

締固め土のサクション発生機構に関する考察

阪神高速道路公団	正会員	○流田 寛之
神戸大学	正会員	河井 克之
(株)大林組	正会員	森田 寿
ものづくり大学	非会員	萩原 正人

1. はじめに

締固め土は土構造物の材料として広く用いられているにも関わらず、その力学挙動を工学的に表現するには至っておらず、現場で経験的に管理されるにとどまっている。しかし、不飽和土の力学体系の整備により、締固め機構を表現し得る可能性がある。本研究では、土の締固めを不飽和土の非排水圧縮挙動として捉え、締固め中および締固め後のサクションの発生メカニズムを解明しようとしている。その方法として、三軸試験装置を使用し静的締固めを行い、結果について考察している。

2. 実験装置

締固め試験に用いた実験装置を図-1に示す。この装置は、ベロフラム型三軸試験機に内径5cmの圧密リングを取り付け、締固め試験ができるように改良したものである。また、実験装置下部にセラミックディスクを設置し、加圧法によるサクション測定を可能にしている。実験中の供試体に作用する载荷応力、軸変位、間隙水圧をデータロガーとコンピューターで一定間隔に計測している。

3. 実験方法

あらかじめ含水比を調整した試料（カタルポ）を高さ20mmになるまで締固めた時、目標の乾燥密度になるように供試体の重量を算出し、できるだけゆるい状態になるように圧密リングに詰める。次に、供試体に空気圧を载荷し間隙水圧の値が落ち着いたのを確認した後、载荷台を上昇させて締固めを開始する。締固め速度は1.06mm/minとした。そして、供試体の高さが20mmになるまで締固め、その後同じ速度で载荷台を下げて除荷し、間隙水圧が落ち着くまで放置する。実験後、供試体の高さ及び含水比を測定する。

