

VI-65

エアバブルを用いた取水口へのクラゲ流入防止工の開発

NKK 鉄鋼研究所 正員 磯崎 総一郎

NKK エネルギー技術部 大久保 正和

1. まえがき

電力需要が逼迫する夏期、発電所取水口にクラゲが大量に流入し、発電が不可能となる事態が懸念されている。これまでネットや水流による流入防止対策がとられているが、いずれもメンテナンス、あるいはコスト的に問題を有しており、決定的な方法となっていない。そのような状況をふまえ、今回、より効果的な方法と考えられるエアバブル方式に着目し、適用の可能性を検討した。エアバブルは、防波堤としての利用（空気防波堤）等ですでに実海域での実績を有しているが、エアバブルとその随伴流の挙動を解析的に把握することは難しく、設計にあたっては実験による検討が必要となる。以下の報告は、効果の確認を含めて、設計に必要な諸元を決定するために行った実験的検討の概要である。

2. 実験

- 1 実験装置

当社の2次元造波潮流水路（ $3\text{m}^b \times 2\text{m}^h \times 60\text{m}^l$ ）に、図-1に示すような標準的な取水口部の縮尺模型（想定縮尺率：1/10）をセットした。気泡管は内径12.5φの塩ビ製で、水路底にカーテンウォールに平行に3本、カーテンウォール下端に1本取付け、そのうち水路底のものは、全体を前後に移動できるようにした。なおノズル径は1φとし、塩ビ管に10mmピッチで一列にあげた。エアは、各管毎に適当に間隔をあけた3点からホースで供給したが、レギュレーターを挿入して圧力の安定化を図ると共に、流量計を取り付けて流量を調整できるようにした。なお疑似クラゲ（以下クラゲ）は図中に示す寸法で、気泡、硬質発泡ウレタンを内包したシリコン、ビニールを組み合わせで製作し、実験時に使用する水にはほぼ等しい比重になるよう調整した。

- 2 実験条件

表-1に示す実験条件を設定した。なお距離Xは、エアバブルがカーテンウォール内側に入らない条件で設定した。

- 3 実験方法

気泡管からのエア噴出に伴う流れ、取水口への流れが安定した後、カーテンウォール位置でのクラゲの鉛直分布がほぼ一樣になるよう定めた沖側の水路中央部所定位置よりクラゲを放出し、所定時間（120sec）経過後に取水口へ流入したクラゲの数量をカウントした。なお、放出するクラゲの数は、400個とした。また、カーテンウォール下の取水口断面を横断方向に均等に5点、鉛直方向にほぼ均等に4点でメッシュを切り、各交点での流速を電磁流速計によって測定した。

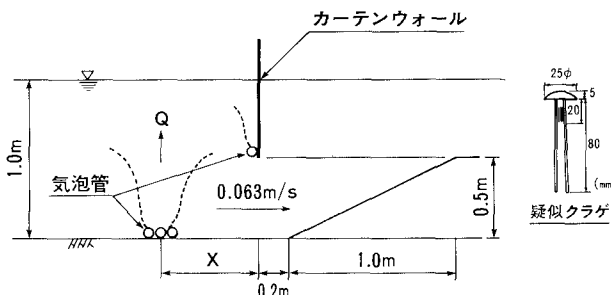


図-1 実験装置

表-1 実験条件

項目	設定値
水深 h (m)	1.0
平均取水流速 U (m/sec)	0.063 ¹⁾
気泡管取付位置 X (m) ²⁾	0.4、0.5、0.6
エア流量 Q (l/min/m) ³⁾	0、23、33、50

注) 1) 現地で約0.2m/secに相当

2) X : 3本の内の中央の気泡管とカーテンウォール間の位置

3) Q : 気泡管一本当りの流量

4 実験結果

図-2に、エアバブルによるクラゲ流入防止効果を示す。ここで、クラゲ流入防止率とは〈エアバブルが無い場合に流入するクラゲの量〉に対する〈エアバブルを作用させた場合に流入を阻止されるクラゲの量〉の割合である。図より、エアバブルはクラゲの流入を効果的に防止し、特に気泡管はカーテンウォールに近いほど、またエア流量は多いほど効果があり、カーテンウォール下端からのエア放出を加えるとさらに効果が増すことが分かる。

