

杭の先端載荷試験による中間砂層の支持力検討

国土交通省有明海沿岸道路出張所

横峯正二

徳重俊博

(財) 海洋架橋・橋梁調査会

正会員 ○貴志友基

(財) 土木研究センター

正会員 松本正士

1. はじめに

有明海沿岸道路は福岡県大牟田市と佐賀県鹿島市を結び、地域発展の核となる都市圏の育成や地域相互の交流促進、空港、港湾等の広域交通拠点との連携等に資する地域高規格道路である。計画図を図-1に示す。このうち(仮称)皿垣連続高架橋は、道路橋示方書で規定される良好な支持層が深度40~50mと深いため、杭長25mの摩擦杭として設計を進めていた。しかし、図-2のとおり深度20m付近に層厚7m程度で平均N値28の砂礫混じりの洪積砂層が存在することから、この中間砂層の支持力を検討し、杭長を短くすることを目的に、杭の先端載荷試験を実施した。



図-1 有明海沿岸道路計画図(福岡県内)

2. 先端載荷試験の概要

先端載荷試験は図-3のように杭体の先端付近に取り付けたジャッキによって静的な荷重を加える試験である。反力装置が不要なため経済的であり、先端支持力を確実に測定できる試験である。本試験では、極限支持力を確認する必要があることから、試験杭を使用した。試験杭の使用は下記に示すとおりである。

- ・杭種：場所打ちコンクリート杭
- ・工法：揺動式オールケーシング工法
- ・寸法：φ1.2m、L=21.5m

先端ジャッキの仕様は、ジャッキ径φ0.9m(支圧径φ1.2m)、最大出力5,500kN、最大ストローク300mmで、試験後に回収しないものとした。なお、地層ごとの周面摩擦力を評価するために、層境付近の主筋に鉄筋計を取り付け、杭体のひずみを測定した。

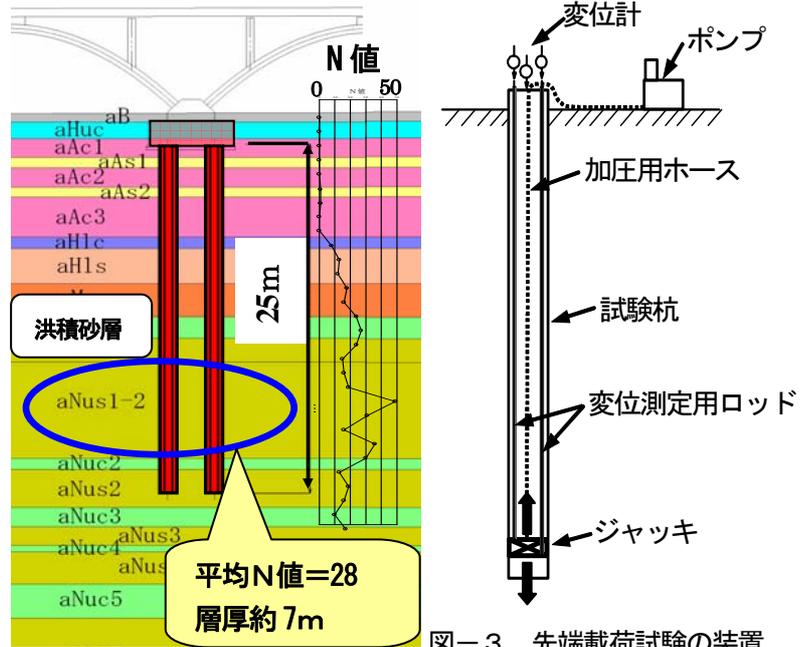


図-2 皿垣連続高架橋の地質状況

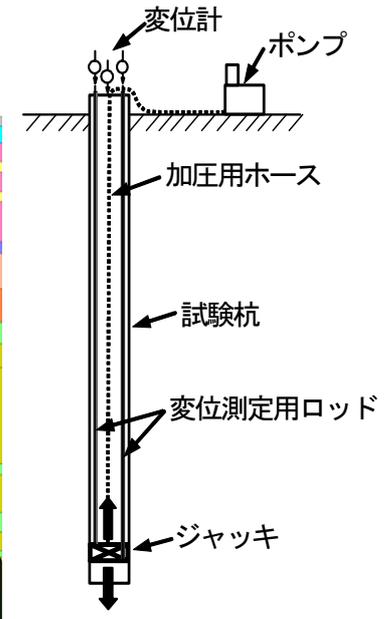


図-3 先端載荷試験の装置

載荷試験は地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」(以下、地盤工学会基準という。)に準拠して行った。計画最大荷重は4,000kNで載荷試験方法を表-1に示す。試験は最大計画荷重または、周面摩擦力および先端支持力のいずれかが降伏状態になった時点で終了するものとした。

表-1 載荷試験方法(当初計画)

荷重段階数	10段階
サイクル数	5サイクル
載荷速度	増荷重時：400kN/min程度 減荷重時：800kN/min程度
各荷重階における荷重保持時間	新規荷重段階：30分 履歴内の荷重段階：2分 0荷重段階：15分

3. 試験結果

(1)試験結果概要

試験は、載荷荷重1,600kNの2サイクル目で、先端支圧径の1/10(120mm)近い100.72mmの先端変位が発生した。このように想定以上に沈下が進行したため、サイクル数を当初計画より減らすことにした。

