

# 우리나라의 수자원 이용과 유체기계 및 관련 기술 현황

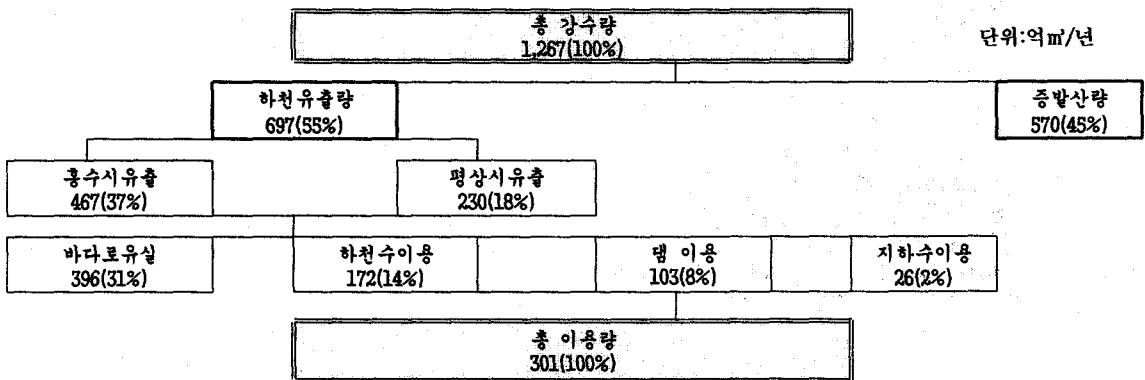
## 이 교 진\*

### 1. 서 론

물을 활용하는데 있어 펌프와 수차는 핵심설비로서 운영되고, 밸브와 같은 각종 부대설비가 요소에 적절하게 설치되어 직접적인 제어를 하게 되므로, 유체기계가 정상적으로 동작하는 것은 대단히 중요한 일이다. 여러 종류의 유체기계가 사용되는 상수도에서 기계류의 신뢰성은 최근 많이 향상되고 있으나, 아직도 기술력이 부족하고 영세한 업체가 난립되어 있어, 믿고 사용할 수 있을 정도로 그 수준이 높지 않고, 오래 전에 시공한 시설의 기계류는 노후되고 적절하게 유지관리가 되지 못한 경우도 많아 더욱 어려운 것이 현실이다. 이러한 환경에서도 최근 많은 유체기계기술자가 배출되어 기술기반이 두터워지고 계획, 설계, 시공 및 유지관리까지 선진기술과의 접목이 많아지면서 시설의 선진화가 진행되는 것은 바람직한 것으로 보인다.

#### 1.1 우리나라의 수자원 이용현황

연평균 1,274mm의 강수량을 보이고 있으나, UN에서 물 부족국가로 분류하고 있는 우리나라는 좁은 국토에 많은 인구가 살고 있어 1인당 강수량은 2,900m<sup>3</sup>으로 세계평균 26,800m<sup>3</sup>의 11%에 불과하다. 더욱이 홍수기인 6-9월에 년 강수량의 2/3가 집중되는 반면, 10-3월에는 년 강수량의 1/5에 지나지 않는 강수량의 계절적인 편중이 매우 심하여 물을 다스리고, 필요한 때와 장소에 시의적절하게 배분하여 사용하는 것이 어려운 것이 사실이다. 이러한 조건하에서 정부는 1966~1975년에 걸친 수자원종합개발 10개년계획, 1970~1981년에 걸친 4대강 유역 종합개발계획, 1981~2011년까지의 수자원 장기종합계획을 추진하여 경제발전에 필요한 용수공급과 홍수조절 및 수력발전으로 무공해 전력을 생산하여왔고, 현재 다목적댐 10개, 하구언 5개, 발전전용댐 10개, 생공용수 전용댐 15개와 다수의 농업용수 전용댐을 건설하여 수자원의 총 저수용량은 145억톤, 유효저수용량 98억톤을 확보하고 있으며 사업효과는 홍수조절 23억톤, 용수공급 127억톤, 발전시설용량 3,152천kW에 이르고 있다.



수자원 이용 현황

\* 한국 수자원 공사

## 1.2 수도공급현황

### • 수도공급현황

단위 : 천 m<sup>3</sup>/일

구 분	전 체	지방상수도	광역상수도	비 고
총량기준	26,811 (100%)	15,147 (56.5%)	11,664 * (43.5%)	* 공업용수도 포함
상수도기준	24,546 (100%)	15,147 (61.7%)	9,399 (38.3%)	

(1998년 한국수자원공사 수도관리년보)

### • 수자원공사 수도시설 현황

구 분	시설용량 (천m <sup>3</sup> /일)	주요 시설물(개소)				관 로 (km)
		댐	취수장	정수장	가압장	
총 계	11,664	12	22	26	35	2,393
한강권역	5,915	2	6	6	9	666
낙동강권역	2,977	8	7	8	8	712
금강,섬진강권역	2,772	2	9	12	18	1,015

## 1.3 수력발전현황

우리나라의 전력 산업은 99년 8월말 현재, 설비용량으로 약 44백만 kW이며, 이중 약 7.1 %에 해당하는 3백만 kW가 수력부문으로 구성되어 있으며 이 세부현황은 다음 표와 같다.

구분	발전소 수	발전기 대수	설비용량 (MW)	총용량 비율 (%)
기력	20	56	18,209	41.0
원자력	4	14	12,016	27.0
복합화력	10	94	10,785	24.3
내연력	9	54	265.5	0.6
수력	42	125	3,152	7.1
총계	85	343	44,427	100

## 1.4 상수도 물값체계

공사의 물값은 광역상수도 요금과 댐용수요금 2가지이며, 전국 동일요금체계로서 지역별 차등 없이 동일하게 사용량에 따라 지불하며, 형태상으

로는 설비요금과 사용요금의 이부요금제도를 적용하고 있다.

