

早稲田大学理工学部 正員 森 麟
同 大学院 学生員 ○沢田弘二

1. まえがき

薬液注入固結させた砂は、ゲルの不透水性により非排水状態でせん断に抵抗するため、注入前の砂とは違い、そのせん断特性は間ゲキ圧の影響を受けることになる。しかしながら、薬液注入固結砂の間ゲキ圧は直接測定することができないので、実際、固結砂内ではどのような間ゲキ圧が発生し、それがせん断特性とどのような関係にあるのかわからない。そこで、固結砂の間ゲキ圧を下記の手法を用いて推定し、薬液固結砂のゲルの強度がゼロであると考えられる飽和砂の非排水状態の間ゲキ圧と比較し、せん断特性と間ゲキ圧の関係を明らかにしようと考えた。なお、強度特性は間ゲキ圧に対しては破壊時だけが重要であるのに対し、変形特性はせん断過程中的間ゲキ圧に密接な関係があるので、ここではとくに変形特性と間ゲキ圧の関係について述べる。

2. 試験方法

昨年度に研究発表²⁾したものと同様、試料は豊満標準砂、薬液は水ガラスと主剤とし硬化剤がブリオキサールのものを使用した。供試体作製方法、実験方法も全く同一である。

固結砂の間ゲキ圧の測定は次のように行なった。薬液による固結砂の応力-ひずみ曲線からゲルの受持つ応力分を除去した応力-ひずみ曲線として、下記に示すゲルの粘着力の2倍と固結砂の各ひずみ段階の軸差応力から差し引いたものとし、飽和砂を用いて排水条件で側圧を変化させることにより、この応力-ひずみ曲線に一致させる。このときの側圧と初期側圧との差が固結砂中に発生している間ゲキ圧と考えられる。差し引く粘着力は次のように考えた。すなわち、固結砂の粘着力と非排水三軸圧縮試験から求めた飽和砂の粘着力との差をゲルの粘着力とし、ゲルの粘着力はひずみに比例して発生し、破壊時にゲルの粘着力に達するものと仮定した。

3. 試験結果及び考察

強度特性としては、水ガラス系薬液で固結した砂は三軸圧縮状態では内部摩擦角は砂の ϕ_d と同等であり、その上かなりの粘着力をもつので、薬液注入前の飽和砂の排水強度より大きく改良される。しかし Loose な固結砂の三軸伸張状態においては内部摩擦角が砂の ϕ_d よりかなり減り、側圧の大きい状態では砂の排水強度より薬液により強度劣化がまじうるので、この場合については薬液計画上注意を要する。

変形特性としては、図-1、2に示す様に、側圧のごく小さい時と除いて固結砂の変形係数は砂のC.D.、砂のU.U.よりも小さく、そしてまた側圧に対する増加倍合も小さくなり、変形特性が薬液により非常に劣化する。このようになる原因についてせん断変形時に発生する間ゲキ圧の面から考察して

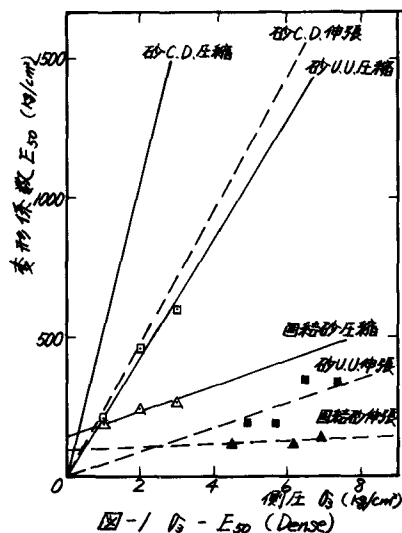


図-1 $\sigma_3 - E_{s0}$ (Dense)

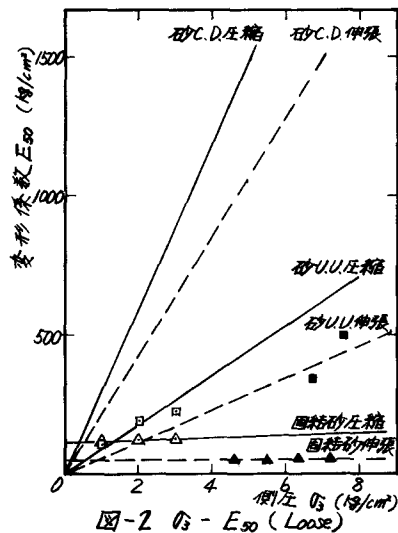


図-2 $\sigma_3 - E_{s0}$ (Loose)

