

5 琉球層群の工学的特性について

(株) 沖縄建設技研 ○屋 良 隆 司 金 城 正 幸
 " 新 垣 健 二 砂 川 徹 男

1. まえがき

第四紀更新世の琉球層群は沖縄本島中南部やその周辺離島に広く分布している。琉球層群は島尻層群の上に不整合に堆積し、主に琉球石灰岩層や砂礫層から構成されている。設計時における強度定数の決定については、粘性土層では乱さない試料を採取し、その試料を用いて力学試験を行い、試験結果を元に決定しているのが現状であるが、琉球層群砂礫層については近年礫質土などを対象にした特殊な土のサンプラーも開発されているが、現状ではN値を利用して内部摩擦角を推定しているのが一般的である。

ここでは琉球層群砂礫層のN値と物理特性および琉球層群砂礫による盛土層を乱した状態で採取して締固めた供試体について行った三軸圧縮試験結果と物理特性の関係について検討する。

2. 土層および試験方法

図-1はいくつかの調査結果から代表的な土質柱状図を示したものである。琉球石灰岩層と砂礫層が互層を成したものの、砂礫層の上部に褐色の粘土層が堆積したもの、琉球層群を用いて盛土したものなど琉球層群の土層の変化が著しいことを示している。N値は琉球石灰岩層においては50以上を示しているが、砂礫層においては5~50以上を示し、砂としての相対密度は緩い~非常に密な状態にある。所によってはN値が4以下を示し、非常に緩い状態の場合もある。

土質試験は、物理試験と三軸圧縮試験を行った。標準貫入試験によって得られた試料については自然含水比と粒度試験を行い、それぞれN値との関係を示した。

三軸圧縮試験は琉球層群砂礫による盛土層を対象にCD試験を行った。試料は、乱さない状態での採取が不可能な状態にあったので、現場密度試験を行った後、自然含水比が変化しないよう乱した状態で試験室へ搬入し試験に供した。供試体は直径10cm、高さ20cmのモールドに自然含水比の状態です調製(19mmふるい通過分)した試料を静荷重(ジャッキ圧による載荷)により、現場密度試験で得た湿潤密度の±1%程度の範囲内に締固めて作製した。

3. 試験結果および考察

標準貫入試験を行った付近の試料について実施した粒度試験の粒径加積曲線を示したのが図-2である。粒度により土質を分類するとそのほとんどは礫質土に分類され、一部には砂分またはシルト分優勢の場合もある。ここで対象としている地層の粒度組成は現場透水試験を行った試料についての粒度試験結果と同様な傾向を示している¹⁾。

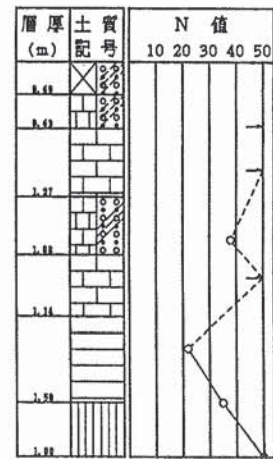


図-1 土質柱状図

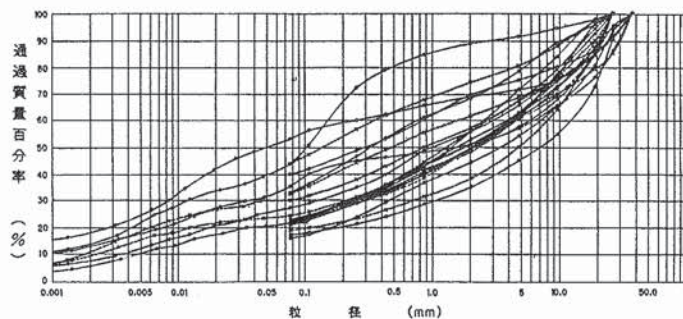


図-2 粒径加積曲線

図-3は標準貫入試験を行った部分の試料について、自然含水比とN値の関係を示したものである。自然含水比はおよそ10~40%に対し、N値は2~50の範囲を示しており、バラツキは大きい。自然含水比が減少するとN値は増加し、自然含水比が増加するとN値は減少する傾向を示している。このような関係は、ここではデータ数が少ないが、島尻層における性質²⁾と同様な傾向を示していると言えよう。