최근의 수도사업은 수질기준 강화, 국민과 수용가들의 수질에 대한 욕구불만, 수질환경보존을 위한 비용증가 및 수자원 확보를 위한 댐건설 등에 막대한 투자가 요구되고 있는 실정이다. 또한 인건비, 건설 및 유지관리비, 에너지비, 약품비 및 슬러지 처리비용은 매년 지속적으로 증가하고 있으나, 현재의 물값만으로 편의와 사업성을 기대하 기관 매우 어렵게 현실이다. 원가에도 미치지 못하는 낮은 물값은 물낭비를 막지 못하고 재원이 부족하여 노후시설 교체와 신규시설투자의 어려움을 가중시켜 물부족과 수질악화 등 물문제의 악순환만을 초래할 뿐으로 바람직하지 못하며, 다른 공공요금과 가구당 월 지출액을 비교해보면 수도요금은 월 7,259원으로 전기요금 월 24,900원, 통신요금 월 47,000원에 비해 너무나 큰 차이가 있다. 우리나라의 물값수준은 생산원가의 74%로서 아직도 낮은 수준이고 21세기 물위기시대를 대비하기 위해 물값현실화 방안을 수립하여 추진중으로 2001년 까지는 100% 수준으로 끌어 올릴 계획이다.

[용수요금현황]

<'99. 7.25. - 현재>

단위 : m<sup>3</sup>/원

구분	광역상수도			댐용수		
	계	설비요금	사용요금	계	기본요금	계량요금
평균	152.96	45.89	107.07	22.9 3	19.42	3.51
원수	115.32	34.59	80.73			
정수	221.94	66.58	155.36			
침전수	206.24	61.87	144.37			

2. 수도분야의 유체기계

2.1 현황

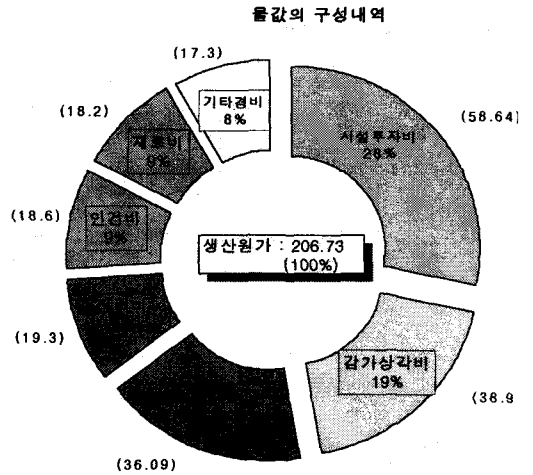
수도시설은 물을 취급하므로 펌프와 같은 대표적인 유체기계부터 밸브, 공기압축기, 유량계 및 기타 특수한 수처리설비까지 여러 가지 설비가 사용된다. 상수도시설을 보면 아래그림과 같이 각 단계별로 다양한 기계가 설치되게 된다.

2.2 유체기계의 종류와 역할

· 원심펌프

광역상수도는 국가자원을 효율적으로 사용하기 위한 방법으로 여러개의 지방자치단체에 물을 공급하는 시설이므로 먼 거리까지 송수할 수밖에 없어 펌프에 의한 취수와 가압은 필연적이며, 정전으로 동력이 차단되면 물을 공급할 수 없게 된다. 대도시의 수도시설은 대규모 시설로서 대형 펌프가 설치되며, 현재 최대규격은 일 33만m<sup>3</sup>, 양

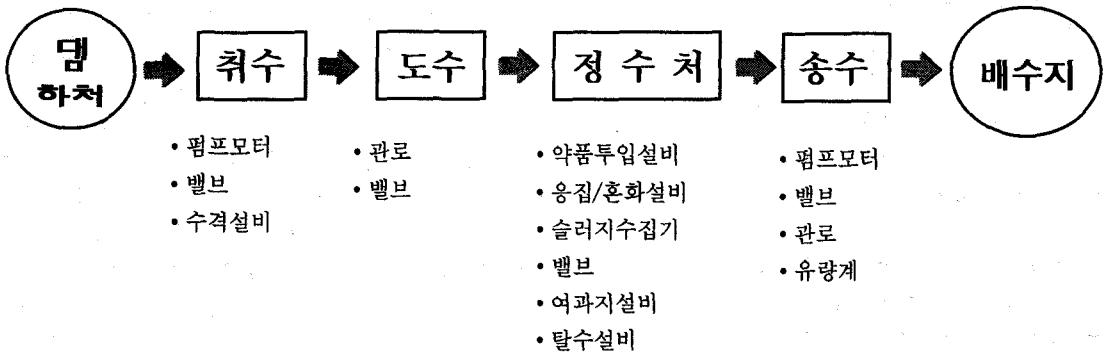
[원가 구성비]



정 80m인 횡축양흡입 원심펌프이다.

원심펌프가 사용되는 용도별로 구분해보면,

- 취수펌프 : 댐/하천으로부터 원수를 취수하여 정수장까지 공급함.
- 송수펌프 : 정수처리 후 배수지나 가정까지 공급함
- 표세,역세펌프 : 여과지의 여과모래가 막혀 여과기능이 떨어질 경우 기능회복을 위해 주기적으로 가동함.
- 회수펌프 : 역세척과 침전지에서 슬러지를 배출시킬 때 사용한 물 중 위쪽의 맑은물을 사용하기위해 회수하는데 사용
- 기타 : 염소투입용, 소내 급수용, 오·배수용, 냉난방 순환용, 탈수기 여과포 세척용



· **특수펌프**

- 정량펌프(다이아후렘펌프) : 수처리약품인 LAS (액체황산반도), PAC(폴리염화알루미늄), 가성소다 등을 유량과 수질에 따라 약품량을 정량적으로 투입하는데 사용
- 모노펌프 : 정수처리시 발생하는 농축슬러지를 탈수시키기 위해 정량적으로 이송하는데 사용
- Non-clog 펌프 : 농축단계까지의 슬러지 이송용
- 진공펌프 : 원심펌프가 자연적으로 만수조건을 충족하지 못할 경우 펌프장에 설치하며, 과거에는 외국의 건식 프라이밍 장치를 사용하였으나 최근에는 국산 수봉식으로 정착되고 있음.

