

首都高速道路公園 正会員 前田邦夫
大内雅博
〇音川庫三

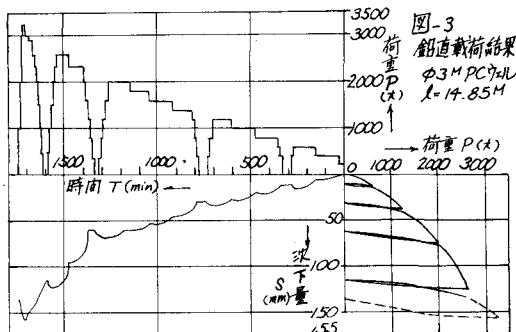
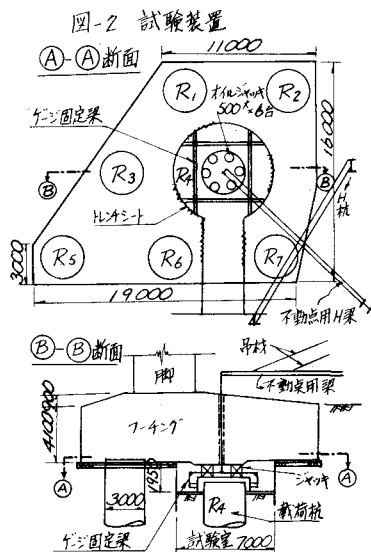
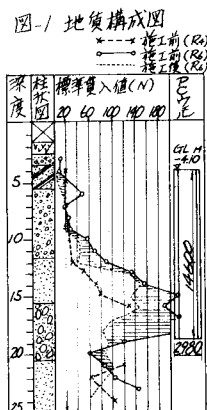
1. はじめに 近年、基礎構造物の施工の経済化、免運化、省力化を図るため基礎杭が大型化する傾向にあり直至3mのものはもとより5~6mのものまで試みられるようになってきた。施工の面からも、これまでのケーソンにみられるような特殊設備、特殊な労務者も必要とせず、その利点は測り知れないものがある。工法もリバース工法、ベント工法、プレキャストブロック工法によるものまで種々あり今後大口径杭は発展の一途をたどることが予想される。しかしながら現在のところ大口径杭(φ3m)の橋梁における施工例が少なく施工法、設計法とも確立されてないため、昭和47年以来一資料を得るため試験施工、水平載荷試験、その他諸実験などを行ない設計、施工の問題点の解明を行っている。今回は、7-4ングの下でφ3mのPCウェルに約3200トンの載荷重量をかけて行った鉛直載荷試験についてのデータがまとまったのでここに報告する次第である。

なお実験目的は次の通りである。①大口径杭の先端支荷機構、②杭周近摩擦、③各断面の躯体に発生する応力及び耐力、④従来の設計の妥当性に對する検討。

2. 試験場所及び概要 鉛直載荷試験は首都高速5号二期線第573工区(東京都板橋区西台)のH327-4ング下にて行った。荷重は最大で3200トンとし、直至3m、肉厚0.3mの中空断面で1ロッド長さ2.43mのものを6本縫いだ全長14.58mのPCウェルに載荷した。

3. 地質調査の結果(PCウェル施工前) PCウェル施工前に鉛直載荷を実施する杭(R4)で地質調査を行った。結果は図-1で程んどが砂及び砂質である。深度14~15mを境にしてN値の分布が大きく異なり上層と下層に大別される。なお間隙水圧は深度21mの地点で測定したが確認できなかった。またR4杭地点での19m深さの深層載荷試験結果は、弾性限界荷重 $P_e = 391 \text{ ㏩}$ 、降伏荷重 $P_v = 656.4 \text{ ㏩}$ であり降伏荷重の1/2を許容支持力とすれば $P_a = 328.2 \text{ ㏩}$ となる。垂直地盤反力係数は $K_v = 754.2 \text{ ㏩/m}^3$ 、土の弾性係数 $E = 517.2 \text{ ㏩/cm}^2$ となった。

4. 試験方法 H327-4ングは地下埋設物等の関係もあり図-2の様な形状をしており、PCウェル7本を基礎杭とする構造で、鉛直載荷する杭は7-4ング中央にあるR4杭である。この杭は1ブロック毎に3個の歪計を工場製作時に挿入しておき、7-4ング下面より2m位下げて取付した。7-4ング施工後は、7-4ング側面よりあらかじめ建て込んでおいたトレンクシート内を掘削し、R4に通ずる地下道を作り、ジャッキ(500㏩×6台)、ダイヤルゲージ等を取りつけ測定の実験室とした。試験時の反力は、7-4ングの自重及び他の6本の杭の自重と図



辺摩擦でとらせた。また載荷による沈下測定時の不動点は、フーチング山筋より外側にH鋼杭を打込み、ビームを渡しその先端にフレームを取りつけ不動点とした。載荷は杭施工後2ヶ月に行ない載荷方法は、載荷方法B(繰返し載荷)とした。

