

광역상수도 관련 취수장 및 가압장의 운영자료 조사 및 분석

노형운* · 박종문** · 이영범*** · 이영호****

1. 서 론

여러 곳의 시, 군 등에 물을 공급하기 위한 광역상수도시설은 송수 거리가 길고 중간에 분기되는 관로가 많아 관로의 헤드손실이 크며 수요처의 사용 유량도 일정하지 않아 송수량이 크게 변동하는 특성이 있다. 더욱이 초기 설치년도와 목표년도의 송수량을 만족하여야 하므로 펌프의 규격을 결정하는 것이 쉽지 않은 일이다. 따라서 설계시에는 상수도 시설기준에 따라 노후된 관로조건, 최대공급유량, 최대실양정을 고려한 최적의 조건으로 펌프의 규격을 결정하게 된다. 이렇게 선정된 펌프가 실제 운전 시에는 운전범위를 벗어나 송수유량을 맞추기 위하여 토출밸브로 제어하거나, 임펠러를 가공하는 방법 등으로 운전하고 있는 현실이다. 이렇게 되면 비효율적인 운전이 되어 펌프 및 밸브의 수명을 단축시키고 에너지의 낭비를 초래하게 된다.

따라서 현재 운전중인 수도권 광역상수도의 각 취수펌프장이나 가압펌프장의 운전자료 및 유지보수 자료를 수집하고 이를 데이터베이스화하여 운영측면에 미치는 영향을 연구하며 운영 개선안을 도출하여 경영개선에 기여함은 물론 새로운 수도설비를 계획할 때 펌프의 최적선정이 가능하도록 지침을 마련하고 필요시에 현 상수도 시설기준을 보완하는 것이 본 연구의 궁극적인 목적이다.

본 연구는 상기의 목적을 달성하기 위한 기초조사 연구로서 한국수자원공사 수도권 4개 관리단(팔당권 관리단, 성남권 관리단, 과천권 관리단, 일산권 관리단)의 14개 펌프장(단계별 23개 펌프장)에 대한 공급량 변화 조사, 양정 결정에 미치는 요소 및 특성조사, 펌프·모터의 수명 조사 결과를 분석하였다.

* 조선대학교 항공우주공학과

** (주)한국종합엔지니어링

*** 휴먼아이티

**** 한국해양대학교 기계정보공학부

E-mail : rohlee@mail.chosun.ac.kr

2. 운전자료의 조사

2.1 조사대상

한국수자원공사에서 관리하고 있는 수도권 광역상수도의 취수펌프장, 가압펌프장 및 송수펌프장 중 기초자료조사의 대상은 표 1과 같다.

2.2 조사항목

- 유량(송수량 또는 취수량)
- 양정(흡입압력, 토출압력, 흡수정 수위, 주관로 압력)
- 전력량, 전압, 전류
- 가동시간

2.3 조사방법

각 펌프장에서 관리하는 운전일보의 자료를 기초로

표 1 운전자료 조사를 위한 펌프장

관리단	펌프장	사업단계
팔당권 관리단	팔당 제1취수펌프장	1단계, 2단계
	팔당 제2취수펌프장	3단계, 4단계
	미금 가압펌프장	3, 4, 5단계
	김포 가압펌프장	1단계
	덕소 취수펌프장	5단계
	의정부 가압펌프장	5단계
성남권 관리단	성남정수장 송수펌프장	3단계, 4단계
	용인 가압펌프장	3, 4, 5단계
	판교 가압펌프장	5단계
과천권 관리단	과천 가압펌프장	2단계(신,구)
	광명 가압펌프장	3단계, 4단계
	안양 가압펌프장	3단계
일산권 관리단	자양 취수펌프장	4단계
	일산정수장 송수펌프장	4단계

하고 한국수자원공사에서 발간하는 월보 및 연보를 기준으로 하였다. 또한, 각 단계별 실시설계 보고서 및 준공도서를 이용하였다.

2.4 조사자료

- 일간자료 : 0시부터 1시간 단위로 조사된 자료기준
- 월간자료 : 매월 중순 수요일, 토요일, 일요일의 일간 자료 기준
- 연간자료 : 12개월의 월간자료 기준으로 총 5개년 자료

3. 운영자료 조사 및 분석 결과

한국수자원공사에서 운영 관리하고 있는 운전자료를 토대로 현재 운영되고 있는 가압펌프장, 취수펌프장, 정수장내의 펌프모터 현황과 수리계통도를 조사하였다.

시설현황을 조사한 결과 팔당 1취수펌프장처럼 20년이 지난 취수펌프장에서부터 관교 가압펌프장 및 덕소 취수펌프장 시설과 같이 5년이 지나지 않은 새로운 시설까지 많은 펌프장들이 운영되고 있다.

