

Ⅱ-614

不飽和層中の障害物が溶質移動に与える影響

山梨大学工学部 正 坂本 康
名古屋大学大学院 学 佐々木 恭
山梨大学 中神 賢士

1. はじめに

廃棄物層中にはフィルム状物質などの大きな面を持つ物質が混在しており、水移動・溶質移動に大きな影響を与えていると考えられる。そこで本研究では、不飽和粒子層中に置かれた平面が溶質移動の障害物となるようすを、粒子の径、面の角度を変えて実験により検討した。

2. 方法

実験装置の概要を図-1に示す。装置はアクリル槽と4cm間隔の注射針9本がついた浸透水供給装置とからなる。槽はその下部約2/3を19mm間隔の鉛直な仕切り壁で20個（図では簡略化して10個のみ示した）に分けてある。この仕切り壁は、出口付近にできる飽和部での水平方向の移動を防ぐためのものである。これにより、上部約1/3の不飽和部で水平方向に移動した溶液を、その位置毎に別々に下端の流出口より試験管に採取できる。

上記の槽にガラスビーズを詰め、さらにガラスビーズ層中に長さ10cmの板（上面が厚さ10mmのゴム板、下面が厚さ2mmのアクリル板）を埋め込んで障害物とした。障害物の中心は層表面から10cmの深さとした。実験条件として、ガラスビーズの径を3種類（0.42-0.84mm, 0.84-1.00mm, 1.00-1.41mm）、障害物の水平面に対する角度を3種類（0°, 30°, 60°）設定した。実験は各条件で3回づつ行い、その都度、ガラスビーズと障害物を充填しなおした。この層に精製水2リットルを流した後、2時間重力により排水した層を、実験で用いる不飽和層とした。したがって、実験開始前には層中に非可動水が残留している。この不飽和層に50分間KMnO₄溶液（500mg/l）を流し、さらに精製水を50分間流した。流入量は約9cm³/分とし、流出水の採水間隔は10分とした。濃度は585nmの吸光度より求めた。

3. 不浸透範囲の形状と大きさ

3回の実験のうち2回以上溶質液が浸透しなかった範囲（以後不浸透範囲と呼ぶ）を図-2に示す。角度0°, 30°では大きな不浸透範囲ができたが、角度60°では障害物の裏側

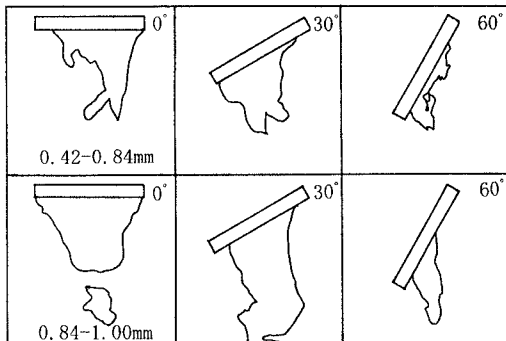


図-2 不浸透範囲の形状

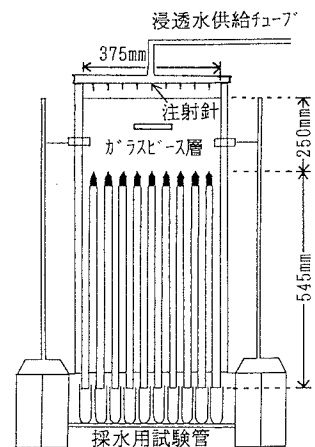


図-1 実験装置概要

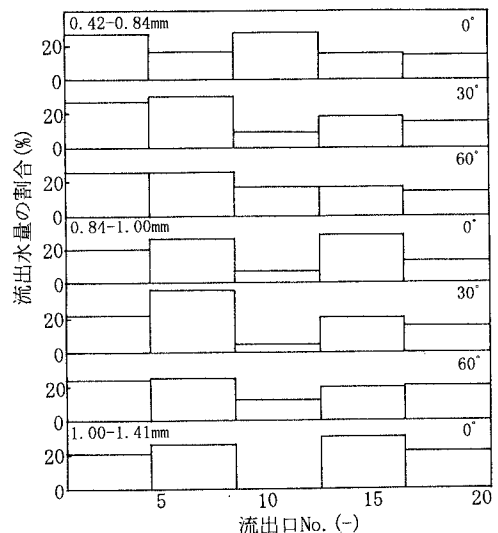


図-3 流出水量の水平方向分布

に沿った移動により、不浸透範囲は小さくなっている。また、粒子が小さいほど不浸透範囲は小さくなっている。なお、1.00-1.41mmでは障害物下への浸透は起こらなかった。

