

III-248 不飽和土の有効応力の定義における χ の影響

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
岡山大学大学院 学生員 ○木村裕史
岡山大学大学院 学生員 楠見和紀

1. まえがき

土の挙動を予測する上で、有効応力式の果たす役割は大きい。ところで、飽和土においてはTerzaghiにより有効応力式はほぼ確立されているが、不飽和土においては未だ確立されていない。そこで本研究では、不飽和土の有効応力式として最も一般的とされているBishopの式を取り上げ、その中のパラメーター χ の値による不飽和土の有効応力の吟味とBishopの式を工学的に発展させるため、具体的に集中豪雨による斜面崩壊・河川堤防の決壊などを予測する上で重要と考えられる有効応力表示によるMohr-Coulombの破壊基準における粘着力・内部摩擦角の影響について考察を行なった。

2. 本研究の概要

本研究で取り扱ったBishopの不飽和土に関する有効応力式は、次式のとおりである。

$$\sigma' = \sigma - U_a + \chi(U_a - U_w) \quad \text{-----} \quad (1)$$

(σ' : 有効応力 σ : 全応力 U_a : 間隙空気圧 U_w : 間隙水圧 χ : 飽和度などに関する係数)

この式においてBishopは、パラメーター χ が0（飽和状態）から1（完全不飽和状態）までの間に存在することを示した。¹⁾

そこで本研究では、上記のBishopの考え方が正しいと仮定して三軸圧縮試験装置を用い排水または非排水条件で三軸圧縮試験を行い、それぞれの飽和度における有効応力を χ が0, 0.5, 1の3つの場合に加えて3の場合についてそれぞれ求めた。そして求めた不飽和土の有効応力とせん断応力より、Mohr-Coulombの破壊基準における有効応力表示による粘着力と内部摩擦角を求めた。

3. 結果および考察

Bishopの式におけるパラメーター χ の値を0, 0.5, 1, 3とした時、求めた不飽和土の有効応力を飽和度に対して排水、非排水条件によってそれぞれ図-1, 2に示す。

これによると、排水、非排水条件で共に飽和度が大きくなるにつれて土の状態は飽和に近くなりサクションが減少するため χ の及ぼす影響は小さくな

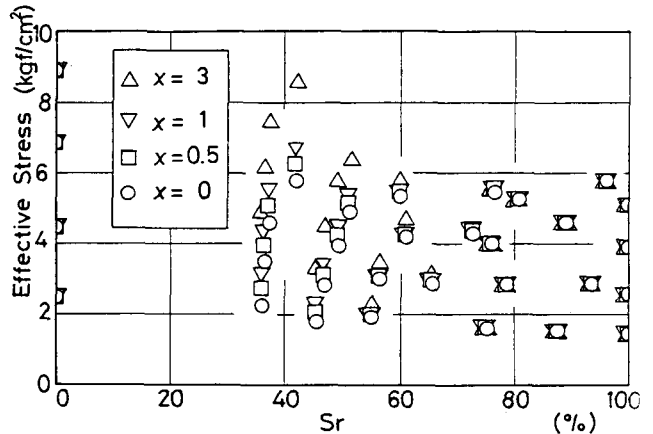


図-1 飽和度に対する有効応力値（排水条件）

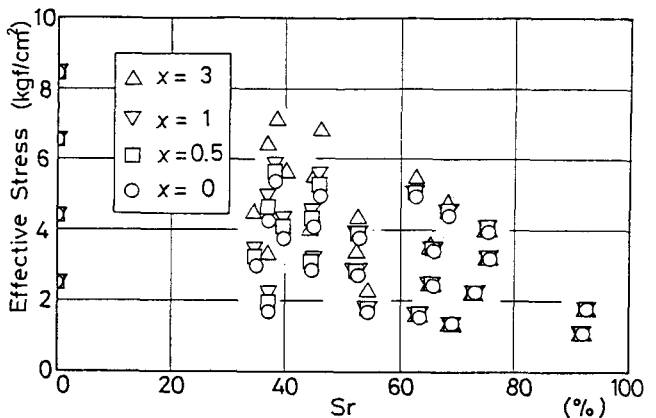


図-2 飽和度に対する有効応力値（非排水条件）

っている。そのため有効応力は、全応力と間隙空気圧との差によって表される。つまり図-1、2より、飽和度約60%以上の不飽和土は、飽和土同様Terzaghiの原理を適用しても良いと考えられる。

