

スチール常時検討マニュアルの抜粋

1 - 2 土圧・水圧

設計計算用の土圧の分類として、大きく次の種類に分けられる。

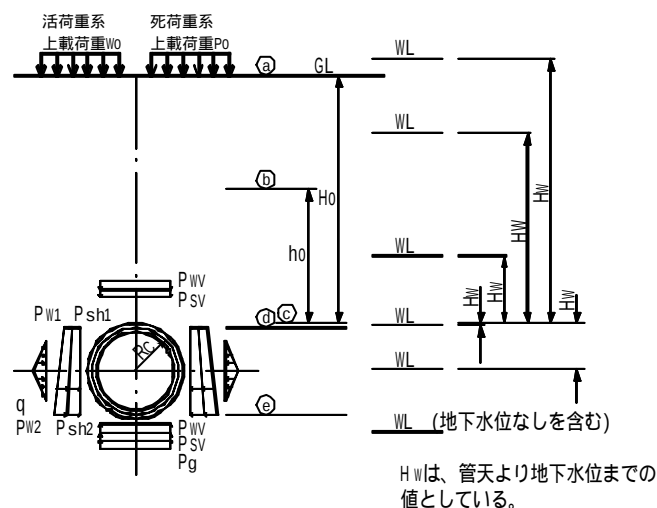
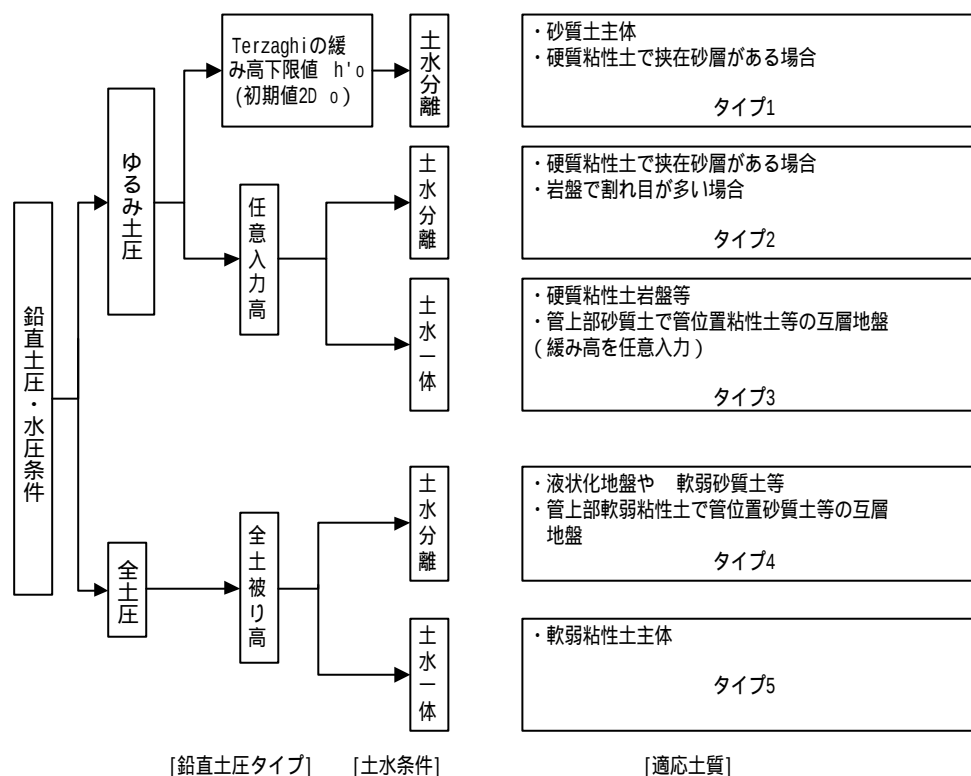
砂質土・・・土と水とを分離して取り扱う考え方(土水分離)

粘性土・・・水を土の一部として包含する考え方(土水一体)

(なお、この分類は土質工学でいう土の分類ではない。)

