

クラゲ流入防止対策に関する検討

中部電力㈱ 電力技術研究所 ○林 文晴
中部電力㈱ 電力技術研究所 正会員 村上 晃生
中部電力㈱ 電力技術研究所 正会員 杉山 陽一

1. はじめに

冷却水として海水を利用している火力・原子力発電所の運用において、クラゲの流入防止対策は古くからの重要な課題である。しかし、現状のクラゲ流入防止施設は水理学的な見地からの統一的な検討が不足していることから、火力発電所前面海域でのクラゲ来襲時における現地調査結果を基に、群れの規模や密度を反映した水理模型実験を実施し、当社既存のクラゲ流入防止施設の再評価と、より効果的なクラゲ流入防止対策の検討を行った。

2. クラゲ流入防止施設

火力発電所における一般的なクラゲ流入防止施設は図－1に示すとおりである。取水口の前面に展張されるクラゲ防止網は、毎年クラゲ来襲量が多くなる4月～9月の間に設けられる。網はクラゲの漂着により徐々に目詰まりを起こし、完全に閉塞した場合は冷却水の取水支障が発生する。これを防ぐため、網下には最小限の取水量が確保できる開口部を設けている。

さらに、出力の大きな発電所では、クラゲ防止網に漂着したクラゲを強制的に排除する水流発生装置を設けることもある。

3. 発電所近傍海域におけるクラゲの現地調査

著者らは、名古屋港内にある3カ所の火力発電所前面海域において、クラゲ分布状況の把握と、取水口でのクラゲの流入状況を捉えることに主眼をおいた現地調査を実施した。調査は、クラゲの来襲が多い春から夏を対象とし、2シーズンに亘り曳網調査を実施した。

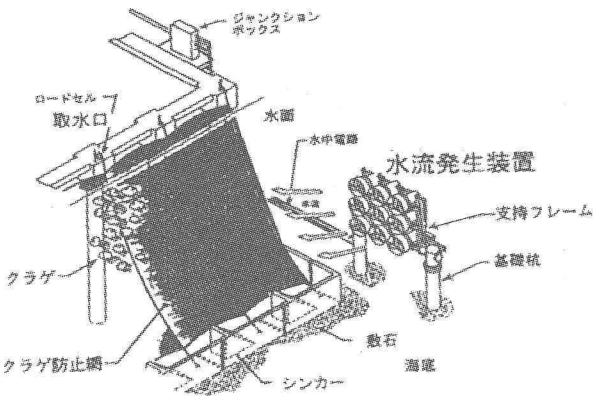
調査結果は表－1に示すとおりであり、クラゲの流入防止策を考えるうえで必要となるクラゲの群の規模や密度の情報を得ることができた。

4. 水理模型実験

これらクラゲの基礎諸元を基に、はじめに二次元水路を用いた断面実験によりクラゲ防止網の基本性能を確認し、網下開口部での流入防止構造について検討を行い、幾つかの提言をまとめた。ここでは二次元水路実験の詳細は省く。

次に、モデル地点C火力発電所の取水口付近の地形を再現した平面水槽による平面実験により、水流発生装置の除去性能や平面形状の検討を行った。C火力発電所は、当社が水流発生装置を設置した最初の発電所であり、クラゲ流入量の多い実績を持つ発電所である。

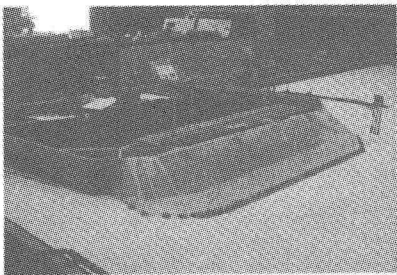
実験装置はコンクリート製の平面水槽、模型縮尺は平面形状を検討することを考慮して1/20とした。



図－1 クラゲ流入防止施設の概要図

表－1 観測されたミズクラゲの諸元

項 目	値	備 考
平均傘径	220mm	5月以降の平均
平均傘厚	37mm	〃
平均湿重量	580g	〃
平均密度	0.2個体/m ³	多量採集時
最大密度	6.6個体/m ³	〃
取水口前滞留時間	3～4日	



図－2 模型全体設置状況

また、相似律はフルード則を適用した。図-2に平面実験の全体設置状況を示す。クラゲの模型として採用した、ゴム製擬似クラゲの外観と仕様を図-3に示す。

まず、水流発生装置が無い場合を想定しクラゲ防止網の開口高さ等について確認し、次に水流発生装置が稼働する場合を想定し、そのクラゲ排除効果を確認した。この場合は、予めクラゲ防止網に擬似クラゲを付着させておき、水流発生装置により排除された量および、クラゲ防止網通過数を計測した。さらに水流発生装置が何らかのトラブルにより動かなくなった場合を想定し、稼働台数を変化させた時のクラゲ排除効果についても確認した。実験結果の一例を図-4に示す。

