

수중보를 활용한 소수력 개발

김 상승

Development of mini hydro power with use of the dam

sang-seung kim

Abstract : 1982년 동력자원부의 「소수력개발방안」에 의해 민간인이 소수력발전사업에 참여할수 있는 제도가 만들어진 이후 초기단계에는(1985년 ~1995년) 많은 사업자가 소수력발전사업에 참여하여 성공도 하고 실패도 하였지만 1995년 이후에는 수자원공사, 농촌공사, 그리고 지방자치단체 만이 소수력발전소 건설에 참여하였다 수중보를 이용한 민간인의 소수력 개발도 활성화 되기 바란다.

1. 서 론

우리나라는 하천에서 약 18,200개소에 보가 설치되어 있다.

지금까지는 소수력 발전소가 대부분 신규로 댐. 혹은 보를 축조하여 개발하거나 혹은 오탁입의 하천에 터널을 뚫어 낙차를 얻어 발전소를 건설한 것이 대부분이었다.

이런 과정에서 소수력발전소가 환경에 미치는 영향이 부정적인 평가가 있었고 이에 따라 소수력 발전소 인.허가 문제가 매우 어려움을 주고 따라서 1993년 강원도 정선군에 설치한 정선소수력 이후 하천에서의 소수력 건설은 중단된 상태였다.

하천의 경관을 해치는 흉물스럽게 방치되어 있는 기존의 하천보를 활용하여 소수력 발전소를 개발한다면 환경에도 좋은 영향을 주고 버려지는 수력 자원을 활용 할 수 있는 좋은 결과를 얻을 수 있다.

이러한 문제를 해결하고자 이번에 경기도 연천군 연천읍 고문리 545번지 소재의 농촌공사 소유 고문보에 소수력 발전소를 건설하고 그 결과를 발표하고자 한다.

고문소수력발전소 건설시 최우선 고려사항

1. 친환경적인 발전소를 건설한다.
2. 건설비가 가장 저렴하도록 설계한다.
3. 설비가 간단하여 건설이 용이하도록 한다.
4. 민원문제를 최소화 하도록 한다.
5. 기존 은행 용자제도를 담보대출에서 신용 대출로 유도한다.
6. 무인화 자동화 실증구현을 통한 소수력 발전소 무인화 시스템완성

2. 본 론

2.1 고문소수력발전소 인.허가 추진현황

- 가. 발전소 지점선정 2003. 07
- 나. 설계용수발주 2004. 01
- 다. 한국농촌공사와 고문보 사용계약서 작성 1차
- 라. 사업추진을 위한 연천군과 협의
- 마. 발전사업허가 신청 2005. 06
 - 1) 소수력 발전사업 심의위원회 검토
 - 가) 수자원공사 한탄강댐 건설에 따른 문제점으로 조건부 동의
 - 경기도청의 중재로 합의.
 - 나) 연천군에서 어도 설치문제 이의 제기
 - 해양수산부에 질의 회신으로 문제 해결
 - 바. 발전사업허가 취득 2005. 08 .24
 - 사. 우수점용허가 및 하천공작물 설치허가 신청 2005. 12
 - 아. 군사동의 2005. 12
 - 자. 어업허가 취득권자의 동의서 취득
 - 차. 우수사용허가 및 하천공작물 설치 허가 취득 2006. 01. 05

