

コーン指数に寄与する因子について

協同組合 関西地盤環境研究センター ○李 俊憲, 服部 健太
松川 尚史, 中山 義久

1. はじめに

地盤の強さを表す指標の一種であるコーン指数 q_c (kN/m²) は、一般的に宅地盛土等の品質管理¹⁾、建設機械のトラフィカビリティーの指標²⁾、また、建設工事で発生する建設発生土の土質区分³⁾の分類等に利用されている。このように、コーン指数を用いた土質区分基準や強度基準値は規定されているものの、コーン指数に寄与する因子については研究事例が数少ないのが現状である。

そこで、実現場で施工実績がある多様な試料を用いて含水比、粒度分析、乾燥密度等に着目し、どのような因子がコーン指数に影響を与えるのかについて報告する。

2. 土試料

本研究で用いた試料は、図-1にプロットされる粒度特性を持つ120個である。また、火山灰粘土、有機質粘土等の特殊土を除いた試料（粘性土から礫質砂まで）であり、粒径幅が広い試料や分級された試料も含まれる。

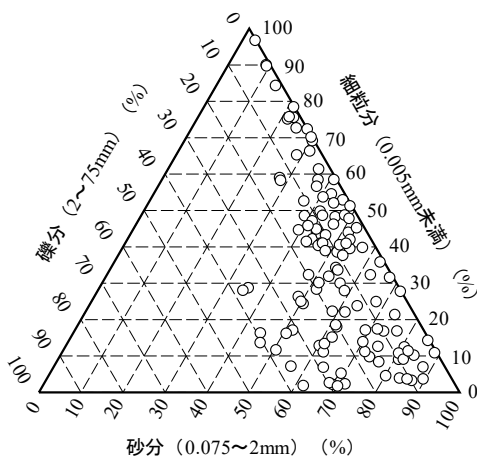


図-1 試料における三角座標

3. 試験方法および試験装置

室内試験は、土粒子の密度試験⁴⁾ (JIS A 1202-2009)、土の粒度試験⁴⁾ (JIS A 1204-2009)、土の液性限界・塑性限界試験⁴⁾ (JIS A 1205-2009) および締固めた土のコーン指数試験⁴⁾ (JIS A 1228-2009) に準じて実施した。締固めた土のコーン指数試験の供試体は、4.75mm ふりを通り、通過した自然含水比状態の試料を用いて JIS A 1210 の突固め方法の呼び名 A (2.5kg ランマー落下高30cm、各層25回/3層突固め) によって作製した。

一方、図-2にはコーン指数試験装置を示している。試験装置は、荷重計、変位計、ロッド、先端コーンから構成され、供試体はモーターで下から上に持ち上げる仕組

みになっている。試験方法としては、供試体につり下げたコーンの先端が供試体上端中央部に鉛直に立てるように調整した。その後、1cm/s の速度でコーンを貫入させ、先端コーンの貫入深さが5cm、7.5cm および10cm の時の荷重を読み取り、平均貫入抵抗力 (Q_c) から式-1により、コーン指数 (q_c) を求めた。ここで、A はコーン先端の底面積である。

$$q_c(\text{kN/m}^2) = Q_c(\text{N}) \div A(\text{cm}^2) \times 100 \quad (\text{式-1})$$

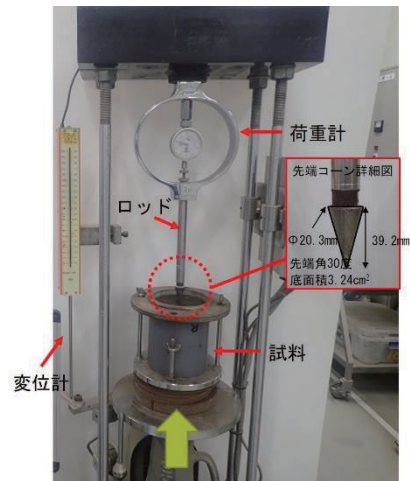


図-2 コーン指数試験装置

4. 試験結果および考察

試験から求めた全試料の湿潤密度 (ρ_t) とコーン指数 (q_c) の関係を図-3に示している。 q_c は湿潤密度が大きくなるにつれ、大きくなる傾向を示しているが同様な湿潤密度であっても q_c のばらつきが段々大きくなっている。

それは、それぞれの試料が持つ含水状態、つまり飽和度と強度に関係していると考えられる。そこで、含水比の影響を除くため、飽和状態である供試体のみを考察した。本論文では、それぞれの試料における飽和度が90%以上であれば飽和していると思なした。

