

深層取水の流れへの考察 (II)

大西 外明*・日野 幹雄**

1. はじめに

火力発電所や原子力発電所の復水器冷却水を、海底付近に開口した海底取水管により取水する場合の流れを取り扱った。この形式の取水口では、表面渦の発生防止と魚類の侵入を防ぐため、取水管頂部に velocity cap を取り付けるのが普通であり、これにより流れは軸対称流となる。したがって、海底取水管式取水口に流入する流れを理論的に取り扱う場合、これを point sink に流入する軸対称流として考えることができる。前回の海岸工学講演会では、海水密度は表面から底まで直線的に増加するものとし、水の粘性と圧縮性を無視した成層流体の定常流れについて第1近似解を求め、第2近似解に関して若干の検討を加えた¹⁾。その後、著者らはこの種の問題について、perturbation 法を用いて、海底より任意の高さにある point sink による流れの高次近似解を発表し²⁾、えられた高次近似解を用いて、海底より point sink までの高さが水域内の渾み領域の発生状況および水層分離取水状況におよぼす効果について検討を加えた³⁾。そして、無次元化された取水パラメーター $G=Q/2\pi\sqrt{g\beta}d^3$ を考える場合、この値がある限界値 G_{cr} 以下になると渦領域が発生すること、また、 G_{cr} の値が point sink の位置により変化する状態について論じた。すなわち、取水量が十分大きい、成層度が弱い場合には流れは全層にわたっておきるが、 G が G_{cr} 以下になると、取水点の相対の高さ（取水点高/水深） $b<0.5$ の場合には上層に（ $b>0.5$ の場合には下層に）渦領域が発生する。この G_{cr} の値は b の大きさにより変化する。 G の値がさらに小さくなると渦は上流に広がり、取水点が水深の半分より底に近い場合には上層に（取水点が水深の半分より表面に近ければ下層）渾み層が発生し、いわゆる深層取水（あるいは表層取水）の効果があらわれる。この時、渾み層を除いた分離水深 d' に対して定義された $G' = Q/(2\pi\sqrt{g\beta}d'^3)$ が、流水層内の相対取水高さ $b' = bd/d'$ に対する G_{cr} になるように渾み層の位置 d' がきまる（図-1 (b)）。さらに G が小さくなると、渾み層は厚さを増し、流水層に対する相対的取水口高さ b' （あるいは $1-b'$ ）が 0.5 になる第2の限界状態に達する（図-

図-1 G の値と取水状態の関係

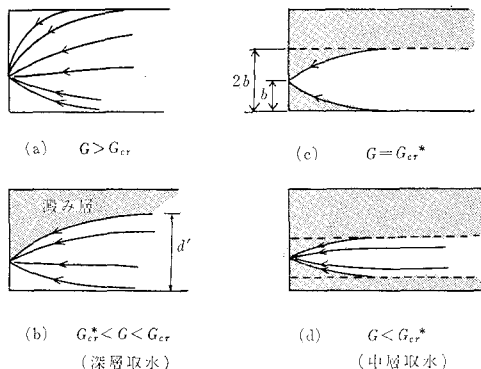
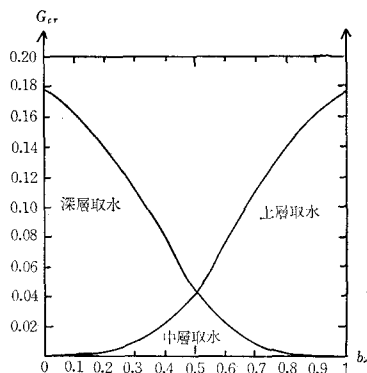


図-2 G_{cr} と吸込高さ b および取水状態の関係



1 (c)）。この時、 G がさらに小さくなれば、ついに下層（ $b<0.5$ の場合）あるいは上層（ $b>0.5$ の場合）にも渾み層が発生して、取水点には水温の高い表層水も、浮遊砂の多い底層水も流入しないという好都合な状態が発生する。 G_{cr} と b と取水状態の関係を図示すると図-2 のとおりである。

図-2 より明らかなように、point sink が底にあるときの G_{cr} の値 $G_{cr,(b=0)}$ と全水深の中点にあるときの値 $G_{cr,(b=0.5)}$ は、取水状態を表層取水、中層取水、深層取水の三つに分ける場合に重要な役割を果たす。そこで、著者らはとくに、 $G_{cr,(b=0)}$ を分離取水に関する第1限界定数、 $G_{cr,(b=0.5)}$ を分離取水に関する第2限界定数となづけた。

本報告では、velocity cap 付き朝顔型の海底取水管式

* 正会員 工修 日本原子力発電(株)技術本部

** 正会員 工博 東京工業大学助教授 土木工学科

取水口の水利学的特性を検討するため、取水口を point sink と仮定するのではなくて、有限な大きさを有するものとし、そこへ流入する流れの理論解をみちびき、取水開口部での吸込流速分布が取水効果におよぼす効果について理論的な考察を行ない、また、現在著者らが行っているこの問題に関する模型実験について若干の記述を行なった。

2. 有限幅の環状吸込みスリットを有する取水口への軸対称密度成層流

(1) 理 論

a) velocity cap 付朝顔型の取水構造物

図-3 に示すような cap 付き朝顔型の取水構造物の水利学的特性を考える。この type の取水構造物において、cap は吸い込み渦の発生防止と魚類の吸引防止のために考案されたものであるが、さらに cap の周辺に skirt を付け、吸込口での吸込流速の方向を変えて、深層取水の効果を高めようとする考えがある。こうした目的を兼ねた cap を velocity cap と呼ぶことがある。

図-3 velocity cap 付朝顔型海底取水管

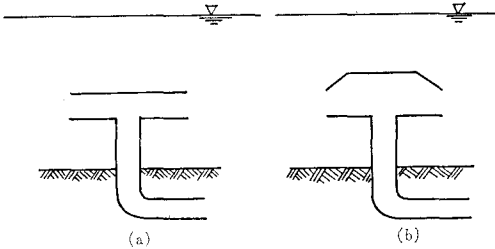
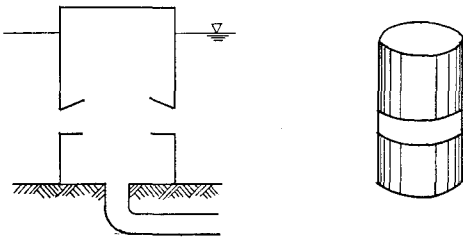


