

(株)ジオトップ 正会員 ○小椋仁志 同 加キーマン
同 同 須見光二 同 金井重夫

1. 序 筆者らは、これまで杭先端載荷試験を場所打ち杭を中心に適用してきた¹⁾。今回、この試験法を応用した先端抵抗試験・摩擦抵抗試験を、PHC節杭を用いて行った。本報告では、この試験の概要を述べ、その妥当性について検討する。

2. 試験方法 図1(a)の通常の載荷試験法(以下、杭頭載荷試験法)では、載荷荷重が摩擦抵抗に費やされて大きな先端抵抗が確認できないことが多い。特に、節杭の場合は、摩擦抵抗が大きいこと、杭の材料強度が軸部断面で決まり載荷荷重が制限されること等のため、十分な先端抵抗を調べることができないことがある。この場合には、同図(b)に示す杭先端載荷試験法が有効になる。これは、先端部に設置した先端ジャッキによって先端抵抗と摩擦抵抗とを互いに反力として載荷する試験法である。先端地盤に直接載荷するため、確実に先端抵抗を調べられる等の長所がある反面、摩擦抵抗の作用方向が杭頭載荷試験法とは逆の方向になるため、杭頭載荷試験法との整合性を問題視されることがある。

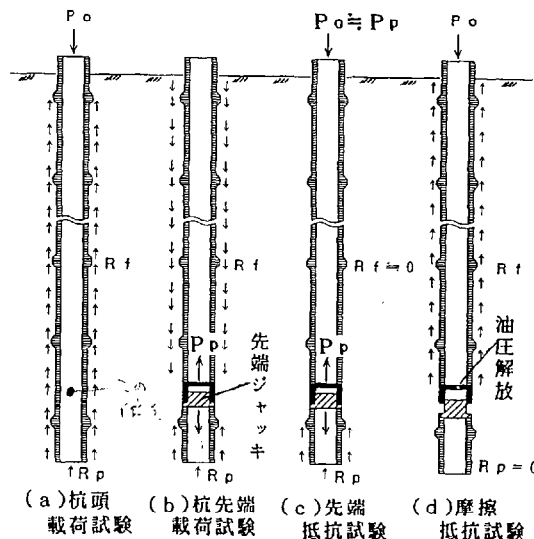


図1 載荷試験法

そこで、杭先端載荷試験を同図(c),(d)の先端抵抗試験と摩擦抵抗試験とに分けることによって、この問題に対処する。先端抵抗試験とは、先端と杭頭に設置した2つのジャッキに同じ荷重を与えて摩擦抵抗が生じない状態で、先端抵抗を測る方法である。摩擦抵抗試験とは、先端抵抗試験で伸張した先端ジャッキの油圧を解放して先端抵抗が生じない状態で、杭頭から載荷することによって摩擦抵抗を測る方法である。この試験法は深礎杭に対しては適用例²⁾がある。しかし、深礎杭に比べ圧縮剛性の小さい杭の場合、先端抵抗試験時に杭体の縮みによる摩擦抵抗が生じ、その残留摩擦力が摩擦抵抗試験の結果に影響する恐れがある。そこで、この試験法の妥当性を検討するために、宮崎と鹿児島島の2ヶ所で杭頭載荷試験との比較実験を行った。

3. 宮崎での実験 地盤の概要を図2に示す。試験杭は節部外径500mm、軸部外径400mm、根入れ長さ9.2mのPHC節杭で、施工法はMT工法(改良M/M工法)である。図3は、先端抵抗試験で得られた先端荷重 P_p ~先端沈下量

S_p 関係を、杭頭載荷試験による先端抵抗 R_p ~ S_p 関係と比較したものである。両者はほぼ一致している。次に、図4に、摩擦抵抗試験と杭頭載荷試験による摩擦抵抗 R_f ~杭頭

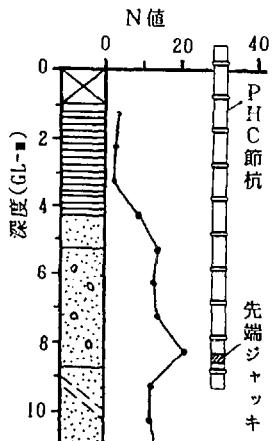


図2 地盤概要(宮崎)

