

海岸構造物設置に伴う地下水流动の変化

愛媛大学大学院

学生員

○高橋 健

愛媛大学地域共同研究センター

正会員

井内国光

愛媛大学工学部

正会員

柿沼忠男

1. はじめに

地下水は工業、生活用水の重要な水資源として利用され、その塩水化はその地域に住む人に大きな打撃を与える。この度海岸構造物設置に伴い、地盤改良のため難透水層を透水性の高いものに変えた場合、塩水化の影響をどのように受けるかを把握するためにガラーキン有限要素法を用い、二次元定常および非定常解析を行った。

2. 解析方法

本研究では、地下水の塩水化現象を移流分散現象として取り扱い、海岸被圧帶水層の解析モデルとして2次元移流分散モデルを用い、数値解析を得る方法として空間座標についてはガラーキン有限要素法、時間座標については差分法を採用した。

図-1はその帶水層モデルである。一定の厚さ d を有する被圧帶水層 $A A' B' B$ を考え、帶水層と海との境界 $A A'$ および地下水流入口 $B B'$ は帶水層底面に垂直である。A点を原点に選び、 x 軸の向きは内陸方向を正とする。帶水層底面からの海水高さを H_c 、地下水位を η_L とした。

帶水層出口から地盤改良をする地点までの距離は $X/d = 20.0$ 、陸地までの距離は $X/d = 22.3$ 、帶水層出口までの距離は $X/d = 62.3$ と設定した。

図-2にその有限要素分割図を示す。これは形状関数として2次のものを用い、解析領域を8つの接点を有する多数の四角形で分割しており、総要素数3128、総接点数9637である。

また透水層と難透水層の透水係数の比は $1: 1.0 \times 10^{-4}$ とした。

解析のケースとして図-1の $C C' D D$ において CASE-1 難透水を全て残した場合と CASE-2 その全てを透水性の高いものに変えた場合と CASE-3 難透水層を $2/15$ だけ残しその上部全てを透水性の高いものに変えた場合の3種類についての定常、非定常解析結果を以下に示す。

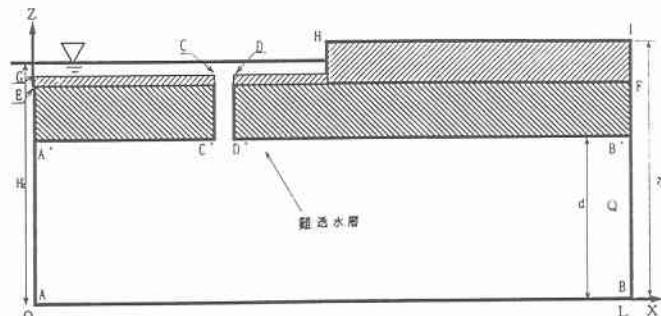


図-1 2次元帶水層モデル

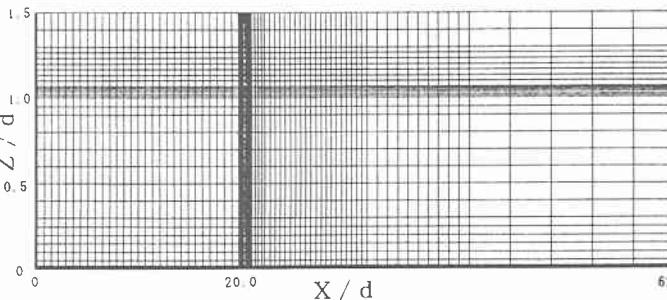


図-2 有限要素分割図

3. 解析結果

まず2次元定常解析についての解析結果を述べる。CASE-1で図-3(a)の等濃度線図に見られるように塩水は楔形に無次元量で $X/d = 10.0$ のところまで塩水は侵入しており、塩水化はされていない。CASE-2で図-4(a)の等濃度線図に見られるように、塩水は楔形に $X/d = 26.8$ あたりまで塩水が侵入し、上述したように帶水層出口から陸地までの距離を $X/d = 22.3$ と設定したことより塩水化される。CASE-3で図-5(a)の等濃度線図に見られるように塩水は海側から楔形にまた、図-1の $C C' D D$ (難透水層)からの侵入も見られる。しかし、 $C C' D D$ からの塩水侵入は、海側からの侵入とは合流していない。塩水の侵入は $X/d = 12.9$ の位

置までしか侵入しておらず、塩水化の被害はうけない。この解析から難透水層を2/15残し、その上部を全て透水性の高いものに変えても陸地への塩水化は起こらない。また図-3(b)、図-4(b)、図-5(b)の流速ベクトル図を見ると、図-1のC D'からの淡水の噴出はCASE-2の時が最も大きくA A'からの淡水の噴出はCASE-1が最も大きい。どのケースでも海水と淡水の境目で循環流が見られる。

次に2次元非定常解析についての解析結果を述べる。この2次元非定常解析では潮汐変動を想定して海面が調和振動を行っている場合において解析を行った。すなわち初期条件として海面高が $H = H_0$ の場合の定常状態での解を用い、以後、 $H = H_0 + A \sin(2\pi t / T)$ と変化させた場合について非定常解析を行った。ここに、 H_0 は平均海面高、 A は潮汐の振幅、 T は周期である。なお上流部での境界条件としては水位 η_L を与え、その値を一定に保った。本解析では半日周潮、振幅1.5mの条件の下で3周期まで解析を行った。

CASE-2における非定常解析の結果を以下に示す。

図-6に2周期目の等濃度線図を示す。塩水は楔形に $X/d = 26.9$ あたりまで侵入し変化が見られない。また塩水楔の拡がり具合もどの周期においてもあまり変化は見られなかった。これらを定常時のものと比べた場合、ほとんど違いを見ることが出来ない。濃度については、変化は見られないが、圧力は潮汐の影響を受ける。(図-7 圧力変動図 $X/d = 20.0$)

