

不圧浸透層への三次元塩水侵入とその制御

宮崎大学工学研究科 学生会員 ABDUL·RAHIM·MOHAMED

宮崎大学工学部 正会員 杉尾 哲、東和大学 正会員 中田欣也

1. まえがき

実地盤を対象とした広域地下密度流の数値シミュレーションを行うためには、これまで断面二次元流でその有用性を確認して構築してきた数値モデルの検証を平面的な塩水侵入について行うことが必要である。この検証を行うために、奥行き幅が急に变化する三次元砂層モデルを用いた無降雨状態と降雨状態についての模型実験を行い、解析結果との比較を行った。また、いくつかのケースについてシミュレーションを行って、塩水侵入防御について若干の検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 基礎方程式

不圧浸透層における塩水侵入の基礎方程式は、慣用の記号を使うと、次のように表される。鉛直断面内を淡水だけが流れている領域においては、淡水の水頭について、

$$n \frac{\partial h_f}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ k(h_f - z) \frac{\partial h_f}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k(h_f - z) \frac{\partial h_f}{\partial y} \right\} + Q_r + \sum Q_p \cdot \delta(x - x_p) \cdot \delta(y - y_p) \quad \dots 1$$

鉛直断面内を淡水と塩水が流れている領域においては、淡水の水頭についての次式と、

$$n \frac{\partial h_f}{\partial t} - n \frac{\partial h_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ k(h_f - h_s) \frac{\partial h_f}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k(h_f - h_s) \frac{\partial h_f}{\partial y} \right\} + Q_r + \sum Q_p \cdot \delta(x - x_p) \cdot \delta(y - y_p) \quad \dots 2$$

塩塩境界面の高さについての次式を適用する。

$$n \frac{\partial h_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[k(h_s - z) \left\{ \frac{1}{(1+\varepsilon)} \frac{\partial h_f}{\partial x} + \frac{\varepsilon}{(1+\varepsilon)} \frac{\partial h_s}{\partial x} \right\} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[k(h_s - z) \left\{ \frac{1}{(1+\varepsilon)} \frac{\partial h_f}{\partial y} + \frac{\varepsilon}{(1+\varepsilon)} \frac{\partial h_s}{\partial y} \right\} \right] \quad \dots 3$$

3. 三次元塩水侵入の実験結果との比較

基礎方程式から求めた数値解を実験結果と比較するために、上流端の水位が徐々に低下する場合について、長さ165cm、高さ50cm、中央部で奥行き幅が65cmから30cmに急変する砂層モデルを用いた三次元塩水侵入の模型実験を行った。その結果を図示すると図2、3のようになる。図2は無降雨状態の結果を比較したもので、図3は85cm<y<135cmの区間に注射針を用いた降雨(r=0.001438cm/s)を与えた状態の結果の比較である。図中の実線が実験結果を、破線が解析結果を示している。また図中の時間の単位は分で、長さの単位はcmである。両図ともよい一致を示していることから、本数値モデルの有用性が確認されたものと考ええる。

4. 塩水侵入制御の検討

塩水侵入を制御する一般的な方法として、海岸線に沿って淡水の注入溝や注入井戸を設けて地下水かん養を行う方法が考えられる。ここでは注入溝で淡水を注入する方法について、図2、3と同じ境界形状の帯水層において海岸線に平行に全幅で注入溝を設けた場合について求めたシミュレーション結果から、次のような結果を得た。図4は注入溝からの注入強度を変えた場合の塩水

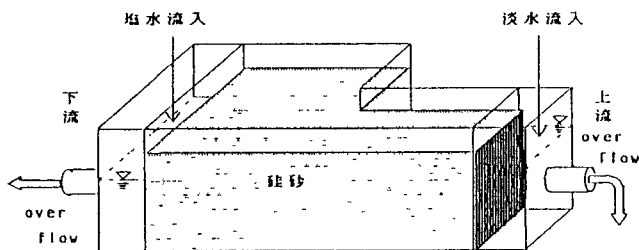


図1 三次元砂層モデル実験装置

侵入長の変化を示したものである。この図から、注入強度の増加にしたがって、直線状の境界では直線的に侵入長が減少し、屈曲した境界上では大きな減少傾向を示すことが分かる。図5は注入溝の設置位置を変えた場合の塩水侵入長の変化を示したものである。この図から、塩水侵入長は設置位置には影響を受けないことが分かる。

