

第1章 土質及び基礎



- | | | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1. CBR値 | 35. 均等係数 | 68. 塑性指数 |
| 2. K_0 圧密 | 36. 杭基礎 | 69. 塑性図 |
| 3. N値 | 37. クイックサンド | 70. 帯水層 |
| 4. 圧密係数 | 38. 杭の打設間隔 | 71. 体積率 |
| 5. 圧密降伏応力 | 39. クーロンの土圧 | 72. ダイレタンスー |
| 6. 圧密試験 | 40. ケーソン基礎 | 73. タフネス指数 |
| 7. 圧密促進工法 | 41. 限界動水勾配 | 74. ダルシーの法則 |
| 8. 圧密沈下量と圧密沈下に要する時間 | 42. 固結工法 | 75. 弾性波探査 |
| 9. 圧密度 | 43. コーン貫入試験 | 76. 地下水水面 |
| 10. 圧力水頭 | 44. コンシステンシー限界 | 77. 置換工法 |
| 11. 安息角 | 45. コンシステンシー指数 | 78. 直接基礎 |
| 12. 一次圧密／二次圧密 | 46. 最大間隙比 | 79. 突固めによる土の締固め試験 |
| 13. 一軸圧縮試験 | 47. 最大乾燥密度 | 80. 土圧係数 |
| 14. 一面せん断試験 | 48. 最適含水比 | 81. 凍上対策 |
| 15. 鋭敏比 | 49. サウンディング | 82. 透水係数 |
| 16. 液状化 | 50. 三軸圧縮試験 | 83. 土かぶり圧 |
| 17. 液状化強度 | 51. 三相体 | 84. 土留工 |
| 18. 液状化対策工法 | 52. サンドコンパクション
パイル工法 | 85. 土粒子の比重 |
| 19. 液状化の判定 | 53. サンドドレーン工法 | 86. 内部摩擦角 |
| 20. 液性限界／塑性限界 | 54. 自然間隙比 | 87. ネガティブフリクション |
| 21. 液性指数 | 55. 湿潤密度 | 88. パイピング |
| 22. 円弧すべり | 56. 地盤材料の粒径区分 | 89. バイプロフロテーション
工法 |
| 23. 応力経路 | 57. 地盤の鉛直方向の支持力 | 90. 場所打ちコンクリート
杭工法 |
| 24. オーバーコンパクション | 58. 斜面のすべり | 91. パーチカルドレーン工法 |
| 25. 過圧密粘土 | 59. 主働土圧 | 92. 比表面積 |
| 26. 過剰間隙水圧 | 60. 受働土圧 | 93. 表層処理工法 |
| 27. 間隙圧係数 | 61. 水頭 | 94. フローネット（流線網） |
| 28. 間隙水圧 | 62. 正規圧密 | 95. ベーン試験 |
| 29. 間隙比 | 63. 静止土圧 | 96. 飽和度 |
| 30. 間隙率 | 64. ゼロ空気間隙曲線 | 97. ランキンの土圧 |
| 31. 含水比 | 65. 全応力と有効応力 | 98. 流動化 |
| 32. 乾燥密度 | 66. 全般せん断破壊／局部
せん断破壊 | 99. 粒度分布 |
| 33. 既成杭工法 | 67. 相対密度 | |
| 34. 極限支持力 | | |

1. CBR値

CBR値は、締固めた供試体に直径5 cmの貫入棒を貫入させたときの抵抗値を、標準荷重強さに対する比（百分率）の形で表した値をいう。CBRは、通常貫入量2.5 mmにおける値をとる。

CBR値は、道路を建設する場合に路床土あるいは路盤材としての適否の判定や舗装厚の設計のために用いられ、土の締固めと関連した指標として利用されることが多い。CBR試験は、乱した土の供試体について行う室内試験、乱さない土の供試体について行う室内試験、現場で自然状態の土について行う試験にそれぞれ区分される。