自立性が高い硬質粘土や固結シルトでは、土水分離として取り扱う場合があるため、本システムでは粘性土であっても「土水分離」が対応可能としています。また、任意に緩み高が設定できるようしています。

本システムで対応出来る「鉛直土圧」「土水条件」の荷重タイプは次の5タイプです。(セグメント常時計算システムフローより)



(1) 鉛直土圧・水圧 P_{SV} 、 P_{WV}

鉛直土圧 P_{SV} はトンネル上部に作用する等分布荷重とし、一般的に設計計算用の土圧は、粘性土においては全土被り圧をとり、砂質土の場合は土のアーチング効果が比較的信頼できるため、緩み土圧としている。緩み土圧は緩み高さに、土の単位体積重量を乗じており、緩み高には下限値 h'_0 (初期値 $2D_0$) を設定している。

緩み高さの計算法は次式 Terzaghi の式を使用する。

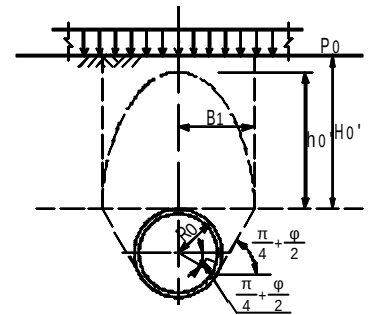
[Terzaghi 基本式]

$$h_0 = \frac{B_1 \left(1 - \frac{C}{B_1 \cdot \gamma}\right)}{K_0 \cdot \tan \varphi} \left(1 - e^{-K_0 \cdot \tan \varphi \cdot \frac{H_0}{B_1}}\right) + \frac{P_0}{\gamma} \left(e^{-K_0 \cdot \tan \varphi \cdot \frac{H_0}{B_1}}\right)$$

$$B_1 = R_0 \cdot \cot\left(\frac{\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}}{2}\right)$$

ここに、

- h_0 : Terzaghi の緩み高 (m)
- B_1 : Terzaghi の緩み幅の 1/2 (m)
- K_0 : 水平土圧と鉛直土圧の比
(通常、 $K_0 = 1$ としてもよい。)
- φ : 土の内部摩擦角
- C : 土の粘着力 (kN)
- γ : 土の単位体積重量 (kN/m^3)
- γ' : 土の水中単位
- H_0 : 土被り (m)
- P_0 : 上載荷重 (tf/m^2)
- R_0 : 一次覆工の外半径 (m)



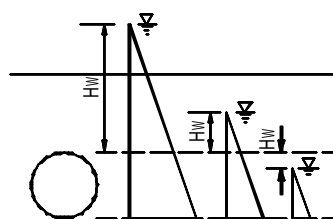
(2) 水平土圧・水圧 P_{sh1} 、 P_{sh2} 、 P_{w1} 、 P_{w2}

水平土圧はトンネルの横断面両側に、図心直径にわたって水平方向に作用する等変分布荷重とし、その大きさは鉛直土圧と上載荷重に側方土圧係数 λ を乗じたものとする。

水圧は、土と水を分離して考える場合に限りて考慮し、水平方向水圧は、等変分布荷重となり、その大きさは静水圧としている。

水位条件は鉛直水圧と連動し、同様に3タイプとなるが土圧タイプと水位位置により荷重計算は、表「頂部水平荷重」「底部水平荷重」のようになる。

但し、 λ の場合修正慣用法のリング計算式に合うよう、荷重を近似・平均化するものとする。(詳細は「地下水位が管頂以下の場合の土圧・水圧等変分布荷重」を参照)



