



2-2. 鉛直載荷試験

載荷試験は土質工学会“クイの鉛直載荷試験基準・同解説”に準じて、緩速多サイクル方式により実施した。原則として極限荷重まで載荷するよう計画し、各試験杭の反力杭を8本とし、最大能力2000tまで載荷可能なように電動油圧ジャッキ500tを4台用いた。荷重階は120tとして各サイクルに処女荷重が4段階入るよう定めた。主な計測項目は、杭頭部および先端部の沈下量、杭体のひずみ量などである。

3 工法の概要 (TAIP工法および拡大TAIP工法)

TAIP工法は中掘り式セメントミルク注入工法であり、施工法および施工順序については文献<sup>1)</sup>に示す通りである。その特色は特殊オーガヘッド付きシャフトを杭中空部に挿入し、杭体とオーガシャフトを同時回転させ、オーガによる掘削力と注水による掘削土砂のリフティング作用を利用して掘進を行ない、杭先端部の根固め材としてセメントミルクを注入する工法である。この工法で施工した鋼管杭の埋込み杭を以下TAIP杭とよぶ。また埋込み先端拡大杭の施工法は、TAIP工法と同様の過程で掘進し、支持地盤に到達後は杭内部に内蔵された拡大刃を杭先端より突出拡張させて杭先端部を拡大掘りし、セメントミルク注入により拡大部を形成するものである。以下拡大杭とよぶ。

4 試験結果および考察

4-1. 施工試験結果

各試験杭の施工結果を表-2に示す。埋込み杭のソイルコンクリートの深さ方向の寸法は、載荷試験の終了後においてコアボーリングを行なって調査した結果によるものであり、このソイルコンクリートの圧縮強度の平均値はTAIP杭  $F_c = 259 \text{ kg/cm}^2$ 、拡大杭  $F_c = 247 \text{ kg/cm}^2$ であった。

4-2. 鉛直載荷試験

載荷試験の結果として、図-3～図-4に各試験杭の杭頭荷重～沈下量関係図を示す。降伏荷重および極限荷重の判定を行なった結果を表-3に示した。ただし、TAIP杭および拡大杭とも極限荷重状態に達していないため、Van Der Veenの方法によって判定した極限荷重の推定値を示した。

これらから、荷重～沈下量曲線の比較では、TAIP杭および拡大杭の沈下剛性が打込み杭よりもかなり高いこと、降伏荷重の比較では打込み杭：TAIP杭：拡

表 - 2

|        | 打込み杭  | 埋込み杭 (中掘り)  |  |
|--------|---|---|--|
|        |   | TAIP杭   | 拡大杭  |
| 支持層根入長 | 3.5 m   | 3.5 m   | 3.5 m  |
| 施工結果   | ディゼルハンマー<br>○ラムの重量 $W = 6.0 \text{ t}$<br>○打撃回数 1875回<br>○最終貫入量 $S = 4.4 \text{ m}$<br>○最終リフト量 $R = 1.0 \text{ m}$<br>○ハンマー落下高 $H = 2.8 \text{ m}$<br>動力学的支持力<br>① $\frac{1}{3} \frac{ef \cdot 2WH}{S+K/2} = 590 \text{ t}$<br>② $\frac{2WH}{5S+0.1} = 275 \text{ t}$ | 先端グラウト<br>○注入材 セメントミルク $W/C = 55\%$<br>○注入量 $6.5 \text{ m}^3$<br>○先端掘削径 $\phi 940 \text{ mm}$<br>○先端球根長 $1.5 \text{ m}$<br>○ソイルコンクリート管内充填長 $1.05 \text{ m}$ | 先端グラウト<br>○注入材 セメントミルク $W/C = 55\%$<br>○注入量 $6.5 \text{ m}^3$<br>○先端掘削径 $\phi 1200 \text{ mm}$<br>○先端球根長 $2.8 \text{ m}$<br>○ソイルコンクリート管内充填長 $12.2 \text{ m}$ |
|        | 備   |   |  |
| 考      | ゲージプロテクター<br>投影面積 $150 \text{ cm}^2 \times 4$<br>補強バンド $\text{P}\phi 16 \times 286$ (先端部)   | 99, 281, 204, 298, 290, 308, 282, 346, 320  | 84, 143, 123, 208, 238, 209, 269, 389, 346, 388  |

