

일본 공동주택에서 사용되는 부스터펌프방식

Example of booster pump system at apartment in Japan

박 명 식
M. S. Park
현대건설(주) 기술연구소



- 1961년생
- 공기조화기에서의 유동해석을 전공하였으며 건축설비중 급수 및 에너지해석에 관하여 관심을 가지고 있다.

박 영 우
Y. W. Park
현대건설(주) 기술연구소



- 1964년생
- 건축설비에서 가압급수방식에 관하여 전공하였으며 급배수시스템과 에너지해석에 관심이 있다.

이 대 우
D. W. Lee
현대건설(주) 기술연구소



- 1954년생
- 공기조화기중 HVAC에 관하여 전공하였으며 건축설비중 급수, 회전형 열교환기등의 기기에 관하여 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

급배수 위생설비는 인간의 건강 및 환경위생을 보유하면서 물환경의 편리를 도모하는 설비이며, 건강, 위생보존을 기본으로 하고 있다. 최근 일본에서는 고가수조를 없애고 부스터펌프만 사용하는 직결급수방식의 시스템이 검토된 바 있으므로 본고에서는 일본사례를 중심으로 부스터펌프 방식시스템을 설명하고자 한다.

일반적으로 수도본관의 압력이 낮기때문에 중 고층건물에서는 수수조(receiving tank)를 통해

서 급수하는 방식이 가장 보편적이다. 그러나 이러한 방식은 수수조 및 고가수조에서 일어나는 수질오염문제와 시수관(수도본관)으로부터 수수조에 물이 저장된 후 다시 펌프로 급수되기 때문에 발생하는 에너지손실등의 문제점이 있다. 이에대한 개선책으로 부스터펌프를 이용해 증압하는 직결급수 증압시스템방식의 채용이 많은 일본의 지방자치체에서 검토되었다. 그러나 이 방식을 채택함에 있어서 시수인입관(distribution pipe)에 부스터펌프를 접속했을 경우에 시수인입관내 압력변동의 방지방법과 에너지절약, 안전성

등에서 문제가 발생할 소지가 있으므로 부스터펌프의 적정한 선정방법등을 검토할 필요가 있다. 일본법에서는 시수관(수도본관)에 영향을 주는 어떠한 위생장치도 연결시키지 못하도록 규정되어 있다. 본고에서는 이러한 관점에서 부스터펌프사용이 시수인입관 압력변동에 어떠한 영향을 주는지에 관한 기초적인 검토를 하고자 한다.

2. 시수인입관내 압력변동 방지에 관한 실험

2.1 실험개요

직결급수 중압시스템 계획을 생각하기 위해서 부스터펌프를 시수인입관에 직결하는 경우에 부스터펌프가 시수인입관에 미치는 물리적 영향을 정확히 파악할 필요가 있다. 본 실험에서는 부스터펌프의 운전시, 시수인입관 압력변동 데이터를 얻는 것을 목표로 정한다.

시수인입관 압력변동에 관한 실험으로 흡입측 압력탱크용량에 관한 영향과 고가압력탱크 방식에 의한 영향을 측정하였다.

실험은 일본 하찌오시시내에 있는 주택도시정비공단 실험연구소내의 30m 실험타워(지상 10층)에서 1993년 7월부터 8월까지 실측 조사를 했다.

2.2 실험방법

2.2.1 실험장치

본 시스템을 일본 주택도시정비공단 실험연구소내의 30m 타워에 구축했다. 실험장치의 개념도를 그림 1에 표시하였다. 그림에서 보면 물은 시수관(100φ)으로부터 시수인입관(40φ)에 직결된 부스터펌프(토출량 : 0.2m³/min, 전양정 : 40m)에 의해 증압되고, 급수수직관(65φ)을 통해, 3, 5, 10층의 급수 횡지관(25φ)에 분기되어 각 급수전에 급수되고 있다. 3, 5층의 급수횡지관에는 감압밸브가 준비되어 있다. 또한 고가압력탱크의 영향을 조사하기 위하여 하향 급수방식용 수직관(80φ)이 설치되었다. 부스터펌프의 흡입측과 토출측 및 급수수직관 상부에는 압력탱크(용량 : 10, 39, 117(ℓ))가 준비 되어있다. 논

의 편의상 부스터펌프 이전에 연결된 압력탱크를 흡입측압력탱크 그리고 부스터펌프 이후에 연결된 압력탱크를 토출측압력탱크로 지칭하기로 한다.

