

不圧帯水層への遮水壁打込に伴う地下水挙動に関する砂層実験

徳島大学工学部 正員 尾島 勝
 徳島大学工学部 正員 ○西内 剛三
 大豊建設 正員 蔵本 文明

1. まえがき 本研究は、不圧帯水層への遮水壁打込に伴う地下水の水面形状および流量の変状特性を実験的に解析し、遮水壁打込に伴う地下水の貯留効果ならびに遮水効果の定量評価を試みたものである。この種の解析には *Hole-Shaw* モデルを用いた2,3の研究例がみられるが、我々はより現実に対応するものとして砂層モデルを用いた現象解析を試みた。

2. 実験モデルおよび実験方法 図-1に示す砂層実験モデルを形成し、表-1に示した実験条件を与える。この砂層の物理諸量は、 $G_s=2.69$, $d_o=1.7\text{mm}$, $U_c=2.00$, $k=0.17\text{cm/sec}$, $\lambda=0.32$ であり、均質等方性としなす。実験方法としては、所定の動水勾配(I)の定常流を作った後、所定の間隔(d)まで遮水壁(厚さ3mm)を迅速に打設し、砂層内測点の水位をマノメータで取り出して打設開始と同時に5秒間隔で写真記録するにとり、流入流量(Q_i)と流出流量(Q_o)を1分毎に計測する。

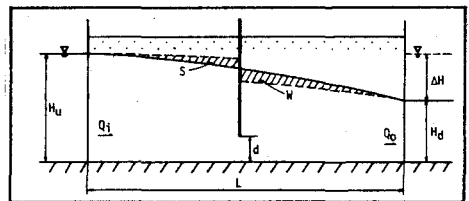


図-1 実験モデル

表-1 実験諸元

	$H_u(\text{cm})$	$H_d(\text{cm})$	$d(\text{cm})$	$\Delta H(\text{cm})$	$L(\text{cm})$	$I=\Delta H/L$	$n=1-2d/(H_u+H_d)$
A-1 A-2 A-3	25.0	15.0	10.0	10.0	300.0	1/30	0.504
B-1 B-2 B-3	25.0	15.0	5.0	10.0	300.0	1/30	0.702
C-1 C-2 C-3	25.0	15.0	3.0	10.0	300.0	1/30	0.851
D-1 D-2 D-3	29.0	14.0	10.0	15.0	300.0	1/20	0.540
E-1 E-2 E-3	29.0	14.0	6.0	15.0	300.0	1/20	0.723
F-1 F-2 F-3	29.0	14.0	3.0	15.0	300.0	1/20	0.862

なお、図-1中の S , W は、初期定常水面形状と注意時刻における水面形状から計算される遮水壁上流側の貯留量および下流側の減少量である。

3. 実験結果の解析 $I=1/20$ の場合の定常水面形状

を図-2に示した。 $I=1/20$ の場合のそれと比較考察して次のことがわかった。

i) 動水勾配が同じであれば、遮へ率(n)が大きいほど、また遮へ率が同じであれば動水勾配が大きいほど初期定常水面形状からの変化量は大きくなるが、その絶対量は予想外に小さい。 ii) 遮水壁より上流側の水面形状は上に凸、下流側のそれは下に凸の形状を示しているが、この曲率の相違は地下水の挙動解析に際し重要な特性であると考えられる。 iii) 上流側の貯留量より下流側の減少量の方が大きく、砂層全体としての貯水量は遮水壁打込に伴ってむしろ減少することには注意する必要がある。

