

1. はじめに

数年来からフィルダムの応答解析に有限要素法がとり入れられ、急速な発展をしてきた。しかし応答解析の基礎となるフィル材料の特性については未だ不明の点が多々ある。これは一般にフィル材料のスケールが大きいいため、直接実験をすることが困難であるからである。従って実験が可能な砂や碎石の実験から実際のフィル材料の特性を推定することが現実的の研究方法であると考えられる。今回は碎石（最大粒径 50mm）を用いて動的及び静的三軸試験を行ない、等価弾性係数 E_{eq} 、履歴減衰定数 $hegh$ 等について考察を行った。

2. 実験方法

供試体の寸法は高さ 80cm、直径 36cm である。使用した材料は 3 号碎石であり粒径が 25.4~50.8mm とはるよう調整をした。供試体は数に節のものと緩く節のものと二種類作成した。また実験条件は以下のようにした。

- ① 実験はすべて圧密非排水条件で行なう。
- ② 振動数は 0.5 Hz とし、波形は正弦波を用いる。
- ③ 静的試験のひずみ速度は 1%/分とする。

3. 実験結果および考察

3.1 E_{eq} , $hegh$ とひずみの関係

要は供試体の E_{eq} とひずみの関係の一例を図-1に示す。砂に関しての既往の研究結果と同様に拘束圧が高くなれば E_{eq} は大きくなり、ひずみが增大すれば E_{eq} は小さくなる。図-2に $hegh$ とひずみの関係の一例を示す。 $hegh$ も砂と同様にひずみが大きくなれば増大するが、拘束圧との関係はデータがバラつくために、きりと見出せなかった。

3.2 E_{eq} と拘束圧 σ_c の関係

E_{eq} を各ひずみレベルごとにとり、 σ_c に対してプロットしたのが図-3である。龍岡ら¹⁾多数の研究によると、砂の等価せん断剛性率 G_{eq} は平均有効主応力 p' のべき乗に比例することから、即ち、

$$G_{eq} = A \cdot p'^m \quad \text{--- ①}$$

A : 間隙比および砂の種類による関数

m : ひずみの関数

とあらわされる。

さて、せん断ひずみを ϵ とすると E_{eq} と G_{eq} の間には

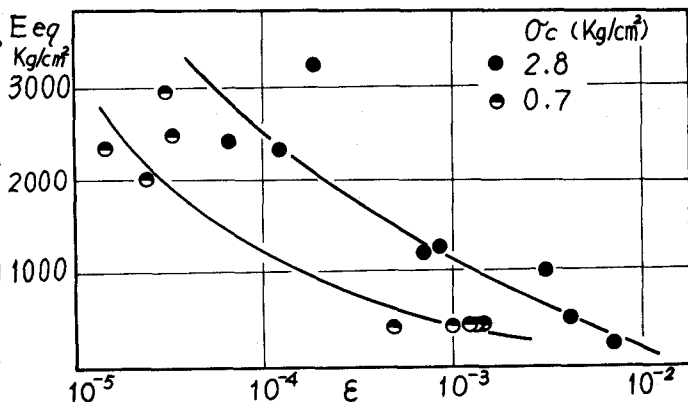


図-1 等価弾性係数 E_{eq} とひずみの関係

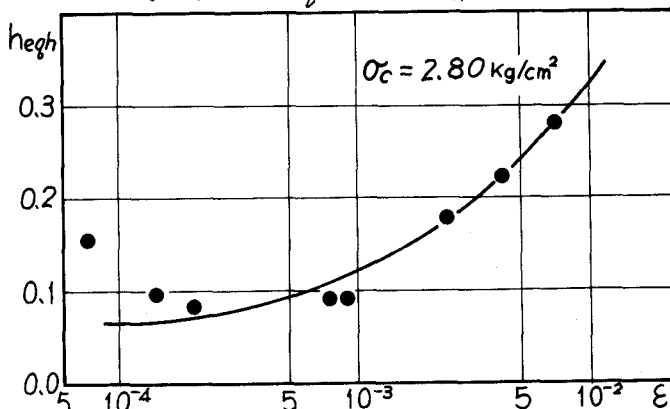


図-2 減衰定数 $hegh$ とひずみの関係

$$G_{eq} = E_{eq} / 2(1 + \nu) \quad -②$$

$$\gamma = (1 + \nu) \varepsilon \quad -③$$

(ν はポアソン比, 圧密非排水の場合は0.5とみなせる。) という関係がある。

そこでこの式で換算すると, 龍岡らの行った豊浦砂の実験結果は図中の点線のようにになる。比較すると m の値は同程度とみはせるが, 絶対値は碎石の方が小さく出ていることがわかる。しかし粒径が数百倍も違う材料が同一の傾向を示すことは興味深いことである。

