

## III-471

場所打ち杭の鉛直載荷試験報告  
(大仁高架橋)

静岡県土木部道路建設課 正員 小野田隆夫

静岡県土木部道路建設課 正員 山本浩之

開発コンサルタント(株) 正員 山下幹夫

## 1 まえがき

本計画橋は橋長約1.9kmの高架橋であり、その下部工は82基にもなる。これらの基礎工としては杭長が10m程度の場所打ち杭で計画している。使用杭径は地盤が砂礫系であるため、施工性や経済性を考慮し1500mmとしたが、その結果、杭長と杭径の比(L/D)は6.5程度となり、短杭の部類に属する基礎となる。このような短い場所打ち杭では杭の支持力機構として杭周囲の摩擦力より杭先端地盤の支持力が大きな要素となる。道路橋示方書IV下部工編によれば、場所打ち杭の場合、施工による地盤の乱れの影響等を考慮して、先端地盤の極限支持力度は砂礫層( $N \geq 30$ )で $q_a = 300 \text{ tf/m}^2$ と規定されている。本来、場所打ち杭は杭長も長く、支持力の大部分は周面摩擦力に期待し、杭先端の地盤支持力は大きな問題とはならないが、本計画のような短杭基礎では先端地盤の極限支持力度の大小は基礎工の経済性に大きな影響を与えるのも事実である。そこで、このような背景を踏まえて地盤調査を行い、支持層と考える洪積砂礫層(Dg1)が示方書の値より大きな支持力度が期待できるものと判断から、目標の極限支持力度を $500 \text{ tf/m}^2$ と設定し、これらの設定条件を確認する目的で杭の鉛直載荷試験を実施した。

## 2 載荷試験位置の設定

本計画では高架橋延長が長いこと、対象とする載荷試験結果の適用範囲を設定する事は重要な事項である。ここでは、杭基礎設計便覧等の規定に準拠し、①地盤構成がほぼ同じであること、②地盤の強度特性が類似していること、③杭長がほぼ同じであることの3点に着目して試験杭と適用杭の支持力機構が類似し同様と見なせる最少本数の

試験杭位置を試算し選定した。

図-1の全体概要図に示すような3箇所(2P<sub>6</sub>, 3P<sub>13</sub>, 5P<sub>7</sub>)の載荷試験位置を設定した。

## 3 載荷試験方法の概要

載荷試験の方法で問題となるのは載荷反力の処理である。本試験では試験杭を囲む4本の杭を反力杭(1=

30m程度)とする方法を採用した。このため、この反力杭には杭先端部にPCケーブルを定着する支圧板を設置し、ケーブルを杭全長にわたり埋設して、杭頭部にてこのケーブルを引くような形式にして反力副桁に結合する構造とした。この方法により反力杭内部には常に圧縮応力のみ動く構造となり、反力杭を本設杭として使用することを可能とした処置である。また、試験の計画最大荷重の設定は杭先端の支持力に着目し、先端伝達率50%の仮定から算定した荷重を丸めて2000tfとした。

## 4 試験結果

## 4.1 極限荷重

図-2に各試験杭の荷重-沈下曲線を示す。極限荷重の定義としては杭先端直径の10%相当の先端沈下量が生じた時の荷重または、杭頭の荷重-沈下量曲線が沈下量軸に対しほぼ平行時の荷重のいずれか小さい値とされている。しかしながら図からも判るように、この規定による極限荷重を確認できたのは5P<sub>7</sub>の杭のみであり、それ以外の2P<sub>6</sub>、3P<sub>13</sub>は所定の沈下量が確認出来ずに試験が終了している。

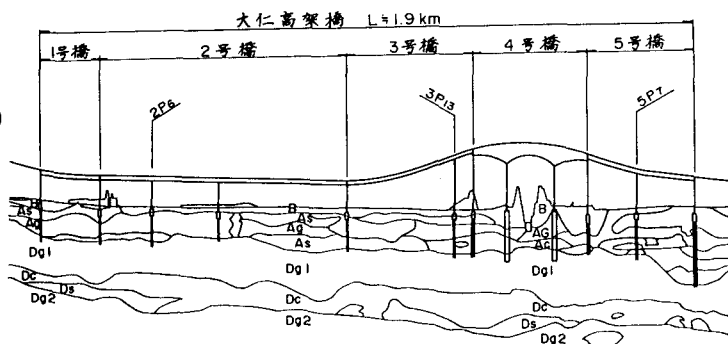


図-1 全体概要図

よって、本試験では極限荷重を $5P_7$ において1,720tf、 $2P_6$ 、 $3P_{13}$ では最大載荷荷重である2,400tfを極限荷重とみなすものとした。

