

부스터 펌프를 이용한 가압급수방식

Water Supply System Using Booster Pumps

류 해 성
H. S. Ryu
장한기술산업(주)



- 1954년 11월생
- 장한기술산업(주) 대표이사
- 냉난방 및 냉동기계 기술사

1. 序 言

최근 共同住宅의 급수설비로서 既存의 옥탑물탱크(고가수조) 방식 대신에 加壓給水裝置(부스터펌프)를 適用하고자 하는 傾向이 크게 대두되고 있다.

부스터펌프 장치는 그동안 호텔 등 고급 건축물에 주로 使用되어 왔으며, 사무소건물, 工場 등에서 고가수조에 의한 重力式 급수방식으로는 水壓이 부족한 계통에 部分的 加壓장치로 사용되거나, 소규모 공동주택(고급빌라) 등의 급수 가압장치로도 活用되어 왔다.

그러나 최근 대규모 공동주택 또는 고층·초고층 일반건축물을 대상으로 그 응용가능성에 대한 관심이 고조되고 있는데, 그 이유는 다음과 같은 배경을 들 수 있을 것이다.

첫째, 生活水準의 向上으로 快適水壓에 대한 요구가 높아지고 있고 특히 공동주택 입주자중 上層部 世帯에서는 水壓不足으로 인한 민원의 발생이 급증하고 있다. 둘째, 고가수조에서의 수질오염에 의한 위생

상의 문제점을 제거할 수 있으며, 주기적인 탱크청소 등 관리상의 번거로움이 없어진다.

셋째, 고가수조방식에 비해 初期투자비용이 낮아지므로 건설원가 절감을 기대할 수 있다.

넷째, 政府, 지방자치단체 등의 건축심의 과정에서 아름다운 도시미관을 조성하기 위해 대상건축물의 외관(Sky Line)과 주변경관과의 조화를 강조하고 있다. 이에 옥탑물탱크를 제거함으로써 건축설계상의 自由度를 높일 수 있고 나아가 高度제한·斜線 제한 등 건축규제를 피할 수 있으며 高地價에 대응하여 事業성을 극대화 할 수 있다.

本稿에서는 加壓급수장치의 전반에 관해 개략적인 內容을 살펴보고 설계(선정)에 있어서의 고려사항에 대해 論하기로 한다.

참고로 급수설비에 있어서 日本의 기술발전과정 및 우리나라의 年代別 급수설비의 변천과정을 표 1과 표 2에 정리해 보았다.

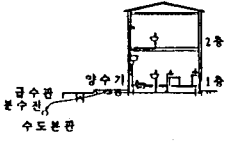
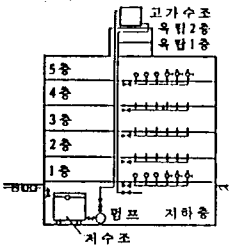
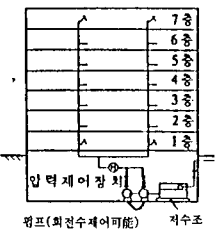
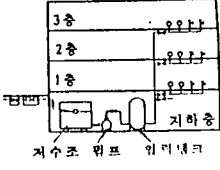
표 1 급수방식의 기술적 발전과정(日本)

년도	일반동향	배관재료의 동향	시스템의 발전	공기조화· 위생공학회의 동향	비고
1965	<ul style="list-style-type: none"> · 초고층건축의 건설 · 급수관의 赤水문제 · 수자원의 유효활용 	<ul style="list-style-type: none"> · 아연도강관 · 경질염화비닐관 · 폴리에틸렌관 · 동관(호텔등) · 경질염화비닐 라이닝 강관 	<ul style="list-style-type: none"> · FRP수조 · 원격검침식 量水器 	<ul style="list-style-type: none"> · 급배수설비기준의 작성(HASS206-1967) 	
1970	<ul style="list-style-type: none"> · 빌딩관리법의 규정 · tri halo methane의 발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 피복 동관 	<ul style="list-style-type: none"> · 중수(中水) 설비 · 판넬형 水槽 · 배관의 腐蝕대책 · 節水形기구 · 정수기(淨水器) 		
1975	<ul style="list-style-type: none"> · 급수배수설비 기준의 제정 (건설성告示) · 簡易專用수도에 관한 제정 	<ul style="list-style-type: none"> · 폴리에틸렌 라이닝 강관 · 管端防蝕코아 		<ul style="list-style-type: none"> · 급배수설비기준의 개정(HASS206-1976) 	
1980	<ul style="list-style-type: none"> · 급배수설비 기준의 개정 · 내구성 향상 최신 기술(건설성) · 냉각탑 레지 오닐라병 · 「좋은 물」 연구회 · FRP수조의 藻類발생 	<ul style="list-style-type: none"> · 일반배관용 스텐레스 강관 · 스텐레스관 메카 니칼이음 · 管端防蝕이음 · 석면시멘트관, 	<ul style="list-style-type: none"> · 管更生공법 · 耐震대책 · booster pump의 증가 	<ul style="list-style-type: none"> · 대기압식 vacuum breaker(HASS211) · 설비내진설계시공 지침 · 급배수설비기준의 개정(HASS206-1982) 	
1985	<ul style="list-style-type: none"> · 高壓급수법연구 · 簡易專用수도의 일부 개정 		<ul style="list-style-type: none"> · 잔류염소 감시제어 · bladder식 고가 탱크(축압탱크) 	<ul style="list-style-type: none"> · 동결방지지침 · 우수(雨水)이용 매뉴얼 · 수질문제 소위원회 · 압력식 vacuum breaker(HASS215) · 급수·급탕설비의 계측 시스템 연구위원회 · 저수조용량에 관한 연구위원회 	

