

粒度評価径と AASHTO の群指数の関係

大阪土質試験所 正会員 福田 光治
大阪土質試験所 正会員 諏訪 靖二
岐阜大学工学部 フェロー 宇野 尚雄

1. まえがき

質量基準粒度分布から、個数基準粒度分布の代表値を求め、後者の概念を利用して透水係数や内部摩擦角 ϕ' に対する経験式を誘導した^{1),2)}。そして、この中で粒度評価径 d_c を定義し、この値によって日本統一分類法の構造的特性を明らかにすることができた。連続量を対応させた分類法としてアメリカ AASHTO の群指数 GI ³⁾がある。本研究では同じ連続量を基礎とする分類方法である群指数 GI と粒度評価径 d_c の関係を示すことによって細粒土分類を含めた粒度評価径法の有効性を明らかにした。

2. 粒度評価径と AASHTO の群指数の定義

粒度評価径法における粒度評価径は式(1)で群指数は式(2)で示される。

$$d_c = 0.3d_{50}/\exp \{0.5(0.484+0.420\ln U_c)^2\} \quad (1)$$

$$GI = (F_1 - 35) [0.2 + 0.005(w_L - 40)] + 0.01 (F_2 - 15) (I_p - 10) \quad (2)$$

ここに d_c : 粒度評価径(mm), d_{50} : 50%粒径(mm), U_c : 均等係数, F : 75 μ m ふりを通過する質量百分率(%), ただし F_1 の最大値は 75%, F_2 の最大値は 55%, w_L : 液性限界(%), ただし w_L の最大値は 60%, I_p : 塑性指数(%), ただし I_p の最大値は 30%である。この計算では GI が負の値になると 0 とし、また、液性限界が求められなかったり、NP の場合は 0 とすることが決められている。群指数による分類法の利用方法として、土の統一分類法との対比や、後に示す表-1 のような分類名と群指数を対応させ、道路構造上必要な土質特性が示されている。

3. 粒度評価径と群指数の関係

群指数は粗粒土から細粒土までを対象とする分類指数である。しかし、粗粒土に対応する A-1, 3, 2 の群指数は $GI=0$ であり、相互の関係を区別することはできないことは明らかである。

また群指数 GI の計算では 75 μ m フルイ通過率、液性限界、塑性指数の最大値に条件を設け、群指数 GI の範囲を 0~20 にしているが、この制約の意義は明らかでない。本研究は幅広い適用条件を考察することが目的であるため、群指数 GI の計算上の制約条件を外した場合も検討した。そして正規の方法で計算した群指数を正規群指数 GI (正規) とし、制約を無視して計算した場合の群指数を一般化群指数 GI (参考) と呼ぶことにする。

図-1 は両者の計算方法で得られた群指数を示している。

正規の条件下で計算した群指数 GI (正規) を基準にすれば $0 < GI \leq 20$ の範囲では、制約をはずして計算された一般化群指数 GI (参考) とは強い相関がみられるが、群指数 GI (正規) > 10 付近から後者の値がやや大きくなっていく。つまり、正規群指数 GI (正規) の計算にお

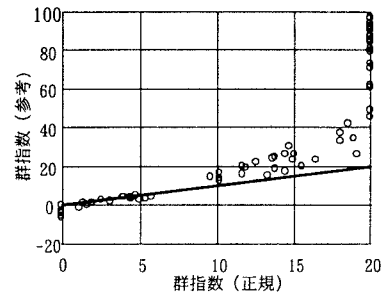


図-1 群指数の計算方法の比較

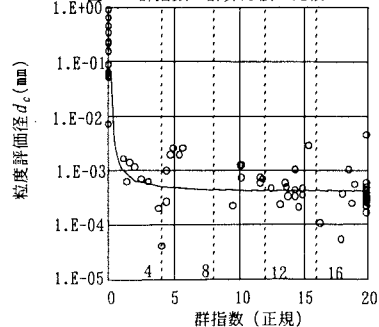


図-2 粒度評価径と群指数

ける制約条件によって土質特性を閉じ込める役割を果たしていることがわかる。また正規群指数 GI (正規) が 0 の場合でも、一般化群指数 GI (参考) は値があり、正規群指数の両端部に属する土の特性に対応する可能性がある。