次に、排水条件と非排水条件を比較すると、間隙空気圧が存在する非排水条件の場合の方が有効応力が小さくなっている。特に、飽和度が大きくなるにつれ発生する間隙空気圧は大きくなるので、算出される有効応力は逆に小さくなる。これは、飽和度の増加により間隙空気部分が減少し、側圧の増加による間隙空気圧の増加率が大きくなるためと考えられる。

また、Mohr-Coulombの破壊基準における粘着力・内部摩擦角をそれぞれ排水、非排水条件で図-3、4、5、6に示す。

これによると、粘着力は排水、非排水条件とも、低飽和度においてパラメーター χ の影響を大きく受けている。これは、飽和度が小さいとサクシオンは大きくなり、そのためそのサクシオンの寄与率を表すパラメーター χ の影響を受けやすくなるためと考えられる。また、粘着力はサクシオンにより生ずることを考えればサクシオンの寄与率である χ の影響を受けてもまた当然と考えられる。

それに比べ、内部摩擦角は排水・非排水条件共にパラメーター χ の値にほとんど関係なく、つまりサクシオンの影響をほとんど受けていない。しかしながら、飽和度の増加にともない内部摩擦角は徐々に減少し、飽和度約60%ぐらいからはほぼ一定（約30°）になっている。

最後に、本研究を遂行するにあたり岡山大学工学部土木工学科河野伊一郎教授に御指導をいただいたことを記して謝意を表す。

<参考文献>

- 1) A.W.Bishop and I.B.Donald
"The Experimental Study of Partly Saturated Soil in the Triaxial Apparatus",
Proc.5th ICSMFE,1961,Vol.1,pp.13-21.

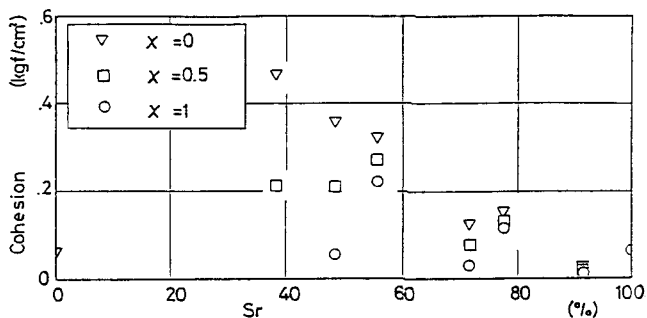


図-3 飽和度に対する粘着力の値（排水条件）

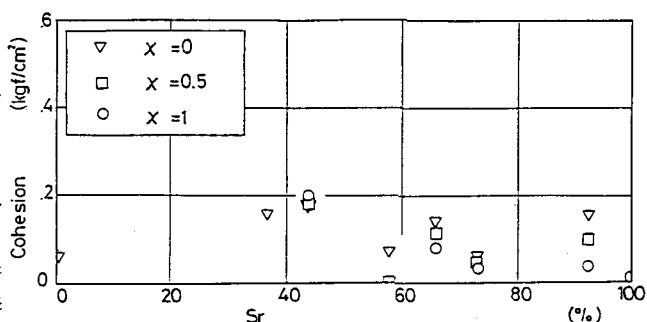


図-4 飽和度に対する粘着力の値（非排水条件）

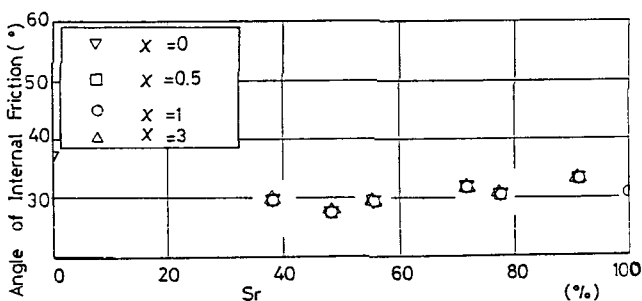


図-5 飽和度に対する内部摩擦角の値（排水条件）

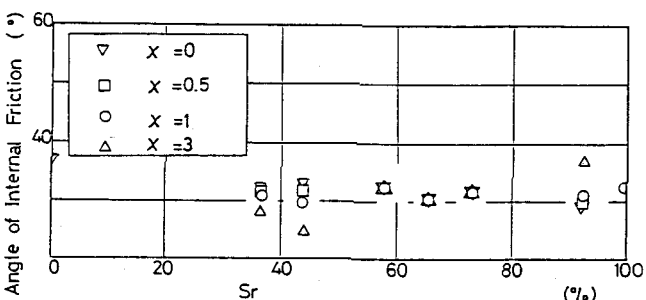


図-6 飽和度に対する内部摩擦角の値（非排水条件）