

II-100

不圧地下水帯への遮水壁打設に伴う地下水流況の変化に関する実験的研究

徳島大学工学部 正員 ○尾島 勝
徳島市役所 正員 石川 稔彦

1. まえがき 本研究は、地下水かん養をはかる目的で鋼矢板やコンクリート壁などを不圧地下水帯に打設した場合の地下水流況の変化とかん養効果を明らかにすることを目的としている。このような場合、地下水流況に影響を及ぼす要因の主なものは、1)透水係数、空隙率、粒度分布などの浸透層の物理特性、2)遮水壁打設前の動水勾配、3)遮水壁打設に伴う浸透断面の進入率である。すなわち、本研究では有限長(両端水位条件一定)の2次元砂層模型の中央位置において、流小と垂直に砂層の全幅にわたって遮水壁を所定の長さまで打設して、各測点のピエゾ水頭の変動と砂層への流入流量並びに砂層からの流出流量の変化を測定し、砂層内の流況の変化とかん養効果について実験的に考察した。

2. 砂層模型実験の概要 図-1に実験時の説明図を示しているが、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($G_s=2.70$, $D_{10}=0.35\text{mm}$, $U_c=1.94$, $\nu=0.13\text{cm}^2/\text{sec}$)を用いて、砂層模型(長さ300cm, 幅40cm, 高さ35cm)を形成した。実験手順は次のようである。i) 実験水槽底面を水平に保ち、各実験開始前には一旦水深を約40cmにまで上げ、砂層全体を水深を20分以内に脱却させ、下流側水位可変水槽を降下させて所定

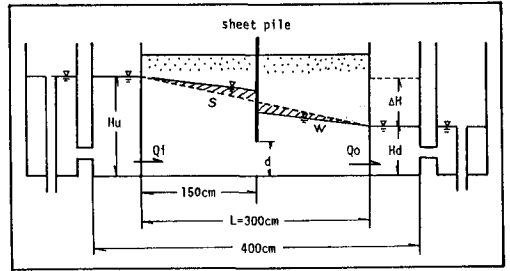


図-1 実験装置

表-1 実験タイプと実験条件

実験タイプ	Hu (cm)	Hd (cm)	H (cm)	d (cm)	L (cm)	l = H/L	$\alpha = 1 - 2d / (Hu + Hd)$
A-1 A-2 A-3	29.0	19.0	10.0	10.0	300.0	1/30	0.583
B-1 B-2 B-3	29.0	19.0	10.0	5.0	300.0	1/30	0.792
C-1 C-2 C-3	29.0	19.0	10.0	2.0	300.0	1/30	0.917
D-1 D-2 D-3	29.0	14.0	15.0	9.0	300.0	1/20	0.581
E-1 E-2 E-3	29.0	14.0	15.0	4.5	300.0	1/20	0.791
F-1 F-2 F-3	29.0	14.0	15.0	2.0	300.0	1/20	0.907
D'-1 D'-2 D'-3	29.0	14.0	15.0	9.0	300.0	1/20	0.583
E'-1 E'-2 E'-3	29.0	14.0	15.0	4.5	300.0	1/20	0.791
F'-1 F'-2 F'-3	29.0	14.0	15.0	2.0	300.0	1/20	0.907

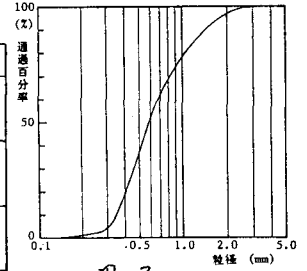


図-2

の水位差(ΔH)を与え、初期定常流小を作る。このときの平均動水勾配を初期動水勾配と呼ぶ。ii) 砂層模型の中央位置に厚さ4.5mmの鋼遮水壁を速度可変型油圧式貫入装置(最大速度40cm/min)により所定の間隔(d)になるまで一定速度で打設する。遮水壁の先端が砂層表面に接した時刻を実験開始時刻とし、必要水量の計測を始める。iii) 2)メ-9に現わされる20測点のピエゾ水頭の写真撮影は、実験開始から8分までは20秒間隔、8~10分は30秒、10分以後は1分とした。iv)