2.2 발전소 관리동 건축 인.허가

- 가. 건축설계 용역 의뢰
- 나. 농지전용을 위한 설계용역

2.3 발전소 건설

- 가. 착공 2006. 10. 01
- 나. 준공 2007. 07. 20

3. 시설현황

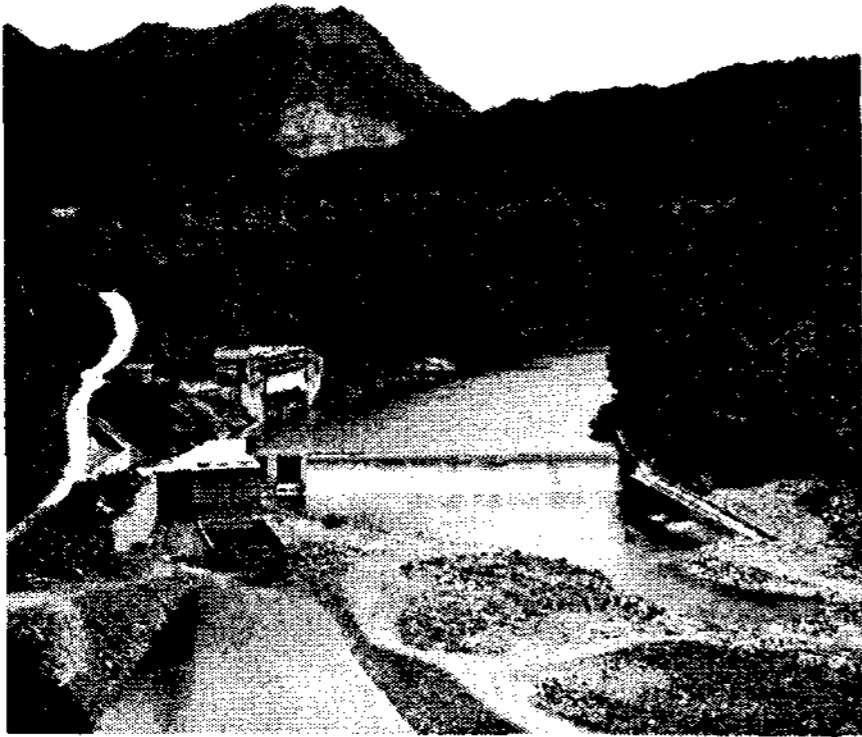


Fig. 1 고문소수력 전경

발전설비의 규모는 수차발전기 3기를 가동하는데 발전사용수량은 27.0m³/s, 정격유효낙차는 7.0m이고 전체 연간 발전량은 5,251MWh으로 예상됩니다.

발전소 내 시설의 배치는 기존 고문 취수보의 우안에 총 1,500kW(500kW X 3기) 규모의 수차발전기와 수문을 설치하고 유압설비과 변압기, 송배전반, 원격조작반 등을 사무소 건물 옥내_외에 설치하였습니다.

방수로는 하단부 하천에 연결하는 구조로 건설되었으며, 유입수로 앞단에는 이물질이 수차로 유입되는 것을 방지하기 위한 트래쉬 랙(Trash Rack)을 설치하였습니다.

송전방식은 발전기의 발전전력을 주변압기(2000kVA)를 통하여 22.9kV로 승압시켜 송전선로(옥산D/L)을 통하여 한국전력공사의 “전곡변전소 옥산 D/L 562호주 “에 공급하고 있습니다.

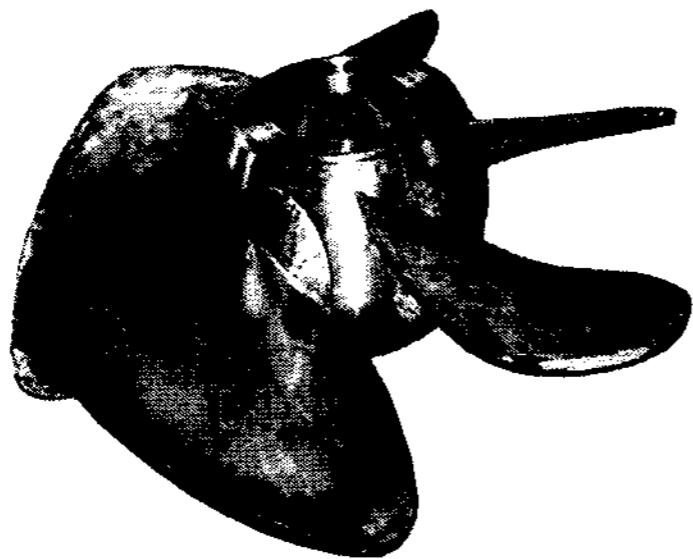


Fig. 2 고문소수력 Propeller 수차

사용된 수차는 튜블러 프로펠러(Tublar Propeller)형의 수차로써 날개의 개수는 5매, 지름은 1.9m이며 날개각도를 재조정하면 운전환경에 따라 발전출력을 조절 할 수 있는 구조입니다.

수차 형식을 정하는데 있어서는 Pelton, Francis, Propeller, Kaplan 형식 중에 유량 및 낙차조건에 따라 표준화된 수차모델, 제작회사 등의 선정도표를 검토한 결과 저낙차 조건에 부합하여 고문 소수력에 적합한 수차의 형식은 Propeller 수차이며, Propeller 수차 중 효율이 높고 토공 굴착이 적어 공사비면에서도 유리한 Tublar 형식으로 선정하였습니다.