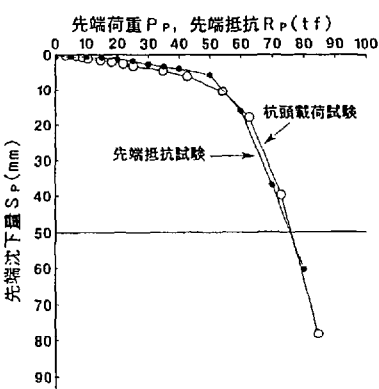


図3 先端荷重、先端抵抗の比較図

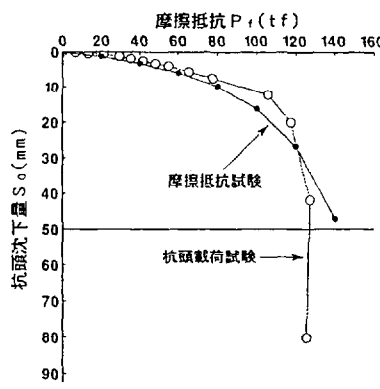


図4 摩擦抵抗の比較図

Suitability of Pile Toe Bearing Resistance Test and Shaft Friction Resistance Test on PHC Nodular Pile

沈下量 S_0 関係の比較図を示す。残留摩擦力などが影響して少し差が生じているものの、よく近似していることが分かる。先端抵抗試験時の杭体の縮み量は最大荷重時でも 1mm 程度であり、その影響は小さいものと考えられる。

4. 鹿児島での実験

地盤の概要を図5

に示す。試験杭は節部外径500mm、軸部外径400mm、根入れ長さ20mのPHC節杭で、施工法はET(1)工法(低排土メソッド工法)である。図6は、先端抵抗試験での $P_p \sim S_p$ 関係を、杭頭載荷試験による $R_p \sim S_p$ 関係と比較したものである。図7は、摩擦抵抗試験と杭頭載荷試験で $R_f \sim S_0$

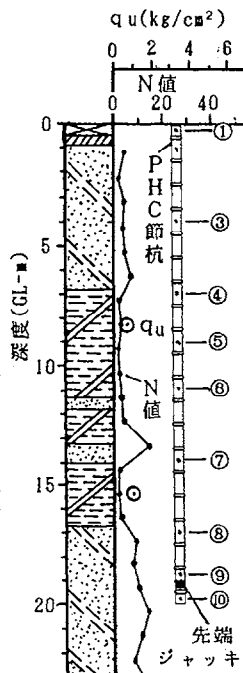


図5 地盤概要 (鹿児島)

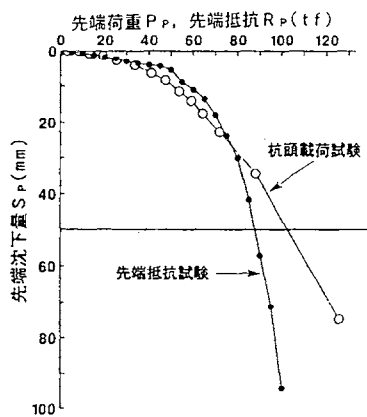


図6 先端荷重, 先端抵抗の比較図

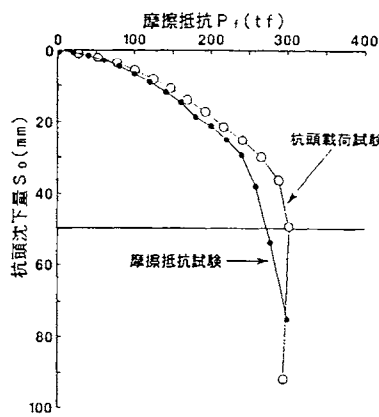


図7 摩擦抵抗の比較図

関係の比較図である。両図とも、先端抵抗試験・摩擦抵抗試験の結果は、杭頭載荷試験とよく近似していることが分かる。

なお、先端抵抗試験時の杭体の縮み量の

最大値は約2.5mmであった。図8は、杭周面摩擦応力度 $f_i \sim$ 区間沈下量 S_i 関係である。(a)の杭頭載荷試験では深さによる摩擦力の違いが顕著なのに対し、(b)の摩擦抵抗試験の結果は杭先端付近を除いて、ほぼ様な摩擦力が生じている傾向が伺える。先端抵抗試験時の残留摩擦力の影響も分からないが、さらに検討を加える必要がある。なお、 f_i は節部径による計算値である。

