

室内実験による粘性土地盤への静的貫入抵抗

愛媛大学 工学部 八木 則男
愛媛大学 工学部 矢田部 龍一
愛媛大学 大学院 ○武智 修
村本建設(株) 佐々木 啓之

1. まえがき

粘性土地盤でのサウンディングは、動的貫入試験よりも静的貫入試験の方が適しているといわれている。最近では、先端抵抗と周面摩擦抵抗を分離して測定することはもちろん、コーン周辺での発生間隙水圧を測定し、それらをもとにして地盤の力学的性質を推定する試みが多くなっている。しかし、両者の関係は応力履歴などの地盤条件によって影響される。原地盤では、このような地盤条件が明確でない場合が多いので、筆者らは、室内で作製した条件の明確な粘性土の模型地盤に、小規模の静的コーン貫入試験を行ない、貫入試験結果より得られた諸測定値と粘性土地盤の力学的性質との関係に及ぼす地盤条件の影響を調べた。

2. 実験装置及び実験方法

図-1に実験装置の概要を示す。模型地盤は円筒砂土槽に脱気処理を行なったスラリー状の粘土を所定の圧密圧力と予備圧密させることにより作製した。貫入試験時には、模型地盤を所定の高さに成形し、所定の上載圧をゴム膜を介して空圧で作用させた。間隙水圧は、コーン直下および土槽の中心より2.5cmの所に飽和させたステンレスパイプを図のように配置した。また、コーン下部側面水圧は脱気飽和させたセラミックディスクを介して測定を行なった。図-2には貫入に用いたコーンの概略を示す。コーンは先端角60°、直径16mm、材質はアクリルがあり、先端抵抗と全抵抗とを分けて測定できる二重管構造となっている。実験に用いた試料は、愛媛県八幡浜から採取した海成粘土である。その物性は $L.L.=62.0\%$ 、 $P.L.=28.2\%$ 、 $P.I.=33.8$ 、 $G_s=2.682$ である。粒徑加積曲線を図-3に示す。地盤条件は、正規地盤では、圧密圧力を1.0, 2.0, 3.0 kg/cm^2 で圧密し、過圧密地盤では先行圧密圧力を3.0, 4.0 kg/cm^2 で圧密し過圧密比(OCR)を2, 5, 10の地盤条件で行なった。貫入速度は0.172 cm/min で4cm貫入を行なった。

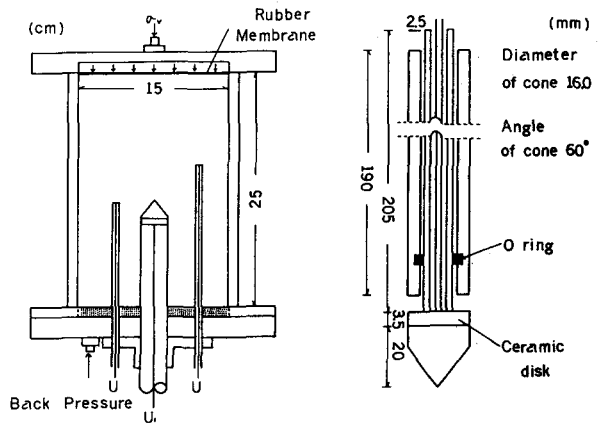


図-1 実験装置の概略図

図-2 コーンの概略図

3. 実験結果及び考察

図-4に上載圧1.0, 2.0, 3.0 kg/cm^2 で圧密を行なった正規地盤での貫入量 Q と全抵抗 P 、先端抵抗 R_t との関係を示す。図-5には先行圧密圧力3.0 kg/cm^2 に、図-6と図-7にコーン下部側面での水圧特性を示した。正規地盤においては、初期から正圧が発生しているのに対し、過圧密地盤においては貫入初期に負圧の発生が見られ過圧密比

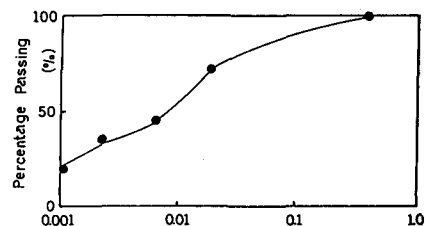


図-3 粒徑加積曲線

が大きいほどその負圧が大きくなる傾向があるのは、過圧密比が大きいほどダイレイタンスの影響が大きいためと思われる。また貫入とともに正圧になるのは、コーン先端で発生した大きな正水圧が伝播することと、貫入による平均垂直応力の増加のためと思われる。次に、貫入試験結果及び試験後の試料から得られた測定値を表-1に示す。先端抵抗は貫入時のピーク値であり、周面摩擦抵抗は贯入時の値である。また、粘性土の非排水強度 C_u は貫入試験後の一軸圧縮試験より得た値であり、またその時の含水比を記している。 δ_c は支持力公式を参考に次式のように表わされる。

$$\delta_c = \sigma_v' + C_u N_{cu} \quad (\sigma_v': \text{有効上載圧}, N_{cu}: \text{支持力係数})$$