대부분 시설들은 준공 당시와 비교하여 잘 운전되고 있었으나 지방자치단체나 주위환경의 변화로 인하여 김포 가압펌프장과 광명 가압펌프장과 같이 휴지중인 시설도 있음을 알 수 있다. 따라서 시설물의 계획 당시 용수의 수요량 예측과 정확한 장기 수요예측을 하여야 할 것이다.

또한, 한국수자원공사에서는 2000년부터 용인시에 위치한 수도권운영센터에서 수도권 일원의 광역상수도 시설들을 실시간으로 모니터링하고 있고, 용수공급 및 운영 그리고 사고 시 연계운전을 하고 있음은 참 다행스러운 일이다. 한 예로 2001년 1월 반포대교 남단에서 인천 및 김포시로 송수되는 송수관 파열사고 시 빠르게 시민들에게 용수공급을 다른 시설에서 대체하여 차질 없이 물을 공급한 것도 그 한 예이다.

3.1 취수 · 송수량 변화특성 조사

공급량 변화특성을 조사 분석하기 위하여 각 취수 펌프장 및 가압펌프장의 운전일지를 비롯하여 일보 · 월보 · 연보를 수집하여 조사 자료로 활용하였다.

한국수자원공사에서 관리하고 있는 수도권 광역상수도의 팔당 제1취수펌프장, 팔당 제2취수펌프장, 미금 가

압펌프장, 김포 가압펌프장, 덕소 취수펌프장, 의정부 가압펌프장, 성남 송수펌프장, 용인 가압펌프장, 관교 가압펌프장, 과천 가압펌프장, 광명 가압펌프장, 안양 가압펌프장, 자양 취수펌프장, 일산정수장의 송수펌프장을 대상으로 운전 자료를 조사 분석하였다. 조사된 결과는 분량이 많으므로 본 특집에서는 주요결과만 요약하였다.

3.1.1 팔당 취수펌프장

팔당 제1취수펌프장의 취수량은 펌프설비를 설치하여 운영을 시작한 초기에는 취수량이 증가하다가 1990년대부터 취수량이 감소되고 있음을 알 수 있다. 이는 1988년부터 제2취수펌프장이 가동되었기 때문이다. 또한, 송수량이 1998년부터 감소하기 시작하였는데, 이는 2006년에 200만톤을 기준으로 설계된 5단계 취수펌프장 때문이며, 최근 IMF로 인하여 건설둔화와 지방자치단체의 수요량이 감소하였기 때문에 전체적으로 공급량이 감소되었다고 판단된다.

또한, 1, 2단계 취수펌프는 설치 완료하여 통수 후 1981년부터 6년간은 계속 증가하였는데, 1986~1987년 사이에는 계획 취수량의 95.5%까지 도달하여 최대 취수량을 보이다 점차 감소하여 1998년에는 64.5%로 나타나고 있다.

팔당 3, 4단계에 대한 10여년 동안의 월간 취수량 변화는 1988년 12월에 4,071,000 m³의 송수를 한 후 연간 계속 증가되고 있음을 알 수 있다. 그러나 1997년부터 월간 취수량이 줄어들기 시작하고 있다. 4단계 목표년도를 1995년으로 하였으나 계획취수량의 79%밖에 도달하지 못하였고 1997년에 계획 취수량의 89.8%까지 도달하여 최대 취수량을 보이다 점차 감소한 것으로 나타났다. 팔당 취수펌프장내 계절별 · 월별 취수량 변화는 그림 1과 같이 나타내었다. 취수량의 변화는 취수

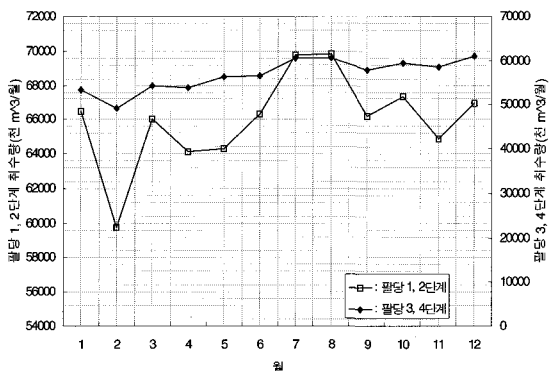


그림 1 팔당취수펌프장의 연간 평균취수량 변화 (1988년도)

량이 많은 달은 7, 8월로서 1, 2단계는 약 69,000,000 m³/월, 3, 4단계는 약 60,000,000 m³/월을 도수하고 있음을 알 수 있다. 반면에 취수량이 적은 계절은 겨울로서 2월 달이 가장 적게 취수되고 있음을 알 수 있다. 또한, 3, 4단계의 월별 변화량이 1,2단계 월별 변화량보다 변동의 폭이 크음을 알 수 있다.