図-4 velocity cap 付取水管を理論的に取り扱うための単純化



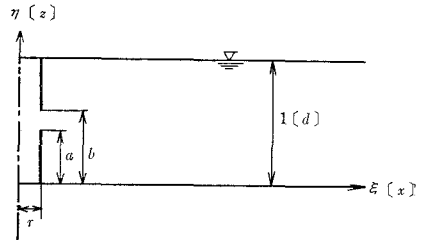
こうした velocity cap の効果を解析的に取扱うために、これを単純化して 図-4 のような円筒型の取水塔で置き換えることにする。つまり、円筒の一部に環状の取入れ口が開いていて、そこでの吸込流速の大きさと方向の与え方による流速・流線等の変化を調べることにすれば良い。というのは、図-3 (b) のような複雑な型をそのまま解析的に取り扱うのは困難であるので、velocity cap の効果を抽象単純化して考えるわけである。もし、図-3 (a), (b) の型について忠実に計算しようとすれば、数値実験の方法に頼らざるを得ないであろうが、全体的見通しという点からすれば、やはり解析的な結果を

前もって知っておく必要がある。

b) 基礎方程式および境界条件

まず、流体は表面から底面まで直線的に密度 ρ が増しており、非粘性・非圧縮性であり、かつ混合による拡散がないとする。図-5 のような座標系および記号を採用すれば、無次元化された流関数 ψ に関して表わした流体の運動基礎方程式は、前報^{1)~3)}に導いたように

図-5 円筒座標系と記号。座標は水深 d により無次元化してある。[] 内は次元をもった値を示す



$$\frac{1}{\xi^2} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial \eta^2} - \frac{1}{\xi} \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \right) + G^{-2} \psi = -G^{-2} \eta \quad \dots \dots \dots (1)$$

である。ここに、 G は一種の modified densimetric Froude number で、

$$G = \frac{Q}{2\pi \sqrt{g \beta d^3}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

で定義される。式 (2) において、 Q は取水量、 β は密度成層度の強さを表わすパラメーターで水底の密度を ρ_0 、水の表面の密度を ρ_1 と

$$\beta = (\rho_0 - \rho_1) / \rho_0 d \quad \dots \dots \dots (3)$$

である。

吸込口は半径 r の取水塔の $\eta = a$ と $\eta = b$ の間に開けられているとしよう。この $\eta = a, b$ の間で、流関数 ψ が 0 から 1 まで変化しているものであり、これを

$$\psi(r, \eta) = f(\eta), \quad (\xi = r, a \leq \eta \leq b) \quad \dots \dots \dots (4)$$

とする。

他の境界条件は、前報とほぼ同じであって、

$$\left. \begin{aligned} \psi(\xi, \eta) &= -1 & (0 \leq \xi < \infty, \eta = 1) \\ \psi(\xi, \eta) &= -\eta & (\xi \rightarrow \infty, 0 \leq \eta \leq 1) \\ \psi(\xi, \eta) &= 0 & (0 \leq \xi < \infty, \eta = 0) \\ \psi(\xi, \eta) &= 0 & (\xi = r, 0 \leq \eta < a) \\ \psi(\xi, \eta) &= -1 & (\xi = r, b \leq \eta \leq 1) \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots (5)$$

である。

c) perturbation 法による解

式 (1) の解は、つぎのような perturbation によって求められる。

$$\psi(\xi, \eta) \left\{ \begin{aligned} &= -\eta + \psi_0(\xi, \eta) + \delta \psi_1(\xi, \eta) \\ &\quad + \delta^2 \psi_2(\xi, \eta) + \dots \dots \dots (G > 1) \\ &= -\eta + \psi_0(\xi, \eta) + \varepsilon \psi_1(\xi, \eta) \\ &\quad + \varepsilon^2 \psi_2(\xi, \eta) + \dots \dots \dots (G < 1) \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots (6)$$

ここに,

$$\partial = G^{-2} \dots\dots\dots (7)$$

$$\varepsilon = G^2 \dots\dots\dots (8)$$

であり, $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \dots$ はそれぞれつぎの方程式より定められる。

[$G > 1$]

$$\psi_{0\xi\xi} + \psi_{0\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{0\xi} = 0 \dots\dots\dots (9a)$$

$$\psi_{1\xi\xi} + \psi_{1\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{1\xi} = -\xi^2\psi_0 \dots\dots\dots (10a)$$

$$\psi_{2\xi\xi} + \psi_{2\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{2\xi} = -\xi^2\psi_1 \dots\dots\dots (11a)$$

[$G < 1$]

$$\psi_{0\xi\xi} + \psi_{0\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{0\xi} = 0 \dots\dots\dots (9b)$$

$$\psi_{1\xi\xi} + \psi_{1\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{1\xi} = -\frac{1}{\varepsilon^2}\xi^2\psi_0 \dots\dots\dots (10b)$$

$$\psi_{2\xi\xi} + \psi_{2\eta\eta} - \xi^{-1}\psi_{2\xi} = -\frac{1}{\varepsilon^2}\xi^2\psi_1 \dots\dots\dots (11b)$$

式(9)の一般解は, 変数分離により

$$\psi_0(\xi, \eta) = X_0(\xi) \cdot Y_0(\eta) \dots\dots\dots (12)$$

と書けば,

$$\left. \begin{aligned} X_0(\xi) &= \xi [A_n I_1(n\pi\xi) + B_n K_1(n\pi\xi)] \\ Y_0(\eta) &= \sin n\pi\eta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

である。ここに, $I_1(n\pi\xi), K_1(n\pi\xi)$ は第1種および第2種の変形 Bessel 関数である。 $\xi \rightarrow \infty$ で $X_0(\xi) \rightarrow 0$ を考えれば, $A_n \equiv 0$ でなければならない。したがって,

$$\psi_0(\xi, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \xi K_1(n\pi\xi) \cdot \sin n\pi\eta \dots\dots\dots (14)$$

である。ここで, 境界条件

$$\psi(r, \eta) \begin{cases} = -1 & (b \leq \eta \leq 1) \\ = f(\eta) & (a < \eta < b) \\ = 0 & (0 \leq \eta \leq a) \end{cases} \dots\dots\dots (15)$$

を考慮して, $\xi = r$ における $\psi_0(r, \eta)$ を Fourier 級数により

$$\psi_0(r, \eta) = \eta + \psi(r, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin n\pi\eta \dots\dots\dots (16)$$

のように表わすと, a_n はつぎのよう でなければならない。

$$\begin{aligned} a_n &= 2 \int_0^1 [\eta + \psi(r, \eta)] \sin n\pi\eta \, d\eta \\ &= 2 \left[\int_0^a \eta \sin n\pi\eta \, d\eta + \int_a^b \{\eta + f(\eta)\} \sin n\pi\eta \, d\eta \right. \\ &\quad \left. + \int_b^1 (\eta - 1) \sin n\pi\eta \, d\eta \right] \\ &= 2 \left[\int_0^1 \eta \sin n\pi\eta \, d\eta + \int_a^b f(\eta) \sin n\pi\eta \, d\eta \right. \\ &\quad \left. - \int_b^1 \sin n\pi\eta \, d\eta \right] \\ &= 2 \left[-\frac{1}{n\pi} \cos n\pi b + \int_a^b f(\eta) \sin n\pi\eta \, d\eta \right] \end{aligned} \dots\dots\dots (17)$$

一方, 式(14)より

$$\psi_0(r, \eta) = \sum_{n=1}^{\infty} B_n r K_1(n\pi r) \sin n\pi\eta \dots\dots\dots (18)$$