· **밸브**

수도에서는 대단히 많은 밸브가 사용되며 그 종류도 다양하다. 가장 많이 사용되는 버터플라이 밸브는 최대직경 2,800mm, 사용압력 10kg/cm<sup>2</sup>까지 제작설치된 적이 있으며, 게이트 밸브도 많이 사용된다. 도수·송수관로에는 약 2km 마다 차단용으로 설치하며, 낮은 지점에는 침사배출을 위한 이토밸브, 높은 곳에는 공기밸브가 설치된다. 이들 밸브의 신뢰성은 수도시설의 운영에 상당한 영향을 미칠수밖에 없으며 현재 운영중인 시설중에는 제작기술이 보잘 것 없던 시기에 제작되어 설치된 밸브도 많이 있고, 열악한 위치에 설치되어 유지관리가 정상적으로 이루어지지 못함으로서 필요시 정상적으로 작동되지 않은 사례도 많이 있었다.

- 버터플라이밸브 : 가장 범용으로 사용되는 밸브로서 구조물 연결부와 관로상에 설치되며, 유지관리를 위한 차수용과 유량,압력 및 수위제어를필요로하는 위치에 널리사용되고 있다. 다른 제어용 밸브에 비해 제어성은 떨어지지만 가격이 아주 저렴하고 손쉽게 작동할 수 있어서 제어량이 크지않은 장소에서는 별다른 문제없이 사용이 가능하다. 국산의 경우 감속기를 밸브 제작자가 직접 제작함으로써 기계적 신뢰성과 모양, 크기, 효율등에서 외국의 전문적인 제품에 비해 수준이 떨어지고 있다.
- 역지밸브 : 펌프의 토출측에 설치되고 아주 다양한 형태를 보이고 있으며, 펌프운전과 관련해서 요구되는 기능이 다양하고 펌프장의 안전

과 신뢰성에 영향을 주는 중요한 역할을 하지만 국내의 기술은 외국제품을 모방제작하는 정도로 전문성이 부족하여 다른 기계류에 비해 상당히 떨어지는 수준으로 판단된다.

- 자동밸브(Automatic control v/v) : 글로우브밸브에 다이아후렘 조작기를 설치하여 밸브 상하류의 압력과 pilot v/v와 sol. v/v 등 여러 가지 부속품에 의해 외부의 동력없이 수력적으로 작동되며, 설정값과 조작신호에 의해 유량, 압력, 수위 등을 정밀하게 제어하는 자동밸브로서 그 기능이 우수한 밸브이다. 직경 500mm이하의 중소배관에서 주로 사용되며, 외국에서는 여러분야에 많이 사용되고 있으나 국내에서는 초기 적용단계에 있다. 국산 밸브도 있으나 정수위밸브와 감압밸브로 주로 적용되고 있으며 앞으로 보다 여러 가지 목적으로 상품화하는 것이 필요하다.

· **유량계**

- 수도분야에서는 전자식과 초음파식이 주로 사용되고 있으며, 직경 300mm 이하에서는 수도미터도 사용된다.

· **기타**

- 공기압축기 : 여과지를 일정시간 사용하면 물속의 있던 탁질이 여과사에서 걸려 여과 성능이 저하되었을 때 실시하는 역세척을 과거에는 여과흐름방향과 반대방향으로 물을 공급하였으나 최근에는 공기를 함께 사용하는 것이 훨씬 효과가 좋은 것으로 알려져 많이 적용되고 있다. 이때 루츠 브로워와 같은 대용량 공기압축기가 사용된다.
- 에젝터(ejector) : 여러 가지 수처리 약품을 원수(raw water)에 희석시키기 위해 정량펌프의 대용으로 적용되고 있으며, 적용 초기단계로서 사용기술의 안정화까지는 얼마간 시일이 필요한 것으로 판단된다.
- 혼화/응집기 : 정수장의 혼화지와 응집지에서 플록(Floc)의 성장을 도화주기 위한 교반기로서 외국에서는 하이드로포일(Hydro foil) 개발을 완료하고 현장적용하는 등 전문성이 큰 분야로서 수자원공사에서도 최근 이런 응집기가 신규 시설에 적용되고 있다.