関連用語 路床土、路盤材、設計CBR、修正CBR

2. K_0 圧密

K_0 圧密は、三軸圧縮試験において供試体の側方変位が生じないようにしながら行う圧密をいう。

自然地盤における圧密は、異方的圧力のもとで行われ、鉛直方向の圧密圧力は有効土かぶり圧 p_v であるのに対して、水平方向の圧密圧力 p_h は $p_h = K_0 \cdot p_v$ と表される。この K_0 は静止土圧係数と呼ばれるもので、水平方向ひずみの生じないような平衡状態における土圧係数である。したがって、地盤の圧密条件を再現するために供試体の側方変位が生じないような、いわゆる K_0 条件の圧密を行う。 K_0 の値は、土の種類や状態によって異なるが、正規圧密土における標準値は0.5である。

関連用語 三軸圧縮試験 (25)、圧密、圧密係数 (3)、圧密試験 (4)、静止土圧係数、正規圧密 (31)、一次圧密/二次圧密 (7)

3. N値

N値は、標準貫入試験において、30 cmだけ打ち込むのに必要なハンマーの落下回数をいう。

標準貫入試験は、63.5 kgのドロップハンマーを75 cmの高さから自由落下させてサンプラーを貫入する試験であり、打ち込んだサンプラーから取り出した土について、含水比の測定や土質試験を行うことができる。

N値からボーリング孔の各深さの土の相対密度や地盤の支持力を推定することができる。

関連用語 標準貫入試験、含水比 (18)、相対密度 (33)、地盤の支持力、スウェーデン式貫入試験、オランダ式二重管コーン貫入試験

4. 圧密係数

圧密とは、構造物の重量や土の自重などのために、透水度の低い飽和粘性土が脱水されるにつれて体積が圧縮される現象のことをいう。圧密現象を説明するために、テルツァギーは小穴のあいたシリンダーの中にスプリングを介して荷重を受ける模型を用いた。そして、次の熱伝導方程式と同じ形の、間隙水圧の消散過程を表す微分方程式を得た。

$$\partial u / \partial t = k / \gamma_w m_v \cdot \partial^2 u / \partial z^2$$

(k : 透水係数、 γ_w : 水の単位体積重量、 m_v : 体積圧縮係数)

このテルツァギーの圧密理論式において、 $k / \gamma_w m_v = c_v$ (cm^2/sec) は圧密係数と呼ばれ、圧密の進行速度に影響を与える係数で、 c_v が大きいほど圧密は速く終了するというものである。これより圧密係数は、体積圧縮係数と透水係数により定義されることがわかる。圧密係数は、圧密試験によって求めることができ、この値を用いて沈下割合 (速度) を計算することができる。

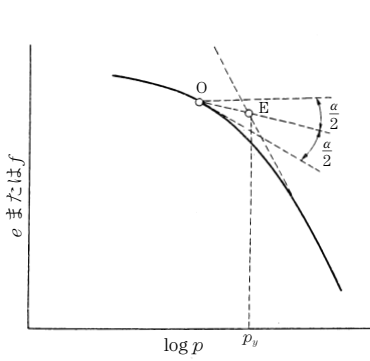
圧密係数 c_v は、時間係数 $T_v = c_v \times t / H^2$ の関数 (t : 圧密時間、 H : 排水距離) として表される。

関連用語 飽和粘性土、テルツァギーの圧密理論式、圧密試験 (4)、ダイレタンシー (35)、圧密促進工法 (5)

