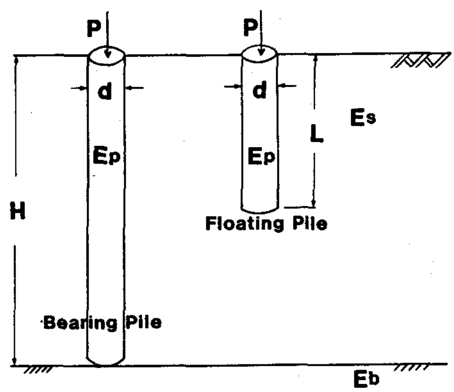
有限要素法による杭基礎の沈下解析

佐賀大学　学生員　○八尋　将仁
佐賀大学　S. Valliappan
佐賀大学　正　員　古賀　勝喜

1。まえがき

有限要素法は地盤及び構造物の複雑な形状、物性値の変化に柔軟に適用できるため、地盤工学の種々の分野で幅広く用いられている。しかし、杭基礎は断続的に構築される構造物のため、厳密には３次元解析が必要であるが、データの作成、計算結果の整理等に膨大な労力を必要とし、実際的ではない。

３次元的に配置された杭基礎を合理的に２次元問題に転換できれば、数値計算上非常に有利である。本研究では厳密解が得られている半無限弾性体中の杭の挙動と、２次元平面ＦＥＭ解とを比較し、２次元問題に合理的に変換する手法の検討を行うものである。



図－１　杭及び地盤の概略図

2。解析モデルおよび解析手法

下層地盤の弾性定数Ｅb、上層地盤の弾性定数Ｅsを有する２層半無限弾性体に、弾性定数Ｅp、直径ｄの杭が埋設され、杭頭部に荷重Ｐを与えた時の頭部の変位ρは

$$\rho = \frac{P\,I}{E_s d} \qquad (1)$$

で与えられる。Ｐoulosは、支持杭及び摩擦杭のそれぞれに対して、種々の条件における係数Ｉを図表で与えている。

一方、有限要素モデルとして図－２に示すように８点要素を用い、７６個の要素に分割した。３次元問題を２次元問題に変換する手法としては、次の３種類を考えた。

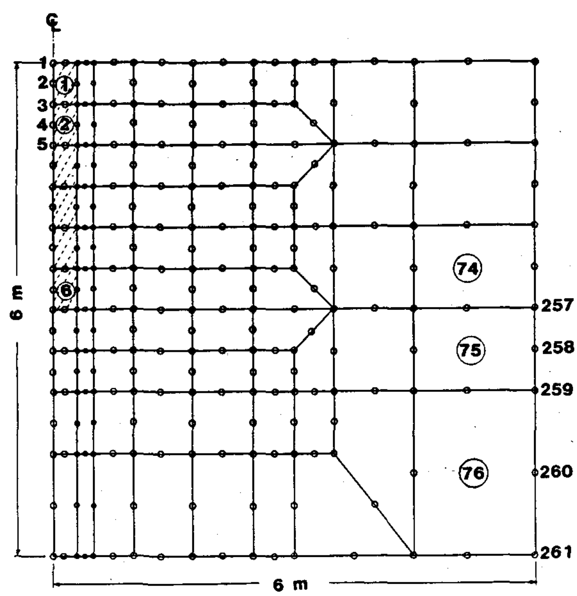
1）平面応力問題への置換
2）平面ひずみ問題への置換
3）杭を平面応力とし、地盤を平面ひずみ問題としたＤマトリックスを用いる。

１）では地盤の弾性定数Ｅs及びポアソン比ν_sを次の換算公式を用いて平面応力状態でのＥ、νに置換する。

$$E = \frac{E_s}{1-\nu_s^2}\ ,\ \nu = \frac{\nu_s}{1-\nu_s}$$

２）では杭の弾性定数Ｅpとポアソン比ν_pを次の換算公式を用いて置換する。

$$E = E_p\,(1-\nu_p^2)\ ,\ \nu = \frac{\nu_p}{1+\nu_p}$$



図－２　解析モデル

3）においては杭は平面応力のDマトリックスを、地盤は平面ひずみのDマトリックスを用いる方法を採用してみた。

3。解析結果と考察

地表面における摩擦杭と支持杭の鉛直方向変位（沈下量）を図－4、図－5に示す。

1）、2）の換算定数を用いた手法で得られた変形量は、ほぼ一致しているのに対し、3）の手法で得られた沈下形状は他の2方法によるものと大きく異なり、中心部の沈下量もかなり大きくなっている。

