

III - 1

飽和砂の間隙水圧増加時等の変形挙動に関する実験

東北学院大学工学部 学生員○浅瀬石 徳樹
東北学院大学工学部 学生員 小山 大作
東北学院大学工学部 正会員 斎藤 孝一

1. まえがき

今まで強く締固められた地盤は、液状化しないといわれてきたが、この強く締固められた砂地盤も、地震時に周辺の軟弱な地盤が、液状化することにより、水が流れ込んで破壊する危険性がある。例えば、1964年新潟地震における昭和大橋の落橋は、現在では液状化に伴う流動のため橋脚が移動したことが原因と考えられているが、地震動を感じてから落橋するまでの間に時間の掛かったことが、地震中にこの橋を渡っていた人などに対する聞き込み調査から分かっている。また、日本海中部地震の際に、大きな地盤の変位が発生した能代市で、地震後30分にわたって、家がギシギシなったとの証言もある。これらの事例は、側方流動が地震時に起こったのではなく、地震後しばらくの間継続していたことを示唆するものである。本研究では、飽和砂の間隙水圧増加時などの砂の変形挙動を三軸試験（図1参照）により検討している。

2. 実験概要

実験には、豊浦標準砂を用いた。試験方法としては、側圧一定試験、平均主応力一定試験、平均主応力一定試験後除荷、非排水せん断後排水コックを開く、非排水状態でバックプレッシャーを加える等の試験を行った。

3. 実験結果

図2は、非排水状態での密な砂とやや密な砂の側圧一定試験における有効応力経路である。このグラフから、密な砂は、せん断直後わずかな負のダイレイタンスにより正の間隙水圧が生じ、有効拘束圧が小さくなる。しかし、せん断がさらに進むと正のダイレイタンスにより負の間隙水圧が生じるため、有効拘束圧は大きくなり破壊しないことがわかる。またやや密な砂は、せん断直後、負の間隙水圧が発生しているが、せん断していくにつれ密詰めと類似の挙動を示すことがわかる。

図3は、密な砂とやや密な砂の有効応力比とせん断ひずみとの関係を示したものである。密な砂ではせん断ひずみとともに常に有効応力比が増加していく。またやや密な砂では、ピークを過ぎたあと有効応力比が低下しているのがわかる。

図4は、平均主応力一定試験後、除荷を行った時の有効応力経路である。除荷すると負のダイレイタンスにより正の間隙水圧が生じ、有効応力は小さくなっていったが、 $q=0$ まで除荷しても破壊には至らなかった。

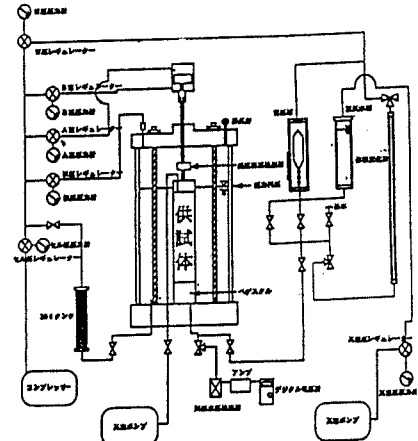


図1 三軸試験機概要

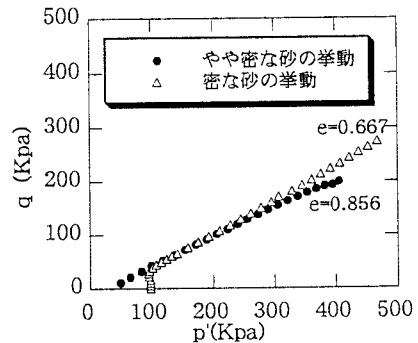


図2 密な砂とやや密な砂の有効応力経路

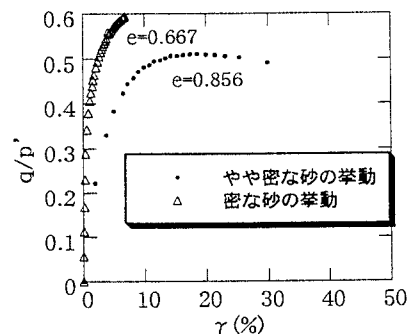


図3 密な砂とやや密な砂の有効応力比—せん断ひずみ曲線

図5は、側圧一定試験でせん断後、排水経路を開いた時の有効応力経路である。排水経路を開くと、水の流れによって正の間隙水圧が生じるため、有効拘束圧が小さくなり、破壊線に近づいていった最終的には破壊に至る。

