

サンプリングの間隔が設計強度の決定に及ぼす影響について

(株) アイコンサルタント 正 ○藤川和之

佐賀大学理工学部 正 三浦哲彦

1. はじめに 軟弱地盤から乱さない試料を採取して設計強度を決定する場合に、採取間隔によって設計強度が異なることがある。この報告はサンプリングの間隔が設計強度線の決定に与える影響について事例をもとに検討したものである。同時に静的コーン貫入試験結果とも比較した。

2. 測定結果 測定場所は、佐賀県白石町であり有明粘土が厚く堆積している佐賀平野でもとくに軟弱な場所である。図-1に W_n 、 γ_t および一軸圧縮試験の破壊ひずみ ε を示す。深さ15mより深い部分では W_n が低く、 γ_t が大きくなっていることがわかる。また ε はほとんどが2～3%である。オランダ式コーン貫入試験と三成分コーン貫入試験(以下CPTU)の結果および q_u の深さ(Z)方向の分布は図-2

に示すとおりである。CPTUの3つの情報は下に示す。①静的コーン貫入抵抗： q_t (kpa) ②周面摩擦力： f_t (kpa) ③間隙水圧： u_t (kpa)ここに q_t はCPTUの貫入抵抗を示す¹⁾

3. サンプリングの間隔と設計強度線の決定
母集団である地盤の真の強さを推定するための測定データの数と比較すると、 q_u は1試料当たり4個ずつ測定されており、18mの粘性土層で36個のデータが得られている。オランダ式コーン貫入試験は25cmごとに測定しているので72個であるが、CPTUでは2cmごとにデータを採取するから900個が得られる。

3. サンプリングの間隔と設計強度線の決定

図-1に示した q_u の深さ方向の分布を用いて、サンプリングの間隔を変えた場合の $q_u \sim Z$ 関係を求める。サンプリングの間隔は、粘土層厚18mを等分することとし、ちょうどその深さに一軸圧縮試験を行っていない場合には、その深さに最も近いサンプリングの q_u を代用した。その場合、 q_u は図-2に示した $q_u \sim Z$ の勾配に平行に移動させた。地盤の設計強度線は、一般に行われているように一軸圧縮強さの最小二乗平均とし、一軸圧縮強さと深さの間の関係は一次関数で表されるものとした。粘土層厚を3等分および5等分した場合(サンプリングの間隔は6.0m、3.6m)の $q_u \sim Z$ 関係を図-3に示すが、一本の直線で設計強度線は代表されてしまう。この場合には下部の粘性土の強度は全く評価されな

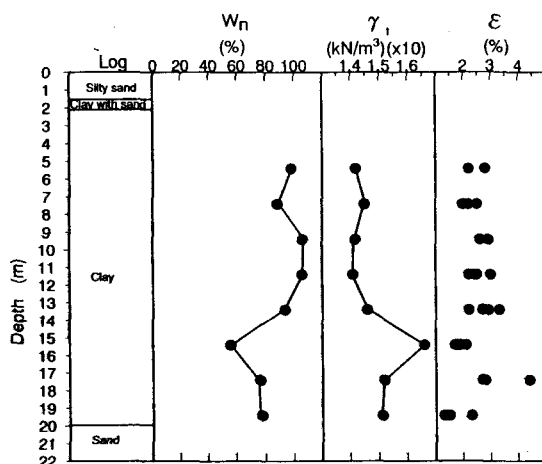


図1 W_n , γ_t , ε とZの関係

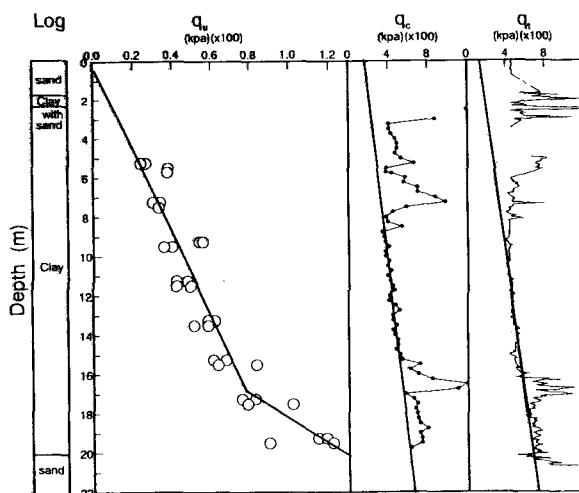


図2 q_u , q_t , q_c とZの関係

い。同様に粘土層を7等分し、すなわち2.6mごとに採取した場合の結果は、図-4に破線で示すとおりであり、この図になってようやく下部の粘土層が別の勾配を持っているとみることができるようになるが、それでも図-2に示した最も下部のサンプリングの結果が入らなければ、その強度の勾配は低いものになる。以上3通りの強度線と、当初の強度線を図-4に示す。

