

III-149

塑性指数と細粒分の相関性に着目した土粒子の粒径区分

福岡大学 工学部 正○大嶺 聖

福岡大学 工学部 正 吉田 信夫

1. まえがき

土粒子は粒径によって、砂、シルト、粘土などに区分され、このうち、シルト以下の粒度成分は一般に細粒分と呼ばれている。土の力学特性はこの細粒分含有率に大きく依存するが、粗粒子と細粒子の粒径区分については十分に検討がなされていない。一方、著者らは、砂と粘土の中間的な性質を有する中間土について、その構成要素である粗粒子とマトリックス（細粒子と水から成る部分）の特性からその力学特性を予測する手法を検討してきた。このような考えにおいて、粗粒子と細粒子の粒径区分を明確にすることは重要なことである。本文では、塑性指数と細粒分の相関性に着目して粗粒子と細粒子を区分する粒径について考察する。

2. 細粒子と粗粒子の粒径区分の考え方

粗粒子と細粒子の粒径区分の概念図を図-1に示す。土粒子表面の界面化学的性質の強さを表す活性の度合いは、粘土鉱物などの二次鉱物から成る粘土粒子では著しく高く、一方、一次鉱物である砂粒子などはかなり低い。また、シルト粒子は粘土粒子に近い粒径ものから砂粒子に近い粒径ものまで含まれるので、その性質も粘土粒子あるいは砂粒子に類似した二つのものが存在すると考えられる。自然地盤を成す土は、このような活性の高い粒子と活性の低い粒子で構成されていると考えることができるため、そのコンシステンシー特性は、これらの

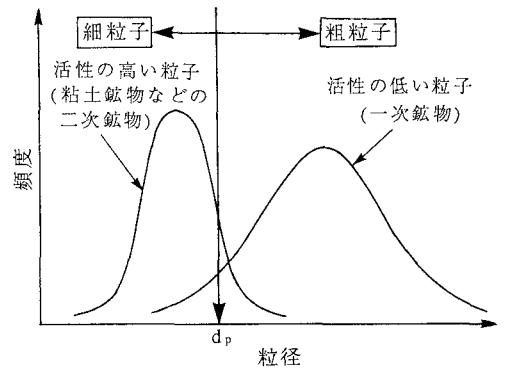


図-1 粗粒子と細粒子の粒径区分の概念図

土粒子の含有割合に支配されることになる。このとき、粘土粒子と同様に活性の高い粒子を「細粒子」、砂粒子と同様に活性の低い粒子を「粗粒子」として区別する。ある粒径によって土粒子を完全に細粒子と粗粒子の二つに分けることはできないが、細粒子と粗粒子を区分する適切な粒径を決定するために、塑性指数との相関性に着目する。まず、粗粒子と細粒子を区分する任意の粒径を d とし、この d 以下の粒子の含有率と塑性指数との間に直線関係が成り立つと仮定する。そして、様々な粒度を持つ試料に対して粒径 d 以下の粒子の含有率と塑性指数の相関関係を求める。このような粒径区分において、土粒子が砂粒子あるいは粘土粒子の性質に近いものの集まりとして適切に分けられたときに塑性指数と最も高い相関性を示すものとする。このときの粒径を粗粒子と細粒子を区分する粒径 d_p とする。また、 d_p 以下の粒子含有率（細粒分含有率）を F_p とする。

3. 塑性指数と細粒分含有率の相関関係

3.1 試料の物理特性

試料は、日本各地の9つの海成粘土¹⁾に2つの有明粘土を加えた計11種類の自然粘性土である。これらの試料のコンシステンシー限界を表-1に、粒径加積曲線を図-2に示す。いずれの試料も砂から粘土までの幅広い粒度を有する。

表-1 試料のコンシステンシー限界

No.	試料	液性限界 WL(%)	塑性限界 WP(%)	塑性指数 IP
1	青森	81.8	34.2	47.6
2	新潟	70.9	33.2	37.7
3	富山	78.4	35.2	43.2
4	川崎-1	84.5	33.4	51.1
5	川崎-2	55.3	25.9	29.4
6	神戸	86.1	30.3	55.8
7	名古屋	45.5	21.8	23.7
8	境港	54.2	25.8	28.4
9	大分	41.8	29.2	12.6
10	有明-1	125.1	45.4	79.7
11	有明-2	104.8	44.3	60.5

(No.1~9は参考文献1)より)

3. 2 相関係数

任意の粒径以下の粒子の含有率と塑性指数の相関係数 r とそのときの粒径 d の関係を図-3 に示す. 相関係数 r は, 粒径 5 から $75\mu\text{m}$ のシルトの範囲の中で明確な最大値を示す. その最大値は, 粒径が約 $10\mu\text{m}$ である. すなわち, 粗粒子と細粒子を区分する粒径は $d_p = 10\mu\text{m}$ となり, $d_p = 10\mu\text{m}$ 以下の粒子含有率($=F_p$)をここでは細粒分含有率 F_{10} と表す.

