

III-325 浸透場にある砂の力学特性に関する基礎的実験

復建調査設計(株) 正会員 ○滝 昌和
徳島大学工学部 正会員 山上 拓男

1. まえがき

砂の力学的特性については、既に多方面の研究がなされ多くの重要な成果を得ている。そして、現在では、試験機の種々の改良が進みかなり細かな試験が実施されるに至っている。こうした実験的研究の基本理念は、実際の地盤の応力状態にできる限り近づけ、現場の状況を試験室で再現しようとするものである。こういった中で、我々は、浸透場にある地盤の浸透流に伴う変形～破壊現象に着目した三軸圧縮試験を行い、浸透場の砂の力学特性に関する基礎的実験を実施した。実験の特徴は、従来の軸力載荷試験と同時に供試体中に浸透水を流すものである。この種の試みとしては、内田・村田¹⁾の一連の実験例を見る程度で現時点では、未だ基礎段階にあると言える。本報告では、浸透場の砂の変形～強度問題における浸透力の取扱い方法の検証とせん断過程中的透水性の変化特性の2点について以下で述べる。

2. 実験方法

(1) 試料と実験装置 —— 実験に用いた試料は、水洗し予め粒度調整を行った吉野川支流今切川産の川砂である。試料の物理定数を表-1に示した。一方、今回使用した三軸試験装置の概略を図-1に表わした。試験装置は、軸力載荷過程中に試験を中断することなく供試体内に透水が実施できるよう改良したものである。この場合、浸透水は供試体の軸方向に流す仕組になっており、エア圧を利用して供試体上下端に所定の水頭を与えることにより仕意の水頭差で透水できる機構である。また、軸力と側圧は独立に制御する方式である。

表-1 試料の物理定数

比 重 G_s	2.687
最大粒径 $D_{max}(mm)$	0.84
最小粒径 $D_{min}(mm)$	0.25
有効径 $D_{10}(mm)$	0.36
均等係数 U_c	1.25

(2) 実験方法 —— 今回の試験は、①浸透流下の三軸圧縮試験と、②三軸圧縮試験過程中的透水試験の2種類である。前者の試験は、軸力載荷時に供試体中に所定の水頭差で透水することにより、従来の三軸圧縮試験における表面力(軸力と液圧)に浸透力なる物体力を付加したせん断試験である。すなわち、浸透力を定量的に評価し浸透場の砂のせん断変形～強度特性を検討することになる。この試験でも逐次流量測定を行った。一方、後者の試験は通常の砂の三軸排水試験を実施しながら、並行して透水試験を行う。

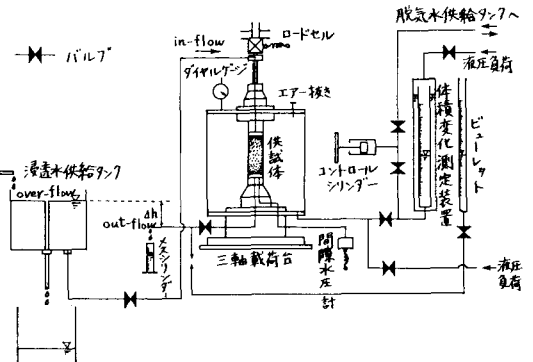


図-1 三軸試験装置の概略

つまり、三軸せん断過程中的砂の透水性の変化状況を測定することになる。なお、両試験ともせん断試験時の透水を除けば、他の試験方法および手順は通常のひずみ制御(ひずみ速度:約0.2%/min)方式による三軸排水試験(CD test)と同様である。また、浸透水は軸方向に上端から下端へ透水し、両端面間の全水頭差を常時測定した。

3. 実験結果と考察

(1) 浸透流下の三軸圧縮試験 —— 本試験で得られた応力～ひずみ関係の1例をプロットしたのが図-2である。図中の軸差応力($\sigma_1 - \sigma_3$)には当然透水に伴い発生する浸透力が加算されているが、本試験が厳密には要素試験になり得ないことを考慮して、今回のデータの整理は便宜上供試体中央部の応力状態について行った。また、変形特性との対比の目的から、透水係数 k と軸ひずみ ϵ_a の関係も同図に載せた。さて、(a)図は3種の水頭差の試験結果をプロットしている。図の各プロットは若干の差異を示しているものの、本試験で主眼とした浸透力の評価法が合理的であることが確認されたと考える。

