

## I. 송수펌프 운전방법개선

### 1. 현황 및 문제점

#### (1) 운영현황

정수장 또는 가압장에서 송·배수용 모터펌프를 가동함에 있어 종전 송수 펌프실에 설치된 송수 압력계의 지시값과 운전자의 과거 운전경험에 의거 송수압력을 개략 산정, 펌프 가동대수를 조정하는 방식으로 운전하여 왔다.

#### (2) 기존의 운전방식에 대한 문제점

송수압력을 기준으로 펌프를 운전하는 방법은 근거리 수요가에 급수하는 데는 별 문제가 없으나 관로압력손실, 시간대별 물 사용량의 증감 등에 의해 관말관압이 변동되는 수 km 또는 수십 km의 원격지 수요가에 대한 급수운용에는 비과학적이며 몇 가지 불합리한 부분이 있었다.

# 송수펌프 운전방법개선 및 최저 전력요금검색 프로그램에 의한 예산절감 사례



글 김동기 \_ 서울특별시 상수도사업본부



- ① 수요가의 관말관압 파악불가로 모터펌프 적정가동 곤란
- ② 심야~새벽시간 불필요한 관압상승으로 누수증가, 전력낭비

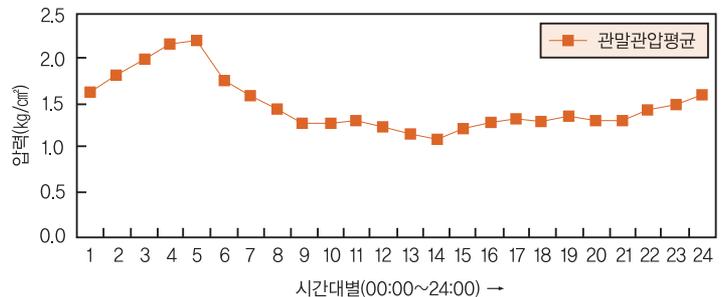


그림 1) 관말관압 변동상황측정결과(2001년 6월 종로구 명륜동(50mm관))

#### (3) 분석

송수관압은 주야간 5.5kg/cm<sup>2</sup>~5.8kg/cm<sup>2</sup>로 비슷하나 심야~새벽시간

(24:00~06:00) 물 사용량 감소시 관말관압이 현저하게 상승(최고 1.8배)하여 누수증가요인으로 작용하며, 누수량의 83% 이상이 관경 50mm 이하 말단부에서 발생한다(2000년 누수분석자료).

## 2. 개선내용

### (1) 관말관압 원격계측 값에 의한 모터펌프 적정운전

관말관압모니터링시스템을 구축하여 송수실에서 실시간 관말관압변동 상황에 의거 모터펌프를 적정하게 가동함으로써 효율적 운영 도모한다.

### (2) 운전시스템 비교

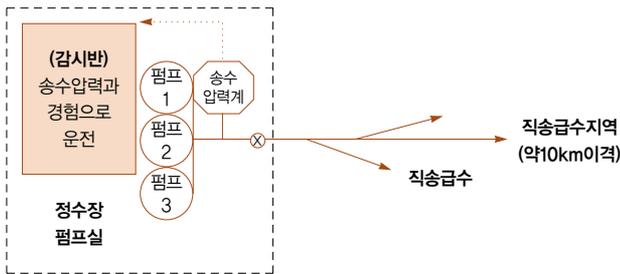


그림 2) 개선 전 운전시스템

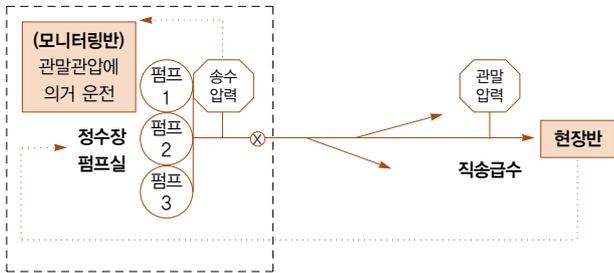


그림 3) 개선 후 운전시스템

### (3) 개선사례(시범사업 실시)

- ① 시범대상 : 독도 정수장 종로수계(30만m<sup>3</sup>/일)
- ② 2001년 2월 28일 : 1개소 시범사업 방침수립 (사업비 20,000천원)
- ③ 2001년 8월~2002년 12월 31일 : 독도 정수장 종로수계시범 운영

### (4) 시범사업 시행결과

독도정수장 종로수계는 정수장에서 약 10km 이상 떨어진 곳으로서 관말관압모니터링 시스템을 운영하기 전에는 관말측의 현재 수압을 알 수 없어 운전자가 과거의 운전경험을 기준으로

주·야간 및 심야시간에도 모터펌프 2대(1,700마력 1대, 900마력 1대)를 24시간 상시 가동하였으나 모니터링 시스템 구축 후 실시간 관압을 파악할 수 있게 되어 물 사용량에 따라 펌프가동 대수를 조정하여 운전하였으며, 특히 심야시간 관압 과다 상승시 조절용 펌프 900마력 1대를 가동 정지하여 적정관압으로 하향 조정 운전함으로써 5개월간 운전으로 해당 수계의 유수율이 약 1.4% 증가하였다(금액환산 : 약 3억원 절감).

