

矢板挿入による塩分侵入阻止効果について

徳島大学大学院 学生員 ○ 李 圭太
福山大学工学部 正会員 尾島 勝
(株) 新井組 森 敏哉

1. まえがき 今回は、海岸部低平地自由地下水での塩水化現象を砂層モデル実験によって再現し、種々の実験条件による阻止効果を明らかにした。

2. 砂層モデル実験の概要

図-1に実験水槽の諸元を示した。

図中の実験水槽の中央部に図-2に示す粒度分布のフルイ砂($G_s=2.68$, $D_{10}=0.29\text{mm}$, $U_c=2.28$, $k=0.044\text{cm/sec}$)を用いて、砂層模型(長さ399cm, 幅43cm, 高さ60cm)を形成した。実験手順は次のようである。1)所定の水位差($\Delta h=1.50\text{cm}$)で定常流れをつくり、上流側水槽への供給流量と越流流量、下流側水槽からの流出流量を測定し、透水係数を算出する。2)その後でモデル下流端から15cmの所にアクリル樹脂板を挿入して塩水槽には塩水($\rho_2=1.024\text{g/cm}^3$, $\text{Cl}^-:18300\text{ppm}$)を、淡水槽には淡水を供給し、それぞれ所定の水位 $h_s=30.00\text{cm}$, $h_f=31.50\text{cm}$ に維持する。以上の作業が終了した後、実験を開始する。3)実験開始と同時に止水板をはずして塩水流入バルブを開き、塩水槽水深を一定に保つようにする。揚水条件の付加された実験においては同時に揚水を開始する。4)砂層内に設置した計27個の電気伝導度計を用いて実験開始から3時間までは5分間隔、3時間から7時間までは10分間隔、7時間から9時間までは20分間隔、その後実験が終了するまでは30分間隔で各測点の電気伝導度を測定し、各電気伝導度計の検定較正式に基づき実験後に塩素イオン濃度に換算した。

表-1に実験タイプと実験条件を示した。表中の実験タイプの表記法は、最初の数字は下流側塩水水槽水深(30cm)に対し矢板開口比が10/10, 8/10, 6/10, 5/10, 4/10, 2/10であること、記号Uは揚水高さが上部($Z=20\sim25\text{cm}$)であること、Dは下部($Z=5\sim10\text{cm}$)であることを表している。その次の数字3, 6は井戸番号、すなわち揚水位置がそれぞれ $X=37.5\text{cm}$, $X=75.0\text{cm}$ であることを表している。

3. 考察 考察諸量としては塩分濃度感知開始時刻、地点塩分濃度変化図、塩分侵入量、等塩分濃度線図(紙面の都合により省略する)および塩分侵入阻止評価図である。図-3, 図-4は侵入塩分量によって矢板開口比および揚水条件の相違による塩分侵入の阻止効果を評価したものである。これらの考察諸量に

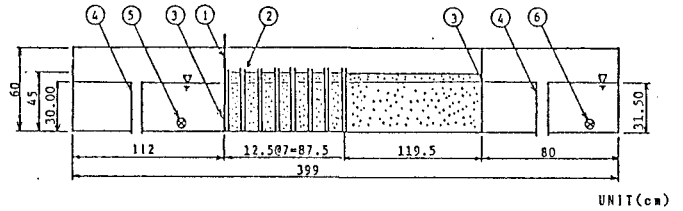


図-1 実験水槽

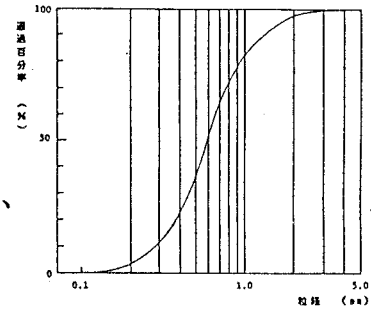


図-2 粒径加積曲線

表-1 実験タイプと実験条件

CASE	揚水井戸	揚水高さ	送流量 (cc/min)	揚水量 (cc/min)	上流水深 (cm)	下流水深 (cm)	透水係数	計測時間 (min)
10	—	—	60	—	31.51	30.00	0.104	1470
8	—	—	58	—	31.50	30.00	0.104	1380
6	—	—	93	—	31.52	30.01	0.170	1320
5	—	—	103	—	31.53	30.02	0.189	420
4	—	—	117	—	31.56	29.99	0.211	860
2	—	—	100	—	31.60	30.08	0.189	190
10-03	N0.3	下部	45	68	31.51	30.01	0.078	1050
8-03	N0.3	下部	74	111	31.51	30.00	0.132	900
6-03	N0.3	下部	72	108	31.51	30.00	0.132	900
5-03	N0.3	下部	99	150	31.51	30.00	0.182	600
4-03	N0.3	下部	118	177	31.50	30.00	0.223	480
2-03	N0.3	下部	93	160	31.52	30.10	0.190	630
10-03	N0.3	上部	68	102	31.52	30.01	0.117	1320
8-03	N0.3	上部	53	80	31.50	30.00	0.095	900
6-03	N0.3	上部	79	119	31.50	30.00	0.145	930
5-03	N0.3	上部	97	146	31.51	30.01	0.175	660
4-03	N0.3	上部	101	152	31.51	30.00	0.190	830
2-03	N0.3	上部	98	147	31.61	30.03	0.180	990
10-06	N0.6	下部	69	104	31.50	30.00	0.120	1260
8-06	N0.6	下部	61	92	31.50	30.00	0.109	1200
6-06	N0.6	下部	72	108	31.51	30.00	0.132	1710
5-06	N0.6	下部	95	147	31.52	30.01	0.175	1050
4-06	N0.6	下部	100	150	31.51	30.00	0.188	750
2-06	N0.6	下部	90	135	31.49	30.11	0.190	870
10-06	N0.6	上部	79	120	31.51	30.00	0.138	1440
8-06	N0.6	上部	48	72	31.50	30.01	0.086	1740
6-06	N0.6	上部	81	92	31.52	30.01	0.111	1650
5-06	N0.6	上部	93	140	31.51	30.02	0.175	2040
4-06	N0.6	上部	95	148	31.53	30.00	0.176	1020
2-06	N0.6	上部	116	164	31.91	30.07	0.182	1320