図-2 は群指数 GI と粒度評価径 d_c の関係を示している。

群指数 $0 < GI \leq 20$ のゾーンにおいては粒度評価径 d_c と群指数 GI の関係はばらつきはあるが近似的に式(3)の関係がみられる。

$$d_c = 0.0004 \cdot \exp(1/GI) \quad (3)$$

これに対し図-3 に示すように一般化群指数 GI (参考) も粒度評価径 d_c と双曲線関数的な関係を示しているが、正規群指数 GI (正規) が 40 以上になれば、粒度評価径 d_c の変化は少なくなる。また、群指数がマイナスの時 0.001 以上の粒度評価径 d_c が対応し、マイナス側になるに従って、粒度評価径 d_c は対数上で急激に増加する傾向が示される。

従って粒度評価径 d_c は群指数 GI と対応関係があり、かつ群指数 $GI=0$ として同一グループに扱われていた粗粒側でも一般化群指数 (参考) に関係する連続した値であることは明らかである。また、細粒側でも群指数の変化に対応しており、この意味では粒度評価径 d_c が群指数に比べて適用範囲が広く、表-1(2),(3)のように示される。

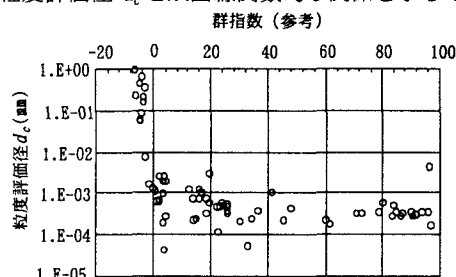


図-3 粒度評価径と群指数

表-1 粒度評価径と AASHTO の群指数

(1)	AASHTO分類	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
		A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-2-5 A-2-6
(2)	群指数	0	0	0	4以下				8以下	12以下	16以下	20以下
(3)	粒度評価径	約 2×10^{-3} 以上				約 2×10^{-3} ~ 1×10^{-3}		約 1×10^{-3} ~ 9×10^{-4}	約 9×10^{-4} ~ 8×10^{-4}	約 8×10^{-4} ~ 5×10^{-4}	約 5×10^{-4} ~ 3×10^{-4}	
(4)	Casagrandeの分類	GC, SC		GW, GD	GF, S				ML, CL, OL	MH	CL, CH	CL, OL, CH, OH
(5)	粒度評価径	1×10^{-2} ~ 1×10^{-1}		1×10^{-1} ~ 1×10^1	1×10^{-4} ~ 1×10^{-2}				1×10^{-5} ~ 1×10^{-3}	1×10^{-6} ~ 1×10^{-3}	1×10^{-6} ~ 1×10^{-3}	1×10^{-6} ~ 1×10^{-5}

従って粒度評価径 d_c を使用すれば A-1, 2, 3 のゾーンをさらに詳細に分類できることを示している。

表-1(4), (5) は AASHTO の分類と Casagrande の関係を示してあり、片平の「道路工学」⁴⁾ から引用した。

さらに Casagrande の分類に対応すると考えられる日本統一土質分類法と粒度評価径 d_c の関係は既に研究²⁾ されているので、最下段には日本統一土質分類法に対応する粒度評価径 d_c を示した。

この結果によれば、正規群指数と粒度評価径の関係から求めた関係と、分類名を根拠に求めた粒度評価径と群指数の関係は類似した結果を得ることができるが、粒度評価径による分類が簡便なことが分った。

4. むすび

本研究で示した粒度評価径は粗粒土をモデルとして導入した考えであるが、細粒分含有率やコンステンシ特性から構成される AASHTO の群指数 GI と強い相関があることを明らかにした。また、群指数 GI は粗粒土では $GI=0$ になるが、粒度評価径は d_{50} と U_c の 2 因子で表現され、粗粒土の分類もできるので、一つの連続量である粒度評価径による分類がシンプルで、合理的であることが分った。

参考文献)

- 1) 福田光治, 宇野尚雄, 透水係数に関係する粒度分布と間隙指標, 土木学会論文集 No.561/III-38, pp.193-204, 1997, 2) 福田光治, 宇野尚雄, 「粒度評価径」の提案とそれに基づく日本統一土質分類法の分析, 土木学会論文集, III部門 12 月号に掲載予定, 1997, 3) ASTM:D3282-83, pp.532-539, 4) 片平信貴: 土木工学監修「道路工学」, 技報堂, pp.242-246, 1967.