3.1.2 미금 가압펌프장

미금 가압펌프장의 3, 4단계 송수량은 1989년 1월에 1,420,000 m³를 송수한 후 연간 계속 증가되고 있음을 알 수 있다. 이러한 경향을 다시 살펴보면 3, 4단계의 목표 송수량인 4,410,000 m³/월은 1997년 기점으로 거의 90% 이상 달성되고 있으며, 1998년도에는 거의 100% 이상 송수하고 있음을 알 수 있다.

최근 6개월간(2000.1~6월)의 미금 가압펌프장내 5단계의 송수량 변화는 최대 9000 m³/h에서 최소 3000 m³/h 정도의 변화가 있었고 월간(2000년 5월) 최대 7,500 m³/h에서 최소 3,500 m³/h 정도의 변화를 알 수 있다. 월별 소요 유량은 크지 않으나 일별 소요 유량에서는 시간대별로 유량의 차이가 있음을 알 수 있다. 즉 밤 23시에서 새벽 5시까지의 송수량이 크게 나타나고 있으며 오후 6시부터 23시까지 가장 적은 송수량을 나타낸다. 이것은 심야전력을 활용하여 송수하고 있음을 알 수 있다.

3.1.3 덕소 취수펌프장

덕소 취수펌프장의 취수량 변화는 1999년 1월을 기점으로 하여 2000년 2월까지의 운전일지에서 자료를 발췌하여 통계 처리하였다. 덕소 취수펌프장의 취수량은 1999년 1월에 3,000 m³/hr을 취수하다가 1999년 6월부터 자정시간에는 6,000~7,000 m³를 취수하고 오후에는 약 3,000 m³/hr을 취수함을 알 수 있다.

3.1.4 의정부 가압펌프장

의정부 가압펌프장의 송수량 변화는 1999년 4월을 기점으로 하여 1999년 12월까지의 운전일지에서 자료를 발췌하여 통계 처리하였다. 의정부 가압펌프장의 송수량은 수용가의 급수량에 따라 약 2,000 m³/hr에서 평균 4,000 m³/hr의 용수를 공급하고 있음을 알 수 있다. 특이한 점은 1999년 5월까지 10시에서 18시까지 가동하였고, 그 후부터 자정시간에만 가동하였다.

3.1.5 성남 정수장의 송수펌프장

성남 정수장의 송수량 변화는 1989년 1월에 2,583,000 m³

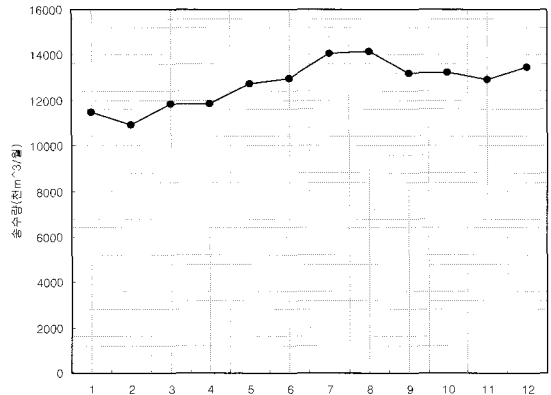


그림 2 성남정수장 송수펌프장의 월평균송수량 변화

송수를 한 후 연간 계속 증가되고 있음을 알 수 있다. 그러나 1998년부터 월간 송수량이 줄어들기 시작하고 있다. 성남 정수장의 송수펌프장에 대한 10여년 동안의 월간 송수량을 살펴본 결과 1996년 7월과 8월은 20,000,000 m³/월 이상 송수하고 있음을 알 수 있으나, 월간 목표 송수량인 23,880,000 m³/월의 84%에 지나지 않음을 알 수 있다. 이러한 경향은 그림 2에서 보듯이 여름에만 80% 이상을 만족하고 동절기에는 약 50~60%에 지나지 않음을 알 수 있다.

월간 송수량은 하절기인 7, 8월에는 송수량이 증가하지만 연초와 연말인 동절기에는 하절기보다는 송수량이 적음을 알 수 있다. 이러한 경향은 3, 4단계 팔당 취수펌프장의 결과와 유사하다.

3.1.6 과천 신, 구가압펌프장

과천 신, 구 가압펌프장의 연간 송수량 변화를 살펴보면 구 가압펌프장의 경우는 수요량에 따라 송수량의 변화가 있지만 신 가압펌프장의 경우는 1985년부터 10,000,000 m³/월의 유량을 송수하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과를 자세히 살펴보면 신 가압펌프장의 경우 목표 송수량인 10,500,000 m³/월이 1987년 5~7월에서 100%정도 송수되었다가 동절기에는 감소하는 경향을 1998년까지 나타내고 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 구 가압펌프장의 목표 송수량인 3,000,000 m³/월은 1996년 하절기에 90% 이상의 송수를 보이다가 감소되고 있음을 나타낸다.

