2002 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 524~530
연세대학교 2002. 12. 6~7.

펌프 에너지효율진단 및 ESCO 사례

2002. 12

중소기업진흥공단
펌프에너지기술실
김 성 원

목 차

Ⅰ. 펌프 에너지효율 현장진단

Ⅱ. 펌프에너지효율 개선 - ESCO 사례

Ⅲ. 펌프 에너지효율 제고를 위한 제안

Ⅰ. 펌프 에너지효율 현장진단

1. 진단장비

1.1 진단장비 휴대형 : Yatesmeter(전력분석계 포함)

1.2 측정값 : *펌프 흡/토출 유동의 온도 및 압력, 전동기입력*

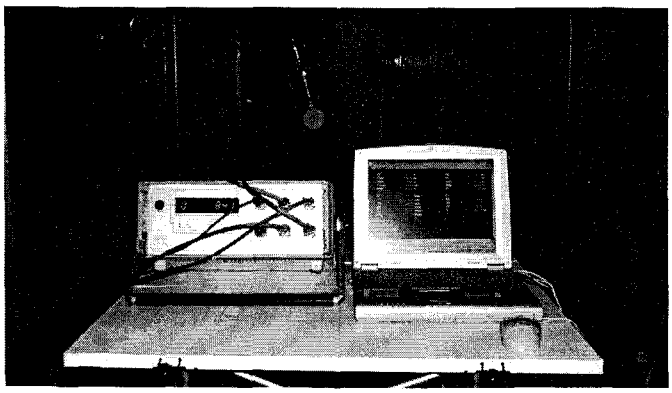


그림 1. 휴대형 Yatesmeter

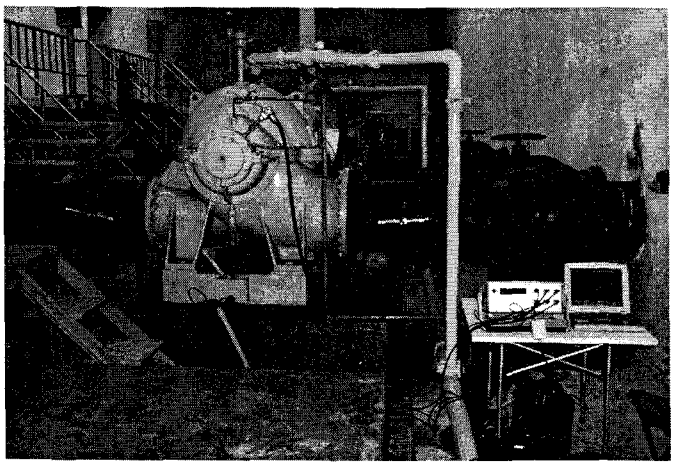


그림 2. Yatesmeter 설치

2. 열역학적 측정(Yatesmeter)의 원리

2.1 펌프 통과 액체의 엔탈피 변화량 측정에 의한 에너지손실량 직접 평가

$$W_i = W_o + Losses \ , \qquad W_o = \rho g H Q$$

$$Losses = \rho Q C_p \Delta T \qquad (1)$$

2.2 에너지손실량과 측정된 양정으로부터 펌프효율 계산

$$\eta_p = \frac{W_o}{W_i} = \frac{1}{1 + \frac{C_p \Delta T}{gH}} \qquad (2)$$

2.3 펌프효율, 양정 및 전동기입력/효율로부터 펌프토출량 산출

$$W_o = \rho g H Q = P_m \eta_m \eta_p \ , \qquad Q = \frac{P_m \eta_m \eta_p}{\rho g H} \qquad (3)$$

여기서, W_i 축동력, W_o 수동력, ΔT 흡/토출 온도차, η_p 펌프효율, P_m 전동기입력, η_m 전동기효율

3. 열역학적 측정의 장점

3.1 토출량 및 전력의 측정없이 실시간 현장 효율측정

3.2 직접적인 손실량 평가에 따른 고정도 효율측정 (±1.0% 이내)

3.3 연합운전중인 시스템에서 개별펌프의 효율/성능 실시간 정밀측정

3.4 기존 유량계 설치를 위한 일정거리 직관부 불필요

3.5 측정시 기존의 운전조건/관로 변경 불필요

3.6 기존 유량계 검교정 기준 정도의 정밀 유량측정 (±1.0% 이내)

