

II-462

地下水汚染予測のための地層境界付近における不飽和浸透流の追跡

福岡大学 正員 ○山崎惟義, 大西和榮, 津野崎浩子, 松田有弘

はじめに

地中における汚染の伝播を解析するには、土壌間隙水の流れと、それに伴う汚染物質の移動を知る必要がある。特に、地表付近に汚染源が存在する場合には、不飽和領域における移動を十分明らかにする必要がある。これらの移動現象については既に多くの研究がなされているが、それらは地質構造が均一であると家庭した場合がほとんどである¹⁾。ところが実際の地質構造は複雑で、これに基づく良く知られた水理現象の一つに宙水がある。このような場合も含めて解析するには、不均一な地質構造を有する場での不飽和浸透流を追跡する必要がある。本報では浸透流について実験と数値計算を行ない、若干の知見を得たので発表する。

実験

図-1 に二層構造をモデル化した実験装置を示した。本装置は縦横 75 cm × 180 cm, 奥行 50 cm の土槽からなり、上部に濾過砂、下部に真砂土を充填した。二層境界の傾きは約 6 度である。境界に沿って水が流れてきた場合、これを槽外に流出させるために、図中 BC 付近に砂利層と上部排水口を設けた。真砂土層を浸透した水は、その下の砂利層を経て下部排水口 FG より

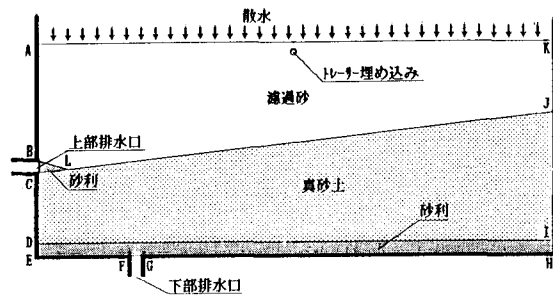


図-1 実験装置

排出される。実験は濾過砂層表面に均一な散水を行ない、上部、下部排水口からの流量を測定し、それが定常になった時点で、濾過砂層表面から約 5 cm の深さにトレーサーとして過マンガン酸カリ結晶を奥行方向に帯状に埋め込み、その後適当な時間間隔でその動きを写真撮影した。散水量 20, 30, 35, 40, 70 (ℓ/day) を 180 cm × 50 cm の濾過砂層に与えて実験した。

数値実験

数値計算法は前報²⁾ に示した。図-1 の実験装置に対して二次元の計算モデル ADIK を用いた。上部排水口の BLC 面は BL が水平な長方形 BLL'C とした。境界条件として AB, LL', CD, IK ではフラックスを 0, AK で散水量に等価なフラックスを与え、BL で流れが外向きの時は圧力を 0, 内向きになった時はフラックスを 0 とした。DI で圧力を 0 とした。全領域で初期圧力を 0 とし、定常になるまで計算した。使用した透水係数などは前報²⁾ の通りである。

結果と考察

実験と計算から得られた散水量と上下排水量との比較を図-2 に示した。実験と計算では若干異なるが、散水量が 30 ~ 35 ℓ/day (降雨強度として 3.3 mm/day) までは計算では下部排水のみで下部排水量は散水量に等しい。散水量が 30 ~ 35 ℓ/day を越えると下部排水量はほとんど一定 (40 ℓ/day) で上部排水量のみが増えている。実験結果もほぼ同様の傾向を示した。このことから、我々の計算はほぼ

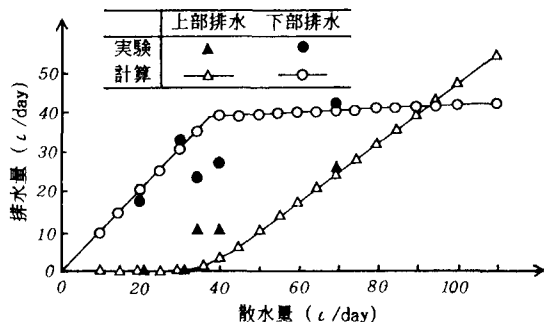
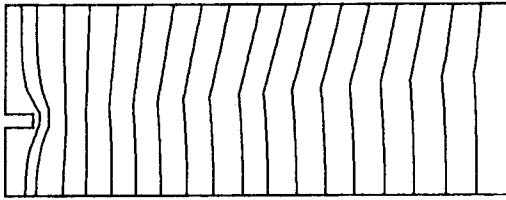
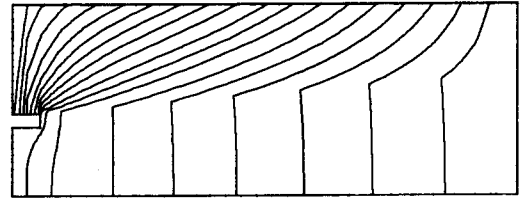