これより N_{cu} の値を求めてみると、正規地盤では圧密圧力には無関係にほぼ一定であるのに対して、過圧密地盤では、過圧密比が大きくなるほど小さくなっている。これは、上載圧と側方圧の比すなわち K_0 が大きくなるので正規地盤とは違った影響を貫入抵抗に与えるためと思われるが、今後研究が必要である。図-8に δ_c/δ_c と δ_c との関係を示す。 δ_c/δ_c は現在土性の推定を行なうのに用いられているパラメータであるが、この図からみても正規地盤と過圧密地盤とは顕著な違いがないように思われる。そこで、Balighらにより過圧密比と C_u/δ_c の値の間に相関があることが見いだされているので $(\Delta u/\delta_c)_{NC}/(\Delta u/\delta_c)_{OC}$ と過圧密比(OCR)の関係を図-9に示す。 δ_c および Δu は30cm貫入時の値を用いた。これより、過圧密比が大きくなるとともに、 $(\Delta u/\delta_c)_{NC}/(\Delta u/\delta_c)_{OC}$ は大きくなつてきており、このパラメータで土性のより正確な推定を行なうことができると思われる。

4. あとがき

静的貫入試験において先端抵抗と周面摩擦抵抗の分離測定や間隙水圧の測定を行なうことにより地盤の応力履歴等の状態を知ることが出来る。今後さらにこの方面の研究を進めより合理的な貫入試験の整理法を検討したい。

参考文献

- 1). Baligh, B.B., Vivatrat, V. and Ladd, C.C; Cone Penetration in Soil Profiling, Journal of the Geotechnical Engineering Division, GT4, 1980.

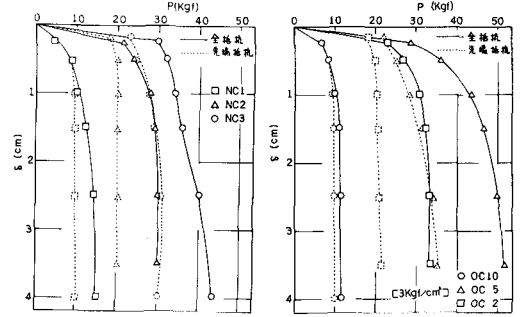


図-4 NCのP~ δ の関係

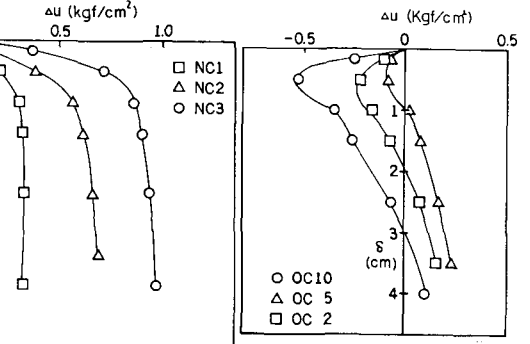


図-5 OCのP~ δ の関係

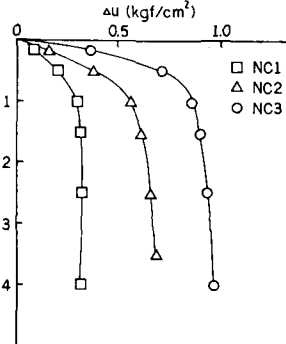


図-6 NCのγ~側面水圧特性

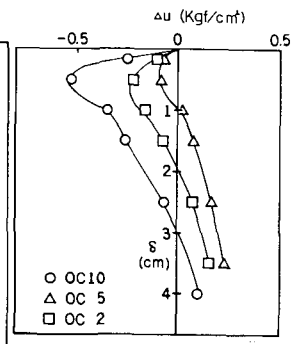


図-7 OCのγ~側面水圧特性

表-1 諸測定値

	C_u (kgf/cm²)	w (%)	q_c (kgf/cm²)	N_{cu}	f_s (kgf/cm²)	f_s/q_c (%)
NC 1	0.26	32.3	4.72	14.31	0.074	1.94
NC 2	0.51	30.6	9.94	15.57	0.131	1.32
NC 3	0.76	28.8	15.07	15.88	0.176	1.17
OC 2 (3kgf/cm²)	0.95	28.3	17.31	16.54	0.182	1.05
OC 5 (4kgf/cm²)	0.92	29.2	10.40	10.65	0.163	1.57
OC 10 (4kgf/cm²)	0.55	30.8	4.82	8.21	0.026	0.54
OC 2 (4kgf/cm²)	1.44	27.6	25.77	16.51	0.215	0.83
OC 5 (4kgf/cm²)	1.39	27.7	22.31	15.32	0.220	0.99
OC 10 (4kgf/cm²)	1.18	28.1	17.73	14.69	0.160	0.90

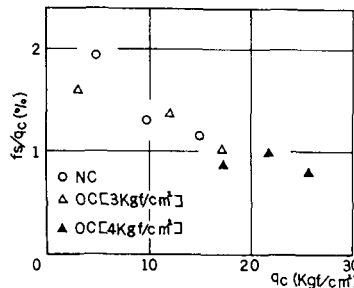


図-8 $f_s/q_c \sim q_c$ の関係

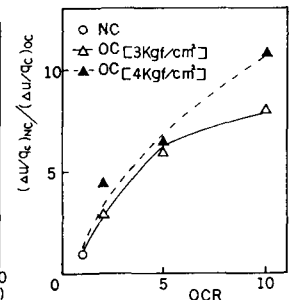


図-9 $(\Delta u/q_c)_{NC}/(\Delta u/q_c)_{OC} \sim OCR$ の関係