

III-55 繰返し荷重を受けた有明粘土の力学的性質について

佐賀大学 理工学部 正員 ○鬼塚克忠
同 組 家永 清

1. まえがき 有明海沿岸は全国的に有数な軟弱地盤地帯である。最近の急速な交通量増大とともに、この地域に属する白石平野など佐賀県南部の広大な有明粘土層上の道路は至るところで大きな沈下と破壊を起こしている。それ故、この軟弱な粘土が交通荷重のような繰返し荷重を受けるとどのような挙動を示すのか、また沈下と破壊のメカニズムは如何なるものであるか等、これらは緊急に解明されるべき課題である。加うるに自然状態の乱さない高含水比の粘土についての研究はあまり例と見ないことをも考え、継続研究の一歩として以下に示すように有明粘土に上下方向の繰返し荷重をかける基礎的実験を行なった。

2. 試料と供試体 試料は大学構内より深さ約2mのところからシンウオールチューブを用いて採取した。この試料の性質は、 G_s : 2.58, w_L : 124%, P.I.: 78%, 粒度分布は砂分12.0%, シルト分54.5%, 粘土分33.5%である。また自然含水比、間ゲキ比はそれぞれおよそ w : 160%, e : 4.2 であり軟弱地盤であることがわかる。乱さない供試体の寸法は一軸用が $\phi 5 \times 12.5$ cm, 三軸用が $\phi 3.5 \times 8.8$ cmである。

3. 実験方法 用いた試験機は上下および横方向にも繰返し載荷が可能な空気圧式繰返し三軸圧縮試験機である。今回は上下方向のみ所定の荷重で周期4秒(載荷2秒, 除荷2秒)載荷した。また繰返し回数は試料が軟弱なこともあり、手始めに N : 200回とした。実験は2つに分けられ、1つは側圧ゼロの状態、他は側圧 σ_r : 1 kg/cmの圧密非排水状態で繰返し荷重を加えた。前者を一軸条件、後者を三軸条件と呼ぶことにする。このうち三軸条件の場合、24時間圧密した後1 kg/cmのバックプレツシヤーを加え、繰返し荷重載荷時およびその後の静的圧縮試験時に間ゲキ水压を管内圧力変換器で測定した。両実験とも、繰返し載荷後静的圧縮試験を行なった。

4. 実験結果と考察 繰返し荷重によって生じる全ヒズミを ϵ_t , 除荷時に回復するヒズミを ϵ_e , 塑性ヒズミを ϵ_p とすると、 $\epsilon_t = \epsilon_e + \epsilon_p$ となる。これら ϵ_t , ϵ_e を繰返し回数 N に対してプロットすると、一軸条件では図-1のようになる。静的圧縮強度 σ_s は0.095 kg/cmであるが、この値より小さな繰返し荷重ではあまり変形しないが、これより大きな荷重では N : 200 以内に降伏する。このことは弾性ヒズミ-繰返し回数曲線でいっそうはつきりする。降伏していない供試体ではプロットした実 ϵ_e が増大する1本の直線であらわされるが、さらに載荷を続けると降伏の可能性があるものは増大した ϵ_e がほぼ平行にいくらか減少する直線であらわされる。そして降伏したものについては3本の折線で示され、弾性ヒズミがある N を越えると急減してゼロに近づく。このような弾性ヒズミの特性は降伏を論ずるとき重要な鍵となろう。三軸条件について図-1と対応させたのが図-2である。静的圧縮強度 σ_s は0.904 kg/cmであるが、一軸条件のと

