

# 開端圧入杭の閉塞メカニズムに関する研究

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○社城 尚晃

高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎

高知工業高等専門学校 フェロー 多賀谷宏三

(株) 技研製作所 正会員 長山輝夫、堀川幸典

## 1. はじめに

振動・騒音などの環境問題のため杭の施工において圧入工法の採用が主流になっている。この工法において、圧入時の圧入抵抗、杭完成後の鉛直・水平支持力及び引抜き時の引抜き抵抗の推定法が明らかでない。これらは圧入機械の仕様、杭圧入後の杭の性能に係わるものであり重要な課題である。ここでは、これらの現象の支配要因の一つである開端杭圧入時の杭内土による杭の閉塞について、そのメカニズムを解明するための理論検討及び実験を行った。

## 2. 閉塞の理論検討

閉塞時杭内部の土の微小水平要素に作用する力の釣り合いを図 1 に示す。この場合、次の仮定を置く。①閉塞が起きていない開端杭が深さ  $h$  まで貫入されている状態を考える。②その杭内の土塊の深さ  $Z$  の位置における厚さ  $dz$  の微小要素を取り出す。③その微小要素に働く鉛直方向の釣り合いを考える。これらの仮定の下基礎式は次のように表される。<sup>1)</sup>

$$\frac{d\sigma'_v}{dz} = \gamma' + \frac{4\tau}{D} \quad (1)$$

砂質土は  $\tau = k \sigma' \tan \delta$ 、粘性土は  $\tau = c$  とし、 $Z=0$  の時  $\sigma'_v = 0$  という境界条件で解く。

$$\text{砂質土: } \sigma'_v = A \exp\left(\frac{4K \tan \delta}{D} Z\right) - \frac{\gamma' D}{4K \tan \delta} \quad (2)$$

$$\text{粘性土: } \sigma'_v = \left(\gamma' + \frac{4C}{D}\right) Z + B \quad (3)$$

これらの式より、地層を水平分割し各層ごとの杭内の土塊の長さ  $Z$  と層の境界における応力の境界条件より求めた定数  $A, B$  を代入して、1 層目から順に各層ごとの  $Q_i$  についての具体的な予測式を算出していく。

## 3. 杭の圧入抵抗の推定

図 2 より杭の圧入抵抗は次に示す閉塞圧入力  $Q_{plug}$  と非閉塞圧入力  $Q_{unplug}$  の小さい方で決まると考えられる。

$$Q_{plug} = Q_{p-plug} + Q_o + W_p \quad (4)$$

$$Q_{unplug} = Q_{p-unplug} + Q_o + Q_i \quad (5)$$

ここに、

$Q_{p-plug}$ : 閉塞時の先端抵抗力、

$Q_{p-unplug}$ : 非閉塞時のときの先端抵抗力、

$Q_o$ : 外周面摩擦力、 $Q_i$ : 内面摩擦力、

$A_g$ : 土を含めた杭先端の全面積、

図 3. 実験場所の地盤特性

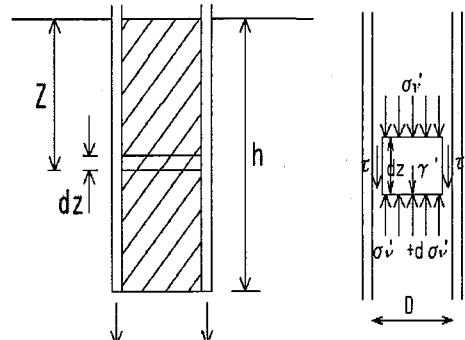


図 1 杭内土の微小水平要素

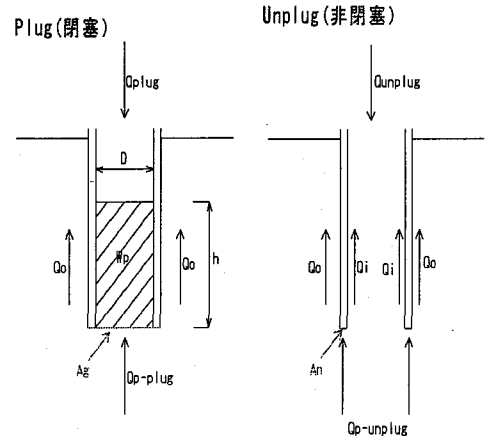
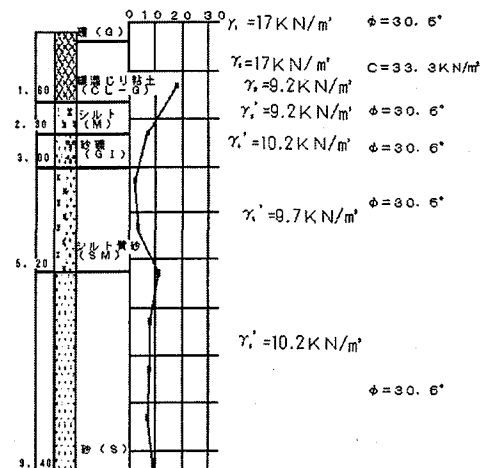


