

OAP(大阪アムニティパーク)計画における杭の支持力実験
(その2:鉛直載荷試験と引抜き試験)

正会員○川村 浩^{*1} 同 鈴木俊雄^{*1}
同 小椋仁志^{*2} 同 染川常二^{*3}
同 桑原文夫^{*4} 同 岸田英明^{*5}

1. 序

本論文では、同名論文(その1)に引き続いて、極限鉛直支持力や極限引抜き抵抗を調べるために行った鉛直載荷試験と引抜き試験の概要と結果について述べる。なお、地盤や杭は、(その1)に示した通りである。

2. 鉛直載荷試験

載荷方法 試験杭の極限支持力は建築基礎構造設計指針の計算式では約1,600tfとなるため、計画最大荷重は2,000tfとした。試験は4本の反力杭を用い、土質工学会「クイの鉛直載荷試験基準」のA法多サイクル方式に従って、処女荷重時の荷重保持時間を60分、1段階の荷重を200tfとして実施した。

試験結果 試験は杭を打設後31日目に行った。図1~3に杭頭荷重 P_o 、先端(GL-37m)抵抗 P_p ~杭頭沈下量 S_o 、中間(GL-18m)沈下量 S_m 、先端沈下量 S_p 関係、軸力分布、摩擦力~沈下量関係をそれぞれ示す。これらの図から、次のことが分かる。

(i)基準支持力($S_p=D/10$ の時の P_o , D :杭径1,200mm)を、 $\log P_o \sim \log S_p$ 関係の直線から外挿して求めると2,100tfとなる。これから、この試験杭は長期許容支持力 P_a として約700tf期待できることになる。一方、設計で見込まれる P_a は杭先端の単位面積当たり250tf/m²であるから、約280tf/本となる。したがって、試験杭は設計値に対して十分な支持力を持っていることが確認できる。

(ii)図1中の $P_o \sim S_o$ 関係から軸方向バネ定数 K_v を計算すると、 $P_o=700$ tfでは $K_v=9.9 \times 10^5$ kgf/cm、 $P_o=280$ tfでは $K_v=12.8 \times 10^5$ kgf/cmとなる。道路橋示方書に従って求めた K_v は 5.2×10^5 kgf/cmであるから、試験杭と地盤は十分な剛性を持っているものと判断される。

(iii)図3によると、周面摩擦力は極限值にほぼ達していると見て可からう。図2からGL-18.0m以深の摩擦抵抗は1,000tf程度期待できる。

(iv)杭頭からGL-17mまでフクシオンカット処理としてφ140mmの穴を杭周に連続して設けたものの、図2で見ると300tf以上の摩擦抵抗が生じている。

(v)図1で、 P_o が1,200tf以上になると S_p と S_o , S_m との差が大きくなっている。これは、コンクリートの打設時に簡易載荷試験用の特殊なトミ管を用いたことから一部不具合が生じ、GL-28.5mの位置で強度が部分的に弱くなり杭体がクラックしたためであることが、検討の結果判明した。しかし、それは荷重が1,200tf以上になってから表れたことであり、この杭の設計支持力は280tf程度であることを考えると、今回の基礎杭の設計には全く影響しない。

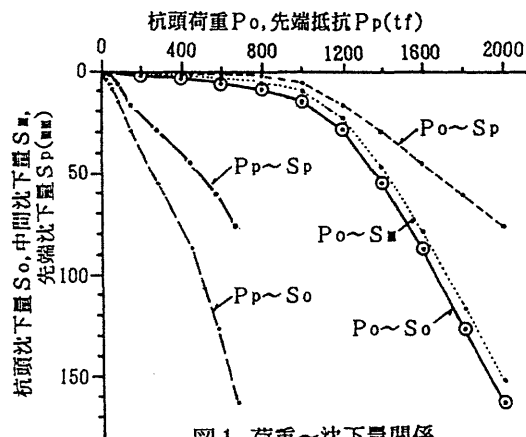


図1 荷重~沈下量関係

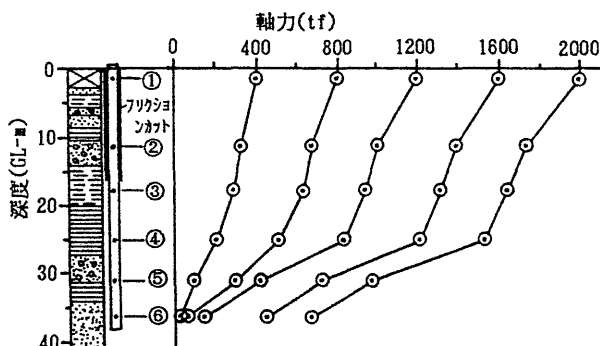


図2 鉛直載荷試験の軸力分布

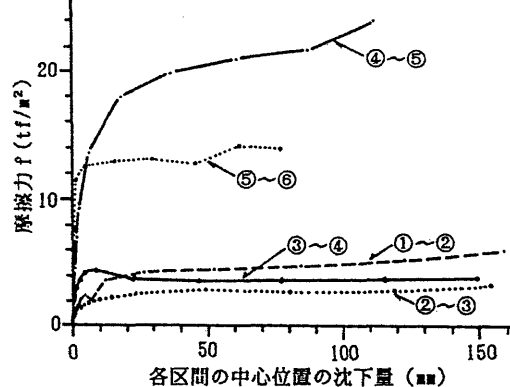


図3 摩擦力~沈下量関係

3. 引抜き試験

試験種類 引抜き試験Aは、鉛直載荷試験時に反力杭のうちの一本の杭について引抜き抵抗と抜け上がり量などを詳しく測ったものである。試験Bは、鉛直載荷試験終了後に試験Aと同じ杭を用いて、極限引抜き抵抗を調べる目的で計画最大荷重を1,000tfとして行ったものである。試験杭にはD32の鉄筋(SD345)を36本入れて、引抜き力に対処している。なお、浮力を考慮した杭の重量は、約67tfである。