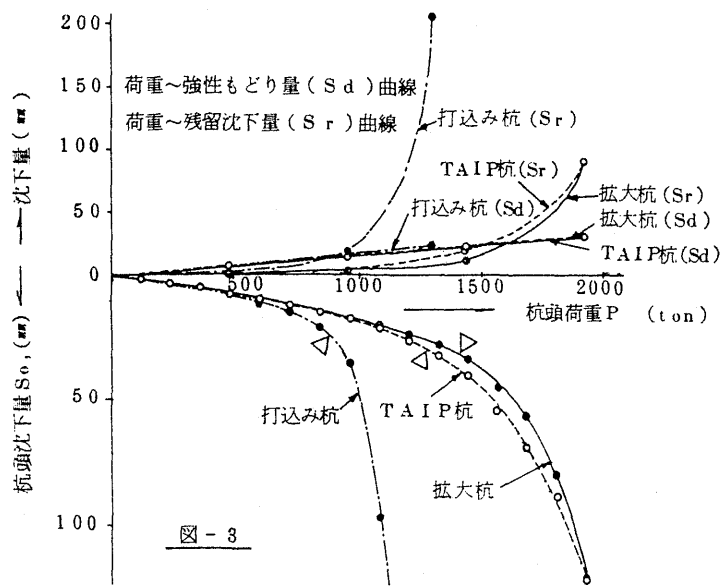


図-3

表-3 載荷試験の判定結果一覧表

|         | 極限荷重<br>Pou (TON) | 降伏荷重 Poy (TON)                            |                          |   | 判定値  | Pou / Poy | Pou / 3 | Poy / 2 | Pa  |
|---------|-------------------|---|--------------------------|---|------|-----------|---------|---------|-----|
|         |                   | log P <sub>o</sub> ~ log S <sub>o</sub> 法 | S <sub>o</sub> ~ log t 法 | $\frac{\Delta S_o}{\Delta \log t} \sim P_o$ 法 |      |           |         |         |     |
| 打込み杭    | 1200              | 910                                       | 840~960                  | 850   | 910  | 1.32      | 400     | 455     | 400 |
| TAIP杭   | 2060<br>(推定値)     | 1290                                      | 1200~1320                | 1510  | 1290 | 1.60      | 687     | 645     | 645 |
| 拡大TAIP杭 | 2040<br>(推定値)     | 1410                                      | 1440~1560                | 1600  | 1410 | 1.45      | 680     | 705     | 680 |

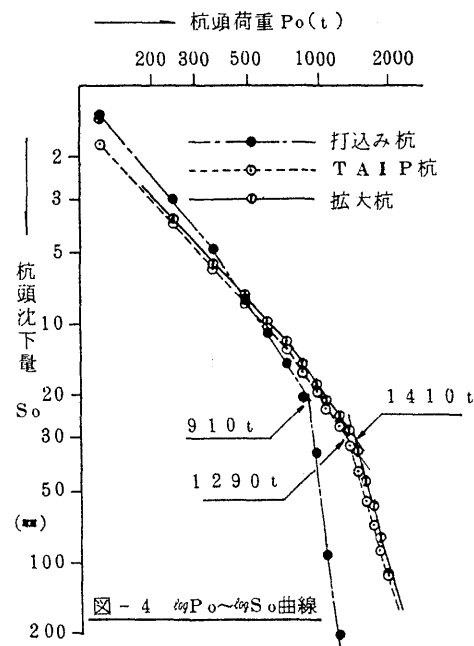


図-4 log P<sub>o</sub> ~ log S<sub>o</sub> 曲線

大杭 = 1 : 1.42 : 1.55 となっていることがわかる。また降伏荷重と極限荷重との比率は打込み杭の場合  $Pou = 1.32 Poy$  であり、文献<sup>2)</sup>の補強リング付きのものに対する  $Pou > 1.28 Poy$  の範囲に入っている。一方TAIP杭、拡大杭では  $Pou = (1.45 \sim 1.60) Poy$  となりTAIP杭における平均的な値<sup>3)</sup>と一致している。

