

자연에너지를 이용한 소수력 출력증대 방안 연구

채지석*, 윤이수**, 김태호***, 김영일****, 마범구*****, 최장규*****
한국수자원공사*

A Study on Output Increase of Small Hypro Power using Nature Energy

Ji-SEOG CHAE*, LEE-SOO YOON**, TAE-HO KIM***, YOUNG-IL KIM****, BEM-GU MA*****, Jang-Kyu Choi*****
K-Water*

Abstract - The output of small hydro power plant was generated less than rated output under high temperature. We Installed the artificial ventilation that blow cold wind from water supply pipe tunnel to small hydro power plant. The temperature of small hydro power has been decreased. The output of small hydro power plant has been increased from 405kW to 445kW

1. 서 론

여름철 발전기는 높은 기온으로 설비 등의 온도가 높아지게 된다. 온도저감을 위해서는 환기설비를 필요로 하게 된다. 자연환기는 공기의 물리적 변화를 응용하는 것으로 구동력의 원천이 되는 실내의 온도차나 외부 바람에 의한 풍압은 시시각각으로 변화하므로 정확히 계획된 환기량을 유지하기가 현실적으로 매우 어렵다. 이런 자연 환기의 단점은 기계환기에 의해 보완되어 질 수 있다.

본 연구에서는 주암본댐 소수력 발전기실이 건물내의 밀폐공간으로 발생하고 있는 자연환기에 의한 냉각이 원활치 않아 도수관로 점검용 갤러리실의 차가운 공기를 이용하여 소수력 출력증대에 미치는 효과를 분석하고자 한다.

2. 본 론

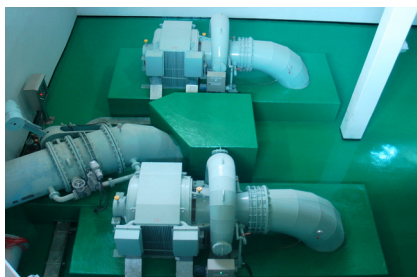
2.1 자연에너지를 이용한 소수력 출력증대 방안

2.1.1 소수력 운영현황

주암본댐에는 소수력발전기가 총3기(광천:450kW×1기, 주암:495kW×2기)가 설치되어 있다. 여름철 실내 공기순환이 통한 자연냉각이 원활하지 않아 소수력발전기의 권선온도, 변압기, 베어링 등 설비의 온도가 상승하여 발전기 운전시 출력을 정격보다 낮추어 운전하여야 하는 문제점이 발생하고 있다.



〈그림 1〉 광천소수력 전경



〈그림 2〉 주암소수력 전경

〈표 1〉 2008년도 온도추이

구분	6월	7월	8월	허용온도(℃)
광천(소)발전기	104	108	106	120(E)
주암(소)변압기	99	100	96	155(F)

2.1.2 도수관로 갤러리실

소수력발전소 내에는 소수력발전소와 주암취수장에 용수를 공급하기 위한 도수관로(직경 2,500mm)가 있다. 도수관로는 점검을 위해 콘크리트 구조물인 도수터널(직경 10,000mm)내부에 위치하고 있다. 도수관로는 연중 차가운 물이 일정하게 흐르고 있다. 도수관로의 영향으로 도수터널 내부에는 외부 온도 변화에 관계없이 연중 14℃의 일정한 온도 상태를 유지하고 있다.



〈그림 3〉 도수터널 갤러리실

2.1.3 환기설비

도수관로 갤러리실로부터 덕트 인라인(Duct In-line) 송풍기를 설치하여 제1종 환기시스템을 구성하여 도수관로 갤러리실의 차가운 공기가 소수력발전소에 급기되도록 하였다. 환기량은 환기횟수에 의한 방식을 적용하였다. 환기횟수는 기계실을 기준으로 6회를 적용하여 다음 식(1)과 같다.

$$\text{환기량(m}^3\text{/hr)} = \text{실체적(m}^3\text{)} \times \text{환기횟수 (1)}$$

덕트치수 선정에는 등속법, 등압법 등의 방법이 있는데 등압법에 의해 덕트 파찰손실선도에서 치수를 선정되었으며, 송풍기의 정압산출은 조건표에 의하여 선정되었다. 송풍기에 인버터를 설치하여 온도에 따라 가변속 제어가 가능하도록 하였으며, 동작시점은 광천소수력 권선(S상)온도가 20℃되었을 때 동작하도록 하여 50℃까지 회전속도가 변화하도록 구성하였다.

