

立命館大学理工学部 正員 勝見 雅

同 大学院 学生員 〇國 本 聖 夫

1. まえがき

杭基礎として鋼管杭が採用される場合、先端が開放されたままの状態で使用される場合が多い。しかし最近の大口徑鋼管杭の実用化ともあわせて、その先端拖杭を発揮するのに有効な先端部分の支持面積として閉鎖全面積を採用することに疑念がいだかれるようになった。著者の1人は京都大学後藤教授とともに、このような点に注目した理論的なうびに実験的な共同研究を行ない、それらの結果についてすでに公表したことがあるが、極限支持状態について追究するまでには至らなかった。

そこで今回は特に根入れ長と極限支持状態における杭先端の開きくとの関係に注目した室内模型実験を行なったので、その結果と若干の考察などについて報告する。

2. 模型実験とその結果

実験に使用した模型杭はアクリライト管で作製した表-1に掲げたもので、杭先端を開放、杭先端をアクリライト板で閉鎖したものそれぞれ3本、合計6本であり、図-1に示すように同一砂槽内に同時に設置した。また砂槽内の砂は滋賀県愛知川産の乾燥砂を用い、模型杭の支持層に相当する部分を突き棒にて一様に突き固め、中間層はできるだけゆるくつめて周面摩擦の影響を極力なくするように努めた。実験に際しては、図-1に示したように、それぞれ

表-1 杭諸元

外径	40 mm	閉鎖全面積	12.6 cm ²
内径	36 mm	実断面積	2.4 cm ²
肉厚	2 mm	管内断面積	10.2 cm ²

の模型杭頭に貼付した板の対角線上に2個のダイヤルゲージを設置し、極限支持力がみいだされるまで、これらによる平均沈下量と荷重との繰返し載荷試験を行なった。図-2は荷重-沈下量繰返し曲線の一例を図示したものであり、このような図の処女包絡線を両対数紙上にプロットすることにより極限支持力を求めた結果が表-2である。

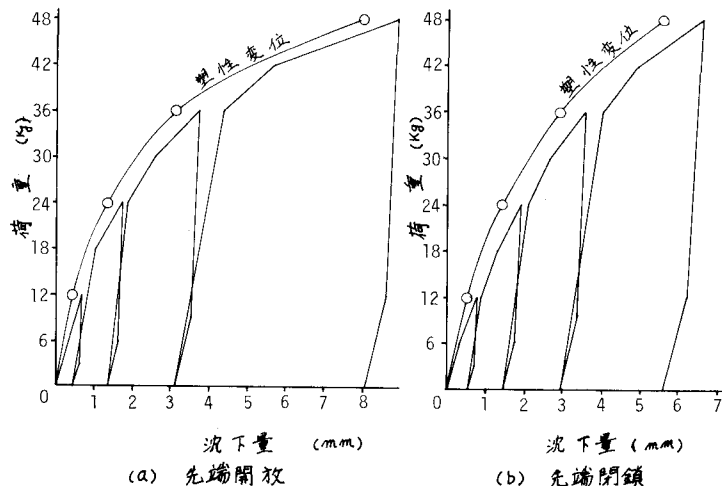


図-2 荷重-沈下量繰返し曲線 (根入れ長 20 cm, II)