3.1.7 자양 취수펌프장

자양 취수펌프장의 연간 취수량은 1992년 10월에 451,440 m³의 송수를 한 후 연간 계속 증가되고 있음을

알 수 있다. 그러나 자양 취수펌프장의 월 목표 취수량이 7,500,000 m³/월인데 1997년 7월에 76%(5,720,000 m³/월) 유량을 송수한 후 하절기를 제외하고 목표 취수량에 도달하지 못하고 있음을 알 수 있다. 또한, 월간 취수량은 7, 8월에는 증가하지만 연초와 연말인 동절기에는 하절기보다는 취수량이 적음을 알 수 있다. 이러한 결과는 3, 4단계 팔당 취수펌프장의 결과와 유사하다.

3.1.8 일산 정수장의 송수펌프장

일산 정수장의 송수펌프장에 대한 연간 송수량의 변화를 보면 송수량이 점차 증가하고 있음을 알 수 있다. 월 목표송수량은 7,500,000 m³, 1997년 7월에는 목표 송수량의 74%로서 5,566,000 m³을 송수한 후 하절기를 제외하고 목표 송수량에 도달하지 못하고 있음을 알 수 있다. 월간 송수량은 7, 8월에는 증가하지만 연초와 연말인 동절기에는 하절기보다는 송수량이 적음을 알 수 있다. 이러한 결과는 3, 4단계 팔당 취수펌프장의 결과와 유사하다.

3.1.9 김포 가압펌프장

김포 가압펌프장의 연간 송수량 변화는 설치 이후 1995년부터 15,000,000 m³ 송수량을 송수하였지만 1995년부터 송수량이 감소되고 있으며 현재는 휴지중이다.

3.1.10 광명 가압펌프장

광명 가압펌프장의 연간 송수량 변화는 1995년부터 송수량이 점차 감소하여 현재는 휴지중이다.

3.1.11 안양 가압펌프장

안양 가압펌프장의 연간 송수량 변화는 1992년부터 송수량은 감소하지 않고 평균 2,400,000 m³/월의 유량을 보내고 있음을 알 수 있다.

3.1.12 용인 가압펌프장

용인 가압펌프장의 연간 송수량 변화는 1992년부터 송수량은 계속 증가되고 있음을 알 수 있다.

3.2 양정 결정에 미치는 요소, 특성 조사

펌프의 양정 결정에 미치는 요소 및 특성조사를 하기 위하여 각 취수펌프장 및 가압펌프장의 흡수정 수위와 착수정 수위 그리고 서지타워 수위를 조사하였으며, 펌프의 흡입압력 및 토출압력의 값을 운전일지와

월보 및 연보를 토대로 조사하였다.

한국수자원공사에서 관리하고 있는 수도권 광역상수도의 팔당 제1취수펌프장, 팔당 제2취수펌프장, 미금 가압펌프장, 김포 가압펌프장, 덕소 취수펌프장, 의정부 가압펌프장, 성남 정수장, 용인 가압펌프장, 판교 가압펌프장, 과천 가압펌프장, 광명 가압펌프장, 안양 가압펌프장, 자양 취수펌프장, 일산 정수장을 대상으로 운전 자료를 조사 분석하였다. 조사된 결과는 양정 결정에 미치는 요소 및 특성조사로 정리하였고 본 절에서는 주요 결과만 요약하였다.

3.2.1 팔당 취수펌프장

팔당 제 1, 2단계의 흡수정과 서지파이프 수위 차는 평균 약 50m의 차이를 가지고 있다. 펌프의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 61.9m, 2.6m이다. 즉 펌프는 59.35m의 양정을 나타내고 있는데, 이는 펌프의 정격양정 65m보다 6m나 낮은 수치로 고유량 저양정으로 운전되고 있음을 알 수 있다.

팔당 3, 4단계의 흡수정과 서지타워의 수위 차는 평균 약 73.37m의 차이를 가지고 있다. 팔당 3, 4단계의 펌프는 토출압력과 흡입압력이 각각 평균 83.98m, 4.41m이다. 즉 펌프는 79.57m의 양정을 나타내고 있고, 이는 정격양정 81m보다 약 1.43m나 낮게 운전되고 있음을 알 수 있다.

3.2.2 미금 가압펌프장

미금 가압펌프장 3, 4단계 흡입압력과 토출압력의 변화를 파악하기 위하여 1997년부터 1998년까지 2년간의 운전일지를 토대로 조사한 결과, 펌프의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 66.3m과 -1.81m이다. 즉 펌프의 양정은 68.1m의 양정을 나타내고 있고, 이는 펌프의 정격양정인 67m와 유사하게 운전되고 있다. 5단계 펌프의 토출과 흡입압력은 각각 6.3 kgf/cm² ± 0.8과 2.0 cmHg ± 0.6이므로 설계양정인 62m와 유사하게 운전되고 있음을 알 수 있었다.

