

緊急電源火力発電所新設工事に伴う冷却用海水取水・放水路 設備の水理設計について

東北電力株式会社 八戸火力発電所建設所土木建築課 正会員 小崎 力
東北電力株式会社 八戸火力発電所建設所土木建築課 法人会員 菊地 慶太

1. はじめに

当社では、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震後の早期供給力確保を目的として八戸火力5号のコンバインド化により出力の増加と熱効率の向上をはかることとしている。コンバインド化にあたっては、蒸気タービンを追加することから、この冷却用海水の確保が必要となる。一方、発電所の冷却用海水取水については、運転開始後に大きな水面変動が発生し、取水に支障を及ぼす場合があり安定取水に向けた検討が重要である。

ここでは、緊急電源火力発電所における取放水設備の検討にあたり、電力中央研究所（以下電中研）と共同で数値シミュレーションを用いた構造設計を行った結果について報告する。

2. 発電冷却用海水取水・放水路設備の水理設計

(1) 水理課題検討

取水路については、当初、工程短縮を目的とし、既存の取水口および取水路を最大限利用する計画とされていた。（図-1）

循環水ポンプ（取水量：9.5m³/s）2台が各々100%の片側交互運転となることを踏まえた検討を行ったところ、急曲部における偏流・渦流の発生により循環水ポンプ室（以下ポンプ室）内水面が著しく変動しポンプ取水に支障が発生するという課題が明確になった。

通常、取放水系の検討は水理模型実験によるのが一般的であるが、今回は緊急電源であることを踏まえ、検討期間の短縮化とコスト削減の観点から、電中研と共同でシミュレーション解析結果を基に構造設計を行うこととした。また、ポンプの交互運転については、既にポンプ製作が開始されているため、運転方式の検討は除外した。

偏流や渦流の発生を防止するため、ポンプ室設置位置を南北方向から東西方向に90°位置を変え、取水路を新設することでポンプ室流入部下流の直線を

約25m確保し偏流・渦流の影響を低減する水路形状（図-2）とし、3次元数値流体解析ソフトを用いたシミュレーション解析により安定取水の検討を行うこととした。

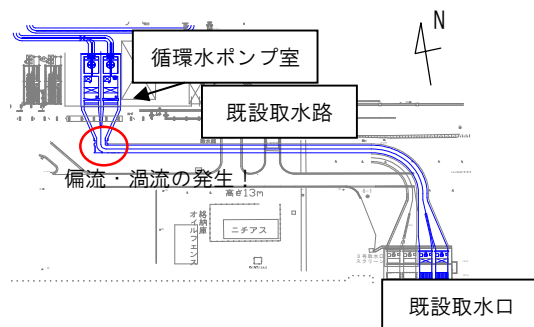


図-1 取水路当初計画

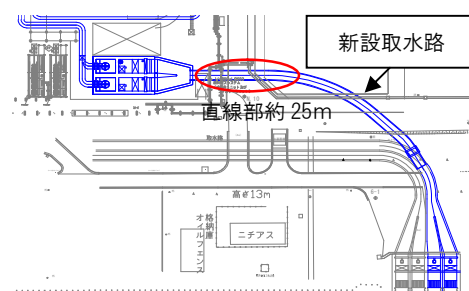
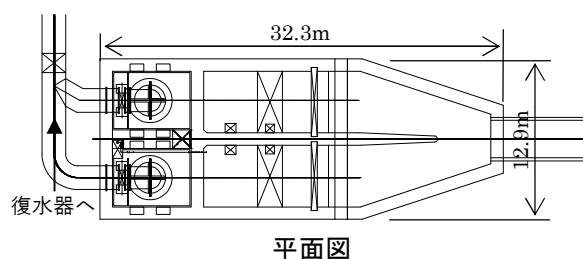
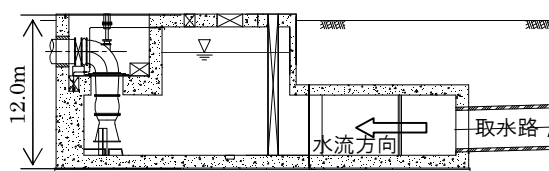


図-2 取水路構造検討後設計



平面図



断面図

図-3 循環水ポンプ室構造図

(2) 3次元数値流体解析

取水路形状を変更後ポンプ室の流れの状況について3次元数値流体解析を行い、流速ベクトル分布および水面変動量を求めた。

キーワード：火力発電所、緊急電源、取水・放水設備、3次元数値流体解析

連絡先：八戸市大字河原木字宇兵工河原1番1 Tel：0178-47-7012

解析にあたっては、運転上限水位（HWL）と、運転下限水位（LLWL）を検討することで、ポンプ運転状況全体を把握するものとした。（表－1 参照）

ポンプ室への流入流速については、水路形状を直線に変更しているため均一となるが、参考ケースとして左右の流入流速分布を仮に±50%偏流させた解析を行った。

表－1 取水路 3 次元数値流体解析検討ケース

ポンプ室 流入流速	ポンプ室 初期水位	左ポンプ 取 水	右ポンプ 取 水
均 一	HWL(TP+0.190m)	ケース 1	
	LLWL(TP-1.890m)	ケース 2	
(参 考) 偏 流	HWL(TP+0.190m)	ケース 3	ケース 5
	LLWL(TP-1.890m)	ケース 4	ケース 6

