

北海道大学工学部 正員 北郷 繁
 “ “ ○奈良 恵昭

(1) まえがき

土の土質工学的な性質および取扱いは、砂質土と粘性土とで著しく異なるが、砂と粘土の両成分を含む土を対象とする場合、その土が両者のいずれに属するかを判断する基準は明確ではない。筆者らは、豊浦砂と蛭目粘土の混合土（以下豊浦混合土と略す）が、粘土の混合割合によって砂・中間・粘土の3領域に分類できることをすでに報告した。しかし、この境界の混合割合は、砂分の粒径、粒子形状、粒度分布等によって変化すると考えられる。現在、砂分の粒径の影響を調べる一連の実験を行っているが、ここでは現在までの実験結果から2種類の混合土の強度特性について報告する。

(2) 試料と実験

本実験の目的は砂分の粒径の影響を調べることにあるので、砂分としては、粒子形状、粒子表面状態、均等係数が等しく粒径の異なる2種類のグラスビーズを用意した。図-1のGB-A ($G_s=2.44$)、GB-B ($G_s=2.52$)がそれぞれある。粘土分としては、蛭目粘土 ($G_s=2.65$ 、18%のシルト分を含む、図-1参照)を用いた。混合土の粒度配合は粘土の混合割合 $R(\%)=(\text{粘土の乾燥重量})/(\text{混合土の乾燥重量}) \times 100$

で表わし、 $R=100, 80, 70, 60, 50, 40, 30\%$ の7種類の試料を混合土A (GB-Aと粘土の混合土)、混合土B (GB-Bと粘土の混合土)の各々について用意した。図-1に混合土Aの粒径加積曲線を示す。図でA30とは、 $R=30\%$ の混合土Aの意味である。表-1に混合土のアッターベルグ限界を示す。試料の調整および供試体作製法は予備圧密法に準じた。

実験は等方圧密非排水三軸圧縮試験で、圧密圧力は1.5, 2.5, 4.0, 6.0, 8.0 kg/cm^2 の5種類で、圧密時には1.0 kg/cm^2 のバウプレッシャーをかけ、圧密度95%以上で圧密終了とみなした。供試体寸法は、直径50mm、高さ120mmであり、セリ断時のヒズミ速度は全試料について、供試体初期高さの0.05%/minとし、供試体下端で間ゲキ水圧の測定を行った。

(3) 実験結果

本実験の範囲では、応力～ヒズミ曲線の形は混合土Aと混合土Bで違いが認められず、その混合割合によって、図-2に示す3つのタイプに大別される。カーブIは、粘土に一般的にみられる形で、破壊時のヒズミは6～14%である。 $R \geq 70\%$ の試料がこれに属する。カーブIIは $R=30\%$ の試料に現われた形で、破壊時のヒズミは1～2%であり、一見すると密な砂の応力～ヒズミ曲線に似ている。しかし、これらの試料の間ゲキ水圧の挙動は密な砂の場合と異なり、ある値に達した後はほぼ一定値を示すが、あるいはわずかに

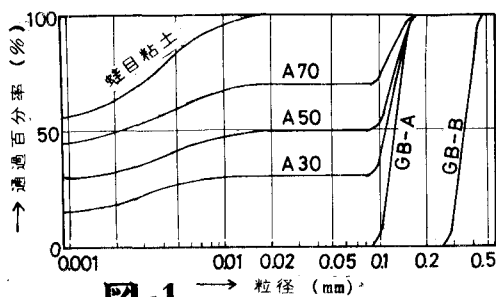


図-1 粒径 (mm)

表-1

試料	A30	A40	A50	A60	A70	A80	R100
LL	21	23	32	39	46	53	67
PL	14	14	15	14	19	23	31
PI	7	9	17	25	27	30	36
試料	B30	B40	B50	B60	B70	B80	
LL	22	27	33	37	45	55	
PL	14	13	13	14	23	26	
PI	8	14	20	23	22	29	

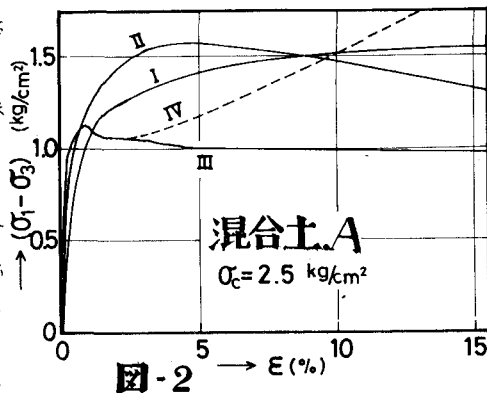


図-2

に増加し、正のダイレタンシーの傾向は示さない。したがって、後に述べる非排水強度および有効応力による内部摩擦角の低下を考え併せ、さらに非常にゆるい砂では破壊時のヒズミが小さいという報告もある³⁾ので、これらの試料の応力～ヒズミ曲線(カーブⅢ)は、非常にゆるい砂の場合に対応すると考えられる。カーブⅡは、カーブⅠとカーブⅢの中間的なもので、破壊時のヒズミは3～6%である。R=40～60%の試料がこれに属し、これらの試料は粘土からゆるい砂に移行する過渡的な状態にあると思われる。なお、図-1のカーブⅣは後で述べる。

