

III-182 50 cm押込んだ載荷試験結果に基づいて考察したリバース杭の支持力

清水建設株式会社 研究所 ○ 正会員 小 粥 庸 夫
 首都高速道路公団 足立工事事務所所長 正会員 田 中 達 雄
 清水建設株式会社 研究所 土 屋 勉

§ 1 序

リバース杭などの大口径場所打ち杭は、公害規制により打込み杭が使いにくくなったこと、構造物が大型化し大きな支持力（鉛直支持力のこと、以下同様）が要求されるようになったことなどの理由により需要が増加している。しかし、大口径場所打ち杭の支持力については載荷重が大きく、試験が容易ではないため沈下量を大きくした試験例が少ないこと、施工方法によって支持力が左右され易いことなどの理由により打込み杭の支持力に比較して不明確な部分が多い。なかでも従来から用いられている設計支持力式は周面摩擦力が過少評価され杭先端支持力が過大評価される傾向にあり、事ある毎に議論されてきた。

そこで、本論ではおよそ50cm押込んだリバース杭のある載荷試験結果を紹介し、それらに基づいてリバース杭などの大口径場所打ち杭の支持力について若干の考察を加えた。

§ 2 実験計画

(1) 目的と概要 現地で施工したリバース杭の支持力をより詳しく知るためにボーリングによる地盤調査（試験杭施工およそ2ヶ月前、同およそ4ヶ月後）、支持地盤の深層載荷試験、試験杭孔壁形状調査、コンクリートコアボーリング調査などの多くの調査や試験を行ない、載荷試験時の杭頭沈下量を最大493.6mmまで増加させていわゆる極限支持力を確認した。

(2) 位置と地盤 実験は荒川左岸、千住新橋の付近、東京都足立区梅田3丁目5番地で行なった。試験杭からおよそ50cm離れた地点の調査結果によれば、地盤は図-1に示すように①いわゆるゼロメートル地帯で地下水位が高い。②地表から地下およそ5mまでは緩い細砂、以下およそ20mまでは $N \approx 0 \sim 4$, $qu \approx 2 \sim 27 \text{ t/m}^2$ のシルト層である。③およそ20mから28mまで $N \approx 5 \sim 20$, $qu \approx 18 \sim 26 \text{ t/m}^2$ のシルトと細砂の互層である。④およそ28mから37mまでは $N \approx 10 \sim 30$, $qu \approx 32 \sim 45 \text{ t/m}^2$ のシルトと細砂の互層である。⑤およそ37m以深は $N \geq 50$ の細砂で、この層が支持層となる。この層の許容地耐力は深層載荷試験によりおよそ 230 t/m^2 あることが確認されている。⑥試験杭施工後のN値は試験杭施工前に比較して幾分低下きみである。

(3) 試験杭 試験杭は前述のようにリバースサーキュレーションドリル杭で、その寸法は図-1に示すように $\phi 1500 \text{ mm}$, $l 33.20 \text{ m}$ で、主筋が18-D32、フープ筋が $\textcircled{3} 300$ -D13である。施工は載荷試験のおよそ8ヶ月前に行ない、その作業は順調であった。超音波測定器で全長にわたって $\phi 1500 \text{ mm}$ 以上の鉛直（精度およそ1/760）な削孔ができていたことを確認し、孔底のスライム処理を入念に行なった。コンクリートコアボーリングにより杭体コンクリートの強

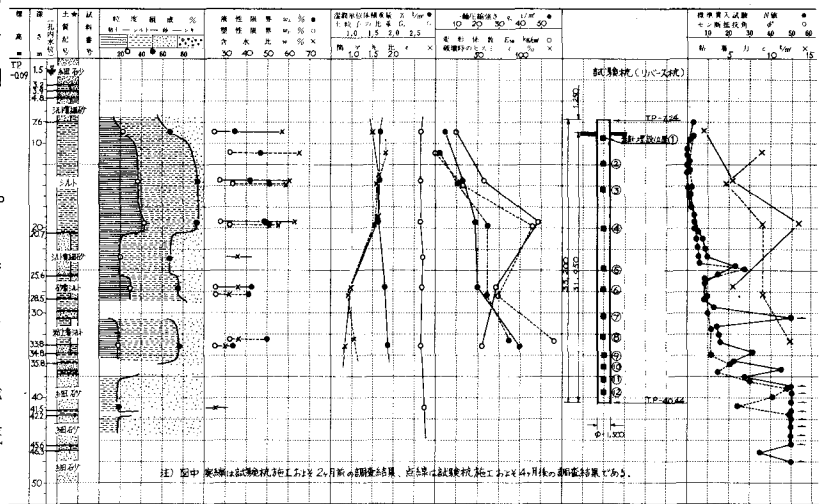


図-1 地盤調査結果（土性図）

度と弾性係数は平均値でおおの390 髣, 2.97×10^5 髣であることを確認した。

(4) 載荷試験 緩速8サイクル, 最大載荷重 2250 t の試験を延3日にわたって行ない, 杭頭荷重, 杭体沈下量(杭頭, 杭中間点として杭頭下 17.05 m, 杭先端), 杭体歪度(図-1に示すような12断面), 反力杭の浮上量と杭体歪度などを測定した。