### 2.3 시설운영사례 소개

#### • 권역통합운영센터

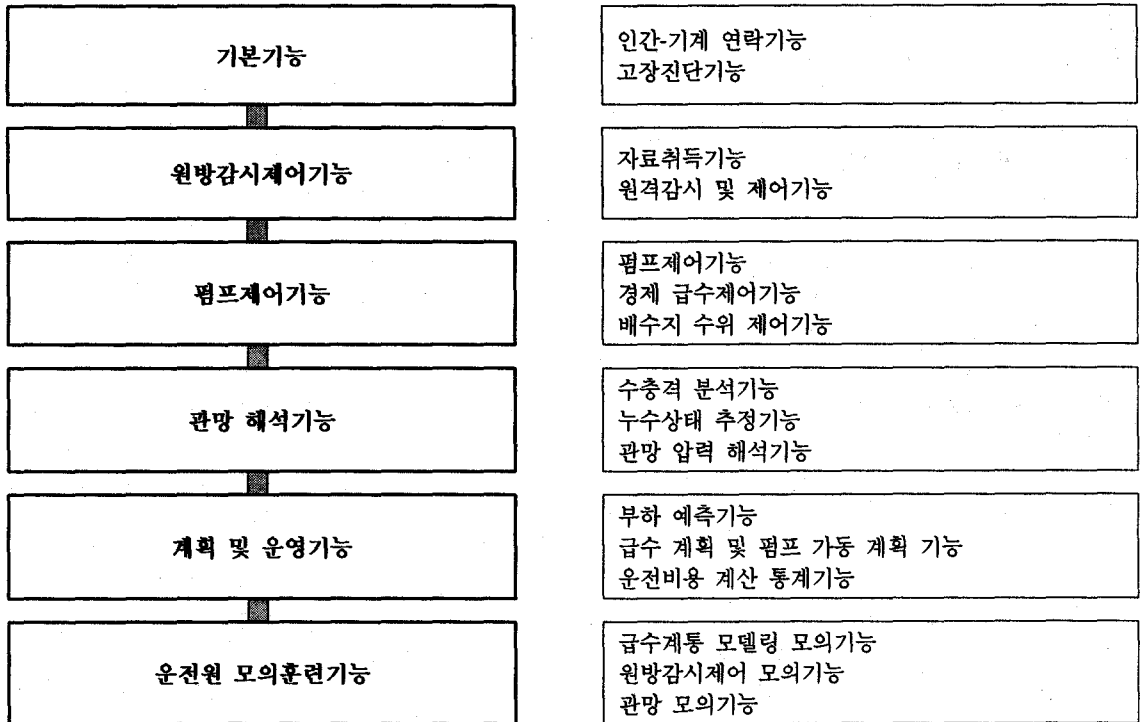
우리나라는 21세기를 앞두고 우리 경제의 구조적 문제와 기술경쟁력에 비하여 고비용의 낮은 생산성으로 인한 경쟁력 저하, 시장개방압력을 받고 있으며, 이는 수자원공사도 마찬가지이다. 이에 경쟁력이 낮을 수밖에 없는 노동집약적 운영체제에서 기술집약형태로 나아가는 길만이 수도사업의 구조조정과 경영의 효율성을 제고할 수 있는 유일한 대안으로 판단되어 수도분야의 기술선진화를 추진 중이다. 이중 한가지가 권역통합운영센터로서 전국을 8개권역으로 나누고, 각 권역에 위치한 총 20개의 단위 광역상수도시설을 감시제어토록 하는 사업이다. 그 동안 광역상수도의 개발이 지역적으로 이루어져 용수공급체계가 중복되는 등 비효율적인 면이 있으며, 최근의 정보통신기술의 급속한 발달에 따라 컴퓨터를 이용한 운영관리기법이 선진국에서 도입하여 수질의 신

뢰성을 확보하면서도 약품비, 전력비 등 운영비용의 5~10%까지 현저한 절감을 이루내고 있으므로, 우리도 이를 도입하여 고비용구조에서 저비용구조로 체질개선을 기대하고 있다.

권역운영센터는 단위 수도사업장의 운영 및 운전(설비)체계를 획기적으로 선진화시켜 기술집약적·경제적 용수공급관리체계를 구축하고, 인접한 광역수도사업장을 대권역으로 통합하여 권역 내의 용수공급운용계획을 총괄적으로 지휘·조정함으로써, 날로 악화되고 있는 수도운영부분의 사업성을 제고하려는 시도로서,

- ① 수요변동에 따른 사전예측적 수원, 수량관리 및 설치 및 설비운영
- ② 중·소규모 단위 사업장의 원격 무인화 운전
- ③ 용수공급계통 내의 수질, 유량, 압력, 수위 등 실시간 집중관리 및 이상발생시 경보발령으로 신속한 판단과 처리
- ④ 단위사업장과 권역통제센터의 운영 기술인을 차별화·고급화 시켜 전문화된 기술경쟁력 확보
- ⑤ 권역 내 용수공급계통간 Loop화 운영

#### ▷ 주요기능



- ⑥ 관리시설의 정확한 기록유지 및 수정작업
- ⑦ 각종 데이터(시설이력, 점검정비, 고객정보) 수집, 검색, 통계처리의 체계적 종합관리 및 정보의 공유화
- ⑧ 신속한 의사결정 체계 구축을 이루고자 하고 있다.