4. 実験結果および考察

締固め試験は、乾燥密度 $1.40(\text{g}/\text{cm}^3) \sim 1.65(\text{g}/\text{cm}^3)$,

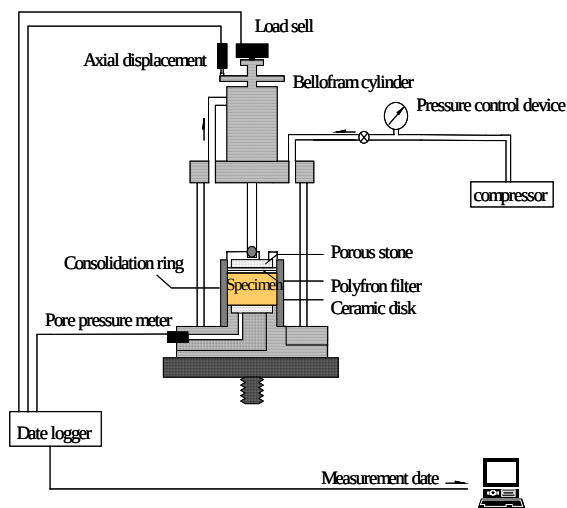


図-1 実験装置

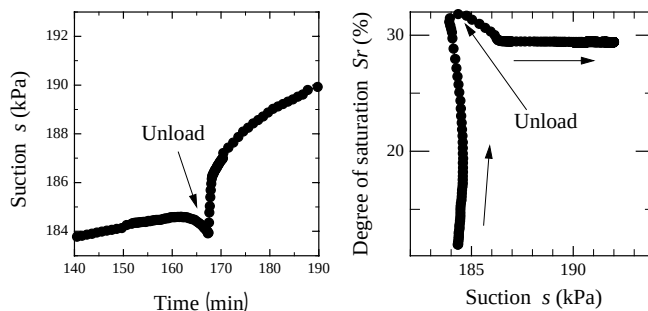


図-2 低含水比試料実験結果

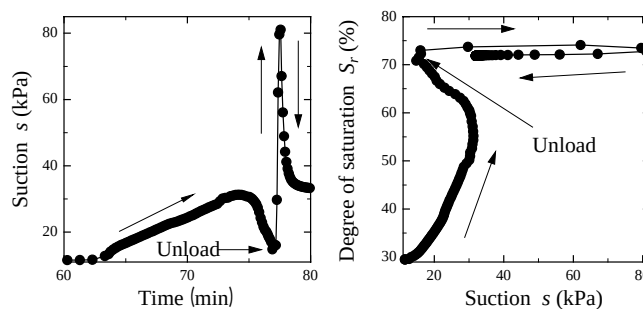


図-3 高含水比試料実験結果

含水比 9(%)～25(%)を目標に行った．実験からサクシジョンの発生には，乾燥密度によらず含水比によって2種類の挙動があることが分かった．図-2, 3に乾燥密度 1.50(g/cm³)を目標に締固めた低含水比試料および，高含水比試料の実験結果を示す．低含水比試料では，締固め開始時にはサクシジョンはあまり変化せず，締固めの進行による飽和度の増加に伴ってサクシジョンは減少した．そして，除荷と同時に大きくサクシジョンが上昇する．通常，サクシジョンは飽和度が増加すると減少するはずである．しかし，高含水比試料では締固めを開始すると飽和度が上昇するにも拘らずサクシジョンは上昇し，ある点を境に減少し始める．そして，除荷と同時に大きくサクシジョンが上昇する．この挙動は，図-4を用いて説明することができる．図には，乾燥密度 1.50(g/cm³)を目標に締固めた試料の水分特性および，Brooks and Corey 式¹⁾と Logistic 曲線で近似した主吸水曲線²⁾が描かれている．この図から，高含水比試料の締固め中のサクシジョン挙動が水分特性曲線に大きく依存していることが分かる．締固めを開始すると，主吸水曲線までの最短経路をとるような挙動を示し，主吸水曲線に到達すると主吸水曲線に沿うようにサクシジョンが減少する．その結果，高含水比試料では締固めを開始すると飽和度が上昇するにも拘らずサクシジョンが上昇すると考えられる．次に，載荷応力除荷後のサクシジョンの挙動について考察する．図-5に示すとおり含水比に拘らず除荷後には体積膨張に伴うサクシジョンの上昇がみられる．白抜きのプロットが除荷前の状態，黒塗りのプロットが除荷後の状態であり，主吸水曲線および脱水曲線も描いている．図から除荷後の状態が，除荷前の状態からの脱水曲線上にある事がわかる．締固め土のサクシジョンの挙動は水分特性曲線に大きく依存している．

図-6は含水比を横軸，乾燥密度を縦軸にとり実験

後のサクシジョン値を2次元コンター図にしたものである．図から同じ乾燥密度では，含水比があがるごとにサクシジョンが下がっていることがわかる．また，低含水比域では乾燥密度があがるごとにサクシジョンが増加し，高含水比域では乾燥密度があがるとサクシジョンが減少するのが確認できた．

5. 結論

締固め中のサクシジョン挙動には，低含水比と高含水比で2種類の挙動があり，その挙動は水分特性曲線に大きく依存している．また，締固め後のサクシジョン値は含水比と乾燥密度により決定される．

参考文献 1) Brooks, R. H. and A. T. Corey : Properties of porous media affecting fluid flow, *Proc. ASCE* 92. IR(92) pp.61-88, 1966.
2) 河井克之：水分特性曲線のモデル化および不飽和度における土骨格と土中水の連成問題，神戸大学博士論文，2001.

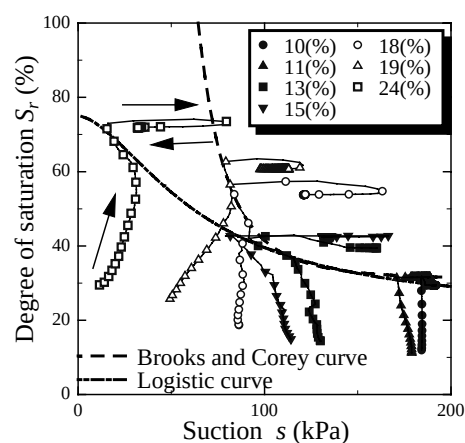


図-4 水分特性

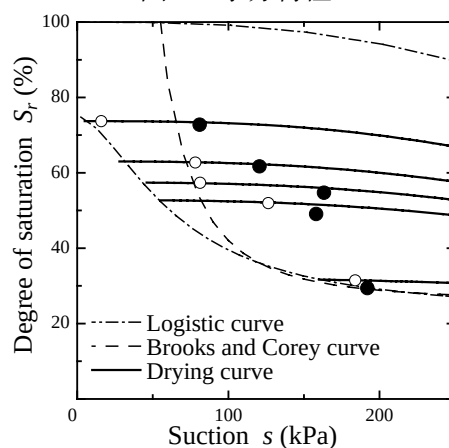


図-5 除荷時のサクシジョン挙動

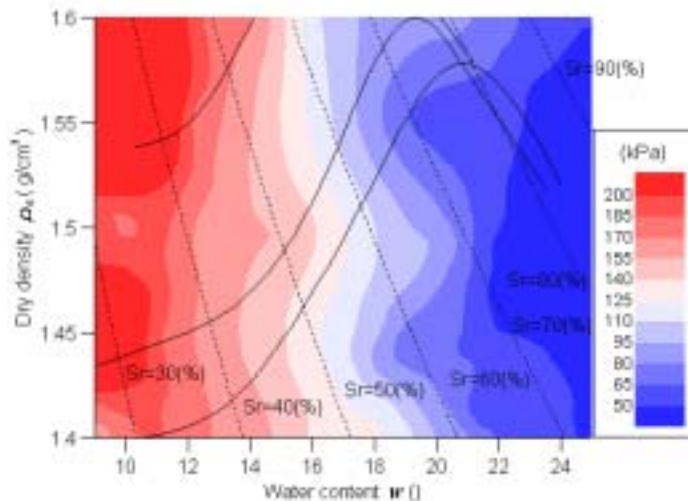


図-6 締固め後サクシジョン値