

金沢大学工学部 正員 西田義親
 全 正員 中川誠志
 全 ○学生員 関本道尚

1. 緒言

近年、構造物の大型化に伴う基礎工は著しい発展をみている。その中でも杭基礎の発展はめざましく、多方面において施工されている。そこで杭基礎の設計・施工にあたり、基礎杭の支持力を打込中の性質から算定するための研究の第1段階として、杭打時に発生する応力を模型杭と模型地盤を使って測定してみた。

2. 実験装置および実験方法

模型地盤として、内法寸法 $98\text{ cm} \times 98\text{ cm} \times 150\text{ cm}$ の木箱の中に気乾状態 ($w = 0.6\%$) の砂を一様な密度になるように詰め用いた。砂の密度は $\gamma_d = 1.4\text{ t/m}^3$ 、真比重は $\rho = 2.65$ 、有効径は $d_e = 0.16\text{ mm}$ 、均等係数 $D_{60}/D_{10} = 2.25$ である。

模型杭としては、アクリルライト棒を $\phi = 3.85\text{ cm}$ 、 $l = 97.0\text{ cm}$ の円柱に加工し、その中心軸線上に上下端から 2.0 cm の位置にストレインゲージを埋め込んで使用した。また周面の摩擦力を変えるため、同じ杭の周面にサンドペーパーをセメダインで固着して使用した(以下これを杭Bとよび、サンドペーパーを貼らない杭を杭Aとよぶ)。杭Aの周面と使用した砂との摩擦係数は 0.58 で、杭Bの周面と使用した砂との摩擦係数は 0.69 である。

今述べた模型杭を模型地盤の中に打込んで実験を行なったのであるが、杭打時の締固め効果を考慮して、杭を5回打込むごとに砂の詰め換えを行なった。杭の打込みは、杭頭に鋼製のキャップをかぶせ、この上にガイド棒に朽めて重錘を自由落下させることによって行なった。本実験で使用した重錘の重量および落下高は次の通りである。 $W = 1\text{ kg}$ 、 2.25 kg 、 5 kg 、 10 kg の4種、 $h = (2\text{ cm} \sim 40\text{ cm})$ のうちの数種。以上の条件の下に杭の打込み時の応力を電磁オシログラフに記録し測定した。そのうち最大圧縮応力のみを取り出して整理し、解析を行なった。

3. 実験結果および考察

本実験により得られた結果のうち、興味あると思われるものをいくつか取り出して報告すると次の通りである。

第1に、杭先の位置と杭の南端にそれぞれ発生する応力との関係は図-1にその一例がみられる通りである。まず杭頭応力は重錘の重量・落下高・周面摩擦の大きさに関係なく同一の傾向を有する。つまり、杭頭応力は杭先の位置に無関係に一定であるが、杭先の地盤表面からの深さと共にやや増加の傾向がある。ただし重錘の重量や落下高が大きくなれば発生する応力も大きくなり、周面摩擦が大きければ発生する応力も大きいようである。これに対し杭先の応力はある一定の深さ ($30\text{ cm} \sim 40\text{ cm}$) までは次第に増加するが、それ以後はほぼ一定値を示す。これは杭先の支持状態が自由端の状態から固定端の状態に変化するためであると思われる。この $30\text{ cm} \sim 40\text{ cm}$ という深さは杭径の約8倍に相

当し、いわゆる浅い基礎と深い基礎との境界に
 ているのは興味ある事実である。重錘重量の大きい
 時、周面摩擦が大きければ杭先応力が一定となる深
 さは大きいけれども、その一定値は周面摩擦の大き
 さにはあまり関係がなくなってくるらしい。重錘重
 量の小さい時は、杭先応力が一定となる深さは摩擦
 の大きさにはあまり関係なく、その一定値は摩擦の
 大きい方が大きくなるようである。

第2に、杭先の位置と応力依達率（杭先の応力と
 杭頭の応力の比を仮に応力依達率とよぶことにする）
 の関係については図-2にその一例が見られる通り
 である。重錘の重量や落下高、周面摩擦に関係なく
 30cm ~ 50cmまでは次第に増加するがそれ以後は
 はほぼ一定値（0.1 ~ 0.5）であるか、やや下降を示
 している。重錘重量が大きければ依達率は大きく、
 重錘重量が小さく落下高が大きいほど依達率は小さ
 くなるようである。これは杭頭部の弾性変形が大き
 くなって重錘のリバウンド量が大きくなるためであ
 ると思われる。また依達率は周面摩擦の大きさには
 あまり関係がないようにも思われる。

第3に、杭頭および杭先に発生する応力と重錘の
 落下エネルギーとの関係を見れば次のようである。
 図-1に示されている如く、杭先位置が30cm ~
 40cm以上になると杭先応力はほぼ一定になり、杭
 頭応力は杭の位置により大きくは変化しない。これ
 らの一定値と重錘の落下エネルギーとの関係を示し
 たものが図-3である。これを見ると、杭Aおよび
 杭Bに発生する杭頭応力および杭先応力は $\sqrt{Wh}$ に比例して増加する。そしてその比例定数は杭Aに
 おいても杭Bにおいても摩擦の大きさにはあまり関係がないようである。発生する応力が $\sqrt{Wh}$ に比例
 することから、発生応力は重錘の衝突速度に比例することが確かめられたわけである。

以上本実験で得られた結果は模型杭と模型地盤というモデル系において得られたものであって、実
 際の場合にうまく当てはまるかどうかは疑問であるが、基礎杭の設計・施工やその支持力算定に当っ
 ての一指針を示しているものといえよう。

なお、実験に協力された清水建設・上田毅、能谷組・田代昇、同・和藤幸次郎の諸氏に謝意を表す
 る次第である。