• 수도권광역상수도 운영센터

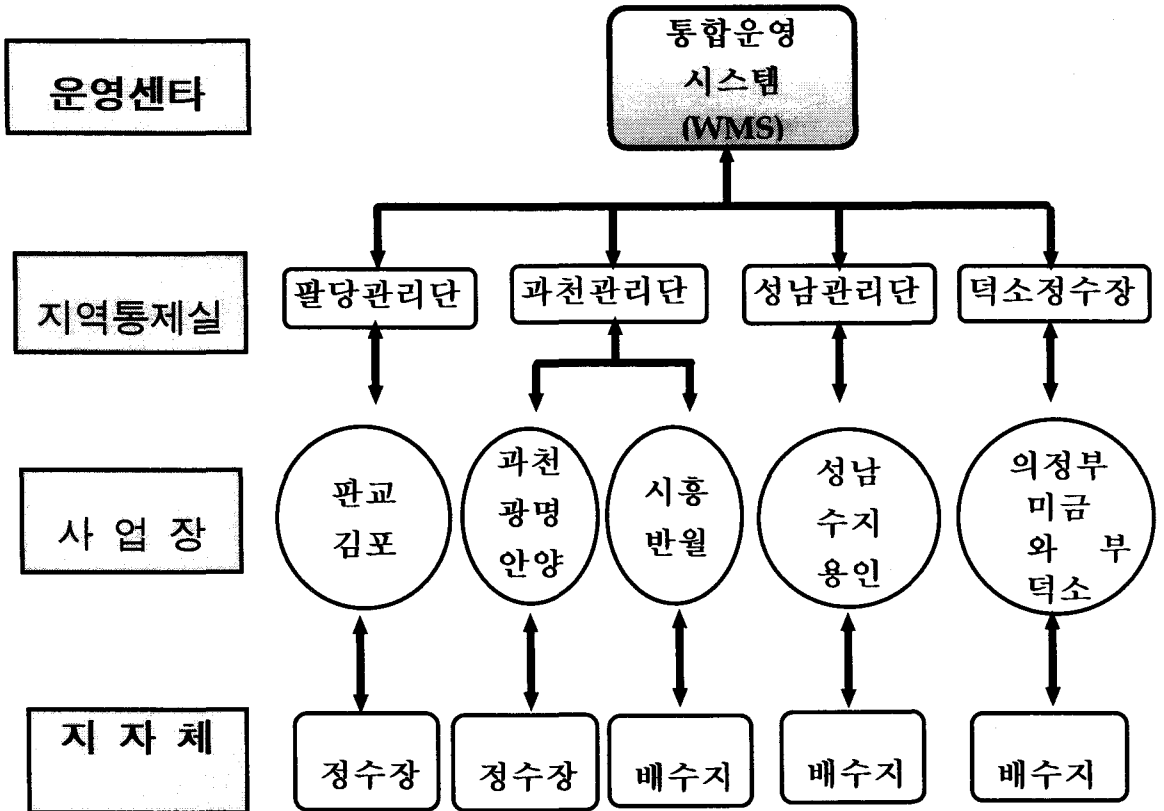
권역운영센터의 그 첫번째가 수도권광역상수도 운영센터로서 5단계 시설이 준공된 현재 시설용량이 세계 최대규모 (765.5만m3/일)로 수도권 2천만 인구의 60%를 차지하는 25개 시군에 보다 안정적인 물공급 및 서비스 향상을 위해 수도권광역상수도 운영센터를 설립, 컴퓨터 및 통신장치를 이용하여 각종 데이터를 수집하고 송수관 및 지방자치단체 배수지와 정수장까지의 계통 전체를 감시 및 제어하며, 지방자치단체 및 수용가와 취득된 데이터를 상호 공유함으로써 보다 안정적이고 효율적으로 물을 공급 하는 기능을 맡게 될

것이다. 현재 완성을 목전에 두고 있으며 2000년 상반기중에 본격적으로 그 기능을 할것으로 보인다.

• 수도권광역상수도 연계운동을 통한 원가절감

앞에서 언급한 바와 같이 수도권은 1단계부터 5단계까지 일 765만m<sup>3</sup>을 공급할 수 있는 시설을 가동하고 있지만 현재 400~430만m<sup>3</sup>이 공급되는 상태로서 가동율이 적정수준에 미달하고 있다고 볼 수있다. 여기에 수도권시설의 전력비는 '98년 290억원에 이르는 막대한 비용을 지출하였으며, 이를 절감하는 것은 수자원공사의 경영현안일 뿐만아니라 에너지사용을 줄여 국익에도 크게 도움이 되는 사항이다.

수도권의 관로는 여러 방향으로 설치되어 있지만 그 중에는 인접하여 나란히 설치된 구간도 있으며 동일지역으로 공급되는 경우도 있다. 인천·안산지역은 4단계와 최근 준공한 5단계관로가 이에 해당되는데, 4단계로 공급할 때는 팔당 제2취수장(양정 80m)의 가동율이 77%이고 광명가압장



(32m)까지 2차 가압을 하여야하지만, 5단계는 가동율이 10% 내외로서 팔당 제3취수장(양정 80m)의 가압만으로 100만<sup>m</sup>까지는 인천·안산지역으로 직접 공급이 가능한 시설이고, 4-5단계를 연결하는 비상시 사용할 목적의 관로가 형성되어 있다. 펌프의 양정에는 실양정뿐만아니라 관로에서 발생하는 손실수두도 포함되어있고 관로손실은 통과유속에 좌우되므로 가동율의 불평형을 개선하기 위해서는 4단계 공급량의 일부를 비상연결관로를 통해 5단계로 공급함으로써 개선이 가능하다.

인천·안산지역에 공급하는 일 70만<sup>m</sup>의 물을 5단계 공급으로 전환하므로써 <sup>m</sup>당 18원의 동력비를 12원으로 낮추게 되었으며, 광명가압장의 나머지 공급량(일 50만<sup>m</sup>)까지도 우회(By-pass)관로를 이용하여 펌프가없어 인천시 노온정수장까지 공급하므로써 5단계 공급량이 증가되어 직접 송수가 되지 않을 때까지 3년이상 전력비를 연간 20억원 이상씩 절감토록 하였다.

이러한 방법을 실행하기 위해서는 계통에 대한 전체적인 이해와 KY-pipe나 SWS와 같은 관망해석프로그램 및 수충격해석프로그램을 이용한 사전 검증과 준비과정이 필요하다.

#### • 펌프장 무인화 및 원격제어운영

수도시설에서 펌프장은 많은 국민들과 공장에 생활 및 공업용수를 공급하므로 매우 중요한 시설로 분류되고 있다. 만약 정전이나 예기치 못한 사고로 인해 장시간 물공급이 중지된다면 그 피해는 엄청나게 크기 때문이다. 그러나 컴퓨터와 통신의 발달은 원격감시제어를 가능하게 만들었고, 사고시 그 복구나 대응방안이

#### ▷ 급수계통 감시 및 제어체계

마련된다면 무인원격제어운영이 가능하며 중소규모의 펌프장부터 시설기준을 수립하고 설비를 보완하는 무인화계획을 추진중에 있다.

