

Spring water를 이용한 소수력 개발

신동선, 김영국, 최홍열, 장정호
한국수자원공사

Development of Small Hydro Power Using Spring Water

Dong-Sun Shin, Yong-Kuk Kim, Hong-Yeol Choi, Jeong-Ho chang
Korea Water Resources Corporation

Abstract - 베칼 소수력발전소 개발 사업은 이라크 전후복구사업의 일환으로 이라크 아르빌의 열악한 전력사정을 감안하여 베칼 지역의 용출수를 이용하여 소수력발전소를 건립하는 것이다. 본 사업은 정치 및 경제적으로 어려운 열악한 환경속에서 소수력발전소를 건설을 위해 현지조사 및 실시설계를 수행하였고 2009년 8월에 상업발전을 목표로 시공이 순조롭게 진행중이다.



〈그림 1〉 소수력발전소 개발 조감도

1. 서 론

인구 약 150만명이 거주하는 이라크 북부지역의 아르빌 지역은 430MW 전력량이 요구되나, 자체발전 용량 29MW와 제한적인 중앙전력 공급(160MW)으로 추가적인 전기 공급이 절실한 상황이다.

특히, 국가전력망이 연결되어 있지 않은 아르빌시 외곽지역은 일부지역에서는 전력공급이 전무하여 일부에서는 마을 전체가 자가발전기를 이용하여 생활에 필요한 최소 전력을 생산하여 이용하고 있다.

본 사업지역은 인근 마을까지 전력계통으로부터 전력이 공급되어 있으나 시간대별로 제한 공급되고 있으며, 24시간 공급지역도 과부하로 인한 정전 등 전력공급이 안정적이지 못한 상태이다. 현지 조사결과 이와 같은 열악한 전력공급 상태와 현지 여건을 감안하여 소수력 발전소 사업을 통해 전력부족을 상당부분 해소할 수 있을 것으로 판단하여 본 사업을 추진하게 되었다.

2. 본 론

2.1 사업지 개요

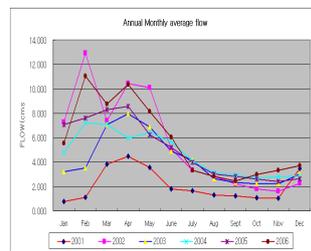
소수력발전소 사업 지역은 이라크 북부지역으로 아르빌시로부터 약 100km정도 떨어진 곳에 위치하고 있으며 평균 해발 2400m의 산악지형인 자그로스 산맥과 인접해 있으며 년평균 강수량은 375-724mm이고, 기후는 반건조(semi-arid) 대륙성 기후로서 여름에는 매우 덥고 건조하며 겨울에는 춥고 습한 날씨를 보이고 있다. 또한 협곡의 암반에서 용출되는 용출수와 뛰어난 주위 자연경관으로 아르빌 지역의 유일한 관광지이다. 전력은 아르빌 지역의 전력계통과 접속된 인근의 Soran 변전소에서 11kV 배전선로를 이용하여 전력공급되고 있으나 잦은 정전 및 제한 송전되고 있는 상태이다.



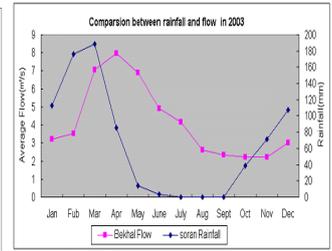
〈그림 2〉 소수력발전소 지형도 및 용출수

2.2 수문분석

본 사업 특징은 저수지(댐)이나 하천수를 이용하여 취수하는 일반 소수력발전소의 취수원과 달리 협곡의 암반에서 용출되는 용출수를 이용하는 것이다. 신뢰성 있는 발전사용수량 산정을 위해서는 최소 20~30년간의 수문자료가 필요하나, 충분한 수문자료가 없어 2001년부터 2007년 초기까지 UNDP 타당성 조사시 실시한 일단위 유량 측정 자료와 MOWR(Ministry of Water Resources)에서 조사한 월 단위 자료를 토대로 유량을 분석하였다.

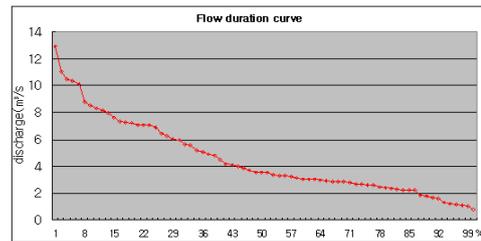


〈그림 3〉 월별 유량



〈그림 4〉 강우 및 유출유량

주변에 명확한 수원이 없는 상태이나 동 지역인 Soran 지역의 관측소에서 측정된 강우량과 추세가 일치하는 것으로 보아 강우로 인해 협곡으로 스며든 용수가 분출되는 것으로 판단된다. 조사된 자료로서는 강우 1개월 후에 용출수 유량에 영향을 미치는데, 이는 베칼 인근의 산악지역에서 우기철(11월~3월)의 강우와 겨울철 눈이 녹아 지반으로 스며들어 용출수로 유출되는 것이다. 그러므로 용출수 유량은 wet season 직후인 2월부터 7월까지 유량이 풍부하며 dry season 이후인 7월부터 1월까지 감소하는 추세를 나타내고 있다.



