



地盤を構成する要素①

土の工学的分類と方法



■はじめに

我々の最も身近な地球の構成要素として地盤があります。地盤を構成する要素と言われ多くの方が最初に連想するのが土で、土というと普通は石、礫や砂や粘土を思い浮かべられると思います。ここでは、土はどのように分類するのか、工学的な分類とその方法の概要を紹介します。今回は専門性や工学理論に基づく難しい内容を抑えて、日常生活で身近な物を例にあげて紹介します。

■土の工学的分類

土は空気と水、そして土の粒子（以下、土粒子）から構成されています。空気と水の役割については別の機会に説明することにして、今回は土粒子に着目して話をします。我々が日常的に目する土は様々な粒径の粒子が混在して構成されています。地盤を構成する土は、粒子の大きさと粒径に対し工学的に分類されています（図-1）。

粒 径 (mm)								石 分
0.005	0.075	0.25	0.85	2	4.75	19	75	
粘 土	シルト	細 砂	中 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫	石 分
砂 分				礫 分				
細 粒 分				粗 粒 分				

図-1 土粒子の粒径区分と呼び名

ここでは粒径75mm以上は石分、0.075mm以上75mm未満のものは粗粒分、0.075mm未満は細粒分として大きく区分されています。粗粒分は0.075mm以上2mm未満の砂分、2mm以上75mm未満の礫分に区分され、更に砂分は粒径0.25mm、0.85mm、礫分は4.75mm、19mmを境に各々3段階に細分化されます。また、細粒分は0.005mm以上0.075mm未満のシルト、0.005mm未満の粘土に区分されます。

このように我々が目にする土は10000倍以上粒径の異なる土粒子が混合して構成されています。砂は粗粒分のうち砂分を主成分、粘土は細粒分のうち0.005mm未満

のものを主成分として構成されています。近年大気汚染で話題となるPM2.5は0.0025mm以下の浮遊粒子を指し、粘土がいかに微細な粒子で構成されているかが判ります。

土の工学的分類は、試料中のごみや異物を除去し洗浄、乾燥したのち金属製の網ふるい（写真-1）を用いて仕分けします（写真-2(a)）。ここでは、JIS規格（JIS Z 8801）で製造管理され網間隔が検定された金属製網ふるいを使用し、網目間隔0.075mmまでふるい分け、各ふるいを通過した試料の質量を測定します。この一連の作業（試験）を土粒子のふるい分け試験と称しています。日常生活では、網ふるいは網目間隔の広いものは住宅の網戸や防虫網、細かいものは製菓用粉ふるいや調理用灰汁取りスクリーンなどの高精度なものイメージとなります。更に2mmの網ふるいを通過する粒径2mm未満の土粒子については、水を加え攪拌した泥水（懸濁液）を作成して静置し、時間経過とともに懸濁液中に浮遊する土粒子が比重の大きい（粒径が大きい）ものから順に沈殿し比重が変化して行く状況を、比重に対して突出量の検定された特殊な浮き（浮ひょう）を浮かべ、24時間かけて所定時間ごとに水面からの突出量を記録することで把握します。この試験を土粒子の沈降分析試験（写真-2(b)）と称しています。日常生活では、味噌汁を置いておくと、成分が沈殿する状況を精密に観察しているイメージとなります。



写真-1 金属製網ふるい



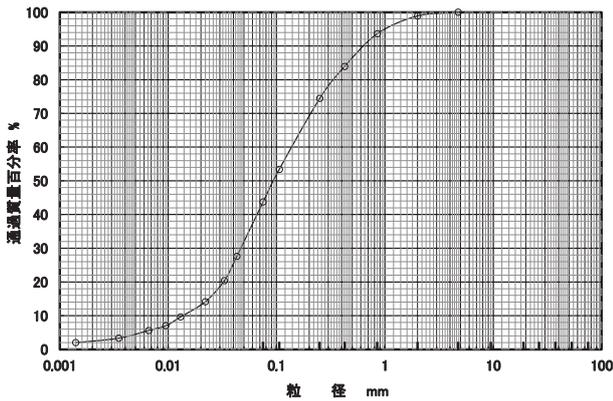
(a) ふるい分析



(b) 沈降分析

写真-2 粒度分析試験

以上の過程より粒径ごとに分級された試料の質量を測定し、各々の含有率を累加し質量百分率として求めます。得られた結果は、土粒子の粒径に対する粒径加積曲線としてまとめます。図-2は実際の土で粒度試験を行い得られた例ですが、前述したように土は10000倍以上粒径が異なる土粒子より構成されているので、粒径を対数軸とする片対数目盛のグラフを使用します。



