

III-166

自然砂の $k-e_{min}$ 図による工学的分類

八戸工業大学 正員 諸戸 靖史

はじめに

たとえば軟弱地盤改良の目的でサンドコンパクションパイルが採用されたときに使用される砂はせん断強度と透水係数が要求される。サンドコンパクション工法が単に軟弱地盤の強度補強のために用いられるならば、使用される砂の内部摩擦角 ϕ が問題になる。筆者は内部摩擦角 ϕ のような性質を粒状体物性と呼び次のように書いてきた。

$$\text{粒状体物性} = f \text{ (粒子の在り方, 粒子物性)} \quad (1)$$

いま、この式を

$$\sin \phi = f_1 \text{ (粒子の在り方)} \times f_2 \text{ (粒子物性)} \quad (2)$$

と書き換えるならば、 f_1 は間隙比 e 、乾燥密度 P_d 、相対密度 D_r あるいは締固め度 C_f の関数となり、 f_2 は粒度分布、粒子の形状(ラウンドネス)、粒子の強さ等で表現されることになる。

式(2)として

$$\sin \phi = k / (1 + e_0) \quad (3)$$

を採用すると、 $f_1 = 1 / (1 + e_0)$ 、 $f_2 = k$ となっている。

つまり、 $k = (1 + e_0) \sin \phi$ は粒子物性によって定まることになる。そこでこの k と e_{min} (最も密な状態の間隙比) と関係付けて考えようとしたのが筆者のアイデアであり、次のように表されることが知られた(例えば Moroto, 1982)。

$$k = a e_{min} + b \quad (4)$$

ここに粒子破碎があまり見られない場合には a 、 b は粒度とラウンドネスで与えられる定数である。そして一様粒度の破碎性があまり見られないであろう多くの砂のせん断試験結果において

$$\bar{k} = 1.290 e_{min} + 0.314 \quad (5)$$

と整理された(下辺・諸戸, 1990)。ここに、 $\bar{k}$ は初期間隙比が異なる試験データの平均的な k の値。

実務者の側からこの $k-e_{min}$ 図に興味を示したのが Geo-Coast 91 に提出された Battri et al (1991) の論文である。そこでは北海道を除く全国の細粒分が混入している砂をサンドコンパクションパイル用砂として検討している。そこではやや密な砂について

$$k = 0.78 e_{min} + 0.58 \quad (6)$$

の関係がみられる。つまり、式(6)は式(5)よりも直線の傾度が緩やかになっている。この理由は e_{min} の低いところでは粒度分布が少し良くなっているものもあろうし、 e_{min} が大きいところでは破碎を許す試料もあることが考えられる。ただし、 e_{min} が豊浦砂のような 0.6 程度の値を持つ砂に対しては両者の直線は同様の値をもつ。

ここで注意しなければならないのは図-1 に示されている山砂(凝灰質)である。粒度や細粒分は他と変わらないが品質に劣ることが知られる。これは、これらの山砂の細粒分が悪さをしているものと考えられる。その理由として同じ山砂を水と摩擦で洗ったもの(洗砂)は普通の砂と同位置を示している。したがって、 $k-e_{min}$ 図は自然の砂の工学的分類を行う上でも有用となるものと考えられる。

引用文献

- 1) Moroto, N. (1982) : An application of Mogami's strength formula to the classification of granular soils, S&F, Vol. 22, No. 1, pp. 82-90
- 2) 下辺・諸戸 (1990) : 粗粒土の粒子物性、締り具合と内部摩擦角, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集, 第Ⅲ部門, pp. 728-729