2.2.2 측정방법

부스터펌프 운전시 3, 5, 10층에 3/8, 3/4, 3/8 + 3/4 수전(facet)의 유량조합에 의해서 급수부하는 각 입력센서 및 각 유량계로 검출해 데이터를 컴퓨터 하드디스크에 자동기록시켰다. 이때 측정하는 기준조건은 다음과 같다.

- 시수관(수도 본관) 압력 : 20(kgf/cm²)
 - 시수관(수도 본관) 유속 : 1.0(m/sec)
 - 인버터 가속시간 : 1.0(sec)
 - 타계통부하 : 0(m/sec)
 - 급수부하 : 전자밸브 3/8", 3/4", 3/8" + 3/4" 수전(수동식 밸브)
- 측정항목 및 조건은 표 1에 표시한다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2에서 보는 바와 같이 Pa는 비부하시(부하전)의 시수인입관 평균압력, Pb는 부하개시시의 시수인입관내 순간최소압력, Pc는 부하시의 시수인입관내 평균압력 그리고 Pd는 비부하시(부하후)의 시수인입관 평균압력이라고 정의한다. 이 때 본 연구에서는 아래와 같은 입력차에 관해서 논의할 것이다.

| Pa-Pb | : 부하전의 시수인입관 평균압력과 수전을 연 순간부터 정상유동(dQ/dt=0인 경우를 정상류로 가정했음)가 될 때까지의 시수인입관내 순시최소압력을 비교한다.

| Pb-Pc | : 수전을 연 순간부터 정상류가 될 때까지의 시수인입관내 순시최소압력과 시수인입관 평균 압력을 비교한다.

| Pa-Pc | : 부하전의 시수인입관 평균압력과 부하시의 시수인입관 평균압력을 비교한다.

