

III-142 斜面上杭の設計に関する一考察

宮崎大学工学部（学）○室井辰盛（正）中沢隆雄 横田 漢
国土開発コンサルタント（株） 田口憲三

1. まえがき

斜面上の杭基礎では、杭前面の地盤が有限であり、また傾斜しているために、杭の水平抵抗力の見積りは困難となる。そのために、わが国では、同杭基礎の設計指針はまだ確立しておらず、やむなく、ケーソンと杭の中間領域にある深礎杭の設計手法を採用しているのが現状といえる。¹⁾ 本研究は、斜面上の杭が横荷重を受けるときの杭および斜面の変形・応力状態について、境界要素法により解析を行い、さらにこれを載荷試験と比較・検討したものである。

2. 境界要素解析

杭は斜面の天端に設置されており、杭前面の水平部の長さHを変化させることにより、水平地盤上杭とみなせる領域や法面上の杭 ($H=0$) の解などが得られるが、解析で用いた地盤、杭の諸元および境界要素分割は、図1に示す通りである。底面を固定とし、杭頭に水平荷重 20t（設計荷重）が作用した場合の解を求めた。図2は種々の $\lambda = H/L$ に対する杭頭変位 δ を求めたものだが、同図より、次のようなことが明らかとなった。

(1) 水平部の長さとは杭長の比 λ が $\lambda \geq (1.5 \sim 2.0)$ の場合では、水平地盤上の杭とみなしてよく、斜面上の杭として解析する必要はない。

(2) したがって、斜面上の杭として解析しなければならないのは、 λ が $0 \leq \lambda \leq (1.5 \sim 2.0)$ の場合に限るが、同ケースの杭頭変位は、水平地盤上の杭に比べて、地盤の弾性係数が大きくなるほど大となる。この曲線と水平地盤上の杭の解を結合すれば、斜面上の解が得られることとなり、計算が簡略化されて好都合となる。

(3) 地盤の水平許容支持力は、わが国では設定されておらず、杭頭変位10mmが生じるときの水平力 P_0 で処理されている。この P_0 値を各 λ 値に対して求め、斜面上の杭に関する水平許容支持力図(図3)を得ることができる。

3. 載荷試験

図4に示すような施工中の斜面上杭 ($\phi = 700\text{mm}$, $L=20\text{ m}$ の鋼管杭、傾斜角 45° 、法高10 m、天端長4.5m) に対して、設計荷重 $P=20\text{ t}$ まで水平載荷試験を行い、杭頭変位、杭の曲げひずみ分布及び杭に作用する土圧分布を求めた。