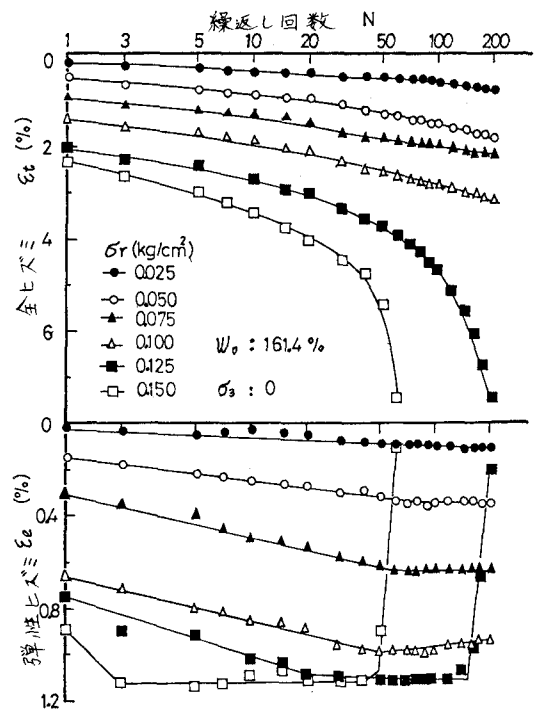


図-1. 繰返し回数と全ヒズミ, 弾性ヒズミ

さのようにはつきりした降伏は見出せない。

次に図面は省略したが、塑性ヒズミ ϵ_p 、弾性ヒズミ ϵ_e を全ヒズミで除した弾性ヒズミ回復率 ϵ_e/ϵ_t 、繰返し応力の弾性ヒズミで除した弾性変位係数 $E_e = \sigma_r/\epsilon_e$ と繰返し回数 N との関係について述べよう。図-1, 2の全ヒズミ ϵ_t から弾性ヒズミ ϵ_e と差引いた塑性ヒズミは、 ϵ_e の値が ϵ_t に比して小さいこともあり、その形状は全ヒズミの曲線とほとんど同じである。弾性ヒズミ回復率は試験条件にかかわらず、 N の増加とともに漸減している。一軸条件の場合 $N:1$ のとき ϵ_e/ϵ_t は30~50%であるが $N:200$ では0~35%, 三軸条件下では40~80%の値が15~45%と減少している。また弾性変位係数 E_e は繰返し回数の増加とともに僅かに減少し50~200回でほぼ一定となる。一軸および三軸条件のとき E_e はそれぞれ10~15%/ μm , 90~160%/ μm である。またこの値は一般に繰返し荷重が小さいほど大きいようである。

次に図-2の繰返し載荷時に生じる間ゲキ水圧について論じる。間ゲキ水圧は繰返し荷重 σ が大きいほど大となり、繰返し回数 N とともに増大する。回数 N を算術目盛でプロットしなおすと、静的圧縮強度 σ_3 のより小さい荷重では間ゲキ水圧は $N:200$ でほぼ一定値に落ち着いていることがわかる。また間ゲキ圧係数 A は $B=1$ として求めると図面は省略したが σ_r の最も大きいものを除いて1つの曲線に収束し、 $N:200$ で $A \approx 0.4$ になることがわかった。続いてこれらの供試体について静的圧縮試験を行おうと、間ゲキ水圧は増大し $\epsilon_t:15\%$ で0.7~0.9%/ μm の値を示す。間ゲキ圧係数を求めると約0.8~1.0の値となり、これは繰返し荷重を受けたい供試体の $A=0.77$ よりいくらか大きい。繰返し荷重を受けると静的圧縮試験におけるものより大きな間ゲキ水圧が発生するようである。

最後に繰返し載荷後の静的圧縮試験の応力-ヒズミ関係について述べる。図-3に一軸条件での応力-ヒズミ曲線からわかるように繰返し荷重を受けた供試体の方が圧縮強度は大きく曲線の傾配も大となる。三軸条件では間ゲキ水圧がかなり大きく生ずることもあつて繰返し、非繰返し条件の違いはあまり見られぬ。

5. おまじ 今後は微少荷重による長期載荷特性および間ゲキ水圧の挙動を明らかにしていきたい。

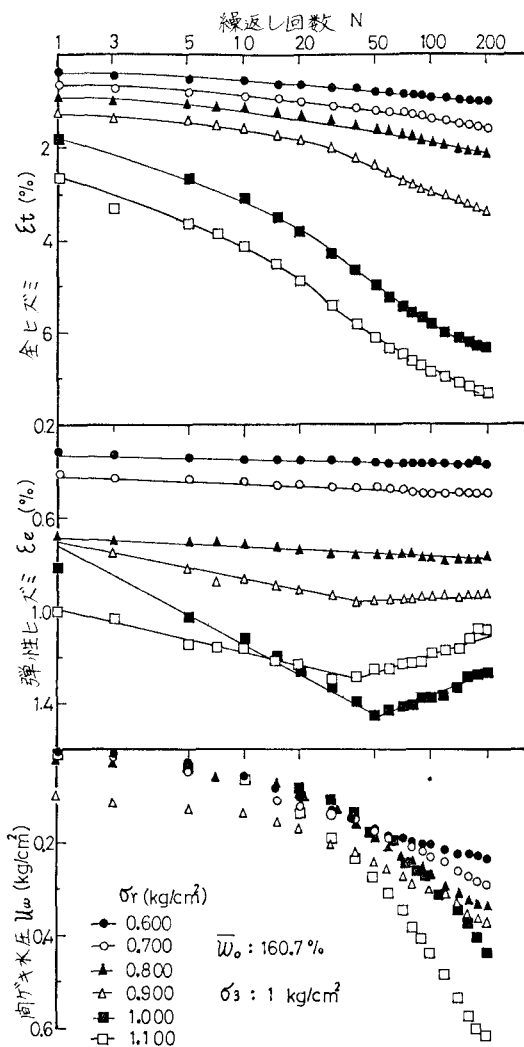


図-2. 繰返し回数と全ヒズミ、弾性ヒズミ、間ゲキ水圧

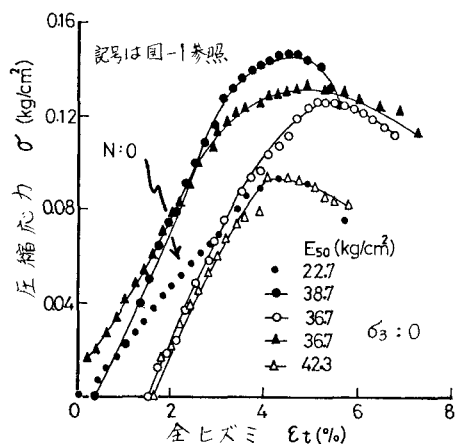


図-3 圧縮応力と全ヒズミ