(3) 解析結果

解析の結果、全般的に取水側水路では平面的、縦断面的にも流速ベクトルの乱れは少なく取水ポンプへ安定して流入していることが確認された。（図－4 平面図）

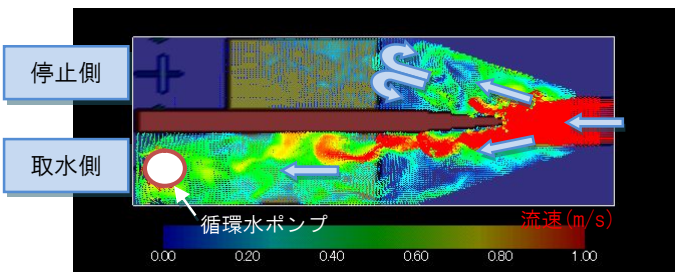
一方、停止側水路では、取水側と同等の流速で取水流が流入し、平面方向では水路中心から左右方向に、縦断面方向では上下方向に逆流し、水流の乱れ（渦流）が生じている。（図－4 立体図）

また、取水側と停止側水槽において周期 $T=12$ 秒程度のマノメータ振動が見られ、各水槽内の上流側と下流側では周期 $T=2$ 秒程度の周期で振幅 1～3cm 程度のスロッシング振動が見られる。

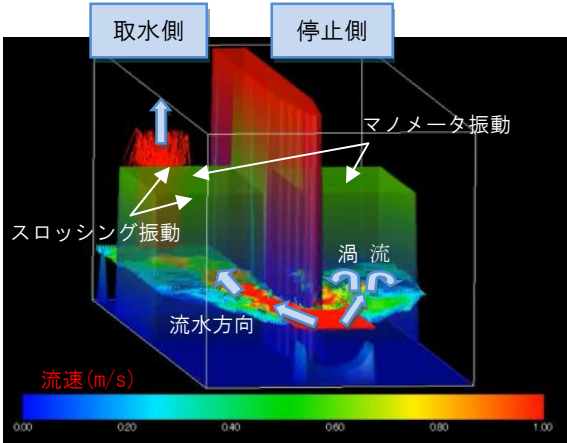
流入流速が均一となるケース 1 と 2 では、水面変動の振幅は、HWL 時が 5cm 程度、LLWL 時が 12cm 程度で、ポンプ室下流のポンプ取水部は常に満水状態が保たれており、取水時に空気連行によるキャビテーションの恐れが少なく、ポンプの取水について安定的に取水が出来ることが確認できた。（図－5）

水面変動量は水位が低く流速の速くなる LLWL の方が HWL 時に比べ渦流による水流の乱れが大きくなるとともに水面変動量も大きくなる。

参考に実施した偏流させたケース 3～6 の水位変動量についても、左側ポンプ取水、LLWL 時（ケース 3）が最もマノメータ振動による影響が大きくなり、水位変動量が大きくなった。

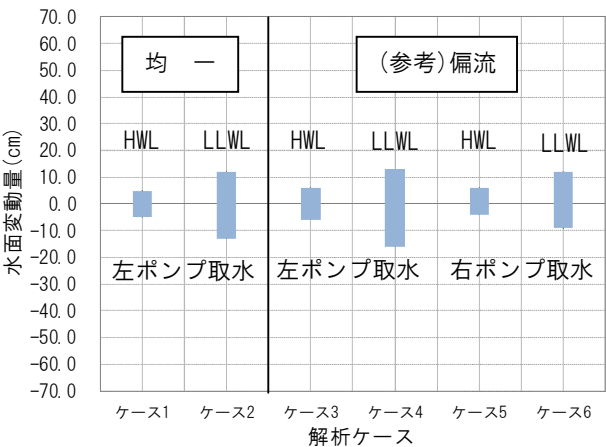


平面図（左ポンプ取水）



立体図（左ポンプ取水）

図－4 3 次元数値流体解析結果（流速分布図）



図－5 循環水ポンプ室水面変動量

3. おわりに

取水・放水路の設計検討において 3 次元流体解析ソフトを用いたシミュレーションにより水理模型実験を実施することなく短期間で合理的な水理設計を行うことが出来た。現在放水路接続水槽における流下状況の水理課題検討についても、取水路と同様のシミュレーションを行っている。

また、現在はポンプ室の工事を進めており、取水開始後に水位、流速等の観測を行い取水の状況を確認することとしている。