支持杭の場合、3者の解がほぼ一致したのは、杭下端の変位を0としたため、手法による差が現れなかったものである。

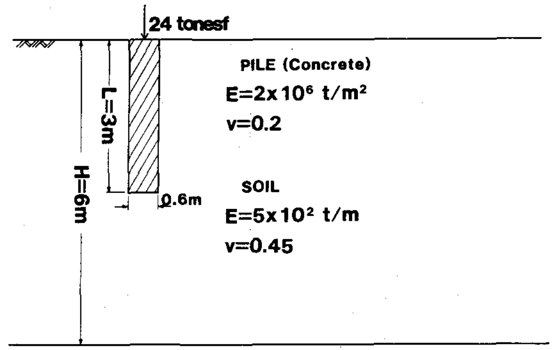
式（1）で求めた半無限弾性解析解と、2次元有限要素解の杭頭変位を表－1に示している。いづれの手法も解析解より1.5～3倍程度の大きめの値を示し、杭に与える地盤の抵抗力を過小評価していることが明らかになった。

これは、いづれの場合も、側面のみの抵抗を考え、奥行き方向の抵抗力を無視していることによるものと思われる。

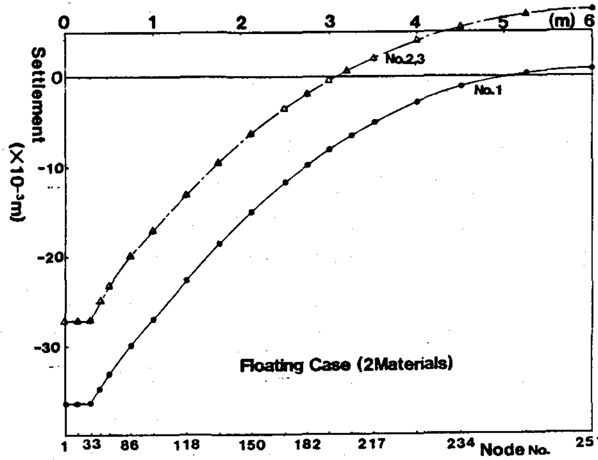
今後さらに合理的な置換法の検討を行う必要がある。

＜参考文献＞

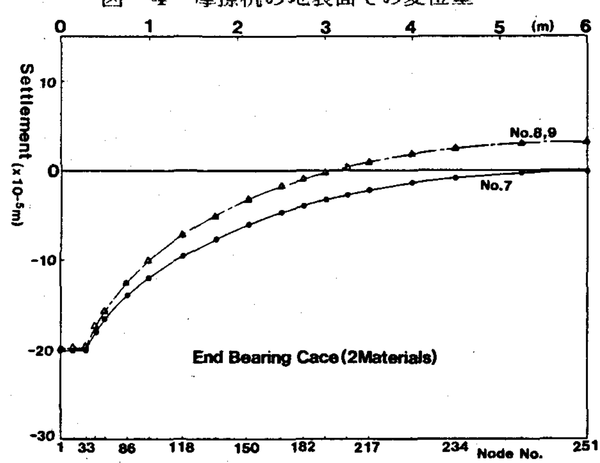
PILE FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN



図－3　解析に用いた諸定数



図－4　摩擦杭の地表面での変位量



図－5　支持杭の地表面での変位量

表－1　杭頭部における解法別変位量の比較　（$\times 10^{-3}$m）

Case	平面応力－平面ひずみ解析	全応力解析	全体ひずみ解析	理論解
Floating Case(2MAT)	36.37	27.00	27.26	11.29
Floating Case(3MAT)	27.11	18.74	18.86	10.87
End Bearing Case(2MAT)	0.199	0.199	0.202	0.114
End Bearing Case(3MAT)	0.197	0.197	0.199	0.054