

横荷重を受ける斜面杭上基礎の安定問題解析

宮崎大学工学部 (学) ○室井 辰盛 (正) 中沢 隆雄

宮崎大学工学部 (正) 横田 漢 宮崎県 (正) 室井 聖穂

1. まえがき

斜面上の杭の水平支持力に関しては、杭前面の土圧の算定が困難なため、水平地盤反力係数の低減で処理されている。しかし、水平部を有する斜面の場合の水平挙動はさらに複雑であると考えられ、水平部の長さによっては、斜面あるいは水平地盤とみなせる場合があり、また本題特有の領域があるはずである。そこで本研究では、水平部の長さを変化させて、境界要素法により数値解析を行った。また、水平部を有する斜面上の杭の水平載荷試験を行う機会を得たので、その実験結果と先の計算結果との対比を行った。

2. 解析

水平部を有する斜面上の杭の杭頭に水平荷重 $P=20\text{tf}$ が作用した場合の解析結果を以下に示す。モデルは図1に示すように底面を固定とし、杭の背面の斜面は無視している。

杭長は $L=10\text{m}$ と固定のうえ、 H を変化させて、 $\beta=H/L$ が $0, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0$ の場合の解を求めた。

ここで、杭径 $\phi=800\text{mm}$ 、 $EI=4.1\text{E}+11$ 、地盤のヤング係数を 400 kgf/cm^2 、ポアソン比を 0.3 とした。

図2、図3にそれぞれ、杭の水平変位 u の分布、水平地盤反力 q の分布を示す。各 β 値に対して、深さが大なるところでは、水平変位、水平地盤反力はいずれも値の変動が小さいが、浅い部分ではかなり β の影響がみられる。

従って、杭頭における水平変位 u_0 をとり出し、 β 値に対して同変位がどのように変化するかを求めたものが図4である。 $\beta \geq 1$ になると、 u_0 はほぼ一定となり、また水平地盤を对象とした結果とも一致する。 $\beta \geq 1$ のときには斜面の影響はないといえるが、 $0 < \beta < 1$ では u_0 の減少割合は大きく本題特有の領域であるといえる。

3. 実験

図5に示す杭構造において、杭のたてこみ時に水平載荷試験を行った。斜面DEFAは、およそ図1と同じ大きさ、形を

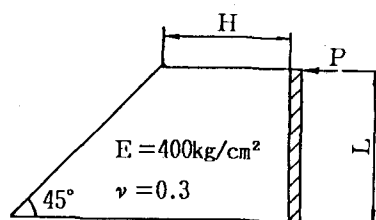


図1 解析モデル

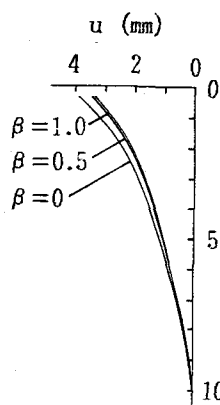


図2 水平変位分布

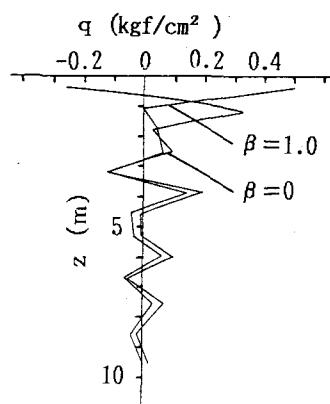
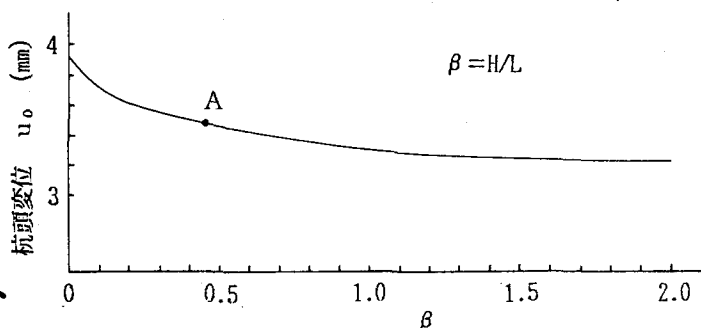