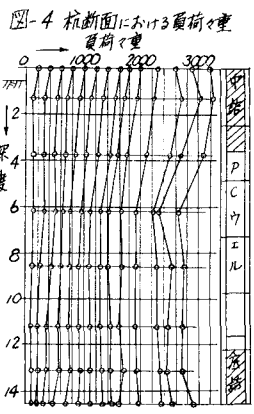
5. 試験結果

(5-1) 降伏荷重----鉛直載荷結果は図-3である。荷重が2600トン以上の段階に入ると沈下量が130mmとなり、沈下速度も大きいので繰返し載荷法では試験ができず、オイルジャッキでの荷重調整が極めて困難であった。従って2600トン以上の荷重沈下量の相関性は変則的な結果として示されている。図-3を基として降伏荷重を各種の方法で求めると表-1の様になった。

表-1 各方法による降伏荷重の結果

方法	降伏荷重(t)
P-S 曲線法	2050
log P-Log S 法	2130
$\frac{1}{2} \log P - \log S$ 法	2020
S-Log P 法	1950
$\log(\frac{1}{2} \log P) - \log S$ 法	1950

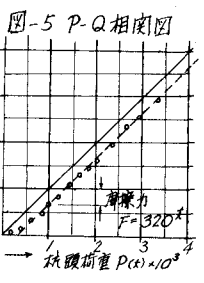
(5-2) 負担荷重分布とその傾向-----杭頭部断面は、躯体、中詰めコンクリート、PC鋼構により荷重が負担される。各材種の歪が同一として解析した負担荷重分布を示すと図-4となる。これによると深度6m位まではある程度の摩擦力が認められるが、それ以深では、どの部分でも負担荷重が同じような値となっている。



(5-3) 摩擦力----図-5に杭先端荷重Qと杭頭荷重Pとの関係を示した。もし摩擦力が0であれば、 $P=Q$ となるはずであるが、この線の平行移動した位置にプロットすればこの中が摩擦力に相当する。この場合 $F=320$ トンであった。

(5-4) 地盤のゆるみについて----P₀杭施工後、杭の縁より50cm離れた部分でN値を調べた結果、周辺及び先端地盤がかなりゆるんでいることが判明した。(図-1の点線参照) これより杭の各区間における負担荷重P₂から増加分 $\Delta P (= -\Delta F)$ を求め、それをその区間の杭断面積で割って周辺摩擦強度fを計算する。また同区間の平均N値を施工前(N₁)と施工後(N₂)に付けて求め、その比を地盤のゆるみ度とし図化する。図-6(a)(b)の形になる。これより次の特徴点が明らかになる。

- ① 周辺摩擦力は深度6m近の上部に発生している。
- ② fの分布傾向はN₂/N₁の分布傾向がよく似ている。
- ③ f=0の部分は杭周囲に土が接触していないものと判断される。(フリクションカット20mmを刃口厚につけて深掘した影響が考えられる)

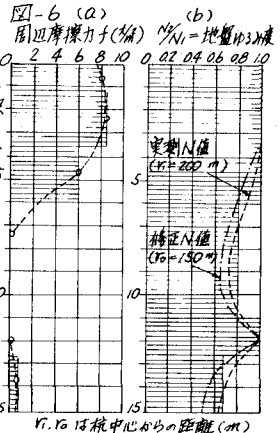


6. まとめ

(1) 先端支持力----①杭先端支持力は地盤の弾性限界荷重に左右され、この限界荷重に相当する変位(沈下量)において降伏荷重が得られる。約1800トンであった。②杭先端支持力は浅い基礎支持力に相当し、先端部地盤で実施した平板載荷試験結果より求めた降伏荷重と、実測値の先端部のみの降伏荷重の比は実測値が2割程度大きい値となっている。

(2) 杭周辺摩擦力----①杭周辺摩擦力は1本当り300~320トン程度で、杭1本当りの支持力の1割程度にしかない。②杭周辺摩擦力は深度6m近の上部だけ負担されており、その分布傾向は周辺地盤のゆるみ状況と似ている。③周辺摩擦力が作用している部分の摩擦強度fとN値の関係は、 $f=0.35N$ で表され、Meyerhofの式($f=0.2N$)よりも大きい値を示していた。

(3) 躯体の耐力と耐力----①最大荷重3200トン時に発生した内部応力の最大値は、 $\sigma_c = 10.8 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 25.5 \text{ kg/cm}^2$ であった。その値はその断面にのっている負担荷重を面積で割った値と一致する。②載荷重Pと最大内部応力との関係は $\sigma_c = 3.38 \times 10^{-2} P$ となった。



(4) 従来の設計法との比較----①大径PC杭指針(土木学会)及びMeyerhof等の式からの計算値と比較すると、先端許容支持力が過大となり試験結果と大きくかけ離れている。また首都公団の基礎基準の許容支持力(ベイト杭の場合)は約1/330倍となる。今回試験の許容支持力は地盤のゆるみの回復、土の締固めをおこなうと他の算出法と比較して最も近い値を示していることが注目されよう。最後に本論文の作成にあたり首都公団の矢作紀代並びに応用地質調査事務所の小松田精吉氏に多大の尽力を得たことを深く感謝致します。