

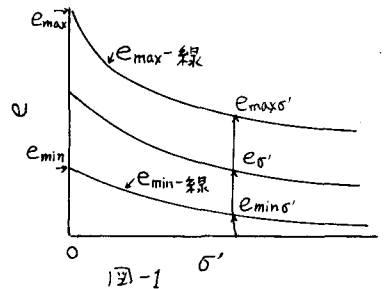
金沢大学工学部 正員 八木則男

1. まえがき

砂の強度・変形特性は作用する応力状態, 例えば, 平均有効応力 σ' やせん断応力の他に同一の砂に対しては, 相対密度 D_r の関数となる。特に, D_r は砂の状態を表わすものとして重要である。しかし, よく知られているように, ダイレイタンスー量やその傾向などは同じ D_r に対しても σ' の影響を受けるし, 限界間かま比も σ' の大きさによって異なる。これらの事実は砂の強度常数などの力学特性を上記の諸量で表示しようとする場合の支障となっているように思われる。そこで, 砂の D_r について考察し, 2~3 の実験結果について整理した結果について報告する。

2. 相対密度についての考察

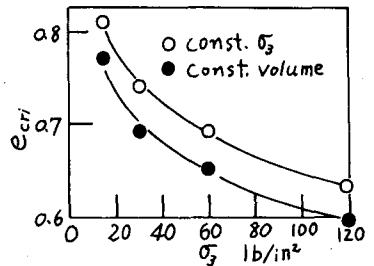
図-1 は砂の圧縮曲線を間かま比 e と有効応力 σ' の関係で模式的に表わしたものである。図には最大間かま比 e_{max} と最小間かま比 e_{min} から圧縮を始めた曲線が示されており, すべての砂の状態は e_{max} -線と e_{min} -線の間に存在する。したがって任意の σ' に対して, 両曲線上に $e_{max\sigma'}$, $e_{min\sigma'}$ が得られ, これらが σ' 作用下における最大, 最小間かま比となる。従来より, 両曲線間にある間かま比 $e_{\sigma'}$ に対する相対密度 D_r は $\sigma' = 0$ における e_{max} と e_{min} を用いてつぎのように表わした。 $D_r = 100(e_{max} - e_{\sigma'}) / (e_{max} - e_{min})$ 。しかし, σ' の作用下では e_{max} という状態は存在し得ないから, σ' の作用下での相対密度を表わすには $e_{max\sigma'}$, $e_{min\sigma'}$ を用いた方が合理的ではないかと思われる。このように考え, ここで新しく相対密度 D_r' とつぎのように定義してみる。



$$D_r' = \frac{e_{max\sigma'} - e_{\sigma'}}{e_{max\sigma'} - e_{min\sigma'}} \times 100 \%$$

図-2 は Taylor¹⁾ が三軸圧縮試験で求めた限界間かま比 e_{cr} と側圧の関係を示したものであるが, 両者の関係が砂の圧縮曲線の形とよく似ていることから, 上記の D_r' で限界間かま比を表わせば, 同一の D_r' で表わせるのではないかという期待がもてる。

また, これを粘土について考えるならば, e_{max} -線は液状の粘土を圧密した場合の正規圧密曲線に相当している。この粘土をこね返して再度圧密すると同じ σ' に対し, 上記の正規圧密曲線より小さな間かま比の粘土が得られる。このような粘土は過圧密と



いえず, その力学特性例えば, 間かま水圧係数, 強度などは上記の正規圧密曲線のものとは異なるであらう。この場合の力学特性を表すものとして D_r' を用いられることが予想される。粘土の場合 e_{min} -線と決定することは困難であると思われるが, ねり返し・圧密を繰り返せば, e_{min} -線に達するのではないかと思われる。この考えが過圧密状態にまで適用できないかと思われるが, 粘土が先行圧縮荷