キーワード：先端載荷試験、支持力、中間砂層、場所打ち杭

連絡先：〒832-0824 福岡県柳川市三橋町藤吉字中無田495 TEL 0944-74-2930 FAX 0944-74-2932

その後荷重保持が可能のため引き続き試験を継続し、載荷荷重2,000kNの3サイクル目で杭径の1/10以上の168.28mmの先端変位が発生し、4サイクル目の載荷荷重2,800kNで291.15mmの先端変位が発生した時点で試験を終了した。試験結果を図-4に示す。

なお、図-5に示すとおり載荷荷重2,800kNにおいてもジャッキ上面の変位量が約5mmであることから、杭の周面抵抗力が先端抵抗力よりも大きいことがわかった。

(2)第2 限界先端抵抗力の判定

地盤工学会基準によれば第2 限界先端抵抗力は、先端変位量が杭先端直径の10%以下の範囲で、先端抵抗が最大となったときの値と定義されている。ここでは、図-5に示す杭先端荷重とジャッキ下面の変位量の関係から判定した。荷重-変位量曲線と杭径の1/10となる120mmの変位量の線が交差する点をグラフから読み取った結果、第2 限界先端抵抗力は約1,700kNであると判定した。

(3)杭周面抵抗力の判定

主筋の取り付けられた鉄筋計のひずみ量の結果から軸方向力を算定し、各層の周面抵抗力を算定した。その結果からは、第1 限界周面抵抗力、第2 限界周面抵抗力とも確認できなかったため、試験結果から周面摩擦力を推定することができなかった。

4. 結果の考察

試験対象となる中間砂層は平均N値が30近いことから判断して、先端支持力の確保が期待された。しかし、実際に試験で得られた第2限界先端抵抗力から、杭先端の極限支持力度は約1,500kN/m<sup>2</sup>(杭径1.2m)となり、当初N値等から推定した極限支持力度2,800kN/m<sup>2</sup>まで確保できない結果となった。これは、写真-1のコア写真に示すとおり当該地盤は粘性土を多く含む礫混じり土で、固結度が小さかったためと考えられる。標準貫入試験では礫部分を打撃したため、比較的大きな強度となったが、マトリクスが弱い静的な荷重では大きな変形となって現れた。このような地盤の支持力評価では、N値のみの判断では危険側の可能性があることを示唆しており、地盤性状を多方面に評価することが重要であることがわかった。

5. おわりに

今回の先端載荷試験を実施することで、直接極限支持力を確認し、地盤性状を正確に把握したうえで設計の見直しが可能であることを確認した。今後、試験結果を検証し、適正な支持力評価を行うことで、コスト削減に向けた設計の見直しを進めていく予定である。

参考文献

- ・道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (社)日本道路協会 平成14年3月
- ・地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説—第1回改訂版— (社)地盤工学会 平成14年5月

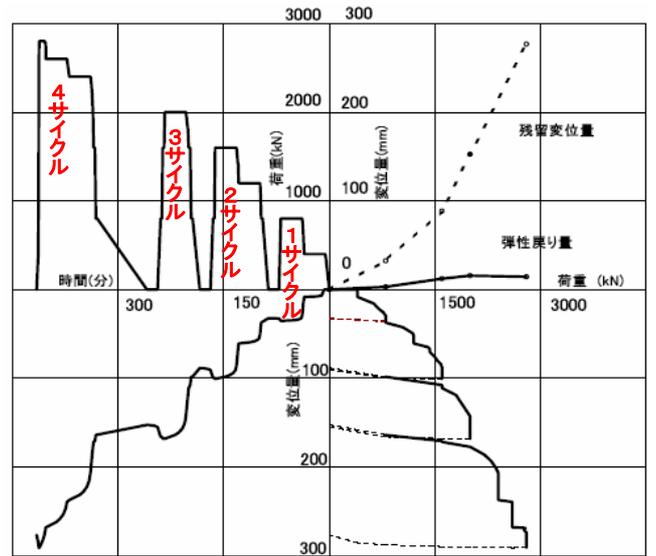


図-4 試験結果総合図

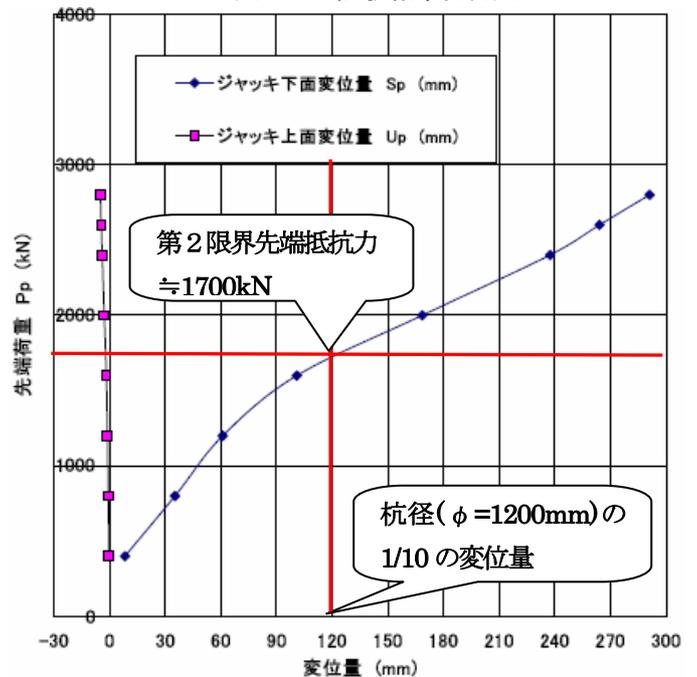


図-5 杭先端荷重-ジャッキ変位量曲線



写真-1 ボーリングコア写真