

九州産業大学 正員 崎山正常, 細川土佐男, 阿部孝行
株式会社 総合技術コンサルタント 正員 新見文彦

1. まえがき 海岸付近の埋立場においては埋立土中に含まれている工場廃水その他の人工廃棄物中の有害物の湾域への流出防止対策を検討されなければならない。この防止対策には、生物、化学あるいは力学的処理方法あるいはこれらを併用する方法などが考えられよう。本報はこれらのなかの力学的対策の一つとして図-1(A)または図-2(A)に示しているような海水注入によるワスターカーテンによって防止する工法を提案し、その流れ場についての水理解析を行ない、その結果を検証したものである。なお、このような機構は、図示の汚水領域が淡水領域である場合には、海岸地盤における地下水保全対策としても有効であると考ええる。また、図示の点Pが点Eに一致し、IHが自由水面上の曲線となる場合の解析についても、その密度流的特性を考慮のうえ検討を進めている。

2. 解析 流れ場は、均質等方性の砂層であり、流れはDarcyの法則に従うものと理想化する。また、取扱物理諸量を

$X=x/D, Y=y/D$
 $\dots (1), \phi = \{\psi - R H_s\} / (R R) \dots (2)$
 $\psi = \Psi / (R R) \dots (3)$

のように無次元化する。ここで ψ は

$\psi = R \{ (\psi_s / R) + y \}$

$\dots (4)$ であらわされる速度ポテンシャル、 Ψ は流れ

関数、 ϕ は任意点の圧力、 R は透水係数、 γ_f および γ_s は汚水(あるいは淡水)および海水の単位重量であり、また、図中の ε は

$\varepsilon = (\gamma_s - \gamma_f) / \gamma_f \dots (5)$ であり、 Q は単位奥行き当りの流量である。さて、それぞれの図(C)において、暗きよの形状、

大きさおよび位置を何種か設定し、これらについてそれぞれ $Q/(R R)$ および各特異点の ϕ を求め、このなかから次のにのべる

密度流の特性を満足する解を図(B)の ϕ 中平面に適用して、 ϕ 中平面を画定し、このなかで Y を解けば、これに対応する X は、

$\phi = \text{const.}$ によって $X = -\int (\partial Y / \partial \phi) d\psi \dots (6)$ 、あるいは $\psi = \text{const.}$ によって $X = \int (\partial Y / \partial \psi) d\phi \dots (7)$ によって

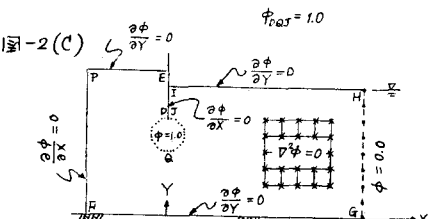
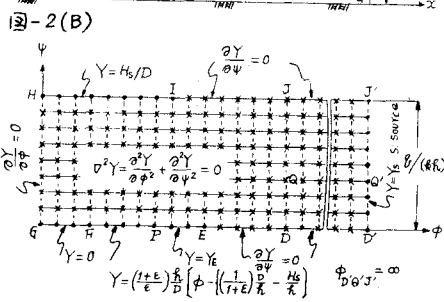
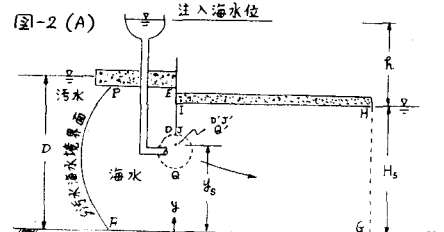
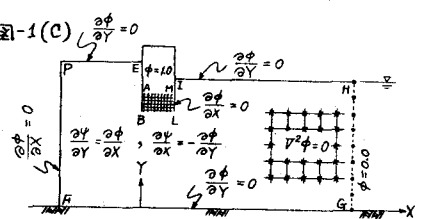
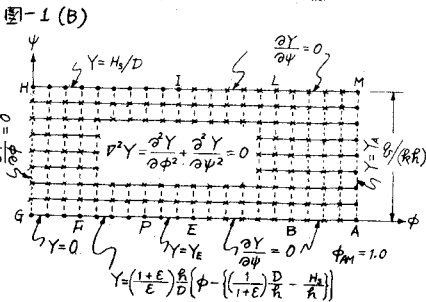
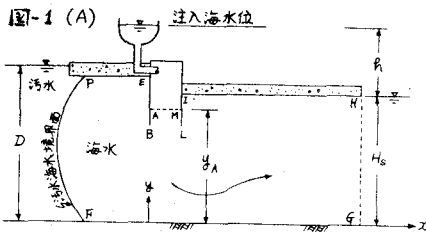
求めることができる。なお、図-2(B)の ϕ 中平面を、図示のように、理論的には $\phi_{D, Q, J} = \infty$ まで拡大すれば点D', D', J'は暗きよ内のいわゆる湧点となり、この位置の Y_s は、