図-5 ~ 図-7に軸力分布図を示す。ただし、実線は鋼管のひずみ計測値から求めた鋼管杭のみの軸力計算値である。TAIP杭および拡大杭の先端内部において、鋼管とソイルコンクリートの間の付着が十分であり、ソイルコンクリートが鋼管

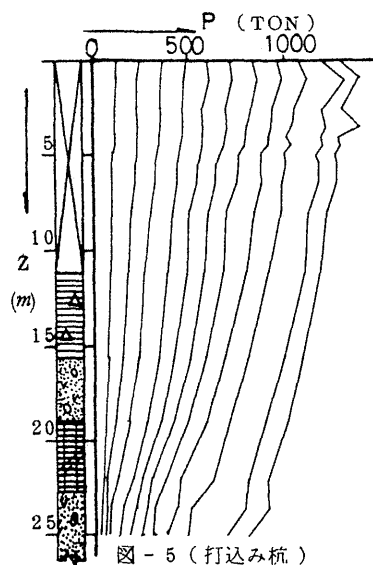


図-5 (打込み杭)

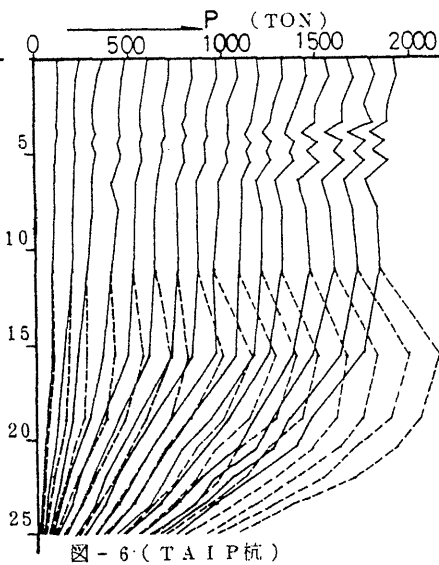


図-6 (TAIP杭)

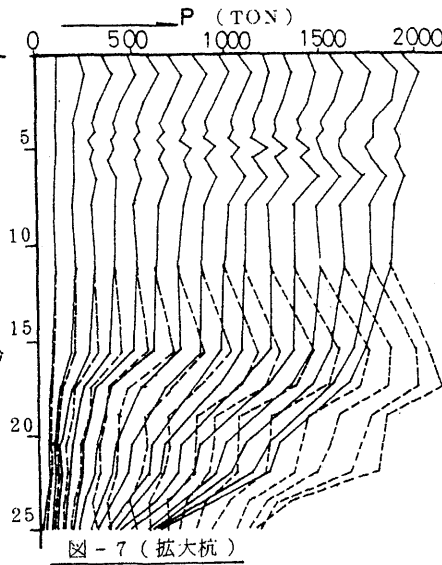


図-7 (拡大杭)

と平面保持的に軸力を分担すると仮定して、ソイルコンクリートのコア供試体の $\sigma \sim \varepsilon$ 曲線からソイルコンクリートの軸力を求め、鋼管杭の軸力に加算したのが図-6および図-7の破線である。しかし、図-8に示すように破線の想定軸力はゲージNo. 10の位置での鋼管軸力Aをオーバーすることはありえない。したがってソイルコンクリートを含めた軸力の上限はA B C D折線のごとく考えられる。結局、軸力はA B C D折線とA E線を上下限とする間にあるが、荷重～沈下量曲線などから先端球根の信頼度が高いと判断されるので、A D曲線あたりに来るものと思われる。