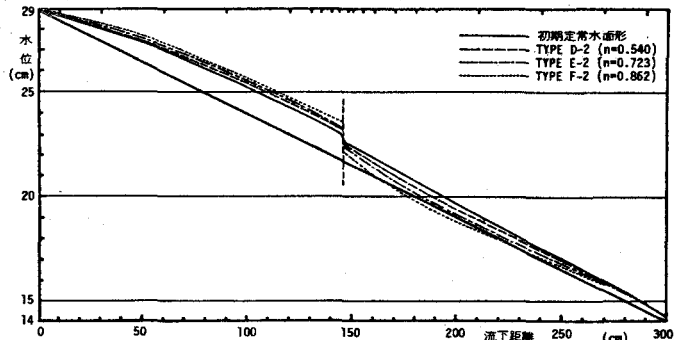


図-2 定常水面形状 ($I=1/20$)

図-3には遮水壁打設後の水面形の遷移過程の一例を示した。図に示された各時刻における水面形状は、遮水壁打込に伴う過剰間隙水圧の発生・消散過程を含むポイズン頭変

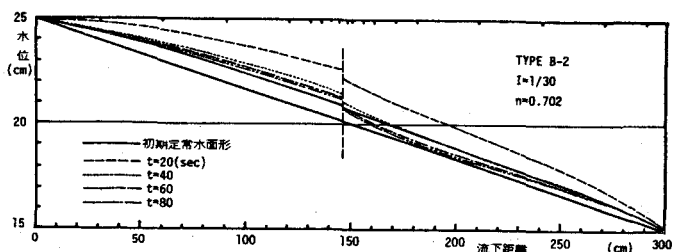


図-3 非定常水面形状

化と考えなければ説明し得ない。これは、Hale-Shaw モデルでは起り得ない現象であり、今後実験方法の改善も含めて検討すべき問題である。

表-2は、定常時における貯留量(S)と減少量(W)の値を示したものであり、図-4にその変化特性を示した。図の縦軸には完全止水時の貯留量(減少量にも等しい) S_T に対する無次元値として S , W を評価している。

これらの図・表より次のことがわかった。

i) I が同じであれば、 n が大きくなれば、 W とともに増大し、その変化率は n の大きよりも大きく、例えばBからCへ n は約20%増えれば S は33%、 W は75%の増えになる。ii) n が同じであれば、 I が大きくなれば、 W とともにその絶対量は大きくなるが、 S_T に対する値には大差は無い。iii) 実験値に多少のバラツキはあるが、 I の相違による影響は W よりも S の変化特性により強く現われることが推察される。

表-3は、定常時における流出流量(Q_{os})と遮水壁打設前の定常流量(Q_{of})と比較して示したものであり、この表から、i) n が同じであれば、 Q_{os}/Q_{of} に対する値は動水勾配の相違による影響を受けず一定であること、ii) n が大きくなるほど Q_{os}/Q_{of} の値は減少するが、その減少率は n が85~86%になっても13~15%と意外に小さいことがわかる。

図-5は、動水勾配 I が1/30の場合の砂層への侵入流量(Q_{it})と砂層からの流出流量(Q_{ot})の経時変化を初期流出流量(Q_{of})に対する無次元値として表わしたものである。この図をみれば、いずれの実験タイアにおいても遮水壁打設直後の一合間の Q_{it} は Q_{of} よりも増加しており、 n の最も大きいC-3では約11%増であること、一方、 Q_{ot} はいずれのタイアでも速に初期侵入流量よりも減少しており、その減少の割合は n の増大とともに増加する傾向にありCタイアでは約20%減となることがわかる。この図に示された流量変化の様相は、遮水壁を打設することによって初期定常流の水脈が一端切れることにより、下流側では一端自由流出の性質を帯び、上流側では動水勾配の相違に基づく初期流速の相違に透へる率の相違の両者によって異なる遮断効果が発生すると考えることにより説明できる。また、流量が定常に達するまでの時間は、透へる率が大きくなるほど長くなる傾向がみられ、地下水浸透の遅延効果が期待できる。

4. あとがき 砂層実験によって非定常現象の解析を行うにあたっては、遮水壁の打設方法および砂層内水位の計測方法が重要なポイントであり、今後の点を改良してさらに詳しく解析へと進めたい。

