

鋼矢板の貫入量が汚染物質の浸出抑制性能に与える影響について

九州工業大学大学院 学生会員 ○川内崇文
 九州工業大学工学部 正会員 廣岡明彦 永瀬英生
 九州工業大学工学部 学生会員 原田剛男

1.はじめに

管理型処分場では、処分場内から外部への汚水の浸出を抑制する必要がある。遮水工の1つである鋼矢板は必要貫入量を確保することで浸透経路を延長し、粘土層地盤と一体となって遮水性能を発揮すると言われている。そこで本研究ではこの遮水性能を調べることを目的とし、長期的問題に対して短時間で浸透現象を再現できる遠心模型実験装置を用いて、鋼矢板の貫入量の変化が地盤内の汚染物質の拡散状況に与える影響について検討した。また解析ソフト GMS を用いて、実験結果との比較を行なった。

2.実験概要

図1に実験システムを、表1に実験条件を示す。本実験における模型縮尺は1/50である。模型地盤として、粘性土層にカオリン、砂層に豊浦砂を用いた。本実験システムでは、50Gの遠心加速度を付与した後、ジャッキを下降させて模型地盤に矢板を貫入する。貫入後、模型矢板内に模擬汚水としてNaCl溶液を供給し、矢板内外で水位差を与えることにより、矢板内のNaCl溶液がカオリン層、砂層を浸透し

最終的に排水ケースへ到るというものである。なお、NaCl溶液の初期濃度は密度流の発生を防ぐために1%としている。計測器として、各位置の水圧を測定するために矢板内地表面、矢板下カオリン層中央部、矢板下砂層中央部、矢板外カオリン層中央部、排水ケースの5ヶ所にそれぞれ間隙水圧計を設置し、ジャッキと模型矢板の間には矢板の貫入力を計測するためにロードセルを設置した。矢板はロードセルを介してジャッキと連結されており、3mm/minの一定速度で地盤に対して垂直な貫入を遠心運転中に可能にしている。また、矢板の貫入量はポテンショメータとLVDTの2つの変位計を用いて確認した。なお、貫入時の遮水性能の向上を目的として、矢板にはシリコングリースを塗布している。矢板内への給水は、遠心実験装置内の内部給水タンクからシンフレックスチューブを通して行い、途中にソレノイドバルブを設置し、水位センサーとリレー回路を組み合わせることで、矢板内の水位が一定に保たれるようにしている。

3.実験結果及び考察

浸透試験終了後、カオリン粘土を5箇所サンプリングし、塩化物含有量試験を行い、深さ方向の濃度分布状況を調べた。図2に矢板内A、矢板外B~Eの濃度分布を示す。矢板内Aでは各貫入量において流

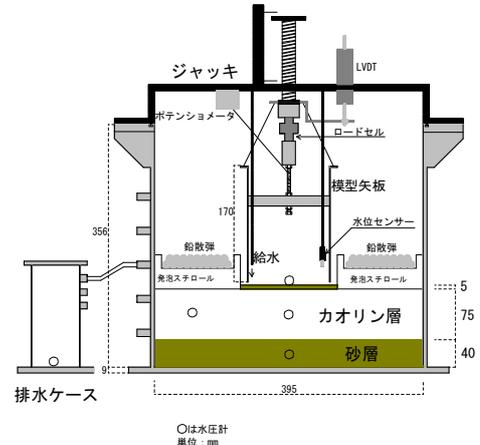


図1 実験システム

表1 実験条件

実験コード	貫入量(mm)	水頭差(cm)	浸透時間(hr)
L3H	30	6.2→4.0	7
L3	30	3.0	7
L5H	50	5.0→3.0	7
L7	70	3.0	5

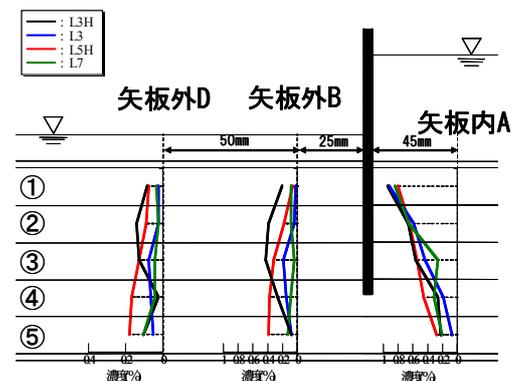
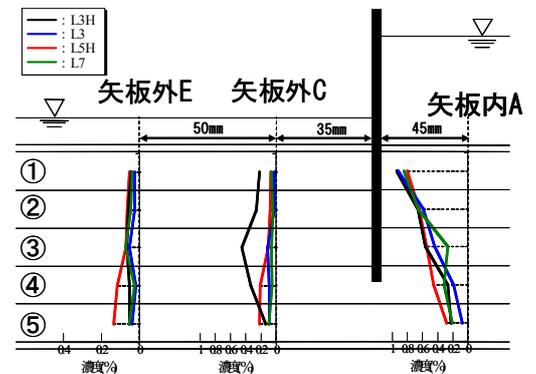


図2 地盤内の濃度分布

れ方向に行くにつれ濃度が小さくなっている。一方、矢板外をみると、貫入量の変化に伴い濃度分布に違いが生じた。矢板外 B、C に着目すると、L3H、L3 では③の濃度が最も大きく、L5H、L7 では⑤の濃度が最も大きい。これは汚染物質が矢板内から矢板を回りこんで拡散していくためである。次に L3H と L3 の矢板外 B、C における上層①と下層⑤の濃度分布をみると、L3H では①の濃度が⑤と比較して 1.6~2.7 倍大きく、L3 では⑤の濃度が①と比較して 3~4 倍大きくなっており、これは矢板内外の水頭差が大きいと同じ貫入量でも地表面方向に汚染物質の進行