となる。

したがって, 式(17), (18)の比較から B_n はつぎのように導かれる。

$$B_n = 2 \left[\int_a^b f(\eta) \sin n\pi\eta \, d\eta - \frac{\cos n\pi b}{n\pi} \right] / [r K_1(n\pi r)] \dots\dots\dots (19)$$

高次の近似解については, $r=0, a=b$ の point sink の場合を論じた前報³⁾の諸式中の係数 $[-2 \cos n\pi b]$ を式(19)の B_n で置き換えれば, これと全く同じように取り扱うことができる。

すなわち, 式(1)の解は第3近似までとって,

$$\begin{aligned} \psi(\xi, \eta; a, b, r) &= -\eta + \sum_{n=1}^{\infty} B_n(a, b, r) \\ &\quad \cdot \sin n\pi\eta \left[\xi K_1(n\pi\xi) + \frac{\mu_1}{6n\pi} \xi^4 K_2(n\pi\xi) \right. \\ &\quad \left. + \frac{\mu_2}{6n\pi} \xi^7 \left\{ \frac{\xi}{12} (-I_1 K_2 K_3 + I_1 K_3 K_4 + I_3 K_1 K_2 \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + I_4 K_1 K_3) + \frac{2}{5n\pi} \left(\frac{K_2}{n\pi\xi} - I_1 K_3^2 \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \left. + I_3 K_1 K_3 \right) \right\} + \dots \right] \dots\dots\dots (20) \end{aligned}$$

となる。ただし, ここに I_k, K_k etc. は $n\pi\xi$ を独立変数とする第一種および第二種の変形 Bessel 関数であり, 係数 μ_1, μ_2 は G の大きさによりつぎのような値をとる。

$$[G > 1] \quad \left. \begin{aligned} \mu_1 &= G^{-2} \\ \mu_2 &= G^{-4} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (21a)$$

$$[G < 1] \quad \left. \begin{aligned} \mu_1 &= G^{-2} \\ \mu_2 &= 1 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (21b)$$

さて, $f(\eta)$ の関数型をいくぶん自由な形に定めて, 係数 $B_n(a, b, r)$ を実際計算しやすいように求めておこう。

$f(\eta)$ を $f(a)=0, f(b)=-1$ の間の直線, 放物線, 三次曲線との和で表わす。すなわち,

$$f(\eta) = f_1(\eta) + p_2 f_2(\eta) + p_3 f_3(\eta) \dots\dots\dots (22)$$

ここに,

$$f_1(\eta) = -(\eta - a)/(b - a) \dots\dots\dots (23a)$$

$$f_2(\eta) = (\eta - a)(\eta - b) = \eta^2 - (a + b)\eta + ab \dots\dots\dots (23b)$$

$$\begin{aligned} f_3(\eta) &= (\eta - a)(\eta - b)(\eta - c) \\ &= \eta^3 - (a + b + c)\eta^2 + (ab + bc + ca)\eta - abc \end{aligned} \dots\dots\dots (23c)$$

$$c = (b - a)/2$$

したがって,

$$\begin{aligned} \int_a^b f(\eta) \sin n\pi\eta \, d\eta &= \frac{1}{(b - a)} [p_3 I_3 \\ &\quad + \{p_2 - p_3(a + b + c)\} I_2 \\ &\quad + \{(ab + bc + ca)p_3 - (a + b)p_2 - 1\} I_1 \\ &\quad + \{a + p_2 ab - p_3 abc\} I_0] \dots\dots\dots (24) \end{aligned}$$

ここに,

$$I_3 = (n\pi)^{-4} [(n\pi b)^2 (3 \sin n\pi b - n\pi b \cos n\pi b) - (n\pi a)^2 (3 \sin n\pi a - n\pi a \cos n\pi a) - 6(\sin n\pi b - n\pi b \cos n\pi b) + 6(\sin n\pi a - n\pi a \cos n\pi a)] \dots\dots\dots (25 a)$$

$$I_2 = (n\pi)^{-3} [n\pi b (2 \sin n\pi b - n\pi b \cos n\pi b) - n\pi a (2 \sin n\pi a - n\pi a \cos n\pi a) + 2(\cos n\pi b - \cos n\pi a)] \dots\dots\dots (25 b)$$

$$I_1 = (n\pi)^{-2} [\sin n\pi b - \sin n\pi a - n\pi b \cos n\pi b + n\pi a \cos n\pi a] \dots\dots\dots (25 c)$$

$$I_0 = (n\pi)^{-1} [\cos n\pi a - \cos n\pi b] \dots\dots\dots (25 d)$$

c) 取水開口部流速分布が流れにおよぼす効果

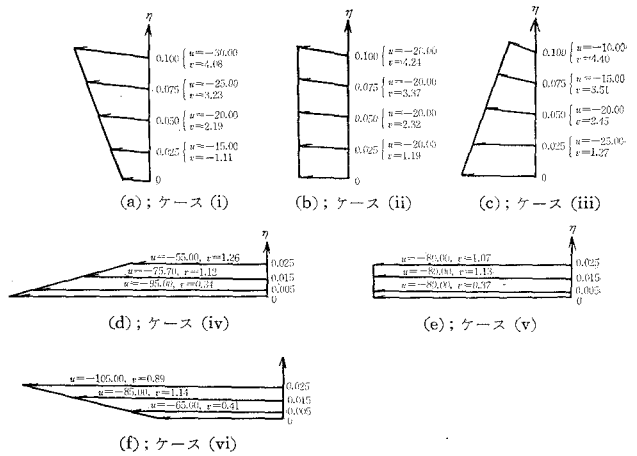
海底取水管式取水口として現在一般に用いられている形を大別すると 図-3 (a) と (b) のものとなるが、取水効果を増大させるため、図-3 (b) の形のもので cap の形その他の点において種々の工夫が行なわれなくてはならない。こうした場合、支配的要素となるのが、吸込口部流速分布と流れの関係である。したがって、吸込口部の流速分布を仮定して、これと取水効果との関連を理論的に明らかにしておけば、その結果は取水口の実際設計において有用な指針となると考えられる。

さて、水域内の任意の点における流れ関数 ψ および流速は、式 (20) によりもとめることができる。水域内の流れは、無次元の取水パラメーター G の大きさによって変化し、渦領域が発生する G の限界値 G_{cr} は取水点の高さによって変化することは、著者らの前報告³⁾でのべたとおりである。前報告では取水口を点として取り扱ったので、取水開口部位置における流速分布形状が流れにおよぼす影響を考慮することができなかった。しかし式 (22) にふくまれる p_2, p_3 を適当に仮定すること