参考文献 1) 中村康昭・畑中一夫：第33周年講義要集，1978。2) 藤原明・城田芳久：第35周年講義要集，1980。

表-2 定常時における貯留量と減少量

I	$S_T(\text{cm}^3)$	各層量	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
1/30	22500	n	0.504	0.504	0.504	0.702	0.702	0.702	0.851	0.851	0.851
		$S_S(\text{cm}^3)$	775	690	905	1191	1443	1223	1852	1850	1380
		$W_S(\text{cm}^3)$	1201	1307	1593	2130	1696	1632	2940	3121	3511
		S_S/S_T	0.034	0.031	0.040	0.053	0.064	0.054	0.082	0.084	0.061
		W_S/S_T	0.053	0.058	0.071	0.095	0.075	0.073	0.131	0.139	0.156
I	$S_T(\text{cm}^3)$	各層量	D-1	D-2	D-3	E-1	E-2	E-3	F-1	F-2	F-3
1/20	33750	n	0.540	0.540	0.540	0.723	0.723	0.723	0.862	0.862	0.862
		$S_S(\text{cm}^3)$	1531	1439	1929	2231	2060	1772	3344	3155	3043
		$W_S(\text{cm}^3)$	1880	1374	3590	3366	3158	5270	4822	4622	
		S_S/S_T	0.045	0.043	0.056	0.061	0.053	0.099	0.093	0.090	
		W_S/S_T	0.056	0.041	0.106	0.100	0.094	0.156	0.143	0.137	

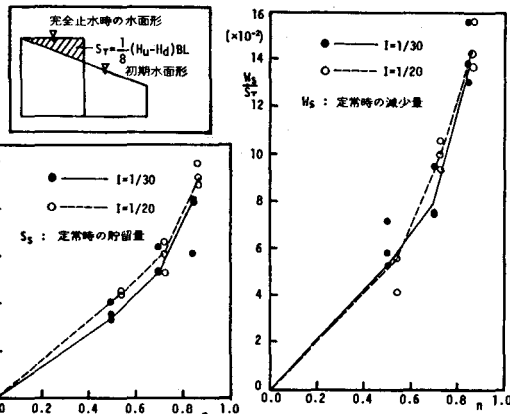


図-4 貯留量と減少量の変化特性

表-3 初期流出流量と定常流出流量

I	各層量	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
1/30	$Q_{of}(\text{cm}^3/\text{min})$	365	370	370	388	388	361	390	389	384
	$Q_{os}(\text{cm}^3/\text{min})$	344	352	345	349	351	334	341	340	331
	Q_{os}/Q_{of}	0.94	0.95	0.93	0.90	0.90	0.93	0.87	0.87	0.86
	n	0.504	0.504	0.504	0.702	0.702	0.702	0.851	0.851	0.851
I	各層量	D-1	D-2	D-3	E-1	E-2	E-3	F-1	F-2	F-3
1/20	$Q_{of}(\text{cm}^3/\text{min})$	575	570	567	567	565	568	568	561	562
	$Q_{os}(\text{cm}^3/\text{min})$	549	539	540	511	511	520	480	486	487
	Q_{os}/Q_{of}	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90	0.92	0.85	0.87	0.87
	n	0.540	0.540	0.540	0.723	0.723	0.723	0.862	0.862	0.862

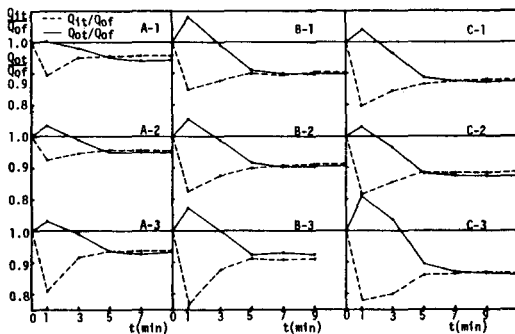


図-5 侵入流量と流出流量の経時変化