をもつと、同じ間かき比でも正規状態と比べ構造が異なるので、同様には扱えないであろう。これは砂によっても同様である。

3. 実験結果

以上の考察に基づき、図-3に示すような粒度分布を有する砂に対して実験を行った。このうち、A砂は豊浦の標準砂である。間かき比 e と有効応力 σ' の関係を求めるために、側方拘束の1次元圧縮試験機を用いて圧縮試験を行なった。三軸試験機よりも側方拘束の圧縮試験を行なったのは供試体のセツトが容易で e_{max} -線を求めるが簡単だからである。

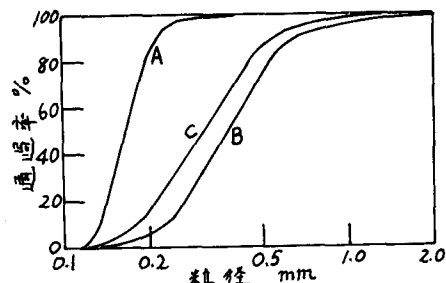


図-3

この結果、各試験に対する e_{max} -線と図-4(a), e_{min} -線と図-4(b), その中間の間かき比に対する圧縮曲線と図-4(c)に示した。 D_r は e_{max} -線にそって0%で、 σ'_{min} -線にそって100%となる。図-4(c)に示したような中間の間かき比に対する圧縮曲線にそって、 D_r および D_r' を計算して σ' に対して示したのが図-5である。この図は一例として、A砂における初期間かき比 $e_i = 0.886$, $D_r = 38.0\%$ (図-4(c)) のものを示している。荷重を 4 kg/cm^2 作用させると D_r は約8%変化するのに対し、 D_r' は $38 \pm 0.2\%$ の範囲にあり、実験誤差を考えると一定の値になるとみなされる。これは、他のB砂、C砂また初期間かき比についても同様であり、 D_r' のバラツキは、1つの圧縮曲線に対し、 $\pm 0.5\%$ の範囲であった。したがって D_r' は $\sigma' = 0$ における D_r に近い値になると思われる。

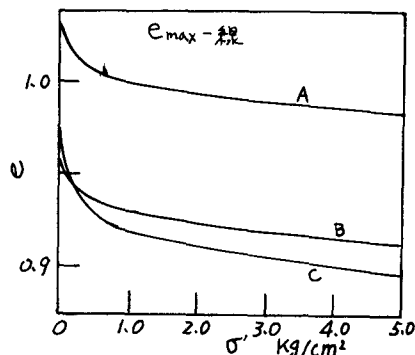


図-4(a)

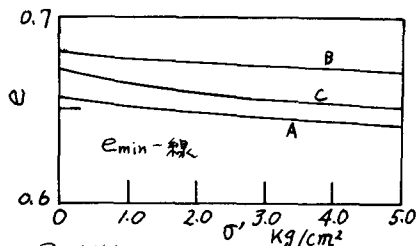


図-4(b)

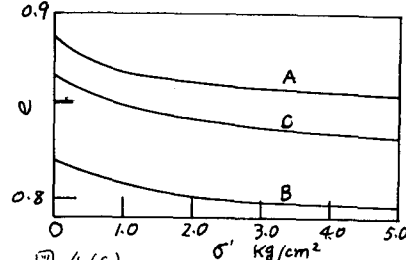


図-4(c)

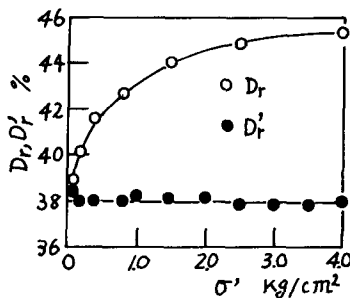


図-5

4 あとがき

新しい D_r について考察したが、十分な実験資料がまだ得られなかったので、強度やダイレイタンスーとの関連性について追求できなかった。

現在、三軸試験などによりさらに詳しい実験を行なっているの、その結果については講演時に述べたいと思う。

参考文献

- 1) D. W. Taylor "Fundamentals of Soil Mechanics" p.357