図-4 は, このときの塑性指数 I_p と細粒分含有率 F_{10} の関係を示したものである. 塑性指数は, 細粒分含有率 F_{10} にほぼ比例して増加することが分かる. なお, この粒径 $d_p = 10\mu\text{m}$ については, 前報²⁾の有明粘土について求めた値と一致する.

Skempton³⁾ は, 塑性指数と $2\mu\text{m}$ 以下の粒子の含有率がほぼ比例関係にあることを確かめ, この比例係数を活性度と定義している. しかしながら, 図-3 で示されるように, ここで用いた試料では, 塑性指数と最も相関性のよい粒径区分は $10\mu\text{m}$ である. このことは, 比較的粒径の小さなシルト粒子の中で粘土粒子と同様に活性の高いものが含まれているためであると考えられる.

4. まとめ

日本各地の粘性土について, 塑性指数と任意の粒径以下の粒子含有率との相関係数を求めた結果, $10\mu\text{m}$ 以下の粒子含有率と最も相関性が高い結果が得られた. すなわち, ここで提案する粗粒子と細粒子を区分する粒径は $10\mu\text{m}$ となり, このときの細粒分含有率は, 非塑性の土を含む広範囲の中間土の力学特性を定量的に評価するための有効な指標となり得るものと考ええる.

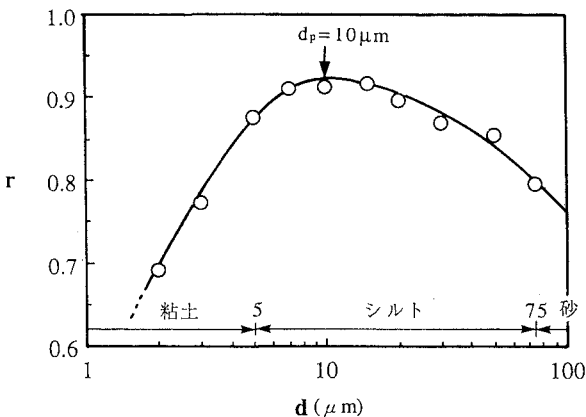


図-3 総相関係数 r と粒径 d の関係

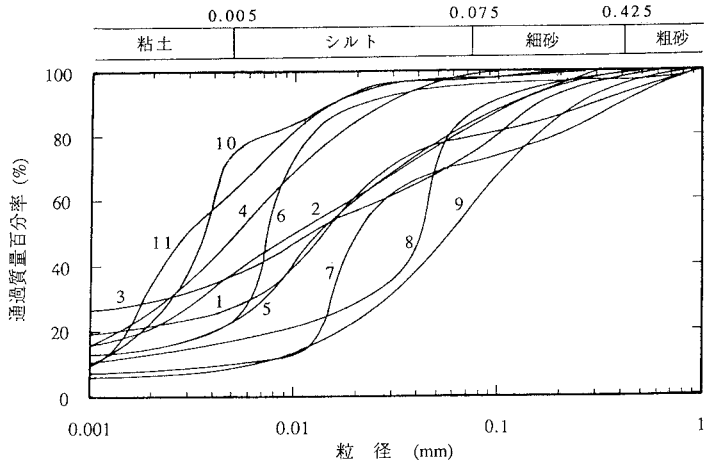


図-2 試料の粒径加積曲線

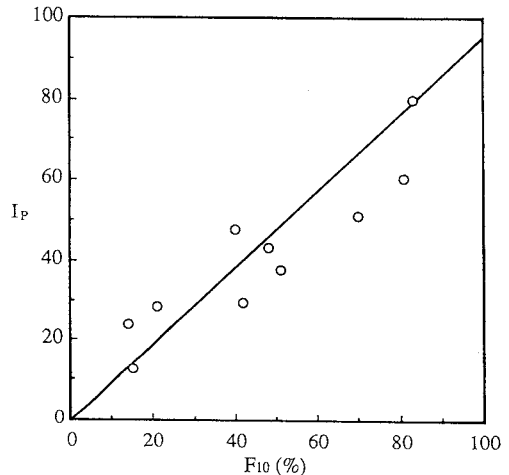


図-4 塑性指数 I_p と細粒分含有率 F_{10} の関係

【参考文献】1) Nakase, A., Kamei, T. and Kusakabe, O. (1988): Constitutive parameters estimated by plasticity index, ASCE, Vol.114, No.7, pp.844~858. 3) 大嶺他(1989): 混合土のせん断特性に及ぼす細粒分の影響, 第24回土質工学会研究発表会, pp.693~696. 4) Skempton, A.W. (1953): The colloidal activity of clay, Proc., 3th Int. Conf. S.M.F.E., No.1, pp.57~61.