H型ＰＣ杭を用いた水平載荷試験

（株）ピーエス三菱　正会員○　別所 辰保
（株）ピーエス三菱　荒井 信章
（株）ピーエス三菱　正会員　福島　敦
（株）ピーエス三菱　正会員　中井 将博

１．目的

現在，開発中のＨ型ＰＣ杭（以下杭と称す）（写真-1）を用いた土留め擁壁の，設計手法の妥当性を確認することを目的として，水平載荷試験を行った．本試験では，杭と底版との接合部の評価および水平方向地盤反力係数の評価を行った．

２．試験方法

杭の上部に設置されたゲビンデ鋼棒を緊張することにより，土圧に相当する水平力を載荷し，杭体の変位，傾斜角，ひずみの測定を行った．載荷状況を図-1 に示す．図に示すようにⅠ列とⅡ列では背面埋戻し部形状が異なるが，これは打込みを行った際に導枠の設置方法を変えたためである．

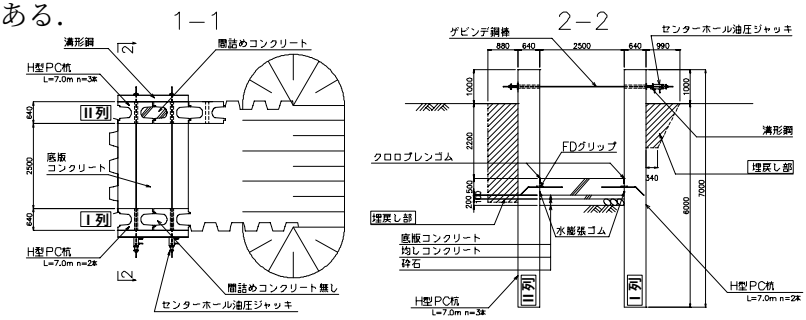

図-1　載荷状況

写真-1　H型ＰＣ杭

表-1 計測項目

計測項目	計測器
荷重	ロードセル
杭の変位	変位計
杭体内の鉄筋ひずみ 底版ｺﾝｸﾘｰﾄ表面ひずみ	ひずみゲージ
杭の傾斜角	傾斜計

３．試験内容

載荷方法は，一方向載荷，1 サイクル方式とし，計画最大荷重は 200kN/1 体（杭体の最大発生断面力が突出長 6m 時の土圧相当）である．また，計測項目および計測器を表-1 に示す．

４．解析モデル

解析モデルを図-2 に示す．杭と底版はピン結合とし，底版より下には地盤バネ（水平方向地盤反力係数）を設定した．ピン結合の底版を境として，地上部は片持ち梁，地中部は弾性支承上の梁部材である．水平方向地盤反力係数は，基礎形式によって換算載荷幅が異なり，杭の変位に影響を与える．本構造物に適用すべき換算載荷幅が明確でないため，直接基礎，杭基礎，地中連続壁基礎の換算載荷幅を使用し水平方向地盤反力係数を求め，各々において解析を行った．表-2 に水平方向地盤反力係数の値を，図-3 に断面形状図を示す．

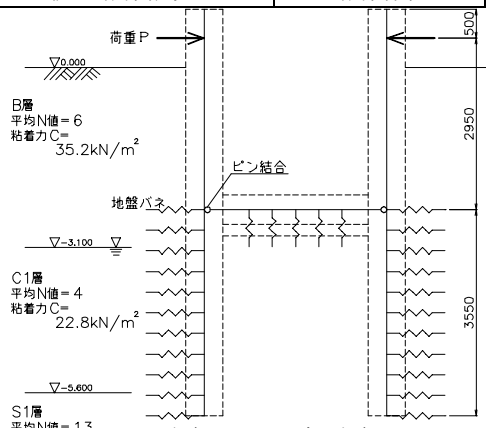

図-2　モデル図

表-2　水平方向地盤反力係数[1)]

層 No	層厚 (m)	N (平均)	水平方向地盤反力係数 k_H(kN/m³)		
			直接基礎	杭基礎	地中連続壁基礎
B	3.100	6	11400	13900	21900
C１	2.500	4	7600	9200	14600
S１	0.400	13	24700	30000	47400

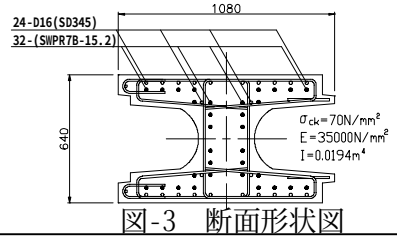

図-3　断面形状図

キーワード　擁壁，プレストレス，水平載荷
連絡先　〒104-8215　東京都中央区銀座 7-16-12　G-7 ビル　（株）ピーエス三菱　tel 03-4562-3027

