

〔まえがき〕 くり返し応力を受ける土の力学的性質については数回にわたって発表してきた。本報告は、主に、拘束応力を受ける供試体の土質が異なる場合、こゝらの供試体にくり返し応力を載荷したときの變形、強度および硬化効果について述べるものである。

表-1 試料の物理的性質

試料	記号	含水率 %	液性限 %	塑性指数 %	縮小率 (100% からの) %
シルト質ローム	A	26	68	29.6	1.42
粘土	B	31	72	32.8	1.38
粘土 4:1	C	27	52	27.8	1.45
砂質粘土 2:1	D	23	32	20.5	1.48
砂質粘土 1:1	E	19	25	20.5	1.63

試験に用いた試料は表-1に示す5種類で、最適含水比に締固めた。

〔くり返し応力を受ける土の變形〕 くり返し応力を受けているときの全ひずみは応力を除いたときに残留するひずみ(塑性ひずみ)と回復するひずみ(弾性ひずみ)との和である。土質の異なる供試体に、それぞれくり返し応力を受けているときの一回最大圧縮強さの約65%の応力をくり返して載荷したときの残留ひずみ(塑性ひずみの和)と載荷回数(N)との関係は図-1のようになり、

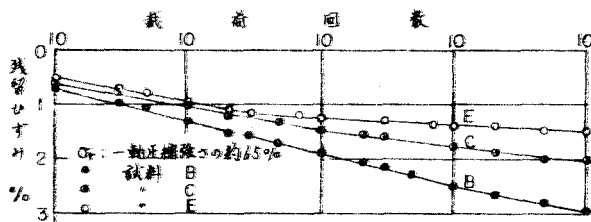


図-1 残留ひずみと載荷回数との関係

砂質土では、ある載荷回数になると残留ひずみの増加率が急激に変化する。また、弾性変位係数E(くり返し応力 σ_r と弾性ひずみ ϵ_e の比)は、一般に、 $N=10^3 \sim 10^4$ まで一定であるが、残留ひずみの変化する附近で急激に変化する。この変化は、多分、粗粒子の周囲のClay matrixが降伏しはじめて、外力に対する粗粒子のかわりあわせによる抵抗が増大した

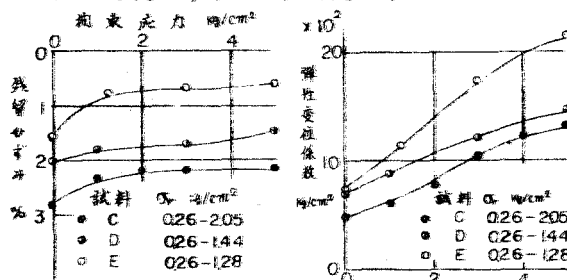


図-2 残留ひずみと拘束応力との関係

ためと考えられる。さらに、くり返し応力を受けている供試体に拘束応力 σ_c を加えると、間隔圧の増加、および、供試体の緊密化のために、最適含水比の状態にある供試体では、拘束応力の大きさは残留ひずみは小さく、弾性変位係数は大きくなる(図-2,3)。しかし、拘束応力を受けるときは、砂質土の残留ひずみは小さく、弾性変位係数は大きい。しかし、砂質土では、載荷回数が増すと、拘束応力の変化による弾性変位係数の変化はほとんど同じであるが、粘土土では、載荷回数が増すと、拘束応力の変化による弾性変位係数の変化が異なり、拘束応力が5 kg/cm²と0 kg/cm²のときの弾性変位係数の比は $N=1$ と 10^4 で1.5倍値になる。

〔くり返し応力載荷による土の強度変化〕 一般に、供試体が破壊しない値の大きさのくり返し応力を受けて、供試体の最大圧縮強さは増加する。その増加の割合はくり返し応力の大きさ、および、

その載荷回数によって異なり、 $N=10^3 \sim 10^4$ 回から増加し始め、 $N=10^5$ 回では、くり返し応力を受けないう試体の約1.3倍位になることもある。このようなくり返し応力の大きさ、載荷回数による圧縮強さの増加の割合は土質が異ってもあまり変らない。