より以下の結論を得た。

1) 無揚水条件の場合、矢板開口比の減少とともに塩分侵入時間の遅延化および侵入塩分濃度の上昇の様相に減少の傾向を示している。また定常時における塩分侵入域およびその濃度分布における高濃度域の割合も減少している。これらの現象は開口比6/10以下で著しく、とくに開口比4/10、2/10のケースにおいては顕著である。すなわち、無揚水条件の場合には矢板による塩分侵入阻止効果は十分期待できる。2) 塩水槽近傍下部揚水の場合、矢板開口比の減少による塩分侵入時間の遅延は見られず、開口比が5/10以下のケースでは逆に加速されている。定常時の塩分侵入域は矢板挿入により7割程度に減少するが開口比の相違による明確な相違は見られない。また高濃度域の割合は開口比5/10以下になると逆に大きくなっており、この揚水条件の場合には矢板根入れ深さを必要以上深くとれば逆に塩分の侵入を助長することになる。図-3から判断して有効な矢板開口比は5/10である。3) 塩水槽近傍上部揚水の場合、矢板開口比の減少による侵入時間の遅延化は望めない。また矢板の根入れ深さを揚水高さよりも深くとれば塩分侵入域は減少するものの高濃度域の割合はほとんど変わらず、矢板根入れ深さをかなり深くとってもあまり有効とは言えない。図-3から、有効な矢板開口比は5/10となり、この揚水条件で揚水高さよりも深いところで矢板の阻止効果が現れるが、それほど有効なものではない。4) 塩水槽遠方下部揚水の場合、矢板開口比5/10を除く全てのケースで矢板開口比の減少による塩分侵入時間の遅延化が見られる。塩分侵入域および高濃度域についても開口比の減少傾向が見られる。とくに開口比4/10以下になるとその傾向は大きく、有効な矢板の阻止効果が現れている。図-4から判断すればこの揚水条件において塩分侵入阻止効果が有効に現れるのは開口比4/10である。5) 塩水槽遠方上部揚水の場合、矢板開口比の減少時間の遅延化が見られ、とくに開口比2/10ではそれが著しい。また侵入塩分濃度の上昇の様相は、開口比4/10と2/10で明かな減少が見られる。塩水化域の減少は開口比が4/10以下で現れており高濃度域の割合も小さくなっている。この揚水条件では矢板開口比の減少による阻止効果が有効に現れるのは矢板の根入れ深さが揚水高さよりもかなり深い場合の矢板開口比4/10以下である。

4. あとがき 今回は、主に塩分侵入の最終定常時での評価を行ったものであるが、今後は塩分侵入過程における阻止効率を評価し検討していきたい。

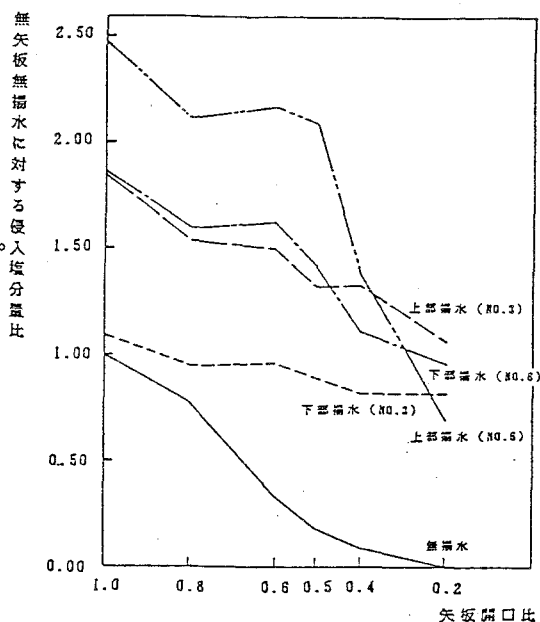


図-3 阻止評価図

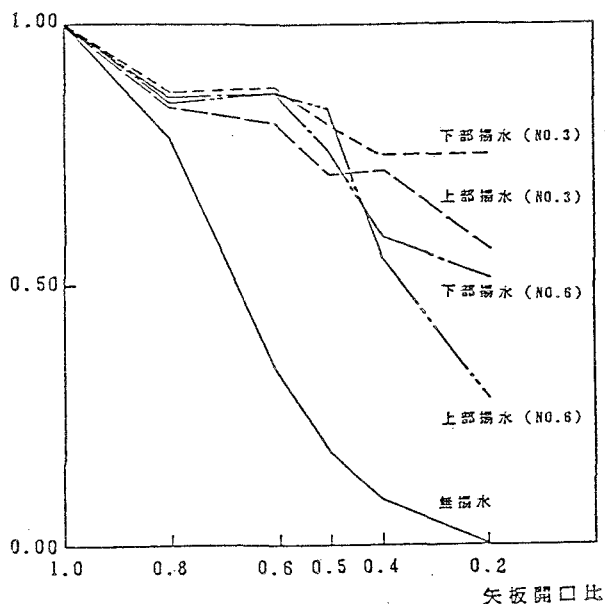


図-4 阻止評価図