

III-90

大深度から採取された不攪乱粘土試料における一軸圧縮強度の適用性

運輸省港湾技術研究所 正会員 土田 孝

運輸省港湾技術研究所 正会員 水上純一

1. はじめに

一般に、粘性土地盤の強度は一軸圧縮強度 q_u の $1/2$ の平均値として決定されている。 $q_u/2$ の平均値が粘性土地盤の非排水強度として妥当な値であることは、いくつかの破壊事例によって報告されているが、一方、 q_u は試料採取時の乱れの影響を大きく受けるという問題点が明らかになっている。筆者らは、現行の q_u による強度決定法の欠点を補う新しい強度決定法として、一軸圧縮強度と三軸試験による強度を併用する方法を提案した^{1)・2)}。新しい方法は、各シンウォールチューブについて3本の一軸圧縮試験を行って $q_u/2$ の平均値 $\bar{s}_u$ を計算し、同時に1本の三軸試験を行って簡易CU強度 s_{u2} を求めるものである。 $\bar{s}_u$ と s_{u2} の関係から、図1に示す基準を用いて試料の乱れの程度を判定するとともに、地盤の強度を決定することができる。なお、図1において試料の乱れが「適度」ということは、 $q_u/2$ が粘性土地盤の平均的な非排水強度を過大に評価する要因と、採取時の乱れによって $q_u/2$ の平均値が低下する要因とのバランスが取れている状態を意味している。また、簡易CU強度というのは、三軸試験において試料を平均拘束圧（土被り圧の2/3）で等方圧密した後、0.1%/minのせん断速度で圧縮したときの最大軸差応力の1/2である。

本報告は、大深度から採取した粘土試料について筆者らの提案法を適用し、 q_u による強度決定法妥当性を検討したものである。

2. 一軸圧縮試験と三軸UU試験の結果

用いた試料は、関西国際空港の調査のために、運輸省第三港湾建設局と港湾技術研究所が実施したボーリングによって得られたものである。最大深度400mまでボーリングとサンプリングが実施されている。

図2は、ボーリング孔56-10における深度と一軸圧縮強度 q_u および破壊ひずみ ϵ_f である。図をみると、深度25m以深の洪積粘土において q_u は大きくばらついているが、 ϵ_f は0.6～3.0%の範囲にある。筆者らは、粘土試料のサンプリング時の乱れを「練り返し型の乱れ」と「クラック型の乱れ」とに分けることを提案し、それぞれについて図3のような応力ひずみ曲線の模式図を示した³⁾。図3のように、クラック型の乱れの場合、乱れに無関係に ϵ_f がほぼ一定であることが特徴である。深度の大きい洪積粘土において、強度が大きくばらつくものの破壊ひずみはいずれも小さいことは、これらの試料の乱れが「クラック型」であることを示している。

クラック型の乱れによる強度低下は三軸UU試験によって補正できることが、実験的に明らかにされている³⁾。図4は、ボーリング孔56-6における $q_u/2$ と三軸UU強度を比較したものである。今回は8本のボーリング孔において同様の比較を行ったが、いずれにおいても図のように三軸UU試験の強度が $q_u/2$ よりも大きかった。ただし、

