

早稲田大学 正員 遠藤郁夫 学生員 鎌田 修
建設省 土木研究所 正員 柏谷 衛

1. まえがき

散水ろ床の浄化機構を解析するためには、種々の面から重要な因子を検討しなければならぬが、本実験はトレーサーの濃度一時間曲線と求め、平均滞留時間、及びその曲線の形状から、ろ床の水理学的特性を考察する目的ではじめたものである。

2. 実験方法

散水ろ床の実験装置は、直径60cm、高さ280cmとした。ろ材は直径3cmの磁器球を用いた。トレーサーとしては6%の食塩水を、散水負荷1 m^3/min 当り0.4mgになるようにろ床頂部に均一に散布した。散水負荷は1~300 $\text{m}^3/\text{日}$ の範囲で実験した。濃度一時間曲線の中心を平均滞留時間とした。

3. 実験結果と考察

3.1 散水負荷1~4 $\text{m}^3/\text{日}$

散水負荷1, 2, 3および4 $\text{m}^3/\text{日}$ 、散水間隔5, 10および15分、散水強度150 $\text{m}^3/\text{日}$ とした場合の平均滞留時間を求めた。散水負荷が一定であれば平均滞留時間は散水間隔に殆んど左右されず、それぞれ50, 27, 16, 12分であった。図-1は間歇散水、図-2は連続散水の場合の濃度一時間曲線である。平均滞留時間は間歇散水の方が長いことが認められる。

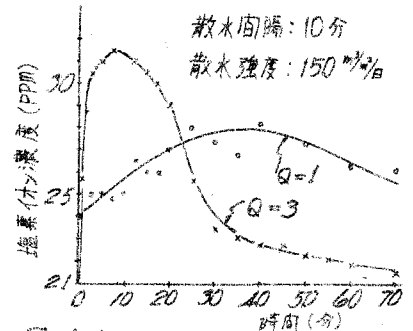


図-1 間歇散水による濃度一時間曲線

3.2 散水負荷5~300 $\text{m}^3/\text{日}$

散水負荷10~50 $\text{m}^3/\text{日}$ の場合の濃度一時間曲線を図-3に示した。散水負荷が大きくなると、ピーク時の塩素イオン濃度が大きくなるとともに、曲線はピークを通る縦軸に対して対称に近くなる。また、1~300 $\text{m}^3/\text{日}$ の場合の平均滞留時間は図-4に示してある。平均滞留時間は、1~10 $\text{m}^3/\text{日}$ の範囲では急激に減少するが、10~80 $\text{m}^3/\text{日}$ の範囲は緩慢である。

15~30 $\text{m}^3/\text{日}$ の範囲では、約230~

160秒であった。

100 $\text{m}^3/\text{日}$ 以上では、

平均滞留時間の差は、

事実上認め難い。

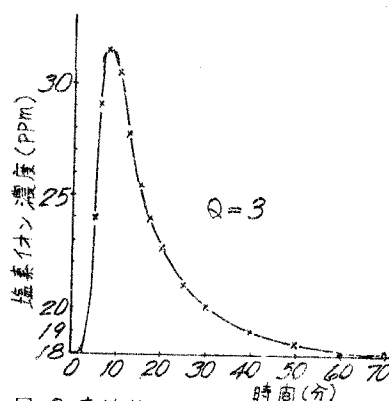


図-2 連続散水による濃度一時間曲線

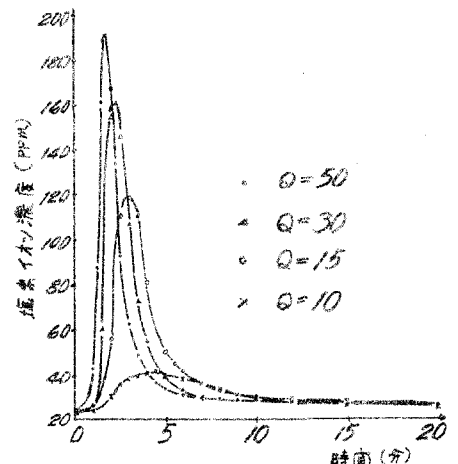


図-3 濃度一時間曲線

3.3 平均滯留時間の計算値と実測値

散水層の平均滯留時間を計算から求めるのに、すでにいくつかの式が提案されている。その代表的なものとして、

1) 左合の式(1954年)

$$t = 0.317 r^2 Q^{-1/2} \quad (1)$$

2) Howlandの式(1957年)

$$T_r = 3928 \cdot H \cdot (1/g)^{1/2} \cdot (S/Q)^{1/2} \quad (2)$$

3) Sinkoffの式(1959年)

$$T_r = 2.738 \cdot H \cdot (1/g)^{0.2} \cdot (S/Q)^{0.33} \quad (3)$$

T_r : 平均滯留時間 [sec]

t : 球1ヶ当りの滯留時間 [sec]