### 2.4 수도분야 유체기계기술자의 역할

물에 관한 가장 중요한 사항은 필요한 수량의

확보와 안심하고 마실 수 있는 수질임에 틀림없다. 상수도에서는 수량의 확보를 위해서 댐, 관로, 저수조, 펌프 등을 갖추고, 수질확보를 위해서 정수처리시설을 계획하며, 이러한 수도시설은 토목, 건축, 기계, 전기, 계측제어 및 환경 등 다양한 분야가 종합적으로 함께 이루어지는 특징을 가지고 있다. 계획과 건설시에는 토목기술자의 역할이 크지만, 요소요소에 설치되어 각종 중요한 기능을 하는 다양한 기계설비는 운영관리 중에 가동되는 부분이 대부분으로, 기계적 고장이 작고 신뢰성이 커야하며, 운영과 유지보수가 용이해야하고, 높은효율로 운전되도록 설계되고 이러한 조건을 충족하는 기계가 선정되어야 함은 대단히 중요한 사항으로 기계기술자의 역할이 전체적인 시설의 수준을 결정한다고 볼 수 있다.각 단계별 기계기술자가 담당해야하는 일은 다음과 같다.

#### ▷ 계획단계

##### • 펌프 및 부대설비

- 계획수량, 취수조건 및 수위변동 특성 파악
- 관로의 직경, 거리, 중단면 파악
- 토출수면의 수위변동 특성파악
- 규격 및 대수 결정
- 형식결정
- 양정 결정
- 캐비테이션 발생여부 검토 및 방지방안
- 원동기 형식 및 규격 결정
- 건설공사비와 운전비를 고려한 경제성 분석
- 기계의 배치 및 기장계획 수립
- 흡수정의 구조 설계
- 공급수량의 변화에 따른 경제적 펌프운전방안 수립

##### • 취수구설비

- 취수구 철구조물 및 수문 강재설비류의 계획 및 상세설계
- 원수유입을 방해하는 부유물의 제거방안

##### • 안전설비

- 수충격 해석
- 수충격완화설비 선정 및 설비계획

##### • 부대설비

- 흡입/토출측의 제수밸브
- 역지밸브의 형식
- 펌프 유량제어밸브의 필요유무 및 필요시의 유

량 제어방안

- 크레인의 배치 및 규격
- 펌프 프라임장치 배치 및 규격(필요시)

• 관로설비

- 제어용밸브의 선정 및 운영방안

▷ 건설분야

- 에너지 절감설계(인라인부스터펌프장, 변속펌프)
- 펌프 및 밸브에 대한 시설안정성 확보
- 수처리설비의 품질 향상
- 선진 신기술의 평가 및 도입

▷ 관리분야

- 관망해석 및 수충격해석
- 에너지 절감 방안
- 설비의 신뢰성 향상방안
- 유지관리체계 개선
- 근무환경 개선

### 3. 수력발전 분야의 유체기계

#### 3.1 현황

#### 3.2 다목적댐 운영에서 수력발전의 역할

우리나라의 물관리체계에서 다목적댐이 차지하는 비중은 대단히 크다고 할 수 있다. 서두에서도 밝혔듯이 강우특성이 홍수기에 집중되고 호우 등 기상적인 요인과 급경사, 짧은 하천 구간 등 지형적인 요인으로 인해 호우의 빠른 유출현상이 발생하므로 홍수피해의 최소화와 이때 저수한 물을 하류에서 사용하는 생활용수, 농업용수 및 공업용수뿐만 아니라 수질관리를 위한 하천유지용수까지 다목적댐을 어떻게 활용하느냐가 관건이라고 볼 수 있다.

구분	주요연혁	제작사	사업효과		
			홍수조절(백만톤)	용수공급(백만톤/년)	전력공급(GWh/년)
소양강	1964~1967 한강유역조사 1967.~1973 공사 1973.10 상업발전	수차 : Fuji 발전기 : Fuji	500	1,213	353
안동	1971 타당성 조사 1971~1977 공사 1976.10 상업발전	수차 : Fuji 발전기 : Fuji	110	926	89
대청	1972~1973 타당성조사 1976~1981 공사 1980.11 상업발전	수차 : Toshiba 발전기 : Toshiba	250	1,649	240~196
충주	1975~1976 타당성 조사 1980~1985 공사 1985.5~6 상업발전(제1수력) 1985.7~9 상업발전(제2수력)	제1수력 수차 : Toshiba 발전기 : Toshiba 제2수력 수차 : Fuji 발전기 : Fuji	616	3,380	844
함천	1974.6~12 타당성 조사 1984~1988 공사 1987.12 상업발전(제2수력) 1989.3. 상업발전(제1수력)	제1수력 수차 : Fuji 발전기 : Fuji 제2수력 수차 : Toshiba 발전기 : Toshiba	80	599	232.4
주암	1979~1980 타당성조사 1984~1993 공사 1991.4 상업발전	수차 : Fuji 발전기 : Fuji	80	488.8	76~46.4
임하	1981~1983 타당성 조사 1985~1992 공사 1992.8. 상업발전	수차 : Elin 발전기 : ALPINE	80	591.6	96.7 78.7
남강	1987~1988 타당성조사 1992~1999 공사 1998.10. 상업발전	수차 : Neyptic 발전기 : Alstom	269.8	573.3	41.3



다목적댐은 홍수조절, 용수공급 및 발전 등 여러 가지 기능을 가진 댐으로서 발전을 통해서 댐 수위관리를 실시하며 하류용수공급을 하므로 절대적인 운영수단이 된다. 댐을 건설하므로써 얻어지는 낙차를 이용해서 수력발전을 하는 것은 당연하지만 수력발전의 부존자원이 적은 우리의 환경에서는 무공해 청정에너지로서 정말로 소중한 수밖에 없다.