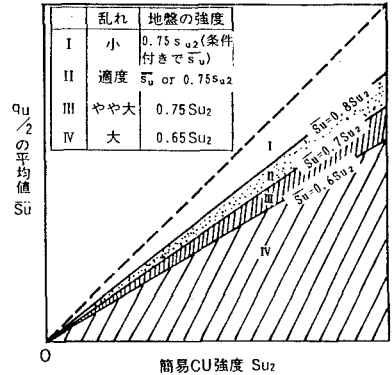


図1 新しい強度決定法

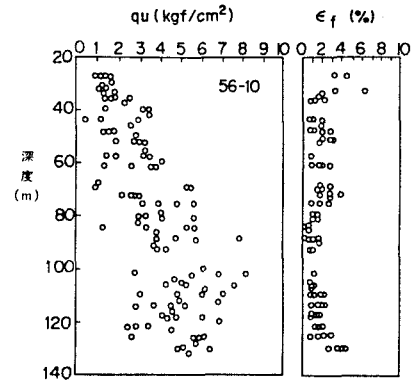


図2 一軸圧縮試験結果

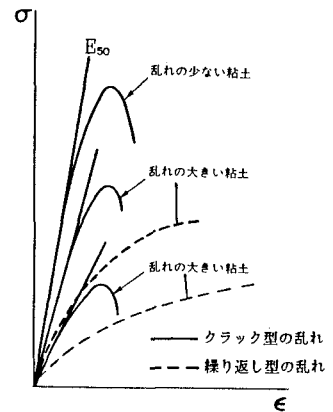


図3 応力ひずみ曲線の模式図

両者の差はボーリング孔によってばらつきがあり、非常に小さい場合から約30%大きい場合もあった。

このように、深度が大きい粘性土地盤の場合は、試料採取時の乱れのタイプはクラック型が支配的であると考えられる。

3. 一軸圧縮強度の適用性

図5(a), (b)は、56-9と57-30(深度400m)における $q_u/2$ の平均値と簡易CU試験 s_{u2} の比較である。図をみると、56-9の試料においては、深度300m以浅の試料において $\bar{s}_u = 0.75 s_{u2}$ の関係が平均的には成立しているようである。一方、57-30の試料の場合は、ほぼ $\bar{s}_u = 0.65 s_{u2}$ の関係がみられる。56-9と57-30のボーリングとサンプリングの方法は全く差が無く、オペレータも同一であって、 $\bar{s}_u$ と s_{u2} の関係における両者の違いは明らかにできなかった。2つの400mボーリングの結果について図1に示した判定基準を適用するならば56-9については q_u 法の適用性が深度300mまでであるといえるが、57-30では $\bar{s}_u$ が強度を約15%過小に評価していると考えられる。

同様に、他の8つのボーリング孔についても $\bar{s}_u$ と s_{u2} を比較した。図6は、各ボーリング孔について $\bar{s}_u/s_{u2}$ の平均値を求め、ヒストグラムで示したものである。図をみると、56-9のように $\bar{s}_u = s_{u2}$ の関係が成り立つ場合はむしろ例外的であり、全体としては $\bar{s}_u < 0.75 s_{u2}$ であるといえる。したがって、一般には、大深度から採取された粘性土試料の乱れは、図1で示した「適度」のレベルよりも大きいと考えられる。

次に、三軸UU試験によって得られた強度を $q_u/2$ の代わりに用いた場合を考え、図1の基準で判定してみた。三軸UU試験における最大軸差応力の $1/2$ の平均値を $\bar{s}'_u$ とし、各ボーリング孔について $\bar{s}'_u$ と簡易CU強度 s_{u2} の比 $\bar{s}'_u/s_{u2}$ の平均値を求めた。図7は、 $\bar{s}'_u/s_{u2}$ のヒストグラムである。図7をみると、 $\bar{s}'_u$ はほぼ s_{u2} の80~90%であり、一軸圧縮強度による $\bar{s}_u$ よりも大きな値を示している。これは三軸UU試験が「クラック型の乱れ」を受けた試料の強度を補正する効果によるものであるが、図1においては s_{u2} の75%が適度な乱れのレベルであり、三軸UU試験の強度は乱れの影響が「少なすぎる」強度を与えていることになる。

4. まとめ

- 1) 大深度の粘性土の乱れは、クラック型であると考えられる。
- 2) 大深度地盤の場合、不攪乱試料の $q_u/2$ の平均値は地盤の強度を過小に評価する。
- 3) 三軸UU試験はクラック型の乱れを補正する上で有効であるが、 q_u の代わりに用いるには注意が必要である。

参考文献

- 1) 土田, 水上, 及川, 森(1989): 一軸圧縮試験と三軸試験を併用した新しい粘性土地盤の強度決定法, 港湾技術研究所報告, 第28巻, 第3号
- 2) 土田, 水上, 小泉(1990): 粘性土地盤の強度決定における新しい提案, 第25回土質工学研究発表会, 岡山
- 3) 土田, 小林, 山川, 平良(1988): 一軸圧縮強度のばらつきとその要因について, 港湾技術研究所報告, 第27巻, 第1号

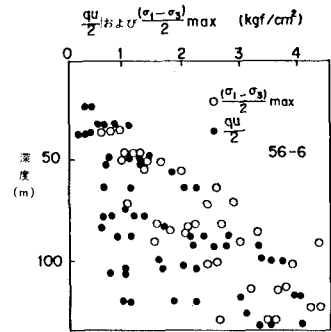


図4 一軸圧縮強度と三軸UU試験の強度

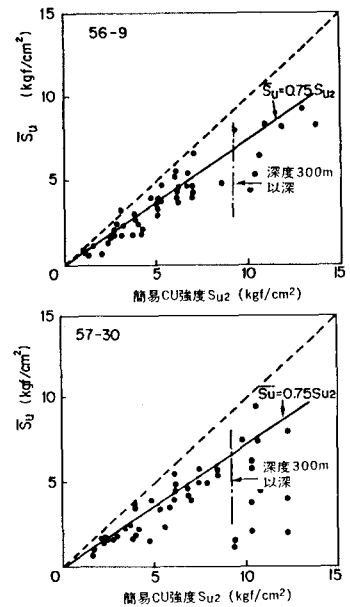


図5 $\bar{s}_u$ と s_{u2} の関係

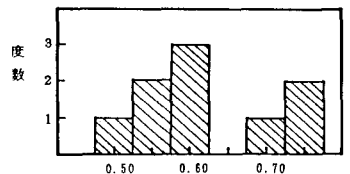


図6 $\bar{s}_u/s_{u2}$ の平均のヒストグラム

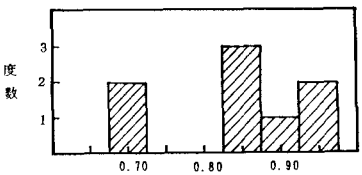


図7 $\bar{s}'_u/s_{u2}$ の平均のヒストグラム