図6は、排水状態でせん断後、非排水状態でバックプレッシャーを加えていった時の有効応力経路である。バックプレッシャーを加えていくと正の間隙水圧が生じるため有効拘束圧が小さくなり破壊に至る。

図7は、排水経路を開いた時と非排水状態でバックプレッシャーを加えていった時の有効応力比—せん断ひずみ曲線である。このグラフから、排水経路を開けた後、バックプレッシャーを加えた後はせん断ひずみが大きくなっているのがわかる。

4.まとめ

本研究では、密な状態にある飽和砂の間隙水圧増加経路等の変形挙動を三軸試験により検討した。その結果、非排水状態で単調載荷時の密な砂は、正のダイレイタンスにより負の間隙水圧が生じるため破壊しない。しかし、水の流れあるいは、間隙水圧の増加により正の間隙水圧が生じると破壊することがわかった。

これらのことより、強く締固めた地盤も、地震時に周辺の軟弱な地盤が液状化することにより、水が流れ込んで破壊する危険性があることが示された。液状化による飽和砂地盤の破壊に関しては、非排水時の挙動ばかりでなく、周囲の地盤と、地震が継続する間に発生する間隙水圧の差による水の流れにも検討すべきであろう。

参考文献

- 1) 吉田 望：液状化に伴う流動のメカニズム (1998)

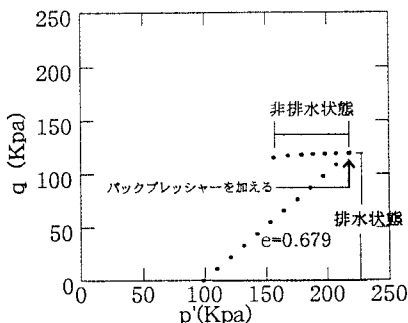


図6 排水状態でせん断後
非排水状態でバックプレッシャーを加えた時の
有効応力経路

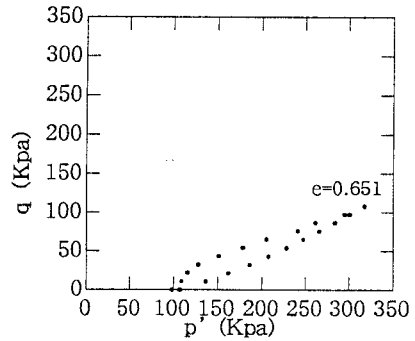


図4 平均主応力一定試験後、除荷した時の
有効応力経路

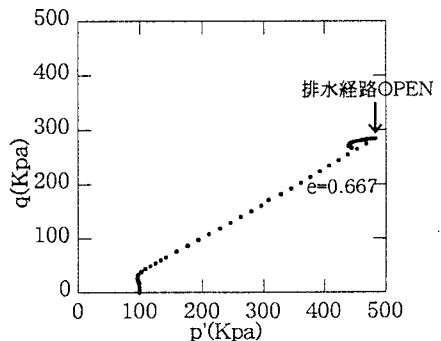


図5 非排水試験後、排水経路を開いた時の
有効応力経路

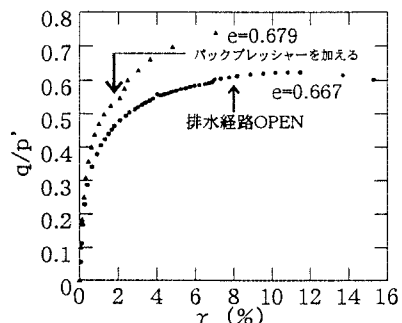


図7 排水経路を開いた時と非排水状態で
バックプレッシャーを加えた時の
有効応力経路