

III-4 土のサクション圧と強さに関する実験的考察

鳥取大学 正員 久保田 敬一
" " 藤村 尚
" 〇学員 吉田 誠

1. はじめに

火山灰土のような特殊土は含水比とその挙動によってその工学的性質が著しく異なり、またこのような土の締固め特性や力学的性質は各相の含有割合や状態によって異なるものと予想される。そこで筆者らは、このような性質を表わす指標として土のサクションに注目し、この土のサクションと土の強度についての研究を行っている。今回発表するのは、締固め含水比と乾燥側、湿潤側および最適含水比とする3種の火山灰土試料を用いて、構造的変化によるサクションと含水比、ならびにそれらと一軸圧縮強度との関連性について検討した結果についてである。

2. 試料と試験方法

実験には火山ロームを用いたが、その物性は $G_s = 2.75$, $L.L. = 68.30\%$, $P.L. = 39.54\%$ である。試料の締固め時(初期)の含水比は、所定のサクション測定容器を用いて得られた突固め曲線(図-1参照)の最適含水比(約40%)と等乾燥密度をもつ乾燥側(約20%)および湿潤側(約50%)の含水比3種類とする。この各々の初期含水比において、突固め試料は吸水飽和させる。サクション測定法は前報に述べたのと同様である。強度用供試体は同一試料と径5 cm, 高さ10 cmに突固め、乾燥密度が図-1の突固め曲線から得られたものと同様になるように作製した。この供試体は吸水飽和させた後、デシケーター内では空気乾燥によって徐々に乾燥させながら、任意の含水比において一軸圧縮強度を測定する。

3. 結果および考察

サクションと含水比: 図-2は初期含水比がそれぞれ20%, 40%, 50%試料のサクション(PF)と含水比の関係を示したものである。同図によると乾燥密度を含め土の構造的な効果がサクション・含水比曲線に表われている。同図からPF 4.5以上の範囲にある各試料のサクション・含水比曲線がほぼ一致していることがわかる。土の構造に及ぼす影響は主として液相としての毛管水であり、この範囲では吸着水および蒸気相が存在し、毛管水は存在しない。そのため乾燥密度の相違は一般に構造的効果はこのようなサクション・含水比曲線に表われない。PF 4.5以下の20%試料と50%試料のサクション・含水比曲線と比べると、これらの試料の低サクションにおける水分保有率ほぼ同じであることがわかる。しかし、高サクションになるにつれて、それは20%試料の方が小さくなっている。また、これらの試料の乾燥密度を求めると、低サクションにおける乾燥密度はほぼ同じであるが、サクションの増えるともなっており、50%試料の方が大きくなっている。このことは、サクション圧と同じ大きさの吸引力を土に与えることにより、起る収縮、すなわち圧密と同じ現象と考えることができる。一般に土の収縮は粒子の形とその配列構造によって大きく支配されるが、20%試料はむしろedge-to-faceの堅いランダム構造²⁾であって、吸引力によって収縮は

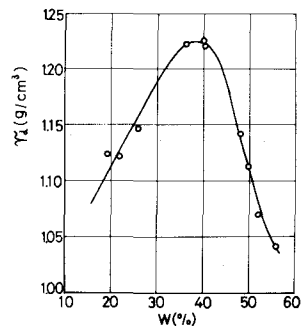


図-1. 突固め曲線

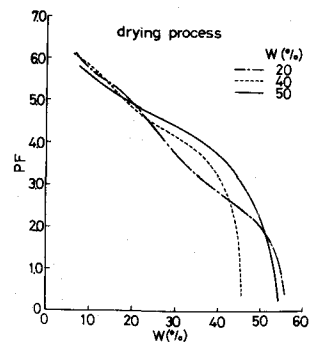


図-2. サクションと含水比の関係

起りにくい。また図に表われているように水分保有率は小さい。これに対して、50%試料は不完全な配向構造²⁾であって、吸引力等の外力によって粒子が密着し易く、しびびて収縮がランダム構造のものより起り易い。また水分保有率は前者より大きく表われている。

