

千葉県南総局 正員 三宅康夫

〃 〃 〇池上雪男

1 実験目的

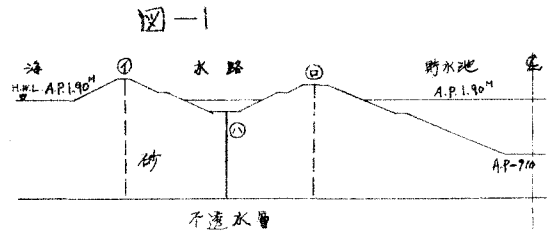
千葉県では工業用水の水源を確保するために河口に造る貯水池を計画し、数年前よりその調査、研究を進めている。河口貯水池とは種々ある問題の中で、特に海水の浸透防止策を研究中である。千葉県小湊川河口に造られた実験貯水池(図-1)の断面をもと、池の外廻りに水路がある)について、実験池解析の一環として比較的手軽にできる電気相似模型実験により堤防内の浸透状態を明らかにし海水防止策について検討を行った。

2 実験方法

ワイエフとリードにおいて提唱された電導体中の電気の流れ、 $I = -\frac{1}{\rho} \frac{\Delta \phi}{\Delta x}$ —①と地下水の流れ、 $Q = -k \frac{\Delta \phi}{\Delta x}$ —②とは共にうづろす方程式を満足し全く相似関係にあるという原理に基づいている。なお実験の堤体内の浸透流 Q_p は①、②式から $Q_p = \frac{1}{E_m} \cdot \rho_m \cdot I_m \cdot k_p \cdot H_p$ —④で表わされる。ただし I_m (模型中を流れる電流 A) E_m (電位差 V) ρ_m (比抵抗 Ωcm) を測定するところから実験の堤防内の浸透流に換算することができる。(電流にF3方法) 又は $Q_p = \frac{\Delta E_m}{E_m} \frac{A_m}{\Delta L_m} k_p H_p$ —⑤により ΔL_m (等ポテンシャル線間の距離 cm) A_m (ΔL_m を求めたときの等ポテンシャル線間の平均断面積 cm^2) —単位、 ΔE_m (等ポテンシャル線間の電位差 V) を測定することにより Q_p を求めることができる。(ポテンシャル線の利用による方法)。本実験は次の条件を与えて行った。①不透水層までの地質は均一である。②堤防内の透水係数 (k_p) は現場試験の数値 $5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ を用いた。③海の水位(平均高潮位)と池内水位(計画低水位)はそれぞれ不透水層から 17.7^{M} と 8.7^{M} とした。④密度流については考えない。

3 実験の種類

海水位(塩分)と池内(淡水)水位は変化せず、水路の水位(淡水)を表-1のようにA, B, C, の3種類に変化し、その各々についてI~IVの場合についての実験を行った。



ただし溝とはリザーバユエのようT₁とT₂の間 40cm

で不透水層まで達している物とする。また矢印については、その透水係数に相当するものが k_p の k_0 , k_{00} の場合の2種類について実験した。

表-1

4 実験結果

A, B, C, のそれぞれのI~IVの水、水路、池、内に生じるとそれぞれの浸透流量は表-2~4の表中の枠内下段に示すような結果になった。A-I~IVまでの等ポテンシャル線および流線は図-2~5のようになつた。(紙面の関係でとくにAについて示した)

水位関係 水路の水	矢印が無い場合		矢印がある場合	
	図-1の①のT ₁ に矢印がある	図-1の②のT ₂ に矢印がある	図-1の③のT ₃ に矢印がある	図-1の④のT ₄ に矢印がある
A: 池<水路	A-I	A-IV	A-II	A-III
B: 池=水路	B-I	B-IV	B-II	B-III
C: 池>水路	C-I	—	C-II	C-III

5 結果に対する考察

Aの場合——水路の淡水が完全に不透水層まで達するために、海水は押し通され(ウォーターカーテンが形成される)ため、流線は図-2, 3のようになり、矢印を打設するまでもなく海から池への浸透は起らない。表-2からA-IVがA-Iより海へ浸透する割合が増加していることから、密度流については明らかにすることができないが、ウォーターカーテンが形成されるまでの時間

図-2

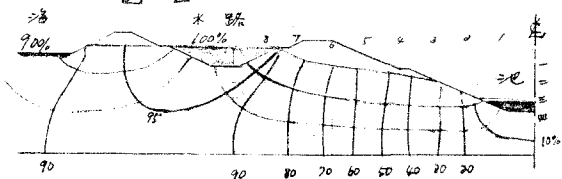


図-3

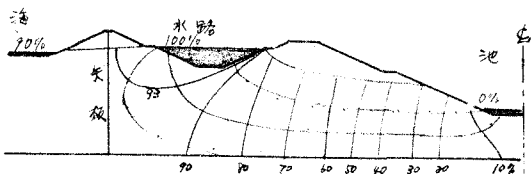


図-4

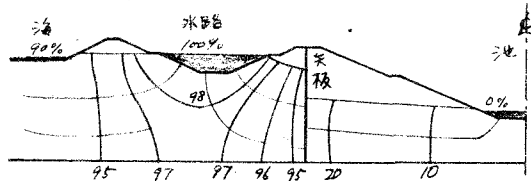
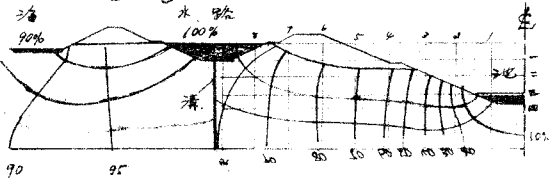


