

III - 40

薬液固結砂の変形・強度に関する三軸圧縮試験

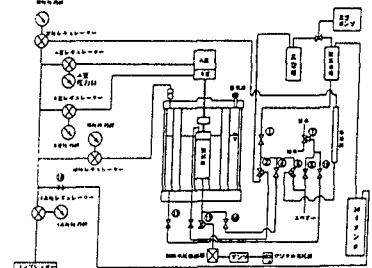
東北学院大学工学部 学生員 ○白川 和子
 東北学院大学工学部 学生員 熊谷 広幸
 東北学院大学工学部 正会員 斎藤 孝一
 東北学院大学工学部 正会員 飛田 善雄

1. はじめに

三軸試験機を用いて非排水条件における緩い飽和砂・薬液処理した飽和砂の変形を測定した。特に、大きなせん断力を与えた状態で、背圧槽とのバルブを開けた状態での挙動について調べた。

2. 実験概要

図一1に示す実験装置を用いて非排水条件のもとで、せん断応力 q (kPa) の増加に伴い、平均主応力 p (kPa) をわずかに減少させる試験を行った。試料は豊浦標準砂を使用し、固結供試体作成にはシリカ濃度 12% の薬液を使用した。



図一1 実験装置

A 液	B 液
3号珪酸ソーダ…106ml	硫酸 ……10.6ml
水 ……294ml	硫酸バンド…11g
	水 ……480ml

表1 固結砂に用いた薬液の配合

3. 供試体作成方法

・緩詰め供試体

モールド内に、湿らせた試料を約 20g ずつ入れ、均等にならす。

・密詰め供試体

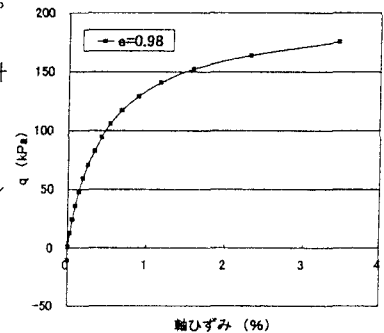
モールドに半分ほど脱気水を入れ、試料約 20g 入れるごとに針金で 200 回突く。

・固結砂供試体

アクリルコップに薬液を満し、乾燥した試料を浮力を利用し緩く堆積させる。

4. 実験概要

緩詰め ($e=0.98$)、密詰め ($e=0.65$)、固結 (1 日養生 $e=0.89$, 3 日養生 $e=0.77$, 7 日養生 $e=0.82$) の各供試体に、非排水条件のもと圧力制御による載荷試験を行い、軸ひずみを測定した。

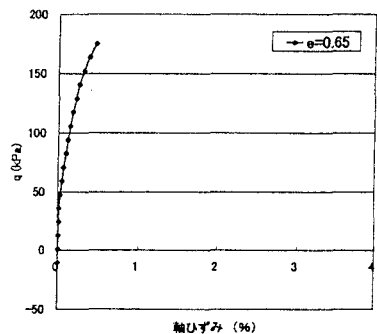


図二 せん断応力-軸ひずみ曲線（緩詰め）

5. 実験結果と考察

緩詰め供試体と密詰め供試体とを比較すると、緩詰め供試体では、図一2に示すように 3.5% 程度の軸ひずみが発生したのに対して、密詰め供試体では、図一3に示すように 0.5% 程度の軸ひずみに留まっており、密詰め供試体の剛性が高いことがわかる。

固結砂供試体では、緩詰め供試体であっても、顕著な軸圧縮ひずみの増加はみられなかった。これは、固結砂は載荷せん断過程において、粒状柱の間隙がゲルで満たされているので、粒状柱の崩壊を抑えられることにより剛性が高くなり、また負のダイレイタンス