§ 3 実験結果と考察

(1) 荷重と沈下量の関係 荷重と沈下量の関係は図-2に示すとうりである。沈下量は 450 t で 1.9 mm, 杭中間 0.9 mm, 杭先端 0.4 mm, 1350 t で杭頭 8.6 mm, 杭中間 4.8 mm, 杭先端 2.9 mm, 1800 t で杭頭 373.7 mm, 最大荷重の 2250 t で杭頭 493.6 mm である。残留沈下量は 450 t でいずれも 0.1 mm 以下, 1200 t で杭頭 1.1 mm, 杭中間 1.0 mm, 杭先端 0.6 mm, 1500 t で杭頭 147.4 mm, 杭中間 147.1 mm, 杭先端 146.5 mm, 2250 t で杭頭 479.8 mm である。沈下量はおよそ 1350 t まではほぼ直線的に増加し, 以後急増する。この増加傾向は非常に急激で, 1350 t 時に 8.6 mm であった杭頭沈下量は次の 1500 t 時には 155.5 mm に達し, 同一荷重保持 2 時間後の杭頭沈下速度も 1350 t 時の数倍に増大している。これらのことと, 155.5 mm が杭径の 10% を越えた大きな値であることなどを考慮して, この杭のいわゆる極限支持力(設計を考える時の狭い意味での)はおよそ 1350 t であると考え。いわゆる降伏荷重は両対数グラフなどによる検討からおよそ 1000 t であると考え。極限支持力と降伏荷重に対する安全率をおおの 3.2 以上と仮定し, 杭頭沈下量の値を考慮して設計支持力を 450 t と考える。

(2) 周面摩擦力と先端支持力 杭体軸力算出結果によれば, 周面摩擦力は載荷荷重 1350 t でほぼ最大値に達し, 以後荷重が増加しても杭全体としてほとんど変化せずとその最大値を保ち続け, 荷重の増加分はそのほとんどを先端支持力が負担するようになっていくことが分かる。すなわち, 図-3に示すように荷重 1350 t までの沈下量が小さい間はほとんどの荷重を周面摩擦力が負担し, 周面摩擦力が最大値に達すると以後沈下量が急増し次第に先端支持力がききはじめ, 以後の荷重増加分はそのまますべて先端支持力が負担するような機構になっている。周面摩擦力度の最大値は杭全体で平均すると図-3に示すようにおよそ 9.0 t/m^2 となり, N 値との関係で示すと図-4のリバース(他の杭は道路橋設計指針の値を記入した)として示すようにおよそ $1 \text{ N/t/m}^2 \sim 0.5 \text{ N/t/m}^2$ として近似できる。先端支持力は最大荷重 2250 t 時に最大となりその値はおよそ 710 t , 400 t/m^2 であり, 沈下量を大きくすればさらに大きくなると考える。しかし沈下量の大きさを考慮すると設計支持力としては数 10 t/m^2 しか期待できない。

§ 4 結

リバース杭などの支持力について, そのおよその値と特性を明らかにすることができた。

謝 辞 御指導, 御協力を戴いた首都高速道路公団高津和義氏, 清水建設古川基可氏, 石原公氏にお礼申し上げます。

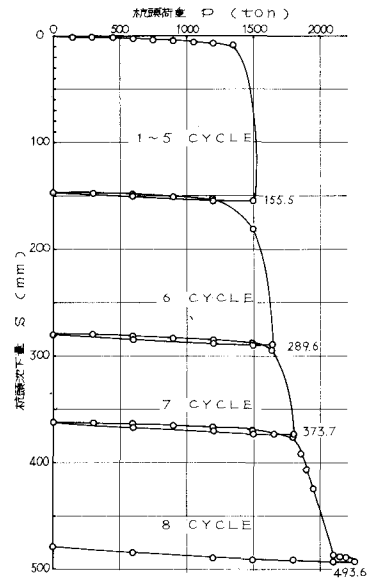


図-2 P~S

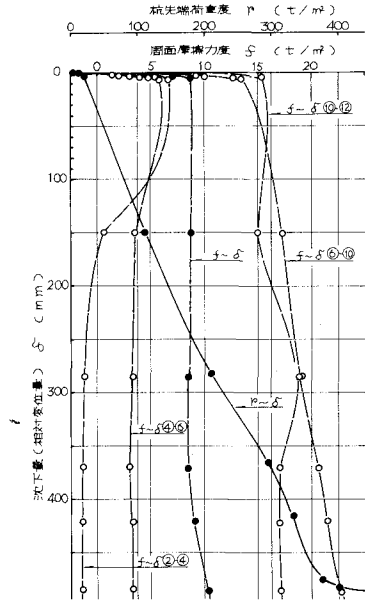


図-3 f ~ delta, r ~ delta

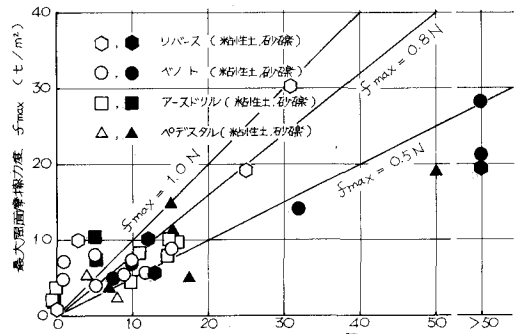


図-4 fmax ~ N