図-3に時間的、空間的に平均化した流況、及びカーテンウォール下の流速ベクトルを示す。①：水面付近を漂流するクラゲはカーテンウォール前面の渦領域に滞留し、また水深の中層～下層のクラゲは流れに沿って取水口に流入する。②：クラゲはエアバブルによる上昇流により水面まで連行される。水面に到達した上昇流のうち、カーテンウォール側に転じる流れは、カーテンウォールに沿って下降する。クラゲの一部はその流れに連行され、再び上昇流に巻き込まれるか、または取水口に流入する。③：カーテンウォール下端からのエアバブルは壁面に沿う下降流を上方に押し上げる働きをする。従って、下降流に連行されるクラゲはかなりの数量が流入を阻止される。

3. 実験結果の実機への適用

エアバブルによって生ずる表層水平流とエア流量の関係を示す経験式がいくつか提案されており¹⁾、それに基づく相似則を適用することにする。

$$\frac{Q_p}{Q_m} = \left(\frac{l_p}{l_m}\right)^3 \frac{\{1+(z_o/h_m')\}(l_m/l_p)\}^{3/2}}{\{1+(z_o/h_m')\}^{3/2}} \left[\frac{\ln\{1+(h_m'/h_o)\}}{\ln\{1+(l_p/l_m)(h_m'/h_o)\}} \right]^{3/2} \dots (1)$$

$$\frac{Q_p}{Q_m} = \left(\frac{l_p}{l_m}\right)^{3/2} \frac{1+(h_m'/h_o)(l_p/l_m)}{1+(h_m'/h_p')} \dots (2)$$

ここで、添字m:模型、p:実機、l:代表基準長、h':気泡管深さ、h_o:大気圧相当の水柱高さ、z_o:一定値(=0.8)。今回の条件を考慮し、z_o=0.8m、h_o=10.34m、l_m=h_m'=1.0m、l_p=h_p'として式(1)、(2)を計算しQ_p/Q_mとh_p'との関係を図示したのが図-4である。現地水深に対応するh_p'と2つの線で示される範囲から諸条件を勘案し、換算係数を決定する。

4. あとがき

本実験により、エアバブルによるクラゲ流入防止効果の確認ができ、実機適用への見通しを得ることができた。

(参考文献) 岩垣雄一、安井誠人:空気防波堤に関する研究(第1報)
第22回海岸工学講演会論文集, pp. 563~569, 1975

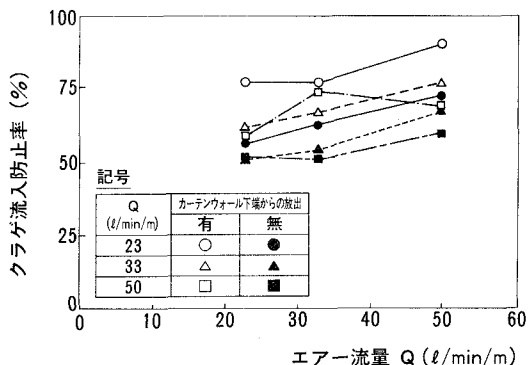


図-2 クラゲの流入阻止率

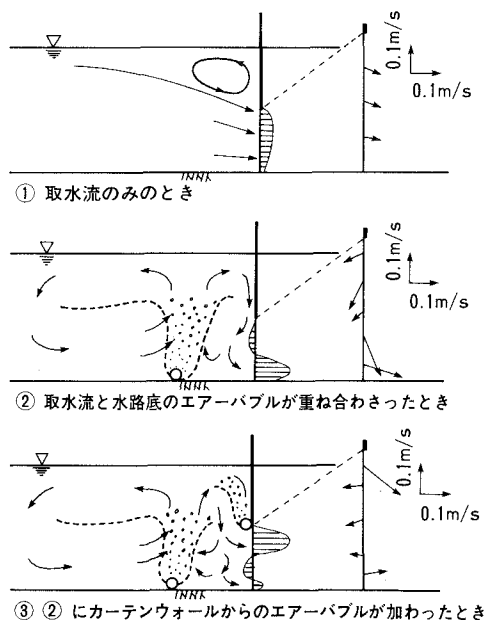


図-3 流況及び流速ベクトル

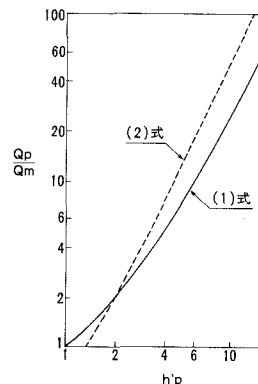


図-4 エア流量の実機換算係数