

杭頭半固定接合部の圧縮試験

半固定 接合部 圧縮試験

(株)奥村組 正会員 秦雅史、戸田建設(株) 国際会員 保井美敏
(株)長谷工コーポレーション 鴨川直昌、西松建設(株) 正会員 武内義夫
三井住友建設(株) 青山隆行、松井建設(株) 小林 仁

1. はじめに

杭頭回転の固定度を緩和する杭頭半固定接合法として図1に示すようにリング部材(以下、PCリングと称する)を杭頭に被せる方法を開発した¹⁾²⁾。この接合法では、杭天端にドーナツ状の緩衝材(発泡ポリエチレン)を設置して杭径断面を杭頭部において絞ることにより、杭頭の固定度をより低減させる効果がある。本報告は、杭頭半固定接合部の絞り部について構造性能を確認するために実施した圧縮試験の結果及び圧縮特性モデルについて述べる。

2. 実験計画

試験体数は表1に示す5体で、試験パラメータは、杭頭モルタル強度、絞り部を補強する拘束筋の有無、偏心荷重とし、無筋で鋼板がない試験も行った。主水準の試験体(No.1)を図2に示す。杭頭半固定接合部にはPCリングを模

擬して鋼板を設置している。また、接合部には厚さ10mmの発泡ポリエチレンを敷設して絞り部を設けている。コンクリート圧縮試験結果を表2に、鋼材引張試験結果を表3に示す。加力方法を図3に示す。油圧ジャッキから球座を介して試験体が最大耐力で破壊するまで単調増加荷重した。荷重位置はNo.0、No.1、No.3、No.4については試験体の中心位置とし、No.2については中心から一方向に140mm偏心させた位置とした。なお、偏心荷重については、試験体の損傷と共に球座に回転が生じたため、最大耐力に達する前に除荷した。試験では、荷重荷重、試験体の変形、鋼板のひずみ、絞り部内部のひずみ、拘束筋のひずみについて計測した。

3. 実験結果

圧縮強度の試験結果一覧を表4に、応力度(荷重軸力/絞り部面積)とひずみ(試験体全体)関係を図4に示す。No.1、No.3、No.4は、最大荷重/絞り部面積が56.2~59.0 N/mm²となり、テストピースの圧縮強度20.3 N/mm²に対して2.80~2.94倍の値となった。絞り部の支圧効果³⁾に加えて、補強筋の効果で圧縮強度が上昇していると考えられる。No.2の偏心荷重の試

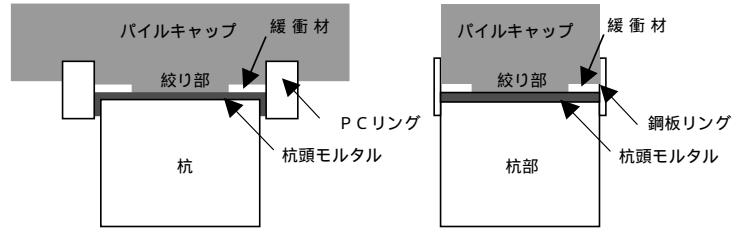


図1 杭頭接合部の形状

表1 試験体一覧

No.	パラメータ	コンクリート強度	杭頭部モルタル強度	絞り部高さ(mm)	拘束筋有無	絞り部径/杭径	絞り部径/絞り部高さ	偏心量(mm)
0	無筋、鋼板なし	Fc24	Fc50	10	なし	0.7	28	0
1	主水準				あり			140
2	偏心荷重				なし			0
3	拘束筋				あり			140
4	杭頭部モルタル強度				なし			0

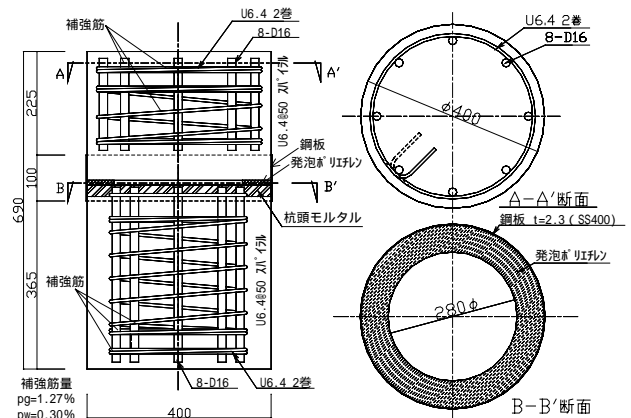


図2 試験体図(No.1)

