

早稲田大学理工学部
清水建設(株)

正員 後藤 正司
正員 ○西村 晋一

1. まえがき

地盤および構造物の耐震性を検討するためには、地盤や盛土などの土構造物の動的変形特性を知っておく必要がある。そこで以下に述べるような共振法試験を行ない、ヒズミの大きさが $10^{-5} \sim 10^{-3}$ の範囲における土の動的せん断係数および減衰比が過圧密などの諸因子にどの程度影響されるかを調べたものである。

2. 供試体

実験に用いた試料は、市販のカオリン粘土($G_s = 2.69$)である。供試体は直径5cm、高さ10cmになるようにモールド内で突き固めた後、圧密・成形する。供試体の間げき比は0.7~0.9、飽和度は85~92%の範囲であった。

3. 実験概要

今回使用した装置は通常の三軸試験機を改良したもので、三軸セル内に加振装置および変位測定装置を収め、側圧には空気圧を用いた。載荷はねじり振動であり、共振周波数より動的せん断係数 G を、また自由振動記録より減衰比 η をそれぞれ求めた。これらを用いて諸因子との関係図を示し、それぞれの影響を検討した。

4. 実験結果

図-1はせん断ヒズミ γ と G の関係を保束圧 P をパラメータにして示したものである。ヒズミが 10^{-5} 程度までは G はほぼ一定の値を示し、これを越えると次第に減少し始め非線型性が顕著になっている。また図中には過圧密(O.C.)の結果も示してあるが、正規圧密時の G の値よりもやや大きな値を得ることができた。図-2は間げき比 e と ρ を一定としたときの P と G の関係であり、応力比 $K(=q/p)$ を変えた場合のこの傾きを見たものである。一般にこの傾き m はヒズミに伴い増加するとされているが、 K の変化により m の値はヒズミと同程度影響されるという結果が得られた。このようすをさらにはっきりさせるため示したのが、図-3である。砂の場合、 $\rho=10^{-4}$ で $m=0.5$ が知られているが、今回の粘性土ではこれよりやや小さくなっている。ところで、今回の実験ではカオリンに豊浦標準砂を混入させた試料も用いてみた。図-4は砂分含有率20%の場合の P - G 関係と比較したもので、カオリンのみ

の場合より小さな G 値を示し、また m はほぼ変わっていない。さて図-2及び図-3は正規圧密状態でのそれぞれの関係であるが、次に過圧密時の m - ρ 、 G - P

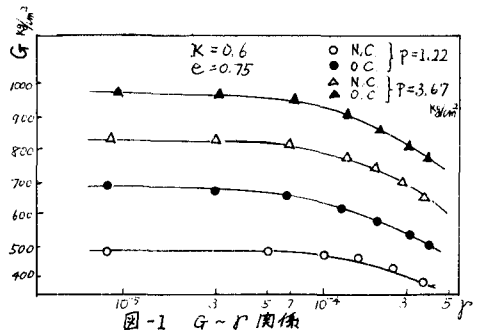


図-1 $G \sim \gamma$ 関係

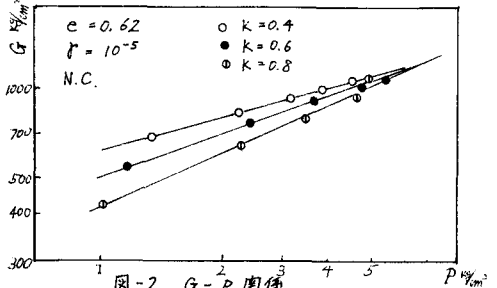


図-2 $G \sim P$ 関係

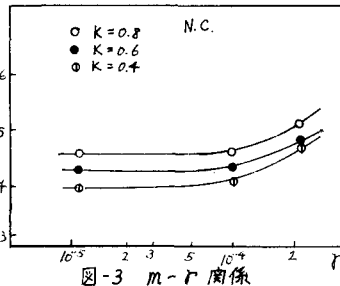


図-3 $m \sim \gamma$ 関係

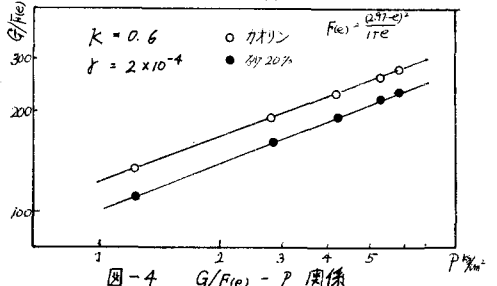


図-4 $G/F(e) \sim P$ 関係

関係を表わしたのが図-5及び図-6である。これらの図より過圧密の m は正規状態に比べ小さく、その値は先行荷重によらないこと、また m の値は $N.C$ 同様 K に影響されるが傾向が逆で K が大きいほど m は小さいことがわかった。以上 G についてまとめると、 G の実験式を $G = A \cdot \sigma_{ce} \cdot P^m$ で表わしたときの A 値は、 σ , K , 粒度分布、過圧密によって影響され、また m 値は σ , K , 過圧密に影響されると言えよう。

