

I—51 橋脚用大径鋼管杭の支持機構に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 後藤 尚 男
 京都大学工業教員養成所 正員 〇 勝 見 雅
 京都大学大学院 学生員 松 浦 伝

1. まえがき

橋りょう下部構造の基礎工に最近わが国でも大径口の鋼管杭が実用され始めたが、その施工事例は少なく、設計算法はまだ十分確立されていない。そこでわれわれは昨年7月～9月に大阪府の依頼により泉北2号橋（堺市土地造成地区）の橋脚・橋台の基礎工に用いられた大径鋼管杭の載荷試験を行なった。その結果の一部は昨年度の関西支部年次学術講演会において発表したが、ここではその後取りまとめた成果の概要と、特に鉛直支持機構に注目して実施した室内模型実験の結果について報告する。

2. 現地の実杭試験より得られた成果の概要

直径1200mmなる実杭試験より得られた成果のうち本文に関連するところを要約すればつぎのごとくである。(1)図-1に、杭内土砂原状・中空滞水・コンクリート施工後の3状態における鉛直荷重-沈下量線返関係の包絡線を掲げたが、これらの鉛直載荷試験よりの結果と現行の普通径鋼管杭支持力の静力学的な算定式、たとえばTerzaghiの公式 $Q = Q_p + Q_f$ （ Q ：極限支持力、 Q_p ：先端抵抗、 Q_f ：周辺摩擦抵抗）において

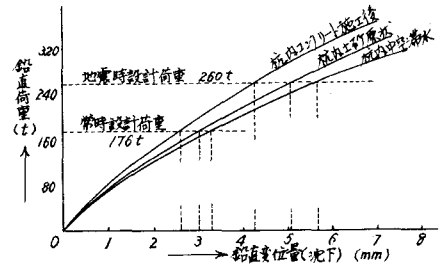


図1. 鉛直荷重-沈下量線返関係の包絡線の比較

Q_f を杭軸方向の測定いずみ分布より推定し、杭先端の有効換算支持面積を算定した結果、この試験の場合は杭の先端を全面閉鎖と考えた場合の40～60%前後であろうことが推定された。(2)水平載荷試験の結果より杭頭自由の単杭としては杭内の状態は水平耐力に余り大きな影響を与えないことがわかった。(3)水平載荷試験および強制振動試験結果より、水平耐力的にも振動強度的にも大径鋼管杭の有利性が裏付けられた。

3. 室内における模型実験とその結果

現地試験の実施によって上述のごとき成果を収めることができ、泉北2号橋基礎工としての大径鋼管杭に関する限り、ほぼ十分な耐力を有しているであろうことがわかった。しかし杭先の支持機構、群杭としての効果などについては究明するに至らなかった。そこで杭先端の支持機構に主眼点をあいた室内模型実験を行なった。しかして模型杭としてはアクリライト管ならび

表-1 模型杭の諸元

項目	アクリライト製			鋼製		
	φ76mm	φ45mm	φ22mm	φ76.2mm	φ50.8mm	φ26.7mm
外径(mm)	76.0	45.0	22.0	76.2	50.8	26.7
内径(mm)	70.0	40.0	17.0	72.2	47.6	21.7
肉厚(mm)	3.0	2.5	2.5	2.0	1.6	2.5
杭長(mm)	500			500		
根入長(mm)	450			450		
載荷板(mm)	159×148×5			100×100×3.2		
全重量(kg)	0.60	0.37	0.27	220, 227	143, 147	112, 113

*：杭先端閉鎖

に鋼管より作製した表-1に掲げた6種について、それぞれ杭先端を開閉（現地試験の杭内土砂原状）、杭先端をアクリライト板あるいは鋼板で閉鎖（現地試験の杭内コンクリート

ト施工後)の合計12本の模型杭を使用した。また砂槽内の砂は12本の模型杭に対してそれぞれ全体がLoose, 模型杭り支持層に相当する部分をDenseの合計24状態について実験を実施した。

杭頭に設置した2個のダイヤルゲージによる平均沈下量と荷重との繰返曲線から、現地試験の場合と同様に荷重-沈下量繰返関係の包絡線を画くことによって、同一沈下量に対する同種、同径の先端開放状態と先端閉鎖状態における荷重Qを読みとり、その一例を掲げたのが表-2の(a)である。さらに、引抜き試験を行なうことによって上掲の周辺摩擦力 Q_f を算出し、上記のQから Q_f を差引いたものを先端支持力 Q_p とみなしてこれを求めたのが同表の(b)である。ついで先端開放状態と先端閉鎖状態における先端支持力の比率を算出した結果を同表中の(c)に示した。したがって

