

1. はじめに

多種多様な土質の中で、特に真砂土のような花崗岩質風化残積土の場合、運積土と違い長年の観察から、粒径分布にかなり明瞭な規則性があるのではないかと気付き、10 数年前に当研究室では、岩石の風化過程を数学的に考察して、1つの粒度式を誘導した¹⁾²⁾。この粒度式が真砂土に限らず広範な土質材料に対して適用可能なことは、これまでの実証的検討の結果から明らかになっている³⁾。しかし従来は大部分、連続粒度を扱ったものであった。そこで本報では、前報⁴⁾に引続き不連続粒度をもつ粒状材を対象に、前報で扱わなかった河海工学分野の自然砂礫材料、つまり河床材料や海浜砂の例を具体的に取り上げ、粒度式の適用性について検討したので、その結果について報告する。

2. 粒度式とその当てはめ

粒度式は次のようなものである。すなわち、ふるい比えを有する一連のふるいで風化生成物をふるい分けしたとき、最大粒径 $D_{\max}$ から数えて n 番目のふるい径 D_n を通過する通過質量百分率を p_n とすれば、 p_n は次式で表現される。

$$p_n = 1 - \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{m+i-1}{m-1} \right) \cdot (1-r)^m \cdot r^i \quad , \quad n = \frac{\log \left(\frac{D_{\max}}{D_n} \right)}{\log \lambda} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中、 m と r は粒径加積曲線の形状を決める係数である。

式の当てはめ方法は、従来¹⁾⁵⁾と同様、まず実測の粒径分布から分布の平均 μ と分散 σ^2 を求め、式(2)より m 、 r を算定する。

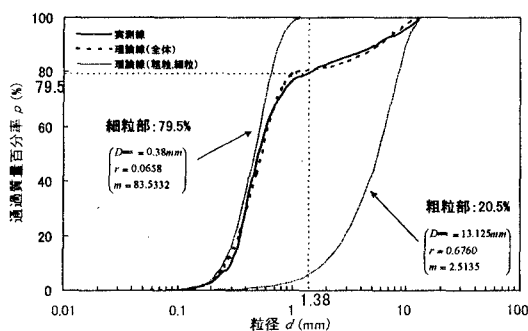
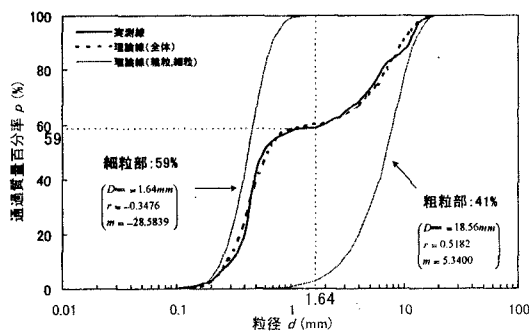
$$m = \frac{\mu^2}{\sigma^2 - \mu} \quad , \quad r = 1 - \frac{\mu}{\sigma^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

得られた m 、 r を式(1)に代入して計算すれば理論線が求まる。

3. 河床材料への粒度式の適用

山本⁶⁾は、日本の河床材料の代表的粒度分布形として黒部川、利根川、長良川、斐伊川の場合を図示し、分布特性と地形との関連性について述べている。ここでは、長良川の場合を取り上げて検討する。

図-1、図-2は長良川の河口より32、38(km)における河床材料の粒径加積曲線(実線)を例として示したものである。これらの図中には、2節で述べた方法によって式(1)を当てはめて求めた理論線が破線で描かれている。実測線と理論線の比較から、このような河床材料に対しても粒度式が全粒度範囲にわたって非常に良く適合することが分かる。

図-1 長良川の河床材料の例 (32km 地点)⁶⁾図-2 長良川の河床材料の例 (38km 地点)⁶⁾

4. 海浜砂への粒度式の適用

海浜砂の例として、ここでは Visher の論文⁷⁾から粒度組成に及ぼす堆積環境の影響を調べるため採取された多数の砂試料のうちで米国南カロライナ州の Forest 海浜砂を取り上げることにする。彼の論文では、海浜砂丘から感潮部、さらに沖合へと 6 地点で採取した砂の粒度組成が求められており、それらのいずれもが正規確率紙上（ただし、縦軸に加積残留率が、また横軸に ϕ スケールが用いられている）で 3 本とか 4 本の直線の組み合わせとして表されることを示唆している。図-3 は、そのうちの一例を示したものであるが、縦軸を加積残留率から通過質量百分率へ、また横軸を ϕ スケール表示から通常の粒径 d (mm) へと換算して描いてあることを断って置く。

