

低平地の地下水排除に関連する明きよへの非定常浸透について考察する。図1に示す自由面地下水の運動方程式は

$$f \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (K h \frac{\partial h}{\partial x}) \quad (1) \quad \text{である。}$$

ここに、 f :有効間隙率、 K :透水係数、(1)式の線型化方法に関しては、前年度検討したように、現在のところ Boussinesq 法が一番妥当と考える。つぎの変換を行ない(1)式を無次元化する。

$$U = h/h_0, \quad \alpha = x/S, \quad \beta = K h_0 t / S^2$$

$$\frac{\partial U}{\partial \beta} = \frac{\partial}{\partial \alpha} (U \frac{\partial U}{\partial \alpha}) \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{条件について解けば、} & \beta=0, \alpha=1/2, U=1 \\ & \beta \geq 0, \alpha=0, U=d/h_0 \\ & \beta > 0, \alpha=1/2, \frac{\partial U}{\partial \alpha}=0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$U(\alpha, \beta) = W(\alpha) / (1 + \beta \beta) \quad (4)$$

となる。この解は、 $d \neq 0$ の場合 $t \rightarrow \infty$ となるとき $U \rightarrow 0$ になる矛盾をもつ。しかし、 t の適応限界を示せば、近似解として十分利用できる。詳細の検討は省略(建設防災研報 16.8)すが、 $d \geq 0$ とする拡張解釈は実用上可能である。

実験および結果

鋼製砂槽 (120x100x2160cm) を用い、 h_0, d, S の値を種々変化させた各 Case について、(5)の条件によって実験を行なった。諸元値は表1に示す

$$\left. \begin{aligned} t=0, h=h_0, 0 \leq x \leq S/2 \\ t>0, x=0, h=d \\ t>0, x=S/2, \frac{\partial h}{\partial x}=0 \end{aligned} \right\} \quad (5) \quad \begin{aligned} f &= 0.150 \\ K &= 103 d_0 x \\ & \quad (0.7 + 0.031f) \end{aligned}$$

実験結果のうち $x=S/2$ における水位の時間的変化を示せば図2、さらに d/h_0 を変数にして $m\%$ の変化を図3に示す(3)と(5)の条件の差、すなわち、 t_0 は野満の井戸理論を適用して検討した。

検討

図2、3に示すように、理論値と実測値とは、とくに現象の初期において、へだたりが大きい。この不一致をつぎの(6)式の ϵ によって検討する。

$$U(\alpha, \beta) = W(\alpha) / (1 + \beta \beta) \quad (6)$$

実測値から求めた ϵ と β と $m\%$ について plot した一例

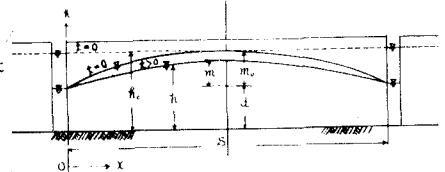


図1 明きよ断面図

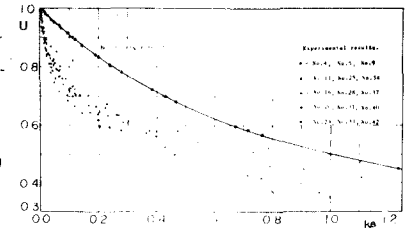


図2 水位の時間的変化(1)

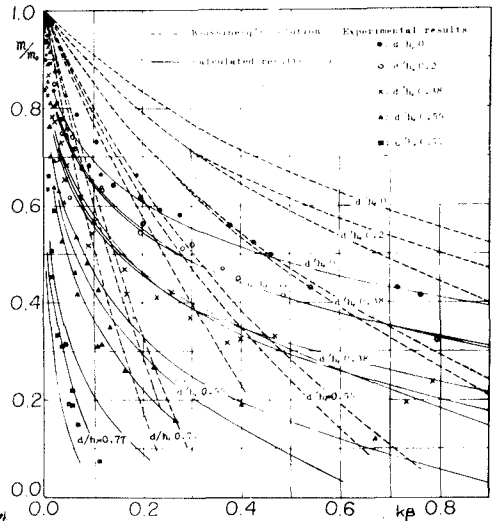


図3 水位の時間的変化(2)