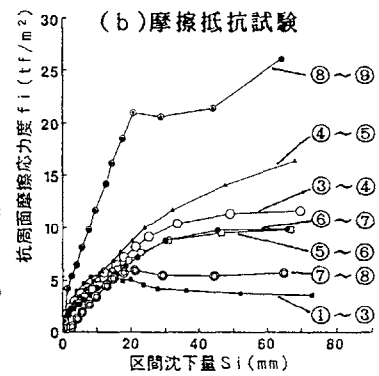
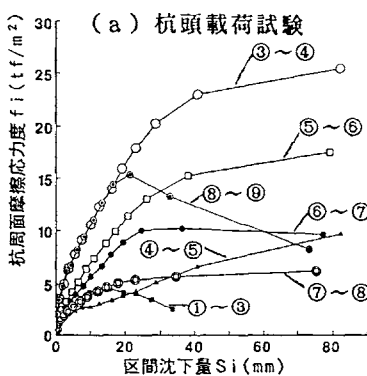


図8 $f_i \sim S_i$ 関係図

次に、図9は、先端抵抗試験と摩擦抵抗試験で得られた $P_p \sim S_p$ 関係や $f_i \sim S_i$ 関係からモデル曲線を近似し、荷重伝達法をベースとする解析法³⁾を用いて計算した $P_0 \sim S_0$ 関係を、杭頭載荷試験の結果と比較したものである。両者はよく近似していること

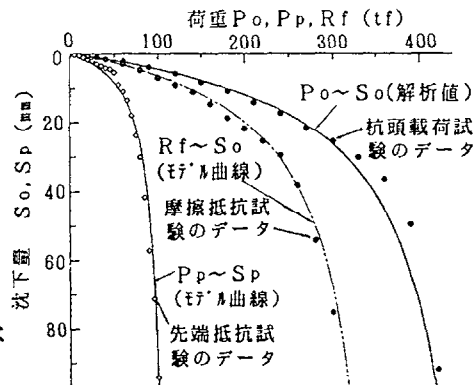


図9 解析による $P_0 \sim S_0$ 関係

から、杭頭載荷試験と同等の $P_0 \sim S_0$ 関係を先端抵抗・摩擦抵抗試験でも得られることが分かる。

なお、本現場では、ET(1)工法と掘削オーガーの形状が異なるET(2)工法についても同様の比較試験を行った。この試験でも図6~9とほぼ同様の傾向が得られ、施工法による差は小さいことが確認された。

5. 結語

以上、杭先端載荷試験法を応用した先端抵抗・摩擦抵抗試験の妥当性を検討した。その結果、先端抵抗試験時の残留摩擦力の影響は少しあるものの、杭頭載荷試験法とはほぼ同等の結果が得られることが分かった。最後に本実験に当たりご指導を頂きました岸田英明東京理科大学教授に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 例えば、小椋仁志・桑山晋一・岸田英明・五十嵐寛：杭先端載荷試験による場所打ち杭の鉛直支持力の検討, 第29回土質工学研究発表会(盛岡), pp. 1397~1400, 1994.
- 2) 斎藤淳・海野隆哉・栗山道夫・桑山晋一・国弘仁・小椋仁志：砂礫層に支持された深礎杭の鉛直載荷試験(その1)(その2), 第28回土質工学研究発表会(神戸), pp. 1759~1762, 1993.6.
- 3) Kishida, H. and Tsubakihara, Y.: An analytical method for predicting the displacement of a pile and soil layers, 11th Southeast Asian Geotechnical Conference, Singapore, 1993.