表-1

ケース (i); $a=0, b=0.1, p_2=-5, p_3=0, G=0.09$					
η	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3827	-1.4214	-1.1007	-0.93287	-0.90374
0.800	-1.7368	-1.8027	-1.1821	-0.86252	-0.80712
0.700	-2.0327	-2.1045	-1.2263	-0.78606	-0.70980
0.600	-2.2399	-2.2901	-1.2194	-0.70117	-0.61151
0.500	-2.3275	-2.3269	-1.1521	-0.60639	-0.51211
0.400	-2.2625	-2.1903	-1.0210	-0.50118	-0.41151
0.300	-2.0098	-1.8682	-0.82886	-0.38608	-0.30980
0.200	-1.5382	-1.3682	-0.58459	-0.26254	-0.20712
0.100	-0.84485	-0.72474	-0.30231	-0.13288	-0.10374
0.075	-0.64294	-0.54820	-0.22785	-0.099840	-0.077826
0.050	-0.43318	-0.36770	-0.15243	-0.066645	-0.051894
0.025	-0.21798	-0.18452	-0.076376	-0.033348	-0.025950

図-6 ケース (i)~(vi) の取水開口部流速分布



とにより、取水開口部位置において、ある程度任意な流速分布をえることができる。以下、取水開口部が水域底および全水深の中点付近に位置する場合について、開口部流速分布が流れにあたえる影響を式 (20) を用いて検討することとする。

取水開口部が水域底近くにある場合

取水開口部が、 $r=0.5, a=0, b=0.10$ の位置にある場合を考える。 p_2, p_3, G の組合せとしてつぎの三つのケースを仮定する。

ケース	p_2	p_3	a	b	G
(i)	-5	0	0	0.10	0.09
(ii)	0	0			
(iii)	5	0			

上の (i)~(iii) の各ケースの取水開口部 ($r=0.5$) における流速分布を計算すると、図-6 (a), 図-6 (b), 図-6 (c) のとおりである。すなわち、ケース (i) では開口部上端に最大流速があつて下方に向かって流速は減少し、ケース (ii) ではほぼ一様な流速分布、ケース (iii) は (i) と逆の流速分布をなしている。取水開口部でこれ

表-2

ケース (ii); $a=0, b=0.1, p_2=p_3=0, G=0.090$					
η	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3839	-1.4231	-1.1016	-0.93301	-0.90376
0.800	-1.7393	-1.8060	-1.1836	-0.86278	-0.80715
0.700	-2.0364	-2.1094	-1.2285	-0.78642	-0.70984
0.600	-2.2449	-2.2963	-1.2220	-0.70159	-0.61156
0.500	-2.3339	-2.3342	-1.1549	-0.60683	-0.51216
0.400	-2.2703	-2.1982	-1.0236	-0.50161	-0.41156
0.300	-2.0190	-1.8758	-0.83108	-0.38644	-0.30984
0.200	-1.5482	-1.3745	-0.58621	-0.26280	-0.20715
0.100	-0.85233	-0.72833	-0.30316	-0.13302	-0.10376
0.075	-0.64898	-0.55095	-0.22846	-0.099943	-0.077838
0.050	-0.43743	-0.36956	-0.15286	-0.066715	-0.051902
0.025	-0.22018	-0.18546	-0.076593	-0.033383	-0.025954

ら3種の流速分布を有する場合の各々に対する、水域内の流関数を式(20)により求めた結果は表-1、表-2、

表-3

ケース (iii) : $a=0, b=0.1, p_2=5, p_3=0, G=0.09$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3851	-1.4248	-1.1024	-0.93314	-0.90377
0.800	-1.7417	-1.8093	-1.1852	-0.86304	-0.80718
0.700	-2.0401	-2.1143	-1.2307	-0.78678	-0.70988
0.600	-2.2499	-2.3026	-1.2246	-0.70202	-0.61161
0.500	-2.3402	-2.3416	-1.1576	-0.60727	-0.51221
0.400	-2.2782	-2.2061	-1.0262	-0.50203	-0.41161
0.300	-2.0283	-1.8835	-0.83330	-0.38680	-0.30988
0.200	-1.5581	-1.3808	-0.58783	-0.26306	-0.20718
0.100	-0.85982	-0.73192	-0.30402	-0.13316	-0.10377
0.075	-0.65502	-0.55370	-0.22914	-0.10005	-0.07785
0.050	-0.44168	-0.37142	-0.15330	-0.066784	-0.051910
0.025	-0.22238	-0.18640	-0.076810	-0.033418	-0.025958

表-4

ケース (iv) : $a=0, b=0.025, p_2=12.5, p_3=0, G=0.09$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3884	-1.4295	-1.1047	-0.93353	-0.90382
0.800	-1.7484	-1.8186	-1.1896	-0.86377	-0.80726
0.700	-2.0504	-2.1279	-1.2368	-0.78778	-0.70999
0.600	-2.2637	-2.3201	-1.2318	-0.70320	-0.61175
0.500	-2.3578	-2.3621	-1.1652	-0.60851	-0.51235
0.400	-2.3000	-2.2282	-1.0335	-0.50321	-0.41175
0.300	-2.0543	-1.9049	-0.83951	-0.38780	-0.30999
0.200	-1.5860	-1.3984	-0.59236	-0.26379	-0.20726
0.100	-0.88102	-0.74199	-0.30640	-0.13354	-0.10382
0.050	-0.45379	-0.37664	-0.15451	-0.066978	-0.051932
0.025	-0.22865	-0.18904	-0.077416	-0.033515	-0.025969
0.020	-0.18309	-0.15130	-0.061949	-0.026815	-0.020775
0.015	-0.13742	-0.11351	-0.046471	-0.020113	-0.015582
0.010	-0.091661	-0.075695	-0.030985	-0.013409	-0.010388
0.005	-0.045845	-0.037853	-0.015494	-0.007048	-0.0051940

表-5

ケース (v) : $a=0, b=0.025, p_2=p_3=0, G=0.09$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3883	-1.4294	-1.1047	-0.93352	-0.90382
0.800	-1.7483	-1.8185	-1.1896	-0.86376	-0.80726
0.700	-2.0502	-2.1277	-1.2367	-0.78776	-0.70999
0.600	-2.2635	-2.3198	-1.2317	-0.70318	-0.61174
0.500	-2.3576	-2.3618	-1.1651	-0.60850	-0.51235
0.400	-2.2997	-2.2279	-1.0334	-0.50319	-0.41174
0.300	-2.0539	-1.9046	-0.83943	-0.38778	-0.30999
0.200	-1.5856	-1.3981	-0.59230	-0.26378	-0.20726
0.100	-0.88072	-0.74185	-0.30637	-0.13353	-0.10382
0.050	-0.45362	-0.37657	-0.15449	-0.066976	-0.051932
0.025	-0.22856	-0.18900	-0.077408	-0.033514	-0.025969
0.020	-0.18302	-0.15127	-0.061942	-0.026814	-0.020775
0.015	-0.13736	-0.11349	-0.046466	-0.020114	-0.015582
0.010	-0.091623	-0.07568	-0.030981	-0.013409	-0.010388
0.001	-0.045826	-0.037846	-0.015492	-0.007045	-0.0051939

