

Ⅲ－3

砂地盤の支持力の変動に関する研究

八戸工業大学 学生会員 ○高橋 杏

八戸工業大学 長見 美由希

八戸工業大学大学院 学生会員 川崎 栄久

1. 目的

基礎構造物を構築する場合、極限支持力の検討が行われる。極限支持力 qu は Terzaghi の支持力公式や平板載荷試験により求められる。Terzaghi の支持力公式による極限支持力は強度定数 (C, ϕ) に大きく依存しているものの、拘束圧の増加に伴う (C, ϕ) の変動を考慮することはできない。そこで本研究では、三軸圧縮試験と平板載荷試験により地盤の力学的性質や粒子破碎の発生、変動する強度定数 (C, ϕ) が極限支持力 qu に与える影響を調べることを目的としている。基礎の偏心傾斜を考慮した支持力公式を (1-1) に示す。

$$qu = Ae \left\{ \alpha kc Nc + kq Nq + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B e N\gamma \right\} \quad (1-1)$$

Ae : 有効載荷面積 (m^2), α, β : 基礎の形状係数, q : 上載荷重 (kN/m^2) $q = \gamma \cdot 2Df$
 κ : 根入れ効果に対する割増係数, γ_1, γ_2 : 支持地盤および根入れ地盤の単位重量 (kN/m^3)

Be : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m) $Be = B - 2e_B$

B : 基礎幅 (m), e_B : 荷重の偏心量 (m), Df : 基礎の有効根入れ深さ (m)

2. 実験概要

三軸圧縮試験と平板載荷試験では、青森県八戸市を流れる馬淵川河口の砂を対象とした。試験条件は CD (圧密排水) で、圧密後に圧縮試験を行った。ひずみ速度は、0.45%/min とし、載荷方法は変位制御で、供試体の高さの 15~20% まで載荷した。試験の拘束圧は 12 段階 (100・150・200・550・650・750・1000・1200・1300・1800・1900・2000 kPa) で変化させ、主応力差の最大値から拘束圧の違いによるモールの応力円を求めた。また、三軸圧縮試験後の砂の粒子破碎を確認するため電子顕微鏡による観察とふるい分けによる粒度試験を行った。

地盤の平板載荷試験機は、トラス構造の反力フレーム、直径 30cm の載荷板、載荷容量 50kN の油圧ジャッキを用いた。その概要を図-1 に示す。載荷方法は、一定の速さで段階的に載荷するものとし、1 サイクル方式を採用した。荷重段階は 8 段階で荷重速度は、1 分間あたり 150 kN/m² 以下とした。なお、平板載荷試験と変動する (C, ϕ) を式 (1-1) に代入して得られる極限支持力の比較も行った。

3. 結果

三軸圧縮試験より、馬淵川河口砂及び高瀬川放水路砂の Mohr-Coulomb の破壊包絡線がそれぞれ得られた。馬淵川の試験結果を図-2 に示す。これより拘束圧に対応した強度定数 (C, ϕ) が得られた。次に、試験後の砂粒子を倍率 50 倍の電子顕微鏡で確認したところ、拘束圧 0kPa の土粒子に比べて細かくなっていることが確認された。また、粒度試験においても三軸圧縮試験後の砂粒子が細かくなっていることが確認された (図-3)。

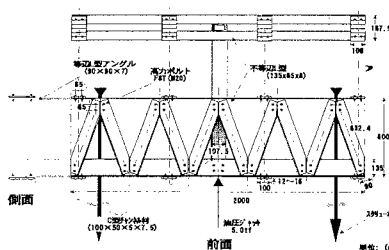


図-1 平板載荷試験機概要図

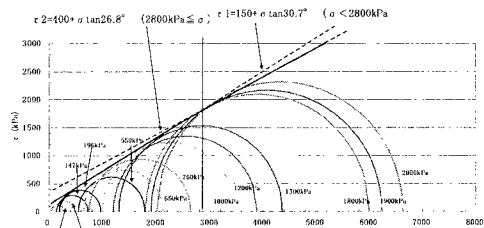


図-2 Mohr-Coulomb の破壊基準 (馬淵川河口砂)