表2 コンクリート圧縮試験結果

No.	部位	圧縮強度(N/mm ²)	ヤング係数(×10 ³ N/mm ²)
0	杭部コンクリート	20.3	24.0
1,2,3,4		20.1	24.0
1,2,3		59.1	27.7
4	杭頭モルタル	43.5	21.0

表3 鋼材引張試験結果

材料	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)	ヤング係数(10 ³ N/mm ²)	降伏ひずみ(%)
D16	341	491	177.9	0.192
PL2.3	283	351	191.0	0.148
U6.4	1460	1484	199.9	0.730

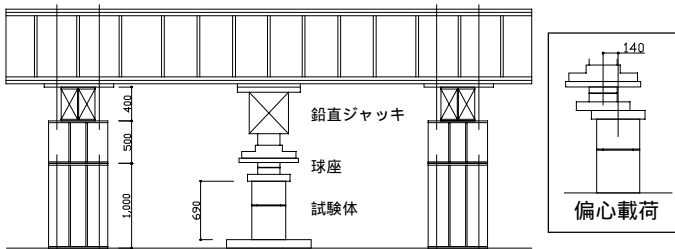


図3 加力方法

験では最大耐力まで載荷できなかったが、最大荷重 / 絞り部面積が 44.3 N/mm² となり、テストピースの圧縮強度に対して 2.20 倍の値まで確認した。絞り部を拘束筋で補強したNo.3 と杭頭部モルタル強度を低めにしたNo.4 については、主水準と比較して殆ど影響がないことを確認した。無筋コンクリートのNo.0 では、最大荷重 / 絞り部面積が 27.3 N/mm² となり、テストピースの圧縮強度に対して 1.34 倍の値となった。

試験体の絞り部まわりには、No.0 を除いてPCリングを模擬した鋼板を巻いており、鋼板の働きを確認するために表面の周方向ひずみ（フープテンション）を計測した。応力度と鋼板ひずみの関係を図5に示す。中心載荷した試験体の鋼板リングのひずみは、試験体コンクリートに縦ひび割れが発生する 25 ~ 30 N/mm² 付近から増加している。これは縦ひび割れの発生に伴ってコンクリートが面外に広がるのを鋼板が拘束したことによるものと推察される。

破壊性状は縦ひび割れがパイルキャップ及び杭体で発生した後、横ひび割れが発生した。試験体はすべて杭体側（下部躯体）の破壊によって終局に至った。試験後の破壊状況を図6に示す。杭体の補強筋がパイルキャップ側（上部躯体）に比べて内側に配筋されている等によって、杭体がぶり部が割裂状に破壊した。その際、No.3 においては杭体側の高強度せん断補強筋が破断した。

4. 圧縮特性モデル

応力度（荷重 / 絞り部面積）と接合部コンクリートのひずみ関係について e 関数法を用いたモデル化と比較したものを図7に示す。式1のモデル化での最大強度は一般部と絞り部の断面積の比を杭部の圧縮強度に乗じて2倍に、最大強度時のひずみを 0.003 とした。最大強度以降については応力度を一定としている。接合部の応力度とひずみの関係はコンクリート強度の2倍の範囲において試験結果を評価できている。

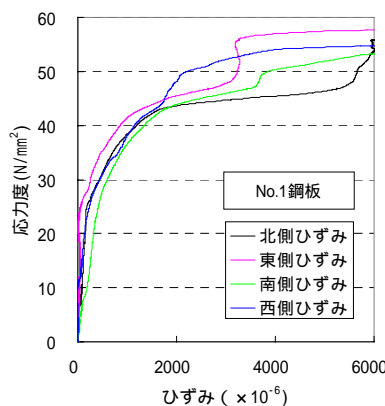


図5 鋼板の応力度 - ひずみ関係

$$\eta = 6.75 \times (e^{-0.812\xi} - e^{-1.218\xi}) \quad , \quad \eta = \frac{\sigma}{\sigma_B} \quad , \quad \xi = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \quad \text{式 1}$$

