

III-387 場所打ち杭先端地盤の削孔によるゆるみの考察(その2)

榑 竹中土木 正員 福原拓平
竹中技術研究所 正員 山下 清

1. まえがき

場所打ち杭の先端支持力は、打ち込み杭等の排土杭に比べて低い値を示す。この原因として施工過程におけるいくつかの要因が指摘されている¹⁾。このうち、著者らは掘削による孔底地盤の土被り圧の減少に伴うゆるみの問題を取り上げ、杭先端地盤のゆるみを掘削による応力解放とせん断ひずみの発生にともなうせん断弾性係数の低下ととらえ、数値解析結果より算定したせん断弾性係数の低下率 G'/G_0 を先端地盤のゆるみの指標として提案した²⁾。本文では、前報と同様の手法を用い、地盤条件、杭径、杭長および掘削条件を変化させて、ゆるみ域を算定し、その結果について考察した。

2. 解析モデルと解析方法

解析モデルを図-1に示す。杭は、直径 $D=1m, 2m, 4m$ に対して各々杭長 $L=10m, 20m, 40m$ の計9とおりを設定し、それぞれに対し、地下水位が杭先端より低く空掘りを行った場合と、地下水位が地表面に一致し水中掘削を行った場合について解析した(図-2)。解析はFEM軸対称解析で、支持層を硬質粘土および砂質土と想定し、図-1に示す強度定数を用いてMohr-Coulombの降伏条件により弾塑性解析を行った。なお、上部層については強度定数を設定せず、弾性条件とした。また、要素分割においては前報より細かいもの(長さ比1/2)を用いた。

掘削による支持地盤のゆるみの指標として、せん断弾性係数の低下率 G'/G_0 を取り上げ、この値を(1)式により算定した²⁾。

$$\frac{G'}{G_0} = \sqrt{\frac{\sigma'_m}{\sigma'_m_0} \cdot \frac{G'}{G_0}} \quad (1)$$

ここに、

- G_0 : 掘削前の微小ひずみレベルにおけるせん断弾性係数
- G'_0 : 掘削後の微小ひずみレベルにおけるせん断弾性係数
- G' : 掘削後のせん断弾性係数
- σ'_m_0 : 掘削前の支持地盤内の平均有効応力
- σ'_m : 掘削後の支持地盤内の平均有効応力

ここで各要素毎に、右辺の $\sqrt{\sigma'_m / \sigma'_m_0}$ はFEM解析結果より算定し、 G'/G'_0 は $G \sim \gamma$ 関係に、(2)に示すRamberg-Osgoodモデルを適用し、解析から得られた γ_{max} を用いて算定した。

$$\frac{G'}{G'_0} \left(1 + K \left| \frac{G'}{G'_0} \cdot \gamma \right|^{R-1} \right) = 1 \quad (2)$$

ここで、 $R=2.1, K=1.7 \times 10^4$

3. ゆるみ域についての考察

(1) 支持層の種類による違い

図-3に杭長40mで支持層が硬質粘土の場合の各杭径毎の G'/G_0 の分布を、同様に支持層が砂質土の場合を図-4に示した。ここで、支持層が硬質粘土の場合には降伏する要素はなかった。両者を比較すると、 $G'/G_0 < 0.5$ の範囲は砂質土の方がやや大きいと顕著な差はみられない。しかし、低下の著しい範囲(例えば0.125未満)をみると砂質土の方がかなり大きく、この結果は経験的にいわれていることに対応する。

(2) 杭径の影響

図-3、図-4において杭径の違いによる G'/G_0 を

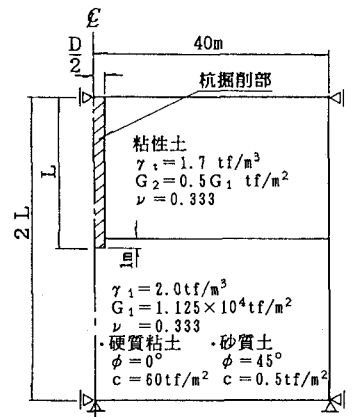


図-1 解析モデル

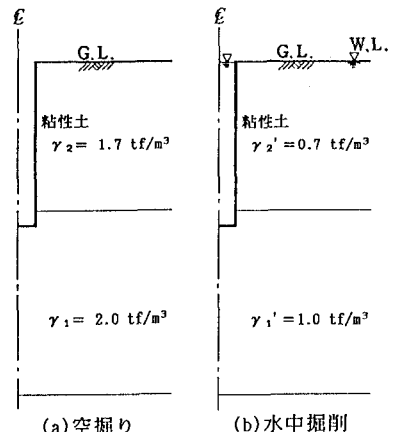


図-2 掘削条件

比較すると、各レベルの G'/G_0 の範囲は、支持層が硬質粘土、砂質土の場合とも杭径にほぼ比例して深くなる傾向がみられる。

(3) 杭長の影響

図-5に杭径2mで支持層が砂質土の場合の、杭長の違いによるゆるみ域の比較を示した。掘削長が大きくなるとゆるみ域が深くなり、ゆるみ域の深さは杭長の平方根にほぼ比例する傾向になった。

