

ベントナイト混合土の力学特性に与える配合割合の影響

山口大学工学部

正 員 中田幸男 村田秀一 兵動正幸

山口大学工学部

学生員 ○谷口聡一

八千代エンジニアリング (株)

正 員 合澤真喜

1 まえがき 中間土の力学特性は、砂分と粘土分の配合割合に依存することが知られている。また特に、中間土の挙動は砂分の増加とともに粘性土の挙動から砂質土の挙動に変化していくこと¹⁾が考えられる。砂と粘土それぞれに対して設計法が確立している現状において、中間土を砂と判断して設計するか、粘土と判断して設計するかは工学上大きな課題であると言える。したがって、中間土の力学特性が砂質土であるか粘性土であるかを評価できるパラメータが必要であると考えられる。本研究では配合割合の異なるベントナイト混合土に対して三軸圧縮試験を実施し、ベントナイト混合土の力学特性に与える配合割合の影響を明確にし、その混合土の力学特性を評価するパラメータを示すものである。さらに、顕微鏡観察の結果からそのパラメータの妥当性を検討するものである。

2 試料及び実験方法 試料は三河珪砂製の珪砂と Na 型ベントナイトを所定の重量比(9:1, 8:2, 7:3)になるように配合する。以下、それぞれ Na10%, Na20%, Na30% と称する。上述の試料に水を加え最適含水比にし、所定の密度($0.95 \gamma_{max}$)になるようモールドに突き固め、供試体を作成する。その後、モールドごと水没させ飽和供試体とする。珪砂の最大間隙比 e_{max} は 0.850、最小間隙比 e_{min} は 0.524 である。また、ベントナイト混合土の比重は Na10% において 2.655、Na20% において 2.655、Na30% において 2.653 であり、どの配合率においてもほぼ一定である。実験は所定の拘束圧で圧密後、排水条件において側圧一定三軸圧縮試験を行った。また、せん断中のひずみ速度の影響を調べるため、0.05 及び 0.005%/min の 2 種類のひずみ速度で実験を行った。

3 実験結果 図-1 から図-3 は、それぞれ Na10, 20, 30% のひずみ速度 0.05%/min の実験結果の軸差応力とひずみの関係を示したものである。これらの図から次のことが言える。①体積ひずみにおいて、Na10% では収縮、膨張の挙動が、Na20, 30% では収縮のみの挙動が現れる。②せん断中の収縮量は配合割合の増加とともに大きくなる。③いずれの拘束圧においても、配合割合の増加とともに強度は低下する。

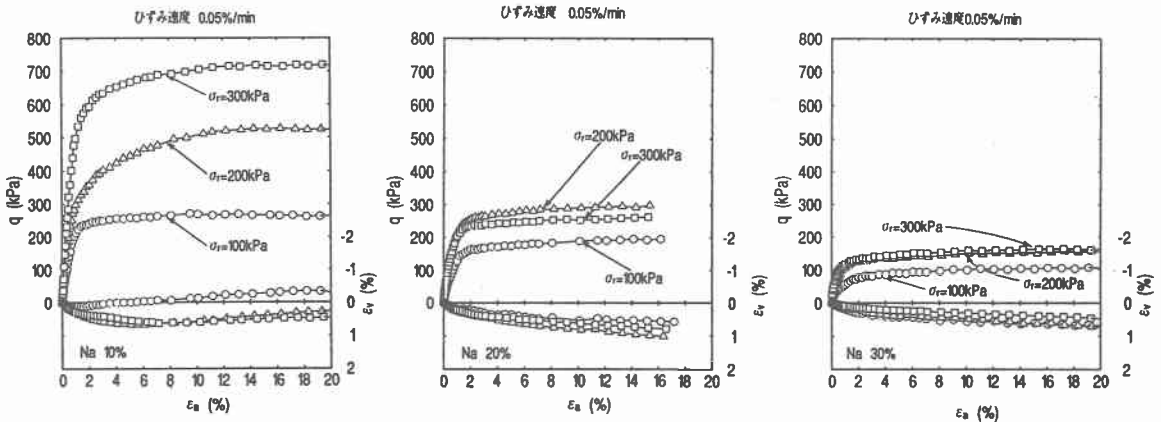


図-1 軸差応力とひずみの関係
(Na10%)

図-2 軸差応力とひずみの関係
(Na20%)

図-3 軸差応力とひずみの関係
(Na30%)

