

清水建設(株) 土木本部技術部 正会員 泉谷 泰志
 同 上 正会員 岡田 滋
 同 上 飯塚友之助
 清水建設(株) 技術研究所 正会員 堀内 澄夫

1. はじめに

原位位置において土の強度を手軽に測定することは、① サンプリングによって試料を乱すことがない、② 欲しいデータがその場で手に入る、など多くのメリットを持つ。ポケットペネトロメータやポータブルコーンペネトロメータは、このような意味から現場で使用されることが多い。しかし、これらの測定器は非常に軟弱な土を適用対象としており、セメント系深層混合処理土、薬液注入土、軟岩など数 $\text{kg f/cm}^2 \sim 100 \text{ kg f/cm}^2$ の圧縮強度を持つ土に対しては、適用は不可能である。

今回、ポケットペネトロメータの先端部に針を装着した針貫入試験器を作製し、上記範囲の強度を持つセメント混合土に対して、その適用性を検討した。

2. 試験器具

針貫入試験器は、市販のポケットペネトロメータの先端部を改良したものである。構造を図-1に示す。荷重は 10 kg f まで測定が可能であり、目盛は 0.5 kg f ごとになっている。なお、全長は約 16 cm 、重量は 230 g である。

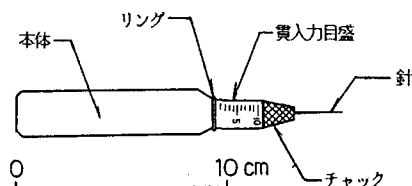


図-1 針貫入試験器具

3. 測定方法

針貫入試験による強度測定方法は、以下の手順によった。

- 1) 貫入抵抗値測定用のリングを0にセットする。
- 2) 試料表面に対して、垂直になるよう、試験器を位置させる。
- 3) 1 mm/秒 程度の速度で、針を試料中に入らせる。
- 4) 針が 1 cm 貫入した時の貫入力量を読む。
- 5) 貫入力量が 10 kg f 以上となる場合は、 10 kg f 時の針貫入長を測定して貫入勾配(kg f/mm)を計算する。

4. 供試体作製法

土中の粒子の大きさによる測定値への影響を考察するため、セメント処理土供試体に用いた土は、(i)粘性土のみ、(ii)砂を 3% 添加した粘性土の2種とした。粘土は千葉県手賀沼産の沖積海成粘土、砂は市販用けい砂(65メッシュ)を用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。供試体作製手順を表-1に、粘土の比重、アッターベルグ限界、含水比を表-2に示す。

予備試験の結果を参考とし、供試体の配合を表-3に示すとおりに決定した。なお、室内での試験手順を表-4に示す。

5. 針貫入試験結果

針貫入勾配(針貫入抵抗値(kg f)を貫入量(mm)で除した値)と一軸圧縮強度との関係を図-2に示す。両者はバラツキはあるものの、比例関係にあることが確認できる。また、土の種類は、

表-1 供試体作製手順

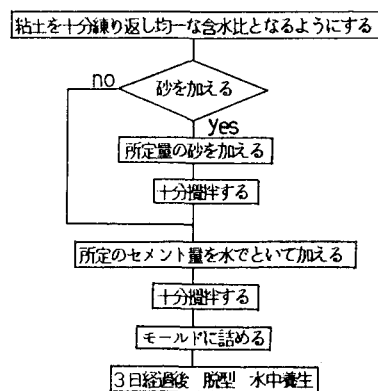


表-2 手賀沼粘土の性質

比重		2.666
強熱減量		6.543
アッターベルグ 限界	液性限界 WL (%)	81.92
	塑性限界 WP (%)	39.29
	塑性指数 IP	42.63
含水比 W (%)		100.1