この表-2の一例の場合には、杭先端開放状態の支持力は先端閉鎖状態の支持力に比べて85~90%程度の値を示していることがわかる。同様にして各状態におけるこれらの支持力比を求めて一括した結果が表-3である。ここで杭の外径 R を基準とした杭先端の換算仮想支持面積の考えを取り入れると、表-3の数字は図-2における $\pi(R^2-r^2)/\pi R^2$ に相当する。すなわち $\phi 76\text{ mm}$ の亚克力管および $\phi 76.2\text{ mm}$ の鋼管に注目すれば0.55~0.80位の値を示しており、これは現地試験の0.4~0.6の値より幾分大きい値を与えている。一方、 $\phi 76$, $\phi 45$, $\phi 22$ における先端閉鎖の亚克力管製の模型杭の外周面に図-3の左端に示したような位置にストレインゲージを貼付し、各荷重サイクル毎の最大荷重に対する鉛直ひずみを測定し、そのひずみ分布の一例を示したのが図-3である。同図中横軸には測定ひずみ量とこれを軸方向圧縮力に換算した目盛をもあわせて記入した。同図によると各荷重に対する鉛直測定ひずみ分布より周辺摩擦力はほとんど一定で、その値は2~3 kg程度と算出される。実験結果についてはさらに考察を加えているが、いずれにしても大径鋼管杭の鉛直支持力算定に当っては、普通径杭で慣用されている算定法をそのまま採用することは適当でないようであり、これらの詳細については講演時に述べることにする。

表-2 沈下量と支持力関係の一例(亚克力管 $\phi 45$, Dense)

(a) 沈下量と荷重(全支持力)の関係

沈下量(mm)	0.05	0.10	0.15	0.20
先端開放	8.0	11.5	14.5	17.3
先端閉鎖	8.5	12.8	16.6	20.0

(単位: kg)
(b) 沈下量と先端支持力の関係
(摩擦力 $Q_f = 1.8\text{ kg}$)

沈下量(mm)	0.05	0.10	0.15	0.20
先端開放	6.2	9.7	12.7	15.5
先端閉鎖	6.7	11.0	14.8	18.2

(単位: kg)

(c) 各沈下量に対する先端支持力の比

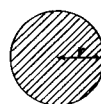
沈下量(mm)	0.05	0.10	0.15	0.20
Q_{po}/Q_{pc}	0.925	0.882	0.858	0.852

Q_{po} : 先端開放状態における先端支持力

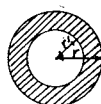
Q_{pc} : 先端閉鎖状態における先端支持力

表-3 各種模型杭の先端開放と先端閉鎖の支持力比

亚克力管杭	$\phi 76\text{ mm}$	$\phi 45\text{ mm}$	$\phi 22\text{ mm}$
Loose	0.55~0.70	0.75~0.85	0.85~1.00
Dense	0.75~0.80	0.85~0.90	0.95~1.00
鋼管杭	$\phi 76.2\text{ mm}$	$\phi 50.8\text{ mm}$	$\phi 26.7\text{ mm}$
Loose	0.55~0.80	0.70~0.80	0.90~0.95
Dense	0.70~0.80	0.85~0.90	0.95~1.00



(a)



(b)

ハッチ: 支持力として抵抗を仮想部分

図-2 杭先端の換算仮想支持面積の仮定

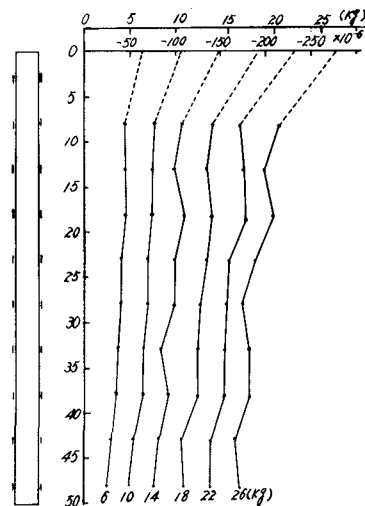


図-3 模型杭の鉛直荷重による軸方向ひずみ分布の一例(亚克力管杭 $\phi 45\text{ mm}$, Dense)