

小水力施工監理業務について

川口 清美

社会基盤部門 取締役本部長(技術士 建設部門-道路)
E-mail: kawaguchi@shinnihon-cst.co.jp



古野 昌吾

社会基盤部門 保全技術・構造系グループ(RCCM 河川、砂防及び海岸・海洋部門)
E-mail: furuno@shinnihon-cst.co.jp



Key Words : 小水力発電、施工監理、開放型下掛式水車

1. はじめに

富山市は、平成 20 年に「環境モデル都市」に選定され、「富山市環境モデル都市行動計画」において、小水力発電などの新エネルギーの導入を重要な取り組みとして位置付けている。平成 20 年度から小水力可能性調査を行い、その後詳細設計を経て、富山市上滝地内の常願寺川水系常西合口用水において 2 箇所の発電所が平成 23 年度に完成した。

弊社は、この 2 箇所の発電所の内、常西公園小水力発電所の施工監理を行った。本稿では同業務について紹介する。

2. 携わった業務の紹介

常西公園小水力発電所は、発電水量 0.8m³/s、有効落差 2.0m を得て 9.9kW の発電を行ない、低圧配電線に系統連系するものである。水車形式は、開放型下掛式を採用している。施工期間は、平成 22 年 10 月～平成 24 年 1 月である。

工事は、土木関係と電気設備関係に分割発注された。施工監理業務においては、以下の点について特に配慮した。

- 土木・電気機械設備との工程調整
- 現地状況に応じた変更対応
- 水車下部工と水車との施工調整
- 水利使用許可申請完成検査の対応
(仕様品質・出来型確認、有水試験結果確認)
- 系統連系に関する電力会社との調整

(1) 工事工程

工事実施工程は以下の表の通りであり、以下のような留意事項があった。

- ・機材・資材搬入口が限られ、取水口から順番に施工する必要があった。
- ・非灌漑期内で、取水口・制水ゲート設置までを行う必要があった。
- ・NEPC 補助申請の関係から 1 月末までに出来るだけ出来高をあげる必要があった。
- ・水車、電気設備製作完了までに躯体施工を完了させる必要があった。

表-1 工事実施工程表

| 工事項目 | H22 | | | H23 | | | | | | | | H24 | | | | | | |
|-------------|-----|----|----|-----|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|----|----|---|---|---|
| | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 土木工区① | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水路 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水車下部工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 土木工区② | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 放水路 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 附帯工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 電気・機械設備工区 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 取水工ゲート作成・据付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 除塵機 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 流量調整ゲート | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水車・発電機 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 統括制御盤 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ボアコンディショナー | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ゲート操作盤 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 配線・照明設備 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 無水・有水試験 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 用水量制限期間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(2) 水車据付

発電効率を高めるため、水車下部工躯体と水車との間は 10mm の余裕しか確保していない。水車下部工の側壁、および底部の調整コンクリートの施工精度が、発電出力に大きな影響を及ぼす。施工にあたっては、水車据付位置決定および型枠隅出し等、土木施工業者と電気・機械設備施工業者と共同で行い、出来型管理も細かくすることにより、高い精度を確保することができた。

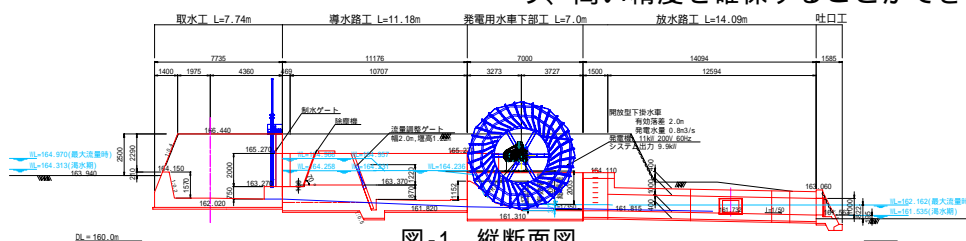


図-1 縦断面図

(3) 無水・有水試験（水量管理）

水量管理は、使用水量 $0.8\text{m}^3/\text{s}$ となる水車流入前のプール水位を有水試験により確認し、基準水位に対する増減を水位計により検知して、流量調整ゲートが作動し、流入量を制限するシステムとなっている。

プール内水位と発電出力、発電流量との関係を以下に示す。9.9kW 時における放水路での計測水量は $Q=0.795\text{m}^3/\text{s}$ となり、計画通りの出力を得ることが出来た。

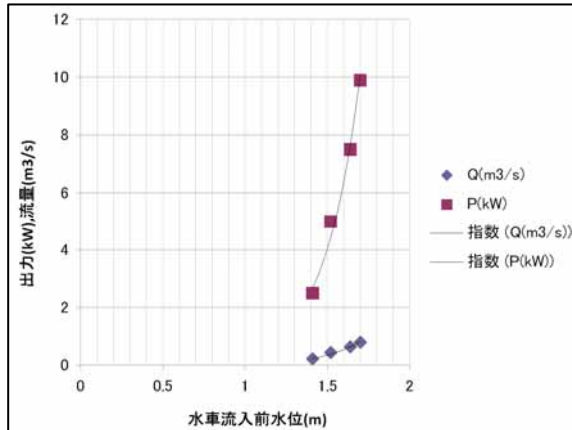


図-2 P-H 換算曲線



写真-1 水車据付

写真-2 有水試験

(4) 現地対応

不完全越流

用水減水時は、流量調整ゲートが下がり、ゲートの前後で水面が不完全越流状態となる。落差を失わず水を減勢するため、沈砂池兼用のプールを水車前に計画しているが、低水位によってはプール内の表面水が減勢せず水車に流入し、水車が過回転となる事象が発生した。また、ゲートの電力消費抑制のため、プール内の検知水位に幅を持たせ、流量調整ゲート作動間隔を広げていたが、水位の追従が遅い可能性がある。その対応として、出力は下がるがプール内水位設定を下げ、水位検知の幅を小さくするとともに流量調整ゲート制御間隔を細やかにした。

また、ゲート天端に羽根を設置し、越流状態を創出するように配慮している。

水位変動

供用開始まもなく制水ゲート前の水位計が異常を示し発電が停止した。

今回発電所を計画した用水路は、上・下流域に発電所が所在し、また水路系統が複雑であるため、取水地点の流量変動が大きい。流量資料の制約で流況の把握が困難であったが、一時的に設計最大流量を超える流量が流下した可能性がある。

実際の取水口水位は、既設沈砂池の影響により、計算水位より高いことも挙げられる。

流量調整ゲートは、設計最大水位以上の水位になるとゲート昇降範囲を外れるため、安全のため制水ゲートが作動し、発電停止となる設定としている。しかし、発電をできるだけ継続させるために、制水ゲート開度を計算と経験に基づきリミッターを設け、出水時の流入量を制限するものとした。



写真-3 流量調整ゲート

3. まとめ

開放型下掛式水車における小水力発電計画は、開水路水面の影響を受けるため、流量変動の激しい幹線用水に計画する際には、供用後の水量調整が行えるように、予め施設計画を行うのが良いと考える。小水力発電施設の施工は、土木と電気・機械設備との調整・対応事項が多く、困難なものでしたが、施工業者の方々の御尽力により、無事工事を完遂することが出来ました。この紙面を借りましてお礼と感謝申し上げます。



写真-4 発電所完成