

杭の水平載荷試験に基づく多層地盤反力係数の同定

岡山大学自然科学研究科 正会員 村上 章
 広島県農林水産部 片島 弘貴
 愛媛大学農学部 正会員 小林 範之
 港湾空港技術研究所 正会員 菊池 喜昭
 岡山大学環境理工学部 正会員 藤井 弘章

1. はじめに

横棧橋などでは、杭の自由長を短くする目的で地表面付近に捨石が施工されることが多い。その際の設計定数である、地盤反力係数の決定は経験や予見に頼って行われることもあり、N値による推定などが行われてきた。その一方、水平載荷試験における杭のたわみから、逆解析により単一層の地盤ばね定数を同定する試み^{1),2)}もなされてきている。本文では、洪積粘土層・砂層あるいは捨石層から成る多層地盤における地盤反力係数の深度分布を同定して、基礎の設計に関する資料を供することを目的としている。既報^{3),4)}によれば、水平載荷試験を行うと捨石層の反力がやや小さいものとして得られることが分かっており、捨石地盤と粘性土地盤とで、いずれの横抵抗が大きいかを検討する必要がある。そのため、ほぼ同一地点において、洪積粘土層を捨石層で置き換えた「捨石地盤」と、元の土層構成から成る「洪積粘性土地盤」の両方について杭の水平載荷試験を行い、そのデータをもとにした多層地盤の地盤反力係数の同定結果を以下に示す。

2. 試験概要

図1・図2に試験杭と地盤条件の関係をそれぞれ示す。図1は海底地盤において、洪積粘性土層を捨石層で置き換えた場合であり、図2は本来の洪積粘性土層から成る現地盤である。CDL-13m付近まで軟弱粘土が堆積していたが、港湾構造物建設のために床掘りを行っている。試験杭は杭径1,200mm、厚さ12mm、長さ27.5mであり、鋼管杭の天端高はCDL+3.5m、載荷高はCDL+3.25mである。地盤工学会の試験法⁵⁾に準じて、捨石地盤の試験では最大荷重11.3tf、粘性土地盤では最大荷重10.5tfで杭の水平載荷試験を実施した。傾斜計により鋼管杭に沿ったたわみ角を計測し、積分してたわみを、微分して曲げモーメントをそれぞれ

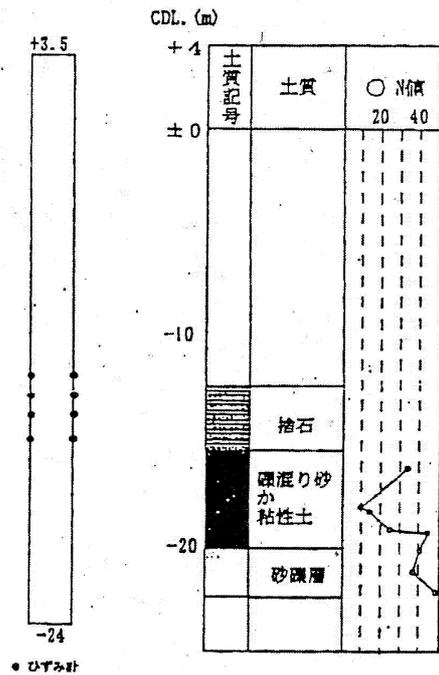


図 1: 試験杭と地盤条件 (捨石地盤)

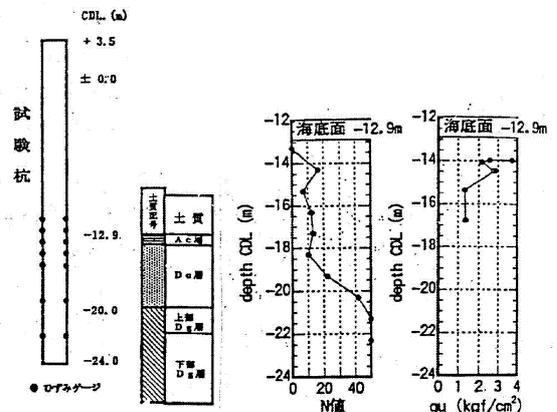


図 2: 試験杭と地盤条件 (粘性土地盤)

Keywords: 水平載荷試験, 地盤反力係数, 逆解析
 〒700-8530 岡山市津島中3-1-1 TEL: 086-251-8361 FAX: 086-251-8361

れ求めた。また、鋼管杭地盤表面下にはひずみ計も敷設しているが、後続の逆解析にはそのデータを使用していない。

3. 解析方法

杭は弾性床上的のはりと考え、次式のようなChangの式により解析した。離散化には伝達マトリックスを用いている。

$$EI \frac{d^4 y_x}{dx^4} + KDy_x = 0 \quad (1)$$

ここに、 K は水平地盤反力係数、 D は杭径である。傾斜計から得られた計測データ(変位・曲げモーメント)をもとに、拡張カルマンフィルタ⁶⁾を援用して地盤反力係数を同定した。