수차의 대수를 정하면서는 수량과 낙차가 일정할 경우, 1대의 수차로써 지속적인 운전이 가능하지만 수시로 유입 에너지량이 변하는 조건에서는 적절한 대수로 나눔으로써 실발전량을 증대시킬 수 있다고 판단하였고 동시에 유지, 보수상의 문제점 등을 고려하여 동일용량의 수차로 하는 것이 바람직하다고 보고 550kW급 수차 3대로 설계, 제작하였습니다.

고문 소수력발전소의 발전출력은 다음과 같은 식으로 산출되었습니다.

$$P = 9,8 \times Q \times H \times t \times g$$

여기서, P : 발전출력(kW)

Q : 사용수량 (m³/sec)

H : 유효낙차(m)

t : 수차효율

g : 발전기 효율

$$P = 9.8 \times 9.0 \times 7.0 \times 0.82 = 500 \text{ kW}$$

위의 계산결과를 반영하여 발전기는 정격출력 500kW급의 3상 유도발전기(Induction Generator) 3대로 제작, 설치 하였습니다.

발전기의 회전수는 수차의 적정 비속도를 감안하여 225rpm을 적용하였고 극수는 32P, 전압은 600V으로 설계하였습니다.

수차와 발전기는 일체형의 축으로 직결되어 있고 수차와의 연결부위의 밀봉을 더블 씰링 타입의 메커니컬 씰(Mechanical Seal)을 사용하여 누수와 누유를 방지하는 구조입니다.

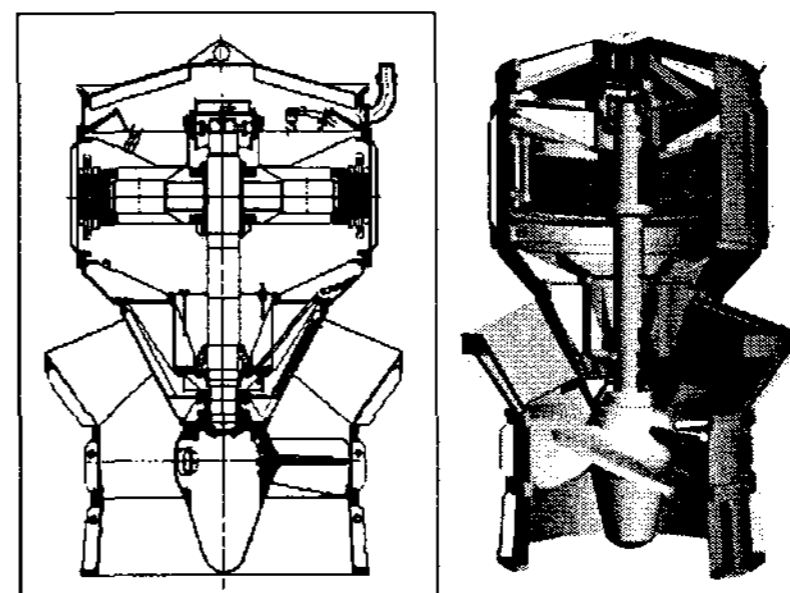


Fig.3 수차발전기 구조도

수차발전기의 기동, 정지용으로 사용되는 Inlet Gate는 크기 3m X 2m로 제작 되었으며 작동방식은 유압식이고 정전이나 계전기 동작 등 비상시에는 유압펌프의 작동 없이도 자중으로 폐쇄되어 수차를 보호하도록 하였습니다.