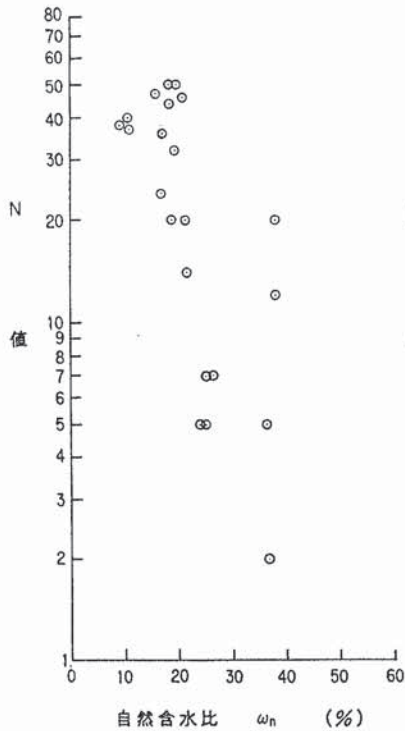


図-3 自然含水比とN値

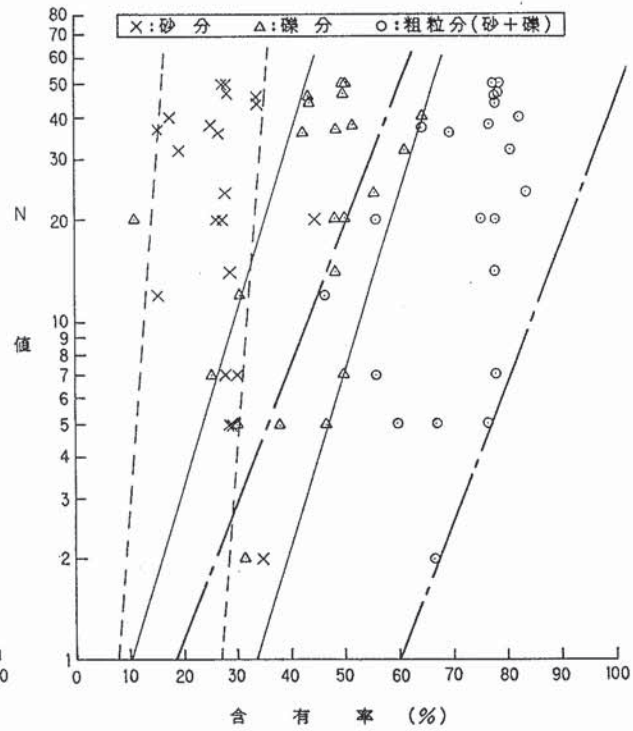


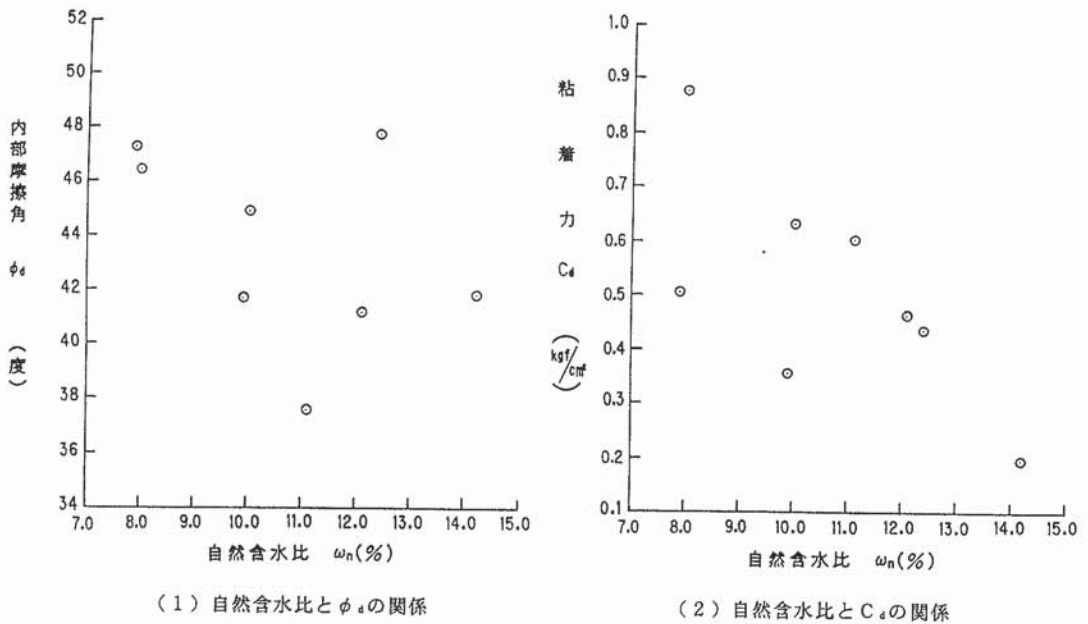
図-4 含有率とN値

図-4は砂・礫および粗粒分(砂+礫)含有率に対するN値の関係を示したものである。バラツキが大きく、それぞれの含有率に対するN値の関係を特定することは困難であるが、例外を除けばある範囲内においてそれぞれの含有率が増加するとN値も増加する傾向を示している。ここではある範囲を便宜的に示しているが、データ数が多くなるとその範囲は広がるものと思われる。含有率の増加に対するN値の増加割合(勾配)は砂の場合が、礫の場合より大きい。粗粒分(砂+礫)含有率の増加に対するN値の増加割合は、当然砂や礫の場合より小さくなる。

三軸圧縮試験を行った試料を粒度組成により分類すると粘土まじり砂、シルト質礫、粘土質礫等に分類され、図-2の試料と同様な粒度組成を示している。

図-5は自然含水比と内部摩擦角および粘着力の関係を示したものである。(1)は自然含水比と内部摩擦角の関係を示したものである。データ数が少なくバラツキも大きい。