(4) 水中掘削の場合

図-6に杭長が40m、支持層が砂質土で水中掘削を行った場合を示した。図-4の空掘りの場合と比較すると、 $G'/G_0 < 0.125$ の範囲の大きさにはあまり違いがみられないが、 $G'/G_0 < 0.5$ の範囲については、水中掘削の場合は、空掘りの場合に比べて、およそ3分の2程度の深さになっている。すなわち、水中掘削を行った場合は、空掘りに比べて杭孔底付近のゆるみの著しい部分の範囲にはあまり差がないが、全体的なゆるみ域の広がり小さくなることうかがえる。

4. あとがき

地盤条件、杭径、杭長等に関するパラメトリックスタディーにより、提案する G'/G_0 がゆるみの指標として有効であることがある程度示された。しかしながら、 G'/G_0 と掘削に伴う杭の先端支持力の低下との関係については未だ明確とはいえず、実測結果との対比を含めて今後の課題としたい。

[参考文献]

- 1) De Beer, E.E. (1988): Different behaviour of bored and driven piles, Proceedings of the First International Geotechnical Seminar on Deep Foundations on Bored and Auger Piles.
- 2) 福原拓平, 山下 清(1990): 場所打ち杭先端地盤の削削によるゆるみの一考察, 土木学会第45回年次学術講演会.

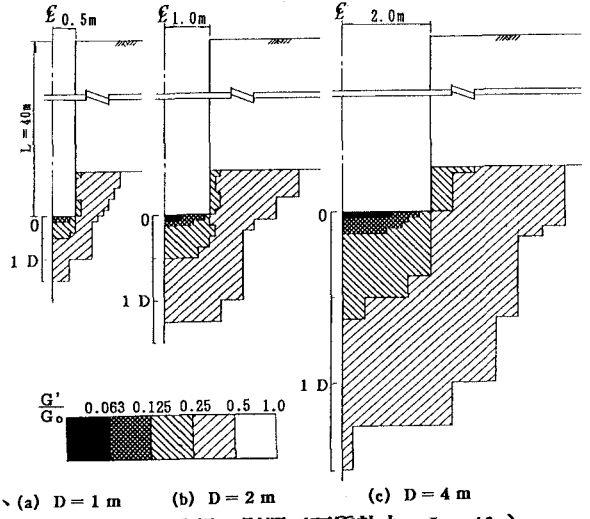


図-3 杭径の影響(硬質粘土、L=40m)

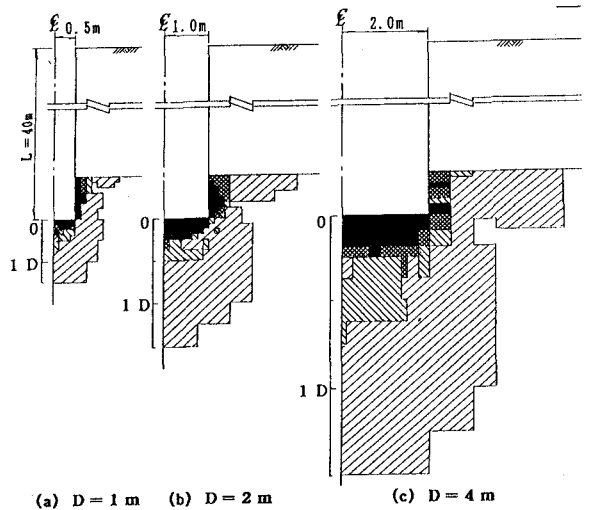


図-4 杭径の影響(砂質土、L=40m)

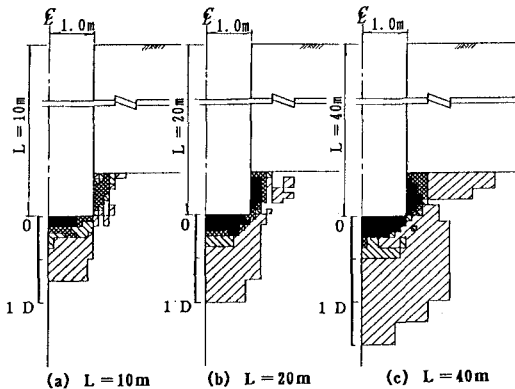


図-5 杭長の影響(砂質土、D=2m)

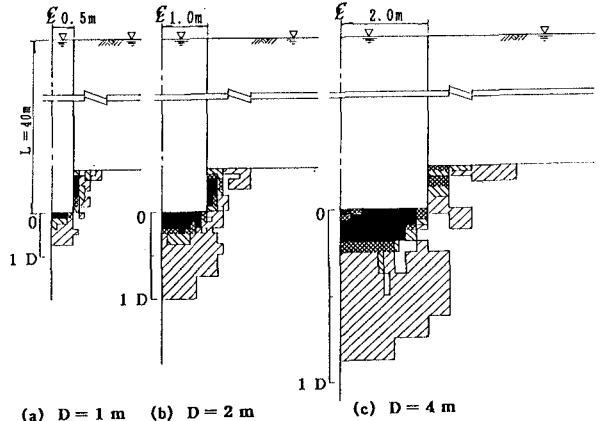


図-6 水中掘削の場合(砂質土、L=40m)