正割係数 E_{50} と非排水強度 S_u との比 E_{50}/S_u は、一般の粘土に対してほぼ同程度の値となると言われている。図-3に、混合土Aについて、この比 E_{50}/S_u と混合割合 R(%) との関係を示した。R ≥ 70% の試料の E_{50}/S_u の値は、R=100% (純粋粘土) の値とほぼ等しく、これらの試料は粘土とほぼ同じ性質を有すると考えられる。R < 70% の試料では、砂分が多くなるにつれて E_{50}/S_u は指数的に増加する傾向にある。本実験では、砂(GB-A, GB-B)だけの非排水セン断は行っていないので、例えば R=20% の試料の E_{50}/S_u ≒ 900～1500 という値が、ゆるい砂のそれに相当するかどうか判断できない。混合土Bについても同じ傾向がみられ、R ≥ 90% の試料が粘土領域に属すると考えられる。

図-4に、混合割合 R(%) に対して、非排水強度 S_u と圧密圧力 σ_c との比 S_u/σ_c および有効応力による内部摩擦角 ϕ' とをプロットした。 S_u/σ_c の値は、混合土A、混合土Bとも、R ≥ 55% の試料では一定であり、これらの試料は非排水強度からみた場合、粘土領域に属する。 ϕ' の値は、混合土Aでは R ≥ 50%、混合土Bでは R ≥ 60% で一定で、 ϕ' から判断すると、これらの試料は粘土領域に属する。上に示した混合割合より砂分が多くなるにつれて、 S_u/σ_c の値および ϕ' の値は小さくなる。これは予想した傾向と正反対の結果である。Bjerrum³⁾ は砂の非排水セン断を行い、次の事を報告している。i) 排水セン断に比べ、非排水セン断では間ゲキ比の変化による ϕ' の変化が大きい。

例えば、破壊時間ゲキ比 0.85 で非排水セン断では $\phi' = 11^\circ$ 、排水セン断では $\phi' = 19^\circ$ であった。ii) S_u/σ_c の値は、初期間ゲキ比 $e_1 = 0.85$ で 0.25、 $e_1 = 0.92$ で 0.11 とゆるい砂では小さい。今、R=20% の試料では、粘土分は土の強度にはほとんど関係せず間ゲキ水と同様に取扱い得ると仮定し、 $\bar{e} = (\text{粘土の体積}) / (\text{砂の体積})$ を定義すると、R=20% の試料では、 $\bar{e} = 0.95 \sim 1.05$ (混合土A)、 $\bar{e} = 0.92 \sim 1.10$ (混合土B) である。この $\bar{e}$ の値からみて、また Bjerrum の非排水セン断の結果からみて、砂分が多くなるにつれて、 S_u/σ_c および ϕ' の値が小さくなるのは、これらの試料が非常にゆるい砂への移行状態にあるためと思われるが、この妥当性はゆるい砂の非排水セン断試験に待たねばならず、今後の課題の一つである。さらに、豊浦混合土との傾向の違い—— i) R ≤ 30% の応力～ヒズミ曲線が図-1のカーブⅣのようになる。ii) 砂分が多くなるにつれて ϕ' は増加する。——の理由は現在のところ不明であり、今後の課題である。

おわりに、本実験は、昭和48年度卒業生真貝次郎君と横塚孝君の多大な協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献 1) 例えば、北郷、鈴木：第26回土学会講演集，No.3，1971，pp339～340

2) 北郷、三田地、唐平：第8回土質工学会講演集，1973，pp299～302

3) Bjerrum, Kringstad, Kummeneje: Pro. 5th. Int. Conf. S. M. F. E. 1961, vol.1, pp29～37

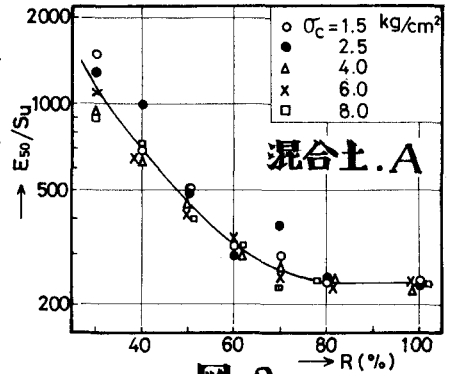


図-3

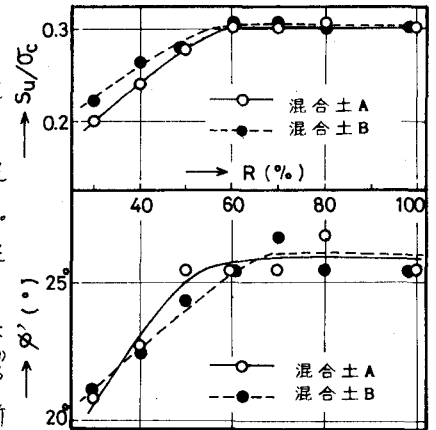


図-4