

地下水面下における物質の移行状況に関する土槽実験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○稲垣 由紀子 佐々木 哲也
阿南 修司

1. はじめに

建設発生土の有効利用の促進に当たっては、地盤汚染に対するリスク評価技術の現場への導入により要対策土量を減らすことが求められている。そのためには、適切なハザード及びリスク評価技術や対策技術確立する必要がある。現状では、基準値を超えて有害物質が含まれる土壌や岩石の存在する場所（発生源）における有害物質の含有量や溶出量によるのではなく、地盤汚染の周辺（保全対象や敷地境界等）への影響によりリスク評価を行う考え方は提示されている¹⁾。しかし、現場適用実績が少なく、解析条件の設定方法についての詳細や、リスク評価のためのモニタリング技術については十分に確立されていないという課題がある。これらの検討に向け、地盤中での物質の移行特性を把握するため土槽実験を行った。

2. 実験方法

図-1 に示す模型地盤をコンクリートピット内に作製した。両端に給水タンクおよび排水タンクを設け、その間の幅 1.9m×長さ 7.4m×深さ 2.25m の空間を地盤部分とした。各タンク内は、所定の水位を保つようにした。地盤内には採水ポイントを設置した。

締固め度 85%を目標に山砂を締め固めた地盤を作製した後、給水タンクに注水、水頭差を利用して排水タンクに向かって浸水させた。なお、地盤材料とした山砂について締固め度別の透水係数を変水位透水試験により調べたところ、表-1 のとおりであった。地盤への通水が続けながら、各採水ポイントから採水した検液の塩化物イオン (Cl^-) 濃度を調べ、これをバックグラウンド値とした。

バックグラウンド値の確認後、図-1 に示す発生源に当たる幅 0.5m×長さ 1.0m×高さ 0.45m の直方体部分をくり抜き、そこへ乾燥質量に対して 2%の食塩を混ぜた山砂を投入して締固め度 90%または 95%を目標に締め固め、発生源を作製した。移行状況を見る物質を食塩としたのは、物質の土への吸着が無視できる場合の移行特性を把握するためである。

発生源の作製後、再度給水タンクに注水し、地盤の上流端と下流端の水頭差を 0.55m に保った。観測期間中、1 日 1 回を目安に各採水ポイントから採水した検体中の Cl^- 濃度を調べ、その経時変化により、食塩の到達状況を調べた。

以上の一連の実験は、発生源の締固め度と地下水位変動の有無の条件を変え、表-2 に示すような 4 ケースで実施した。地下水位変動のあるケース 3 およびケース 4 では、2 日または 3 日毎に、給水タンクと排水タンクの水位を初期水位から 30cm 低下、回復させることを交互に行うことにより、地盤内各部の地下水位が 30cm の両振幅で上下する状態の中で観測を行った。

3. 実験結果および考察

各採水ポイントにおける Cl^- 濃度のバックグラウンド値は 40mg/L 程度であった。各ケースの比較に当たり、

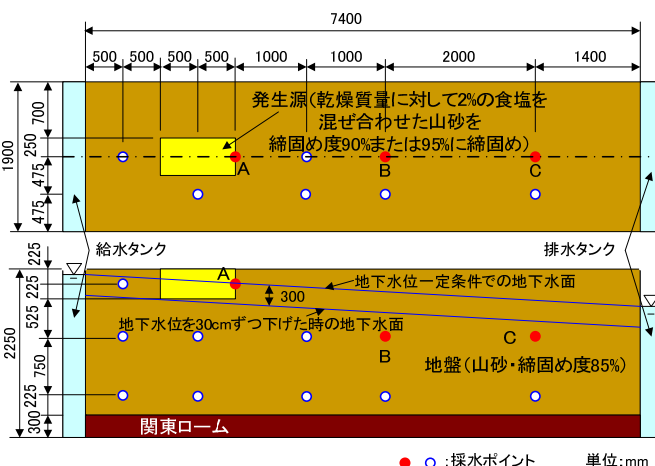


図-1 模型地盤作製状況

表-1 地盤材料の締固め度別の透水係数

締固め度 D_r (%)	透水係数(m/s)
85	4.10×10^{-5}
90	1.99×10^{-5}
95	8.08×10^{-6}

表-2 実験ケース

	発生源締固め度 D_r (%)	地盤内水位
ケース1	90%	一定
ケース2	95%	一定
ケース3	90%	変動あり
ケース4	95%	変動あり

キーワード：地下水、物質移行

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 (独)土木研究所土質・振動チーム TEL:029-879-6771

図-1 に示す採水ポイント A, B, C における Cl^- 濃度の推移に着目した。それ以外の採水ポイントにおける Cl^- 濃度は観測期間中終始、バックグラウンド値付近で推移した。

3. 1 発生源の締固め度による違い

発生源の締固め度による違いについて、地下水位一定のケース 1 とケース 2 を例に図-2 に示す。発生源下流面中心に当たる採水ポイント A では、ケース 2 (発生源締固め度 95%) がケース 1 (発生源締固め度 90%) の 2 倍近い Cl^- 濃度となった。発生源下流面から 4m 下流の採水ポイント C においては、ケース 2 で発生源の締固め度を上げて透水性がケース 1 の 40%程度になったと考えられ、 Cl^- 濃度の上昇が見られる時期はケース 1 に比べて遅くなった。しかし、到達後の Cl^- 濃度のレベルは両ケースで同程度であった。