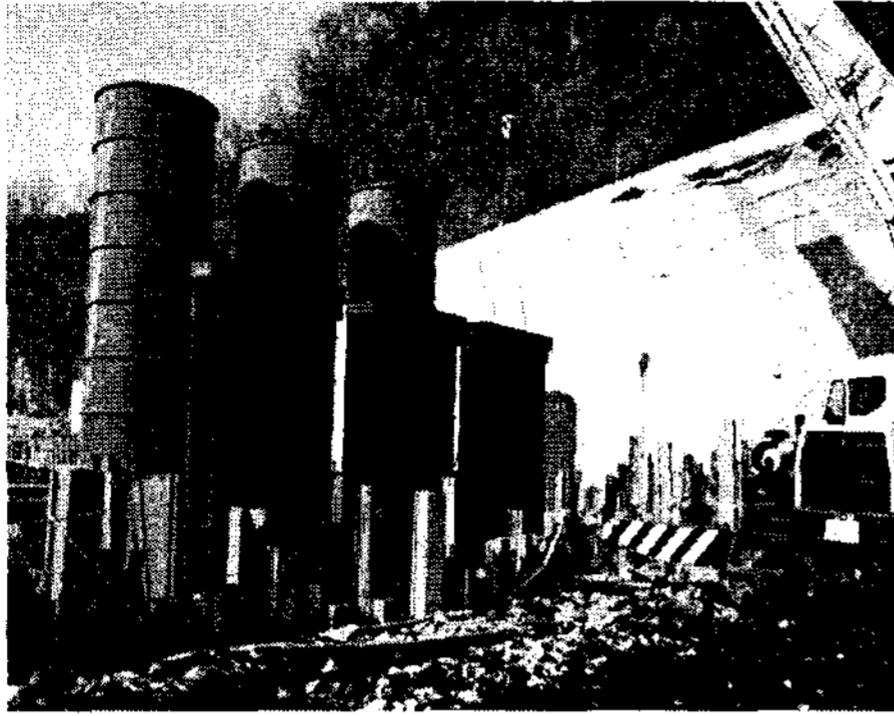


Fig.4 Inlet Gate 설치장면

변압설비와 송배전반은 운영의 편리성과 안정성을 고려하여 옥내외 장소에 분리하여 배치 하였으며 원격조작반도 차후 자동제어설비 도입 시 유리하도록 사무실과 근접하여 설치하였습니다.

특히 고압반 시설은 주변압기(유입식)과 함께 운전원이 근무하는 사무실에서 육안감시가 용이하지만 별도의 독립된 장소에 위치하므로써 효율적인 관리가 가능하도록 하였습니다.

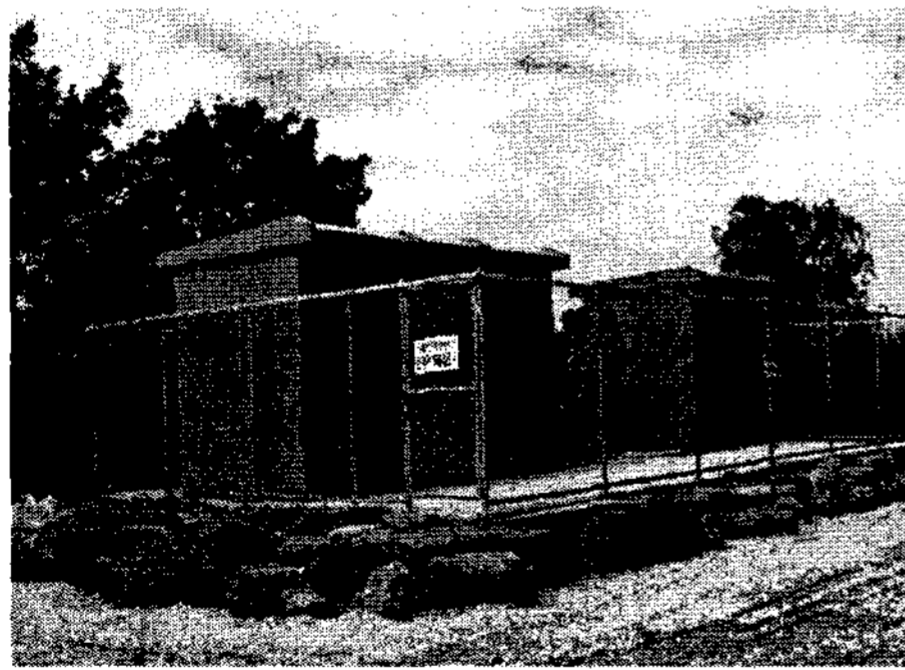


Fig.5 옥외 배전반

옥내에 설치된 계전기반, 비상전원반, 원격조작반 등은 기존 소수력발전소에서 운영 중인 시스템에서 패널의 규모를 50% 이상 대폭 줄여서 Slim화를 실현하였습니다.