表-6

ケース (vi) : $a=0, b=0.025, p_1=-12.5, p_2=0, G=0.09$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.3883	-1.4294	-1.1046	-0.93352	-0.90381
0.800	-1.7483	-1.8184	-1.1895	-0.86375	-0.80723
0.700	-2.0501	-2.1275	-1.2366	-0.78775	-0.70999
0.600	-2.2633	-2.3196	-1.2316	-0.70315	-0.61174
0.500	-2.3573	-2.3615	-1.1650	-0.60848	-0.51235
0.400	-2.2994	-2.2276	-1.0333	-0.50317	-0.41174
0.300	-2.0536	-1.9043	-0.83934	-0.38777	-0.30999
0.200	-1.5852	-1.3979	-0.59223	-0.26377	-0.20726
0.100	-0.88041	-0.74171	-0.30634	-0.13353	-0.10382
0.050	-0.45344	-0.37649	-0.15447	-0.066973	-0.051931
0.025	-0.22847	-0.18896	-0.077399	-0.033513	-0.025969
0.020	-0.18294	-0.15124	-0.061935	-0.026813	-0.020775
0.015	-0.13731	-0.11347	-0.046461	-0.020111	-0.015582
0.010	-0.091586	-0.075665	-0.030978	-0.013408	-0.010388
0.005	-0.045807	-0.037838	-0.015490	-0.007042	-0.005139

表-7

ケース (vii) : $a=0.475, b=0.525, p_2=-5, p_3=0, G=0.07$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.0646	-0.97664	-0.89917	-0.89965	-0.89996
0.800	-1.0785	-0.92368	-0.79804	-0.79933	-0.79992
0.700	-0.99535	-0.82110	-0.69646	-0.69907	-0.69989
0.600	-0.78687	-0.66683	-0.59459	-0.59890	-0.59987
0.525	-0.56079	-0.52815	-0.51824	-0.52384	-0.52487
0.520	-0.54456	-0.51858	-0.51316	-0.51884	-0.51987
0.510	-0.51196	-0.49941	-0.50300	-0.50883	-0.50987
0.500	-0.47926	-0.48022	-0.49285	-0.49883	-0.49987
0.490	-0.44660	-0.46105	-0.48271	-0.48883	-0.48987
0.480	-0.41411	-0.44194	-0.47257	-0.47883	-0.47987
0.470	-0.39797	-0.43242	-0.46751	-0.47383	-0.47487
0.400	-0.17515	-0.29575	-0.39182	-0.39883	-0.39987
0.300	0.025159	-0.14751	-0.29198	-0.29904	-0.29989
0.200	0.098566	-0.053893	-0.19356	-0.19930	-0.19992
0.100	0.74599	-0.011720	-0.096408	-0.099629	-0.099959

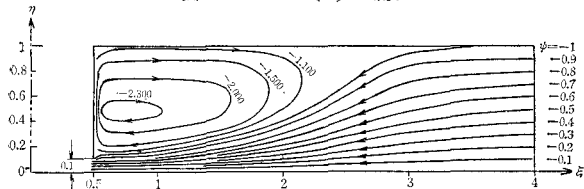
表-8

ケース (viii) : $a=0.475, b=0.525, p_2=p_3=0, G=0.07$

$\eta \backslash \xi$	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.900	-1.0696	-0.98246	-0.90138	-0.90001	-0.90000
0.800	-1.0885	-0.93486	-0.80224	-0.80002	-0.80000
0.700	-1.0103	-0.83679	-0.70224	-0.70002	-0.70000
0.600	-0.80586	-0.68554	-0.60138	-0.60001	-0.60000
0.525	-0.58141	-0.54786	-0.52537	-0.52500	-0.52500
0.520	-0.56523	-0.53832	-0.52029	-0.52000	-0.52000
0.510	-0.53268	-0.51918	-0.51015	-0.51000	-0.51000
0.500	-0.50000	-0.50000	-0.50000	-0.50000	-0.50000
0.490	-0.46732	-0.48082	-0.48985	-0.49000	-0.49000
0.480	-0.43477	-0.46168	-0.479700	-0.48000	-0.48000
0.475	-0.41859	-0.45214	-0.47463	-0.47500	-0.47500
0.400	-0.19414	-0.31446	-0.39862	-0.39999	-0.40000
0.300	+0.010255	-0.16321	-0.29776	-0.29998	-0.30000
0.200	+0.088545	-0.065109	-0.19776	-0.19998	-0.20000
0.100	+0.069600	-0.017541	-0.098617	-0.09999	-0.10000

表-3 のとおりである。これらの ψ の値を比較すると、(iii) (ii), (i) の順に、渦領域の大きさは若干増加するが、その差はわずかである。流れを (ii) の場合について図示すると 図-7 のとおりである。

図-7 ケース (ii) の流れ



つぎに、開口部をせばめて、変化の大きい流速分布を与えた場合の例として、つぎの (iv)~(vi) の各ケースを考える。

表-9

ケース (ix); $\alpha=0.475, b=0.525, p_2=5, p_3=0, G=0.070$

η	ξ	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.90		-1.0746	-0.98828	-0.90359	-0.90037	-0.90004
0.800		-1.0986	-0.94611	-0.80644	-0.80070	-0.80008
0.700		-1.0252	-0.85249	-0.70802	-0.70096	-0.70011
0.600		-0.82485	-0.70425	-0.60818	-0.60112	-0.60013
0.525		-0.60203	-0.56758	-0.53249	-0.52617	-0.52513
0.520		-0.58589	-0.55806	-0.52743	-0.52117	-0.52013
0.510		-0.55340	-0.53895	-0.51729	-0.51117	-0.51013
0.500		-0.52074	-0.51978	-0.50715	-0.50117	-0.50013
0.490		-0.48804	-0.50059	-0.49700	-0.49117	-0.49013
0.480		-0.45544	-0.48142	-0.48684	-0.48116	-0.48013
0.475		-0.43921	-0.47185	-0.48176	-0.47616	-0.47513
0.400		-0.21313	-0.33317	-0.40541	-0.40110	-0.40013
0.300		-0.004649	-0.17890	-0.30354	-0.30093	-0.30011
0.200		-0.078525	-0.076324	-0.20196	-0.20067	-0.20008
0.100		0.064601	-0.023363	-0.10083	-0.10035	-0.10004