次に減衰比 n について調べたものが図-7で、縦軸に n , 横軸に σ (対数) をとったものである。図からわかるように、 n は $\sigma = 10^4$ 程度まではほぼ同じ値を示しているが、それ以上では急激に増加している。このことは図-1に示した $G \sim \sigma$ 曲線で G 値が σ から減少していることと同義であると言えよう。また、この図には正規圧密 ($N.C$) の場合と過圧密 ($O.C$) の場合の結果をそれぞれ示してあるが、これで見ると $O.C$ の n 値の方がやや小さめになるものの、過圧密の n に与える影響はわずかであることがわかる。なお、一般に n と K の関係は n に影響しないといわれているが、当実験でも同様の結果となったのでこれには触れない。図-8は同じく n と σ の関係を両対数で表わしたもので、これがほぼ直線になることは昔から知られており、今回の結果でもあるが以上では直線とみなせよう。言いかえるとある σ まででは一定の、つまり固有の n を保ち続けると考えられる。なお図には応力比 K を変えて得たデータも示したが、 n は K によらないこと、また図には示さなかったがこの傾きは P や粒度分布によらず、約 0.57 になったことなどがわかった。次に σ を一定にして n と P の関係を調べ、いくつかまとめたものが図-9のグラフである。これより、この P の範囲では $n \sim P$ 関係は両対数グラフで直線となり、さらにこのときの直線の傾きは σ 等によらず、ほぼ -0.49 の値が得られた。以上 n についてまとめると、 n に大きく影響する因子は主に σ と P であり、 K と c はほとんど影響せず、また $O.C$ の影響もわずかであると言えよう。これらを考慮して、Hardin の実験式にならって表わしてみると次式のようにになった。

$$n = 9.0 \cdot \sigma^{0.57} \cdot P^{-0.49} \quad (1)$$

試験機等の関係もあるうが、砂の場合に比べかなり大きな n の値になっていることがわかる。

5. あとがき

本研究に参加し協力してくれた、佐々木暢彦、佐藤泰、鈴木睦田宮祐一各君に感謝の意を表します。

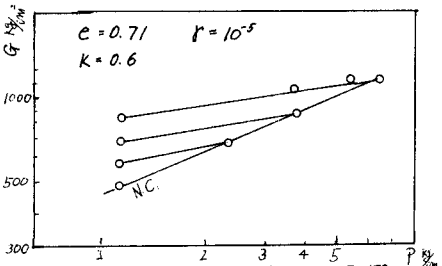


図-5 $G-P$ 関係 ($O.C$ の影響)

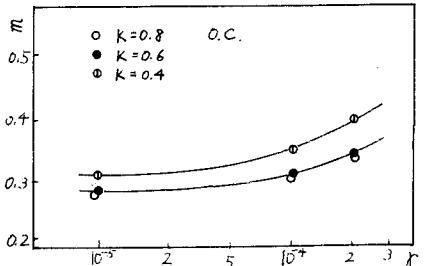


図-6 $m-\sigma$ の関係 ($O.C$)

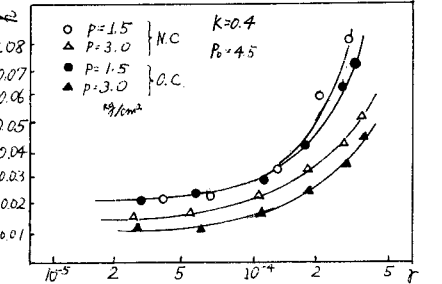


図-7 $n-\sigma$ の関係 ($O.C$ の影響)

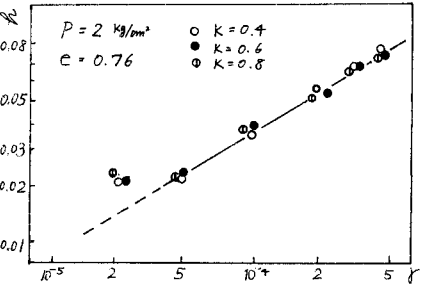


図-8 $n-\sigma$ 関係

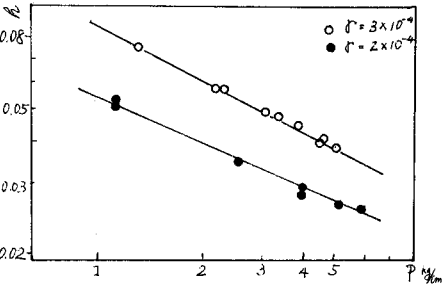


図-9 $n-P$ 関係