

1. はじめに

建設工事に伴って発生する地下水流動障害を軽減する対策工法について検討するために、数値解析等により地下水環境の変化を予測・評価する手法を確立するとともに、地下水環境を効果的に保全できる対策について研究を進めている。本報では、透水層厚が変化する箇所において、地下構造物が建設された場合の地下水の流動状況に与える影響を明らかにするため実施した三次元浸透流解析、並びに三次元浸透流解析の妥当性を検証するために行った模型実験について、その結果を報告する。

2. 解析方法および実験方法

解析手法は、三次元不飽和-飽和定常浸透流解析とした。解析に用いたモデルを図-1に示す。図に示すように、地盤はおぼれ谷のような透水層厚が変化する地形を想定し、谷幅 250m、帯水層の厚さ 20m の不圧帯水層である。構造物は幅 30m とし、谷を横断するものとした。また、境界条件として、図に示す上流端、下流端の水位を一定とした。地盤の透水係数は、 $1.0 \times 10^{-3}(\text{cm/sec})$ とし、表-1に示すように、遮断率（図-1 参照）および動水勾配を変化させた 16 ケースについて実施した。

模型実験では、小型土槽（図-2 参照）内に砂質土を用いて解析と同様に透水層厚の変化する地盤を作製した後、構造物模型を設置し通水した。実験は、遮断率の異なる 2 ケース（81%,86%）について実施した。各ケースとも 2 種類の動水勾配について行った。実験では、まず排水量を測定し、地下水が定常状態にあることを確認した後、ピエゾメーターにより地盤中の水頭値を測定した。

3. 三次元浸透流解析結果

3-1 排水量

解析により得られた排水量を表-2 および図-3 に示す。排水量比とは、遮断率が 0%の場合の排水量で除したものである。動水勾配が異なっても、遮断率と排水量比の関係は概ね同じ傾向を示し、遮断率が 80～90%に達すると排水量比が 0.8 程度に低下した。

キーワード：地下水、流動障害、地下構造物、浸透流解析、模型実験

連絡先：茨城県つくば市旭 1 番地, TEL 0298-64-2211, FAX 0298-64-0564

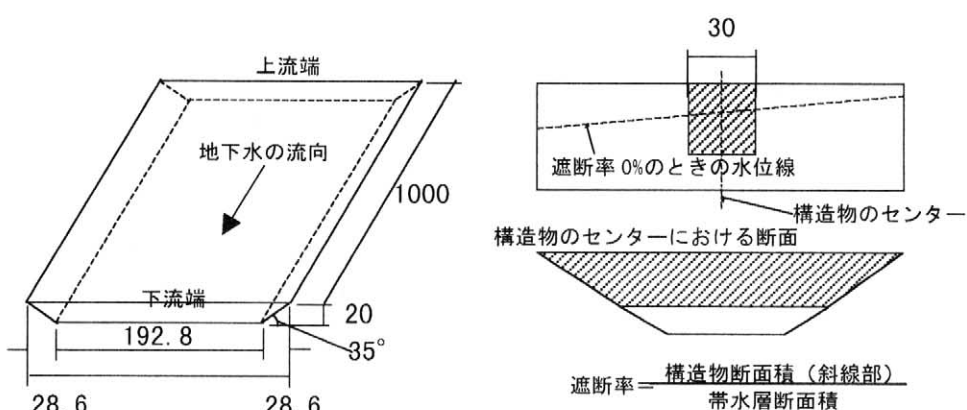


図-1 解析モデル（単位:m）

表-1 解析ケース

遮断率(%) 動水勾配	0	50	80	90
1/100	ケース 1-1	1-2	1-3	1-4
1/200	2-1	2-2	2-3	2-4
1/300	3-1	3-2	3-3	3-4
1/600	4-1	4-2	4-3	4-4

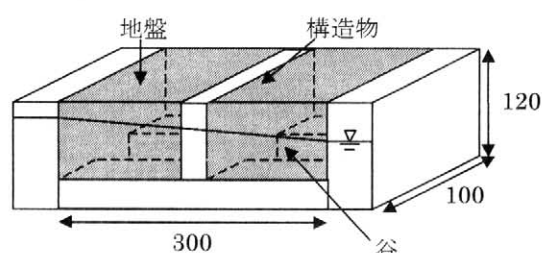


図-2 実験の概要（単位:cm）

表-2 排水量（ cm^3/sec ）

遮断率(%) 動水勾配	0	50	80	90
1/100	146.4	144.5	134.0	121.0
1/200	88.2	86.4	79.3	70.8
1/300	62.1	60.7	55.5	49.3
1/600	32.9	32.0	29.1	25.8

3-2 全水頭

図-4 に構造物建設前後の水頭値変化の例を示す。図に示すように構造物のあるケースでは、上流側で水頭値の上昇(地下ダム化)、下流側で低下が確認された。

図-5 に構造物の下流側近傍における動水勾配別の水頭量の変化と遮断率の関係を示す。水頭値の変動は、遮断率が大きいほど顕著であり、動水勾配 1/100 で遮断率 90%の場合(ケース 1-4)、0%の場合に比べ 90cm 以上地下水位が低下した。また、50cm 以上の差が生じる範囲が、下流側で 300m 程度にわたり(図-4 参照)、地下水流動に大きな影響を与える結果となった。