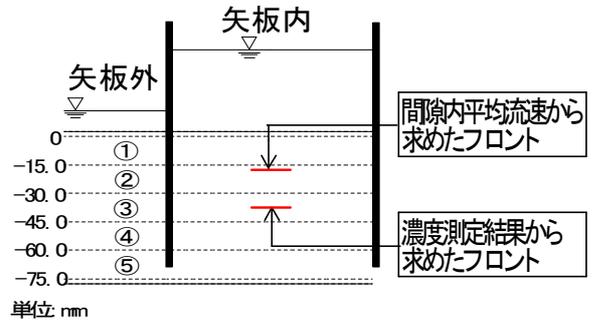


図3 移流のフロントの比較(L7)

がより速くなるためである。また、砂層付近まで貫入させた L7 をみると、矢板外 D において 0.104(%)、矢板外 C において 0.095(%)と L3H、L3、L5H とは異なり、矢板外 D において大きな値を示している。これより、矢板を砂層近くまで貫入させたために、砂層が汚染物質の拡散を助長する役割を早くしてしまった可能性が指摘できる。次に、実験から求めた透水係数 k と実験後に求めたカオリン層全域の平均間隙率 n を用いて、平均実流速 v_x を算出した。 v_x は移流のフロントが移動する速度と考えられ、相対濃度 $C/C_0=0.5$ であるフロントが進行する速度 $v_{0.5}$ とこの場合等しい。そこで、同じ浸透時間において v_x から求められる位置と濃度測定結果から求めた $C/C_0=0.5$ の位置を比較した。図3にL7の結果を示す。ここで矢板内下部付近及び矢板外では移流拡散現象は三次元的に進行し、矢板内上部では一次元的に進行すると考えられる。しかし図3に示すように矢板内上部における v_x と $v_{0.5}$ には隔たりがあり、矢板内での深さ方向の移流拡散現象が一次元的ではないことが示唆される。

表2 解析条件

解析コード	水頭差(cm)
AL3	3.0
AL5	3.0
AL5-2	5.0

4.実験結果と解析結果の比較

解析モデルは実験モデルを実規模換算したものである。一般に移流分散解析では地盤中の汚染物質について、地下水の移流と濃度の拡散及び土粒子への吸着を考慮するが、本解析では実験条件と同じく保存系物質の NaCl 溶液を想定しているため、吸着は考慮しないものとした。汚染物質の初期濃度 C_0 は、矢板内カオリン最上層(Layer1)が常に 1.0%となるように設定した。水頭差は定水位である。カオリンの分子拡散係数は $3.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{sec}$ とし、流速方向、流速と直角な方向とも等しいとした。解析ケースを表2に示す。ここで、L5H は矢板内外の初期水頭差 5cm から実験終了付近では水頭差 3cm に水位が下がった変水位試験であったことから、AL5 と AL5-2 の解析も行ない両者と比較した。図4にL3及びL5の矢板外 B、C 地点の実験値と解析値の濃度結果を示す。L3 では矢板外 B の上層部①~③において解析値が実験値と比較して 2.5~6.6 倍大きい値をとった。一方、その他の地点及びL5においては実験値が大きな値を示す結果となった。カオリン粘土地盤の透水係数は実験時の水位変化から算出しており、妥当性は高いものと思われる。しかし、実験と解析の濃度分布には違いが生じており、この要因として矢板貫入による周辺粘土地盤の乱れの影響が考えられる。

《参考文献》1) 旧運輸省港湾局：「管理型廃棄物埋立護岸 設計・施工・管理マニュアル」, 2000.

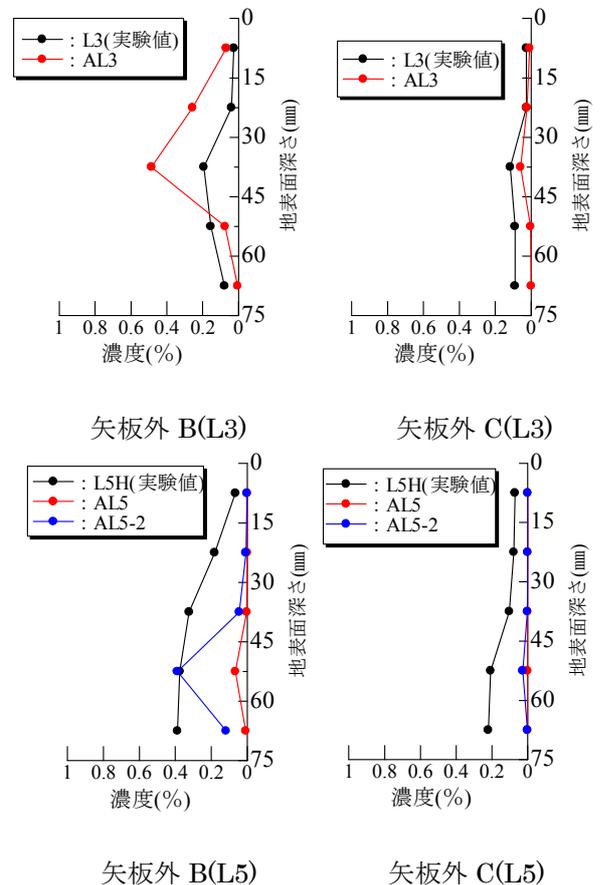


図4 矢板外 B、C 地点における濃度値