### 3.3 수력개발 사례

#### ▷ 다목적댐

##### • 남강 수력발전소

진주시 서쪽 8km지점 낙동강 제1지류인 남강의 기존 댐 기능을 보강하는 사업으로, 기존 댐의 300m 하류에 기존 댐보다 8m 높은 표면차수벽형 석괴댐인 본댐과 여수로 및 발전소를 건설하고 홍수조절등을 위하여 사천만측으로 기존 제수문보다 700m 하류에 새로운 제수문을 건설하므로써 댐 저수량을 1억 3천만m<sup>3</sup>에서 3억 9백만m<sup>3</sup>으로 증가시켜 댐 하류 및 낙동강 하류지역과 사천만연안의 상습적인 홍수피해를 경감시키며, 서부경남지역에 생공용수를 공급하고, 수력에너지를 개발하는 수자원종합개발사업으로 '99. 11월에 준공되었다.

기존 발전소는 '70년 12월부터 상업발전을 개시한 이래 약 24년간 운영 후 '95년 1월부터 철거가 시작되어 '95년 4월에 완료되었으며, 새로운 발전설비와 변전설비는 프랑스 NEYRPI사의 제품이 설치되었다.

##### • 용담수력발전소

#### <사업개요>

전주, 익산, 군산등 전주권 및 서해안 개발사업 지역에 생활용수 및 공업용수를 안정적으로 공급하고 금강 중하류지역의 홍수피해를 경감하며, 또 수력에너지를 생산하는 다목적댐 사업으로서 금강 상류인 전북 진안군 용담면 월계리에 다목적댐을 건설하고 이 댐과 만경강 지류인 고산천을 연결하는 길이 22km의 도수터널을 건설하여 댐에 유입된 물이 터널을 통해 유역을 변경하여 흐르게 함으로써 얻어지는 고낙차를 이용하는 제1

수력 발전소와 본댐 하류로 방류하는 하천유지용수를 이용하는 제2수력 발전소를 건설하는 수자원종합개발사업이다.

#### ① 유역 및 저수지

- 수 계 : 금강
- 유역면적 : 930km<sup>2</sup>
- 연평균강우량 : 1,259.7mm
- 연평균유입량 : 769.5백만m<sup>3</sup>
- 저수지면적 : 36.24km<sup>2</sup>(EL. 265.5m)
- 총저수량 : 815백만m<sup>3</sup>
- 유효저수량 : 672백만m<sup>3</sup>
- 계획홍수위 : EL. 265.5m
- 상시만수위 : EL. 263.5m
- 저수위 : EL. 228.5m

#### ② 도수터널 : 내경 3.2m, 연장 21.9km

#### ③ 댐 및 여수로

- 댐형식 : 콘크리트 표면차수벽형 석괴댐
- 댐높이 : 70.0m
- 댐길이 : 498m
- 댐체적 : 2,225천m<sup>3</sup>
- 댐마루표고 : EL. 268.5m
- 여수로형식 : 문비부 슈트형
- 설계홍수량 : 6,600CMS (200년 빈도 x 1.2)
- 계획방류량 : 6,600CMS
- 수문 : Radial Gate(폭 14.0m x 높이 13.425m x 5문)

#### ④ 발전소

- 시설용량 : 24,400kW
- 제1발전소 : 22,100kW(11,050kW x 2기)
- 제2발전소 : 2,300kW(1,150kWx2기)
- 정격낙차
- 제1발전소 : 147.13m
- 제2발전소 : 46.00m

#### - 수차형식

- 제1발전소 : 입축 프란시스 수차
- 제2발전소 : 횡축 프란시스 수차

#### - 발전기형식

- 제1발전소 : 입축 동기발전기
- 제2발전소 : 횡축 유도발전기

#### ⑤ 사업기간 : 1990 ~ 2000

#### ⑥ 총사업비 : 14,311억원

#### ⑦ 사업효과

- ▷ 홍수조절 : 137.0백만m<sup>3</sup>
- ▷ 용수공급 : 650.43백만m<sup>3</sup>
- ▷ 발전 : 198.55백만kWh/년

⑧ 공사

발전설비는 (주)한라중공업이, 수문 등의 강제 설비는 (주)현대건설이 공급 및 시공하였다.

▷ 소수력

• 보령 수력 발전소

충남 보령시 웅천읍 인근에 준용하천인 웅천천에 중심코아형 록휠댐인 본댐, 여수로, 광역상수도 및 본댐에서 방류되는 하천유지용수의 포장에너지를 이용한 제1발전소와 정수장으로 공급되는 용수의 위치에너지를 개발하는 제2발전소를 건설하여 보령시를 비롯한 인근 지역에 생공용수를 안정적으로 공급하고 홍수피해방지는 물론 수력에너지 개발을 도모한 수자원 종합 개발사업으로 '92년 착공하여 '98년 완료하였으며, 제1발전소는 '98년 5월에, 제2발전소는 '98년 10월에 상업발전을 개시하였다.