水位が地上に出る場合：

河川や海・湖沼等の横断への対応

地下水位が GL ~ 管頂までの場合：

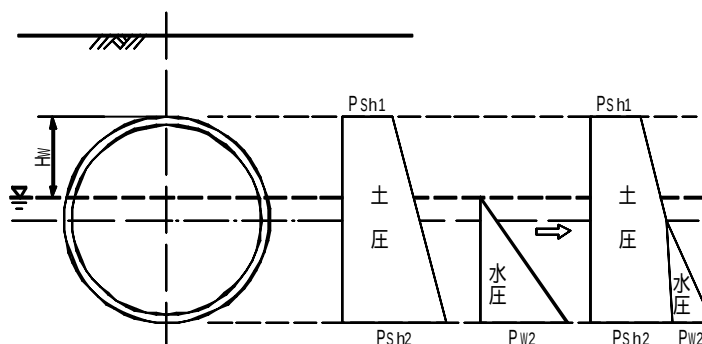
一般的な地下水位下のシールド管路に対応。

地下水位が管頂 ~ 管底までの間の場合：

浅いシールド管路や、標高が高く地下水位の浅い地盤に対応。

[地下水位が管頂以下の場合の水平土圧・水圧等変分布荷重]

セグメント管頂以深(W_L , W_L の場合)に地下水位があるときの水平土圧・水平荷重は、次図のようになる。



上図の荷重分布では、修正慣用法のリング計算式に適用できないため、本システムでは、次の2通りの等変分布荷重化を用意しています。

近似等変分布荷重

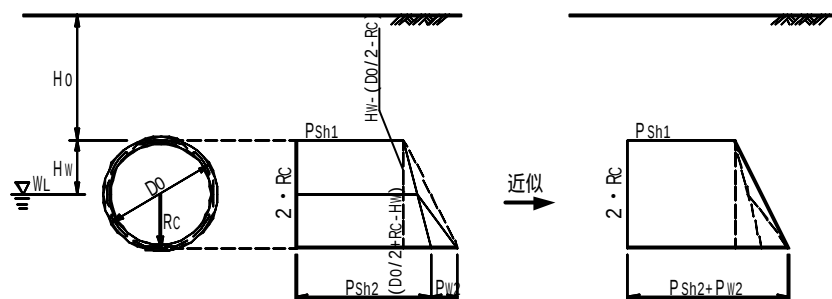
平均等変分布荷重

このうち 近似等変分布荷重の算出は、表「頂部水平荷重」「底部水平荷重」の計算式となるが、平均等変分布荷重の「底部水平荷重」は次のとおり $P_{sh2} + P_{w2}$ が平均され P_{SWH} の荷重となる

近似等変分布荷重

管頂部水平荷重と管底部水平荷重を結び、等変分布荷重に置変える。

水平荷重全体としては、大きく算出されるが、セグメントリングに発生する応力は鉛直荷重や地盤反力等他の荷重とのバランスによって決まるため、必ずしも応力は、安全側(大きく)なるとは限らない。

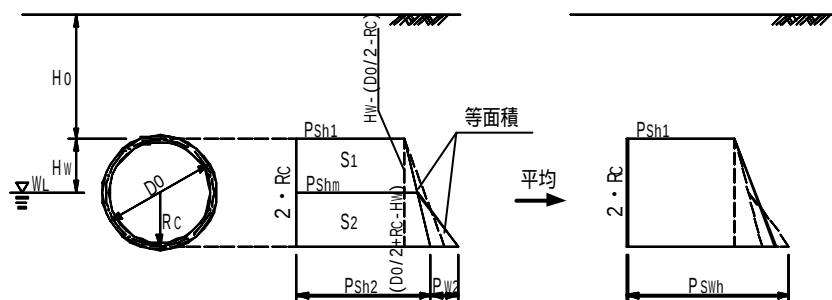


平均等変分布荷重

管頂部水平荷重と荷重分布幅(リング径)を固定し、水平荷重(土圧・水圧)全体として等値となるよう管底部水平荷重を調整し、等変分布荷重とする。

管底部水平荷重が小さくなるが、水平荷重全体としては、等値としている。発生応力は、近似等変分布荷重と同様で、鉛直荷重等他の荷重とのバランスに左右されるため、安全側(大きく)なるとは限らない。