3.2.3 덕소 취수펌프장

덕소 취수펌프장내 펌프의 흡입과 토출압력의 변화를 파악하기 위하여 1999년부터 2000년까지 1년간의 운전일지를 토대로 얻어낸 펌프의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 74.25m와 -3m이다. 즉 펌프의 양정은 77.25m를 나타내고 있고, 이는 정격양정 80m와 약 2.75m 차이가 나타남을 알 수 있다. 이는 덕소 취수펌프장에

서 덕소 정수장으로 단순히 유량을 보내기 때문에 양정에 커다란 문제를 주지 못하기 때문이라 판단된다.

3.2.4 의정부 가압펌프장

의정부 가압펌프장의 흡수정 수위는 1999년 12월까지의 운전일지로부터 자료를 통계 정리하였다. 의정부 가압펌프장의 흡수정 최고수위는 1999년 10월 7일에 7시간 동안 기록한 7.3m이고 최저수위는 1999년 5월 15일에 기록한 1.3m이다. 이중 평균 기록치는 4.17 ± 0.95 m이다. 또한, 펌프의 토출과 흡입압력은 각각 평균 78.32m와 4.2m이다. 즉 펌프의 양정은 74.12m을 나타내고 있고, 이는 정격양정 75m와 유사하게 운전되고 있음을 알 수 있다.

3.2.5 성남 정수장의 송수펌프장

성남정수장내 펌프 흡입압력과 토출압력의 변화를 조사하기 위하여 1995년부터 1999년까지 약 5년간의 운전일지로부터 조사한 결과, 성남정수장의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 $63.6m \pm 2.1$ 와 $-0.4m \pm 0.04$ 이다. 즉 펌프의 양정은 64m의 양정을 나타내고 있고, 이는 정격양정인 66m과 약 2m 차이가 나타남을 알 수 있다. 또한, 흡수정과 서지타워의 수위 차이는 평균 57.9m로 운전이 고유량으로 운전되고 있음을 알 수 있다.

3.2.6 과천 가압펌프장

과천 신, 구 가압펌프장내 펌프의 흡입과 토출압력의 변화를 조사하기 위하여 1995년부터 2000년까지 5년간의 운전일지로부터 구한 과천 구 가압펌프장내 펌프의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 $69.28m \pm 2.995$ 와 $1.51m \pm 0.1$ 이고, 과천 신 가압펌프장내 펌프의 토출압력과 흡입압력은 각각 평균 $61.86m \pm 3.04$ 와 $0.01m \pm 0.001$ 이다. 구 가압펌프장과 신 가압펌프장 펌프의 정격양정은 75m와 64m인데 반하여 평균 67.77m와 61.85m로서 정격양정보다 약간 작게 운전이 되고 있음을 알 수 있다.

3.2.7 자양 취수펌프장

자양 취수펌프장내 흡입과 토출압력의 변화를 파악하기 위하여 1995년부터 1999년까지 5년간의 운전일지로부터 구한 결과는 제 1호기, 4호기, 6호기의 정격양정은 82m, 제 2호기, 3호기, 5호기의 정격양정은 55m이다. 제 2호기, 3호기, 5호기의 펌프 양정은 정격양정과 유사하게 운전되고 있는 반면에 제 1호기, 4호기 6

호기의 펌프양정은 매우 낮게 운전되고 있다. 자양 취수펌프장내 흡입과 토출압력의 변화를 파악하기 위하여 1995년부터 1999년까지 5년간의 운전일지로부터 자료를 입력하여 얻은 결과로부터 알 수 있듯이 정격양정 49m와 유사하게 운전되고 있음을 알 수 있다.

3.2.8 일산 정수장의 송수펌프장

일산 정수장의 송수펌프장 흡수정 수위변화를 1996년부터 1999년까지의 자료로부터 통계 처리한 결과, 최고 흡수정 수위는 3.99m이고 최저수위는 0.64m이다. 이때의 평균 기록치는 2.5 ± 0.58 m이다. 흡입압력과 토출압력을 조사한 결과 펌프의 양정은 정격양정 49m와 유사하게 운전되고 있음을 알 수 있다.

3.3 펌프 모터 수명조사

펌프·모터의 수명조사 및 분석을 하기 위하여 각 취수펌프장 및 가압펌프장의 운전일지와 연보로부터 펌프의 가동시간을 조사하였으며, 운전 중에 수리 및 보수하고 교체한 기록은 기기이력카드를 확인하여 각 펌프 모터의 수명을 분석하였다.

한국수자원공사에서 관리하고 있는 수도권 광역상수도의 팔당 제1취수펌프장, 팔당 제2취수펌프장, 미금 가압펌프장, 김포 가압펌프장, 도곡 취수펌프장, 의정부 가압펌프장, 성남 정수장, 용인 가압펌프장, 판교 가압펌프장, 과천 가압펌프장, 광명 가압펌프장, 안양 가압펌프장, 자양 취수펌프장, 일산 정수장을 대상으로 운전 자료를 조사 분석하였다. 이중 광명 가압펌프장, 안양 가압펌프장, 용인 가압펌프장, 판교 가압펌프장은 기기이력카드가 없어 펌프모터 수명조사를 하지 못하였다.