今回の平面実験により、クラゲが防止網全面に付着してから水流発生装置を起動させると、一部に付着させて起動させた場合に較べて、取水口内へのクラゲの流入率が高くなる結果を得た。これより、クラゲの来襲時には、より早い時期（網への付着量が少ない時期）に水流発生装置を起動させることが、流入量削減のために有効であるといえる。ちなみに今回対象火力発電所の場合、クラゲが流入防止網に付着して展張ロープの引張力が980Nに達すると自動起動し、2時間運転後引張力が970N以下になると停止する運用を行っている。早期起動の具体的な対策案としては、この起動の目安としている限界引張力を緩和することが考えられる。ただし、緩和によって誤動作が頻発してはいけなないので、限界引張力の見直しには今後十分な検討が必要である。そこで、クラゲ探知機を利用したクラゲ来襲の早期探知、水流発生装置の早期起動について検討を行った。

5. クラゲ探知機によるクラゲ来襲の早期探知

クラゲ探知機による現地実験の概要を図-5に示す。クラゲ探知機はしらす漁用の魚群探知機を使用した。クラゲ網の取水口側に振動子をセットし、前方を探索することにした。また、同時に、ビデオカメラをセットして水中のクラゲの確認を行った。図-6に探知機のセンサー部分である振動子、図-7にクラゲ探知機の画像の一例を示す。周波数を幾つか変えて映り具合を確認した。クラゲ探知機の画像から、クラゲ網の前方の状況も十分確認できることがわかる。この画像と同時刻の水中ビデオ映像との比較により、かなりの精度でクラゲの状況を把握できることが判明した。

今後、現地試験データの収集を重ね、探査画像からのクラゲ識別の指標整理を行うと共に、探査画像データの発電所制御室への伝送方法の検討を行い、水流発生装置の早期起動の実用化を目指す所存である。

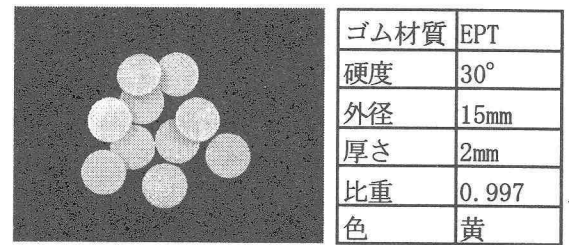


図-3 擬似クラゲの外観と仕様

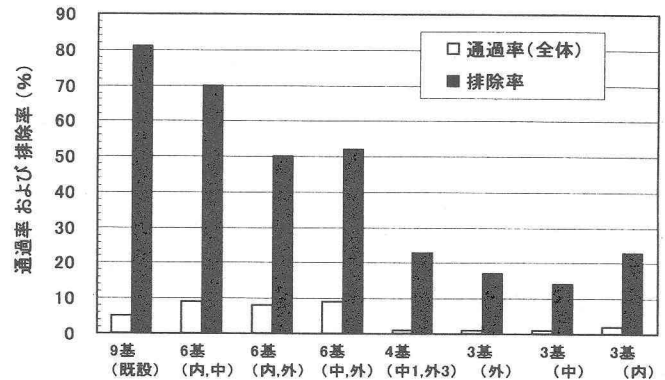


図-4 水流発生装置の影響

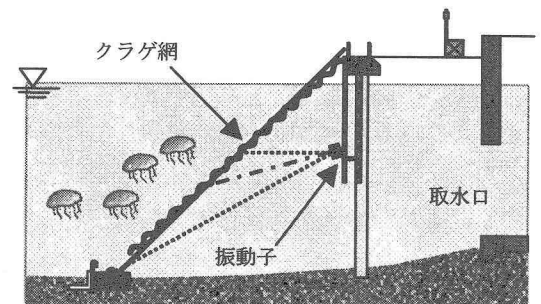


図-5 クラゲ探知機による現地実験の概要

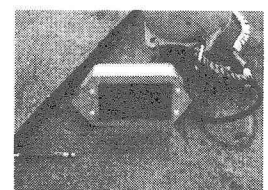


図-6 振動子の状況

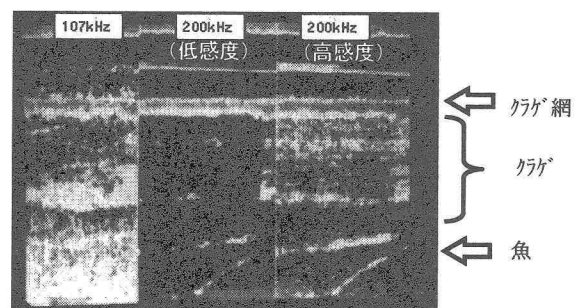


図-7 クラゲ探知機の画像