表-10

ケース (x); $\alpha=0.45, b=0.55, p_2=-5, p_3=0, G=0.07$

η	ξ	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.90		-1.0480	-0.95824	-0.89255	-0.89857	-0.89984
0.80		-1.0454	-0.88847	-0.78544	-0.79727	-0.79969
0.60		-0.72666	-0.60974	-0.57423	-0.59557	-0.59950
0.55		-0.57789	-0.51666	-0.52253	-0.54540	-0.54948
0.54		-0.54626	-0.49759	-0.51227	-0.53538	-0.53947
0.53		-0.51426	-0.47846	-0.50203	-0.52536	-0.52947
0.52		-0.48201	-0.45930	-0.49181	-0.51535	-0.51947
0.51		-0.44966	-0.44014	-0.48162	-0.50534	-0.50947
0.50		-0.41732	-0.42104	-0.47146	-0.49534	-0.49947
0.49		-0.38514	-0.40203	-0.46133	-0.48534	-0.48947
0.48		-0.35323	-0.38314	-0.45123	-0.47534	-0.47947
0.47		-0.32172	-0.36441	-0.44115	-0.46535	-0.46947
0.46		-0.29073	-0.34588	-0.43111	-0.45537	-0.45947
0.45		-0.26039	-0.32759	-0.42110	-0.44539	-0.44948
0.40		-0.12175	-0.24088	-0.37149	-0.39555	-0.39950
0.30		0.065751	-0.10226	-0.27470	-0.29621	-0.29957
0.20		0.12555	-0.021938	-0.181020	-0.19724	-0.19969
0.10		0.088008	0.004751	-0.08982	-0.098549	-0.099839

ケース	p_2	p_3	α	b	G
(iv)	-12.5	0	0	0.025	0.09
(v)	0	0			
(vi)	12.5	0			

おのおののケースの流速分布は 図-6 (d), (e), (f), また ψ の値は 表-4, 表-5, 表-6 のとおりであるが、流速分布による渦領域の差は (i)~(iii) の各ケースよりも、さらに少なくなっている。このことより、取水開口部が海底にある場合、開口部高さ (b) が増加すると若干、流れの状態の変化も増加するが、その効果はわずかであるといえる。また、開口部流速

表-11

ケース (xi) $\alpha=0.45, b=0.55, p_2=p_3=0, G=0.07$

η	ξ	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.90		-1.0683	-0.98229	-0.90137	-0.90001	-0.90000
0.80		-1.0857	-0.93453	-0.80221	-0.80002	-0.80000
0.60		-0.80232	-0.68519	-0.60137	-0.60001	-0.60000
0.55		-0.65866	-0.59493	-0.55072	-0.55001	-0.55000
0.54		-0.62769	-0.57617	-0.54058	-0.54000	-0.54000
0.53		-0.59621	-0.55726	-0.53044	-0.53000	-0.53000
0.52		-0.56436	-0.53824	-0.52029	-0.52000	-0.52000
0.51		-0.53224	-0.51914	-0.51015	-0.51000	-0.51000
0.50		-0.50000	-0.50000	-0.50000	-0.50000	-0.50000
0.49		-0.46776	-0.48086	-0.48985	-0.49000	-0.49000
0.48		-0.43564	-0.46176	-0.47971	-0.48000	-0.48000
0.47		-0.40379	-0.44274	-0.46956	-0.47000	-0.47000
0.46		-0.37231	-0.42384	-0.45942	-0.46000	-0.46000
0.45		-0.34134	-0.40507	-0.44928	-0.44999	-0.45000
0.40		-0.19769	-0.31481	-0.39863	-0.39999	-0.40000
0.30		+0.006167	-0.16368	-0.29779	-0.29998	-0.30000
0.20		0.085697	-0.065469	-0.19779	-0.19998	-0.20000
0.10		0.068272	-0.017711	-0.09863	-0.09990	-0.10000

表-12

ケース (xii); $\alpha=0.45, b=0.55, p_2=-10, p_3=0, G=0.07$

η	ξ	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
0.90		-1.0280	-0.93499	-0.88373	-0.89713	-0.89967
0.80		-1.0053	-0.84368	-0.76867	-0.79453	-0.79938
0.60		-0.65086	-0.53505	-0.54709	-0.59114	-0.59899
0.55		-0.49704	-0.43878	-0.49435	-0.54079	-0.54895
0.54		-0.46475	-0.41932	-0.48395	-0.53075	-0.53895
0.53		-0.43224	-0.39989	-0.47362	-0.52072	-0.52895
0.52		-0.39963	-0.38051	-0.46333	-0.51069	-0.51894
0.51		-0.36706	-0.36123	-0.45310	-0.50068	-0.50894
0.50		-0.33465	-0.34209	-0.44293	-0.49067	-0.49894
0.49		-0.30254	-0.32311	-0.43281	-0.48067	-0.48894
0.48		-0.27085	-0.30435	-0.42275	-0.47069	-0.47894
0.47		-0.23971	-0.28584	-0.41274	-0.46071	-0.46895
0.46		-0.20923	-0.26762	-0.40280	-0.45074	-0.45895
0.45		-0.17953	-0.24972	-0.39291	-0.44078	-0.44895
0.40		-0.045958	-0.16620	-0.34435	-0.39112	-0.39899
0.30		0.12531	-0.039591	-0.25162	-0.29244	-0.29914
0.20		0.16562	0.022856	-0.16424	-0.19450	-0.19938
0.10		0.10801	0.028005	-0.080999	-0.097107	-0.099673

分布が流れにおよぼす影響もわずかである。

取水開口部が全水深の midpoint 近傍にある場合

つぎに、取水開口部が $r=0.5$, $a=0.475$, $b=0.525$ の位置にある場合につき、 p_2 , p_3 , G の組合せとしてつぎの各 6 ケースを考える。

ケース	p_2	p_3	a	b	G
(vii)	-5	0	} 0.475	} 0.525	0.07
(viii)	0	0			
(ix)	5	0			
(x)	-5	0	} 0.450	} 0.550	
(xi)	0	0			
(xii)	-10	0			

図-8 ケース (vii)~(xii) の取水開口部流速分布

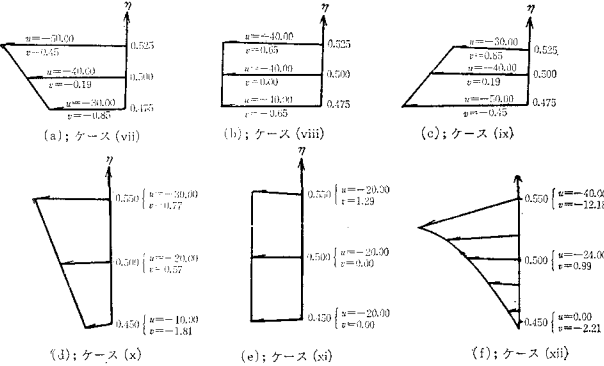
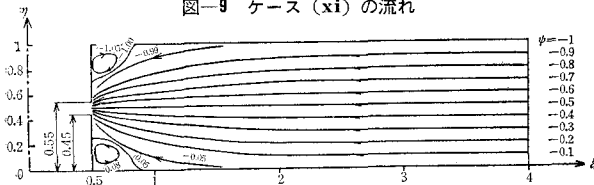