図-5



矢筋いれと考えていた。次に矢筋を打設する図-1の(海側)と打設時海水防止は中とし海への流出量が他の場合にくらべて急減している。

従って大部分は池へ還元され有利といえる。Bの場合——表-3からB-IVでは電氣的には海からの浸入量は0である。しかし海水路溝のポテンシャルは等しいので実際には溝付近で海水と淡水とが混合し、それが池へ流入する。矢筋を打設した場合、B-II, III 若し矢筋がな(B-I)にくらべて海からの浸入量が6~8%に減少し矢筋(%)の効果が現われている。しかし矢筋の透水係数が(%)程度あればかなり海水防止効果はある(%)程度では完全遮水は困難である。B-II(%)、B-III(%)にくらべると海からの浸入量はほぼ等しいから水路からの浸入量の少ない方(B-III)が有利である。Cの場合——溝を掘ても、矢筋を打設しても海からの流入量をおおかに減少しおとす程度で海水防止にはほとんど効果が無い。

6 結論

1) 矢筋の打ち込み(水路水位を考慮)の場合は海水防止工法は、矢筋の透水性能がかなり良く(有限)完全遮水は困難が予想される。矢筋の透水係数が(%)程度なら水路水位との関係も考慮して海水の浸入量を減らすことは可能である。2) 電氣的にはノーターカーテジ効果があることがわかった。しかし実際の場合とつては十分に検討が必要とされる。3) リークエフェクトでは電気模型ではその進行過程がわかり結果だけでの判断は適当ではない。これは実際の場合には十分に検討が必要とされる。本実験は幾何学的なモデルにより大胆に行なわれた。理論的には十分であり常識的な結論に達しアウトラインがつかれた。

表-2

試験 NO	CM ² /cm	海からの浸入量		水路からの浸入量		池への浸入量	
		ポテンシャル 電圧V	電流mA	ポテンシャル 電圧V	電流mA	ポテンシャル 電圧V	電流mA
A-I	(6.8) 0.095	(10.5) 0.150	(100) 1.400	(100) 1.430	(93.2) 1.305	(87.5) 1.280	
A-IV	(13.2) 0.176	(16.0) 0.238	(100) 1.338	(100) 1.425	(81.8) 1.162	(86.0) 1.247	
A-II	1/10	(1.2) 0.021	—	(100) 1.671	—	(98.8) 1.670	
(海側)	1/100	—	0	(100) 1.671	—	(100) 1.671	
A-III	1/10	(39.4) 0.176	(42.1) 0.225	(100) 0.447	(100) 0.535	(60.6) 0.310	
(池側)	1/100	(100) 0.120	(84.2) 0.239	(100) 0.120	(100) 0.284	(100) 0.045	

ただし上欄()は水路からの浸入量に対する池への浸入量の割合(%)
下欄は堤防単位中からの浸入量 (CM²/cm)

表-3

試験 NO	CM ² /cm	海からの浸入量		水路からの浸入量		池への浸入量	
		ポテンシャル	電流	ポテンシャル	電流	ポテンシャル	電流
B-I	—	—	(7.6) 0.118	—	(92.6) 1.425	—	(100) 1.563
B-IV	—	—	0	—	(100) 1.450	1.096	(100) 1.480
B-II	1/10	—	(2.9) 0.029	—	(99.1) 0.776	0.993	(100) 0.985
(海側)	1/100	—	0	—	(100) 0.984	0.993	(100) 0.984
B-III	1/10	—	(13.0) 0.207	—	(87.0) 0.447	0.311	(100) 0.054
(池側)	1/100	—	0	—	0	0	0

()内は池への浸入量/浸入量に占める割合の海からの浸入量を表す(%)

表-4

試験 NO	CM ² /cm	海からの浸入量		水路からの浸入量		池への浸入量	
		ポテンシャル	電流	ポテンシャル	電流	ポテンシャル	電流
C-I	(67.6) 0.610	(17.7) 0.223	(80.6) 0.266	(82.3) 1.315	(100) 0.876	(100) 1.598	
C-II	1/10	(4.6) 0.027	—	(85.6) 1.326	—	(100) 0.702	
(海側)	1/100	(1.9) 0.030	—	(98.1) 1.541	—	(100) 0.702	
C-III	1/10	—	—	—	—	—	
(池側)	1/100	—	—	—	—	—	

()は池への浸入量/浸入量に占める割合の海からの浸入量を表す(%)