3.7 중진공 공인시험장 및 서울대 유체기계연구실에서 측정정확도 검증완료

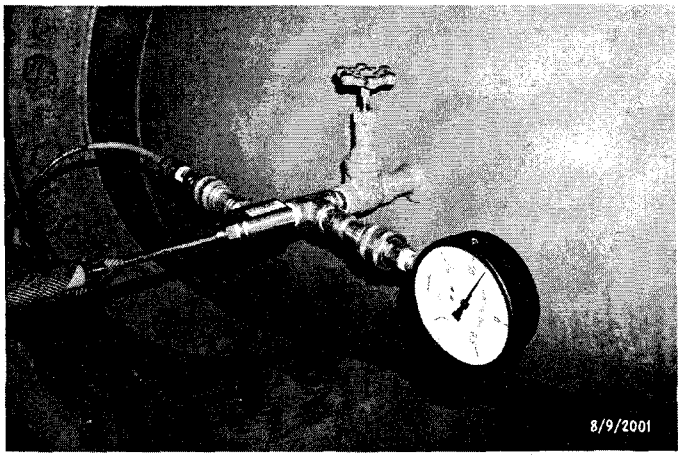


그림 3. 온도 및 압력 측정

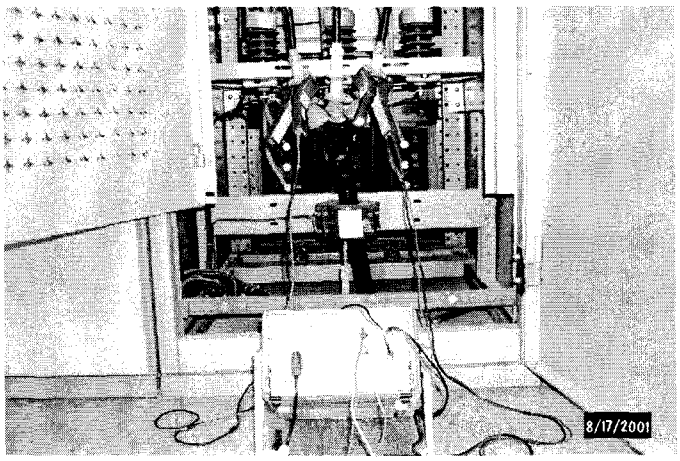


그림 4. 전력분석계 설치

Ⅱ. 펌프에너지효율 개선 - ESCO 사례

1. 사업대상 현황

1.1 사 업 장 : A 취수장 ('92 준공)

1.2 시설 용량 : 99,000 m^3/일

1.3 펌프 설비 : 주펌프(373kW) 5대 + 보조펌프(150kW) 1대

1.4 공 급 량 : 70,000 m^3/일

1.5 소비전력량 : 870만 kWh/년

1.6 전력량요금 : 4.9 억원/년

1.7 전력원단위 : 0.341

1.8 일운전방식 : 주펌프 1대(3hr) + 2대(7hr) + 3대(14hr)

2. 사업 개요

2.1 운전대수/시간 등의 *운전조건 및 관로계 종합분석*

2.2 운전대수/유량별 *펌프의 특성 실시간 측정*

2.3 실제의 *시스템 양정곡선 산출*

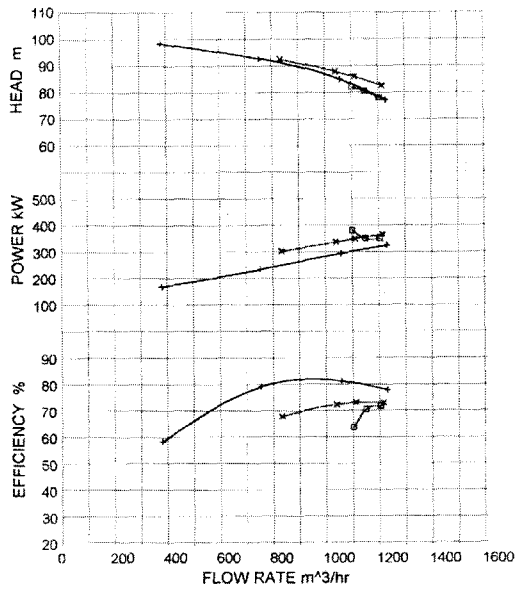
2.4 *회전수 제어장치 적용 또는 관로계 개선* 등의 타당성 검토

2.5 *펌프시방의 적합성 검토 및 최적운전방법 분석*

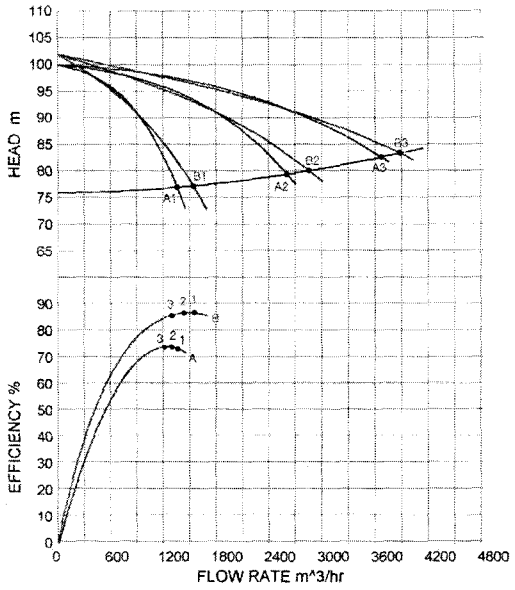
2.6 고효율 펌프 개체 등 *시설투자 지원*

2.7 *운전효율 향상*은 물론 *운전안정성 및 수명증대*를 도모

3. 펌프특성 측정결과 (+ : 제조업체, × : 충진공, □ : 사용자)



4. 시방개선 (A: 개선 전 86m-1100m³/hr-73% , B: 개선 후 83m-1300m³/hr-86%)



5. 사업 성과

5.1 펌프개체	:	373 kW - 3 대
5.2 전력절감량	:	1,270,000 kWh/년
5.3 전력량요금 절감액	:	71,000,000 원
5.4 전력절감율	:	14.6 %
5.5 투자비용	:	100,000,000 원
5.6 투자비용 회수기간	:	17개월

Ⅲ. 펌프 에너지효율 提高를 위한 제안

1. 신규 펌프 설치 시 성능/효율 진단 및 진동분석

- 펌프의 실제 현장성능/효율 및 진동 평가
- 실시간 펌프운영효율 평가
- 실제의 시스템 양정 산출
- 설계 시스템 양정(유량계수 "C") 산정의 적정성 평가
- 펌프 시방의 적합성 평가 및 최적화 개선

2. 펌프 성능/효율 및 진동에 대한 정기적 현장진단

- 펌프운영효율 및 진동 Trend 분석
- 펌프 운전범위, 효율 및 안정성 분석
- 펌프 성능/효율 및 진동의 경년 변화 분석을 통한 적절한 대응
- 시스템 양정 또는 공급량 변화에 따른 펌프 Scheduling 최적화
- "C" 값의 경년 변화 분석 및 Data base 구축
- 향후 신규 펌프장 최적설계를 위한 기초자료 축적