図-9 ケース (xi) の流れ



(vii)~(xii) の各ケースにおける取水開口部流速分布は図-8のとおりである。また、各ケースの ψ の分布状態を表示すると表-7~表-12のとおりであり、図-9は(xi)の流れを図示したものである。これらの図および表より明かなように、開口部が水底より上方にあると、渦領域は吸込口の上部および下部の両水域に発生している。 G がある限界値より小さくなると、さきの報告³⁾でものべたように、中間層取水が可能な状態となることが予測される。さて、表中の ψ の分布を検討すると、 $a=0.475$, $b=0.525$ の場合には、取水開口部の上部水域内の渦の強さは (ix), (viii), (vii) の順に強くなり、また、開口部の下部水域内の渦についてはその順序は逆になっていることがわかる。また、開口部高さ ($b-a$) が増加すると、開口部流速分布の影響が大きくなることは、(vii)~(ix) の ψ の分布と (x), (xi) のそれとを比較することにより知ることができる。さらに、表-1~表-3の ψ の分布と表-7~表-9の ψ の分布を比較

することにより、開口部流速分布の影響は、取水口が水底にある場合よりも、水底より上方にある時の方が顕著であることがわかる。

理論解析結果が与える実際設計への示唆

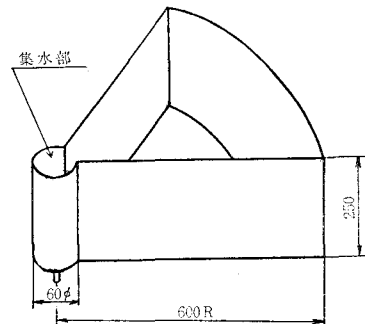
以上、取水開口部が水底にある場合と、全水深の midpoint 付近にある場合のおおのについて、開口部流速分布として長方形、台形、逆台形のものと考えて比較検討した。その結果、開口部上端および下端での流速が取水効果に影響する状態が明らかになった。取水効果をかためるためには、平均流速を用いた取水パラメーターの大きさを検討対象とすると同時に、開口部流速分布を、各発電所ごとに与えられる海象、水質分布条件のもとに、最も有利な取水が可能となるようにえらぶことが特策である。すなわち、取水口構造物の位置、形状、寸法は、海水温度鉛直分布、海底土質、浮遊土砂の鉛直方向濃度分布、水質分布、海底土砂の限界掃流力等を考慮したうえで決められるわけであるが、各プラントの取水地点ごとにその地点での最も効果的な取水が可能となるように、開口部の海底よりの高さ、開口部流速分布をえらび、そうした流速分布がえられるような取水口構造物の形状寸法をきめることがのぞましい。表層付近の水の流入をできるだけ制限したいときには、取水開口部天端の流速を小さくする工夫がのぞまれ、下層付近の水の流入制限には開口部下端の流速を小さくすればよい。取水口の構造あるいは形状に関するこれらの工夫がもたらす効果は、取水口位置が海底近くにある場合には少なく、また、取水開口部高 ($b-a$) が大きい方が効果的であることが、以上の検討結果としていえる。

(2) 実験

実験には写真-1、図-10(a)にしめすような半径 60 cm の四分円形底面をもった高さ 25 cm の透明なプラスチック製の水槽を用いた。水槽の集水部は内径 6 cm の円筒形で、その内部に外径 60 cm の集水筒をはめ込むことができるようになっている。集水筒には図-10

図-10 実験模型

(a) 水槽



(b) 集水筒

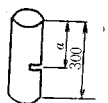
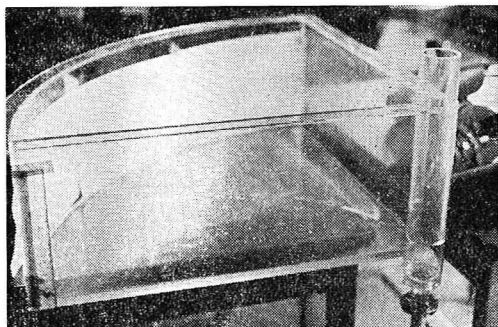


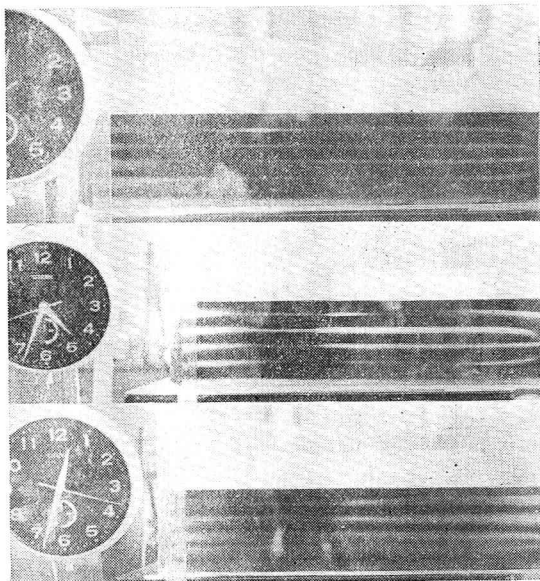
写真-1



(b) にしめすように取水開口部がきりこまれていた。その開口部の位置形状が種々異なる集水筒を作っておき、水槽集水部に適宜に挿入することにより、開口部における条件の変化に伴う水槽内流れの変化の状態を観測することができる。水の密度分布としては、底部で 1.03、水表面で 1.00 となる台型の分布を、1.5 cm×10 層により作成した。水の密度は工業塩の混合量を加減することにより変化させた。密度成層の作成に当たっては、水槽中にベニヤ板を浮かせ、その上にゆっくりと比重の大きい液から順に注ぎ層面での乱れ発生を防止した。これらの層には一つおきに過マンガン酸カリで着色し赤白の互層を作った。所要の密度分布がえられた段階で集水筒下部のコックを開き、水槽内部に生じる流れを観測したが、 G が小さい時には理論の項でのべたような澱み層が認められる。写真-2 は流れの一例をしめすもので理論的推論の正しいことがわかる。なお、撮影に際しては、光は集光器 3 個を用いてカメラ面と平行にあてるように注意した。実験結果の詳細については、本報告では紙面

写真-2 取水状態の変化(図-1)の実験

上: 全層取水, 中: 分離取水への限界状態, 下: 中層取水



の都合で割愛し、機会をあらためて報告することとする。

3. 経済性についての一検討

point sink への密度成層流に関する著者らの一連の研究において、取水に関するパラメーターとして、次式で表わされる無次元量 G を用いてきた。

$$G = \frac{|U|R}{\sqrt{g\beta}d^2} \dots\dots\dots (26)$$

あるいは、

$$G = \frac{Q}{2\pi\sqrt{g\beta}d^3} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 U は吸込点より十分上流の位置 $r=R$ における一様な水平流速を U_0 とした場合、前報告にしめたように、

$$U = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} U_0 \dots\dots\dots (27)$$

である。なお、 ρ は、 $r=R$ の断面における任意水深での水の密度である。式 (26) より式 (2) への変換は、吸込点の全周囲の水が四周より一様に流入するものとした場合に可能である。吸込点を通る水平面上で、吸込点を頂点とした中心角 θ 弧度 ($< 2\pi$) の領域内の水のみが吸込点に流入する場合には、式 (2) は

$$G = \frac{Q}{\theta\sqrt{g\beta}d^3} \dots\dots\dots (28)$$

となる。 G の値を実際の流れの流速 U_0 を用いて表わすと式 (26)、式 (2)、式 (27) の関係から

$$G = \frac{\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} |U_0|R}{\sqrt{g\beta}d^2} \dots\dots\dots (29)$$