さて、この図上の実測線から地盤工学の分野で常用されている粒径分布の表現法に直すと、図-4 中の実測線（太線）が得られる。この実測線に対し、2 節で述べた方法で粒度式を当てはめたものが図-4 中の破線である。図から、粒度式を使用することによって僅か 2 組の粒度の合成で工学的に十分な精度で表現できることがわかる。なお、この種の資料として他にも、土石流の分野における土石の粒度分析結果を取り上げ、3 組の対数正規分布を当てはめた合成粒度に代わり粒度式を用いて 2 組の理論曲線の合成として描いた例⁸⁾があるので、参考にしていただきたい。

5. 結び

本論文では、不連続粒度をもつ粒状土として、自然界に存する不連続粒度（海浜砂、河床材料）を具体的にに取り上げ、先に提案した粒度式を当てはめ、式の適合性について検討した。その結果、粒度式はこうした特異な不連続粒度をもつ自然砂礫材料に対しても、粒度式に従う複数の粒径分布の合成という操作を経て巧く表現でき、工学的に十分な精度で利用できることが判明した。このことにより、土の粒度式としての普遍妥当性と利用価値が一層高まったと言える。

参考文献

- 1) 福本武明：真砂土の粒径分布に関する一考察，第 22 回土質工学研究発表会，pp.165~166，1987。
- 2) 福本武明：真砂土の粒度式について，第 23 回土質工学研究発表会，pp.197~198，1988。
- 3) 福本武明：土の粒径分布に関する検討，土木学会論文集，No.475/III-24，pp.11~18，1993。
- 4) Fukumoto, T.: A Grading Equation for Decomposed Granite Soil, Soils and Foundations Vol.30, No.1, pp.27~34, 1990。
- 5) ラクデー スパラーク，福本武明：不連続粒度をもつ粒状材への粒度式の適用，土木学会関西支部年次学術講演会，1999。
- 6) 山本晃一：河床材料から見た河川の特徴，土木技術資料，Vol.21-1，1979。
- 7) Visher, G. S.: Grain size distributions and depositional processes, Journal of Sedimentary Petrology, Vol.3, pp.1074~1106, 1969。
- 8) 福本武明：土の粒度式の特性，土木学会論文集，No.469/III-23，pp.103~110，1993。

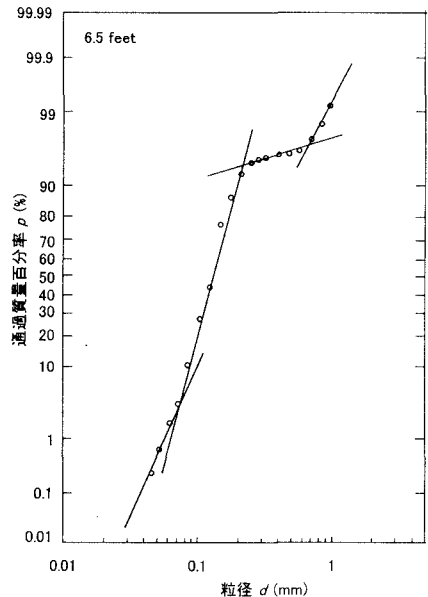


図-3 Forest 海浜砂⁷⁾の実測粒径分布
(対数正規確率紙による表示)

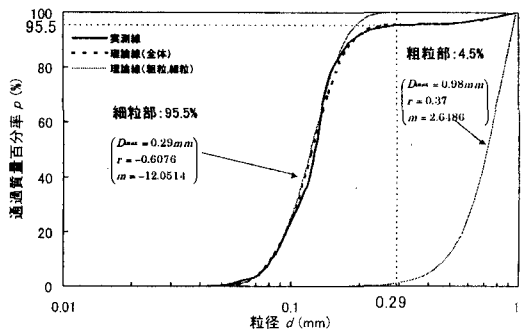


図-4 Forest 海浜砂⁷⁾の粒径加積曲線