

愛媛大学工学部 八木 則男、 榎 明彦
矢田部 龍一、○岡山 孝

1、まえがき

コラプス現象も含めて不飽和土の圧縮機構は複雑であるため、十分な解明がなされていない。本文ではサクシジョンによる粒子間力と外力による粒子間力を別個に考えて、不飽和土の圧縮機構の説明を試みるとともに、不飽和まさ土に対する一次元圧縮試験を行ない、その結果について考察を加えた。

2、不飽和土中の粒子間力と圧縮機構

図-1に示すように、不飽和土中では水は粒子間の接点に付着している。水の表面張力のために水圧は空気圧より小さくなり、粒子間に接点力 f 、生じせしめる。この接点力も有効応力と考えられるが、外力による有効応力とは性質が異なる。 f 、の方向は粒子接点の接平面の法線とほぼ同じであるが、外力による接点間力 f_e は、一般に、法線と角度 θ をなして作用する。乾燥または飽和土の場合は θ の絶対値が粒子間の平面的な摩擦角 μ より大きくなると、粒子間ですべりが生じて圧縮が起こる。粒子間ですべりが生じてにもかかわらずも圧縮が起こらないが、一次元圧縮や等方圧縮の場合は側方の拘束のために、粒子は間隙に入る。

一方、不飽和土中で生ずる f は粒子間にすべりを発生させる成分はゼロである。したがって、 f_a と f_r の合力と法線となす角度 θ の絶対値は常に θ_s の絶対値より小さくなる。飽和土または不飽和土に圧縮外力の増分があり、各接点力も Δf 増加したとすれば、 Δf によって θ または θ_s が変化してその絶対値が μ より大きくなると粒子間すべりにより圧縮が起こる。 Δf による θ または θ_s の変化が同じとすれば、 $|\theta_s| > |\theta|$ であるので Δf により粒子間接点力の方向の角度が μ を越える確率は飽和の場合の方が大きくなるので、同じ間隙比であれば、飽和土の圧縮性は不飽和土より大きくなる。

つぎにコラプス現象について考える。不飽和土中では粒子間力は図-1での f_a と f_r の合力 f であり、 f の方向と粒子間の接平面の法線となす角 θ の絶対値は μ を越えない範囲で分布している。この状態で不飽和土が水浸し、サクシジョンの消滅で f がゼロになると $|\theta_s|$ が μ を越える接点が現れ、そこですべりが生ずる。 f が小さいときは f_r が卓越し、粒子集合は非常にゆるい状態になることがある。砂質土の場合では最大間隙比以上になりうる。この状態にわずかの外力を加えて水浸させると非常に大きな圧縮が生ずる。一次元圧縮のような側方拘束の場合を考えると、かなり密な場合でも、圧縮方向の有効応力が他の方向のものより卓越していると、水浸によって不飽和土は圧縮するであろう。

3、不飽和まさ土の一次元圧縮試験

まさ土試料の粒径加積曲線は図-2に示されている。実験には標準圧密試験機用の容器の内側にワセリンを塗布して使用し

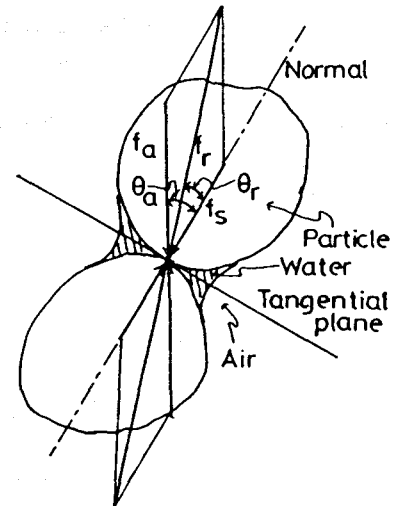


図-1 土中の粒子間接点力

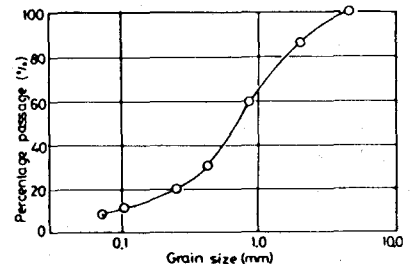


図-2 粒径加積曲線

た。供試体は容器内で突き棒で表面をたたくことによって締め固めて作製した。締め固め時の含水比 w を 5%、10%、15% とし、圧縮の初期間隙比 e_0 を 0.72、0.81 になるように調整した。