図-4は、ひずみ速度 0.05, 0.005%/min の実験結果の破壊包絡線を示している。この図から次のことが言える。①配合割合が増加するに従い、破壊包絡線の勾配は低下する。② Na20, 30%の破壊包絡線は最大軸差応力軸との切片を持ち、見かけの粘着力を示すようになる。③ひずみ速度によって破壊包絡線の明確な違いはなく、破壊包絡線のひずみ速度依存性はない。これらの結果から Na10%は砂質土の挙動を示す混合土であり、Na20%と Na30%は粘性土の挙動を示す混合土であるということが言える。

4 混合土の力学特性を評価するパラメータ

本来、土質材料における間隙比は間隙（空気、水）に対する土粒子の体積比で定義される。本研究における供試体は飽和供試体であるから、式（1）のように表せる。

$$e = \frac{V_w}{V_{ss} + V_{sc}} \quad (1)$$

ここで、 V_w , V_{ss} 及び V_{sc} はそれぞれベントナイト混合土における水、珪砂およびベントナイトの体積である。本研究においては次のような混合土の力学特性を評価するパラメータを提案する。ベントナイトの有する体積を間隙と考え、式（2）のように水とベントナイトに対する珪砂の体積比を粗粒子（珪砂）のみの間隙比として定める。

$$e_s = \frac{V_w + V_{sc}}{V_{ss}} \quad (2)$$

そして、珪砂のみの間隙比を用いて、粗粒子（珪砂）のみの相対密度を式（3）のように定める。

$$D_{rs} = \frac{e_{max} - e_s}{e_{max} - e_{min}} \times 100 (\%) \quad (3)$$

実際のベントナイトにこの混合土の力学特性を評価するパラメータを適用すると、Na10%の場合は $D_{rs}=11.0\%$ であるのに対して、Na20%、Na30%の場合はそれぞれ $D_{rs}=35.9\%$ 及び $D_{rs}=94.8\%$ である。相対密度は 0%~100%の範囲において、砂質土の締まりの程度を表すもので、相対密度 0%は砂質土が最も緩い状態にあることを意味する。図-5は顕微鏡観察と試料の配合割合を考慮し、Na10%, Na20%の基本骨格構造の模式図を示したものである。Na10%では、珪砂と珪砂が接触し骨格構造を形成しているのに対し、Na20%では必ずしも珪砂同士が接触しているとは言えず、粗粒子（珪砂）のみの相対密度 D_{rs} の値を反映した結果となっている。実験結果から分かるように、Na10%は砂質土の力学挙動であり、Na20%, Na30%は粘性土の力学挙動であることから、本研究で示した D_{rs} は、混合土の力学特性を評価するパラメータの一つとなりうることを示唆していると言える。

5 あとがき 配合割合の異なるベントナイト混合土に対して一連の三軸圧縮試験を実施し、本研究で示した粗粒子（珪砂）のみの相対密度は、混合土の力学特性を評価するパラメータの一つとなることを示した。

【参考文献】 1) 大嶺聖：中間土の圧縮性及び強度特性に関する基礎的研究、九州大学博士論文、1994

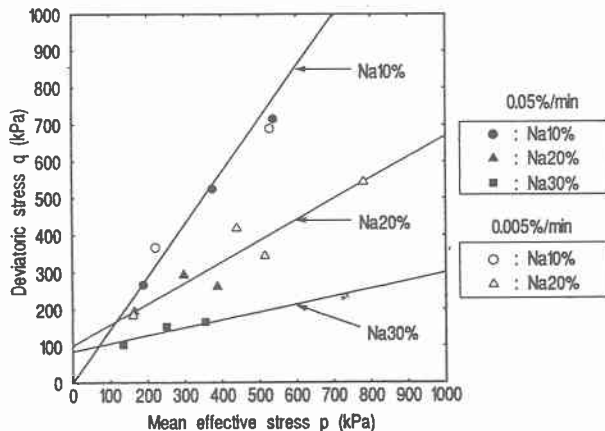
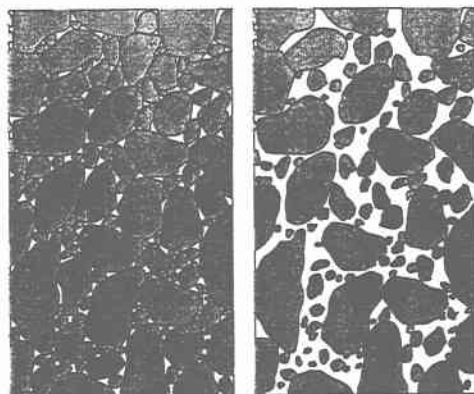


図-4 最大軸差応力と平均主応力の関係



(a) Na10% (b) Na20%

図-5 基本骨格構造模式図