

砂礫層に支持された深礎杭の鉛直載荷試験 (その2)

JR東日本 正○国弘 仁 正 海野 隆哉
正 栗山 道夫 正 斎藤 淳
株式会社ジオトップ 正 小椋 仁志

1. まえがき

本報告は、砂礫層に支持された深礎杭の支持力を確認するために行われた一連の実験(同名論文(その1)参照)のうち、摩擦試験、鉛直載荷試験、簡易載荷試験について、その実験の概要と結果について述べる。地盤及び試験杭の概要は(その1)に示されている。

2. 試験概要

上記3種類の試験において、載荷荷重段階は土質工学会「クイの鉛直載荷試験基準」のA法多サイクル方式に従い、荷重保持時間は原則として処女荷重は90分、又サイクル間無荷重の場合60分、履歴内荷重の場合5分とした。

2.1 摩擦試験：主に周面摩擦力の極限值を得ることを目的とし、(その1)で報告した先端載荷試験の後、先端ジャッキの圧力を解放して先端部分の抵抗を無くし、杭頭に置いたジャッキで載荷することにより杭周面の摩擦抵抗を測定した。1段階の荷重は杭頭の変位量に応じて、先端沈下量が50mmに達するまでは50tf、それ以降は100tfとした。最終は6サイクルで1000tfまで載荷した。

2.2 鉛直載荷試験：杭全体の支持力や、その支持力に寄与する先端抵抗と周面摩擦力の割合などを調べることを目的とする。試験方法は、杭先端ジャッキのバルブを閉じた状態で杭頭ジャッキを用いて載荷し、杭先端抵抗及び杭周面摩擦力を測定する。ここで、先端ジャッキの液圧を測定することにより先端抵抗を求める。1段階の荷重は200tfで、載荷装置の都合上5サイクル目1600tfまでの載荷となった。

2.3 簡易載荷試験：杭周面摩擦力を反力として先端載荷を行い、摩擦抵抗又は先端抵抗の極限值を測定する試験である。この場合摩擦試験や鉛直載荷試験とは反対方向の摩擦抵抗を測ることになる。今回の試験では先端抵抗の方が大きいため摩擦抵抗の測定となった。1段階の荷重は50tfとした。

3. 試験結果

3.1 摩擦試験：荷重-沈下関係を図-1に示す。最終沈下量は105mmに達し、この値は先端載荷試験の時の最大沈下量120mmに近く先端ジャッキのストロークはそのほとんどが収縮され、周面摩擦力も全層にわたって極限に達したと思われる。また軸力分布図を図-2に示す。これより、杭頭荷重 $Q_0=400\text{tf}$ で周面摩擦力はほぼ極限に達していると判断できる。また、 $Q_0=400\text{tf}$ を境に先端荷重が増加しているが、これは杭先端部に抵抗が発生しているものと考えられる。杭体の各断面の軸力差から周面摩擦力(f_i)の値を求め、沈下

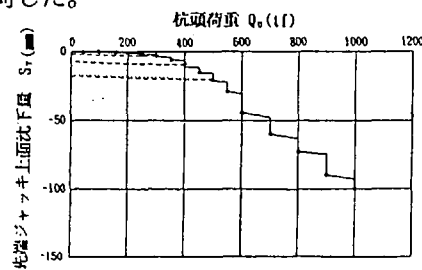


図-1 摩擦載荷試験 $Q_0 - S_r$ 関係

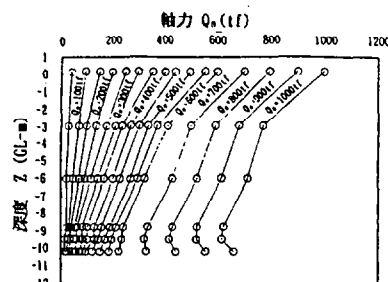


図-2 摩擦載荷試験 軸力分布図

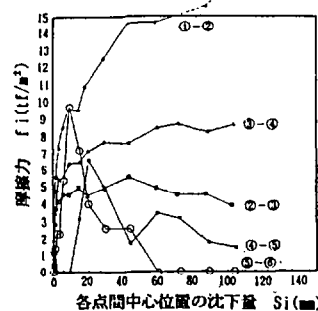


図-3 摩擦載荷試験 $S_i - f_i$ 関係

量(Si)との関係を示すと図-3のようになる。

全体的には $S_i=10\sim 20\text{mm}$ で f_i はピークに達し、ローム層の摩擦力は最大で $5\sim 8\text{tf/m}^2$ が確認された。

3.2 鉛直載荷試験：図-4に杭頭荷重 Q_0 と杭頭沈下量 S_0 の関係を示すが、最大荷重1600tf時でも杭頭沈下量は28mm（杭先端沈下量22mm）で極限支持力の状態には至っていないと考えられる。また、 $\log Q_0 - \log S_0$ 曲線、 $S_0 - \log t$ 曲線、及び $\Delta S_0 / \log t - Q_0$ 曲線からも明白な降伏点は見られない。図-5に示す軸力分布によっても周面摩擦力及び先端抵抗共に増加傾向にあり、極限荷重には達していないと思われる。長期許容支持力としては最大荷重の3分の1としても 250tf/m^2 は期待できることになる。

