および各部の応力状態を把握するため、引張軸力を受けるNo.3試験体と圧縮軸力を受けるNo.4試験体の２体について有限要素法による非線形解析を行った。

解析には、鹿島で開発した塑性論に基づく３次元非線形解析システムCompstを用い、静的増分載荷を行なった。

【解析モデル】

コンクリートはソリッド要素、鋼板はシェル要素、鉄筋はバネ要素でモデル化し、コンクリートと鉄筋の付着は完全付着と仮定した。杭頭絞り部ではパイルキャップとモルタル部の節点を分離し、緩衝材の設置されている部分はフリー、それ以外の部分には圧縮力のみ伝達可能な接触バネ要素を設けた。鋼板リング内面とモルタル部の間には圧縮軸力と摩擦力を伝達可能な接触バネ要素(摩擦係数=0.6)を設けた。

コンクリートの降伏判定にはDrucker-Pragerの降伏条件を用い、一軸換算の応力-ひずみ関係は材料試験結果を図3のような折線にモデル化して使用した。鉄筋および鋼板の応力-ひずみ関係はバイリニア型にモデル化し、降伏後の剛性は弾性剛性の1/100とした。

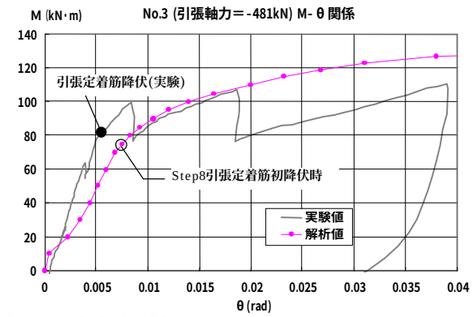

図4 No.3試験体(引張軸力) 曲げモーメント-回転角関係

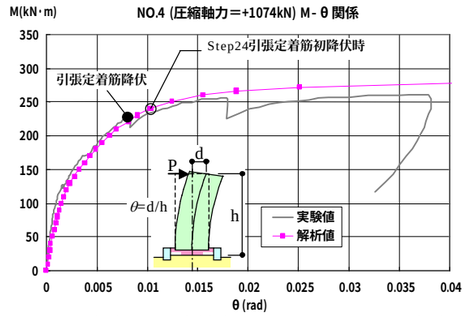

図5 No.4試験体(圧縮軸力) 曲げモーメント-回転角関係

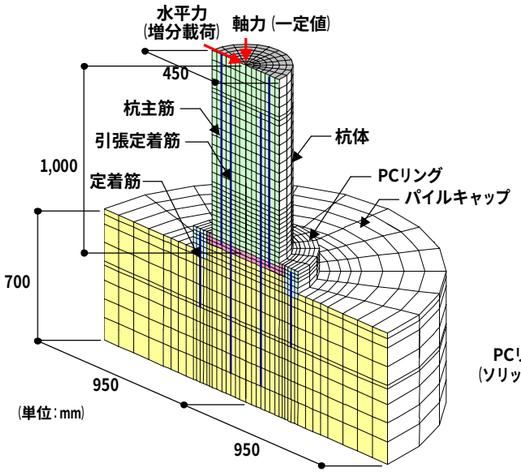

図1　解析モデル

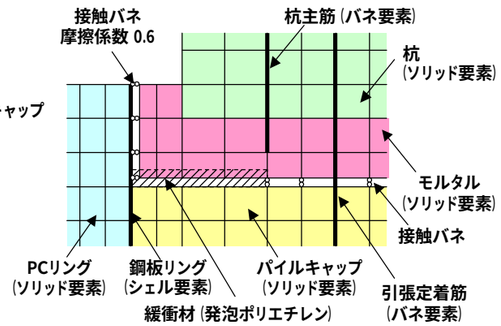

図2　杭頭絞り部解析モデル

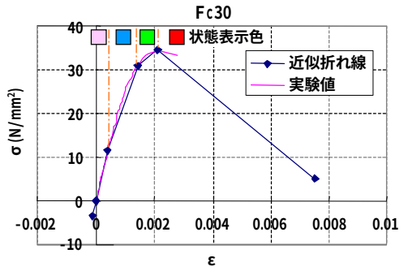

図3　コンクリートの応力-ひずみ関係

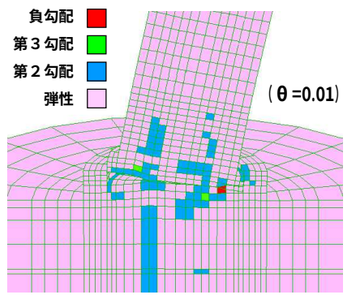

図6 No.3試験体コンクリート塑性化状態

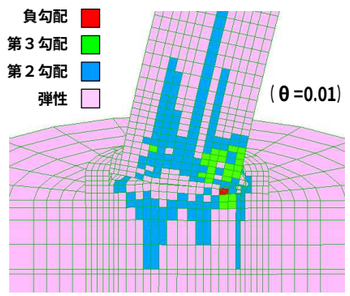

図7 No.4試験体コンクリート塑性化状態

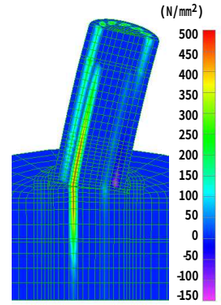

図8 No.3試験体鉄筋応力図

【解析結果】

曲げモーメント－回転角関係は、引張軸力時の初期の剛性低下がやや大きいものの、ほぼ実験結果と一致する結果が得られ、引張定着筋の降伏発生もほぼ実験と一致した。

表１　No.3（引張軸力時）杭頭部せん断力負担比率

STEP	水平外力 (kN)	負担せん断力					
		絞り部モルタル		PC リング		鋼板リング	
		(kN)	(%)	(kN)	(%)	(kN)	(%)
2	9.8	-8.6	-88	17.4	177	0.8	8
8	63.6	-86.6	-126	147.6	215	-2.2	-3
15	103.0	-18.8	-18	139.0	135	-34.0	-33

表２　No.4（圧縮軸力時）杭頭部せん断力負担比率

STEP	水平外力 (kN)	負担せん断力					
		絞り部モルタル		PC リング		鋼板リング	
		(kN)	(%)	(kN)	(%)	(kN)	(%)
2	9.8	-7.8	-80	16.2	165	0.8	8
10	88.3	2.8	3	74.0	84	11.8	13
24	225.5	45.4	20	158.0	70	-4.4	-2

【まとめ】

塑性論に基づいた３次元非線形解析により、杭頭接合部の曲げモーメント-回転角関係についてほぼ実験結果と一致する結果が得られた。

曲げモーメント-回転角関係は軸力の影響が大きいが、本解析手法により概ね評価できることが分かった。