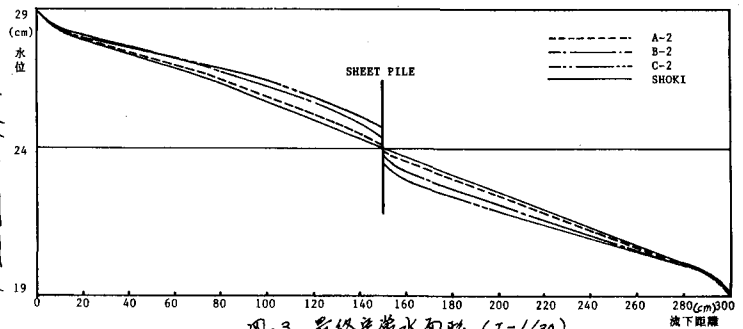


図-3 最終定常水面形 (I=1/30)

越え流量と流出流量を集水マス内の水位変化を圧力計によって測定し、その変化を連続的に記録した。

表-1に各実験タイプの実験条件を示した。表中の α は初期水面を直線と近似したときの進入率である。また、D', E', F'タイプはそれぞれD, E, Fと同一の境界条件であるが、遮水壁の打設速度を約1/2倍と遅くしたものである。

3. 遮水壁打設後の定常流小の考察 図-3には、初期動水勾配 $I=1/30$ の場合の進入率の異なるA-2, B-2, C-2の最終定常水面形と遮水壁打設前の初期定常水面形とともに示した。

表-2 貯留量および減少量

TYPE	I	SI(cc)	n	Ss(cc)	Ms(cc)	Ss/ST	Ms/ST	Ss-Ms	Ss/Ms
A-1	1/30	15000	0.583	1574	1135	0.105	0.076	439	1.387
A-2			0.792	1374	715	0.092	0.048	659	1.922
A-3			0.917	1298	753	0.087	0.050	545	1.724
B-1	1/20	22500	0.581	2051	1555	0.137	0.104	506	1.325
B-2			0.791	2583	1435	0.172	0.096	1149	1.800
B-3			0.917	2550	1914	0.170	0.128	636	1.332
C-1	1/30	15000	0.581	3513	1899	0.234	0.127	1611	1.848
C-2			0.791	3122	2876	0.208	0.192	246	1.086
C-3			---	---	---	---	---	---	---
D-1	1/20	22500	0.581	2840	1636	0.126	0.073	1204	1.736
D-2			0.791	2425	1900	0.108	0.084	525	1.276
D-3			0.917	2651	1692	0.118	0.071	1059	1.651
E-1	1/20	22500	0.791	4072	3246	0.178	0.144	758	1.233
E-2			0.917	3431	3210	0.152	0.143	221	1.069
E-3			---	---	---	---	---	---	---
F-1	1/20	22500	0.581	5290	5200	0.235	0.231	90	1.017
F-2			0.791	5607	4715	0.249	0.210	892	1.189
F-3			0.917	5734	5360	0.255	0.238	374	1.070
D'-1	1/20	22500	0.581	3334	2719	0.148	0.121	615	1.226
D'-2			0.791	3346	2392	0.149	0.125	454	1.157
D'-3			0.917	3123	2527	0.139	0.112	601	1.238
E'-1	1/20	22500	0.791	3879	3837	0.172	0.171	42	1.011
E'-2			0.917	4642	3969	0.206	0.176	673	1.170
E'-3			---	---	---	---	---	---	---
F'-1	1/20	22500	0.917	6047	5460	0.269	0.243	587	1.108
F'-2			---	---	---	---	---	---	---
F'-3			---	---	---	---	---	---	---

初期水面からの水位変化量は、遮へい率が大きくなるほど大きくなり、また同じ遮へい率であれば初期動水勾配が大きくなるほど大きくなることがわかる。上下流境界近傍と遮水壁近傍を除いた水面形状は、上流側では上に凸、下流側では下に凸である。しかし、遮水壁近傍では水面形状が大きな勾配で緩急、遮水壁に沿って流水が発生していることがわかる。