- 제1발전소
  - 시설용량 : 145 kW
  - 정격낙차 : 33 m
- 제2발전소
  - 시설용량 : 556 kW
  - 정격낙차 : 20.57 m

4. 수자원공사의 관심 분야

4.1 수도분야

• 수도시설의 선진화

국내의 다른 제조업이나 공공서비스 분야에 비해 수도분야가 기술력이 낙후되어있는 것이 현실이며, 이것은 취약한 기술력으로 국내에서 자력으로 성장한 부분이 많고 간혹 외국의 기술을 도입해도 완전히 소화하지 못하고 있으며, 이러한 것은 용수공급과 정수처리의 두가지 운영분야에 대한 지원 및 관심이 부족했던 것도 한가지 원인이

아닌가 생각된다. 수도물의 안전과 수질에 대한 국민들의 수준향상 요구에 부응하기위해서는 시설의 선진화와 함께 운영기술을 충분히 습득하여야 할 것이다.

횡성다목적댐을 취수원으로하는 원주권광역상수도는 시설선진화를 목표로 국내의 H사와 미국의 M.W사가 함께 설계하면서 이미 활용되고 있는 기술에 신기술과 선진설계기법을 적용하였고, 금년부터 공사가 시작되었으며 2001년 준공되도록 추진 중으로 국내 수도시설의 설계에 모델이 될것으로 예상된다.

• 펌프의 고효율 운전

수도시설의 운영은 펌프를 어떻게 운영하느냐와 직결되는 사항으로 저비용 고효율 운전만이 경쟁력을 갖추는 길이다. 전체 사용한 전력비에 대한 필요한 전력비의 비율을 최대한 높게 운영되도록 해야하며, 이렇게 하는 길은 용수공급에 필요한 최소한의 동력만으로 펌프를 운영하도록 설비를 갖추어야 할 것이다. 아직까지도 최대한 공급해야할 유량으로 최대의 양정으로 설계하는 사례가 빈발하고 있으며 이러한 방법의 설계는 경제성을 무시한 무조건 안전하게 용수공급을 할 수 있도록 한 경우로 시스템의 전체적인 특성을 충분히 고려하지 못한 부적절한 사례가 될 것이다. 외국에서는 펌프시스템의 설계시에 사용하는 컴퓨터 프로그램도 여러 가지가 사용되고 있다고 하나 국내에서는 아직 알려진바 없다는 것은 안타까운 일이다.

4.2 수력분야

• 수차 발전기 효율관리 시스템

운전중인 수차 발전기의 효율상태를 실시간으로 감시하여 운영효율의 향상을 지향하고, 운영상태를 DB로 구축하여 관리하므로써 설비운영 조건 분석 및 경제적인 대체시기 결정을 위한 자료 확보를 목적으로, 운영중인 수차 발전기의 종합 효율 및 유량을 산정하여 지시 및 DB관리를 하는 시스템이다.

- 1) 운영상태 감시 및 관리 내용

[자료 처리의 개요]

구분	입출부	변환부	연산부	출력부
설비명	각 변환센서	PLC	SCADA	SCADA
처리구성				
처리내용	4~20mA	16bit Digital 출력	유량, 효율	유량, 효율

- 효율상태의 지시(Digital) : 실시간 평균효율의 산정 및 지시
- 유량상태의 지시(Digital) : 실시간 평균효율의 산정 및 지시
- 운영효율의 DB 구축 : 시간당 평균 효율의 DB관리

2) 적용된 주요기술

- 절대 유량 측정 기술의 적용
- 실시간 관리를 위한 알고리즘의 개발 적용

3) 기대효과

- 실시간 효율감시로 고효율 운전을 유도하여 생산성을 향상
- 유량자료 제공으로 정확한 수문관리에 기여
- 운영효율의 데이터 베이스화로 운영 상태 상태 분석가능

• 수차 캐비테이션 모니터링 시스템 개발

운영중인 수차의 캐비테이션 발생 상태를 감시하여, 각 수위, 출력등 조건별 캐비테이션 발생 특성을 분석하고 이를 기반으로 캐비테이션 제어 시스템을 개발하고 궁극적으로 수차 운전효율을 향상시키고, 내구성을 증대시키는 것이 필요하다.

[수차 캐비테이션 특성 조사의 주요내용]

- 수차 주위의 압력분포, 변동압력 및 소음특성 조사
- 캐비테이션 자료확보 및 분석을 통한 제어대상 분류
- 수차의 캐비테이션 성능향상 방법 개발

- 종합적 진단 및 수차 캐비테이션 성능향상 방법 개발
- 수중감시 장치 및 제어시스템 설계 및 제작

5. 결 론

수자원공사는 유체기계를 가장 많이 운영하는 공기업의 하나로서 유체기계분야의 기술과 관련 산업이 발달하면 가장 많은 혜택을 받게 될 것이며 또한 우리 국민 모두에게 그 혜택이 돌아갈 것이다. 공사의 주요 관심부분으로서 첫째는 효율이 높고 고장이 적고 취급이 쉬운 기계의 구입이며, 둘째는 유체기계와 관련한 전체적인 시설의 계획과 설계시에 운영상에 발생될 수 있는 여러 가지 경우에 대한 비효율적인 부분과 문제요인을 반영하여 편리하면서도 높은 효율로 운영되도록 하는 것이며, 셋째는 유체기계 운영시의 저효율 요인을 찾아내어 개선하고 최적(Optimization)의 상태로 지속적으로 관리할 수 있는 지식과 프로그램과 같은 도구의 개발과 응용에 관한 것이다. 이러한 사항을 현장 및 현업의 기술자들의 노력만으로는 그 발전에 한계가 있으며, 전문가들의 지원과 학회나 연구소와의 공동관심과 정보교환을 통한 상호협력이 필요하다고 생각된다. 지금까지는 이러한 노력과 교류가 취약하였던 것이 사실이고 정보와 이해부족으로 별다른 도움이 되지 못했던 것 같지만 이제부터라도 특히 수도분야의 유체기계에 대한 관심이 커지고 교류가 활발히 이루어져 학회와 수자원공사가 함께 발전하기를 기대한다.