

長周期波浪を考慮した放水設備の設計

放水路への長周期波浪の伝搬を低減する堰の設計

Designing a Discharge System Taking Long-Period Waves into Consideration

Designing Weirs that Reduce the Inflow of Long-Period Waves into Discharge Channels

(土木建築部 火力土建G)
(電力技術研究所 土木建築G 水理T)

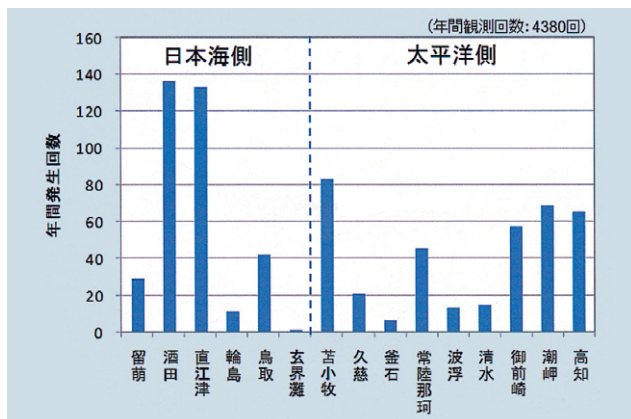
長周期波浪の発生頻度の高い海域に面して立地する火力発電所では、長周期波浪が放水路内に伝搬、増幅することにより発電所の運転支障を来すことが懸念される。そこで、放水路への長周期波浪の伝搬を低減させる対策として、放水路内に堰を設けることを考え、水理実験によりその対策の効果を明らかにするとともに、堰の設計方法を提案した。

1 背景・目的

火力発電所の放水設備の設計は、循環水管系を安定して運転するために、循環水管出口に位置する放水ピットの水面変動を一定値以下にすることが求められ、この対策として透過堤(消波ブロック等)の設置等が実施されている。

一方、近年、日本沿岸でも周期20s以上の長周期波浪の発生頻度が高い地域があることが指摘されている。第1図は、国内の主な波浪観測点の長周期波の発生状況を示したものであるが、当社が建設を進めている上越火力発電所が立地する直江津での発生頻度は他地点に比べ高い。この長周期波浪は、通常の波浪に比べ透過堤に対する透過率が高いため、透過堤を透過して放水路内部へ伝搬しやすいという特徴がある。また、水路の長さによっては、伝搬した波が水路内反射波と共振して波高が増幅されることがある。

しかし、他社の同種設備も含め長周期波浪の伝搬低減を目的とした設計や対策について調査した結果、そのような事例は見られなかったため、ここでは放水路への長周期波浪の伝搬低減策として有効と考えられる放水路内への堰の設置(もぐり固定堰による落差工)を取り上げる。



第1図 日本沿岸における長周期波の平均年間発生回数

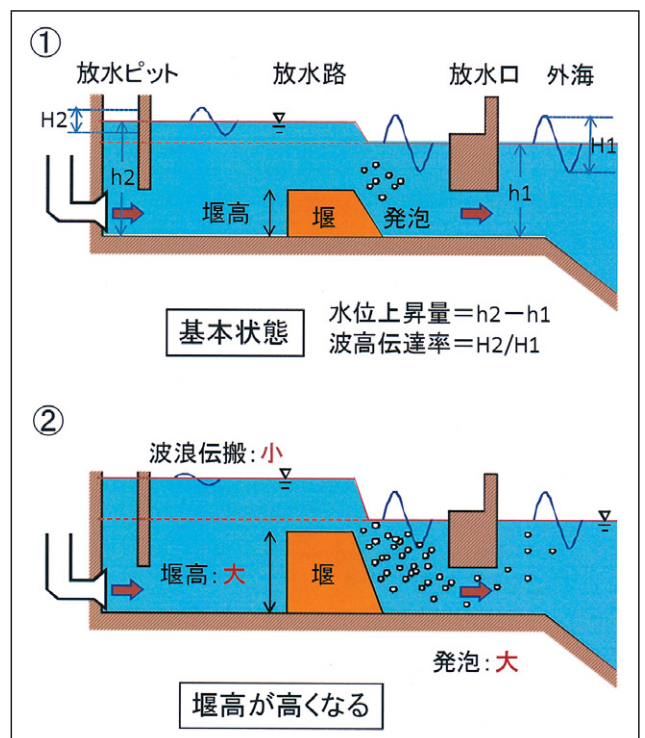
(Thermal Power Plant Civil and Architectural Engineering Section, Civil and Architectural Engineering Department)
(Hydraulic Engineering Team, Civil and Architectural Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

