

平板載荷試験による緩い砂質土地盤の強度定数の逆算事例

(株)大本組 土木本部 技術部 正会員 ○川崎 元
 (株)大本組 土木本部 設計部 正会員 柏葉洋一
 (株)大本組 土木本部 工務部 正会員 高取秀和

1. はじめに

ある河川敷で、大型移動式クレーンによる仮栈橋の架設工事を施工した。事前に行われていた地盤のボーリング調査結果では作業ヤードとなる高水敷下にはN値=0の緩い砂質土層が存在していたが、この土層から採取した不攪乱試料の圧密排水三軸圧縮試験(CUB)結果では、 $c'=5\text{kN/m}^2$ 、 $\phi'=29.6^\circ$ という強度定数も報告されていた。判断を間違えと重大事故を招きかねないクレーン作業(最大接地圧 455kN/m^2)において、その安定性を検討する上で必要となる地盤の強度定数は十分吟味して採用する必要がある。

本論では、そのために実施した平板載荷試験による地盤の強度定数の逆算事例を報告する。

2. 地盤の概要と強度定数推定の意義

ボーリング調査の結果から得られた柱状図を図2-1に示す。このような地盤に荷重が作用すると、局所せん断破壊を呈するものと考えられる。そのような場合の極限支持力度を求める際には、便宜的に強度定数を $c \rightarrow 2/3c'$ 、 $\tan \phi \rightarrow 2/3 \tan \phi'$ になる値に低下させてテルツァギーの支持力公式(1)から求めることが行われているが¹⁾、今回は、強度定数設定の重要性を鑑み、平板載荷試験を行い、強度定数を求めることとした。

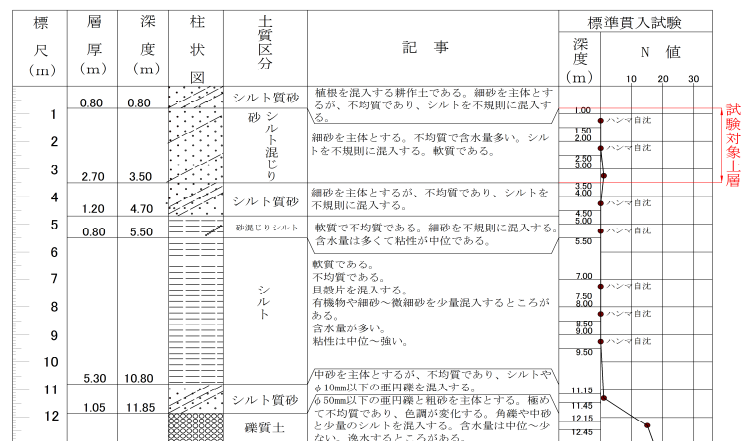


図 2-1 土質ボーリング柱状図

$$q_d = \alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \quad (1)$$

ここに、 q_d は極限支持力度(kN/m^2)、 α 、 β は形状係数、 γ_1 は支持地盤の単位体積重量(kN/m^3)、 γ_2 は基礎根入れ部の単位体積重量(kN/m^3)であり、 B は基礎幅(m)、 D_f は基礎根入れ長(m)、 N_c 、 N_γ 、 N_q は支持力係数である。

3. 平板載荷試験

擁壁基礎地盤の強度定数をより精度よく求めることを目的として、2種類のサイズの載荷板を用いる平板載荷試験の方法が鐘によって提案されている²⁾。本報告においては対象が緩い砂質土であることから、試験箇所の違いが結果をばらつかせることが予想される。そこで、ばらつきを考慮した上で、逆算に用いる極限支持力度の組み合わせを選択できるように、載荷板の直径を5cm、15cmおよび30cm(以降、それぞれをマイクロ平板、ミニ平板、標準平板と称す)の3種類として試験を行った。図3-1に今回製作したマイクロ平板試験装置の概要図を示す。

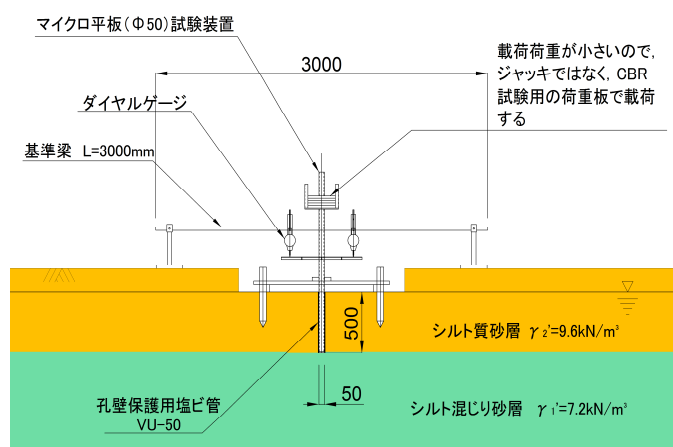


図 3-1 マイクロ平板載荷試験装置概要図

キーワード 局所せん断破壊, 平板載荷試験, 強度定数の逆算

連絡先 〒700-8550 岡山市内山下 1-1-13 (株)大本組土木本部技術部 TEL 086-227-5179

4. 極限支持力度点の判定

各試験結果の p - S 曲線を図 4-1 に、 $\log p$ - $\log S$ 曲線を図 4-2 に示す。地盤が軟弱であることから、沈下量の上限值（載荷板径の 10%）を加味すると判定誤差の原因となることが危惧されたので、沈下量制限を除外した力学的挙動に着目して極限支持力度の判定を行った。まず、図 4-2 におけるマイクロ平板試験の結果は、最初の 2 点と後の 6 点の間に明らかに勾配の変化点（急→緩）があるので、この点を p - S 曲線における直線への変化点、すなわち極限支持力度 $q_{d5}=104\text{kN/m}^2$ と見なした。一方、ミニ平板および標準平板試験の $\log p$ - $\log S$ 曲線には同様の変化点が現れず、マイクロ平板とは逆の緩勾配から急勾配に変化する降伏点のような点が見られた。しかし、それを 1.5 倍して極限支持力度とすると試験で保持できた最大値を超えるので、それぞれの試験最大圧力を極限支持力度とし、 $q_{d15}=143\text{kN/m}^2$ 、 $q_{d30}=106\text{kN/m}^2$ とした。