この図-4に明らかなように、サンプリングの間隔が密になると、下部の粘性土の強度線は次第に大きくなり、地盤の強さを反映してくることがわかる。

q_c と q_u のプロファイルの比較すると、深さ5mから8mまでと、16mより下1m程度は q_c が大きくなっているが q_u は深さ15mまでは一様な粘性土であって、5mから8mの部分および15m付近にある砂分の影響が評価されていない。

4. まとめ 一般の設計においては、自然含水比や液性限界、あるいは湿潤密度などの q_u 以外の指標を参考にして、正確な強度線を求める努力がなされるが、ここに示した事例はサンプリングと試験の密度がある程度以上ないとその努力が報われないことを示している。とくにこの事例では、層厚が18mのほぼ一様とみられた粘性土のうち、1/3以上を占める下部5mの粘性土が、古い堆積物であり強度が大きいかかわらず、サンプリングの密度が小さいとその正確な強さの評価が難しいことを示した。

土質調査・試験を多く行うことは、そのための費用が増大するが、筆者らは道路盛土と海底に設置される防波堤の建設を例にとりて、非排水せん断強さの個数と建設費の関係について計算した²⁾。その結果は、1m毎にサンプリングし、1試料当たり4供試体の一軸圧縮試験を行うのが最も総建設費を小さくするという結果を得ており、本事例からもその提案が有効であるといえる。土質調査および土質試験を用いてソイルプロファイルを描こうとするとき、その測点が水平方向と垂直方向にどのような密度で行われる必要があるのか、という問題は未だ解決されていない。とくにそのデータを用いて設計を行う場合には、設計算法および安全率の三者の間に調和がなければならない³⁾から、調査・試験の部分だけ精密にすることは、隠された安全率をなくすことになる。したがって、調査・試験が精密になれば、それだけ設計値の決定には慎重になる必要がある。しかし、例えば周面支持杭・底盤系基礎⁴⁾のように、設計法がより精密な地盤の情報を必要とするものになっていった場合に、その設計法に対応しうる調査・試験が求められるであろうことは十分に想像される。また逆にCPTUのような地盤の正確な情報を精密に与えてくれる調査法が開発されることが、設計・施工に新たな展開を起こす可能性もあると考えるものである。

参考文献 1)土質工学会基準案：電気式静的コーン貫入試験方法，土と基礎，Vol. 41, No. 12, 1993.

2)藤川和之：軟弱地盤におけるせん断試験の個数と設計強度の信頼性，佐賀大学理工学部集報，Vol. 21.

3)松尾稔：信頼性設計の考え方と問題点，土と基礎，Vol. 25, No. 11, 1977.

4)三浦哲彦他：周面支持杭・底盤系基礎の沈下挙動と支持力に関する考察，佐賀大学理工学部集報，Vol. 22.

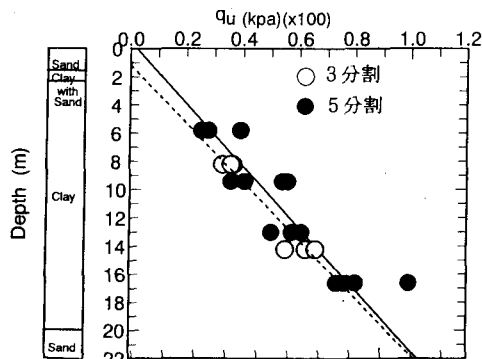


図3 粘土層の分割数と $q_u \sim Z$ の関係

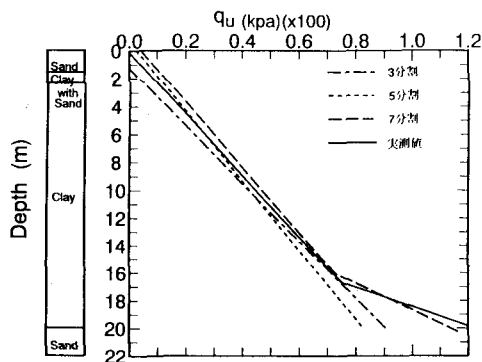


図4 サンプリング間隔と $q_u \sim Z$ の関係