

九州産業大学 正員 関 直三郎
石 堂 稔

1. ま え が き 砂と粘土とは土の土質工学的性質が非常に異なることは周知の通りである。それゆえ、現在においては構造物の基礎の設計を行なう際、基礎地盤が砂質土盤である場合と粘土質土盤である場合とでは対象地盤について通常工学的に全く異なった取扱ひ方としている。すなわち、砂の力学特性としては摩擦成分のみを有し、粘土においては粘着成分を考慮して土構造物の設計に利用され、摩擦成分と粘着成分を有する一般的土の場合でも安全性から一方を無視して純粋な砂または粘土として算定することが多い。したがって、対象土を砂とみなすや粘土とみなすかの判断は重要なことであり、しかも実際の基礎地盤は砂と粘土の中間的性質を示すものが多く、これらの対象土に合理的な設計施工を行なうことは極めて大切なことである。本研究は以上の観点より砂の特性から粘土に至るまでの工学的性質がどのように変化するかと一軸圧縮試験から実験的に考察したものである。

2. 実験方法 豊浦標準砂と膠質性粘土である山形産ベントナイトと低湿度で乾燥し、重量比でベントナイト含有量(以下、Bと略記する)を0, 10, 20, 40, 60, 80, 100%の7種類として標準砂と混合する。これらの混合土は粒径加積曲線として図-1に示されている。それぞれの混合比に対する含水比は締固め特性をも考慮するため軟液性とした。一軸圧縮試験用供試体の大きさは直径3.5cm, 高さ8.8cmである。なお締固め用タンパーは独自に考案したもので、締固めエネルギーは $E_c = 5.56 \text{ kg/cm}^2$ である。

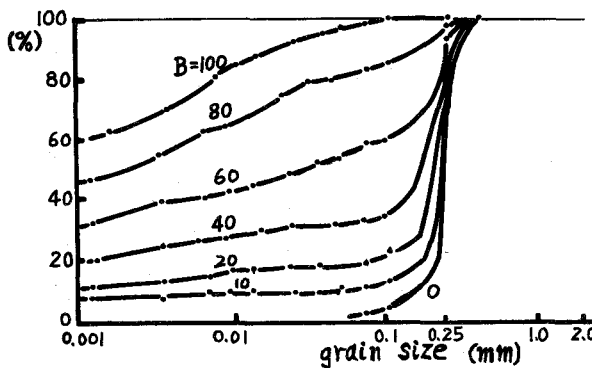


図-1. 混合土の粒径加積曲線

ベントナイト混合量B(%)	比重Gs	コンシステンシー			土の分類	
		W _L (%)	W _p (%)	I _p	AC法	三角座標
0	2.64	N.P.	N.P.	—	—	砂
10	2.61	36.0	N.P.	—	—	砂
20	2.58	57.5	N.P.	—	—	砂
40	2.53	150.8	14.2	136.6	CH	砂質粘土
60	2.47	188.0	16.4	171.6	CH	粘土
80	2.42	330.0	19.5	310.5	CH	粘土
100	2.36	373.0	23.6	349.4	CH	粘土

表-1. 混合土の物理定数

3. 実験結果と考察 使用した混合土の物理試験の結果は図-1, 表-1の通りである。

3-1. 締固め特性 豊浦標準砂とベントナイトの混合割合によって締固め曲線は図-2に示されるように明瞭な相違がみられる。これらの現象は図-3および併せて次のように考えられる。すなわち、ベントナイト含有量Bが $0 < B < 20\%$ の範囲ではやや平滑な曲線を示し、最大乾燥密度 γ_{dmax} はベントナイトの増加に比例して大きな値となっている。さらにBの値の増加により締固め曲線の形状も鋭い山型を示すようになり、約40%のB値で最大の γ_{dmax} が現われており、砂と粘土の混合による変化がこの付近において大きく影響されると思われる。ベントナイトをさらに増加させると締固め曲線の形状は均衡のとれた山型を示し、 γ_{dmax} は

Bの値に反比例して小さい値をとることがわかる。なお、最適含水比はBの値に比例して大きくなっている。このことは比表面積の相違による保水力の大小の影響と考えられる。すなわち、比表面積の大きさにともなう保水能力の異なる粘土土の吸着水膜による粒子結合と三重構造に数層の水をもつモンモリロナイトを主成分とするベントナイトの膨潤作用の影響で最大の結合を発揮するには多くの水量が必要となる。