4. 流出水量の水平方向分布

流出水量の水平方向分布を図-3に示す。各流出口からの流出量のばらつきが大きかったので、図には3つの流出口の流出量を足し合わせた量（全流出量に対する%）を示してある。図のように粒子が小さいときには0°のときでも障害物下からの流出が多い。また、最大値と最小値の差は30°のときに最も大きくなった。60°のときには障害物の影響は小さい。図-2,3のように粒子が小さいほど障害物下への浸透が起こるのは、毛管力が水平方向の移動を引き起こすためと考えられる。

5. 流出水濃度の水平方向分布

障害物の角度0°のときの流出水濃度の水平方向分布を図-4に示す。浸透水は非可動水の希釈を受けるため、初期濃度より低くなって流出している。また、粒子が小さいほど流出水濃度の場所による差は小さい。これは、粒子が大きいと個々の水みちによる差がでるが、粒子が小さいと水みち同志が干渉しあって濃度が均一化されるためと考えられる。

6. 流出水量の経時変化

各流出口からの流出量の和の経時変化を図-5に示す。図のように、粒子が小さいほど流量の増加が遅くなり、減少が緩やかになる。これは、粒子が大きいほど水みち流下速度が大きくなるためと考えられる。

7. 流出水濃度の経時変化

全流出口の平均流出水濃度の経時変化を0°の結果について図-6に示す。図のように粒子が小さいほど濃度の上昇が遅くなる。また、粒子が小さいときは変化の図は左右非対称になっている。この原因を考えるため、粒子が小さいときの各流出口毎の濃度変化を図-7に示す。図のように、粒子が小さいと障害物下で遅い流出が起こり、この流出水は他の流出水と異なる濃度変化を示す。このような流出口間の濃度・流量変化の差が、平均濃度変化図の非対称性を生じたと考えられる。

8. まとめ

本研究のように、平面が一枚混在するというだけで不飽和層からの流出水の量と質の分布と変動が大きく変わる。実際の廃棄物では多くの面が種々の角度で存在している。このような面の影響は互いに打ち消しあっているのだろうか。廃棄物層流出水の量と質の検討では、この点をまず、実験と理論の両面から検討していくことが必要であろう。

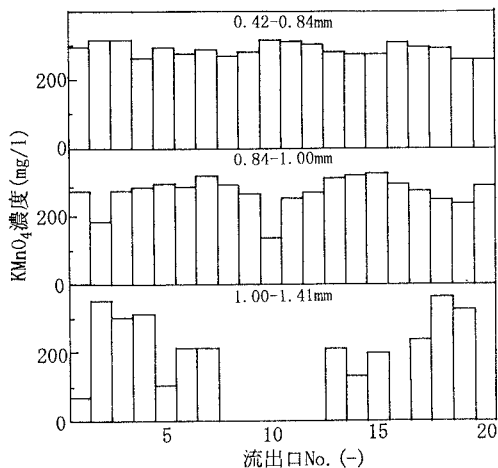


図-4 流出水濃度の水平方向分布

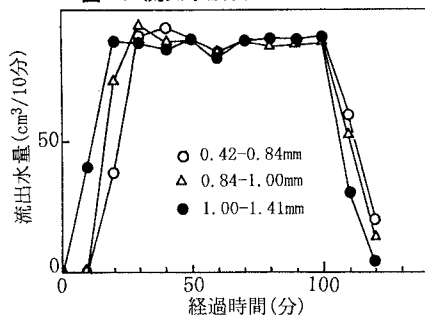


図-5 流出水量の経時変化

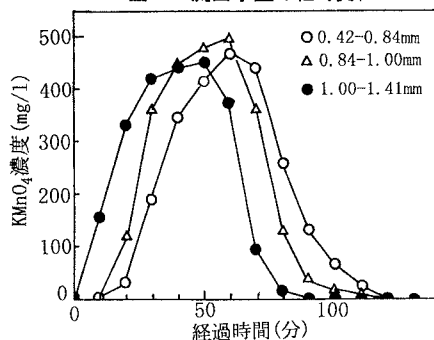


図-6 平均流出水濃度の経時変化

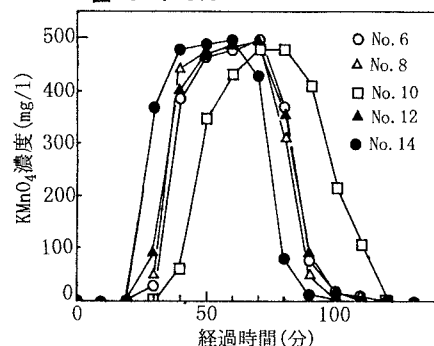


図-7 流出水濃度の経時変化