

不飽和土のせん断強度に関する研究

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
 岡山大学大学院 学生員 孫 躍
 陶大本組 正会員○石原 雅巳
 岡山大学工学部 正会員 河野 伊一郎

1. はじめに

我国では地下水位が高く、多雨多湿のため自然地盤はその大部分が飽和している。このため我国では不飽和土の問題は軽視されがちで、たとえ不飽和な部分も不飽和度の評価が困難であり飽和状態に近いため飽和土として取り扱ったり、もしくは経験法に頼ったりしている。しかしながら、このような不飽和土の取り扱いには問題があり、そのため予測できない事故を起こしている。本研究では、このような背景からまさ土を用いて不飽和土の問題で最も重要であるせん断強度を飽和度という取り扱いが容易なパラメーターを使って評価を行い、同時に結果の整理法についての考察を行った。

2. 本研究の内容

本研究は様々な応力経路で、三軸圧縮試験を行うことによって、その試験結果並びにひずみ制御試験結果¹⁾とを比較し、せん断強度特性について考察を行った。この応力制御試験とした理由は、実際の現場で生じている問題はそのほとんどが低応力域での問題であるが、ひずみ制御試験ではこの低応力域の試験には限界があるため、任意の応力状態が可能な応力制御試験を行った。また、試験条件は、本研究で用いた試料がまさ土であるため圧密排水条件とし、水の出入りは自由にして排水量も測った。図.1に本研究で行った応力経路を、図.2に実験装置の全容を示す。

3. 結果と考察

図.3,4に本研究とひずみ制御試験から得られた破壊時の飽和度で整理した破壊線を、図.5,6に飽和度と粘着力 c および内部摩擦角 ϕ との関係をそれぞれ示す。図.3,4において破壊線の傾きを M_r 、切片を N_r とすると次式が得られる²⁾。

$$q_r = N_r + M_r (p_r - u_a)$$

q_r :破壊時の軸差応力

p_r :破壊時の平均主応力

u_a :空気圧

ここで、 M_r 、 N_r は圧縮状態では、

$$M_r = \frac{6 \cdot \sin \phi}{3 - \sin \phi}$$

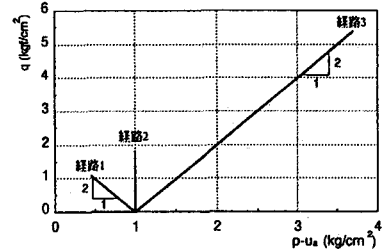


図1 応力経路図

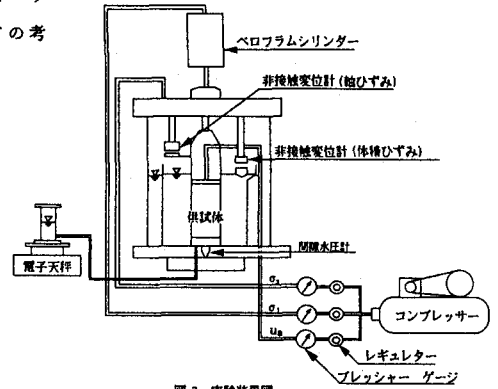


図2 実験装置図

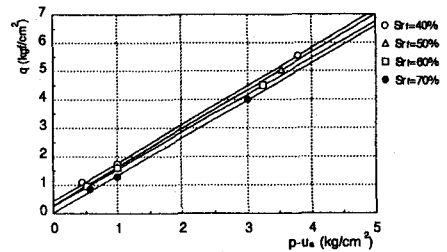


図3 応力制御試験結果

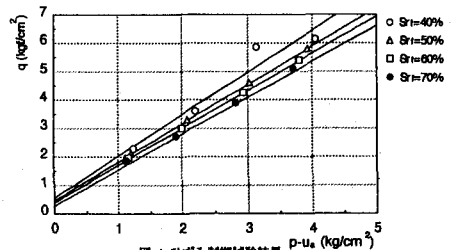


図4 ひずみ制御試験結果

$$N_r = \frac{6 \cdot \cos \phi}{3 - \sin \phi} c$$

という関係がある。また、図.5,6より M_r 、 N_r は飽和度の関数で表せ、結局、強度は飽和度の関数で表せることになる。これらの図より、本研究とひずみ制御による試験結果を比較すると、差が生じている。これは、

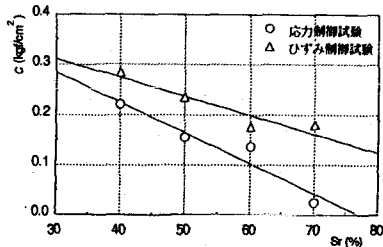


図.5 粘着力と飽和度の関係

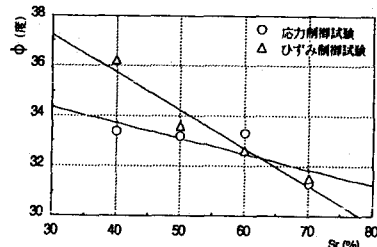


図.6 内部摩擦角と飽和度の関係

ひずみ制御では低応力域が含まれていないのに対して、本研究では低応力域の結果が含まれていることに起因するものと思われる。すなわち、低応力域では、せん断強度に対する粘着力の影響が大きく、この粘着力は飽和度に大きく依存する。高応力域では、この影響が小さくせん断強度は主に内部摩擦角の変化によるものとなる。このように考えると低応力域と高応力域において同じ直線で破壊線を引くには問題があり、正しい粘着力と内部摩擦角が得られないと思われる。そこで、低応力域と高応力域で分けて破壊線を引き、それから得られる結果を図.7、8に示す。図.7より c に対する低応力域と高応力域との結果の違いが解る。図.8に

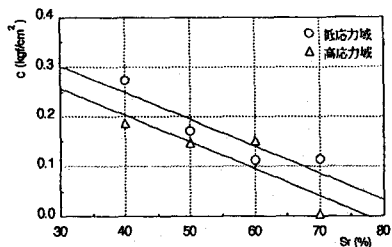


図.7 応力域の違いによる飽和度と粘着力の関係

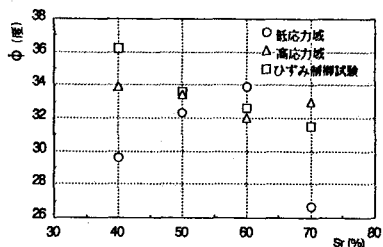


図.8 応力域の違いによる飽和度と内部摩擦角の関係

おいても同様に、高応力域とひずみ制御の試験結果はほぼ同じ値であるが、低応力域では差が生じている。したがって、実際の現場での問題はほとんどが低応力であるため、高応力域と同じ直線で評価を行うことは誤りであり、今後は、対象とする応力域によって整理すべきであろう。

4. 結論

本研究によって、せん断強度を飽和度の関数として表わせることが解った。また、低応力域でせん断試験を行うには応力経路による試験が任意の応力状態が作り出せ、正確な結果が得られることが解った。しかし、この結果は飽和度が限られた範囲でしか行われておらず実験結果も少ないため、まだ検討を有する。今後はもっと飽和度の幅を広げ、本研究で得られた結果をより確かなものとするに期待する。

参考文献

- 1) 安原 敏：不飽和土の力学的性質に関する基礎的研究，岡山大学大学院修士論文，1983
- 2) 山田恭央：土の応力-ひずみ関係-理論的な取り扱い-，わかりやすい土質力学原論，pp. 93-133，1987.