上述の流況変化特性を数値的に比較考察するために、図-1中に斜線を引いてお示しているように遮水壁より上流側の貯留量(S)と下流側の減少量(W)を各水面形状より求め、完全止水時の貯留量(ST)に対する無次元化として表わした。算出結果を必ず表-2のとおりである。また、図-4はこれらの算出結果から貯留量と遮へい率の関係を示したものであり、図中の実線・破線は同一タイプの実験値の平均を連ねたものである。減少量と遮へい率の関係も同様には示すことができる。これらの図・表から次のような流況変化特性が明らかになる。

- 1) 遮へい率が同じであれば、初期動水勾配が大きくなるほど貯留量・減少量ともに大きくなるが、初期動水勾配の相違による影響は減少量により明確に現われる。
- 2) 打設速度の違いD', E', F'の各実験の貯留量・減少量は、他の条件が等しいD, E, Fの値よりも、いずれも約2割程度大きい。この現象の相違は何に起因するかは明らかでないが、今後解明したいと考えられている。
- 3) いずれの実験ケースでも貯留量が減少量よりも大きく、積全体としては遮水壁打設によって貯留量の増大がはかられたことになる。すなわち、このようなかん養効果も定量的評価は図-5のように示す。図に示したようにかん養効果の初率はI=1/30の場合の方がよく、遮へい率が大きくなるほど悪くなる。

図-6は、最終定常流量と遮へい率との関係を示したものである。遮へい率が90%と大きくなるほど流量の減少はただか20%程度にすぎない。このことは、浸透流量の減少は遮水壁による浸透断面の減少と動水勾配の緩和に起因すると思われる。I = (Hu - Hd) / {L + 2{(Hu + Hd)/2 - d}} より算出した遮水壁打設後の動水勾配は、初期動水勾配に対して10~13%程度の減少でしかはなるとは推測できる。

4. 遮水壁打設途中の水量変化

図-7には、C-2の遮水壁下流側の各測点における初期定常水面からの水位変化量Δh(正: 上昇)の経時変化を示している。2分頃まではいずれの測点でもΔhは正であるから、過剰間隙水圧が発生していることがわかる。図-8は、同じくC-2の遮水壁直上・直下流測点(±2.5cm)における水位変化を解析した結果を示したものである。詳細については講義時述べるが、遮水壁の打設途中が問題となる場合には、この過剰水圧の挙動解析が重要になる。

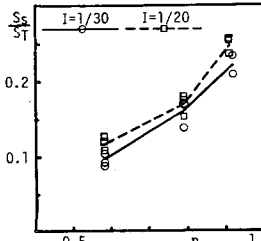


図-4 貯留量の変化

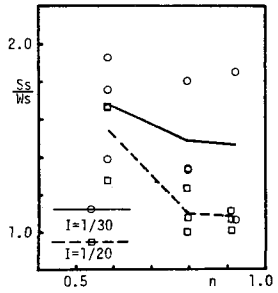


図-5 かん養効果

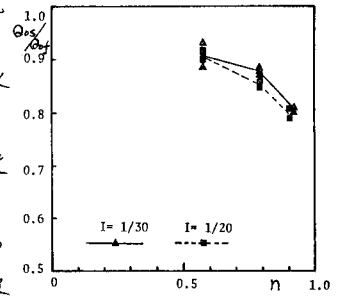


図-6 流量の変化

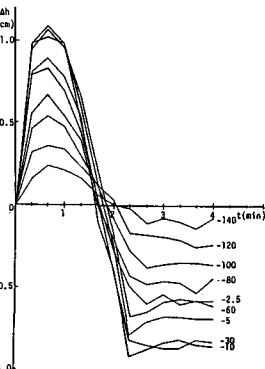


図-7 Δhの経時変化

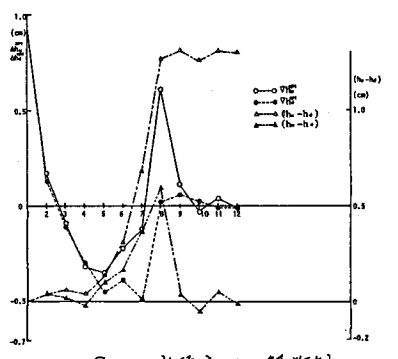


図-8 水位変化の解析例