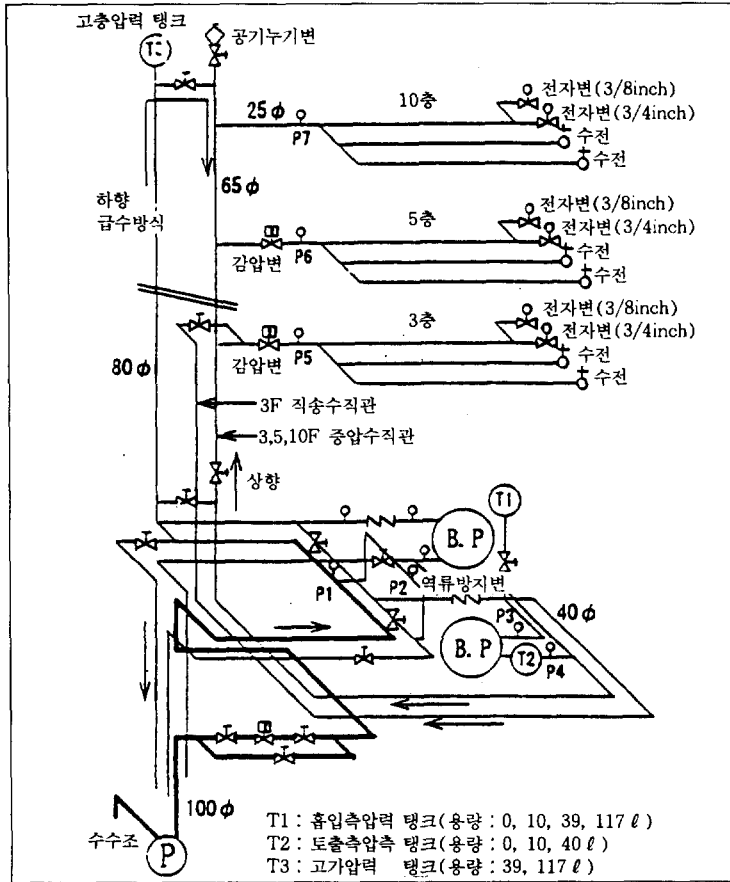


그림 1 직결중압급수시스템 실험장치

표 1 직결중압급수실험

항목	조 건	수 도 본관압력	수 도 본관유속	흡 입 측 압력탱크	토 출 측 압력탱크	부스터펌프 회 전 방 식	건축배관	다른장비
1	흡입측 압력탱크의 영향	2.00	1.00	무	10	변속/ 입구압 제어무	직압+ 중압	정지
		상동	상동	10	상동	상동	상동	상동
		상동	상동	39	상동	상동	상동	상동
		상동	상동	100	상동	상동	상동	상동
2	고층압력 탱크 방식 에 따른 영향	2.00	1.0	10	39	변속/ 입구압 제어무		정지
		상동	상동	상동	상동	상동		상동
		상동	상동	상동	100	상동		상동
		상동	상동	상동	상동	상동		상동

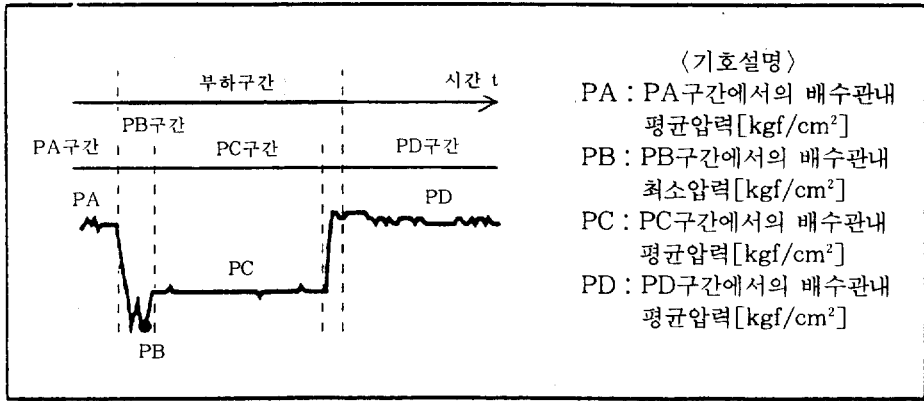


그림 2 시간변화에 따른 압력변동

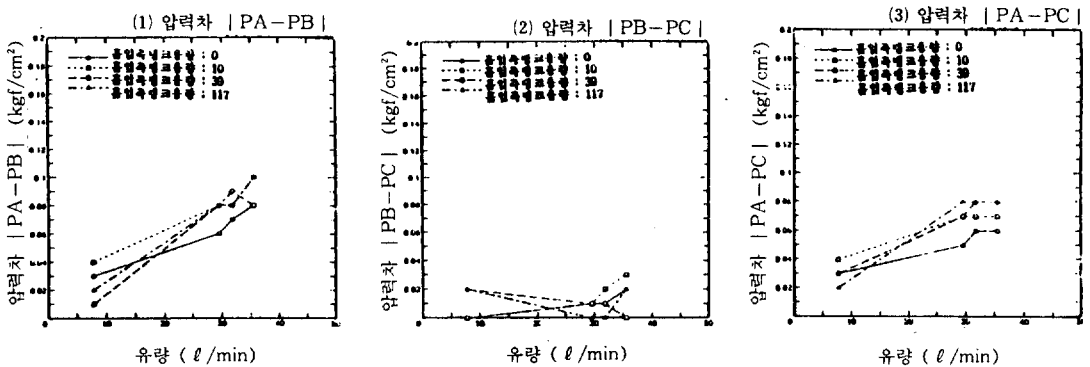


그림 3 흡입측 압력탱크용량의 영향 (부하층 3층)

3.1 흡입측압력탱크의 영향

(1) 직결(직송)급수의 영향(부하층 : 3F)

