

遮水壁打設による自由地下水の貯留効果に関する考察

徳島大学工学部 正員 尾島 勝
 愛媛県庁 正員 ○井上芳孝
 (株)若築建設 花田和孝

1. まえがき 不圧帯水層へ遮水壁を打設することによる自由地下水の挙動は、非定常非線形現象であるばかりでなく、現象の支配要因は未だ明確にされておらず、実験的解析に頼っている段階である。本研究では、初期動水勾配および遮水壁打設深さ(遮へい率)の相違による貯留効果を明らかにする目的で砂層模型実験を行ない、水面形、遮水壁上流側貯留量、下流側減少量および浸透流量を考察指標として、定常時および非定常時の生起現象を解明するとともに準一様流の仮定に基づく理論解析結果と比較検討した。

2. 実験モデル、実験方法および解析解 実験モデルを図-1に示す。(実験条件については発表時に示す。)

砂層の物理特性は、 $G_s = 2.68$ 、 $d_m = 0.34\text{mm}$ 、 $U_c = 1.94$ 、 $\alpha = 0.18\text{cm/sec}$ 、 $\lambda = 0.4$ であり均質等方性とみなす。実験方法は、所定の動水勾配(I)の初期定常流れを形成後、遮水壁を所定の開度(d)まで打設し、砂層内測点の水位をマノメータで取り出して20秒間隔で写真撮影する。また、上流側流入流量(Q_i)と下流側流出流量(Q_o)を20秒間隔で連続的に計測する。

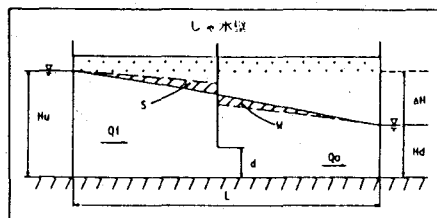


図-1 実験モデル

なお、図-1中の H_u は上流側境界水位、 H_d は下流側境界水位、 ΔH は水位差、 S および W は初期定常水面形と任意時刻における水面形から計算される貯留量および減少量である。解析解はダニエスキの流れの基礎式から水面形、貯留量および減少量、流量に関する解析解を導き、各条件に対する計算値を求めた。

3. 実験結果と計算結果の比較考察

(a) 水面形 図-2に最終定常水面形の一例($I = 1/30$)を示した。図に示されるとおり、遮水壁上流側の水位上昇量、下流側の水位低下量は、遮へい率($\eta = 1 - 2d/H_u + H_d$)が大きいほど大きいことがわかる。また、 $I = 1/20$ のそれと比較すれば、 $I = 1/20$ の方が水位上昇量、低下量ともに大きくなっていることもわかる。

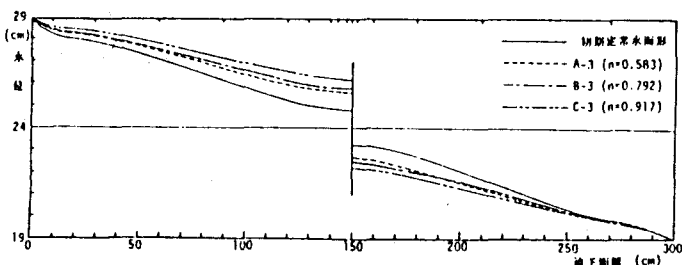
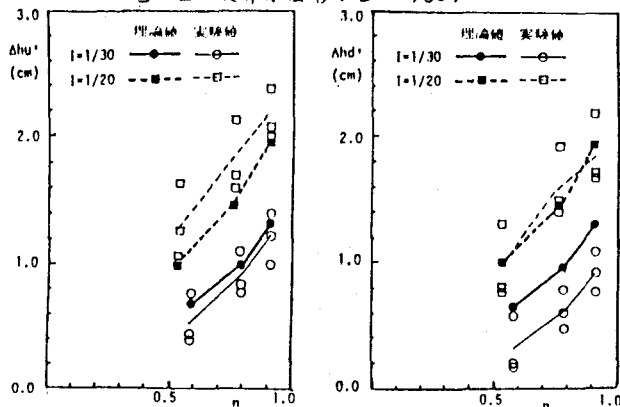


図-2 定常水面形 ($I = 1/30$)

遮水壁直上・直下流測点における水位変化量について実験値と理論値と比較したのが図-3である。この図を見れば、動水勾配が小さい $1/30$ のときは上流側水位上昇量の変化が理論値と一致しており、また下流側では逆に動水勾配が $1/20$ のときに一致していることがわかる。



(b) 貯留量および減少量 図-4は定常状態における貯留量および減少量の変化特性

図-3(初1) 水位変化量(遮水壁直上測点) 図-3(初2) 水位変化量(遮水壁直下測点)