図3・図4はそれぞれ、捨石地盤の地盤構成と同定した地盤反力係数の深度分布を示す。図4には併せて、同定した地盤反力係数から変位・曲げモーメントを計算し直した値と計測値とを比較している。変位・曲げモーメントに関する解析値・計測値を比較すると、妥当な地盤反力係数を同定していると判断される。捨石層における同定値は、 N 値を用いた横方向地盤反力係数の推定値より小さなものである。また、同様にして得られた洪積粘性土の地盤反力係数は N 値による推定値よりも大きい。図5では、これら2種類の地盤について同じ地盤表面変位レベルで推定された地盤反力係数を比較した。捨石地盤と洪積粘性土地盤(D_{c1})層を比較すると、地表面を捨石層で置き換えるより洪積粘土層を残しておいた場合の方が地盤反力係数は大きくなり、横抵抗を期待できることが分かる。

4. 結論

杭の水平載荷試験結果から同定した多層地盤の地盤反力係数は概ね妥当な値であり、捨石地盤と粘性土地盤とで得られる反力係数を比較した場合、後者の値が大きくなることを明らかにした。

参考文献：1) 山口栄輝・菊池喜昭・久保喜延：弾性地盤反力法に基づく杭の有限要素解析に関する基礎的研究，構造工学論文集，Vol.45A，pp.35-42，1999。2) 本城勇介・酒向一也・菊池喜昭：杭の水平地盤反力係数逆解析における各適切化手法の比較，応用力学論文集，pp.73-82，1999。3) 菊池喜昭・小椋卓実・石丸 守・近藤武司：捨石地盤の横方向地盤反力係数，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集，pp.52-53，1998。4) 菊池喜昭・滝野義和・石丸 守・近藤武司：洪積粘性土地盤中の杭の水平載荷試験，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集，pp.862-863，1999。5) 地盤工学会：杭の水平載荷試験方法・同解説，1993。6) 小林範之：山留め掘削工事における合理化設計・施工法に関する研究，学位論文，京都大学，1997。

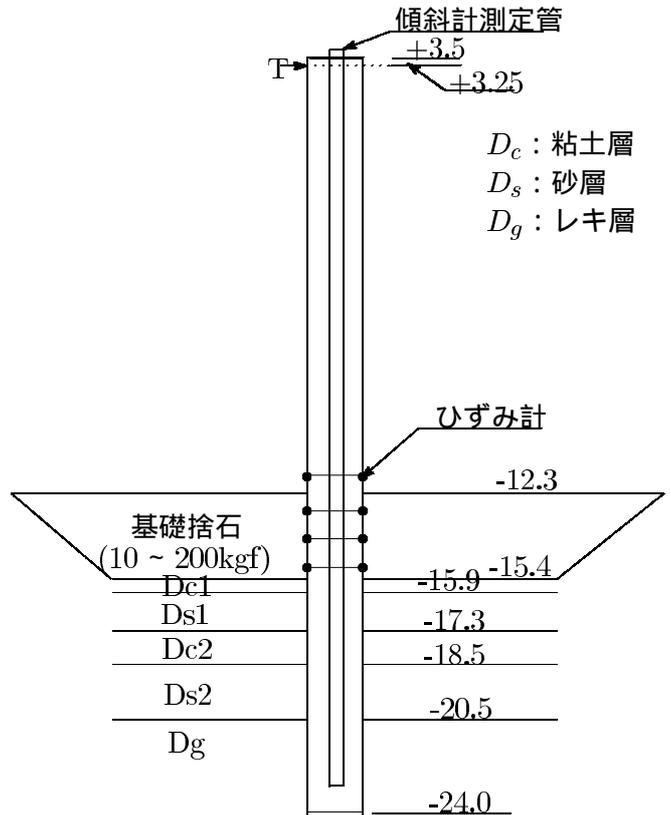


図 3: 断面概略図：捨石地盤 (単位:m)

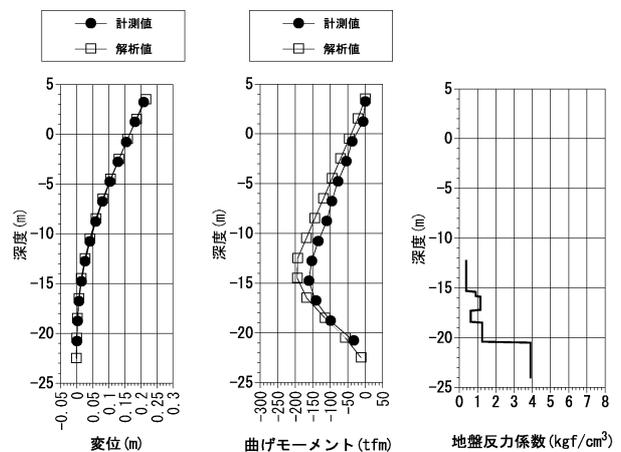


図 4: 捨石地盤における解析結果 (載荷荷重: 10.2tf)

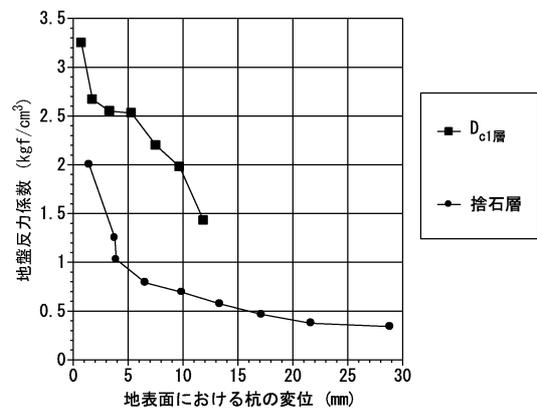


図 5: 地盤反力係数の比較