3.3 簡易載荷試験：荷重段階200tfで急激に杭が抜け上がり、最終的に荷重235tfで抜け上がり量は136mmであった（図-6）。先端ジャッキの底面の沈下量は最終3.4mmであり、この荷重と沈下の関係は先に行った先端試験のそれとほぼ同じ傾向を示している。各断面の軸力分布を図-7に示す。今回の簡易載荷試験より求めた摩擦力は、摩擦試験より求めた値より下回っているが、周面摩擦の作用方向が上向きであることと、今回の試験まで十分に周面摩擦が回復していないためと思われる。

4. まとめ

以上の3種類の試験からは杭先端の降伏荷重は確認できなかった。摩擦抵抗については、摩擦試験の軸力分布から、降伏荷重に達するまでは深度方向に対して直線状に摩擦が働いている様子を読み取れる。しかし、降伏荷重を越えて杭が滑り出すとローム層では摩擦力は増加しないが、表層部に敷き詰めている碎石混じりローム層の拘束効果によって荷重が増すほど表層付近の摩擦力が増大していることが分かる。図-8に示される杭側方の変位分布を見ると先の現象を表す結果を与えている。即ち、GL-1mに水平変位のピークが見られ、この拘束効果によって摩擦抵抗が増加することが説明できる。しかし、地盤がロームであるGL-6m、9mにも水平変位のピークが見られるものの、軸力分布からは摩擦力の低下が見受けられる。これは、摩擦面の再構成が滑り面の粒径、土質に依存する結果を示しているものと考えられる。

以上の試験より、砂礫層に支持された深礎杭は、先端支持力 250tf/m^2 が得られること、又、土留め材背面に裏込め注入を行った場合には、関東ローム層の摩擦抵抗も期待できることが確認された。

この研究は、日本建築センター内に設置された「深礎杭の鉛直支持力に関する研究委員会」（委員長：岸田英明 東京工業大学教授）の指導のもとに行われたものである。御指導を頂いた委員会各位に対し心から謝意を表す次第です。

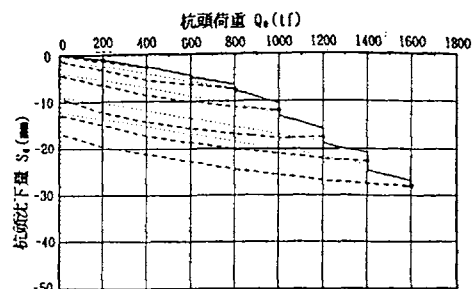


図-4 鉛直載荷試験 $Q_0 - S_0$ 関係

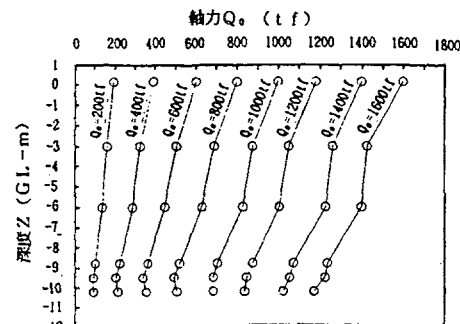


図-5 鉛直載荷試験 軸力分布図

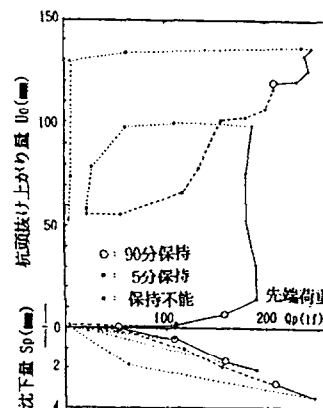


図-6 簡易載荷試験 $U_0 - Q_p$

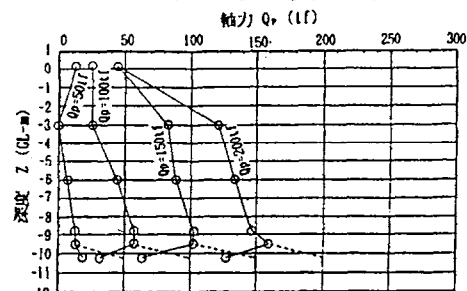


図-7 簡易載荷試験 軸力分布図

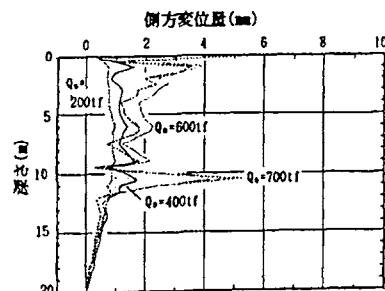


図-8 傾斜荷重測定結果 摩擦試験