また、くり返し応力載荷中の拘束応力も受けると粘性土では、拘束応力が大きくなれば圧縮強さは僅かに増大するが、砂質土ではほとんど変らない(図4)。しかし、レオロジー模型に基いて求めた降伏応力 σ_y 、粘性土の場合、拘束応力の小さなほど大きく、くり返し応力の影響の大きいことを示している⁽²⁾。さらに、同じ方法で求めた弾性係数は、砂質土では、拘束応力の小さなほど大きいが粘性土では変らない。[くり返し応力による硬化現象] くり返し応力載荷中の塑性ひずみは載荷回数とともに急激に減少し、 $N=10^2$ 回では、ほとんど零になる(図5)。これは強度増加や土粒子構造の変化による硬化が生じたためである。しかし、くり返し応力載荷中の任意の回数で、拘束応力も増強させると $N=10^2$ 回目まで残留ひずみが生じる。しかし、圧縮強さや降伏応力などの変化が $N=10^3 \sim 10^4$ 以上になってから生じることも考え合せると、真の硬化現象は $N=10^3 \sim 10^4$ 回になってから生じるものと考えられる。

くり返し応力による硬化効果は応力-ひずみ曲線のひずみに対応する応力に著しい影響を与えるが⁽³⁾、くり返し応力載荷中の拘束応力と1%ひずみに対応する応力 $\sigma_{1\%}$ の関係は図-6 のようになり、粘性土では降伏応力と同様に、拘束応力が大きくなるとくり返し応力による硬化効果が減少するので、 $\sigma_{1\%}$ は拘束応力の増加とともに小さくなる。

したがって、土がくり返し応力を受けると、塑性ひずみの変化にみられるような永久変形に伴う硬化と弾性ひずみの変化にみられるような永久変形を併わない硬化が生じる。特に、前者は土の強度増加や土粒子の配列構造の変化にみられるもので、圧縮強さの増加を併わず、土質が異ってもあまり変らない。一方、後者の硬化は粒子間結合力の増加によるもので、土の圧縮強さや降伏応力を変化させ、主に、供試体中に含まれる粘土・コロイド粒子によって生じる。

[むすび] 土がくり返し応力を受けると、硬化現象が生じ、土の力学的性質は変化するが、その主要因は供試体に含まれる粘土粒子の含有量によって左右されると考えることが出来る。

参考文献 1. 土佐小川 繰返し応力を受けた土の力学的性質 第16回年次学術講演会

2. KAWAKAMI, OGAWA, "Strength and Deformation of Compacted Soil Subjected to Repeated Stress Application" 第6回国際土壌基礎工学会議

3. 土佐小川 くり返し応力を受けた土の力学的性質 土木学会論文集 第96号

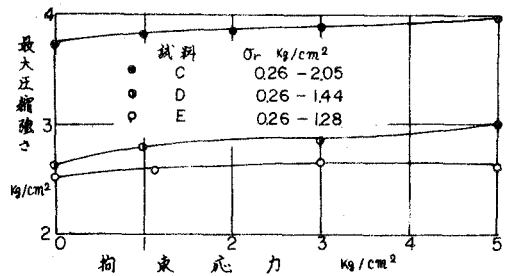


図-4 最大圧縮応力と拘束応力との関係

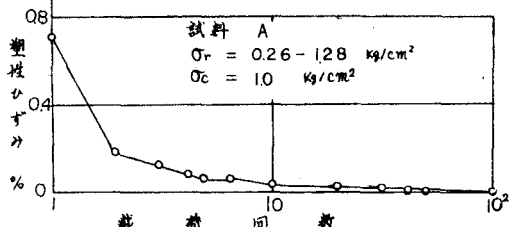


図-5 塑性ひずみと載荷回数との関係

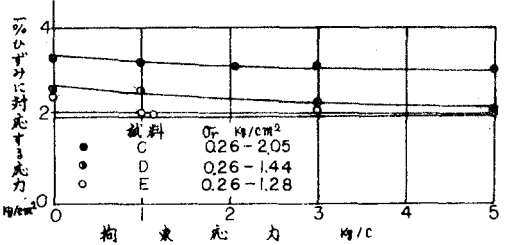


図-6 1%ひずみに対応する応力と拘束応力との関係