

Ⅲ - A 437 杭頭新接合法（P/R-PILE）の開発（現場実大実験による性能の確認）

近畿コンクリート工業 正会員 岩本 勲

安井建築設計事務所 辻英一、小野俊博、日本ビラー工業 上田栄

1. はじめに

兵庫県南部地震では、建物の杭基礎に杭頭接合法の問題に起因すると考えられる、杭頭部での被害が多く見られた¹⁾。従来の接合法は、一般に杭とフーチングとを緊結するため、上部構造の慣性力や地盤の応答変位の影響によって、杭頭部に応力集中が生じる。また、杭施工法によっては、杭頭カットオフなど施工上の欠陥も内在していたこと

が、被害を大きくした原因の一つであると考えられている。このような被害を防ぐ目的で、筆者らは従来の杭頭固定接合に代わって、杭頭部にすべり材を介在させ、ピンまたはローラ条件とする新しい接合法（図-1 参照）を開発している。この接合法を採用したモデル建物を対象に、静的一体解析を行った結果²⁾、杭頭部の応力集中が解放され、相互作用によって生じる上部

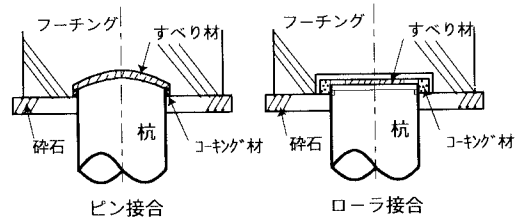


図-1 杭頭ピン・ローラ接合の概念図

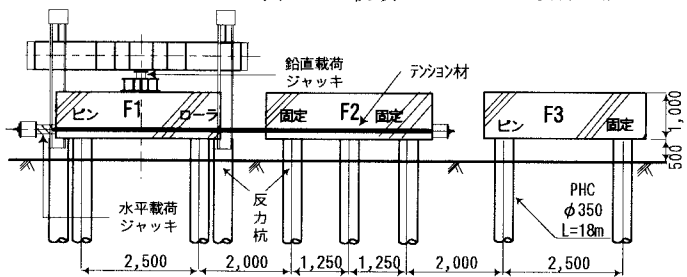


図-2 水平載荷実験装置

構造（特に基礎梁）の応力も軽減されるなどの効果が期待されることが明らかとなった。本報では、考案した杭頭新接合法の基本的な性能を確認するために行った、実杭による現場水平載荷実験について報告する。

2. 実験概要

実験は、杭の水平載荷であり、PHC 杭φ 350mm C種を用いて、図-2に示すようにフーチングを3体構築した。F 1 フーチングは、杭頭部を図-1に示すピン接合とローラ接合とし、常時鉛直荷重として杭1本当たり 40tf 載荷できる構造とした。F 2 フーチングは、実験時の反力となり、杭頭部は総てパイルスタッドによる固定接合である。F 3 フーチングは、従来の接合法と比較するために、1本はパイルスタッドによる固定接合であり、他の1本はピン接合である。地盤は、支持層がN値 50 以上の粘土混じり砂礫であり、その上に約 15m N値 10 程度の盛り土がある。杭長は 18m で、プレボーリング拡大根固め工法によって施工した。杭頭は地盤から約 60cm 突出させ、フーチング底面を 50cm 浮かせる事によって、地盤とフーチングとの摩擦をなくし、実験中の杭頭観察が容易となるようにした。載荷はF 2 フーチングを反力として、F 1 フーチングまたはF 3 フーチングを引っ張る形で、水平力を加えた。鉛直荷重を加えるF 1 フーチングに対して載荷水平荷重として、3tf, 6tf, 9tf, 12tf, 21tf, 破壊の6段階を設定し、鉛直力を加えないF 3 フーチングに対しては、4tf, 8tf, 12tf, 16tf, 破壊の5段階を設定した。それぞれのサイクルにおける最大荷重に到達した後、荷重を除荷し、その復元性も確かめた。

3. 実験結果および考察

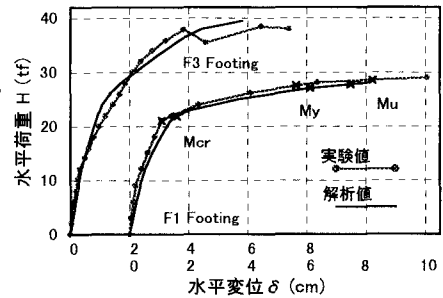
水平載荷荷重とフーチングの水平変位量との関係を図-3に示す。解析値は、フーチングおよび杭を梁要素で、地盤を分布ばね要素で、杭とフーチングとの接合部を継ぎ手ばね要素で表現した非線形骨組解析結果である。