サクションと一軸圧縮強度： 図-3は一軸圧縮強度(q_u)と含水比の関係を示す。図-2と図-3を比較して、それぞれの試料において含水比に対するサクションおよび一軸圧縮強度の変曲点がほぼ対応していることは注目されることである。図-4は図-2, 3から含水比を媒介として、一軸圧縮強度とPF値をプロットしたものである。同図によると、どの試料も約3.5までの低PF値における土の強度は低く、PF 3.5~5.5の範囲で強度が増加し、さらにPFが大きくなると減少する傾向がみられる。ここで、20%試料と40%、50%試料の強度が著しく異なっていることがわかる。この強度差は圧縮されたエントラップ・エアおよびスレーギング現象などによるものと考えられるが、供試体が乾燥することによる乾燥密度の増加は前者に比べて後者の方が著しく大きく、これは土構造の差異によるものである。このことから40%、50%試料の強度が20%試料のものより大きく現われたものと思われる。

つぎに、このような飽和土の強度定数を考える時に Bishop³⁾の有効応力式を用いて強度とPFの関係を検討してみる。

$$\sigma' = \sigma - u_a + \alpha(u_a - u_w) \quad (1)$$

ここに、 σ : 全応力、 σ' : 有効応力、 u_a : 向けき空気圧、 u_w : 向けき水圧、 α : 飽和度に依存するパラメーターである。

u_a が常に大気圧と平衡しているとみなしうるような場合には $u_a = 0$ とすれば

$$\sigma' = \sigma' + k u_w \quad (2)$$

ここに、当実験では σ' : あるサクションの一軸圧縮強度、 σ' : サクションがゼロの時の一軸圧縮強度、 u_w : サクション圧、 k : 飽和度に依存するパラメーターである。

図-5は式(2)に実験から得られた一軸圧縮強度の値とサクションの値を代入して求めた k 値と飽和度をプロットしたものである。図中の実線は一例として Bishop³⁾らによる silty clay での $\alpha (=k)$ と S_r の曲線である。同図によると、40%、50%試料では多少の差異はみられるがほぼ同様の傾向がみられ、構造的に同じ状態にあると考えられるが、20%試料ではそれとかけ離れたところにあり、構造的に異なっているものと思われる。Bishop によると k と S_r の関係は土の粒度だけでなく実固めによる土の構造にも影響されるが、筆者等の実験からそのことばうかべえる。しびびて、 k と飽和度の関係とさらに詳細に検討すれば、土の強度は、その土の飽和度とサクション値から推定できるものと思われる。

参考文献

- 1) 久保田 藤村: 土のサクション圧と強度に関する研究, 土木学会第28回年次学術講演概要集, (1973)
- 2) T.W. Lambe: The Structure of Compacted Clay. Proc. A.S.C.E. vol. 84, No. SM2, (1958)
- 3) A.W. Bishop and G.E. Blight: Some Aspects Effective Stress in Saturated and Partly Saturated Soils. Géotechnique, vol. 13, No. 3, (1963)

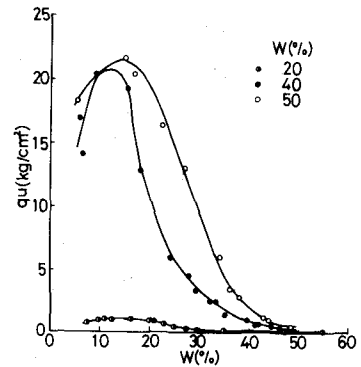


図-3 q_u と W の関係

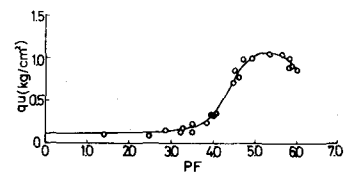


図-4 q_u と PF の関係 ($W=20\%$)

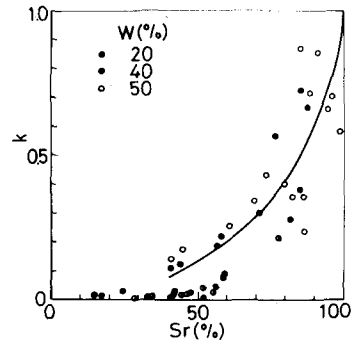


図-5 k と S_r の関係