3.3.1 팔당 취수펌프장

팔당 제 1, 2단계 취수펌프장내 호기별 평균시간은 약 5000시간이며 설치부터 20년 동안 적어도 한번씩은 교체를 한 것으로 나타났고, 펌프 모터의 교체시기를 20년으로 기준으로 하지만 평균 15년으로 교체할 필요가 있다. 특히, 운전조건이 안 좋을 경우에는 10호기와 같이 3년만에 펌프를 교체한 것으로 나타나 있다. 또한, 그림 3과 같이 펌프를 전체 교체하지 않더라도 수요량을 맞추기 위하여 임펠러 커팅이 모든 펌프에서 이루어져 있고, 적어도 침식이나 균열로 인하여 10년에 한번씩은 임펠러를 교체한 것을 나타냈다. 또한, 유지보수를 위해 실시하였던 내용을 항목 별로 정리해본

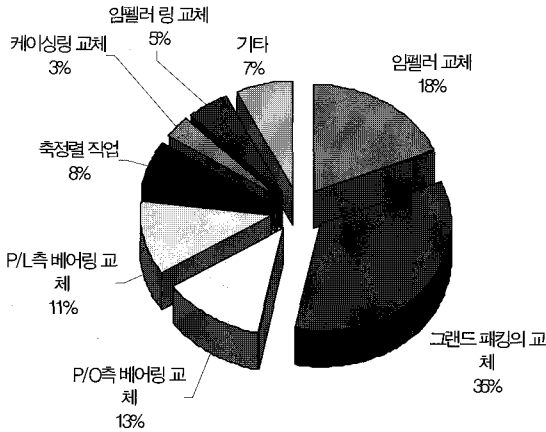


그림 3 팔당 1취수펌프장의 펌프에 대한 이력사항 분포도

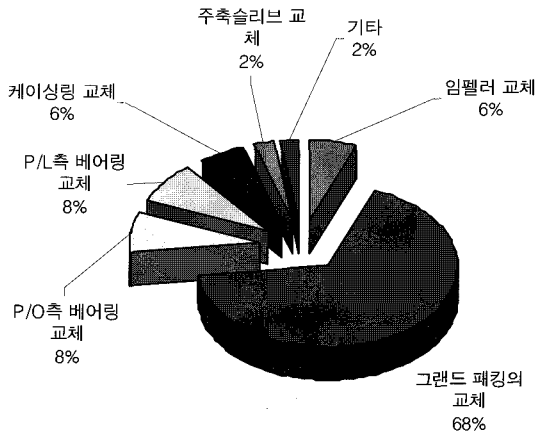


그림 4 팔당 2취수펌프장 펌프에 대한 이력사항 분포도

결과 총 발생건수 173건 중 글랜드패킹의 교체건수가 60건(34.7%), 베어링 교체가 41건(23.7%)으로 가장 많았고, 베어링 중에서도 P/O측(모터 반대 측)이 22건, P/L(모터 측)이 19건으로 P/O측이 많은 편이었다. 따라서 베어링의 관리는 P/O측 베어링을 중점적으로 관리해야 할 것으로 보인다. 글랜드패킹의 경우 설치 후 8년 후에 최초로 교체하기 시작하였고 1991년부터 1993년 사이에 집중적으로 모든 펌프에서 글랜드패킹을 교체하기 시작하였다.

팔당 제 3, 4단계 취수펌프장내 펌프 모터의 가동시간을 파악하기 위하여 1988년부터 1998년까지의 연보를 조사하였는데, 팔당 3, 4단계 취수펌프장의 호기별 연평균 운전시간은 약 3480시간으로 나타났다. 팔당 제 3, 4단계 취수펌프장내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 1989년 6월 최초 설치 시부터 약 12년간의 수리 및 보수에 관한 기록(기기이력카드)으로부터 펌프 교체 현황을 파악하였다. 펌프의 교체는 지금까지 한 대도 이루어진 적이 없다. 그러나 1998년 9월과 1999년 5월에 제 1호기와 제 11호기는 임펠러에 천공이 발생하여 예비품으로 교체하였고, 8호기의 경우 1997년 6월 캐비테이션으로 인한 피팅으로 임펠러를 교체하였다. 또한, 2호기의 경우에는 1996년 11월에 임펠러에 세라믹 처리를 하여줌으로써 임펠러 육성을 실시하였다. 1999년 12호기의 임펠러 균열로 용접보수를 하였다. 그러나 이러한 보수 교체현황은 1, 2취수펌프장의 경우 평균 사용기간인 15년에 비해 운전기간이 11년밖에 되지 않았고 비교적 운전상태가 양호하였기 때문에 펌프 모터의 교체실적이 적음을 알 수 있었다.