自然含水比が12~13%で内部摩擦角が約48度を示すデータがあるが、この例外を除けば自然含水比が増加すると内部摩擦角は減少する傾向を示している。このように自然含水比が大きくても大きな内部摩擦角を示しているのは礫による影響が考えられよう。

(2)は自然含水比と粘着力の関係を示したものである。内部摩擦角と同様、データ数が少なくバラツキも大きい。自然含水比と内部摩擦角の関係よりも明らかに自然含水比が増加すると粘着力は減少する傾向を示している。データが大きなバラツキを示しているのは粒度組成の違いによるものと考えられる。



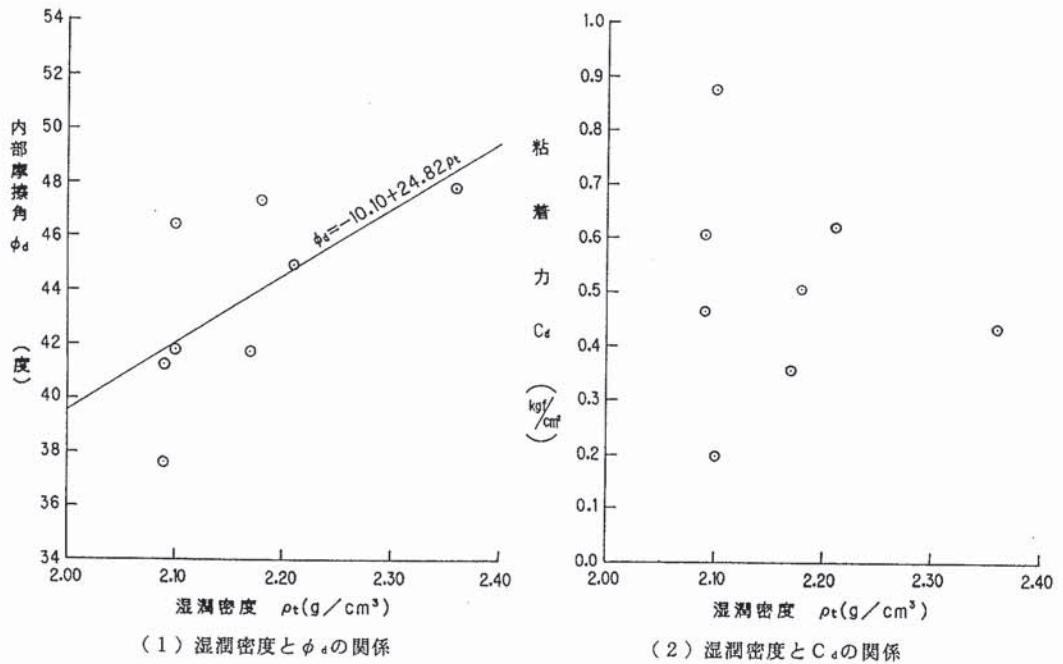
(1) 自然含水比と ϕ_d の関係

(2) 自然含水比と C_d の関係

図-5 自然含水比と ϕ_d および C_d の関係

図-6は湿潤密度と内部摩擦角および粘着力の関係を示したものである。(1)は湿潤密度と内部摩擦角の関係を示したものである。パラツキは見られるものの湿潤密度が増加すると内部摩擦角も増加する傾向を示している。データ数は少ないがこれらのデータから実験式を求めると $\phi_d = -10.10 + 24.82\rho_t$ の関係が得られ、すべてのデータはほぼ実験式の $\pm 10\%$ の範囲内に入っている。