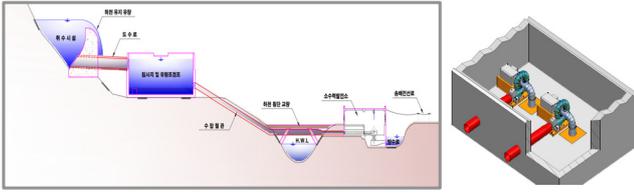
〈그림 5〉 유량 분석

수집된 자료를 이용한 유량분석 결과 년평균 유출유량은 3.54m³/sec 정도이며 아르빌 정부의 Soran지역 용수공급 계획 유량 0.7m³/sec, 하천유지용수 0.3m³/sec을 공급한후 발전에 사용될 유량은 2.5m³/sec로 결정하였다.

2.3 주요 시설 현황

본 사업에서의 주안점은 관광지의 이미지 부각을 위한 구조물 배치, 용출수의 취수방법, 급경사의 하류지형을 활용한 수압철관 설치 및 도로의 건설 등에 초점을 맞추어 설계하였다. 주요시설로는 취수설비, 침사지 및 유량조정지, 수압철관, 교량, 발전소, 송전선로 등으로 구성된다. 특히 침사지 및 유량 조정조는 관광지의 특성을 고려하여 발전 유량을 조절하여 상시 폭포수를 연출할 수 있도록 디자인 하였으며, 수압철관은 급격한 경사에 따

른 도로폭 확보의 어려움에 따라 유지관리용 도로를 따라 포설하는 것으로 설계하였다.



<그림 6> 구조를 배치도

<그림 7>발전기배치도

□ 수차발전설비 현황

- 발전설비 용량 : 1,200kW(600kW x 2대)
- 발전사용수량 : 2.5m³/sec
- 유효낙차 : 60m
- 수차효율 : 88%
- 발전기효율 : 94%
- 발전기 형식 : 동기 발전기
- 수차 형식 : Francis 수차

□ 시설현황

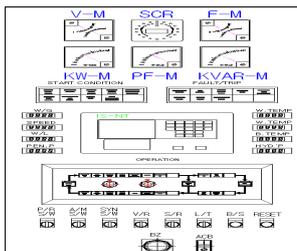
- 취수로 : Mass Concrete Weir Type (L8.0m×B6.0m×H2.5m)
- 도수로 : Box Culvert Type (L22.2m×B2.0m×H1.0m)
- 유량조정조 : 침사지 일체형 콘크리트 구조물 (L18.4m×B10.4m×H9.4m)
- 진입도로 : 콘크리트 포장도로(L436m×B4m)
- 교 량 : RC, Rahmen교(L20m×B7m)
- 발전소 : 지상1층·반지하구조 (L20.5m×B15.5m×H19.1m)
- 수압철관 : 직관(φ1,100mm, L378m)
분기관(φ800mm, L6.4m×2열)
- 송변전설비 : 몰드변압기(1,700[kVA]), 0.4/11[kV]
- 송전선로 : 11kV, 0.7km



<그림 8> 시설현황

2.4 제어시스템

제어시스템은 현장제어반 및 PC제어반으로 구성되어 있으며 특히 현지운영자를 고려하여 쉽게 동작 상태나 흐름을 파악할 수 있도록 시각적으로 디자인하였다. 또한 발전기 제어는 PLC를 이용하여 각종 입출력 신호를 주고 받으며 Intelisys라는 통합제어기를 통해 속도 및 출력 조절, 동기투입, 전압 제어등을 할 수 있도록 구성하였다.



<그림 9> 현장조작반



<그림 10> HMI 조작화면

2.5 시공

2008년 3월 착수하여 가설도로 및 옹벽공사 완료되었으며 조정조, 발전소, 교량, 수압철관 등의 공사가 진행중에 있다. 특히 수차발전기 및 송변전설비는 제작이 완료되어 현지에 도착되어 설치 준비를 하고 있다. 현재 공정률 70%로 2009년 8월 상업발전을 목표로 시공이 순조롭게 진행되고 있다.



<그림 11> 시공 현황

3. 결 론

본 사업은 원조사업으로 전력 기반시설이 열악한 이라크 베칼 지역에 전력공급의 안정성을 향상시키기 위한 목적으로 추진되었으며 일반적으로 하천수를 이용하는 대신 지하에서 분출되는 용출수와 급경사를 이용하여 소수력을 개발하는 것으로 테러등 위험한 현지 여건 및 지형적, 지리적인 어려움 등을 극복하고 철저한 현지조사를 통해 설계를 완료 하였고 현재도 테러의 위험 뿐만 아니라 한국기술자들이 현지 인력과 합심하여 어려운 여건속에서 공사를 진행 중이다.

따라서 본 사업의 성공적인 수행은 지역의 원활한 전력공급에의 기여, 현지 관광지 활성화 뿐만 아니라 이라크와 한국간의 관계 증진도 기대할 수 있을 것이다.