しかし、動水勾配が 1/600 の場合は、遮断率が 90%であっても、水位変動は最大で、20cm 以内に収まるなど、構造物建設による地下水流動阻害はほとんど生じず、地下水の動水勾配が地下水流動阻害の程度に大きな影響を与えることが明らかとなった。

4. 模型実験結果

図-6 に実験結果例を示す。各ケースにおいて、地盤密度などにバラツキがあったが、構造物により、一部開口されている遮水層への地下水の回り込みが発生し、構造物周辺で大きな水位変動が生じることが確認された。

図-6 には、実験を再現した浸透流解析結果についても示してある。模型地盤が不均一であったり、透水係数の異方性などの影響により、全水頭の絶対値は異なっているが、構造物周辺の回り込みの状況など定性的な傾向は、ほぼ同じであった。したがって、三次元浸透流解析により、地下水流の構造物回り込み現象をある程度再現できるものと考えられる。

5. まとめ

模型実験と浸透流解析結果との比較から、三次元浸透流解析により、地下水流場をある程度再現できることが確かめられた。

その三次元浸透流解析を用いて、実規模レベルで解析を行った結果、地下構造物により透水層を 80%ないし 90%程度遮断すると、排水量が大きく変化するなど、地下水流動状況に大きな影響を与えることが明らかになった。ただし、その影響の程度は動水勾配や地盤条件などによって異なり現場条件に応じた検討が必要である。

また今後は、構造物建設による地下水障害が発生する場合の効果的な対策工法についても検討を進める予定である。

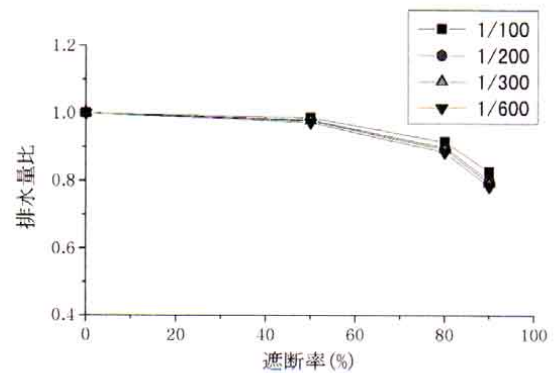


図-3 遮断率と排水量の関係

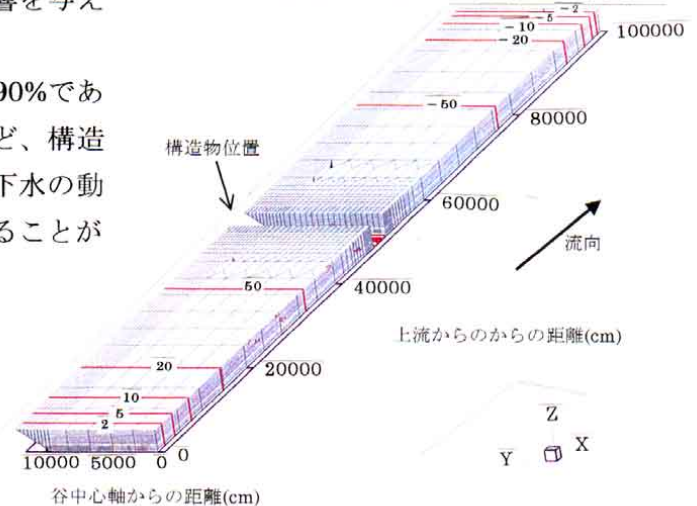


図-4 構造物建設前後の全水頭値変化量(ケース 1-4)

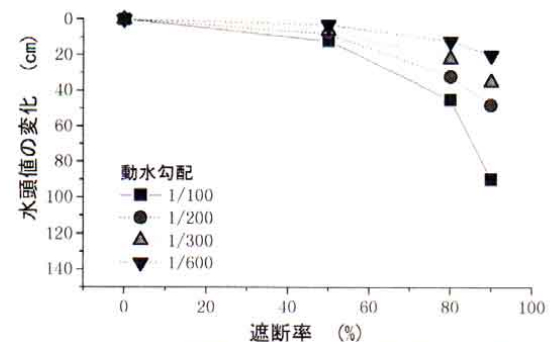


図-5 水頭値の変化と遮断率の関係

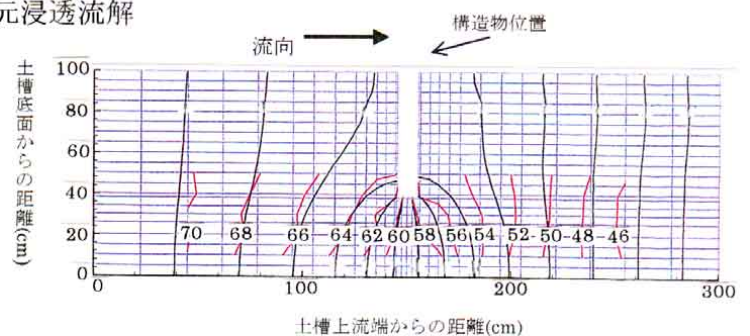


図-6 浸透流解析と模型実験の比較例(単位:cm)
(遮断率 86%、動水勾配 1/10)