3-2. 一軸圧縮強度特性

実験結果は図-4のように、B値と一軸圧縮強度 q_u 、破壊時のヒズミ ε_f の関係が示される。砂にわずかのベントナイト粒子が含まれた場合、少量の粘土が粘土自体の粒子骨格構造を形成するに至らない。すなわち粘土の粒子が砂の粒子の間に付着して存在し、混合土が外力を受けても直接、粘土の粒子に力が作用しないような場合にはその土はみかけ上、砂のみの場合と同等の力学的性質を示すと考えられる。この時の ε_f は小さく、含水比によっても変化しないことがわかり、砂質土の破壊が小さいヒズミで現われることを示している。これに対し、 $B \geq 40\%$ では砂の結合は消滅し、粘土土粒子が支配的な骨格構造になるものと思われる。また ε_f はBが40%付近で大きな変化を示している。これは砂と粘土の過渡的な性質にほかならない。さらに、 $B > 40\%$ ではむしろ砂粒子はベントナイトの粒子骨格の影響に支配されたことを示すことが明らかである。

4. あ と が き 今後、さらに多くの細粒土を用い、砂と粘土の混合土の挙動に対する基本的検討を行ない自然土の性質を解明するための努力を重ねたい所存である。最後にこの研究に当り、本厚の志水靖君と田知晴樹君に多大の労をおかけしたことに謝意を表します。

参考文献 (1) 倉田・藤下「砂と粘土の混合土の工学的性質に関する研究」運輸技術研究所報告おきオ9号 1961

(2) 内田・村田「砂と粘土の混合土の物理的および弾力学的特性」九大工学集報オ47巻オ4号 1974

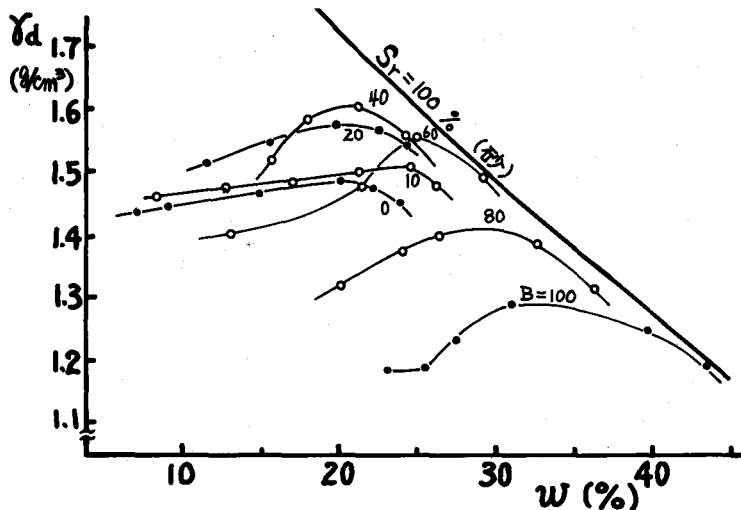


図-2. 乾燥密度 γ_d —含水比 w の関係

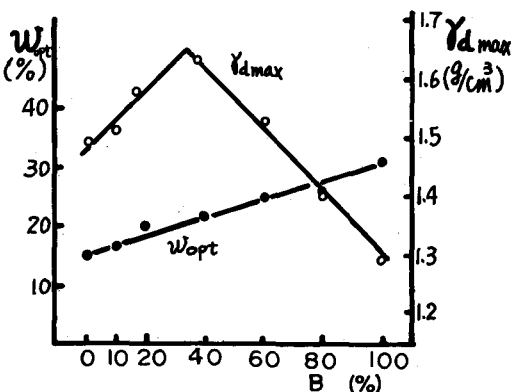


図-3. ベントナイト含有量B— γ_{dmax} , w_{opt} の関係

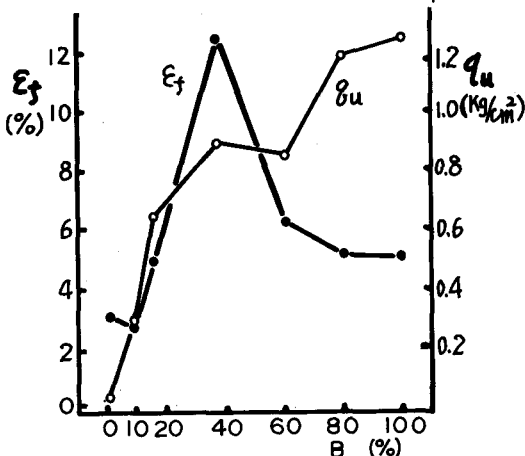


図-4. ベントナイト含有量B— q_u , ε_f の関係