$Y_s^m = \sum_{i=1}^{M+1} (Y_{i, J, Q, J}^{m-1}) / (M+1) \dots (8)$ によってほぼ容易に

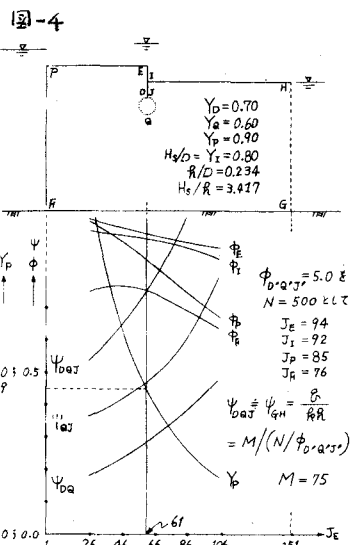
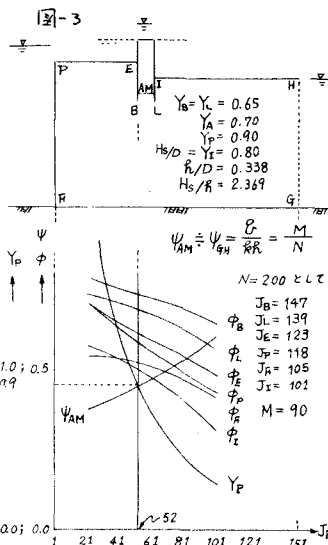
求められる。なお、 $Y_{i, J}$ は、格子点(I, J)におけるSOR法による m 回目の Y の算定値を示している。また、 $\phi_{D, Q, J}$ の値は

実際には5.0以上程度に之をば、実用的には充分満足できる値がえられる。次に、図-3および図-4は、図-1(C)および

図-2(C)に対応する擬似 X 中平面において、暗きよの大きさおよび深さ方向の位置を固定し、これを水平方向に動かした



から、その都度中を解き、これを用いて $\phi/(R/r)$ を求め、これによって $\phi/(R/r)$ および各特異点の中 の値を示したものである。この結果は、たとえば暗きよを右へ移動させれば $\phi/(R/r)$ の値は大きくなるというように妥当にえられている。なお、これらの結果がえられれば、図-1(B)あるいは図-2(B)に示した境界PA上のYの式より $\{1/(1+\varepsilon)\}(D/R) - (H_0/R) = \phi_R \dots (9)$, $\{\varepsilon/(1+\varepsilon)\}(D/R) Y_P = \phi_P - \phi_R \dots (10)$ がえられるから、これよりRを消去して $Y_P = (1/\varepsilon)\{(\phi_P/\phi_R) - 1\}\{1 - (1+\varepsilon)(H_0/D)\}$ がえらる。そこで、与えられた $\varepsilon, H_0/D$ のもとで、式(11)で算定される Y_P が