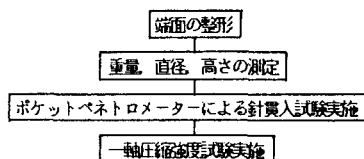
表-3 セメント処理供試体の配合

供試体	粘土 ①kg	砂 ②kg	セメント ③ kg	水 ④ kg	セメント 添加率	含水比 %
C-250	2.0	0	0.25	0.50	10	150
C-500	2.5	0	0.625	0.625	20	150
C-1000	2.5	0	0.625	0.625	40	150
CS-250	2.0	1.0	1.25	0.50	10	75
CS-500	2.0	1.0	0.70	0.50	20	75
CS1000	2.0	1.0	1.40	0.50	40	75

含水比 = (粘土の含水量 + 添加水量) / (粘土粒子重量 + 砂重量)

セメント添加率 = ① + ② + ④ / ③

表-4 実験室内での試験手順



両者の関係にほとんど影響を与えず、本試験器が土質の影響を受けにくいことがわかる。図-3は針貫入勾配と変形係数との関係であり、一軸圧縮強度と同様、本試験にて、変形係数の測定も可能であることがわかる。

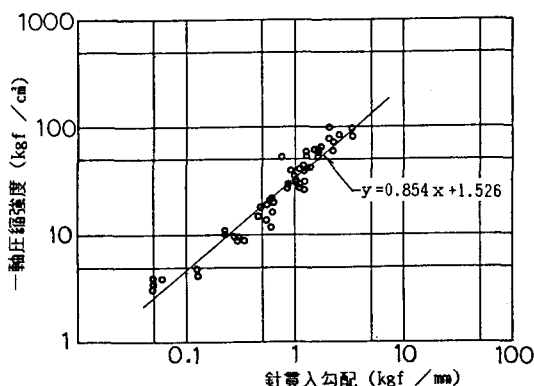


図-2 針貫入勾配と一軸圧縮強度の関係

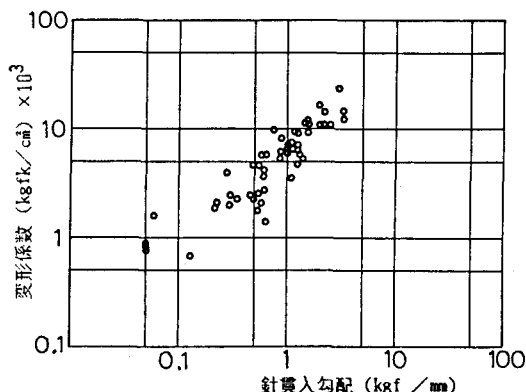


図-3 針貫入勾配と変形係数の関係

6. 針貫入試験の利用

この針貫入試験器を用いれば、微小箇所も推定できる。図-4は直径10cm×高さ27.3cmのセメント処理土供試体の強度分布測定結果を示している。一軸圧縮強度は上部で3.04kgf/cm²、下部で3.14kgf/cm²であることがわかっているが、針貫入試験器を使用することにより、以下の点を明らかにすることができる。

- 1) 上端部はブリージングの影響でほとんど強度がない。
- 2) 下端部は土粒子の沈降によって大きな強度が発現している。

7. おわりに

針貫入試験器を使用することにより、①現場において簡単に強度測定ができる。②狭い箇所であっても測定できる。などのことが判明した。しかし、一軸圧縮強度が100kgf/cm²を越えると針が1cm貫入しなくなるため、強度推定が不正確になる。また、データからわかる通り、一軸圧縮強度の推定値には幅がある。現場での使用に際しては、これらの留意点を考えに入れることが必要である。

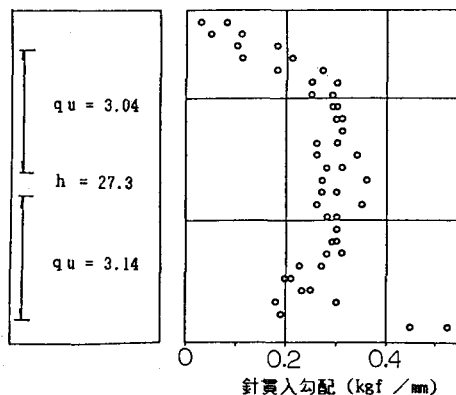


図-4 セメント処理土供試体の強度分布