図-2 上下排水量

実際の流れを記述していると考えられる。しかし、計算では上部排水量の増加が若干小さくでているが、これは上部排水口付近のメッシュの不適切な切り方によるのではないと思われる。



(a) 20 μ /day



(b) 100 μ /day

図-3 散水量 20 μ /day (a) と 100 μ /day (b) のときの流跡線

計算で得られた流跡線を図-3 (a), (b) に示した。

散水量が 20, 30, 40, 70 μ /day のそれぞれの場合について、トレーサーの移動経路の実験と上記の流跡線を図-4 (a), (b), (c), (d) に示した。(a), (b) では実験と計算とほぼ同じような経路を示し、(c), (d) では、実験では境界までほぼ鉛直に流下しそこで急に向きを変えているが、計算では滑かに向きを変えている。また計算の方が真砂土層へ流下する傾向にある。これは実験では手前の壁面のみを観察しているため奥行方向の違いを見逃しているためではないかと考えられる。これは 40, 70 μ /day の時でも下部排水中にトレーサーが検出されたことから伺える。

結論

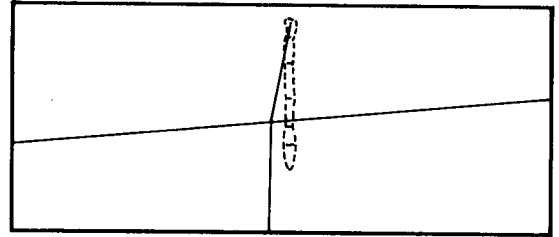
不均一な地層構造をもつ地中での不飽和浸透では、降雨強度が変化するに従って流路が変化することを、実験と不飽和浸透計算から示すことができた。このことは地中を均一とした解析で地下水汚染を予測すると、大幅な誤差を生じる可能性のあることを示している。

謝辞

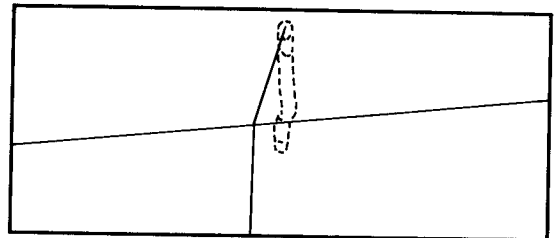
この研究を進めるに当たって実験計算などを手伝って頂いた、小田原豊、柏木和也、中本浩嗣、伊賀大一郎君に感謝の意を表する。

参考文献

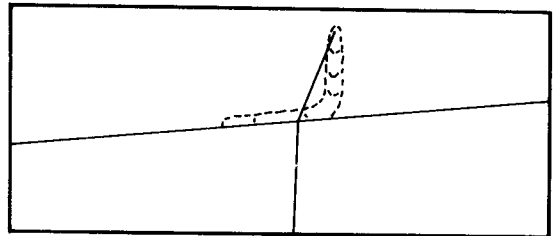
- 1) 例えば、堀内将人、他：不飽和定常流砂カラム内での吸着性物質移動の解析、衛生工学研究論文集、Vol.23, pp.197-208, (1987)。
- 2) 大西和榮、他：山間地埋立による土壌地下水汚染の長期予測法、福岡大学研究所報、第 8 号, pp.1-109, (1980)。



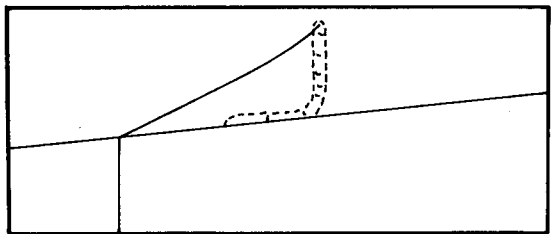
(a) 20 μ /day



(b) 30 μ /day



(c) 40 μ /day



(d) 70 μ /day

図-4 実験（トレーサー）と計算（流跡線）の比較

--- 実験
— 計算