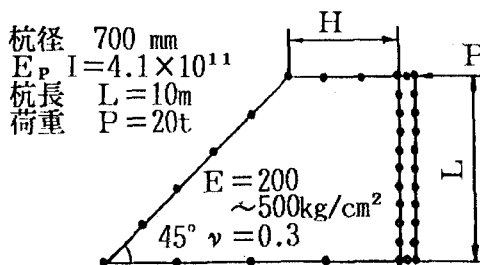


図1 解析モデル

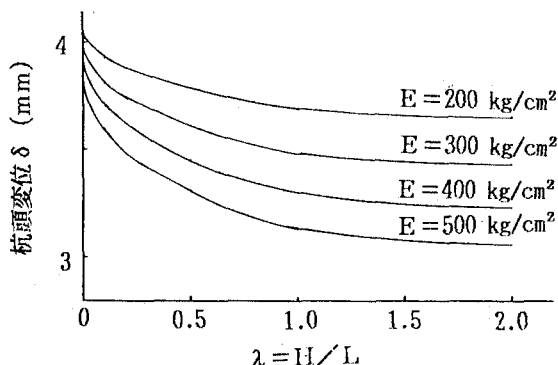


図2 λ - 杭頭変位曲線

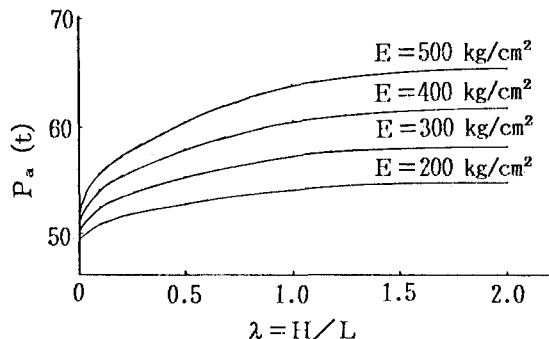


図3 $\lambda - P_a$ 曲線

図5、図6にそれぞれ荷重－杭頭変位曲線、土圧分布を示す。その結果、

(1) 境界要素法解析と比較して、杭頭変位はよく一致した。

(2) 土圧は地表面近傍で小さく、地表面下1～2mの部分が最大となるような分布であり、地盤の上部を塑性、下部を弾性と考えたBromsの地盤反力分布と同様な結果を得た。境界要素法の解析結果とは、最大土圧値を与える点より深い位置ではだいたい一致した。

(3) 杭頭変位と最大土圧値より求めた地盤反力係数は、設計に用いた値（境界要素法における弾性係数は同値より求めている）にほとんど一致した。

などが明らかとなった。

4. 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との対比を行い、ある程度の一致がみられた。今後は、杭径、斜面勾配等、条件を変えて計算を行いたい。

数値解析および載荷試験にあたっては、宮崎大学大学院修士1年加々良直樹君の労および宮崎県の協力に負うところが大きい。厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 杭基礎設計便覧、昭和61年、pp215～226、日本道路協会

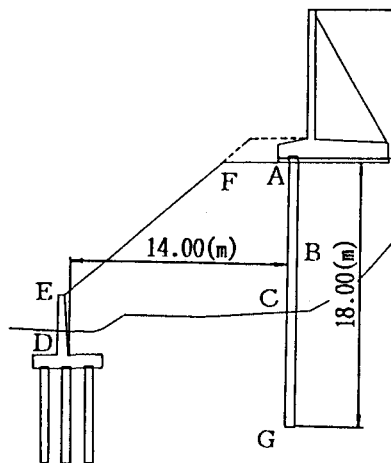


図4 斜面上杭構造

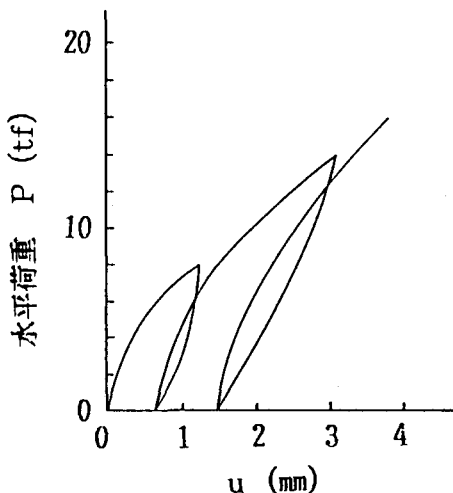


図5 荷重－変位曲線

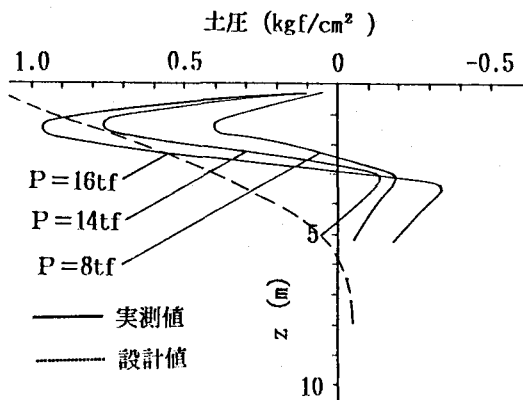


図6 土圧分布