を示したものである。貯留量(S_s)、減少量(W_s)を完全止水時の貯留量 $S_T = \frac{1}{8}(H_u + H_d) \cdot B \cdot L$ で除した無次元値を縦軸に、透へい率(n)を横軸にとって初期動水勾配(I)をパラメータとして示している。計算値は透へい率(n)が大きくなるほど大きくなっており、また、初期動水勾配に関係なくそれらの値はほとんど同じである。実験値と比較すると貯留量のほうは初期動水勾配が $1/30$ の場合に、減少量は $1/20$ の場合にはほぼ一致している。

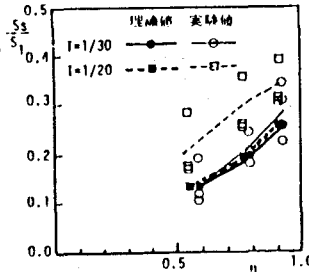


図-4(a1) 貯留量の変化特性

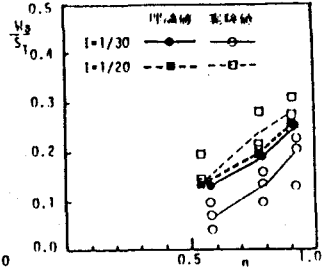


図-4(a2) 減少量の変化特性

(C) 流量 図-5は流出流量の変化特性を表わしたもので初期流出流量(Q_{of})に対する無次元値 Q_{os}/Q_{of} で止水効果を評価したものである。この図より透へい率(n)が大きくなるほど流出流量の減少量は増大するが、透へい率が一定であれば動水勾配が大きいほど減少量は大きいことがわかる。例えば $I = 1/30$ で透へい率が約6割の場合減少量は10%であり、9割の場合は25%となり、かなり深く打設しなければ止水効果は期待できない。また、初期動水勾配が $1/30$ と小さい場合は理論値と実験値はほぼ一致している。

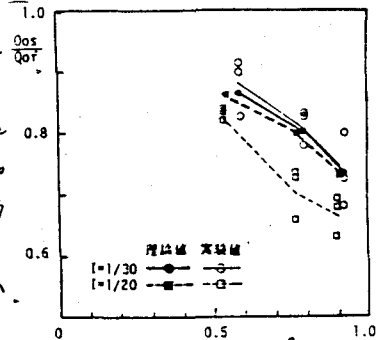
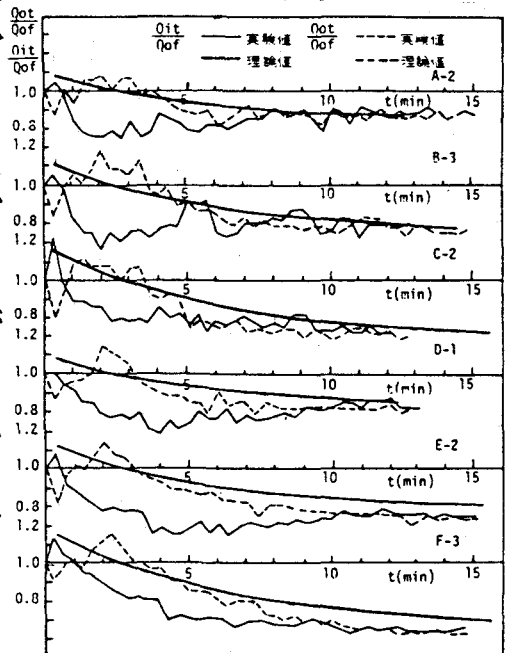


図-5 流出流量の変化特性

非定常過程の現象変化を定量的に正しく評価しうるのは流量であり、その時間変化特性を図-6に示す。すなわち流出流量は一旦増加してピーク値を示した後、初期定常流量よりも小さな新たな定常流量へと徐々に低減していく。一方、侵入流量は流出流量がピークに達する時刻とほぼ同時刻まで一旦減少していき、その後は次第に流量を増し新たな定常流量に達している。また、透へい率が増せば定常到達時間が長くなる傾向で明らかであり、貯留効果の観点からみれば好ましいことである。計算値は透水壁打設後、侵入流量および流出流量は一旦初期流出流量よりも増加し、その後徐々に減少している。また、透へい率が同じであれば、侵入流量および流出流量の変化は動水勾配に関係なく同じであることがわかる。



実験値と計算値の相違は透水壁打設時間の相違にあると思われる。例えば実験では透水壁打設完了に約2分ほど必要であるが、計算では透水壁を瞬時に打ち込むよう取り扱っているためである。

4. あとがき 本研究においては、従来の問題とされていた 図-6 侵入流量および流出流量の経時変化 透水壁打設に伴う過剰間隙水圧の発生を極力除去するために透水壁をゆっくり打設したが、完全には除去できなかった。しかし、地下水貯留効果の定量評価という目的に対して、実験的段階から一歩進んだ解析に到達することができた。今後とも十分緻密な実験結果の集積を継続していくことが必要である。

参考文献 佐藤邦明; 透水による非定常地下水流の厳密解, 土木学会論文報告集, 第330号, PP81~86.