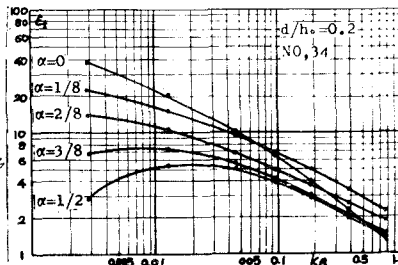


図4 ϵ の場所的变化(1)

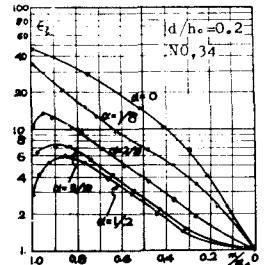


図5 ϵ の場所的变化(2)

を示せば図4.5となる。このうち、 $\alpha=1/2$ について、さらに d/h_0 を parameter として各 Case を整理すると図6.9の①～⑤に示すようにつぎの傾向をもつことがわかる。

1). 水位に対する ϵ の変化 図6の平均値を用いた ϵ_R は図7となり、これらは、Poisson分布曲線によって近似できる。

$$\epsilon_R = 7.5 \frac{y}{d_{max}} \dots \dots \dots (7)$$

$$y = e^{-\eta} \frac{\eta^j}{j!}, \quad j = 10(1 - \eta/h_0), \quad \eta \sim d/h_0$$

$d_{max} \sim \eta$ の関係は図8のようになる。

2). ϵ の時間的变化 図9のように ϵ の図6.①～⑤ ϵ_R の η/h_0 に対する変化。減少部はほぼ直線にのり、その傾向は次式で近似できる。

$$\epsilon_t = N \{ \eta/h_0 \}^M \dots \dots \dots (8) \quad N = -140(d/h_0) + 1.59, \quad M = -0.446 \exp\{-0.118(d/h_0)\}$$

3). ϵ の場所的变化 各 Case とも、図4.5.の例と同様な傾向を示し、 ϵ の絶対値は $\alpha=1/2$ の近傍において、ほぼ 75 に近い値をとり、安定している。

明きき間かく決定式 実用上、 $\alpha=1/2$ 点の水位をとくに問題にする、したがって、(6)式を用いて、 m, m_0, d 、 α を既知数として所要の S を求める式が導ける。

$$S = 3 \left[\frac{\epsilon K (2d + m_0)(d + m)}{2f(d + m_0)(m_0 - m)} \right]^{1/2} \dots \dots \dots (9)$$

い(7)式から概算して求め、つぎに(8)式によって精度の高い S が計算できる。(8)式を用いた計算結果を図9の実線で示す。

結 論

1). Boussinesq法の適用が一定可能とある。

2). (4)式は(9)式の実験公式の根拠として意義をもつ。

3). ϵ が解明できればよ

いが、支配要素と考えられる K, f の非定常特性の研究が不十分であって、実験方法とともに今後の検討が必要である。

4). 他の実験方法により一般性を追求しなければならぬ。

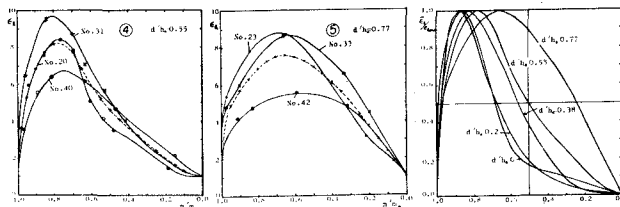
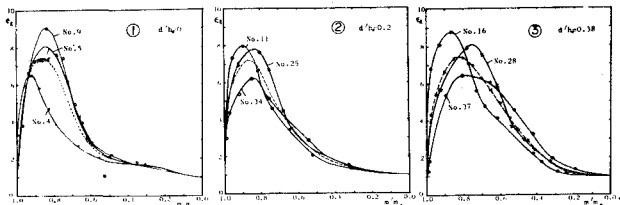