각 취수펌프에 대하여 부위별로 고장이 많았던 항

목별로 정리해 본 결과 그림 4와 같이 총 발생건수 85건 중 글랜드 패킹의 교체건수가 52건(61.1%), 베어링 교체가 14건(16.5%)으로서 전체 비율의 75%를 차지하고 있고, 베어링 교체는 총 14건으로 P/O측(모터 반대 측)이 7건, P/L측(모터 측)이 7건으로 P/O측과 같은 비율을 가지고 있다. 또한, 임펠러의 경우에 임펠러의 교체 및 육성가공, 임펠러 링의 교체건수는 총 4건(4.7%)으로서 전체 수리건수보다는 낮은 비율을 차지하고 있다. 이 수치는 팔당 1, 2단계와 비교하여 보았을 때 매우 낮은 비율을 차지하고 있고, 운전이 양호하게 되고 있음을 알 수 있다.

3.3.2 미금 가압펌프장

미금 가압펌프장 제 3, 4단계 펌프 모터의 평균가동시간은 1997년까지 증가하다가 감소하고 있음을 알 수 있다. 미금 가압펌프장 제 3, 4단계와 5단계내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 1987년 6월 최초 설치 시부터 약 12년간의 수리 및 보수에 관한 기록(기기이력카드)으로부터 펌프교체 현황을 파악하였다. 펌프의 교체는 지금까지 한 대도 이루어진 적이 없다. 또한, 전체적으로 보았을 때 3단계의 펌프모터에서 22건의 글랜드패킹 교체와 2건의 베어링 교체가 이루어졌으며, 나머지 4단계나 5단계의 경우에는 거의 유지 보수한 적이 없다.

3.3.3 덕소 취수펌프장

덕소 취수펌프장내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 1998년 7월에 최초 설치 시부터 약 1년간의 수리 및 보수에 관한 기록을 기기이력카드로부터 펌프교체 현황을 파악하였고, 이에 대한 결과 전체적으로 설치

한지 만 2년이 되어 비교적 노후화 되지 않았으므로 수리된 곳은 거의 없었고 단지 축정렬 작업과 커플링 그리드 교체작업이 몇 번 있었던 것으로 조사되었다.

3.3.4 의정부 가압펌프장

의정부 가압펌프장내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 1998년 10월에 최초 제작 시운전부터 약 1년간의 수리 및 보수에 관한 기록(기기이력카드)으로부터 펌프 교체 현황을 파악하였다. 그러나 기기이력카드에는 일년 동안 수리한 내용이 없다.

3.3.5 성남 정수장의 송수펌프장

성남 정수장내 펌프 모터의 가동시간은 계속 증가하고 있음을 알 수 있고, 설치로부터 지금까지의 12년 동안 한번의 펌프도 교체한 적이 없는 것으로 나타났다. 성남정수장의 3단계 설비는 팔당 3, 4단계와 동일한 시기에 설치되어 12년 동안 가동이 되었지만 비교적 팔당 3, 4단계보다는 적은 보수가 실시되었다. 그 이유는 흡입조건에 있어서 팔당 취수펌프장보다는 성남 정수장이 좋기 때문이라 판단된다.

3단계와 4단계의 펌프 이력 건수를 비교하여 보면 오히려 93년 5월 설치된 4단계의 펌프의 임펠러가 교체 1건, 임펠러 육성가공이 2건으로 비교적 3단계의 펌프보다는 악조건에서 가동된 것으로 판단된다.

3.3.6 과천 가압펌프장

과천 신 가압펌프장의 경우 펌프의 교체는 제 1호기와 제 4호기가 17년만에 교체되었지만, 다른 펌프들은 교체되지 않았다. 그러나 임펠러 교체를 설치 후 7, 8년만에 실시하였고, 그 이후 모든 펌프에서 두 세 차례의 임펠러 교체가 있었다. 이를 토대로 적어도 10년 정도가 되면 임펠러에 손상이 가고 약 15년이면 펌프를 교체하여야 된다고 판단된다. 부위별로 고장이 많았던 항목별로 나열해 본 결과 신 가압펌프장의 경우 총 발생건수 67건 중 베어링 교체가 33건(49.25%)으로서 가장 많았고, 글랜드패킹의 교체건수가 1건으로 비교적 낮은 비율을 차지하였다. 그 중 베어링 교체 건을 살펴보면 P/O측(모터 반대 측)이 20건, P/L측(모터 측)이 13건으로 P/O측이 많은 편이었다. 따라서 베어링의 관리는 P/O측 베어링을 중점적으로 관리해야 할 것으로 보인다. 또한, 임펠러의 경우에 임펠러의 교체 및 육성가공, 임펠러 링의 교체건수는 총 17건(25.3%)으로서 적지 않은 부분을 차지하고 있으며, 그 원인은

명확하지는 않으나 임펠러 침식 및 균열 등에 의한 경우가 많을 것으로 판단된다. 마찬가지로 구 가압펌프장의 경우를 살펴보면 베어링 교체 4건, 임펠러의 교체 및 육성가공, 임펠러 링의 교체건수는 4건으로 비교적 유지보수가 신 가압펌프장보다 적었음을 알 수 있었다.