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
----	-----	----	----	----	----	----	----

図-2 粒径加積曲線の例

続いて試料土の粒度比率より、土の工学的分類を行います。ここでは、粒径0.075mm未満の細粒分、0.075mm以上2mm未満を砂分、2mm以上75mm未満を礫分として質量百分率を集計、各々の質量百分率として求め、図-3に示す三角座標を用い含有率をプロットして、試料土の土質名进行分类します。

図-3は地盤工学会基準に示された地盤材料の工学的分類のうち細粒分の小分類および細粒土の細区分に用いる三角座標の例です。図中の分類表記のうちGは礫質土 (Gravelly Soil) のG、Sは砂質土 (Sandy Soil) のS、Fは細粒土 (Fine-grained Soil) のFを示す分類表記として表記します。質量構成比に対しては、5%以上15%未満の場合は〇〇まじり〇〇とし分類表記間を- (ハイフン) で接続し、15%以上50%未満の場合は〇〇質〇〇として分類記号を連続して表記します。各々一例をあげると、分類記号SFGは細粒分質礫質砂、FS-Gは礫まじり砂質細粒土となります。これまでの説明や図-3からおわかりになられたと思いますが、土は様々なサイズの土粒子が混じり合って構成されており、砂、粘土として分類されるものは殆どないことより、砂は砂質土、粘土は粘性土と称しています。

以上の様に土の工学的分類にあたり実施する作業は一見単純作業主体で簡単そうに思われますが、試料土に含

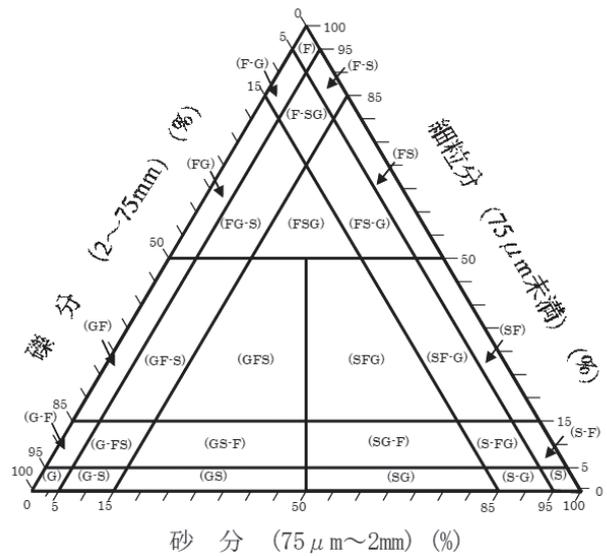


図-3 三角座標

まれる土粒子をふるい分け、質量百分率を求めて分類するので、試料のロスを最小限とすることが要求されます。

具体的には、試験室内の空気の動きやふるい作業時の試料の飛散、網ふるいへの材料の残留 (特に細かいふるい)、作業環境の整備と注意力と集中力が必要となります。地味ですが皆さんが土や地盤材料の試験と聞き連想される大胆な試験のイメージを払拭する繊細な作業を行っています。

■おわりに

ここでは、我々の身近にある地盤材料の工学的な分類の概要と工学的な分類方法の概要などを、日常生活で目の当たりにしている作業や道具を例にあげて紹介しました。地盤材料を身近にとらえていただける機会となれば幸いです。次の機会には砂質土や粘性土の変形特性および力学特性に関して紹介する予定です。

【関連規格】

- ・ JGS 0051:2020 地盤材料の工学的分類方法 (地盤工学会基準)
- ・ JIS A 1204:2020 土の粒度試験方法
- ・ JIS Z 8801:2019 試験用網ふるい

お問合せ先

試験研究センター 構造部 土質基礎試験室
〒565-0873 大阪府吹田市藤白台5-8-1
Tel.06-6834-4787 Fax.06-6872-0784
E-mail : info.doshitsu@gbrc.or.jp