図7. ϵ_R の d/h_0 に対する変化

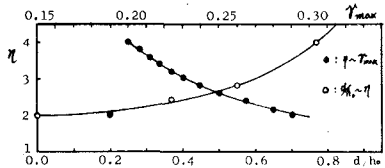


図8. $\eta \sim d_{max}, \eta \sim d/h_0$ の関係

はます S を含めた

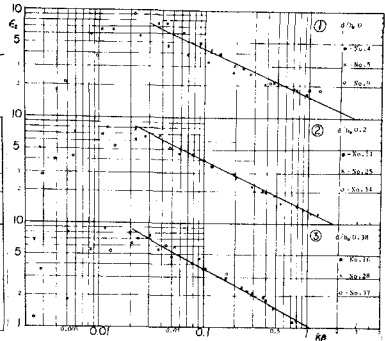
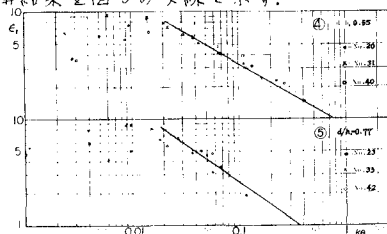


図9. ①～⑤ ϵ_R の d/h_0 に対する変化

表1. 諸元値

Group	No.	h_0 (cm)	d (cm)	m_0 (cm)	d/h_0	A	k	K (cm/s)	S (cm)	$K/k/fS$ (1/sec)	T °C	t_0 (sec)	ϵ	f 1
① $d/h_0=0$	9	93.0	0	93.0	0	1	4.462	2.87×10^3	1410	3.99×10^3	13	60	10.78	
	5	91.4	0	91.4	0	1	4.462	3.27×10^3	2830	1.11×10^3	18	245	10.13	
	4	77.3	0	77.3	0	1	4.462	3.27×10^3	4120	4.43×10^3	18	500	10.98	0.153
② $d/h_0=0.2$	11	87.8	17.4	70.4	0.198	0.981	4.331	3.98×10^3	1410	5.07×10^3	27	65	9.05	0.161
	25	87.8	17.2	70.6	0.196	0.981	4.331	3.59×10^3	2830	1.14×10^3	22	263	9.51	0.136
	34	85.1	17.0	68.1	0.200	0.981	4.322	3.19×10^3	4120	4.61×10^3	17	576	9.87	0.144
③ $d/h_0=0.38$	16	88.0	32.7	55.3	0.372	0.930	3.892	3.82×10^3	1410	4.39×10^3	25	65	9.24	0.150
	28	88.7	33.5	55.2	0.378	0.921	3.859	3.27×10^3	2830	9.32×10^3	18	292	9.41	
	37	86.5	33.5	53.0	0.387	0.923	3.834	3.35×10^3	4120	4.36×10^3	19	641	9.07	
④ $d/h_0=0.55$	20	89.5	48.5	41.0	0.548	0.838	3.190	3.90×10^3	1410	3.74×10^3	26	45	10.95	
	31	84.7	50.3	34.4	0.594	0.806	2.923	3.43×10^3	2830	7.07×10^3	20	220	10.82	
	40	85.5	48.3	37.2	0.565	0.826	3.070	3.03×10^3	4120	3.12×10^3	15	810	8.52	
⑤ $d/h_0=0.77$	23	84.5	68.4	16.1	0.810	0.589	1.561	3.59×10^3	1410	1.59×10^3	22	50	11.09	
	33	89.3	68.5	20.8	0.767	0.644	1.866	3.51×10^3	2830	4.87×10^3	21	388	7.86	
	42	85.5	63.3	22.2	0.740	0.675	2.050	3.11×10^3	4120	2.14×10^3	16	821	8.36	