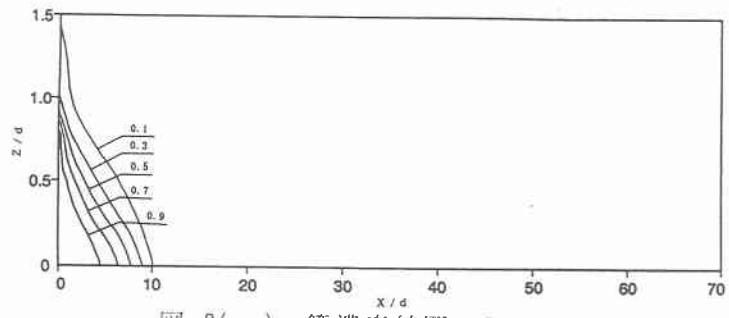


図-3(a) 等濃度線図 CASE-1

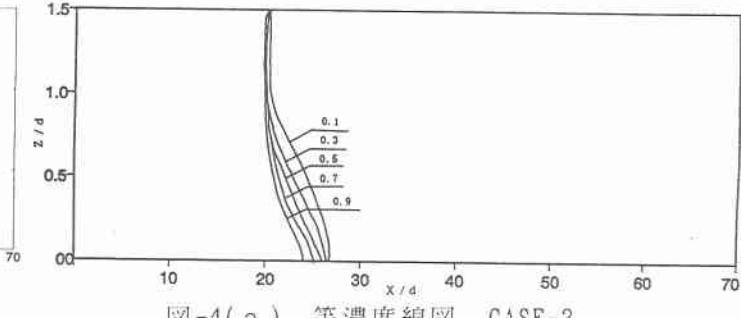


図-4(a) 等濃度線図 CASE-2

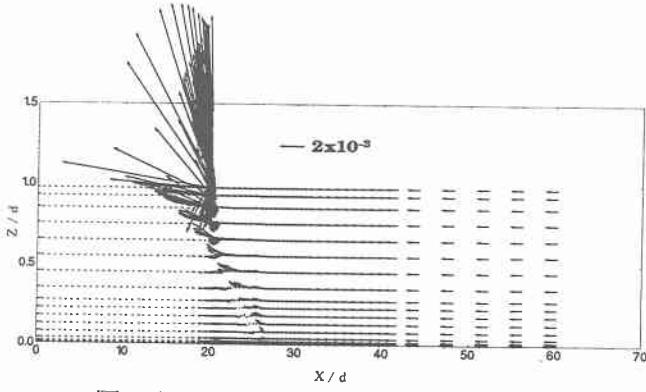


図-3(b) 流速ベクトル図 CASE-1

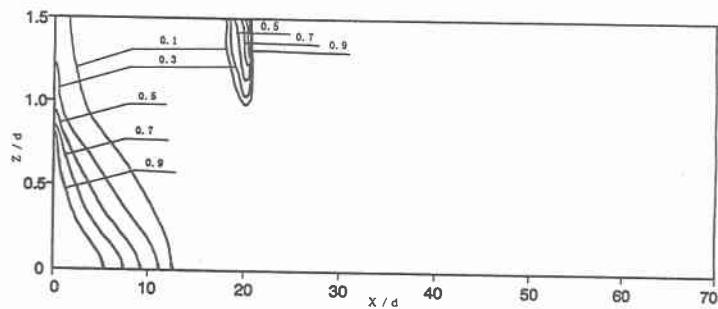


図-4(b) 等濃度線図 CASE-2

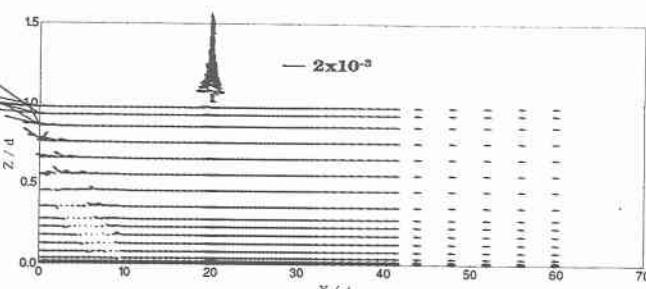


図-5(b) 流速ベクトル図 CASE-3

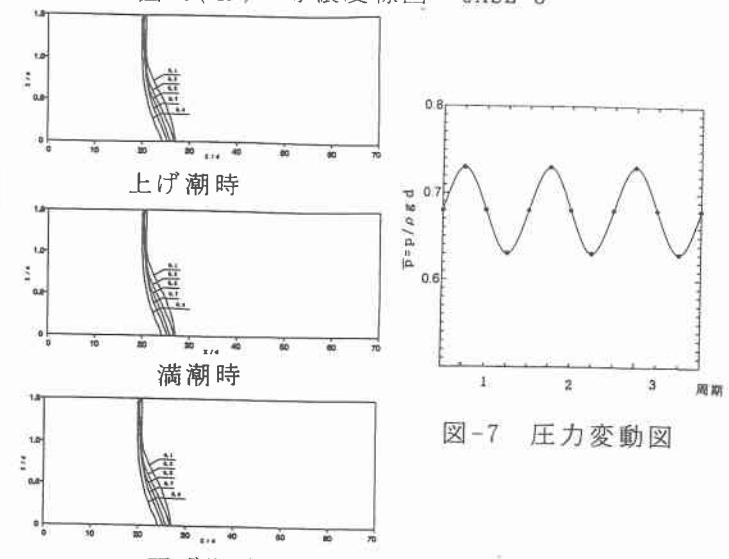


図-7 圧力変動図