

長崎大学工学部 正員 落合 英俊  
同 正員 伊勢田 哲也

## はじめに

一般に、土の強度や変形に関する特性は、その土が過去に受けた応力の影響を受ける。飽和粘土の強度は、3種の排水条件—非圧密非排水 (UU)、圧密非排水 (CU) および圧密排水 (CD)—によつて異なる。σ (全応力) ~ τ<sub>f</sub> (せん断強度) 曲線は、CU-Test の場合には圧密降伏応力 (先行圧力)  $p_f$  の折れ曲がり曲線であるが、CD-Test の場合には  $p_f$  よりもかなり左の方で折れ曲がり、この CD-Test における折れ曲がり点  $p_f$  について、三笠<sup>(1)</sup> は図-1 を示し、次式を与之している。

$$p_f = (\tan \phi_{cu} / \tan \phi_d) \cdot p_y \quad (1)$$

一方、静的に成形締固められた不飽和粘性土の側方拘束状態における圧縮変形特性について、伊勢田<sup>(2)</sup> の実験的研究があり、載荷時間を十分に考慮すれば、圧縮ひずみが急激に増大する圧縮降伏応力が存在し、この圧縮降伏応力は成形時に試料に与えた応力 (先行応力) にほぼ一致し、さらに、この先行応力が盛土の締固めの管理や変形解析の特性値となることは明らかにしている。

本文は、以上のような研究成果をふまえて、等方応力のもとで、静的に締固めた不飽和土の排水強度特性に、締固め応力がどのように影響するかについて実験的に検討したものである。

## 試料、供試体作成方法及び試験方法

試料は、長崎市内で採取した砂質ロームで、比重  $G_s = 2.68$ 、液性限界  $w_L = 30\%$ 、塑性限界  $w_p = 30\%$  で、統一分類法では ML 土に属する。なお、試験には 2.0 mm フリイ通過分を用いた。供試体の作成方法は、まず、内径 50 mm のカウ付き 2 つ割リ鋼製モールドを用い、各層ごとモールドとほぼ同径を有する重量 2.5 kg の鋼製棒を載荷し、木づちでモールド側壁を軽く数回打撃し、10 層で高さ約 125 mm になるような方法により、供試体が自立でき、しかもできるだけ均一な状態の供試体を作成した。この状態における供試体の乾燥密度は約  $1.38 \sim 1.40 \text{ g/cm}^3$ 、飽和度は約 85 ~ 90 % であり、また、供試体作成時の含水比は、試料採取時の含水比にほぼ等しい約 30 % とした。つまり、この供試体を三軸室にセットし、所定の圧力で約 24 時間等方圧した後、三軸室から取り出し、供試体寸法を再度測定した後、三軸試験機に再セットし、側圧一定の排水三軸圧縮試験を行った。等方圧圧力  $\sigma_0$  は、1.5、2.0、3.0  $\text{kg/cm}^2$  の 3 種で、この圧力を供試体作成時の締固め応力とみなした。図-2 は、締固め応力  $\sigma_0$  による乾燥密度の増加率を示したものである ( $\gamma_{d0}$  はモールド供試体を作成した時の値、 $\gamma_d$  は  $\sigma_0$  で等方圧後の値)。試験結果にはかなりのバラツキがあるが、平均的にみて、 $\sigma_0 = 1.5, 2.0, 3.0 \text{ kg/cm}^2$  に対して、各々、乾燥密度が約 4.4、5.5、6.8 % 程度増加し、それだけの供試体は、締固め応力  $\sigma_0$  に対応した十分安全な構造の状態になっているものと考えられる。

## 試験結果とその考察

応力-ひずみ曲線の形は、締固め応力  $\sigma_0$ 、あるいはせん断時の側圧  $\sigma_3$  の値によつては、必ずしもピークが現れるものもあり、どの状態を破壊時とみなすかという問題となるが、ここでは、軸ひずみ  $\varepsilon_1$  が  $0 \leq \varepsilon_1 \leq 15\%$  の範囲内にあり、主応力差が最大値を示すときの破壊時とみなした。

図-3 は、破壊時の主応力差  $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$  と平均主応力  $(\sigma_1 + 2\sigma_3)_f / 3$