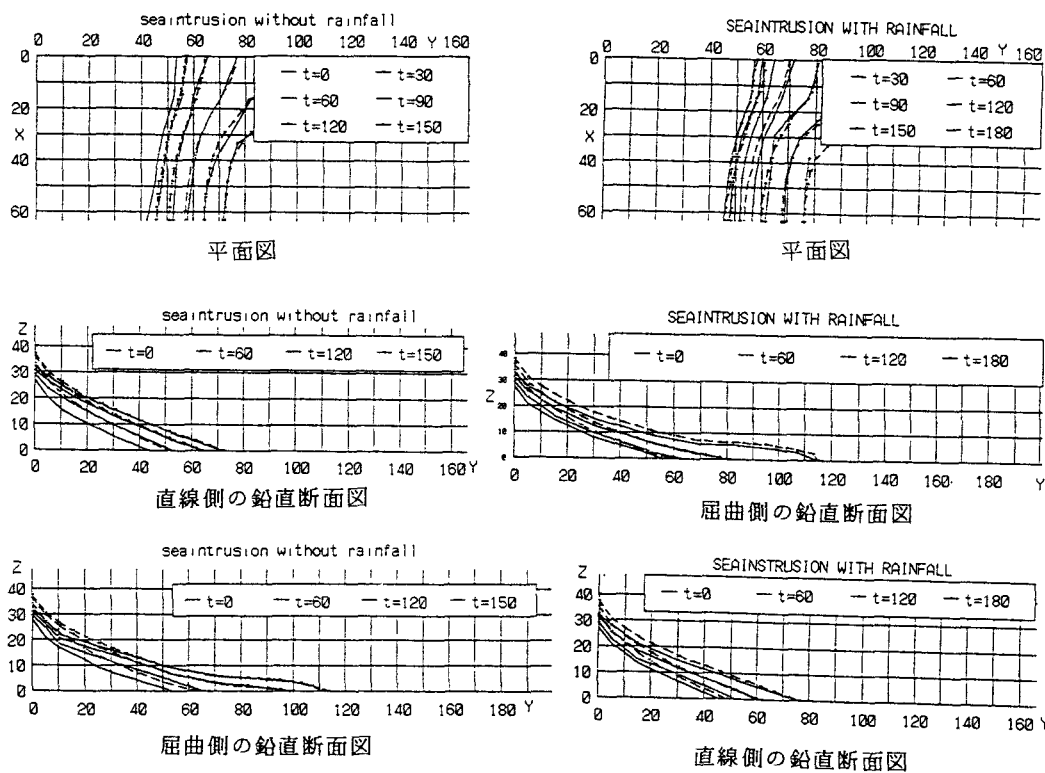


図2 無降雨状態の比較

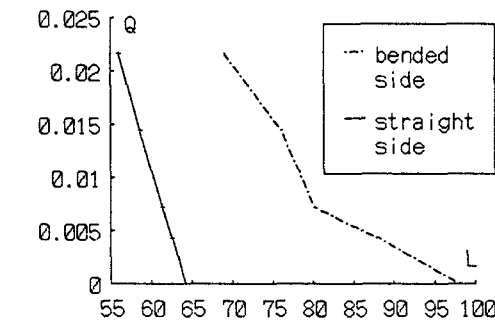


図4 注入強度による侵入長の変化

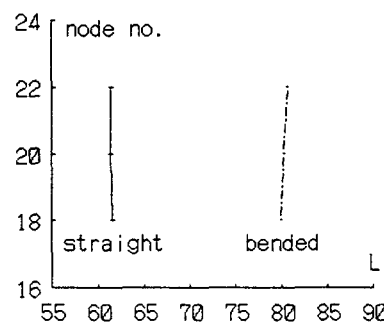


図5 設置位置による侵入長の変化

《参考文献》
 1)中田・杉尾、第40回年講、1985. 2)中田・杉尾・細川、第42回年講、1987.
 3)杉尾・ラヒム・田中、西部支部研講、1990.