図三 せん断応力-軸ひずみ曲線（密詰め）

が生じにくくなり間隙水圧の発生も小さく、二つの効果により発生する軸ひずみ量が小さくなるためと考えられる。

高い応力比まで非排水状態でせん断した後、背圧槽と供試体を結ぶバルブを開けた時の挙動の差異について記述する。飽和砂ではバルブを開いた瞬間に供試体は大きな変形を示し破壊した。固結砂では破壊までに図-5に示すように、時間と共に変形がクリープの挙動を示して破壊する。破壊後の形状は図-6、図-7に示すように樽状破壊、せん断帯形成を伴うものが見られた。このような現象は、薬液処理を施すことにより、粒状柱の間隙がゲルで満たされているため透水係数が大きく下がることにより生じるものと考えられる。透水係数が小さいために、水の流れがゲルにより強化された砂骨格を瞬時に破壊するにはに必要な速さには達せず、時間が必要になるものと考えられる。また、本実験の範囲では、薬液固結体を形成した後の養生期間には、影響されず、間隙比の大、小によって破壊する時間が異なってくるという結果であった。

一般的には、間隙比 e が小さいほど、砂の強度が高いと考えられている。しかし、大きな水圧差のもとで、急激に水を流入させる本試験では、間隙比 e の大きいほうが破壊までに必要とされる時間は長いという一見奇妙な結果を与えている。これは、間隙比が小さい場合は、間隙比が大きい場合に比べ、せん断時に発生する正のダイレイタンスにより供試体内部の間隙水圧の値が小さくなる。このため、供試体内の間隙水圧と背圧槽の水圧の差が大きくなる。その結果として、大きな圧力差が生じ、浸透力が大きくなり砂骨格を崩壊するのに必要な時間が短くなるものと考えられる。

以上のような現象がこれまでに研究された例はなく、より詳細な研究が必要である。しかし、水との連成挙動まで考えると、密な砂が破壊現象に対して、常に良い結果を与えるとは限らないということを示唆する実験である。

6. 結論

実験の結果、薬液固結砂は飽和砂と比較して、載荷時のひずみが小さく剛性が高くなること。大きな水圧差を与え、急激な水の流れを供試体に与えた場合でも、破壊までに要する時間が長いものとなった。この実験結果は、薬液固結砂が高い水の流れに対しても高い抵抗性を示すことを意味している。また、固結砂のなかでも間隙比が大きいほど強度が増すという実験結果が得られた。正確な結論を得るには今後の研究が必要である。

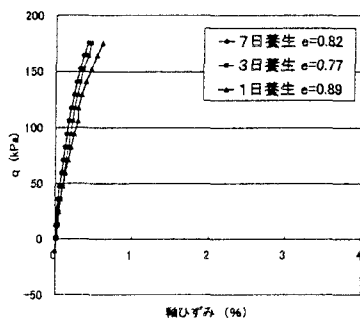


図-4 せん断応力-軸ひずみ曲線 (固結砂)

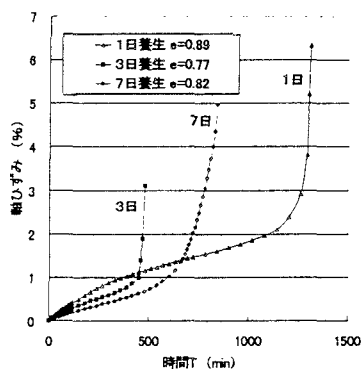


図-5 時間-軸ひずみ曲線(圧密)

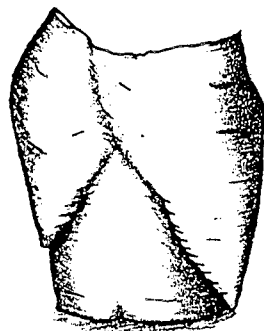


図-7 せん断帯形成破壊

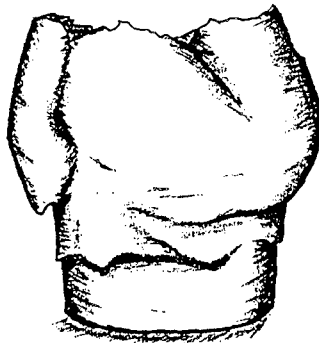


図-6 樽状破壊