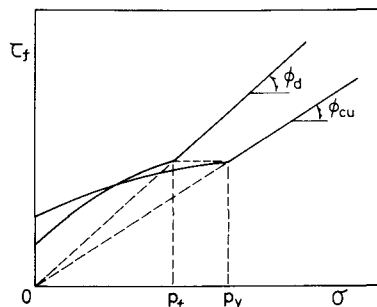


図-1

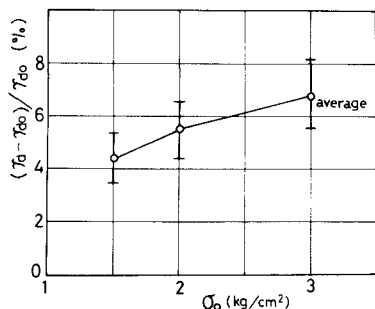


図-2

の関係を示したものである。これは、正八面体面をすべり面とみなす考え方によるものであり、三軸圧縮試験の場合、その誤差は一般に小さいとみられる<sup>(3)</sup>。11ずめの締固め応力 $\sigma_0$ の場合と、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f \sim (\sigma_1 + 2\sigma_3)_f / 3$  関係は、近似的に、2本の折れ曲がった直線と表すことができ、その折れ曲がり点の平均主応力の値は、締固め応力 $\sigma_0$ にほぼ等しいが、あるいは若干小さい程度であることは注目すべきことである ( $(\sigma_1 - \sigma_3)_f \sim \sigma_3$  関係で見ると、 $\sigma_0$ よりもかなり小さい $\sigma_3$ 所で折れ曲がることになる)。この結果は、飽和粘土についてこの図-1の結果とは多少異なるが、飽和粘土土質<sup>(1)</sup>、三笠<sup>(1)</sup>は次のように述べている。「CD-Test では、せん断による構造の乱れは、応力履歴によるせん断開始時の状態の差を減殺しているものであるから、過圧密の程度が小さい場合には、せん断応力のピークに達するまでにその影響が消えてしまうことがあり得る。」締固めた不飽和土の場合には、このようなせん断による構造の乱れが、飽和土の場合に比べてかなり少ないのではないかと考えらる。

破壊線は、上述のように、近似的に、2本の折れ曲がった直線によって表すことができる。その折れ曲がり点の平均主応力の値はほぼ締固め応力 $\sigma_0$ に等しいので、ほぼその値を境として、それぞれ直線破壊線の式を最小二乗法によって求め、締固め応力が強度定数のC,  $\phi$ にどのような影響するかを示したのが図-4である。締固め応力を大きくすると、排水強度は増加し、その増加強度成分の内容は、主として、粘着成分の増加であり、摩擦成分の増加はそれほど寄与しないことがわかる。

終りに、この試験に、毛利行洋（大成道路）、玉井一信（上龍建設）両君の助力を得たことを記して謝意を表す。

#### 参考文献

- (1) 三笠 (1974) : 土木学会年報, 第Ⅱ部, P. 88 ~ 89
- (2) 伊勢田他 (1971) : 土木学会論文報告集, 第188号, P. 45 ~ 52
- (3) 三軸圧縮試験標準化委員会 (1975) : 第20回土質工学シンポジウム論文集, P. 15 ~ 41。

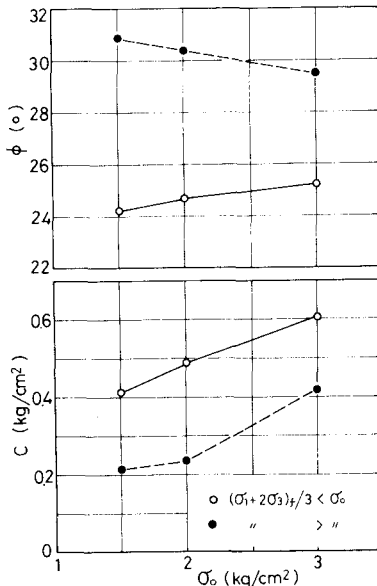


図-4 C,  $\phi$  に及ぼす $\sigma_0$ の影響

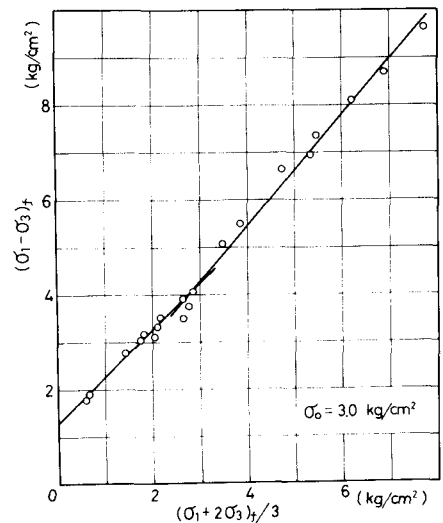
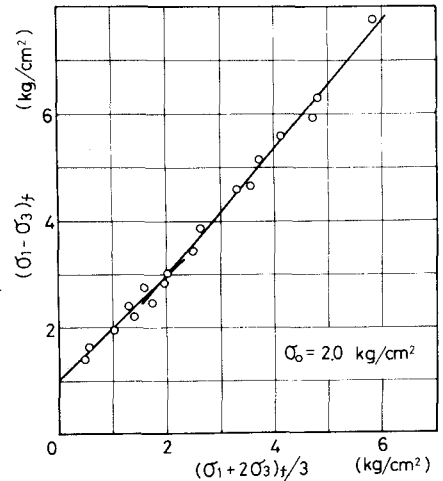
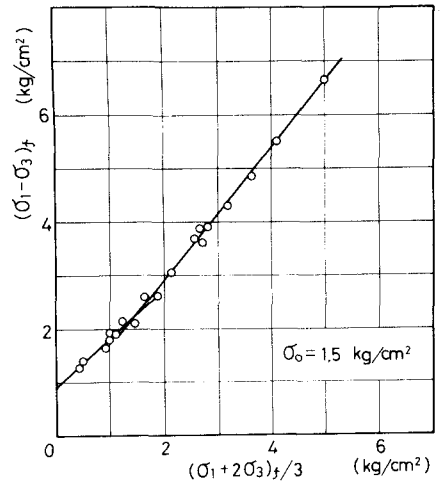


図-3 破壊時の $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ と $(\sigma_1 + 2\sigma_3)_f / 3$ の関係