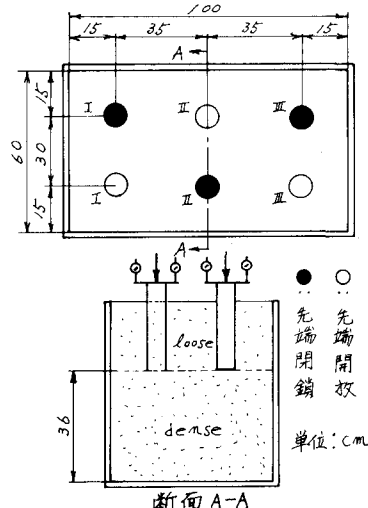


図-1 砂槽および杭配置

表-2 極限支持力

根入れ長	10 cm	20 cm	30 cm
開端	15 kg	24 kg	42 kg
閉端	36 kg	36 kg	48 kg

3. 実験結果に関する考察

図-2より先端開放の方が先端閉鎖の場合より同一荷重に対して沈下量が大きく、また塑性変位も大きい。弾性沈下量においてはほとんど差異がみられない。このような傾向は根入れ長10cm, 30cmにおいても認められる。また今回の実験のように杭外壁と土との周面摩擦力がほとんど期待できない場合には先端閉鎖杭に関しては極限支持力は根入れ長に関係なく一定となるものと考えられるが、表-2によると根入れ長30cmの値だけがかなり大きく求まっている。これは、この種の試験においてしばしばみられるように、砂の締め固め状態の再現性のむずかしさと同様に現わしているものと考えられる。そこで同一砂槽内に設置した模型実験に注目して根入れ長10cm, 20cm, 30cmについて、先端閉鎖杭の極限支持力に対する先端開放杭の割合を求めるとそれぞれ41.7%, 66.7%, 87.5%程度となり根入れ長の増大にともなう閉鎖効果は大きくなることがわかる。このことは管内土と管壁との摩擦力が閉鎖効果に大きく影響しているものと思われる。そこで今回の実験結果を鋼管内の土が杭の支持力におよぼす影響に論点をおいた山原の理論²⁾に適用して、管内土による極限支持力を算出すると根入れ長10cm, 20cm, 30cmに対してそれぞれ0.2kg, 1.6kg, 4.9kgなる結果が得られた。このような値は表-2に掲げた結果と比較してかなり小さい。これは山原は先端開放杭の杭突断面に作用する先端支持抵抗をまったく無視しているために生じたものと考えられ、杭先端への伝達荷重が上載荷重の10~20%と云われている現地実杭には、ある程度対応することも想像されるが、今回のような模型実験には適用できないものと思われる。一方山原³⁾および田島⁴⁾は、管内土の先端に鉛直地盤係数を導入し、閉鎖杭の支持力について論じているが、いずれも山原と同様に杭突断面に作用する先端支持抵抗を無視している。これに対し著者の1人が行なった研究は、管内土の支持力に与える影響を考慮外において杭の突断面のみに注目して先端閉鎖杭と開放杭において同一沈下と生ずる荷重比を求めている。この結果は載荷板の形状が地盤係数に及ぼす影響にそのまま適用できるものであり、円環状基礎の地盤係数とH板の地盤係数との関係を表わしたものとしても注目される。そこでこのような成果を用いて今回の模型杭の寸法を入れて同一沈下量を生ずる先端閉鎖杭に対する開放杭の荷重比を求めると $P/P_0 \approx 0.67$ となり、一例として図-3に図示した根入れ長30cmの場合の荷重-沈下量繰返し曲線の包絡線に適用してみる。図中点線は先端開放杭の包絡線であり、この曲線の値に上記荷重比の逆数を乗じたものが図中の一点鎖線である。さらに管内土の影響として山原の理論により算出した値4.9kgを点線で示した30~50kgの範囲において加味すると、同図の二点鎖線となりこの曲線は先端閉鎖杭の包絡線として示した実線に近づくことがわかる。

以上要するに先端開放杭の先端支持力を推定する際には鋼管内の土と管壁との摩擦力と杭突断面に作用する先端支持抵抗とを加えたものとして考えるのが妥当であると思われる。

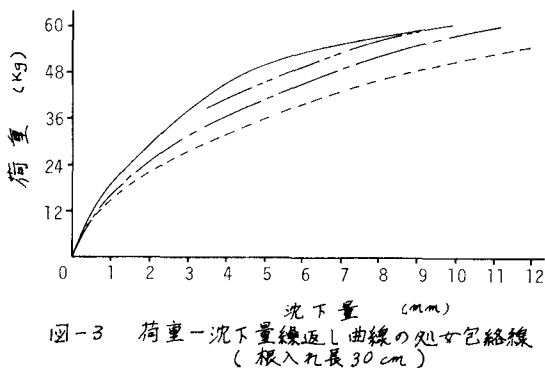


図-3 荷重-沈下量繰返し曲線の包絡線 (根入れ長30cm)

- 1) 後藤田男・勝見雅: 大径鋼管の沈下に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第138号, 昭42.2, PP. 1~10.
- 2) 山原 浩: 鋼管の閉鎖効果と支持力機構(407), (402): 日本建築学会論文報告集, (4012)第76号, 昭39.3, PP. 28~35. (402): 第77号, 昭39.4, PP. 34~41.
- 3) 小島邦男・長岡弘明・永井興史郎: 閉鎖杭の支持力機構について(試論), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013, 昭44.3, PP. 364~370.
- 4) 田島重男: 閉鎖杭の先端閉鎖効果の考察, 第四土質工学研究発表会講演集, 昭41, PP. 211~214.