いく。図-3に固結砂と砂のU.U.の間ゲキ圧と応力-ヒズミ曲線や体積変化曲線と11。しよに示した。なお、同図には砂C.D.の応力-ヒズミ曲線も合せて示した。砂のU.U.の場合、応力-ヒズミ曲線の立上り部分では、間ゲキ圧が側圧より比較的に急激に減少を示して11るのに対し、固結砂の場合、間ゲキ圧は下に凸の反動線を描くような感じでゆ、くり下がり、そしてヒズミが2~3%のころから急激に下がり始めている。このことは、体積変化からも裏付けられる。砂のU.U.の場合、体積変化がほとんど一定とな、ている時期はごくセソ断初期にあらずで、すぐ体積膨張と始めるが、固結砂の場合は、体積変化をおこさない時期が長く、ヒズミが2~3%のころから体積膨張と始める。これは、固結砂の場合、セソ断初期においては、ゲルにより粒子の移動が制限されるため体積膨張をおこさないものと考えられる。さらにセソ断が進むと、ダイレイタニシーによる膨張が生じ、砂のU.U.の場合よりも大きな負圧が発生するようになる。以上のことから、砂のU.U.の場合、有効応力がセソ断初期において急に増加し、変形抵抗が大きくなるのに対し、固結砂の場合は、有効応力がそれほど増加しないので、応力-ヒズミ曲線の立上り部の勾配がゆるくなる。このため、固結砂の変形係数が砂のU.U.よりも小さくなるものと考えられる。砂のC.D.の変形係数が大きい理由は、間ゲキ圧が発生しないので側圧がそのまま有効応力になり、初期の変形抵抗が最も大きく、応力-ヒズミ曲線の立上り部分がとくに急勾配になるためである。また、固結砂の変形係数の側圧に対する増加割合がとくに低いのは、ヒズミが2~3%まで体積変化を生ぜず、ほぼ完全な非排水状態になり、有効応力がこの部分では側圧にほとんど無関係になるためと考えられる。このことは図-4に示してあるが、砂のU.U.よりも固結砂のほうが、側圧に対する有効応力の増加が11ろんと少ないことがわかる。

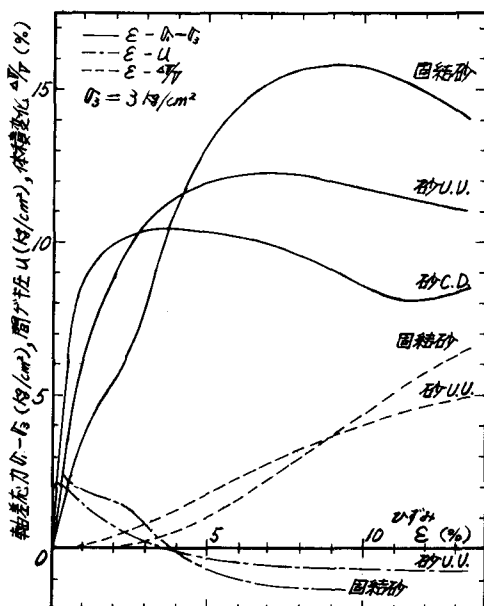


図-3 $\sigma' - u - \Delta V/V$ 曲線 (Dense)

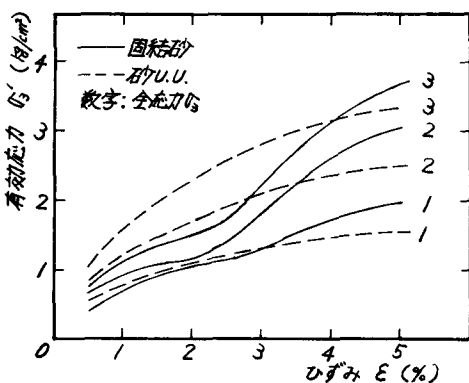


図-4 $\sigma' - \epsilon$ 曲線 (Dense)

伸張状態の場合は今回行なわれなかったが、上記と同様な考え方を適用できると思われる。

4. ひずみ

薬液注入されると、セソ断特性は、ゲルにより非排水状態になるために、間ゲキ圧の発生状況に大きく影響されることがわかった。すなわち、強度の面から考えれば、非排水状態となて負圧が発生すれば、粘着力が増え強度も増加しプラスの効果が生じるが、変形の面から考えると、非排水状態となることにより、発生した間ゲキ圧の減少がゆ、くりおこるため、変形係数が注入前に比べて下がりマイナスの効果になりうる。それ故、薬液注入の際には、これらのことを十分考える必要がある。また、固結砂の間ゲキ圧を求めた結果、固結砂中に発生する間ゲキ圧は飽和砂のU.U.の場合より、正負共に並入されるように考えられる。このことは、薬液固結砂の場合の大きな特徴の一つであろう。

参考文献 1) 森・武田「薬液注入による砂の強度特性の劣化について」土木学会第27回年次学術講演会講演梗概集

2) 森・丸山「薬液により固結させた砂の強度・変形特性について」土木学会第32回年次学術講演会講演梗概集