

47. 小規模開発に伴う雨水浸透処理施設の計算例

作成 平成10年10月1日

改正 平成26年4月1日

設計条件（雨水浸透施設技術指針（案）の浸透池の場合）

流域面積	$A = 0.6 \text{ ha}$
浸透施設全体の底面積	$a' = 400 \text{ m}^2$
透水係数	$K = 1.0 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$ ※地質により異なる
開発後の流出係数	$f = 0.85$
確率降雨強度式	（水戸式1/5の場合）

$$r_i = \frac{a}{t_i^n + b} = \frac{1411}{t_i^{3/4} + 7.63} \quad \begin{array}{l} r_i : t_i \text{ (分) の降雨強度 (mm/hr)} \\ t_i : \text{任意の降雨継続時間 (分)} \end{array}$$

浸透能力

$$q_0 = K \cdot a' \cdot C \cdot kf = 1.0 \times 10^{-5} \times 400 \times 0.81 \times 1.308 = 0.00518 \text{ m}^3/\text{sec}$$

q_0 : 浸透容量 (m^3/sec)
 C : 影響係数 $= 0.9 \times 0.9 = 0.81$
 kf : 設置施設の比浸透量 $= 1.308$

※（注）設計水頭(H)=1.5mの時の浸透池の比浸透量
 $(kf = 0.014H + 1.287)$ 〈雨水浸透施設技術指針（案）より〉

時間 t_i 分だけ経過した時の雨水量 Q_i (m^3)

$$Q_i = \frac{1}{360} \cdot f \cdot r_i \cdot A \cdot 60 \cdot t_i$$

時間 t_i 分だけ経過した時の浸透量 q_i (m^3)

$$q_i = q_0 \cdot 60 \cdot t_i$$

時間 t_i 分だけ経過した時の貯水量 V_i (m^3)

$$V_i = Q_i - q_i = \frac{t_i}{6} \cdot f \cdot \frac{a}{t_i^n + b} \cdot A - q_0 \cdot 60 \cdot t_i \dots\dots\dots \text{①}$$

貯水量 V_i が最大になるのは $\frac{dV}{dt_i} = 0$ の時であるから、①を微分して0とおくと

$$\frac{dV}{dt_i} = \frac{1}{6} a \cdot f \cdot A \cdot \frac{b - (n-1)t_i^n}{(t_i^n + b)^2} - 60 \cdot q_0 = 0$$

となり、 $t_i^n = X$ とおいて上式を整理すると

$$360 \cdot q_0 \cdot X^2 + \{720 \cdot b \cdot q_0 + (n-1) \cdot a \cdot f \cdot A\} X + b (360 \cdot q_0 \cdot b - a \cdot f \cdot A) = 0 \dots\dots\dots \text{②}$$

②式の各係数を計算

$$\begin{aligned}
 360 \cdot q_0 &= 360 \times 0.00318 = 1.145 \\
 \{720 \cdot b \cdot q_0 + (n-1) \cdot a \cdot f \cdot A\} \\
 &= \{720 \times 7.630 \times 0.00318 + (3/4 - 1) \times 1411.000 \times 0.850 \times 0.600\} \\
 &= 156.621 - 162.433 \\
 b \cdot (360 \cdot q_0 \cdot b - a \cdot f \cdot A) &= 7.630 \times (360 \times 0.00318 \times 7.630 - 1411.000 \times 0.850 \times 0.600) \\
 &= 5401.806 - 5423.978
 \end{aligned}$$

係数を②式に代入すると

$$1.145 X^2 - 162.433 X - 5423.978 = 0$$

2次方程式より、 V_i が最大となる t の値は、(X の2値のうち、1つは負の値で不適)

$$\begin{aligned}
 t &= \left\{ \frac{162.433 + \sqrt{(-162.433)^2 - 4 \times (1.145) \times (-5423.978)}}{2 \times 1.145} \right\}^{\frac{4}{3}} \\
 &= 169.792^{\frac{4}{3}} = 940.206 \text{ 分}
 \end{aligned}$$

この時の必要調節容量 (V) は、①式に t_i を代入して、

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{940.206}{6} \times 0.85 \times \frac{1411.000}{940.206^{\frac{3}{4}} + 7.63} \times 0.600 - 0.00318 \times 60 \times 940.206 \\
 &= 407 \text{ (m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

よって、浸透池単独若しくは、浸透施設全体で407 m^3 貯水可能な施設を計画する。