3. 2 地下水位変動の有無による違い

地下水位変動の有無による違いについて、発生源の締固め度が 95% の場合 (ケース 2 とケース 4) を例に図-3 に示す。

採水ポイント A については発生源の締固め度が同じであれば、地下水位変動の有無による Cl^- 濃度の推移に大きな違いは見られなかった。

発生源下流面から 2m 下流の採水ポイント B (地下水位が初期水位に対し 30cm 下がった際の地下水面からの鉛直距離: 28cm) においては、ケース 2 で Cl^- 濃度の上昇が見られなかったのに対し、ケース 4 では 4 日目以降 Cl^- 濃度が上昇し、採水ポイント C に近い濃度で推移した。地下水位変動により到達範囲が深さ方向に広がった。地下水位が下がり、下へ向かう地下水の流れが生じて、食塩も深さ方向に広がった状況が考えられる。

一方で、発生源下流面から 4m 下流の採水ポイント C (地下水位が初期水位に対し 30cm 下がった際の地下水面からの鉛直距離: 13cm) では、5 日目以降は地下水変動の有無によらずほぼ同レベルの Cl^- 濃度であり、食塩が到達していた。

4. まとめと今後の課題

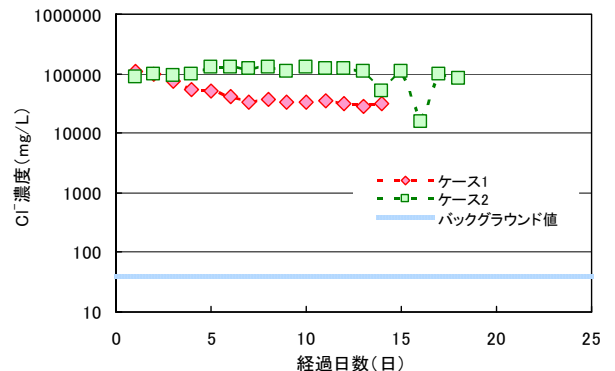
土槽実験により、地下水と接触する発生源の締固め度 (透水係数)、地下水位変動の有無による物質の移行状況を調べ、上述のような結果を得た。今後移流拡散解析やモニタリング手法の検討へのフィードバックを進めていきたい。

<参考文献>

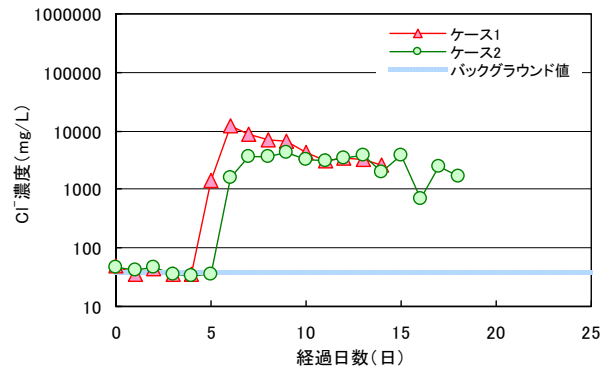
1) (独) 土木研究所: 建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル (改訂版), 鹿島出版会, 平成 24 年 4 月

<謝辞>

本実験の実施に当たり、元京都大学大学院生の Wang Jing さんには作業を手伝って頂くとともに、その指導教員の乾 徹 准教授にはご助言を頂きました。ここに御礼申し上げます。

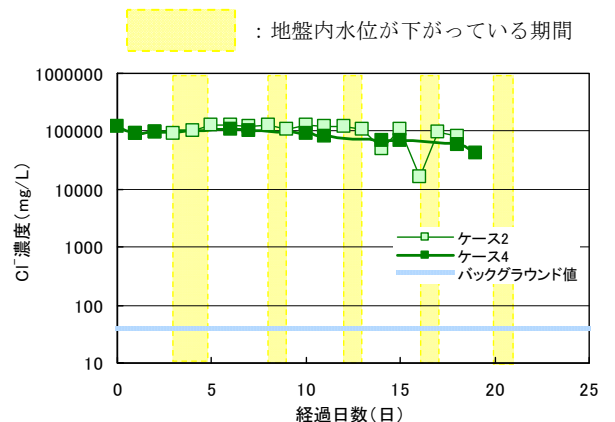


(a) 採水ポイント A

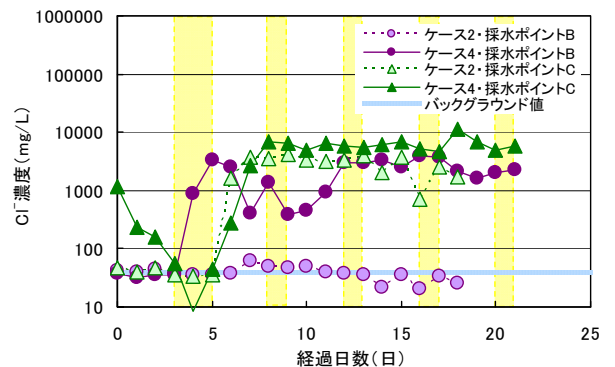


(b) 採水ポイント C

図-2 発生源の締固め度と Cl^- 濃度の推移 (地下水位一定の場合)



(a) 採水ポイント A



(b) 採水ポイント B, C

図-3 地下水位変動の有無と Cl^- 濃度の推移 (発生源の締固め度が 95% の場合)