

III-30 乾燥砂の強度と変形特性について

北海道大学工学部 正員 ○ 中村耕次

“ “ 土岐祥介

1. まえがき

筆者らは数年来、砂の強度と変形特性について、荷重条件および装置を変えて実験を行い考察を加えてきた。本研究では、三軸圧縮試験において乾燥砂に与える静的繰返し載荷の応力レベルを変え、乾燥砂のせん断強度、軸方向ヒズミと横方向ヒズミの関係について検討した。

2. 実験方法

実験に使用した試料は豊浦砂であり、その物理的性質を表-1に示す。

直径75mm、高さ185mmの円筒試体を作り、負圧をかけ真空させ、ノギスで直径、高さを計り初期間ゲキ比 e_0 を求めた。載荷方法は図-1に示すようには静的繰返し載荷で、繰返し応力レベルは繰返し載荷をしない試験（以下OE-TESTと呼ぶ）で、あらかじめ求めた最大軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ の20%、40%、60%、80%の4種類とした。ヒズミ速度 $\dot{\epsilon} = 0.5\%/min$ で載荷し、繰返し応力点で軸差応力が違いを認めたら除荷し、軸差応力が零となったから再び載荷した。15回目の載荷で破壊に至らせた。以下この繰返し載荷試験をFI-TESTと呼ぶことにする。

比重 G	2.65
10%粒径 D_{10}	0.18
30%粒径 D_{30}	0.21
60%粒径 D_{60}	0.21
均等係数 U_c	0.19
曲率係数 U_s	1.13
e_{max}	0.95
e_{min}	0.65
粒形	角ばっている

表-1 物理的性質

横ヒズミの測定は図-2に示すようなピックアップを試体の上部、中部

、下部にそれぞれ4個ずつ計12個とりつけ、供試体に生ずる横ヒズミの値(和)をX-Yレコーダーに自記させた。横ヒズミ測定用ピック

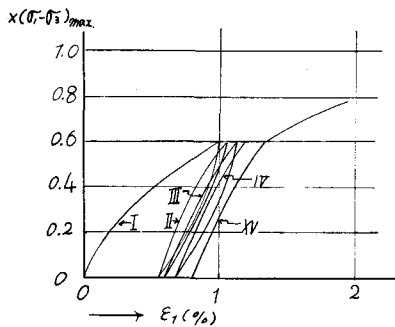


図-1 載荷方法

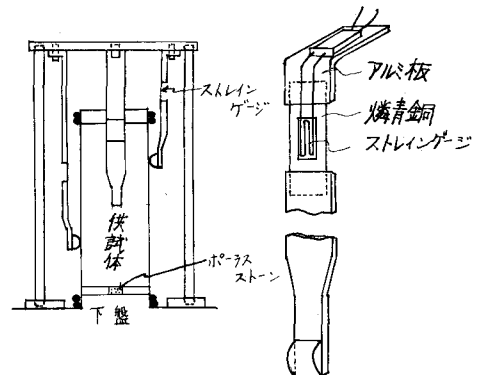


図-2 横ヒズミ測定用ピックアップ

アップで測定した供試体の横ヒズミ量と、マイクロメーターで測定した横ヒズミ量との差異は、供試体が特別不均一な変形をしない限り3%程度であつたので、横ヒズミ測定用ピックアップはほぼ正確な値を測定したものであるとみなした。

3. 実験結果と考察

(1) セン断抵抗角

繰返し載荷応力レベル(以下 σ_r と略記する。)が、せん断抵抗角 ϕ に与える影響を図示すると図-3のようになる。この場合、密な供試体と緩い供試体ではその挙動が異なり、前者では $\sigma_r = 0.2(\sigma_3 - \sigma_1)_{max}$ の時に最も ϕ が大きく、後者では σ_r の増加と共に ϕ も増加していく。これは、密な場合 σ_r を上げると締めの固め効果よりむしろある面で部分的な破壊が始まり、与えられるエネルギーの大部分は破壊面に費やされるからであろう。 ϕ は初期間ゲキ比 e_0 に94%の影響を受けるが、stress-pathに比べずばぬから影響を受けることを示している。