H : 層の深さ [m], r : 球の直径 [mm]

g : 重力の加速度 [m/sec^2], Q : 散水負荷 [m^3/m^2]

S : 層材の比表面積 [$1/m$],

Q_0 : 球1ヶ当りの散水量(注水量) [cm^3/sec]

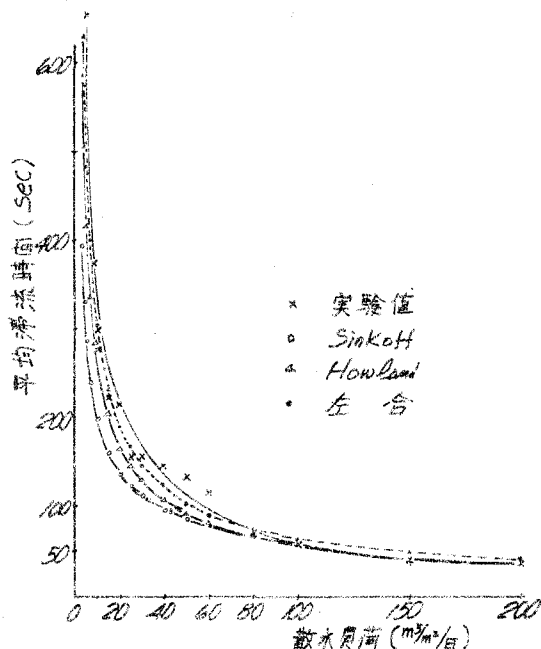


図-4. 平均滯留時間

などがある。これらの式はそれぞれ2, 3の仮

定のもとに成立している。(1), (2) および (3) 式の計算値と実測値とを図-4 に示した。各式から求めた計算値は散水負荷が小さいとき程との差は大きい。80 m^3/m^2 以上では事実上差がない。20~40 m^3/m^2 の付近では40~50 秒の差があり、平均滯留時間の20~30%に相当する。全体的に見て(1)式はかなり実測値と近似している。つまり、水の粘性、層材の表面粗さなどを考慮しなくとも実験の範囲内では、かなりよく一致していることが認められる。

3.4. 濃度-時間曲線のピーク時における塩素イオン濃度

散水量 $1 m^3/min$ 当たり 0.4 mg の割合で6%の食塩水をトレーサーとして用いたので、層内で充分混合していれば、塩素イオンは約200 ppm以下になるはずである。つまり、付着水層(fixed-water layer)と流下層(moving-water layer)との間の移行現象が考えられる。散水負荷 60 m^3/m^2 以上となると、急激に塩素イオン濃度が増大する。トレーサーとしての食塩水が未塩化になって流下したためと考えられる(図-5)。

4. 結論

散水層における水理学的特性を検討するためには、平均滯留時間のみならず、濃度-時間曲線のピーク時における塩素イオン濃度、およびその形状などを解析することが大切であるように考えられる。

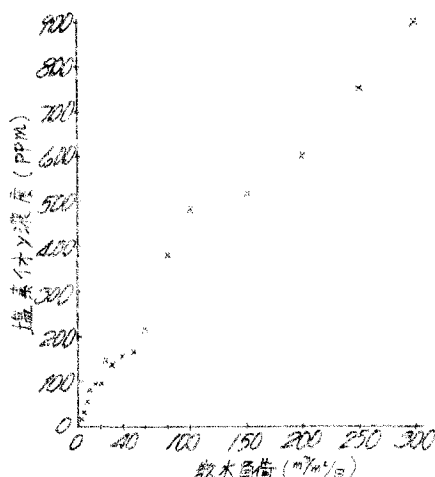


図-5. ピーク時における塩素イオン濃度