

余水路減勢工改造工事に伴う水理模型実験と現場実証試験について

北海道電力㈱ ○正会員 森永 博史
 北海道電力㈱ 正会員 笠井 秀男
 北電総合設計㈱ 上田 知広

1.はじめに

水力発電所の余水路では、高い位置エネルギーを有する箇所から高速流で流下する水勢を、十分減勢させて下流に放流する必要がある。H発電所余水路減勢工では、中流量に対応し、かつコスト低減を目指した減勢工型式である「併用型」減勢工(「立坑型」;水クッションと渦の形成による減勢」と「衝撃型」;水流を衝突板への衝突による減勢)の特長を併せ持つ減勢工型式)に改造することとした。本稿は、改造工事に伴う水理模型実験の検討結果と、改造工事完成後の現場実証試験により、水理模型実験との妥当性の検証を行なった結果を取り纏めたものである。

2.水理模型実験

(1)実験方法

水理模型実験は、過去の実験事例や実験場スペース、フルードの相似則を考慮して、模型縮尺は1/24とした。写真-1に減勢工模型の概要を示す。実験設備は余水管、減勢工、下流水槽から構成し、余水管内流速の調整は余水管上流側のゲートで行なうこととした。減勢工型式は、当該発電所の最大使用水量 Q が $37.1\text{m}^3/\text{s}$ と中流量であることから、「併用型」で設計し、余水管からの水流を衝突板に当てて勢いを弱め、ディフレクターに沿わせて立坑(減勢室)に落とした後、下流水槽に放流する構造とした。

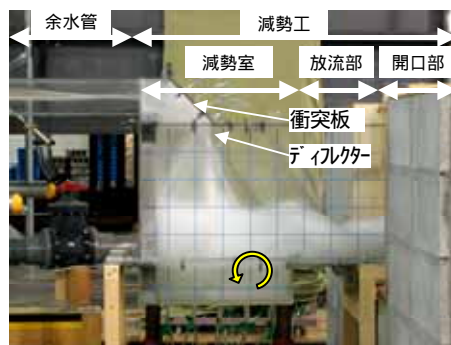


写真-1 減勢工模型全景

形状検討に当たり、制約条件は「減勢工から常流で流れるように、開口部末端で限界流速以下になること」とした。なお、測定位置を図-1に示す。

形状検討箇所は、開口部幅、放流部段差、減勢室縦断寸法をパラメータとして最適形状を求めることとした。実験においては、余水管および減勢工内の流況を観察しながら、

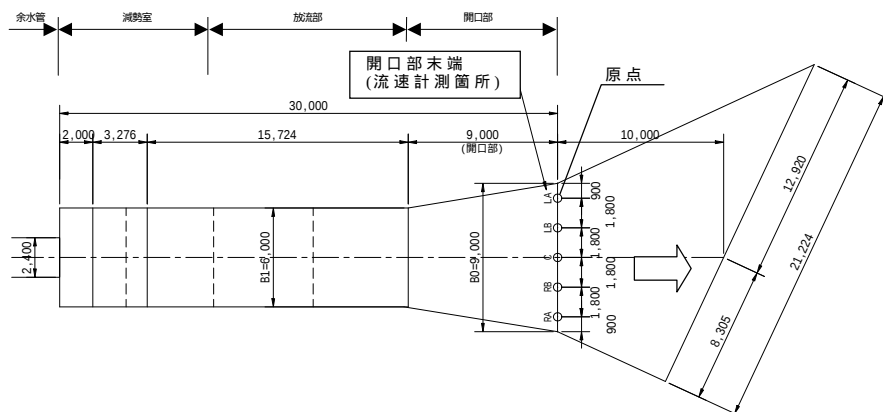


図-1 減勢工の流速計測位置図

から、流速の制約条件を満足し、かつ内空が最小となる形状を最適形状とした。測定項目は流況、流速(開口部末端、横断方向5測点、2割水深)とし、計測機器はプロペラ式流速計を使用した。1測点の測定時間は30秒間で3回の平均データを平均流速とした。

(2)実験結果

水理模型実験の結果、写真-1に最適形状の流況を示す。流量が $4/4Q$ では、開口部末端流速は 3.240m/s となり制約条件の限界流速(3.429m/s)を下回った。さらに減勢工内には反時計回りのロー

キーワード：余水路減勢工、水理模型実験、現場計測、併用型減勢工

連絡先 〒067-0033 北海道江別市対雁 2-1 TEL:011-385-6324 FAX:011-385-7553

ラが形成されるとともに、余水管末端が閉塞しない良好な流れであった。また、当初設計案に比べて最適形状は減勢工内容を $1,265\text{m}^3$ (37%) 小さくすることができた。