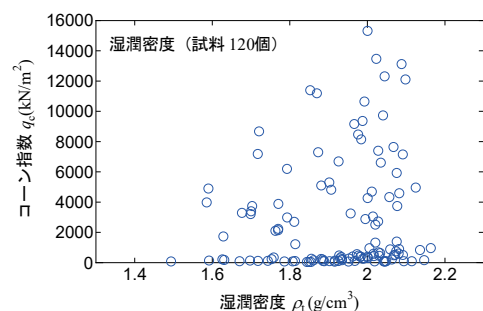


図-3 ρ_t と q_c

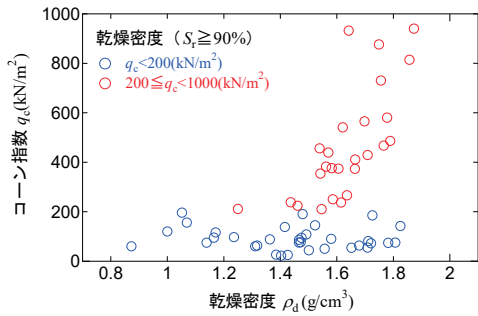


図-4 ρ_d と q_c

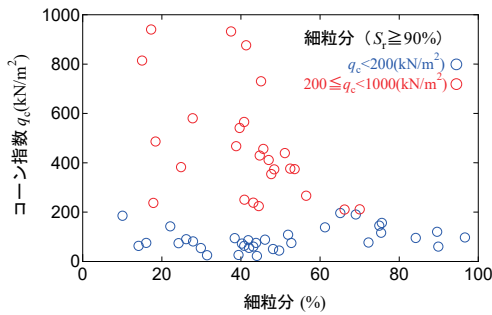


図-5 細粒分と q_c

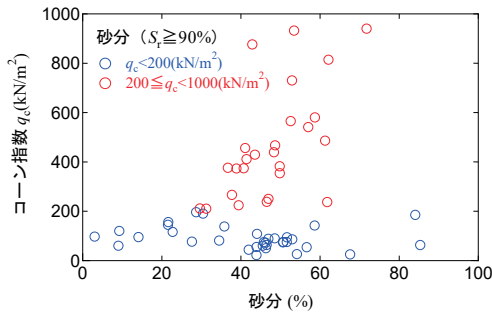


図-6 砂分と q_c

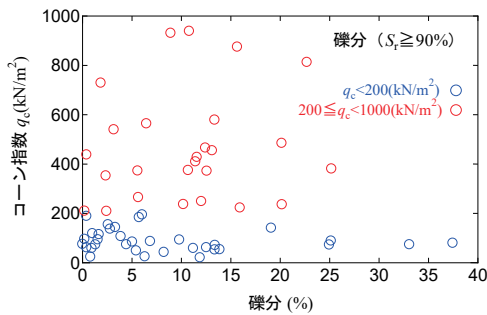


図-7 礫分と q_c

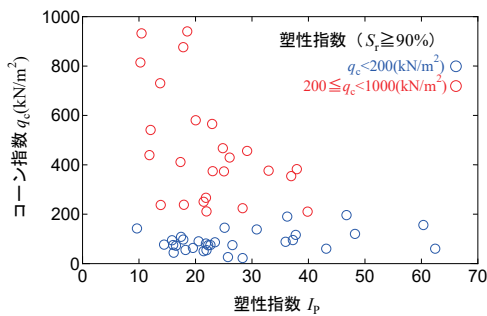


図-8 I_p と q_c

飽和状態 ($S_r \geq 90\%$) の試料の数は60個である。図-4～図-8は、飽和状態における q_c と乾燥密度 ρ_d 、細粒分、砂分、礫分、塑性指数の関係を示している。対象とした試

料は試料分類名に関係なく全ての q_c が 1000kN/m^2 以下になることが分かった。図中のオレンジ色は、 q_c が 200 以上～ 1000kN/m^2 以下で、青色は、 q_c が 200kN/m^2 未満を示している。図-4の q_c と ρ_d の関係では、 q_c が 200kN/m^2 以上の場合、 ρ_d が増加するにつれ、ばらつきはあるが q_c は増加する傾向を示している。しかし、 q_c が 200kN/m^2 未満では、 ρ_d と q_c の関係は低かった。図-5の q_c と細粒分の関係では、 q_c が 200kN/m^2 以上の場合、細粒分が約 $20\% \sim 40\%$ 間で、 q_c は最も大きい値を示すが細粒分が 40% 以上では、ばらつきはあるが減少する傾向を示している。

しかし、 q_c が 200kN/m^2 未満では、細粒分と q_c の関係は低かった。図-6の q_c と砂分の関係では、 q_c が 200kN/m^2 以上の場合、砂分が増加すると q_c は増加する傾向を示すが、 q_c が 200kN/m^2 未満では、砂分と q_c の関係は低かった。

図-7の q_c と礫分の関係では、 q_c のばらつきが多きいことから砂分と q_c の関係は低かった。図-8の q_c と I_p の関係では、 q_c が 200kN/m^2 以上の場合、ばらつきはあるが I_p が $10 \sim 20$ 間で、 q_c 最も大きい値を示し、 I_p が増加すると q_c は減少する傾向を示す。一方、 q_c が 200kN/m^2 未満では、 I_p と q_c の関係は低かった。 q_c が 200kN/m^2 未満で、それぞれの因子と q_c との関係が低かった原因として確かではないが、試料に突固めを実施しても締固まりづらい状態での貫入抵抗力は小さく、その影響でばらつきが大きくなったと考えられる。その理由で、土質区分に対応した適応用途標準³⁾でも、適切な土質改良を行う必要があることを指摘したと考えられる。

5. 結論

試料におけるコーン指数と飽和状態、礫分、砂分、細粒分、乾燥密度および塑性指数との関係をまとめると

- (1) 飽和状態を考慮しない場合には、湿潤密度が増加すると q_c も増加する傾向であるがばらつきが大きい。
- (2) 飽和状態 ($S_r \geq 90\%$) では q_c は試料分類名に関係なく q_c が 1000kN/m^2 以下になる。
- (3) q_c が 200kN/m^2 未満では、 ρ_d 、細粒分、砂分、礫分、 I_p と q_c との関係は低かった。
- (4) q_c が 200kN/m^2 以上では、明確ではないが ρ_d 、細粒分、砂分、 I_p と q_c との関係性がある。

《引用・参考文献》

- 1) 宅地防災研究会:宅地防災マニュアルの解説(I), 第二次改訂版, pp.125-178, 2007.
- 2) 日本道路協会編:道路土工要綱(平成21年度版), p.287, 2009.
- 3) 土木研究センター編:建設発生土利用技術マニュアル(第4版), pp.27-35, 2013.
- 4) 地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会:地盤材料試験の方法と解説一二分冊の1一, 社団法人 地盤工学会, 2009.