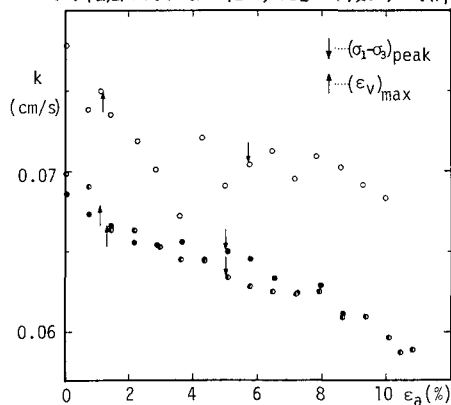
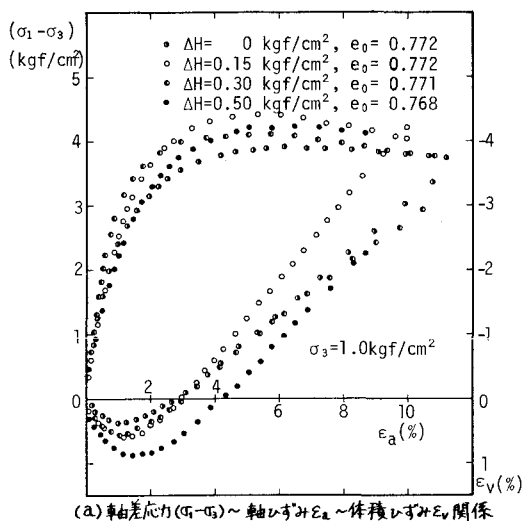


図-2 浸透流下の三軸圧縮試験結果

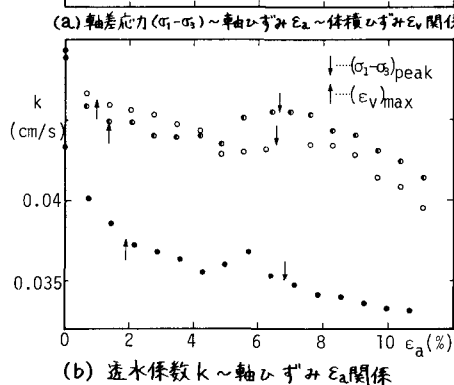
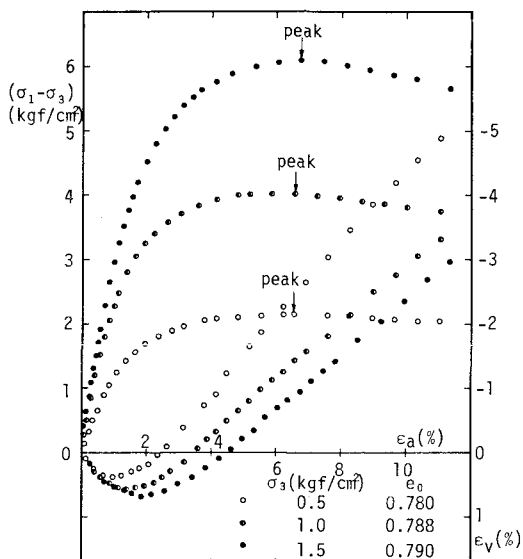


図-3 三軸せん断過程中的の透水性の変化

(2) 三軸圧縮試験過程中的の透水試験 — 図-3は三軸圧縮試験中の透水試験より求めた応力～ひずみ関係ないし透水係数～軸ひずみ関係である。透水係数は、各透水試験時の供試体全体に対する平均値である。図からせん断過程中的の透水性は低下傾向を示している。また、図-2(b)についても同様な傾向が認められる。ただ、応力～ひずみ関係と対比するとピーク強度付近で少し透水係数の増加がみられる。こうした砂の変形特性と透水性の定性的な評価は、ダイレイタンシー特性をも考慮した詳細な検討が必要と言える。次に、図-4は図-3で示した試験結果を透水係数 k と間隙比関数 $e^3/(1+e)$ の関係で整理したものである。一般に、 k と $e^3/(1+e)$ の間には原点を通る直線関係が考えられるが、本試験のせん断過程時においては全く逆の傾向を呈している。

4. あとがき — 結論として、浸透場の地盤の応力～変形問題において浸透力の概念を導入した解析の有実性が実証された。また、せん断過程中的の透水性は低下傾向を示した。この種の試験は多くの問題が残存しており、今後試験方法の改良と相まって更に、そのデータの蓄積とその十分な検討が必要と言える。

<参考文献> 1) 内田村田・竹下(1980): 浸透水流の方向と砂のせん断強度について, 第15回土質工学研究発表会講演集, pp.389~392.

