

地盤強度決定についての一考察

名古屋大学工学部 正員 松尾 稔
 興亜開発株式会社 正員 ○藤川和之

1. はじめに

通常、粘土地盤の強さは、 $q_u - z$ 図に基いて判断する。しかし周知のように、 q_u 値は非常にばらつく。図1に一例を示しているが、このような場合、技術者は目のこによつて設計の入力データとしての q_u 値を決定するケースが多いと考えられる。この従来法による設計強さの決定も、典型的にみて次の3つの方法が考えられる。すなわち、(a)平均的なところ、(b)平均よりやや下方、(c)平均よりやや上方の値を採用する3つの方法である。(b)は安全を考えてであり、(c)は q_u が得られるまでの過程における試料の乱れの影響により、 q_u 値が地盤内における実際値よりも低くなると考えるからである。しかし、従来このような各方法を定量的に評価することができなかつた。この報告は、確率論に立脚して、目のこ法による強さの決定が、破壊確率としてどの程度の差を持つかを明らかにし、段階盛土における強さの決定に対して実務的なアプローチを試みたものである。

2. 従来法の定量的評価

図2(1)は、図1を頻度分布の形に表わしたものである。この例は、バーチカドレーンにより改良された粘土地盤上に4段階に分けて載荷が行なわれた後のものである。この場合、図1からわかるように、深さ方向に強さが定性的に増加すると考えるのは、工学的にも統計的にも無理がある。そこで、この層を工学的には同一の層として取扱うべきであるという立場から図2(1)を $\alpha = 5\%$ で検定すると正規分布であることが確かめられた。さて従来法による設計強さとして次の3つのものを仮定する。

a 法
$$Q_{ua} = \frac{\sum_{i=1}^N (q_{ui}/2)}{N} = \mu_c$$

b 法
$$Q_{ub} = \mu_c - \sigma$$

c 法
$$Q_{uc} = \mu_c + \sigma$$

ここに μ_c は平均値、 σ は標準偏差である。

平均値より σ だけ上下にずらすのは、やや極端すぎるようにも思える。しかし、調査結果のばらつきが大きければ、調査量が多くても設計者によつては乱されている度合いが強いとして $(\mu_c + \sigma)$ 程度の値を採用することもあるであろうし、反対に調査量が少なく、不安のため得られた強さの最低値付近を採用したくなるであろう。(このような例は多く、層厚 2.0 m もある複雑な構成の粘土層に対して、延

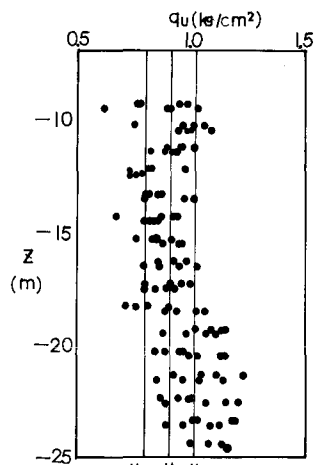


Fig.1 yokkaichi

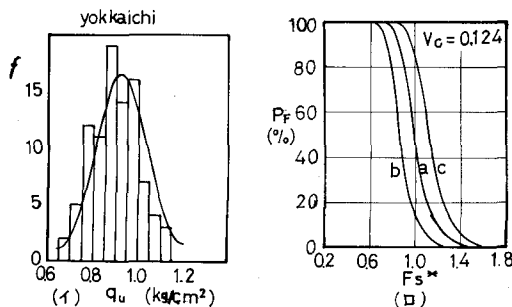


Fig. 2

長500m間に6個のセン断試験しか行なわれなかつたという場合もある。) 平均値より σ だけ上下にずらして設計強さを決定したときの円弧すべりに対する破壊確率Prの差を、平均値使用の場合と比較して示したものが図2(回)である。たゞし、この図は $a \cdot b \cdot c$ 法において同一のPrを与えるように安全率 F_s^*b 、 F_s^*c を平行移動したものである。この例は、変動係数 $V_c (= \sigma / \mu_c) = 0.124$ で、普通の粘土地盤に比べて小さい方である。しかし、それでも $F_s^* = 1.2$ で設計した場合、地盤強さとして平均値を採用すればPr=9%であつたものが、 σ だけ大きい強さを採用するとPr=30%にもなることがわかる。Vcの大きい例として、図3(回)に示すものについて同様にPrを計算すると、図3(回)のようにこの差はますます大きくなっていく。このように大きなPr差を有する場合には、従来法で設計を適正化することはほとんど不可能である。すなわち、Prが大になると破壊したときの期待損失費が非常に大きくなるので、工費全体、すなわち総費用=調査費+工事費+Pr×(破壊損失費)として設計を評価すると従来法による設計が適正な設計ではないと結論されることは明白である。したがって工事が大きくなればなるほど、破壊確率と総費用の観点から、調査規模を量的に決定していく方向が不可欠となるであろう。

3. 段階盛土における地盤強さの決定

図4はバーチカルドレーンによつて改良された地盤に段階盛土を行なつたときの $q_u - z$ 図である。明らかに $z = 1.2$ mの上下で層を2分して考えるのが取扱いやすい。頻度分布を近似した正規分布曲線を図4(回)に示す。2次载荷では1次载荷に比べ明らかに \bar{q}_u 、 S^2 とも増大していることがわかる。しかし、Vcの変化は少く、Prの差は図4(回)に示すように小さい。(图中実線は1次载荷によるもので、破線は2次载荷のものである。) このことは注目に値する。すなわち、段階盛土を行なうときに同一の F_s^* で同一のPrが得られることになり実務上非常に都合がよい。もしVcが段階毎に変化するようであれば、 F_s^* を同じもので設計するのではなく、各段階でのPrを同じにするような設計の方がよりバランスがとれていると考えられる。