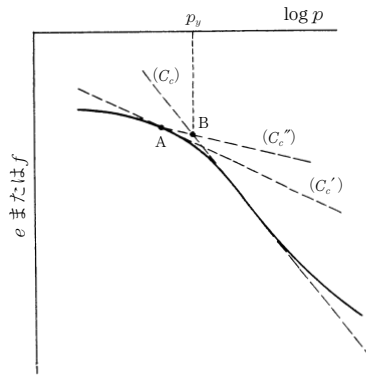
5. 圧密降伏応力

圧密降伏応力は、粘土が弾性的 (可逆的) な挙動を示す過圧密の範囲から塑性的 (非可逆的) な挙動を示す正規圧密の範囲に移行する境界の応力をいう。

圧密降伏応力の求め方は、圧密試験による圧密圧力 (p) と、間隙比 (e) または体積比 (f) の関係を示す図 (圧縮曲線: e - $\log p$ 曲線または f - $\log p$ 曲線) において、曲率最大の点 O から水平線 OC および曲線への接線 OB を引く。そしてこの2つの直線のなす角 α の二等分線 OD と e - $\log p$ 曲線の直線部分の延長との交点 E の横座標を p_y とする Casagrande の図解法がある。しかしながら、この方法は e のスケールのとり方によって e - $\log p$ 曲線の曲率に変化して、 p_y の値も変わるため土質工学会では、次の方法によって p_y を



Casagrande の図解法による p_y の決定



土質工学会による p_y の決定

求めることとしている。それは、 $C_c' = 0.1 + 0.25C_c$ なる傾度を有する直線と $e-\log p$ 曲線または $f-\log p$ 曲線の接点Aを決め、A点を通って $C_c'' = 1/2 \cdot C_c'$ なる傾度の直線と $e-\log p$ 曲線（または $f-\log p$ 曲線）の正規圧密部分の最急傾度の部分を延長した直線との交点Bを求める。このB点の横座標を p_y とするという方法である。

関連用語 先行圧密荷重、正規圧密 (31)、圧密試験 (4)、圧縮曲線、間隙比 (17)、体積比、Casagrande の図解法

6. 圧密試験

圧密試験には圧密リングに供試体を入れて圧密するものと、三軸圧縮試験機を用いるものがある。圧密リングを用いる試験方法は、JIS A 1217及び土質工学会（現地盤工学会）セン断試験法委員会案に示されている。

圧密リングを用いる圧密試験方法は、飽和粘土の供試体を2枚の透水版ではさみ、ピストンにより圧力を加えて沈下の様子を調べるといったものである。荷重は、0.1、0.2、0.4、…、12.8 kg/cm²と増やしていき必要な段階まで加え、おのおのの荷重段階では載荷後6、9、15、30 s、1、2、4、8、15、30 min、1、2、4、8、24 h後の圧密量を測定していく。試験結果は、荷重段階ごとに圧密量 d と経過時間 t との関係を $d-\sqrt{t}$ 曲線ないしは $d-\log t$ 曲線に表し、主に沈下時間の推定に必要な圧密係数を求める。また、荷重段階ごとの圧密荷重 p とその荷重による圧密が終了したときの間隙比 e との関係を $e-\log p$ 曲線で表して、圧密沈下量の計算に必要な圧縮指数及び先行圧密荷重（圧密

降伏応力) を求める。

ここで示した標準的な圧密試験法以外に、1) 動水勾配制御試験、2) 定率漸増载荷試験、3) ひずみ制御試験、などがあり、これらはそれぞれ供試体の動水勾配を小さくすること、常に間隙水圧の発生した状態にしておくために側面摩擦の影響が軽減されること、連続的に载荷重を増加することによって試験時間の短縮ならびに自動化を容易にするなどの特徴を持っている。

なお透水係数が 10^{-7} cm/sec より小さい透水性の低いシルト質粘土や粘土などの透水係数を直接に測定することはかなり困難であるが、このような試料は圧密試験の結果から間接に透水係数を求めることができる。

関連用語 圧密リング、三軸圧縮試験機、飽和粘土、圧密係数 (3)、間隙比 (17)、圧密沈下量 (5)、圧縮指数、先行圧密荷重 (圧密降伏応力) (3)、動水勾配制御試験、定率漸増载荷試験、ひずみ制御試験、透水係数 (39)、シルト質粘土、粘土