図3 水平地盤反力分布

図4 β -杭頭変位曲線

しており、 $\beta = H/L$ は0.45であり、図4の点Aに該当する。杭は $\phi = 800\text{mm}$ の鋼管杭であり、杭長18mの適宜力所（図6参照）にゲージと土圧計をとりつけて、 $P = 20\text{tf}$ （設計荷重）まで載荷した。

図7、図8にそれぞれ、荷重－杭頭変位曲線、土圧分布を示す。

この現場の設計計算では、設計荷重 $P = 20\text{tf}$ のときの杭頭変位が $\delta = 3.39\text{mm}$ となっている。この値は数値解析結果（図4）や実験結果（図7）ともおおよそ一致しており、設計は安全なものといえる。

今回の載荷試験は、杭上擁壁の背面の盛土が完了した後の挙動を想定した予備実験でもあり、工事完成後も安全という予見を得た。

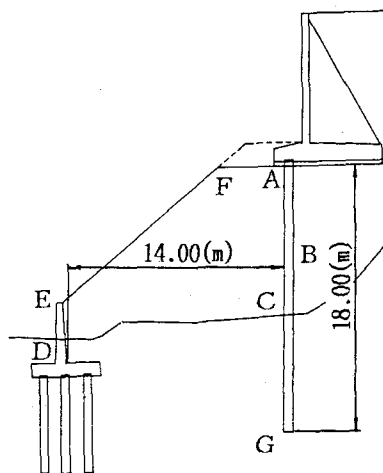


図5 斜面上杭構造

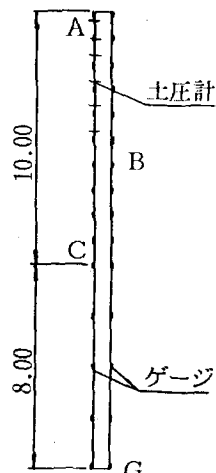


図6 Pick up 位置図

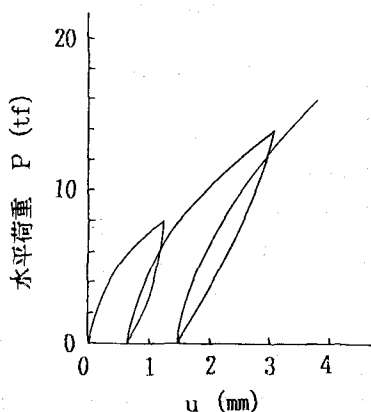


図7 荷重－変位曲線

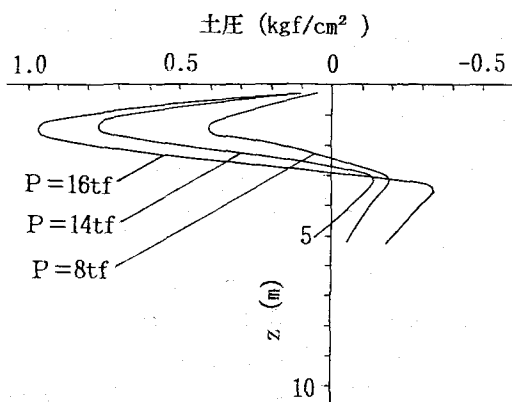


図8 土圧分布

4. まとめ

β を変化させて行った解析結果から、 $\beta \geq 1$ となれば、水平地盤とみなすことができる。また、 $0 < \beta < 1$ の場合が本題特有の領域であるといえる。水平載荷試験の現場の β 値 (0.45) の場合、杭頭変位は図4より3.46mmとなり実験結果 ($u_0 \approx 3.5\text{mm}$) とよく一致している。

5. あとがき

今回、境界要素法による解析結果と一例ではあるが水平載荷試験結果との対比を行い、ある程度の一致がみられた。今後は、ヤング係数、杭径等、条件を変えて計算を行い、また測定結果から得た変位を入力データとして、境界要素法の計算を行い、地盤の応力解析を行いたい。

境界要素法の解析にあたっては、宮崎大学工学部4年生の加々良直樹君の献身的な努力に負っており、謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 杭基礎設計便覧、昭和61年、pp215 ~226、日本道路協会