

鳥取大学 正員 久保田 敬一
" " 〇 藤村 尚

1. はじめに

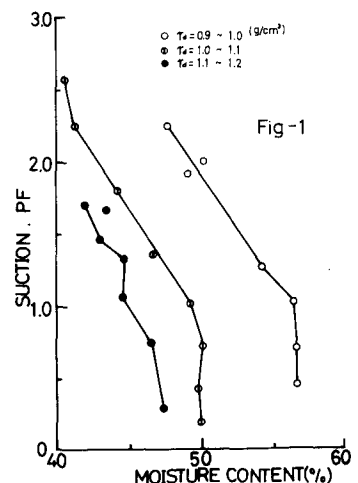
火山灰土のような特殊土は、含水比とその挙動によってその工学的性質を著しく異にすることは衆知のことである。筆者等は、わずかながらこれまで、このような土について締固め特性や力学的性質が各相の含有割合や状態によって異なることを示してきた。そこでさらにこのような土が、土中水の含有比からサクション圧によってどのように力学的性質を変えていくかを、巨視的な実験観察から説明することにした。すなわち本研究は、締固め土を対象として、3種類のサクション圧測定方法を用いて、実験を行ない、サクション圧と含水比、すなわち一軸圧縮強度との関連性について検討したものである。

2. 試料と試験法

実験には火山ロームを用い、その物性は $G_s = 2.71$, $L.L. = 57.50\%$, $P.L. = 43.00\%$ である。サクション測定用供試体は試料を空気乾燥し、2 mm フルイを通過させた後に、所定の含水比、30%に調整し、径1.86 cm、高さ2.51 cmに突き固めた。なお、この含水比は土の締固め試験における最適含水比で、突き固めた供試体の乾燥密度は $0.9 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ である。この供試体を吸水、飽和試料にして、初期条件とした。この含水比は約55%、飽和度は95%以上であった。サクション測定方法はサクションプレート法(測定範囲, $pF 0 \sim 2.6$)、圧力式膜法($pF 2.4 \sim 4.0$)、真空デシケーター法($pF 4.1 \sim 6.5$)の3方法を用い、低サクションから高サクションまで連続して測定する。なお、今回は飽和試料も上述の方法によって乾燥させる、乾燥過程におけるサクションと含水比を測定する。強度用供試体は同一試料を径5 cm、高さ10 cmに突き固め、乾燥密度がサクション用供試体と一致するように作製した。この乾燥密度は $1.0 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ である。この供試体を吸水して、飽和にする。この状態からデシケーター内で徐々に乾燥させながら、任意の含水比における一軸圧縮強度を測定した。なお、これらの実験は 20°C の恒温室において行なった。

3. 結果および考察

サクションと含水比: おしに試料の乾燥過程のサクション(pF)と含水比の関係を示す。図-1はサクションプレート法による乾燥密度をパラメーターとして、 pF と含水比の関係を示す。この図から初期飽和試料に比べサクションが増加すると空気が構造中に入ることによって $pF 0$ から1.0のサクションに達するまで含水比の変化はみられない。サクションが大きくなると土中の毛管中に形成されるメニスカスの半径が小さくなるため脱水されて、含水比は低下する。なお、乾燥密度が大きいものほど同一サクションにおける含水比は低くなっている。図-2は3方法によって得られた pF と含水比の関係を示す。この図にはプロットしてないが $pF 2.6 \sim 4.0$ の範囲にいても、前図と同様、乾燥密度が大きくなると同一サクションにおける含水比は低くなる傾向がみられた。しかし、 pF が大きくなるにつれて、同一サクションにおける乾燥密度の異なりによる含水比の差が少なくなり $pF 4$ 以上では一曲線で示された。なお、この図は $pF 4$ 以下は乾燥密度 $1.0 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$, $pF 4$ 以上については $0.9 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$ のものをプロットした。実験数は不足しているが、図から含水比を5段階に分類できる。I) 含水比(w) 50%, $pF 0$ から



Iまで達する, II) $W = 50 \sim 40\%$, PF 1から3まで含水比の減少と共にPFは急激に大きくなる, III) $W = 40 \sim 20\%$, PF 3から5に変化する, IV) $W = 20 \sim 10\%$, PF 5から5.2に変化する, PFの増加割合に対して最も含水比の低下がみられる領域, V) $W = 10\%$ 以下, PF 5.2から6.2に変化する領域。以上のように巨視的に判断して締固め土の乾燥過程の土と水系の状態は含水比の変化に共なっており, PFが変化する傾向がみられる。また, 低いPFを測定に動的な方法と真空デシケーター法の静的な方法による差異, 特に動的な方法による攪乱の問題等, 測定方法にも問題は残るが, PFと含水比曲線の連続性から判断して3方法から得たPF値は妥当なものと思われる。

サクションと軸圧縮強度: 図-3は軸圧縮強度と含水比の関係を示す。図-2, 3と比較すると, 前述した5段階のそれぞれの含水比と強度の変曲点に対応する傾向がみられる。 $W = 60 \sim 40\%$, I, II)の領域では極めて低い強度を示し, つぎに含水比が40%から20%に乾燥したIII)領域では強度が急激に上昇し, $W = 20\%$ でピーク強度を示す。さらに, 含水比が20%から乾燥するIV)の領域では強度は再び徐々に減少する。図-4は図-2, 3から含水比を媒介として, 軸圧縮強度とPF曲線を推測したものである。図によるとPF 0から3まで強度は低く, ほぼ一定であるが, PF 3あたりから急激に強度が大きくなって, PF 5でピーク強度に達した。PFがさらに大きくなると強度は減少する。ここで, 飽和土の強度定数を考える時, Bishopの有効応力式²⁾を用いて, 強度とPFの関係を検討する。

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

ここに, σ : 全応力, σ' : 有効応力, u_a : 間引き空気圧, u_w : 間引き水圧, χ : 飽和度の関数。今, u_a は大気圧と接している場合として, $u_a = 0$ とすれば, 1)式は

$$\sigma' = \sigma' + \chi u_w \quad \dots \dots 2)$$

となる。ここで, σ : あるサクションの軸圧縮強度, σ' : サクション0の時の軸圧縮強度, u_w : サクションとする。当実験で得られた結果を2)式を用いて検討するとき, χ が一律に決められない, そこで, χ に若干一定値, $\chi = 0.75, 0.5, 0.3, 0.1$ をとって算定した σ' とPFの関係を破線で示した。実験値(実線)と破線と比較すると, PF 4までは, $\chi = 0.3$ にほぼ十分一致するが, PF 4以上では満足しない。ゆえに, PF 4以下, すなわち高飽和度の場合には $\chi = 0.3$ の一定を用いて2)式から十分強度を算定できると考えられる。しかし, 2)式については, 全ての飽和度において $u_a = 0$ としたこと, さらに, χ の決定は多くの検討すべき問題を残している。

参考文献

- 1) 久保田・藤村, 大山大山灰土の締固め特性について, 昭和47年度学術講演会概要集
- 2) Bishop, A.W and G.E. Blight, Some aspects effective stress in saturated and partly saturated soils. Geotechnique, vol.13, No.3, 1963.