그림 3에 관해서 설명하자면, 수전을 열면 순간적으로 시수인입관의 압력이 급격히 떨어진 후에 다시 회복하는 현상이 급회의 측정에서 보였다. 시수인입관압력으로 급수하고 있는 3F에서는 수전을 연 순간에 급수관의 압력이 급히 떨어지는 현상이 거의 보이지 않았지만, 수전의 개폐시에 시수인입관의 압력이 떨어지는 속도는 흡입측압력탱크용량이 클수록 시수인입관 압력감소 속도가 늦어지는 것으로 나타났다. 그러나 흡입측압력탱크용량에 관한 압력변동율에 관해서 일정한 경향은 보이지 않았다.

(2) 직결중압급수의 경우(부하층 : 5, 10, 3+5+10F)

그림 4, 그림 5에서 보면 부스터펌프로 급수하고 있는 5F, 10F에서 흡입측압력탱크의 유무에 의해 시수인입관 압력변동의 차이를 보였다. 흡입측압력탱크가 있는 경우와 없는 경우에 급부하시의 평균압력변동은 변하지 않지만, 흡입측압력탱크가 없는 경우에 시수인입관압력이 크게 진동하는 것이 보였다. 이때의 진동폭은 1.0~0.15(kgf/cm²)의 범위로 되어있다.

그림 4에서는 부하층이 5F인 경우에 정상상태에서의 압력차 |Pa-Pb| 는 부하유량의 증가에 의해 약간 크게 되지만 탱크용량에 의한 영향은

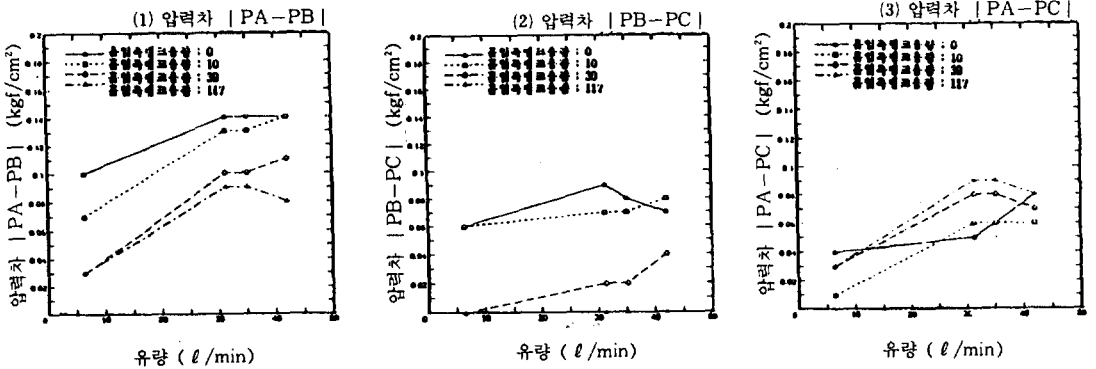


그림 4 흡입측 압력탱크용량의 영향(부하층 5층)

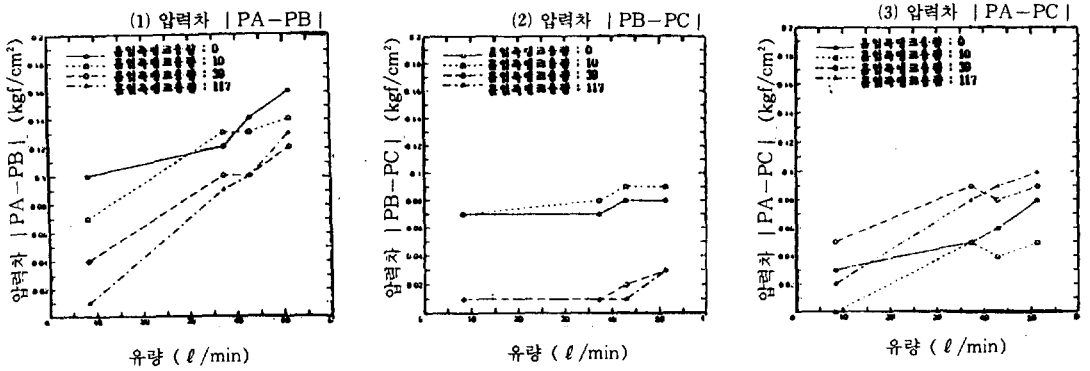


그림 5 흡입측 압력탱크용량의 영향(부하층 10층)