荷重方法 他の試験と同様、土質工学会「クイの鉛直載荷試験基準」のA法多サイクル方式に従って、処女荷重時の荷重保持時間を60分、1段階の荷重を試験Aでは50tf、試験Bでは100tfとして行った。なお、試験Bでは最大荷重時に荷重を240分間保持することとした。

試験結果 試験Aは杭の打設後19日目に、試験Bは41日目に行った。図4に杭頭引抜き力 P_o ～杭頭抜け上がり量 U_o 関係を、図5に試験Aの軸力分布図を示す。これらの図から以下のことが分かる。

(i)図4で、両試験の P_o ～ U_o 関係はほぼ一致している。(ii)試験Bは、 $P_o=1,000$ tf時において、 U_o が20mm以下であること、240分の保持時間中も抜け上がり量は落ち着いていることなどから、摩擦力は極限状態には達していないものと判断される。したがって、この杭には1,000tf以上、単位面積当たり 6.6 tf/m²以上の引抜き抵抗が期待できることになる。一方、設計で見込まれる引抜き力は地震時で最大 3.7 tf/m²であるから、試験杭は設計値に対して十分な引抜き抵抗を持っていることになる。

(iii)図5によると、 $P_o < 300$ tfの範囲の軸力分布は逆三角形をしており、摩擦力はほぼ一様に分布している。しかし、 $P_o > 300$ tfになると一部の断面の軸力値が大きくなっている。この軸力の値は、鉄筋に貼付したひずみ計の値から、同一断面内のひずみが一定であると仮定して求めている。しかし、 $P_o=350$ tf時のひずみ値は部分的に 80μ を超えており、コンクリートに生じたクラックのため、この仮定が満足されない状態になっていると判断される¹⁾。

$\log P_o \sim \log U_o$ 関係を描くと折れ点が $P_o=320$ tf付近で認められるが、この折れ点は周面摩擦が原因で生じたものではなく、クラックの影響によるものであろう。コンクリートに一旦クラックが入ると、その部分では引抜き力の分担状況が複雑になって、軸力を簡単には計算できなくなる。このため、地盤の各層ごとの摩擦抵抗を求めるのが難しいことになる。最近、杭の引抜き抵抗を設計に取り入れるようになって、これまで少なかった場所打ち杭の引抜き試験も多く行われるようになって考えられるが、コンクリート内にもひずみ計を設置する^{1) 2)}などの対策が必要となろう。

4. 結語

本論文では、鉛直載荷試験と引抜き試験の概要と試験結果について述べた。この試験では、設計で見込んだ杭の長期許容支持力、軸方向バネ定数、引抜き抵抗の妥当性を確認することができた。なお、同名論文(その4)で、これらの試験で得られた先端抵抗と摩擦抵抗とを簡易載荷試験の結果と合わせて考察する。

謝辞 この試験で、実験場所を提供して頂いた上、実験に際して多大のご配慮を頂いた三菱マテリアル株式会社と大手開発株式会社に厚く御礼申し上げます。

参考文献 1)伊藤圭典、前原雅幸：場所打ち杭の引抜き抵抗に関する実験と考察、土木学会論文集、第376号/III-6, pp. 59~67, 1986年12月

2)奥山一夫、根津菊夫、金坂聖子：砂礫地盤における場所打ち杭の引抜き支持力、第23回土質工学研究発表会(宮崎), pp. 1391~1392, 昭和63年6月

*1 三菱地所(株)第三建築部 *2 (株)ジオトップ営業本部・工博
*3 同技術本部 *4 日本工業大学教授・工博 *5 東京工業大学教授・工博

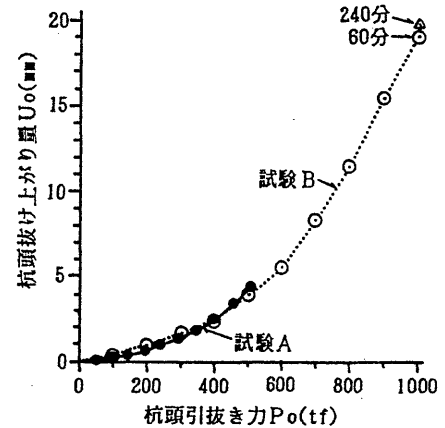


図4 引抜き力～抜け上がり量関係

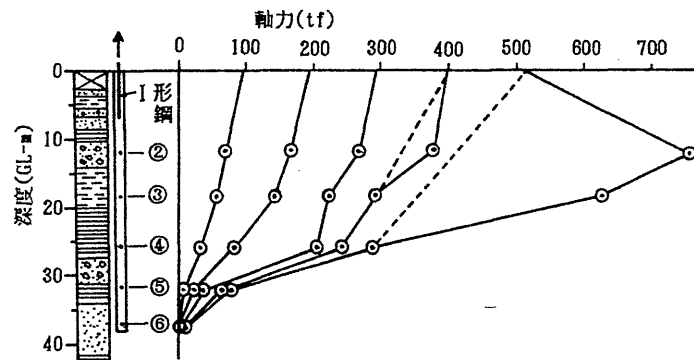


図5 引抜き試験Aの軸力分布