7. 圧密促進工法

粘性土地盤の圧密の進行を早めるためには、バーチカルドレーンなどの圧密促進工法が用いられている。

圧密度は時間係数の関数であるが、 $T_v = c_v \times t / H^2$ (T_v : 時間係数、 c_v : 圧密試験より求められる圧密係数、 t : 時間、 H : 最大排水長さ) において H を小さくすれば時間に対応する T の値が増大し、圧密度が増大することになる。最大排水長さ H を小さくするために、粘性土中にバーチカルドレーンを敷設し水平方向の排水長さの短縮を図ろうとするものである。

関連用語 圧密度 (6)、時間係数、バーチカルドレーン、排水長さ、圧密係数 (3)

8. 圧密沈下量と圧密沈下に要する時間

(圧密沈下量の計算)

圧密試験によって得られる体積圧縮係数 m_v 、および e - $\log p$ 曲線から求められる圧縮指数 C_c などがわかっているならば、圧密沈下量は、地盤の圧密層の中心面における载荷前の圧力と载荷後の増加圧力を求めることによって算出することができる。

圧密沈下量の計算に必要な体積圧縮係数 m_v は、次式を用いて計算される。

$$m_v = \frac{\varepsilon}{\Delta_p} = \frac{\frac{\Delta_h}{h}}{\Delta_p} = \frac{\frac{\Delta_e}{1+e_0}}{\Delta_p}$$

(Δ_p : 各載荷段階ごとの増加荷重、 ε : Δ_p による圧縮ひずみ、 Δ_h : Δ_p による全圧密量、 h : Δ_p による圧密前の供試体の高さ、 e_0 : Δ_p がかかる前の間隙比、 Δ_e : 間隙の変化量)

また、圧縮指数 C_c は $e-\log p$ 曲線における直線部分の勾配を意味し、次式で与えられる。

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log_{10} p_2 - \log_{10} p_1} = \frac{e_1 - e_2}{\log_{10} \frac{p_2}{p_1}}$$

($e_1 \cdot p_1$ は、それぞれ初めの間隙比および初めの土かぶり圧)

m_v と C_c などを使って圧密沈下量 S を計算する式は、次のとおりである。

$$S = H \frac{e_0 - e}{1 + e_0} = H \cdot m_v \cdot \Delta_p = H \frac{C_c}{1 + e_0} \log_{10} \frac{p_0 + \Delta_p}{p_0}$$

(H : 粘土層の層厚、 e_0 : 粘土層の中心面における載荷前の間隙比、 p_0 : 粘土層の中心面における載荷前の有効土かぶり圧、 Δ_p : 載荷重によって生じた粘土層の中心面での増加圧力、 e : 粘土層の中心面において増加圧力 Δ_p によって圧密された後の間隙比)

(圧密沈下に要する時間の計算)

圧密沈下に要する時間 t は、次式から計算される。

$$t = \frac{T_v (H')^2}{C_v}$$

(t : 圧密時間、 T_v : 時間係数、 H' : 排水距離、 C_v : 圧密係数)

なお、対象とする粘土層厚 H の片側が不透水層の場合には排水距離は $H' = H$ をとるが、両側が透水層の場合には両面排水になるため、排水距離は $H' = H/2$ として計算する。

関連用語 圧密試験 (4)、体積圧縮係数、 $e-\log p$ 曲線、圧縮指数、間隙比 (17)、時間係数、排水距離、圧密係数 (3)、両面排水

9. 圧密度

圧密度とは、最終圧密沈下量に対する圧密の程度(割合)をいう。

圧密沈下の時間的な進行状況は、平均圧密度 U_v の値の変化で表される。圧密促進工法としてバーチカルドレーンを用いる場合、ドレーン直径や圧密係数などバーチカルドレーンの諸元が決まれば、ある時間に対応する鉛直及