In Thermal power plants situated facing an ocean where long-period waves are frequently generated, there is a concern that long-period waves may enter into the discharge channels and be amplified, interfering with the operation of the power plant. Therefore, we considered building weirs inside the discharge channels as a measure to reduce the inflow of long-period waves into the discharge channels and verified the effects of the measures through hydraulic experiments, in addition to suggesting the design method for the weirs.

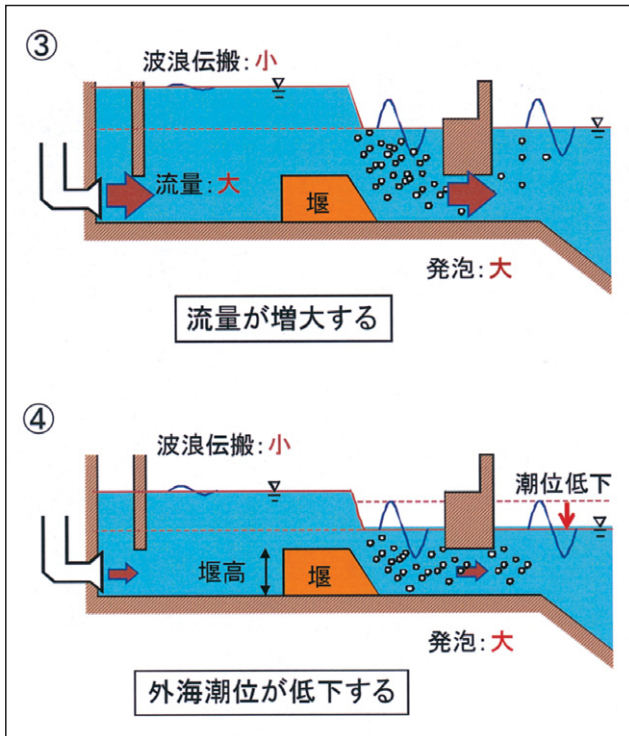
これは、放水路内に堰を設置し、堰の上流水位を高くして下流からの波の遡上を防ぐものである(第2図参照)。この対策工による長周期波浪の伝搬低減効果は不明のため、ここでその効果を明らかにし、堰の設計方法を提案することとした。

2 堰による長周期波浪の伝搬低減策の課題

第2図および第3図は、堰を設置した場合の波浪伝搬低減効果の変化を概念的に示したものである。①は基本状態を、②~④は基本状態①からどうなれば波浪伝搬が小さくなるかを示している。②は堰高を高くした場合、③は流量が増大した場合、④は外海潮位が低くなった場合であり、いずれも堰の上流の水位が下流の水位よりも高くなることにより、上流への波浪伝搬が小



第2図 堰による波浪伝搬防止効果(その1)



第3図 堰による波浪伝搬防止効果(その2)