(2)は湿潤密度と粘着力の関係を示したものである。データ数も少なくバラツキも大きい、湿潤密度が増加すると粘着力も増加する傾向を示している。同じ湿潤密度における粘着力のパラツキが大きいのは粒度組成の違いによるものと考えられる。



(1) 湿潤密度と ϕ_d の関係

(2) 湿潤密度と C_d の関係

図-6 湿潤密度と ϕ_d および C_d の関係

図-7は粗粒分含有率と内部摩擦角の関係を示したものである。データ数が少なくバラツキも大きいので、粗粒分含有率と内部摩擦角の関係を把握することは困難であり、更に数多くのデータの収集が必要と思われる。

図-8は細粒分含有率と粘着力の関係を示したものである。多少バラツキは見られるものの細粒分が増加すると粘着力も増加する傾向を示している。データ数は少ないがこれらのデータから実験式を求めると $C_d = -0.030 + 0.023F$ の関係が得られる。

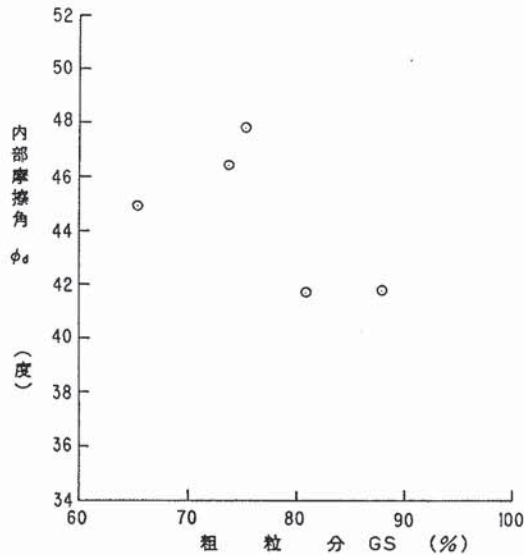


図-7 粗粒分含有率と ϕ_a の関係

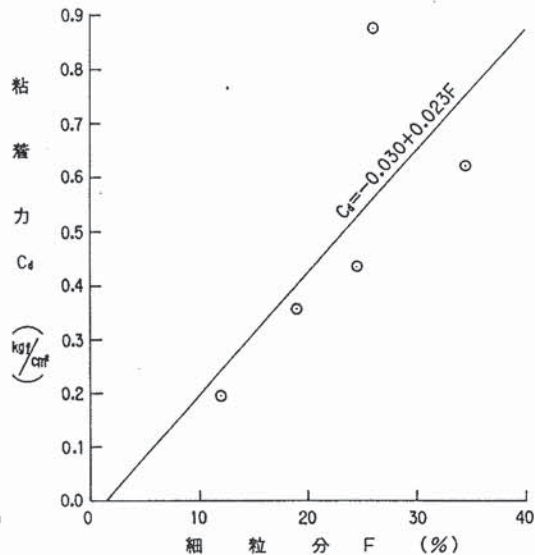


図-8 細粒分含有率と C_d の関係

以上自然含水比、湿潤密度、粒度組成等と内部摩擦角および粘着力の関係を検討してきたが、データ数が少ないので断定できないが、図-5～図-8のデータに限って言えることは、内部摩擦角は湿潤密度との関係から、粘着力は細粒分との関係から推定することがよりベターだと思われる。

4. あとがき

今回示した関係はデータ数が少なく、バラツキも大きいので、明確な関係を得るまでには至っていない。今後はより多くのデータを集積し、更に検討を重ねることによって設計等への利用が可能と思われる。

・参考文献

- 1) 砂川徹男・金城正幸：琉球層群の透水係数について，平成6年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.394～395，1995。
- 2) 砂川徹男・上原方成：島尻層群における与那原層の工学的性質，土と基礎，Vol. 31, No. 4, pp.27～31, 1983。