3.3.7 자양 취수펌프장

자양 취수펌프장내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 최초 설치 시부터 현재까지의 수리 및 보수에 관한 기록(기기이력카드)으로부터 펌프교체 현황을 파악하여 본 결과 펌프의 교체는 1991년도에 설치된 제 1호기~제 4호기까지 1996년도 교체를 하였다. 이들 결과로부터 부위별로 고장이 많았던 항목별로 나열해본 결과 글랜드패킹의 교체건수가 9건, 베어링 교체가 4건과 커플링 그리드 교체 건수가 4건을 차지하고 있다. 그러나 임펠러 교체나 임펠러 육성 및 가공에 관한 유지보수 실적은 없었다.

3.3.8 일산 정수장 송수펌프장

일산 정수장내 펌프와 모터의 수명조사를 위하여 최초 설치 시부터 현재까지의 수리 및 보수에 관한 기록을 기기이력카드로부터 펌프교체 현황을 파악하여 본 결과 1996년도에 펌프의 제 7호기는 제 3호기를 대체하여 재 설치하였고, 제 8호기는 제 4호기를 대체하여 재 설치되었다. 또한, 부위 별로 고장이 많았던 항목별로 나열해본 결과 베어링 교체가 7건과 커플링 그리드 교체 건수가 7건을 차지하고 있다. 그러나 임펠러 교체 및 육성 그리고 가공에 관한 교체건수는 없었다.

4. 요약

운영 자료의 조사·분석을 위해 수도권 광역상수도의 취수장, 가압장 및 정수장들을 방문하여 각 펌프장에서 관리하고 있는 운전일보, 기기이력카드 등과 한국수자원공사에서 발간하는 월보 및 년보와 각 단계별 실시실계 보고서 및 준공도서를 수집하여 통계 처리한 결과를 요약하여 보면 다음과 같다.

각 단계별 수도권 광역상수도의 취수량 및 송수량은 운영을 시작한 초기부터 1990년까지 증가하다가 점점 수량이 감소하는 추세이다. 팔당 1 취수펌프장은 계획 취수량의 95.5%, 2 취수펌프장은 89.8%를 공급한 후 계속 감소되었고 설계 시 100%의 용수량을 만족시키지 못하고 있다. 이러한 현상은 최근 IMF로

인하여 건설경기 둔화와 용수 수요량이 감소하였을 뿐만 아니라 지방자치단체별로 취수펌프장을 독자적으로 건설하여 수요량 감소가 심화되었기 때문인 것으로 판단된다.

각 단계별 광역상수도 중 펌프의 운전토출압력과 운전흡입압력으로부터 전양정을 계산하여 보면 설계된정격양정보다 낮은 수치인 저양정·대유량으로 운전되고 있음을 알 수 있다. 이러한 운전은 캐비테이션을 발생시키고 이로 인하여 임펠러에 침식이나 균열이 발생하여 10년에 한번씩은 임펠러를 교체한 것으로 나타났다. 그리고 펌프의 교체 주기는 15~20년인 것으로 조사되었다.

후 기

본 연구과제는 한국수자원공사에서 지원된 “광역상수도용 펌프의 규격 최적결정방법 연구용역”으로 수행된 결과입니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- (1) 수도권 3단계 광역상수도 공사지, 1990, 건설교통부.
- (2) 수도권 4단계 광역상수도 실시설계보고서, 1990, 9, 건설교통부.
- (3) 수도권 5단계 광역상수도 실시설계보고서, 1995, 11, 한국수자원공사.
- (4) 수도권 6단계 광역상수도 실시설계보고서, 1998, 12, 한국수자원공사.
- (5) 팔당 취수펌프장의 운전일지 - 1995, 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (6) 일산 관리단 - 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (7) 자양 취수펌프장 - 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (8) 성남 정수장 송수펌프장 - 1999년도.
- (9) 과천 가압펌프장 - 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (10) 안양, 광명 가압펌프장 - 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (11) 용인, 판교 가압펌프장 - 1996, 1997, 1998, 1999년도.
- (12) 미금, 덕소, 의정부 가압펌프장 - 1998, 1999년도.
- (13) 수자원 공사 연보.
- (14) 팔당 1, 2 취수펌프장 기기이력카드.
- (15) 일산 관리단 기기이력카드.
- (16) 과천 가압펌프장 기기이력카드.
- (17) 성남 정수장 송수펌프장 기기이력카드.
- (18) 미금, 덕소, 의정부 가압펌프장 기기이력카드.