接合部コンクリートひずみ : ε_0 , 最大強度時のひずみ : $\varepsilon_0 = 0.003$
 最大強度 (シラ強度 2倍) : $\sigma_B = 40.2$ (N/mm²) , 絞り部の応力度 : σ (N/mm²)

5. おわりに

杭頭半固定接合部を模擬した試験体について圧縮試験を行った結果、コンクリート断面を絞った杭頭部は支圧効果や補強筋の効果によって十分な圧縮強度を有していることがわかった。また、絞り部の圧縮応力度とひずみの関係について、e 関数法を用いたモデル化を提案し、その評価値が実験値とよく対応していることを確認した。

なお、本研究は鹿島建設、奥村組、五洋建設、戸田建設、飛鳥建設、西松建設、長谷工コーポレーション、松井建設、三井住友建設、高周波熱練による共同研究の一環として実施した。関係各位に謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 宮田、新井、伊勢本、舟木、山浦、堀田：杭頭半固定接合部に用いるリング部材のせん断抵抗, 第41回地盤工学研究発表会 (投稿中)
- 2) 新井、金子、堀田、岡野、吉松、中岡：杭頭半固定接合部に用いる定着筋の引抜試験, 第41回地盤工学研究発表会 (投稿中)
- 3) 日本建築学会編：鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料、コンクリートの支圧強度 (1)、pp90-97、1987

表4 試験結果一覧

No.	パラメータ	最大荷重 (kN)	最大荷重 / 絞り部面積 (N/mm ²)	コンクリート強度との比
0	無筋、鋼板なし	1678	27.3	1.34
1	主水準	3600	58.5	2.91
2	偏心	(2726)	(44.3)	(2.20)
3	拘束筋	3633	59.0	2.94
4	モルタル強度	3461	56.2	2.80

No.2試験は球座の回転が限界に達して除荷したため終局まで載荷していない

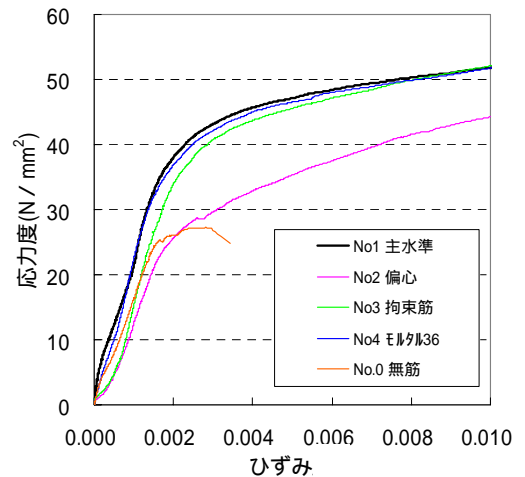


図4 応力度 - ひずみ関係



図6 No.1 試験後の破壊状況

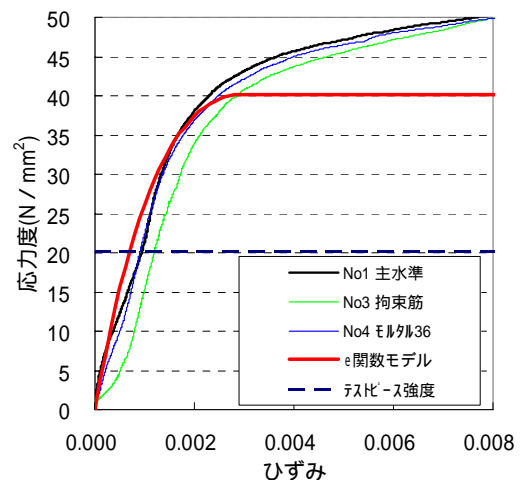


図7 応力度 - ひずみ関係