図-9はNo. 17位置での $P_p \sim S_p$ 曲線の比較図であって、(鋼管+コンクリート)の $P_p$ は図-8のDの値を採用した。拡大杭では $P_p > 1000$  tで異状を示しており、鋼管からソイルコンクリートの応力伝達に変化が生じたものと考えられる。よって $P_p \leq 1000$  tの範囲では鋼管とソイルコンクリートとの一体性が十分あると考えて、各杭の比較を行なう。 $\log P_p \sim \log S_p$ 図による先端支持力の降伏値は打込み杭、T A I P杭、拡大杭のそれぞれに対して335 t、620 t、1010 tとなった。曲線形状から極限支持力をそれぞれに500 t、1200 t、1120 tと推定すると、杭先端許容支持力 $P_{pa}$ (同支持力度)は167 t (254 t/m<sup>2</sup>)、310 t (447 t/m<sup>2</sup>)、373 t (330 t/m<sup>2</sup>)となる。打込み杭について、文献<sup>4)</sup>の開端杭閉塞効率 $\eta$ を考慮した許容支持力計算値は211 tとなり、また文献<sup>5)</sup>において先端実断面積に補強バンドおよびゲージプロテクター投影面積をも考慮した同計算値は131 tであった。実験値はこれらの中間にあることがわかる。埋込み杭について $P_{pa} = \frac{1}{3} \alpha N A_p$ とし $\alpha$ を逆算した結果では、T A I P杭の場合 $\alpha = 27.3$ 、拡大杭の場合 $\alpha = 20.9$ となった。ただし以上の計算では $N > 50$ を50としてある。

謝辞 本実験に対しては、鋼管杭協会から実験用鋼管杭のご提供を頂き、同協会振動分科会よりご教示を頂いた。また三和機材㈱からは実験場所をお貸し頂いた。ここに記し厚く御礼申上げる。

〔参考文献〕

- 1) 鋼管杭の騒音振動低減工法 鋼管杭協会
- 2) 山肩・永井; 「打込みの鋼管(開端)の鉛直載荷試験の統計値」日本建築学会学術講演梗概集 S 54.9
- 3) 吉塚他; 「埋込みグイの許容支持力提案式に対する一試算」(T A I Pの場合)第12回土質工学研究発表会
- 4) 建築基礎構造設計基準・同解説
- 5) 山肩・永井; 「開端鋼管ぐいの許容支持力計算式の再検討」日本建築学会大会学術講演梗概集 S 51.10

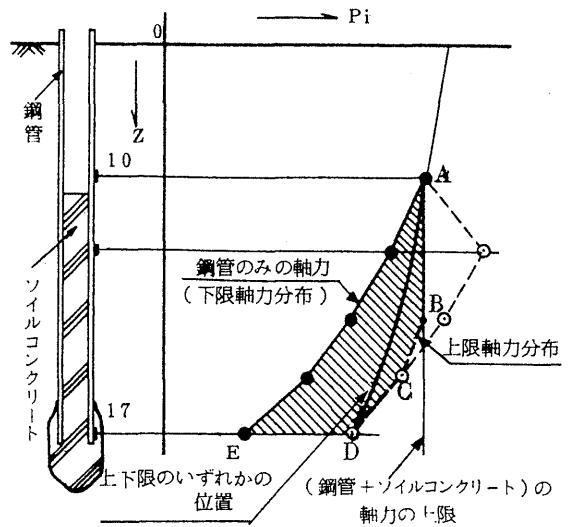


図 - 8

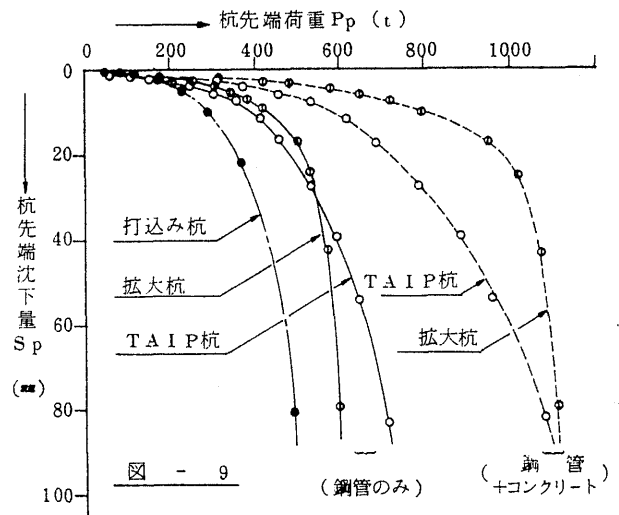


図 - 9