3. 現場実証試験

(1) 計測方法

水理模型実験の妥当性を検証するために改造後の余水路減勢工において現場実証試験を行なった。流量は取水口ゲート開度により調整して、4 流量 ($1/4Q$, $2/4Q$, $3/4Q$, $4/4Q$ (最大使用水量 $Q=37.1\text{m}^3/\text{s}$)) のもとで、負荷遮断後、水槽水位が安定した後に計測を開始した。流速については、開口部末端の横断方向 5 測点で、スクリー式流速計を用いて計測を行なった。測定時間は 40 秒間とし 2 回計測の平均値を流速値とした。また、余水路の中間付近に位置する余水路マンホールの天端開口部中央 ($1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$) で風速を計測し、余水路内の通気状態の確認を行なった。測定時間は 30 秒間とし 3 回計測の平均値を風速値とした。

(2) 計測結果

流速の計測結果を図-2 に示す。4 流量において、横断方向ではほぼ等しい流速分布である。開口部末端流速は、 $4/4Q$ においては限界流速 (3.429m/s) にほぼ等しく、他の 3 流量でも、各々の限界流速を下回っていた。以上より、今回改造した減勢工は十分に減勢効果を発揮していることがわかる。なお、 $4/4Q$ において実験値の兩岸流速が遅い原因としては、現場計測に比べて模型実験の方が、側壁の摩擦の影響が大きいためと考えられる。写真-2 に開口部末端流速の計測状況を示す。

風速の計測結果を図-3 に示す。なお、風速値の"正"はマンホールからの排気,"負"は吸気を意味する。流量が $1/4Q \sim 3/4Q$ では、余水路呑口の通気断面が確保されているため、十分に空気を連行して、マンホールからは排気状態となる。流量が $4/4Q$ では、余水路呑口の通気断面が閉塞気味で、空気量を十分に確保できず、余水路マンホールから確保するため吸気状態に変わったと考えられる。

4. まとめ

水理模型実験により提案した形状について、現場実証試験を行なった結果、以下のことがわかった。

開口部末端流速は、 $4/4Q$ では、限界流速にほぼ等しく、 $1/4Q \sim 3/4Q$ では限界流速を下回る結果となり、減勢工は十分減勢効果を発揮することが確認できた。

風速は、各流量において乱れることなく排気または吸気の一定方向であり、通気が確保されていることが確認できた。以上より、水理模型実験による減勢工の設計は、妥当であると考えられる。

謝辞：最後に、余水路減勢工の設計にあたり御指導頂いた(財)電力中央研究所をはじめとする関係各位に深く感謝を表します。

[参考文献]

- 1) 森永博史・笠井秀男・上田知広；余水路減勢効果に関する研究，電力土木 No.327, 2007.1, PP.69-72.
- 2) 森永博史他；水力発電所余水路減勢工改造工事に伴う現場実証試験について，土木学会北海道支部論文集，2007.2
- 3) 福原華一；水力発電所余水路立坑型減勢工の水理設計法，電力中央研究所研究報告 No.U88018, 1988.9



写真-2 開口部末端流速の計測状況

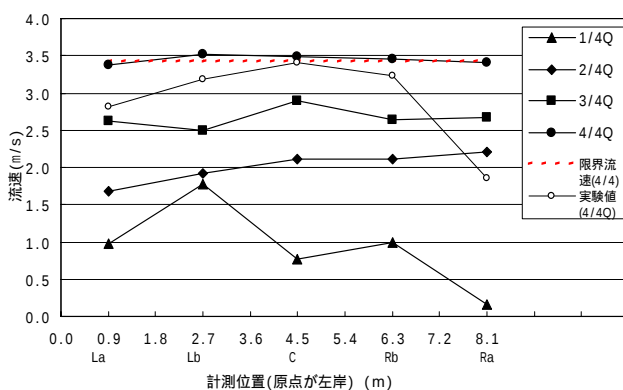


図-2 開口部末端における流速分布

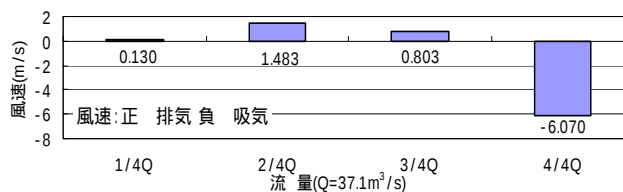


図-3 各流量毎の風速計測結果