〈표 2〉 환기량 산정표

구분	실체적(m ³)	환기량(m ³ /hr)	환기량(m ³ /hr)
광천(소)기계실	345	2,072	12,803
주암(소)기계실	1,193	7,160	
주암(소)전기실	595	3,570	

〈표 3〉 송풍기 정압 산출표

구분	덕트	엘보우	외기저항	급/환기구	소계	안정율	선정
	0.4mmAq/m	0.3mmAq/m	0.3mmAq/EA	5.0mmAq/EA	3.0mmAq/EA	mmAq	mmAq
산출량	48m	55m	16	1	1	10%	
소계	20	17	5	5	3	50	55



〈그림 4〉 환기설비 설치전경

2.1.3 효과

개선효과의 분석기간은 환기설비 설치전이 2008년 여름철(6월~8월)과 2010년 여름철(6월~8월)기간을 비교 분석하였으며, 주암소수력 발전기의 경우 2010년 7·8월 두달동안 2기 중 1기만을 운영한 관계로 6월 한달만을 분석하였다. 분석대상은 발전기 환기설비 설치전 발전기 운영시 문제가 되었던 광천소수력 발전기 권선, 부하측 베어링과 주암소수력 변압기 온도 및 출력을 분석하였다. 온도는 매월 온도 중에 최대값만을 비교하였으며, 출력은 광천소수력만을 대상으로 실시하였으며, 수차의 효율이 낙차에 따라 변화하므로 유사한 저수위를 보인 기간(개선전:2009.7.17~7.20, 개선후:2010.8.10~8.14)동안을 비교분석하였다. 광천소수력 발전기 권선온도는 108℃(2008.7 최대온도)에서 96℃(2010.7 최대온도)로 12℃낮아지는 효과를 보였으며, 주암소수력 변압기 온도는 99℃(2008.6 최대온도)에서 91℃(2008.6 최대온도)로 8℃낮아지는 효과를 보였다. 여름철 온도상승으로 광천소수력 베어링온도(59℃)가 알람온도(65℃)에 근접하여 정격출력(450kW)에서 40kW이상 제한하여 운영하고 있는 실정이었으나, 개선후 베어링온도 저감(41℃)으로 정격출력으로 운전이 가능하게 되었다.

〈표 4〉 개선전 온도(2008년)

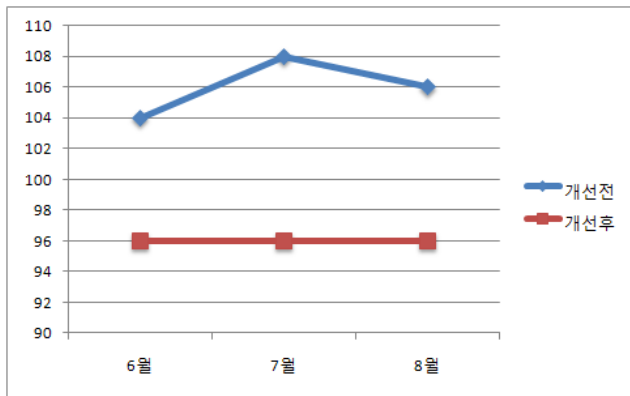
구분	6월	7월	8월	허용온도(℃)
광천(소)발전기	104	108	106	120(E)
주암(소)변압기	99	100	96	155(F)

〈표 5〉 개선후 온도(2010년)

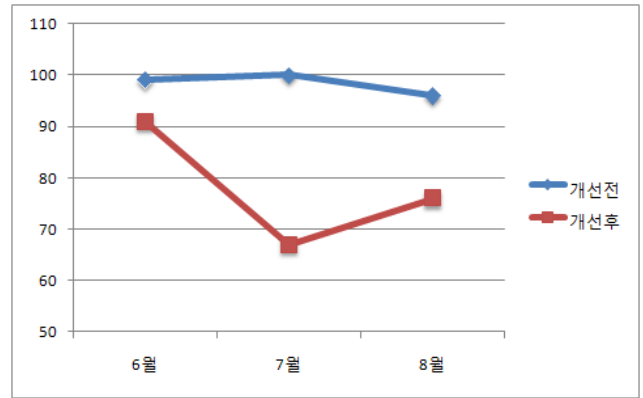
구분	6월	7월	8월	허용온도(℃)
광천(소)발전기	96	96	96	120(E)
주암(소)변압기	91	67	76	155(F)

〈표 6〉 광천(소) 출력변화

구분	출력 (kW)	사용수량 (m ³)	댐수위 (EL.m)	전수비 (kWh/m ³)	베어링온도 (℃)
개선 전 (2009.7.17~7.20)	405	1.21	103.74	334.7	59
개선 후 (2010.8.10~8.14)	445	1.32	103.56	337.1	41



〈그림 5〉 광천소수력 온도변화



〈그림 6〉 주암소수력 온도변화

3. 결 론

도수관로의 갤러리실의 차가운 공기를 이용한 환기설비 시스템을 도입하여 발전기 및 변압기 온도가 저감되는 효과를 보였으며, 온도저감으로 발전기 출력 증대 및 전력기기의 기대수명이 연장되는 효과를 볼 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국건설기술연구원, 기계설비설계 핸드북, 1999년
- [2] 저자명, "논문제목", 논문지명, 권호, 페이지, 출판년도
- [3] 저자명, "논문제목", 논문지명, 권호, 페이지, 출판년도