

土圧式シールド工法での 逸脱添加材量と過剰取り込み土量の算定

龍岡文夫

測定値、既知量(赤字で表現):

V_a, M_a : 添加材の体積と質量

ρ_a : 添加材の密度

V_s, M_s : 1リング内の掘削土の体積と質量

ρ_t : 地山密度(地質調査、現地通常掘進時データの解析等による)

M_{out} : 排出土の質量

$\rho_{t,c}$: チャンバー内の泥土の密度(チャンバー内土圧分布等から求めた値。排土の密度は、この値と同じであると仮定)

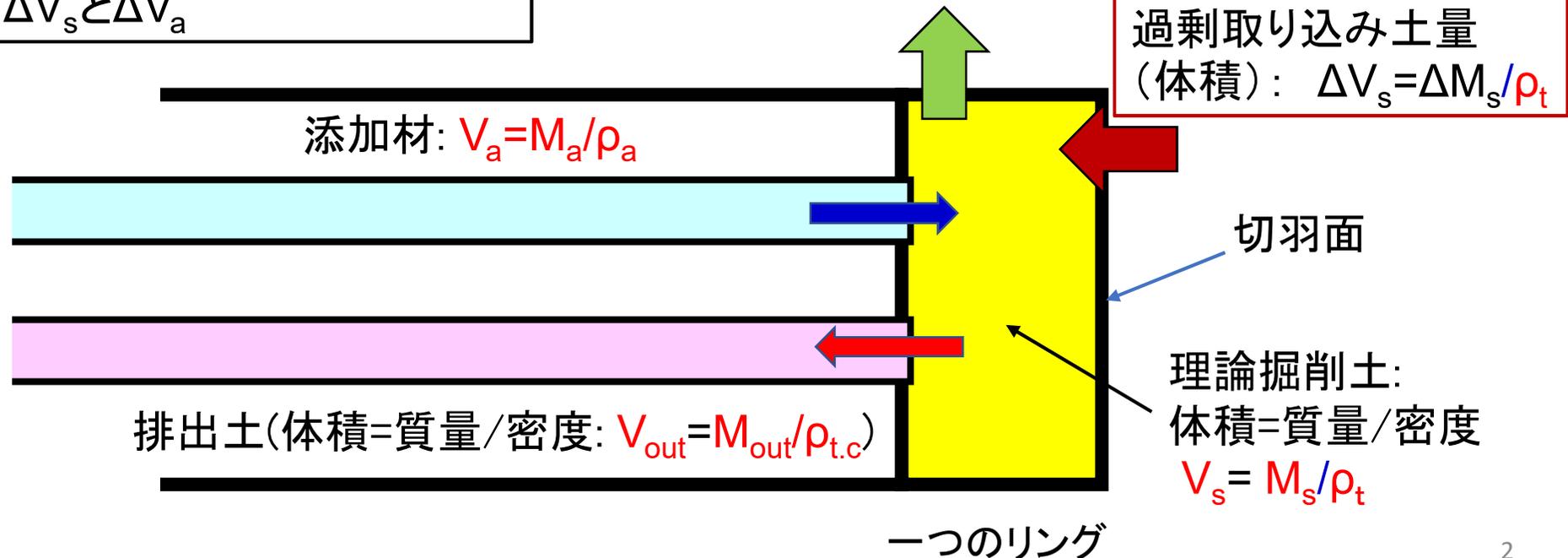
測定しておらず、
求めたい値(黒字で表現):
 ΔV_s と ΔV_a

逸脱添加材量(体積):

$$\Delta V_a = \Delta M_a / \rho_a$$

過剰取り込み土量

(体積): $\Delta V_s = \Delta M_s / \rho_t$



二つの基礎式:

$$\text{質量バランス: } M_{out} = M_s + \Delta M_s + M_a - \Delta M_a \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{体積バランス: } V_{out} &= V_s + \Delta V_s + V_a - \Delta V_a \\ \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} &= \frac{M_s + \Delta M_s}{\rho_t} + \frac{M_a - \Delta M_a}{\rho_a} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{\rho_a}{\rho_{t.c}} M_{out} = \frac{\rho_a}{\rho_t} (M_s + \Delta M_s) + M_a - \Delta M_a$$

式(1)と式(2)から $(M_a - \Delta M_a)$ を消去すると、式(3)を得る:

$$\begin{aligned} \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{t.c}}\right) M_{out} &= \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_t}\right) (M_s + \Delta M_s) \\ (\rho_{t.c} - \rho_a) \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} &= (\rho_t - \rho_a) \frac{(M_s + \Delta M_s)}{\rho_t} = (\rho_t - \rho_a) (V_s + \Delta V_s) \end{aligned}$$

$$\text{整理して: } \Delta V_s = \frac{\rho_{t.c} - \rho_a}{\rho_t - \rho_a} \cdot \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} - V_s \quad (3)$$

ΔV_a は、式(2)から得られる式(4)に式(3)で得られる ΔV_s を代入して、得られる。

$$\Delta V_a = \Delta V_s - \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} + (V_s + V_a) \quad (4)$$

すなわち、 ΔV_a は式(5)で得られる。

$$\Delta V_a = \left[\frac{\rho_{t.c} - \rho_a}{\rho_t - \rho_a} \cdot \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} - V_s \right] - \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} + (V_s + V_a) = V_a - \frac{\rho_t - \rho_{t.c}}{\rho_t - \rho_a} \frac{M_{out}}{\rho_{t.c}} \quad (5)$$

排土体積率VRは、式(3)による ΔV_s 、あるいは式(5)による ΔV_a を式(6)に代入することによって得られる。

$$VR = \frac{V_s + \Delta V_s}{V_s} = \frac{\frac{W_{out}}{\rho_{t.c}} - (V_a - \Delta V_a)}{V_s} \quad (6)$$

(参考) $\Delta M_a = 0$ を仮定した場合の ΔV_s とVRは、それぞれ、式(1)を参照して導くことができる式(7)と式(8)によって求まる:

$$\Delta V_s = \frac{M_{out} - M_s - M_a}{\rho_t} \quad (7)$$

$$VR = \frac{V_s + \Delta V_s}{V_s} = \frac{\frac{M_{out} - M_a}{\rho_t}}{V_s} \quad (8)$$