보이지 않았다. 정상상태와 과도적인 변동의 압력차 $|Pa-Pb|$ 와 압력차 $|Pb-Pc|$ 는 탱크의 용량이 0, 10(l)인 경우와 39, 117(l)인 경우로 나누어진다. 전자에 비하여 후자의 경우는 확실히 압력차가 작게 나타나므로 압력탱크의 효과가 보인다.

그림 5에서 보면, 부하층 10F인 경우에 압력차 $|Pa-Pc|$ 와 압력차 $|Pa-Pb|$ 그리고 압력차 $|Pb-Pc|$ 의 경향은 5F인 경우와 거의 같게 나타났다.

그림 6에서는 부하층 3+5+10F의 경우에 압력차 $|Pa-Pb|$ 와 압력차 $|Pb-Pc|$ 의 경향은 5F경우도 거의 같지만 압력차 $|Pa-Pc|$ 에 있어서는 탱크용량 39, 117(l)쪽이 0, 10(l)쪽보다 크게 나타나고 있다. 이것은 부하의 초기

에 탱크로부터 토출된 물의 양이 부하 정상상태 동안에 보충되어서 부하시의 정상상태 압력이 저하하는 것으로 판단된다.

그림 7에 의하면 흡입측압력탱크를 설치하는 것은 시수인입관 내의 과도적 변동압력의 저감에 유효한 것으로 밝혀졌다. 단, 탱크용량이 10(l)의 경우에는 그러한 효과가 보이지 않지만 맥동현상의 해소에는 유효했다. 탱크용량의 유효성에는 시수인입관으로부터 펌프 유니트까지의 관의 길이가 관계하는 것으로 생각된다(본 실험에서는 약 5(m)로 매우 짧다). 맥동현상의 발생은 부스터펌프의 특성에 기인하는 것으로 생각된다.

3.2 고가압력탱크 방식에 의한 영향

고가압력탱크가 설치됐을 경우에 시수인입관

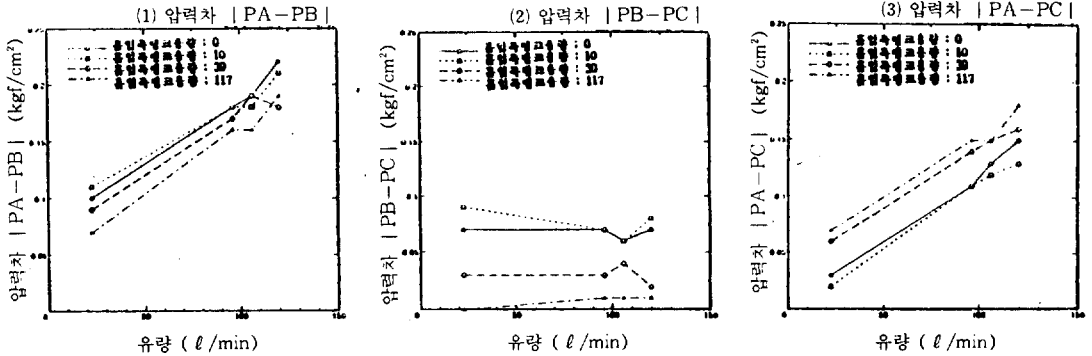


그림 6 흡입측 압력탱크용량의 영향(부하중 3, 5, 10층)