3.3 E_{eq} と間隙比 e の関係

①式において A は

$$A \propto (2.17 + e)^2 / (1 + e) \quad -④$$

という e の関数であるとされている。 $\sigma_c = 2 \text{ kg/cm}^2$ の時の E_{eq} と e の関係を図-4に示す。図中の点線は龍岡らの試験結果を示しているが, e による影響のし方はほぼ同じ結果となっている。

3.4 静的変形係数と動的変形係数の比較

Seed²⁾らの研究によれば砂の G_{eq} は振動の周波数によらないとされている。この関係が碎石でも成り立つならば当然静的試験より求めた弾性係数 E_s と E_{eq} は等しくなるはずである。図-5に両者の比較を示すが, 実験した範囲では一般に E_s の方が E_{eq} よりやや大き目になる傾向があることがわかった。理由としては供試体の異方性, 係数の定義の相違などがあげられるが, 周波数を変化させていないので周波数に対して独立であるのかは今後実験を継続して明らかにしてゆくつもりである。

4. まとめ

今回の実験から, 碎石の動的変形特性が砂についての既往の研究結果とはよく一致した傾向を示すことがわかった。このことは碎石, 砂の実験から実際のフィル材料の特性を推定する上で有用な事実であると思われる。

参考文献

- 1) 龍岡ほか, 土の動的変形特性 土木研究所資料912号 (1974)
- 2) Seed and elze "Liquefaction of gravelly soils under cyclic loading conditions" College of engineering University of California (June 1974)

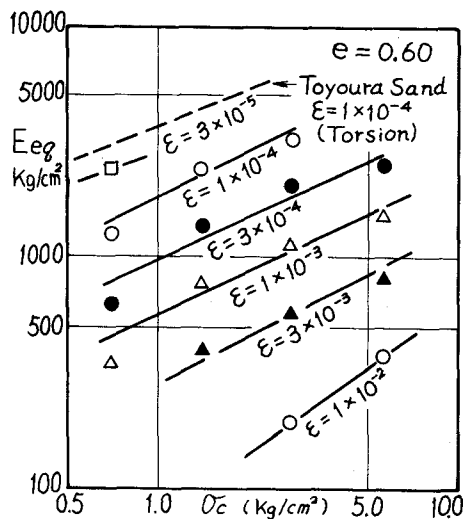


図-3. E_{eq} と σ_c の関係

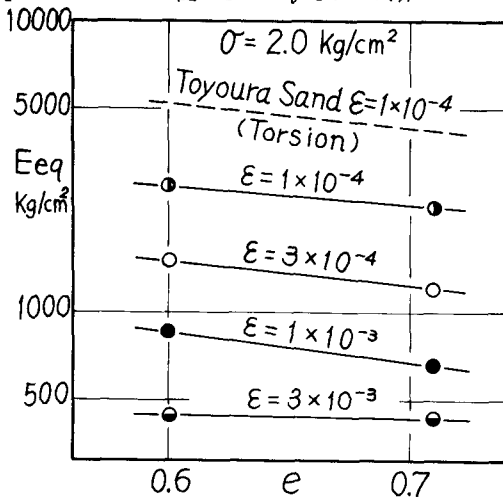


図-4 E_{eq} と e の関係

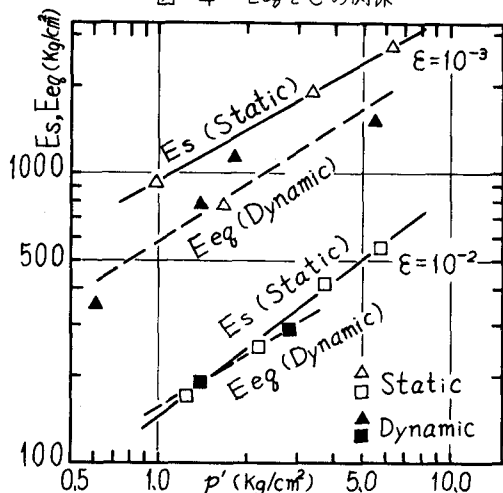


図-5 E_s と E_{eq} の比較