#### 4.2 軸力分布

図-3に極限荷重に達した $5P_7$ の試験杭全長にわたる各荷重段階の軸方向力の分布を示す。図は試験杭内に設けた鉄筋に歪計を設置し、その計測値により各深度の杭軸力を推定して作成したものである。図中の上段の値は載荷荷重を示すが、深度と共に周面摩擦力により軸力が減少していく様子や、載荷荷重が増加するにつれて徐々に杭先端位置への軸力の伝達が増加する傾向がうかがえる。

#### 4.3 杭先端極限支持力度

各試験杭の極限荷重と軸力分布の結果より杭先端の極限支持力度および極限支持力度を求め表-1に示す。

各試験杭の杭先端の極限支持力( $q_d \cdot A$ )は920tf~1,750tf、の値が得られ、極限支持力度( $q_d$ )についても当初の計画値である500tf/m<sup>2</sup>を上回る値が確認できた。

#### 4.4 杭の軸方向バネ定数

道路橋示方書IV下部工編に示される場所打ち杭の軸方向バネ定数は原則的に根入れ比(L/D)が10以上を対象にしている。

本計画の杭はその値が6.5程度であるため、杭の載荷試験から設計で用いられる400~600tf程度の範囲の軸方向バネ定数を求めて道路橋示方書に示される補正式aとの比較を行った。

その結果、根入れ比を10として推定式を扱うことでほぼ同様な軸方向バネ定数が得られることが確認された。

#### 5 あとがき

このような高架橋で下部工の基数も多く、杭の設計支持力が経済性に大きく影響する場合には杭の鉛直載荷試験を実施することは有効な手段であると考える。

本試験でも支持層である砂礫層(Dg<sub>1</sub>)において極限支持力度は500tf/m<sup>2</sup>と評価する事が可能であることが確認された。

一方、周面摩擦力はこの地区の各地層の値を再評価できる程の試験が出来なかったため、設計値としては道路橋示方書による推定式を採用することとした。

最後に本試験の計画と実施に当たり、ご助言、ご指導を頂きました『大仁高架橋検討委員会』の各委員ならびに建設省土木研究所基礎研究室等の関係各位の方々に紙上をお借り致しまして深謝申し上げます。

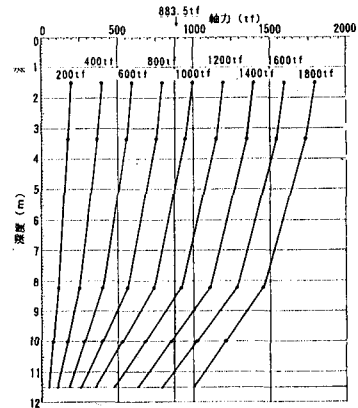


図-2 荷重-沈下曲線

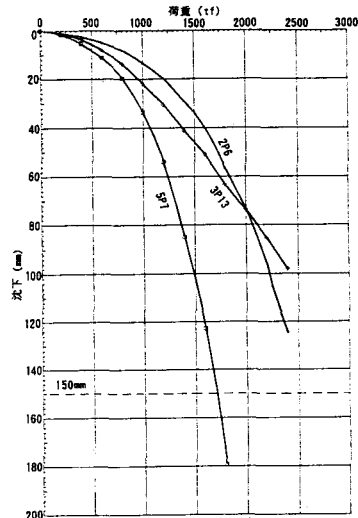


図-3  $5P_7$ の試験杭軸力図

表-1 試験結果一覧表

|                                       | $2P_6$ | $3P_{13}$ | $5P_7$ |
|---------------------------------------|--------|-----------|--------|
| 極限支持力 R U (tf)                        | 2,400  | 2,400     | 1,720  |
| 杭先端の極限支持力 $q_d \cdot A$ (tf)          | 1,750  | 1,260     | 920    |
| 杭先端の極限支持力度 $q_d$ (tf/m <sup>2</sup> ) | 990    | 710       | 520    |
| 周面摩擦力 (tf)                            | 650    | 1,140     | 800    |

- 【参考文献】 1) 土質工学会：『土質工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説』  
 2) 日本道路協会：『杭基礎設計便覧』平成4年10月  
 3) 土木研究所資料 第2919号：『単杭の支持力と柱状体基礎の設計法に関する研究』