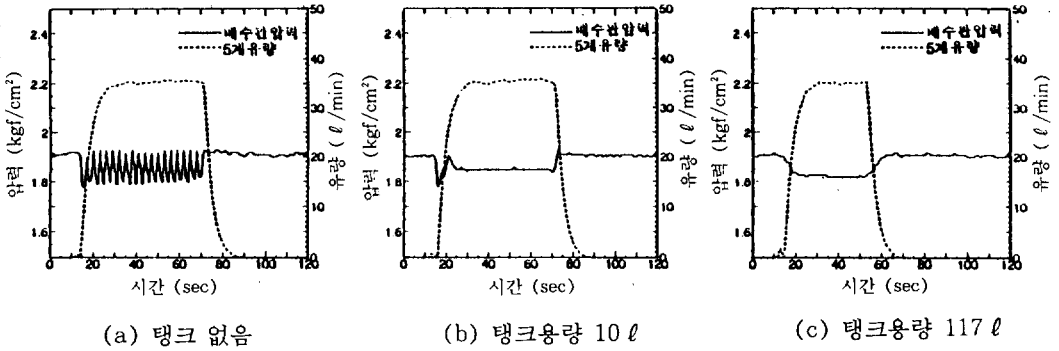


그림 7 흡입측 압력탱크양행

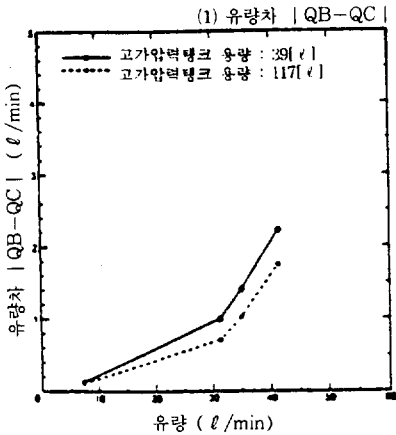


그림 8 고층압력탱크로부터의 영향 (유량비교 : 부하중 5층)

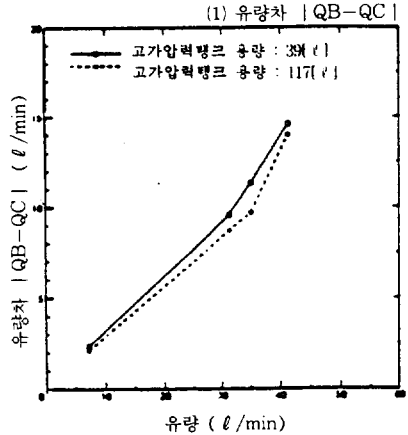


그림 9 고층압력탱크로부터의 영향 (유량비교 : 부하중 10층)

부하가 발생하면 탱크내의 보유수가 먼저 토출되므로 펌프는 늦게 기동된다. 지연시간은 탱크용량이 39 (l)에서는 약 20(sec), 117 (l)에서는

약 45(sec)로 되어있다. 이것은 압력탱크 용량이 클수록 토출량이 많아지기 때문이다.

그림 8, 그림 9는 시수인입관 압력(압력차 | Pa

-Pb |)의 영향에 있어서는 고가압력탱크 방식이 상향급수 방식보다 크게 나타났다. 고가압력탱크는 물을 토출후에 다시 흡입하려는 특성이 있으며 그 보충수가 급수부하에 더해져 관내유량이 많아진다.

4. 결 론

- 1) 직결급수 시스템의 채용에 있어서 펌프 흡입측 및 토출측에 어느 정도 용량의 압력탱크가 필요한 것과 압력탱크 저감효과를 서술했다.
- 2) 흡입측압력탱크의 영향에서 흡입측압력탱크를 설치하는 것은 시수인입관 내의 과도적 변동압력의 저감에 유효한 것으로 밝혀졌다.

- 3) 고가압력탱크가 설치된 경우에 부하발생시 탱크내의 보유수가 먼저 토출되므로 펌프의 기동이 늦어지게 된다. 그로 인하여 물 사용시(부하시) 유량변동을 초래할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 朴他, 1994, 직결 급수 중압시스템에 관한 실험적 연구, 일본 공기조화 위생공학회 학술강연회 강연논문집, pp. 33~36.
2. 일본주택도시정비공단, 1985, 급수시스템의 에너지사용실태 조사연구보고서.
3. Street and Wylie, 1967, Hydarualic Transients, Mcgrawhill.