あるいは、

$$G = \frac{Q\sqrt{\rho/\rho_0}}{2\pi\sqrt{g\beta}d^3} \dots\dots\dots (30)$$

しかし、一般に $\sqrt{\rho/\rho_0}$ の値はほとんど 1 に近く、實際上、 $U \approx U_0$ として、 G を式 (26)、式 (2) として用いても支障はない。また、式 (2) は、式 (26) と異なり設計上与えられる Q, β, d とにより構成されていて、實際上最も好都合である。著者らが G として式 (2) の表現を用いたのはこうした理由による。著者らはいままで軸対称の流れを取り扱ってきたが、二次元流の場合の理論的研究は Yih⁴⁾ や Kao⁵⁾ らにより行なわれている。Yih は、無次元化された取水パラメーターとして $F = U/\sqrt{(g\beta)d}$ を用い、渦領域がほとんど水平になる F の限界値 (F_{cr}) は $1/\pi$ であるとした。Kao は、水域上層に澱み層が存在しうる F_{cr} の値は 0.345 であるとしている。また、Debler⁶⁾ は、実験により $F_{cr} \approx 0.28$ であると報告している。この二次元流の場合の F_{cr} と軸対称流に対する G_{cr} は、同じ変数により構成されている。いま、 F_{cr} に相当する流量を ${}_2Q_{cr}$ 、 G_{cr} に相当する流量を ${}_3Q_{cr}$ とする。また、水深 d 、密度成層度 β 、取水口開口部の周長を両タイプについて同一とし、海底取水

管式取水口の半径を x_0 とすると、

$${}_2Q_{cr} = U_{cr} \times d \times 2\pi x_0 = F_{cr} \times \sqrt{g\beta} \times d^2 \times 2\pi x_0$$

$${}_3Q_{cr} = G_{cr} \times 2\pi \sqrt{g\beta} \times d^2$$

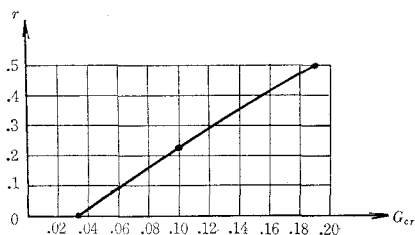
となる。これより

$$\frac{{}_2Q_{cr}}{{}_3Q_{cr}} = \left(\frac{F_{cr}}{G_{cr}} \right) \times \frac{x_0}{d} = \frac{F_{cr}}{G_{cr}} \cdot r \dots \dots \dots (31)$$

(ただし $r = \frac{x_0}{d}$)

の関係をうる。 $r \rightarrow \infty$ では当然 ${}_2Q_{cr} = {}_3Q_{cr}$ となるから $G_{cr} = F_{cr} \cdot r$ となる。また、 $r < \infty$ では、式 (31) の右辺は 1 より小さい。なぜならば、 G_{cr} は、取水開口部流速分布 (p_2, p_3)、 a, b, r とともに変化するが、 $p_2 = -10, p_3 = 0, a = 0.45, b = 0.55$ とした場合について、 G_{cr} と r の関係を式 (20) を用いて試算すると、図-11 をうる。この図より $r/G_{cr} \approx 2.2$ である。また、 F_{cr} は line sink が底にある場合 $1/\pi$ であり、sink が上方に移り水深の半分の位置に近づくにつれて小さくなる。後者については point sink に対する図-2 の結果から予測できるし、また、大西は Yih の解を用いて、明らかにしている⁷⁾。したがって、 $r < \infty$ では式 (31) の右辺は 1 より小さく、 ${}_2Q_{cr} < {}_3Q_{cr}$ であり、同一の材料費に対してより多量の冷却水の分離取水が可能である。

図-11 G_{cr} と取水口半径 r の関係
 $-p_2 = -10, p_3 = 0, a = 0.45, b = 0.55$ の場合



その結果、与えられた取水条件に対して、海底取水管方式(軸対称流)の取水口は、二次元的に取水するカーテンウォール方式のものより、取水効果が良いといえる。千秋・藤本³⁾も二次元の実験から同様のことを推定している。

4. おわりに

有限な開口スリットを有する取水口へ流入する軸対称

密度成層流の解は式 (20) によりあらわされる。この式の右辺にふくまれる B_n は取水開口部における流速分布を支配する係数で、式 (22) の p_2, p_3 の値を与えることにより、ある程度任意な開口部流速分布をうることができる。本報告では、開口部流速分布として長方形、台形、逆台形のものを考えておのおの場合を比較して、開口部上端および下端の流速が、取水効率に影響することをしめし、また、その影響程度は、開口部が海底にある場合には顕著でないことをのべた。復水器冷却水の適温、好水質を確保し、含有砂量を可能な限り少なくするための努力は、発電所の維持運転面に大きな利益をもたらすことを考えるとき、取水口の構造寸法、形状を各発電所地点ごとの自然条件に合わせて決定することは重要なことといえる。もろもろの設計の規格化はもとより工学者、技術者の希いであるが、自然を設計条件とする構造物にあっては、単純な規格化は設計の能率化と構造物製作費の減少をもたらすが、全体的な利益をとまうとは限らない。本報告で取り扱った海底取水管についても、こうした技術的配慮に基づいて設計されるべきであろう。海底取水管に関する著者らの一連の研究では、いままで問題を主として理論的な面から取り扱ってきた。この問題についての実験研究も、著者らはすでに実施したが本報告では紙面の関係上その一部についてのみふれた。さらに詳細については機会をあらためて報告することとする。

参 考 文 献

- 1) 大西外明・日野幹雄 (1967); “深層取水の流れへの考察 (I)”, 第 14 回海岸工学講演会講演集.
- 2) 日野幹雄・大西外明 (1968); “Point Sink への密度成層流の解析”, 東京工業大学土木工学科研究報告, No. 5.
- 3) 大西外明・日野幹雄 (1968); “密度成層流におよぼす point sink の高さの効果”, 土木学会論文集 (投稿中).
- 4) Yih, C.S. (1965); “Dynamics of Non-Homogeneous Fluid”, MacMillan Comp.
- 5) Kao, T.W. (1965); “A free-stream line solution for stratified flow into a line sink”, Jour. of Fluid Mech. Vol. 21, Part 3.
- 6) Debler, W.R. (1959); “Stratified flow into a line sink”, Proc. of A.S.C.E., July, 1959.
- 7) 大西外明 (1968); “深層取水口の海底よりの高さとしサシの効果”, 土木学会論文集 第 161 号予定, 1969 年 1 月
- 8) 千秋信一・藤本稔美 (1967); 冷却水深層取水口の取水特性, 電力中央研究所 技術研究所 報告, No. 66079, 3 月