図 2 杭圧入抵抗



Wp：杭に詰まっている土塊重量、

An：杭先端の純面積

先端支持力及び外周面摩擦力等については API RP-2A<sup>2)</sup> などにより推定する。

## 4. 杭の圧入実験

### 4. 1 実験場所の地盤特性

実験場所の地盤特性及び解析に必要な土質定数を図3に示す。実験実施場所の地盤は砂と粘土・シルト・砂礫・砂・シルトなどから成っている。

### 4. 2 杭模型・計測項目・圧入方法及び実験ケース

杭模型の形状・計測項目を図4に示し、実験ケースを表1に示す。各試験杭は2分割でき、ボルト締めされている。圧入は150t型圧入機による断続圧入を行った。

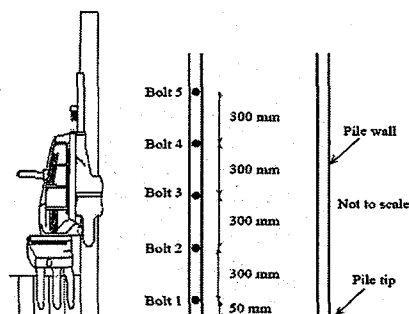


図4 装置及び杭模型形状

表1 実験ケース

| No. | 杭径     |        | 試験項目    |
|-----|--------|--------|---------|
|     | 外径     | 内径     |         |
| 1   | φ318.5 | φ254.2 | 閉端杭     |
| 2   | φ318.6 | φ223   | 内側シューあり |
| 3   | φ350   | φ254.2 | 外側シューあり |
| 4   | φ318.5 |        | 閉端杭     |
| 5   | φ318.5 |        | 荷重試験    |

## 5. 実験結果及び考察

図5は閉塞が起こった深さの実験結果と解析値を示す。この図より閉塞の起こった位置は、ほぼ理論値で推定が可能なが分かる。また、深さ2.4m、6.0mについて、別に行った同径閉端杭の圧入実験より得られた圧入力及び外周面の摩擦力から内周面摩擦力を求めた。各深さにおける実験値と理論値を表2に示す。表2より浅い位置では値が異なり、深い位置ではほぼ一致した。その理由として、地表面では応力の分布が理論式の仮定と異なることや、理論値を算出する際、間隙水圧や閉塞土の圧縮性を考慮していないことなどがあげられる。

表2 内周面摩擦力の実験値と解析値

| 根入れ長  | 2.4m | 6.0m   |
|-------|------|--------|
| 実験値KN | 22.5 | 108.75 |
| 解析値KN | 63.1 | 108.93 |

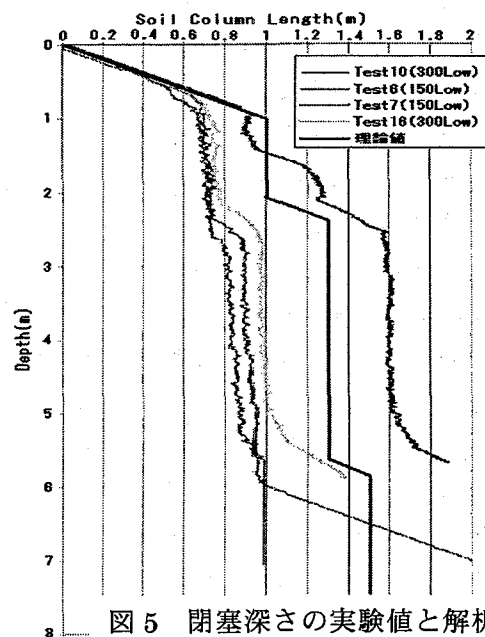


図5 閉塞深さの実験値と解析

## 6. まとめ

閉端杭について閉塞の理論解析値と実験値を比較した。その結果、閉塞深さについては精度良い推定が可能であるが杭の内周面摩擦力については浅いところでは精度のよい推定ができなかった。これは、杭内周面付近に発生する過剰間隙水圧、閉塞土の圧縮性を無視していることなどによると考えられる。今後はこれらを考慮した解析を行う内周面付近の過剰間隙水圧の推定、実測による検証等が望まれる。

## 7. 参考文献

- 1) David White, PRES-IN PILING:THE INFLUENCE OF PULUGGING ON DRIVEABILITY,2000
- 2) API RP-2A,Recommended practice of planning,designing and constructing fixed offshore platforms-Working stressdesign,20<sup>th</sup> edition, washington pp.59-61,1993.