운영시간		00시~06시
심야시간	종전	2.0~2.4
	개선	1.1~1.2
관말관압 (kg/cm <sup>2</sup> )	개선 전	2.0~2.4
	개선 후	1.1~1.2
모터펌프	종전	1700Hp 1대 / 900Hp 1대
	개선	1700Hp 1대
비교		900Hp 정지

표 1) 심야시간 관압 및 펌프가동대수 조정현황

관말관압	심야시간(0~06시)	주간 등 평균수압(07~24시)
2.0(kg/cm <sup>2</sup> )	개선 전(관압 2.0~2.4kg/cm <sup>2</sup> )	
1.5(kg/cm <sup>2</sup> )	개선 후(관압 1.1~1.2kg/cm <sup>2</sup> )	
1.0(kg/cm <sup>2</sup> )		

\* 누수량 산정 : 수도관의 누수량은 수압의 제곱근에 비례함(급수조례)  
 시간당 손실수량 Q = 0.64×10<sup>-4</sup>×√2×9.8×10P×3,600 = 3.2aP<sup>0.5</sup>m<sup>3</sup>/h (a는 cm<sup>2</sup>)

표 2) 개선 전, 후의 심야시간대 관말관압 조정현황

## 3. 가압장 급수펌프 시범운영

### (1) 시범대상

서울 남부수도사업소 관할 봉천통합가압장 적용(인버터 모터펌프 400Hp)

### (2) 운영기간

2003년 1월~2003년 6월 31일

### (3) 운영결과

정수장과 유사한 누수감소, 전력절감 등 개선효과 확인

## 4. 확대추진 현황

### (1) 2003년

시범사업장(정수장 1, 가압장 1) 외 5,000m<sup>3</sup>/일 이상 가압장 13

개소 추가 적용

(2) 2004년

가압장 8개소 및 Water-Now 시스템과 병행설치 13개소 등 21개소 설치

(3) 2005년 3개소 예산반영

(4) 총계

38개소(운영 중 22, 설치 예정 16)

**5. 개선효과(개선 전, 후 대비)**

관말관압의 적정운영으로 누수량감소 및 모터펌프 운전시간단축 등 효율적 운전에 의한 전력사용량을 절감(금액환산 : 약 5.9억원/년)하였고, 일정 관압유지로 관로보호 및 출수불량 민원예방, 누수 사고시 신속감지 가능하게 되었다. 또한 관말관압을 시간대별, 요일별, 지역별, 계획적으로 조정운영 가능하다.

(1) 2004 예산절감실적 산출

- ① 대상 : 정수장, 가압장(총 23개소)
- ② 적용기준

- (a) 2004년 현재 총 22개소 확대시행으로 해당 급수구역의 유수율이 약 1.4% 증가(시범사업 결과)된 것으로 확인되었으나, 수계별 여건에 따라 변동될 수 있으므로 1%로 하향적용
- (b) 대상 가압장의 일평균 급수량 : 610,500m<sup>3</sup>/일
- (c) 누수감소효과(적용 : 약 1%) : 610,500m<sup>3</sup>/일 × 365일 × 0.01 = 2,228,325m<sup>3</sup>/년
- (d) 예산절감금액(가+나) : 5.9억원/년
  - 누수감소에 의한 절감액 : 2,228,325m<sup>3</sup> × 481원 × 0.5(2003년 결산자료의 50%만 계상) = 535,912,162원/년
  - 전력사용량(전력원단위 적용) : 2,228,325m<sup>3</sup> × 0.387(톤당 전력사용량) = 862,361kwh/년, 전력사용량 감소 절감금액(요금 64원/kwh 적용), 862,361kwh × 64원/kwh = 55,191,104원/년

구분	절감량	연간절감액	비고
계	1,103천원/년		
전력비	862천kwh	55,191천원/년	
누수감소	2,228천m <sup>3</sup>	535,912천원/년	

표 3) 예산절감 산출 집계표

연번	시설명	송수량(m <sup>3</sup> /일)	비고
계	23개소	610,500	
1	독도정수장	(180,000)	2001 시행
2	보광가압장	4,000	2003 시행
3	인수가압장	9,000	"
4	정릉2가압장	25,000	"
5	우이가압장	10,000	"
6	미아가압장	36,000	"
7	갈현가압장	47,000	"
8	북악터널배수지	80,000	"
9	신림2가압장	31,000	"
10	상도1가압장	20,000	"
11	봉천통합가압장	22,000	2002 시행
12	서울대가압장	10,000	2003 시행
13	대방가압장	50,000	"
14	봉천7가압장	17,000	"
15	난곡가압장	22,000	"
16	쌍용가압장(서부)	2,000	2004 시행
17	성북2가압장(성북)	7,000	"
18	종암가압장(성북)	1,100	"
19	수유가압장(북부)	1,500	"
20	상계가압장(북부)	8,000	"
21	방배배수지(강남)	5,000	"
22	일원가압장(강남)	8,000	"
23	내곡가압장(강남)	5,000	"
계		610,500	