특히, 원격 조작반은 초보자도 간단한 운전교육만 받으면 조작이 가능하도록 One Touch 기동-정지 방식을 도입하였고 중요한 계측값들을 한눈에 모두 체크 할 수 있어서 운전원들이 언제나 신속, 정확한 판단과 조치가 가능하도록 구성 하였습니다.

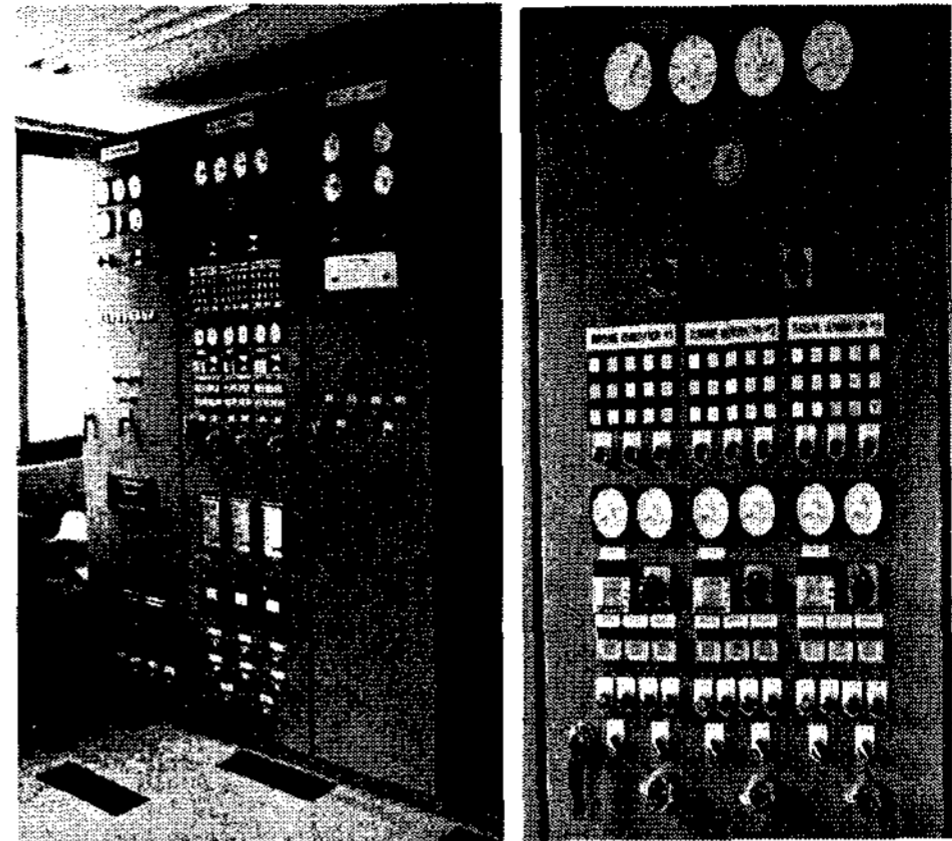


Fig.6 옥내 배전반

제어반을 Slim 화 하는 것은 건축비를 포함해서 사업비용을 크게 절감 할 수 있으며 고문 소수력 발전소를 모델로 하여 이후 소수력 발전소 건설에 확대, 적용한다면 사업의 경제성을 높이는 효과가 있을 것으로 기대됩니다.

또한, 고문 소수력발전소는 “소수력발전시스템 무인화설비 실증연구”에 참여하게 되어서 컴퓨터 프로그래밍과 인터넷, 네트워크를 이용한 자동제어 시스템을 도입할 예정입니다. 이후 실증연구사업을 통해 연구기관, 발전소, 설비업체의 공동연구로 투자비용부담도 줄이고 운영의 실효성도 업그레이드 된 새로운 무인화운전, 관리시스템이 출발하는 발전소가 될것으로 예상됩니다.

4. 결 론

처음계획한 부분은 모두 이루었으나 소수력 발전소 건설이 생각과는 너무 차이가 많아 건설이 쉽지 않았다. 그러나 고문소수력을 통해 새로운 소수력 발전소 개발 방향이 어느 정도 정립 됐다고 하는데는 매우 긍지를 가질수 있었다.

후 기

본 연구는 고문소수력 발전소를 인.허가부터 준공 할때까지의 실제경험과 대양전기의 자료 도움을 받아 소수력의 자체 기본연구의 일환으로 수행되었다.