また、平板載荷試験によって得られた荷重強さ - 沈下曲線から、馬淵川河口砂は緩い砂に見られる局所せん断破壊を描いていることが確認された(図-4)。平板載荷試験と式(1-1)により得られた極限支持力を比較したところ、表-1のように拘束圧 σ_3 により極限支持力が変動した。

4. 考察

三軸圧縮試験より、それぞれの砂において拘束圧が増加するにつれて内部摩擦角 ϕ が減少し、粘着力 C が増加するという現象が見られた。これは地盤が鉛直荷重を受けるとき、拘束圧が大きいと、砂粒子が破碎を伴いながら、せん断強さを低下していくと考えられる。拘束圧を受け破碎した地盤はせん断強さを低下させていくものの、地盤の見掛けの粘着力が発揮されるので、極限支持力は増加する(表-1参照)。拘束圧を考慮しないで算出すると、極限支持力を過小に評価することになる。基礎構造物の設計をするとき、基礎を拡大したり、地盤改良を行うなどの対策が必要となり、非合理的である。拘束圧に依存した C 、 ϕ によって極限支持力を算出することで建設コストの削減、基礎構造物の小型化、より大きな構造物の実現等が図れるものと考えられる。以上から地盤の力学特性や粒子破碎の発生、強度定数(C 、 ϕ)の変動などを考慮した式の提案が必要であると考えられる。

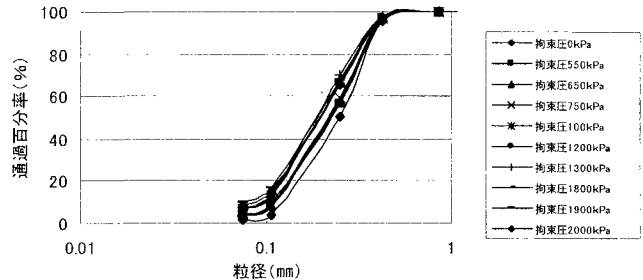


図-3 粒度試験

表-1 極限支持力の算定

σ_3 (kPa)	c (kPa)	ϕ (deg)	支持力公式	現位置試験
0~2800	150	30.7	234	30.7
2800~	400	26.8	405	—

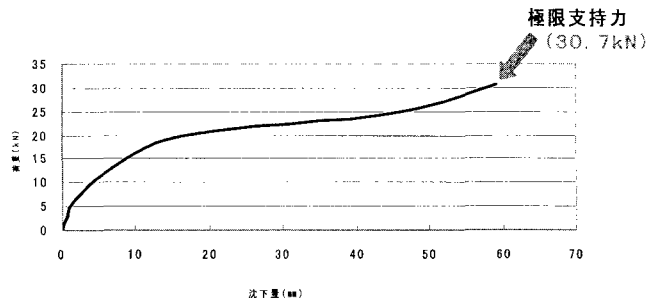


図-4 荷重 - 沈下曲線

5. まとめ

- 1) 地盤が極限状態へ移行するとき、見掛けの ϕ が小さくなり、見掛けの C が増加するという事が証明できた。
- 2) 電子顕微鏡を用いた観察で粒子破碎の状況を確認する事ができた。
- 3) 三軸圧縮試験と平板載荷試験の結果から、拘束圧を考慮せずに算出した極限支持力が過小に評価されていることが確認された。
- 4) 平板載荷試験から、馬淵川河口砂は荷重 - 沈下曲線で局所せん断破壊であることが確認された。
- 5) 地盤では高圧領域になると ϕ と C は変動しており、設計を行う際には、変動する強度定数(C 、 ϕ)を用いることで合理的な設計ができる。今後、強度定数の変動を考慮した評価方法を考案するべきである。

6. 今後の方針

- 1) 三軸圧縮試験において、拘束圧による粒子破碎の過程を詳細に調べ、支持力への影響を確認する必要がある。
- 2) 今後は馬淵川以外の様々な砂地盤でも試験を行い、多くのデータを収集する必要がある。

7. 参考文献

- 1) 土質工学会：土と基礎 No. 10 pp4~7 1999.6
- 2) 道路示方書・同解説(改訂案)Ⅳ 下部構造編：8-5~8-11 2001.8
- 3) 伊藤琢哉、千田一哉：平成13年度卒業論文 砂質土盤の支持力の極限状態における性状 2002.2