図-3~6 に得られた $e \sim \log p$ 関係を示す。図-5、6 は、任意の載荷重のところで浸水飽和させたのちの $e \sim \log p$ 関係である。図-3~6 から次の結果が得られる。

1) 締め固めまじりの $e \sim \log p$ 曲線上で先行降伏荷重に相当する荷重 p_c が存在し、 e_c が小さいほど、また w が小さいほど p_c は大きくなる。 p_c を越えると $e \sim \log p$ 関係は直線と成る。
 2) p_c より小さな荷重のところで水浸吸水させると、 p_c は小さくなるか、吸水時荷重 p_c より大きいところでは p_c は存在しない。吸水後の C_c は小さくなる。
 3) 吸水による圧縮はある p_c のところで最大となり、このときの p_c は w が小さくなるほど、すなわち、サクシオンによる粒子間力が大きいほど大きい。
 4) 吸水後の $e \sim \log p$ 関係は w および p_c に関係なく、ほぼ同一の線に近づくが、 w が小さいほどまた p_c が小さいほど同じ荷重に対する e は小さくなる。したがって w が小さいほど吸水による圧縮は大きい。

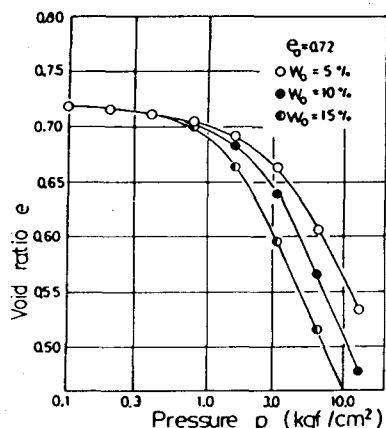


図-3 $e \sim \log p$ 曲線

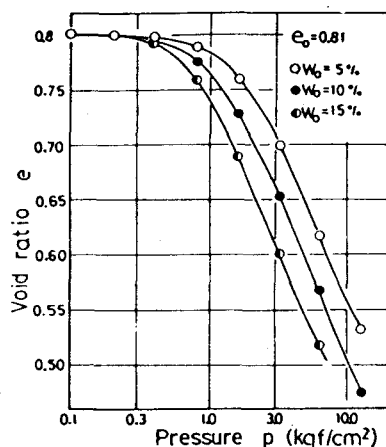


図-4 $e \sim \log p$ 曲線

4. あとがき

粒子間の接点力を考えてコラプスによる圧縮を含む不飽和土の圧縮特性の定性的な説明を行なった。今後は、上述の考えをもとにして、定量的な結果が得られるような理論的考察と基礎実験を行ない不飽和土の圧縮特性の解明を試みたい。

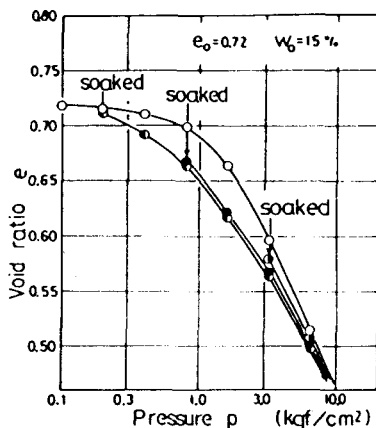


図-5 $e \sim \log p$ 曲線

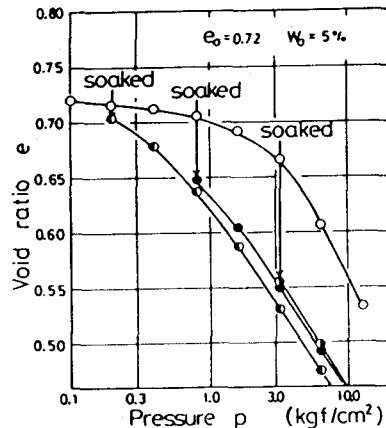


図-6 $e \sim \log p$ 曲線