F 1 フーチングでは、杭とフーチング間および鉛直力載荷装置とフーチング間に同じすべり材を使用したため、

キーワード：杭基礎、杭頭接合、耐震性能

〒 530-0047 大阪市北区西天満 5-14-10 Tel:06-6361-8006 Fax:06-6361-7558

それぞれの杭や載荷装置に、その摩擦係数に見合う水平力が作用した。約 11tf でローラ支承の摩擦が、約 22tf で載荷装置の摩擦が切れたので、それらの荷重でフーチングの変位量が急増している。現場での計測状況によると、すべり材の摩擦係数は、設計値 0.06 に対し 0.08 ～ 0.1 程度発生した。解析では摩擦係数を 0.1 と仮定した。29tf でピン接合杭が降伏し、フーチングの変位が 100mm に達して、ローラ支承のクリアランスが無くなったので実験を終了した。F3 フーチングでは、38tf まで放物線状の荷重－変位曲線を描き、38tf でフーチング端部から杭頭にかけてのせん断破壊によって、実験を終了した。

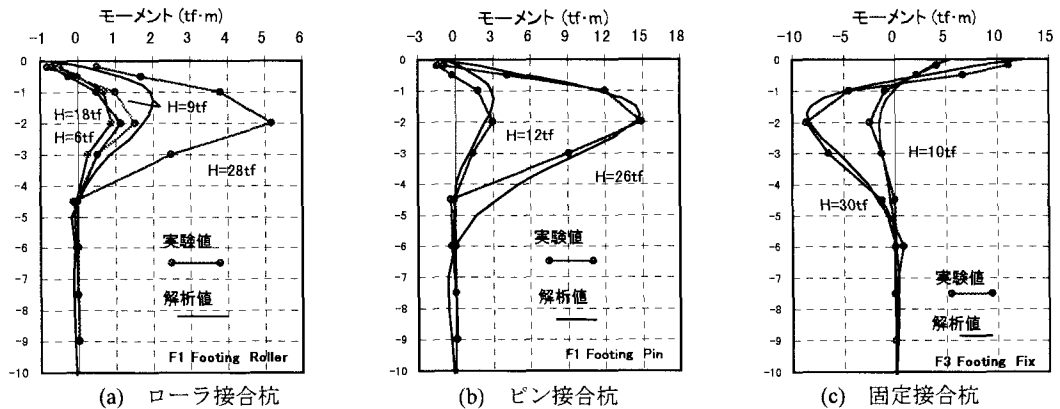


図－3 荷重とフーチング変位との関係

図－4(a)に、ローラ接合杭における曲げモーメント分布を示す。水平荷重 9tf までは杭体モーメントが荷重に比例して増加しているが、12tf 以降は増加しなかった。28tf でモーメントが急増しているのは、ローラ支承のクリアランスがなくなり、フーチングがローラ接合杭に衝突したためである。このことから、ローラ接合杭にはすべり材の摩擦による水平力が入力されるが、摩擦が切れた後は、その値を保持すると考えられる。

図－4(b)にピン接合杭のモーメント分布を示す。杭頭モーメントが 0 で、地中部で最大モーメントが発生する杭頭ピンのモーメント分布形状に近い値が得られた。杭頭で若干のモーメントが発生しているのは、すべり材の摩擦による杭頭部拘束モーメントと、杭の水平変位により鉛直荷重によって生じたモーメントの合計である。その値は、最大荷重時で約 3tf・m であり、地中部最大モーメントの約 1/5 であった。

図－4(c)に固定接合杭のモーメント分布を示す。固定接合杭では、杭頭で最大モーメントが発生し、載荷初期は地中部最大モーメントの 2 倍程度を示したが、固定度が緩んだ試験終了時付近では、地中部最大モーメントと杭頭モーメントとはほぼ等しくなった。実験では、フーチングとの接合部が緩んだために杭頭部は曲げ破壊しなかったが、固定度の緩みがなければ、杭頭部が曲げ破壊したものと思われる。



図－4 杭体の曲げモーメント分布

4. まとめ

従来の杭頭固定接合に代わる、杭頭部にすべり材を介在させたピンあるいはローラ条件となる新接合法の性能は、ほぼ理論値に近い性状を示した。すべり材の摩擦係数を約 0.1 と仮定することによって、ピン接合杭、ローラ接合杭の変位、応力等を計算することが可能であると判断される。

本研究は、P/R PILE 研究会により実施され、近畿大学阪口理教授、東北大学杉村義広教授にご指導を頂いております。ここに記して御礼申し上げます。

参考文献 1) 日本建築学会近畿支部基礎構造部会：兵庫県南部地震による建築基礎の被害調査事例報告書、1996.7
2) 辻、他：杭頭新接合法を用いた杭基礎建物の静的な解析による試算、日本建築学会大会概要集、pp.547 ～ 548, 1997.9