、 両方で検証して、発生応力を確認することも考えられます。



1 - 4 上載荷重 P_0 、 W_0

上載荷重には、盛土構造物等の死荷重と車や列車等の活荷重がある。
本システムでは、死荷重と活荷重に分けて入力可能であり、各々任意に荷重を入力することも可能です。上載荷重の入力可能項目は、次のようになっています。

死荷重系上載荷重 P_0

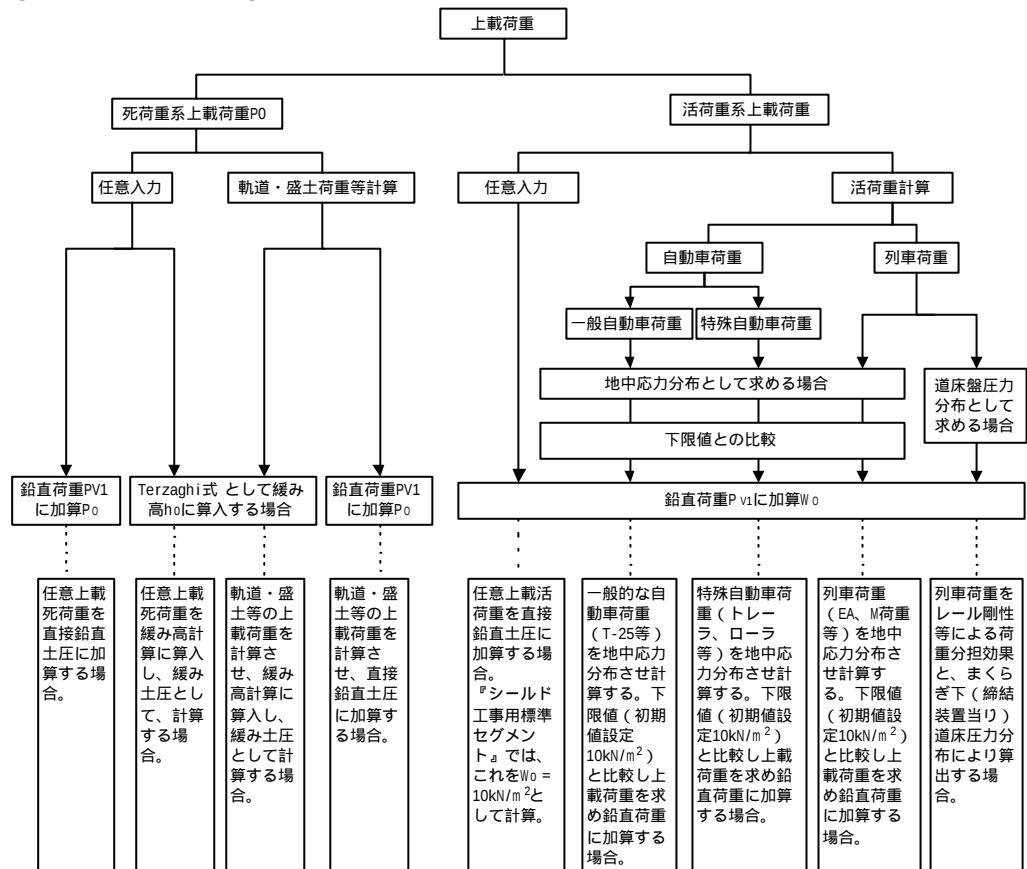
- 任意入力荷重 q (kN/m^2)
- 軌道荷重・盛土等自動計算 q_1 (kN/m^2)
 $q_1 = WR/LB + WB \cdot HB$

活荷重系上載荷重 W_0

- 任意入力荷重
- 自動車荷重
 -)一般自動車荷重
 -)特殊自動車荷重
- 列車荷重
 -)列車荷重を分布幅(枕木幅・車両幅・道床幅等)で除した荷重強度の場合
 -)列車荷重の算出を枕木及び道床による応力分布を考慮した場合

[上載荷重の設定ケース]

[上載荷重の設定ケース]



注意) 活荷重は、浮力の検討時には算入されません。
「標準セグメント」の上載荷重の設定は、上記太線のケースとなっています。