５．試験結果

１）杭と底版との接合部の評価

今回杭と底版の接合部は，FD グリップで連結された鉄筋を介して接合されるピン結合であり，その上縁には応力を緩和するためのゴム材が設置されている．

図-4 に底版表面のコンクリートひずみと荷重の関係を示す．接合部をピン結合および剛結合とした解析結果も同じ図中に示す．

コンクリートのひずみをみると，底版との接合をピン結合とした場合の計算値より，わずかに大きくなっている．

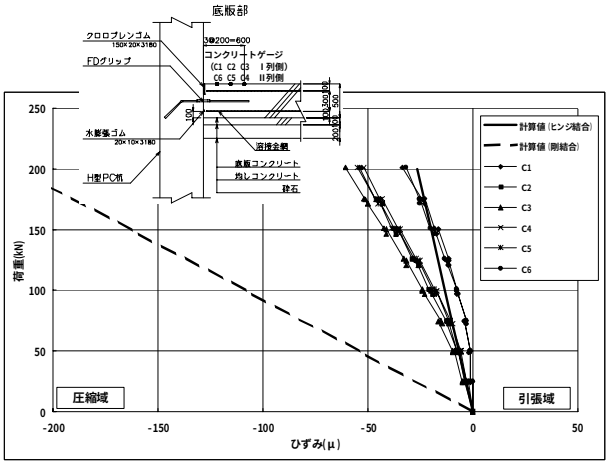

図-4　荷重－底版ひずみ図

一方，底版と杭の接合を剛結合とした場合は，大きく乖離している．ピン結合とした際のひずみ-26μに対し，剛結合では-217μ（どちらも荷重 200kN 時）発生することとなり，底版と H 型 PC 杭の結合は，ピン結合としての挙動に近くなっていることがわかる．

２）水平方向地盤反力係数の評価

図-5，6 に高さ－変位図を示す．計算値（点線）は地中連続壁基礎としての k_H を用いて算出した値である（他の 2 種は k_H の値が小さく，結果，変位が大きくなる）．Ⅰ，Ⅱ列（図-1 参照）の実測値に違いがあるが，これは背面埋戻し部形状が異なるので地盤と杭との相関が異なることにより差が出ていると考えられる．また，全体的に変位の実測値が計算値より小さいことより，実際の水平方向地盤反力係数が仮定より大きいことが推察される．

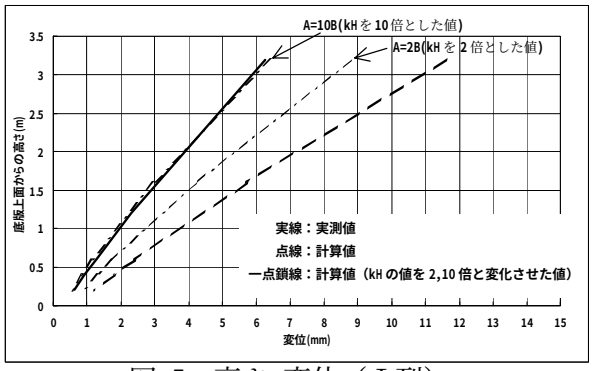

図-5　高さ-変位（Ⅰ列）

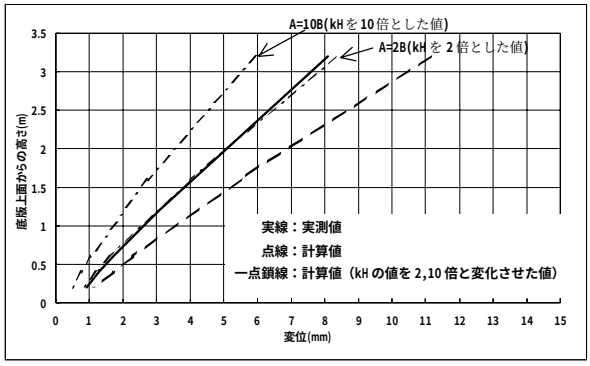

図-6　高さ-変位（Ⅱ列）

k_H について杭基礎設計便覧には，k_H の実測値は計算値の±50%の範囲に分布しており，これが k_H 値推定精度の実態であるので，これらの実情を設計上十分に考慮する必要がある．との記述がある（図-7 は参考文献 2）より抜粋）．

上記のように地盤バネ値の実測値と計算値は広く分布しており，本試験で得られた結果より地盤バネを推定してみると，Ⅰ列は A[実測値]=10B[計算値(一点鎖線)]程度，Ⅱ列は A=2B 程度で実測値と近い値を示すことがわかる（図-5，6）．

６．まとめ

１）杭と底版との接合部の評価

鉄筋のみで接合され，接合部の上縁にゴム材が設置された本構造は，ピン結合に近い挙動を示すことが確認された．

２）水平方向地盤反力係数の評価

本試験では，全体的に変位の実測値が計算値より小さいことより，実際の水平方向地盤反力係数が仮定より大きいことが推察される．それぞれの推定バネ値はⅠ列では，A=10B となり，Ⅱ列では A=2B 程度となった．

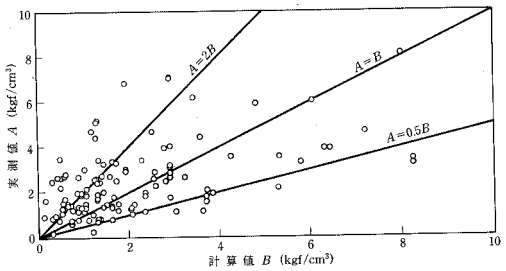

図-7　水平方向地盤反力係数 k_H の推定精度 [2)]

参考文献

1）道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編　平成 14 年 3 月　（社）日本道路協会

2）杭基礎設計便覧　平成 4 年 10 月　（社）日本道路協会