5. 強度定数の逆算

テルツァギーの支持力理論に従えば平板のサイズが大きくなるに従い、極限支持力度も増加するはずである。しかし、ミニ平板試験の結果と標準平板試験の結果はそれに反している。この原因としては、ミニ平板試験箇所地盤が他の試験箇所よりも大きな強度を有していたという可能性が考えられる。そこで強度定数の逆算には、マイクロ平板試験の結果および標準平板試験の結果を用いることとした。式(1)に 2 つの試験結果と、形状係数 $\alpha=1.3$ 、 $\beta=0.3$ 、単位体積重量 $\gamma_1=7.2\text{kN/m}^3$ 、 $\gamma_2=9.6\text{kN/m}^3$ 、根入れ長 $D_f=0.5\text{m}$ を代入するとともにマイクロ平板では $B=0.05\text{m}$ 、標準平板では $B=0.30\text{m}$ を代入して連立させると式(2)となり、粘着力 $c=3.4\text{kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=21^\circ$ が得られた。

$$\left. \begin{aligned} q_{d5} &= 104 \text{ kN/m}^2 = 1.3 \times c \times N_c + 0.3 \times 7.2 \times 0.05 \times N_\gamma + 9.6 \times 0.5 \times N_q \\ q_{d30} &= 106 \text{ kN/m}^2 = 1.3 \times c \times N_c + 0.3 \times 7.2 \times 0.15 \times N_\gamma + 9.6 \times 0.5 \times N_q \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ところで、前述した便宜的方法では、 $c=2/3 \times 5 \text{ kN/m}^2=3.3\text{kN/m}^2$ 、 $\phi=\tan^{-1}(2/3 \times \tan 29.6)=20.7^\circ$ となる。

6. おわりに

試験結果は予想どおり局所せん断破壊を呈し、極限支持力度点の判定には苦慮したが、得られた強度定数は便宜的方法による値とほぼ同じ値になった。よって、妥当な値であると判断し、この値を用いて支持力の検討を行い、 $t=50\text{cm}$ の浅層改良およびマサ土による覆土 ($t=50\text{cm}$) を対策として実施した結果、クレーン作業時において敷鉄板に若干の沈下は見られたものの、無事に作業を終了することができた。

参考文献

- 1) 土質工学会：土と基礎の設計計算演習（第 3 回改訂版），第 7 章 浅い基礎の支持力，pp.219-220,1978.
- 2) 鐘廣喜：「1 サイズ載荷板法」の問題点及び「2 サイズ載荷板法」の提案，土木学会第 64 回年次学術講演概要集 pp.261-262,2009.

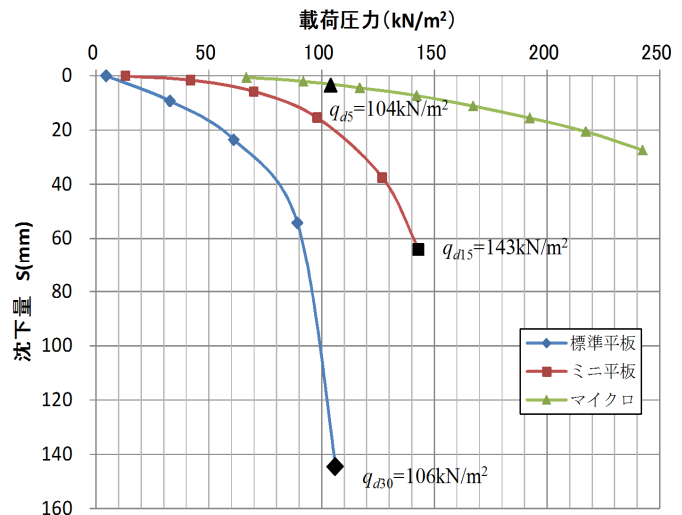


図 4-1 平板載荷試験結果 (p - S 曲線)

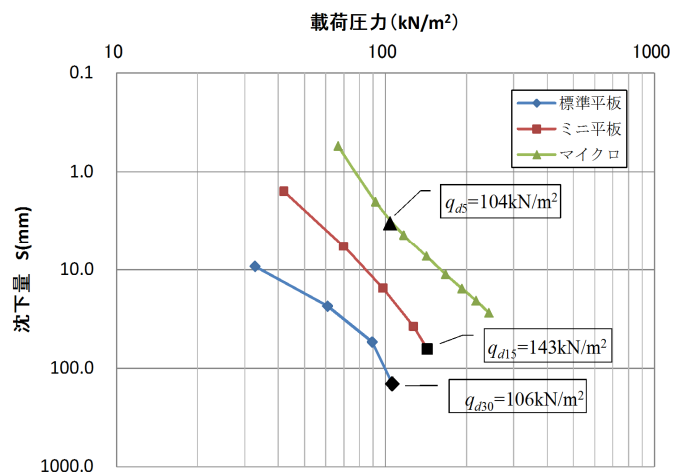


図 4-2 平板載荷試験結果 ($\log p$ - $\log S$ 曲線)