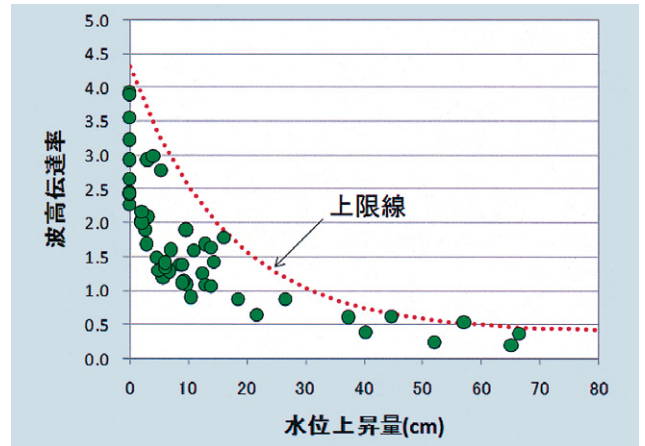
さくなるというものである。つまり、堰の上流と下流の水位差が大きいくほど波浪の伝搬を防ぐことができることになる。

しかし、上流水位の上昇は循環水ポンプの必要揚程を増大させると共に、堰前後の水位差が大きくなることで泡の発生を招き放水口前面海域の景観を損なう恐れがある。このため、堰の上流と下流の水位差は、波浪伝搬を防ぐことができる範囲で必要最小限とする必要がある。

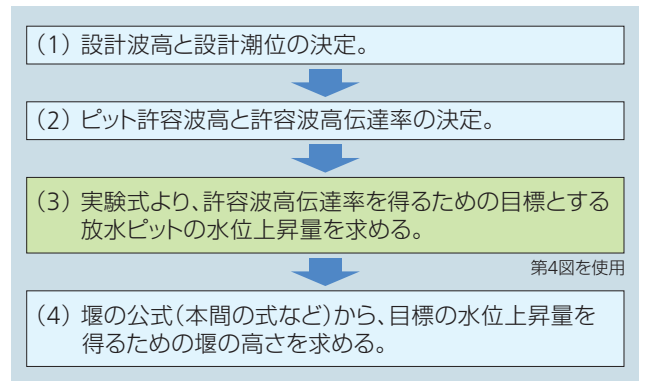
3 実験結果

水路内に堰を設置した際の長周期波浪伝搬特性を評価するため、上流と下流の水位差を決める要因である堰高、流量、潮位を変化させて水理実験を行った。整理にあたっては、水位上昇量(=上流水位 h_2 と下流水位 h_1 の差)と波高伝達率(=外海波高 H_1 に対する放水ピット波高 H_2 の比)という指標を用いた(第2図参照)。第4図に結果を示す。

図中の波高伝達率は、堰高、流量、潮位を一定条件としたケース毎に、現地で起こりうる様々な長周期波浪を対象に実験した中で最も高かった伝達率を示している。本図をみると、対策工がない場合(水位上昇量が0cm)は放水ピットに到達する波高が最大で約4倍に増幅されること、水位上昇量をわずか50cm程度上げるだけで波高を約0.5倍に低減できることがわかる。データにはバラツキがあるため、図中の上限線を使うことで安全側の設計が可能である。



第4図 水位上昇量と波高伝達率



第5図 堰高決定のフロー

4 堰の設計と留意点

(1) 堰の設計

実験の結果、波高伝達率と放水ピットの水位上昇量との関係を明らかにすることができた。この結果を用いることにより、第5図の手順に従い波高伝達率に応じた堰の設計が可能となる。

(2) 留意点

放水路への波浪伝搬は外海潮位が高いほど大きくなる。このため、安全を求めるならば高い潮位かつ大きな波高で設計した方が良いように思われる。しかし、仮に潮位、波高ともに50年確率のような大きな値を用いて堰を設計すると、通常時には潮位が設計潮位より1m以上低くなるため、水位上昇量が大きくなって泡の発生等の問題を引き起こす。

実際の設計では、設計波高と設計潮位について両者が同時に生起する再現確率を十分に吟味した上で、過大な設計にならないよう適切に設定することが重要である。

5 今後の展開

本成果を上越火力発電所冷却水放水設備の長周期波浪伝搬対策に反映する予定である。



土木建築部 火力土建G
執筆者 / 滝川真太郎



電力技術研究所 土木建築G 水理T
執筆者 / 杉山陽一