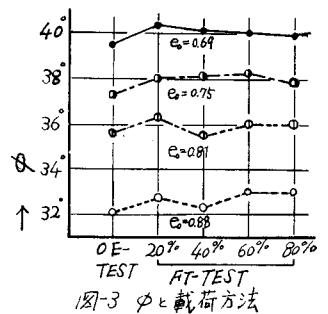


図-3 ϕ と載荷方法

(2) ポアソン比

軸方向ヒズミ(ϵ_1)に対する横方向ヒズミ(ϵ_3)の比、即ち ν をポアソン比 ν とする。OE-TEST時の ν はLambe等²⁾報告しているように、最初は軸ヒズミ増加と共に増加し破壊状態近くで一定となる。この破壊時のポアソン比 ν は、試験条件、破壊状態

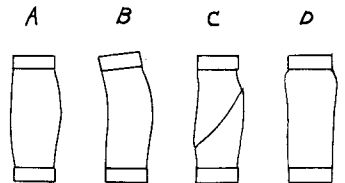


図-4 破壊タイプ

によって異なるが、0.5~0.8の範囲にあった。図-4に破壊状態のタイプを示す。A型の破壊においては、横ヒズミ測定用ビークアップは妥当な横ヒズミ量を示すが、B型の破壊ではビークアップで測定された横ヒズミ量は、A型とくらべて大きく、破壊時には正確な値を示していないと思われる。C型の破壊をするに横ヒズミ量は小さい。D型の破壊では、供試体上部の横ヒズミが局部的に大きくなるので、今回用いたビークアップは妥当とは言えない。図-5は ν に対して ν_f をプロットしたものである。破壊状態を考慮してないのでより正確とは言えないが、 σ_r が大きくなると ν_f は小さくなる傾向がある。密な供試体は緩い供試体と比べ一般に ν_f は大きく、著しい体積膨張が起きていることを示している。

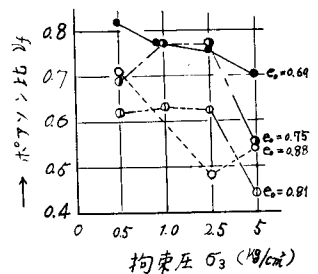


図-5 σ_3 と ν_f

繰返し載荷時のポアソン比 ν をみると、第1サイクルの ν は第2サイクル以後の ν と比べ別な挙動を示す。すなわち、それは応力-ヒズミ曲線と対応しており、供試体が弾性的挙動を示す範囲では、 ϵ_1 の増加に伴って ν は大きく変化し、塑性状態に移行するにつれてその変化はゆるやかとなる。

図-6は第15サイクル目の繰返し応力点のポアソン比 ν_{fp} を σ_r に対してプロットしたもので、 $\sigma_r = 0.8(\sigma_3 - \sigma_1)_{max}$ のとき ν_{fp} が増加しているのは、 ν_{fp} を測定した点の ϵ_1 が正の歪率を生じ、ひび割れ軸ヒズミにほぼ一致しているからである。

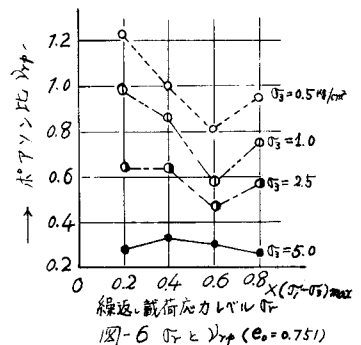


図-6 σ_r と ν_{fp} ($e_0 = 0.751$)

4. 結語 この実験は、北郷教授の御指導とこれに本学昭和44年度卒業研究として、小町屋利行、平田謙志両君が行ったものである。記して謝意を表する次第である。

- 参考文献； 1) 池浦，土岐他，砂のせん断特性に関する実験，技術報告資料，No.10，1970，2
2) T. William Lambe and Robert V. Whitman, Soil Mechanics, 1969