擬似XY平面で与えられた Y_P の値となるような ϕ_P/ϕ_R の値となる暗きよ位置を決定しなければならぬ。このことと、いわゆる密度流の特性とよぶことにすれば、いまの場合、図-3および図-4に示しているように、 $Y_P = 0.9$ とする暗きよ位置 $J_E = 52$ および 61 が $\phi/(R/r)$ の特性を満たしている。そこで注入海水の水深 R は、式(10)より $R/D = \{\varepsilon/(1+\varepsilon)\} \cdot Y_P / (\phi_P - \phi_R) \dots (12)$ によって規定される。次に、図-5および図-6は、上述のようにして求めた擬似XY平面の $\phi/(R/r)$ および各特異点の中を中ψ平面に適用してこれを画定し、このなかでYを解き、Xを求めて画かれたものである。得られたXY平面は暗きよ形状位置および境界PAの位置など、予定していたものに充分満足できる程度に合致し、これによってここで取扱ったようなフーダーカーテンの設計が可能になった。なお、擬似XY平面における検討を経ずに、直接中ψ平面あるいはXY平面に取扱っても、とても実用的な流れ場の解はえられない。このことについては著者の1人がすでに他でものべている。また、

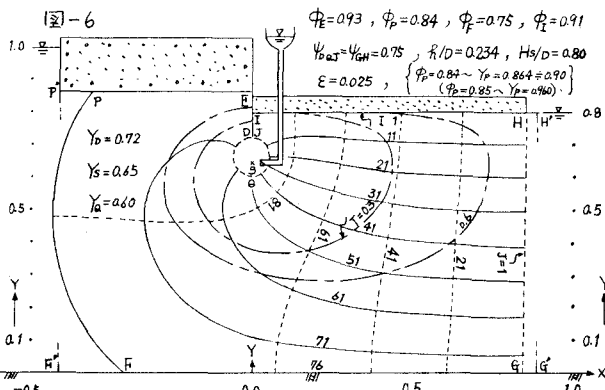
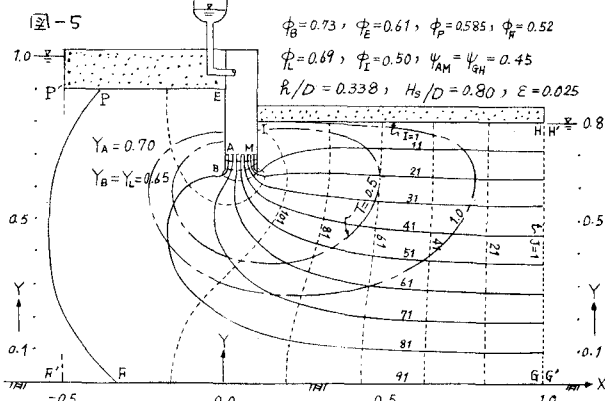


図-5および図-6に記入している等T線は、境界PAが定常にあつたのちの時刻0に注入部を流出した海水分子が、その後の時刻Tに到達した座標群を連ねたものであるが、この内側は汚水で飽和されていた領域に注入海水が徐々に浸透してゆく遷移過程における海水注入開始後の時刻Tの海水浸透領域にほぼ一致することが経験的に知られている¹⁾²⁾。このTの算定式は、いまの場合 $T = \int \sqrt{(\partial x/\partial \phi)^2 + (\partial y/\partial \phi)^2} \cdot dL$, $T = t/[D^2/(R/\lambda)R]$, $L = l/D \dots (13)$ となる。ここには有次元の時間、 λ は砂層の空隙率、 l は注入部から任意点までの流線にそり距離である。

3. あとがき 本報の解析結果について、砂模型による実験に計画している。その結果については講演時に詳述する。

- 文献 1) 上田年比呂, 杉屋 隆: 暗きよからの淡水注入による濃塩境界面の解析, 土木学会論文報告集, 第225号, 1974年5月。
2) 崎山正常, 他3名: 河口貯水池における2次元フーダーカーテンの設計手法, 土木学会第32回年次講義要集Ⅱ, 1977年10月。