표 4) 운전방법개선현황(2004년)

**6. 고찰 및 참고사항**

- 대용량 모터펌프만 설치된 정수장에서 가동대수 조정방식으로 운전시는 관말관압 조정범위가 제한적이므로 중·소 용량의 조절용 펌프 또는 인버터 등 가변속 운전방식 적용이 필요하다.
- 원거리 송수압력이 높은 지역에 운용효과가 큼.
  - 밸브 개도조정방식 병행시 효과가 증가되나 운전중 개도조작이 어려움.
  - 모니터링 장치는 연산, 최적운전이 가능한 시스템으로 구성(성북, 북부수도사업소 사례)
  - Water-Now System 구축시 수질계측기와 병행 설치시 비용 최소화.
  - 관말관압을 필수 감시제어 항목으로 선정관리가 필요함.

**II. 최저전력요금 검색프로그램에 의한 예산절감**

**1. 전력요금제도 현황(종류) 및 문제점**

**(1) 현황**

- ① 저압인 경우 : 산업용과 주택용(3kw 이하인 경우)중 선택
- ② 특고압인 경우 수용가에서 전압의 종별 및 선택사항을 고려  
요금선택
  - (a) 22.9[KV] : 용량에 따라 산업용 갑 고압 A 선택 I 외 5개 종류
  - (b) 154[KV] : 용량에 따라 산업용 갑 고압 B 선택 I 외 6개 종류
 선택한 요금은 1년이 경과해야 다른 선택요금으로 변경이 가능하다(기본공급약관 제67조⑤).

**(2) 문제점**

- ① 산업용 전력요금제도는 계약종별 및 선택사항의 종류가 다양(계절별 시간대별 요금단가 상이)하고 계산방법이 복잡하여 일선 실무자가 가장 유리한 전력요금선택에 애로사항으로 작용한다.
- ② 매년 1회 사업장의 전력사용 패턴에 따라 최저요금으로 변경이 가능하나 최저요금산출의 어려움으로 대부분 현재 요금을 관행적으로 적용.
- ③ 전력요금은 공과금으로 분류되어 하위직 또는 신규 전입자에게 업무가 분장되는 경우가 많고 오류 여부에 대한 관심이 부족하여 과·오납을 간과하기 쉬운 분야임.

**2. 추진경위**

**(1) 검토대상**

광암정수장 외 50개소(특고압 수전설비)

**(2) 전력요금 적용여부에 대한 일제조사 실시**

대부분의 사업장에서 과납에 따른 문책우려로 해당사항 없는 것으로 보고하였으나, 본부에서 직접 자료 확인결과 일부 사업소의 요금선택에 문제점이 발견되어 개선 추진하였다. 과실에 대한 개별적 문책 없이 업무개선과제로 추진했다.

**(3) 추진일정현황**

- ① 2003년 3월~5월 : 전체 현황조사 실시
- ② 2004년 5월 : 계약변경 조치(10개 시설물)
- ③ 2004년 6월~7월 : 검색프로그램 개발(자체) 및 사업소 배포

**3. 개선내용**

- (1) 6개사업소, 10개 시설물의 전력요금 계약종별을 분석하여 최저요금으로 변경계약

10개 시설에서 즉시 계약변경 조치하여 82,223천원/년의 예산을 절감하였다.

**(2) 최저 전력요금 검색 프로그램 개발**

실무진에서 용이하게 최저요금을 검색할 수 있도록 요금검색프로그램을 자체 개발하여 배포함으로써 향후 전력요금절감에 활용토록 조치하였다.

(단위 : 천원)

사업소명	시설명	변경 내용		연간 절감금액	비고
		변경전	변경후		
계				약 82,223	부가세 포함
동부수도	대현산 배수지	고압A 병II	을II	4,890	
	용마산 배수지	고압A 을II	갑II	1,197	
성북수도	월곡배수지	고압A 을II	을 I	1,132	
은평	홍제1증압	산업용	주택용	530	
수도	응암배류기	산업용	주택용	843	
영등포수도	구로2가압장	산업용	주택용	240	
	독산3가압장	산업용	주택용	540	
	정심가압장	산업용	주택용	2,160	
남부수도	노량진배수지	고압A 병II	을II	70,511	
강동수도	거마배수지	산업용	주택용	180	

표 5) 개선사례 및 예산절감 세부내역

**4. 고찰 및 추진방향**

- (1) 전력요금제도의 다양하고 부하특성에 따른 계산방법이 복잡하여 요금선택에 따른 현업 실무진의 애로사항을 해결하고 실무 담당자들이 용이하게 최저전력요금을 검색할 수 있도록 전산화 한데 본 과제의 의의가 있다.

- (2) 서울시 산하 각 기관에도 본 사례를 전파하여 시 전체에서 효율적으로 활용토록 조치 예정
  - 체육시설(동대문, 목동, 효창운동장), 하수처리사업소, 자치구 체육시설 및 문화시설, 빗물펌프장 등

- (3) 변압기, 차단기 등 각종 전력기기 선정시 실무에 활용할 수 있는 프로그램 개발계획 검토