표 2 급수방식의 기술적 동향(韓國)

년도	일 반 동 향	배관재료의 동향	시스템 · 기기	학 회 동 향
1965		· 아연도 강관	· 철판제탱크	
1975		· 동관 · 경질염화 비닐관		
1980		· 일반배관용 stainless 강관 · 경질염화비닐 라이닝 강관	· FRP수조	
1985	· 급수설비 기준의 제정(서울시告示) · 초고층건축의 건설	· stainless 강관 molco joint · APT의 일반강관 사용규제	· SMC 수조 · SUS 제 조립식 판넬수조 · 배관의 부식대책 · 절수형 기구 · 淨水器 · UBR	
1990	· 中水설비	· stainless 강관 mechanical joint	· 원격검침식 量水器 · booster pump 의 적용시도	

2. 급수 방식의 일반적 비교

	수도 직결 방식	고가수조 방식	부스터 펌프 방식	압력탱크 방식
개 념 도				
개 요	<ul style="list-style-type: none"> · 수도본관에서 직접 급수한다. · 2층 건물까지의 단독 주택은 거의 이 방식이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · pent house 등 건물의 옥상에 수조를 설치하여 重力에 의해 급수한다. · 초고층 아파트의 경우에는 중간 수조 등을 설치하여 저층부의 수압을 조절한다. · 고층빌딩에서 많이 사용되고 있다. · 기존의 아파트급수방식 	<ul style="list-style-type: none"> · 펌프운전에 의해 직접 급수한다. · 고가수조를 설치하지 않는 초고층 아파트에 사용되고 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 압력탱크에 가압펌프로 급수를 注入하여 탱크의 공기에 의한 압력으로 급수한다. · 보수, 관리가 항상 필요하다. · 소규모의 집합주택에서 사용되는 경우가 있다.
설 비 조 작	<ul style="list-style-type: none"> · 기계설비를 필요로 하지 않으므로 조작이 간단하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 저수조 및 고가수조의 2개 수조를 필요로 한다. · 조작은 양수(揚水) 펌프의 on-off제어로 간단하다. · 상층부 수압부족으로 인한 문제가 많이 발생한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 설치는 복잡하나 완전 자동제어되므로 운전 조작은 간단하게 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 대형의 압력수조가 필요하므로 설비가 복잡하다. · 조작은 압력탱크의 on-off제어로 하게 되므로 간단하다.
급 수 압 력 변 화	<ul style="list-style-type: none"> · 給水본관의 급수압력 변화에 직접 영향을 받는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 靜水頭壓力은 일정하다. · 重力式이기 때문에 하층부에서는 수압이 높고 상층부에서는 낮게 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 수압제어장치를 설치함으로써 안정되어 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 압력수조의 압력이 변화하기 때문에 불안정하다.

	수도 직결 방식	고가수조 방식	부스터 펌프 방식	압력 탱크 방식
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 위생관리, 유지관리상 가장 바람직한 방식이다. · 건설비가 저렴하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 거의 일정한 수압으로 확실하게 급수가 가능하다. · 수도직결 방식 이외의 방식중에서는 가장 에너지 운전비가 작게 된다. · 단수, 단전, 펌프의 고장시에도(고가수조 보유수량만큼의) 급수공급이 가능하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 수도직결방식을 제외한 他방식중에서는 장비설치공간이 가장 작고, 시공도 간단하다. · 가변속펌프채용이나, 적절한 대수분할, 말단압력제어 등으로 에너지 절약이 가능하다. · 가변속펌프에서는 급수압력 변동이 훨씬 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 고압을 쉽게 얻을 수 있다. · 부스터펌프방식보다 제어가 비교적 간단하다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 수도의 본관수압에 직접영향을 받는다.(지역, 시간, 계절에 따라 수압이 변한다) · 인입관 공사분담금, 기본요금 등은 인입관경이 커짐에 따라 증가하게 되며 인입관경의 크기도 수도공급자에 의해 제약을 받는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 저수조 · 고가수조의 수질관리 · 청소가 필요하다. · 저수조, 고가수조의 설치공간이 필요하다. · 옥외에 설치된 고가수조의 경우에는 수온의 변화 · 동결 · 먼지 등의 침입으로 비위생적이다. · 고가수조로부터 수직높이 10m이내, 즉 아파트의 경우 상부 3~4개층, 일반건물의 경우에는 상부 2~3개층의 수압이 부족하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 급수부하 유량설계와 기기의 선정이 부적합하면 에너지의 낭비가 크게 된다. · 제어가 복잡하고 고장시 관리체제(A/S)를 고려할 필요가 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 급수압력의 변동이 크다. · 대형압력 수조의 설치공간이 필요하고 압력수조내의 防蝕처리가 필요하다. · bladder방식에는 bladder의 노화를 고려할 필요가 있다. · 급수중에 공기를 계속 보급해야하므로 주기적인 유지관리가 필요하다.

3. 건물의 급수부하

3.1 건물별 1일급수량의 변동

급배수 위생설비에 있어서 부하는 瞬時負荷와 時間負荷로 나누어진다. 瞬時負荷는 瞬時流量, 同時使用流量 등으로 불리우고 있으며, 時間負荷는 使用水量, 使用給湯量 등이라고도 한다.

瞬時負荷는 배관설계외에 부스터펌프유니트나 순간탕비기의 설계 등에 이용되며 시간부하는 각종 탱크류의 설계에 이용된다.

1秒-1分の 시간단위로 발생하는 流量이 瞬時値이고 이를 時間단위로 적산한 것이 時間負荷이다.

부하변동의 원인으로서는 건물별 · 용도별 · 기구별 · 시간대별 · 일별 · 계절별 · 성별 · 연령

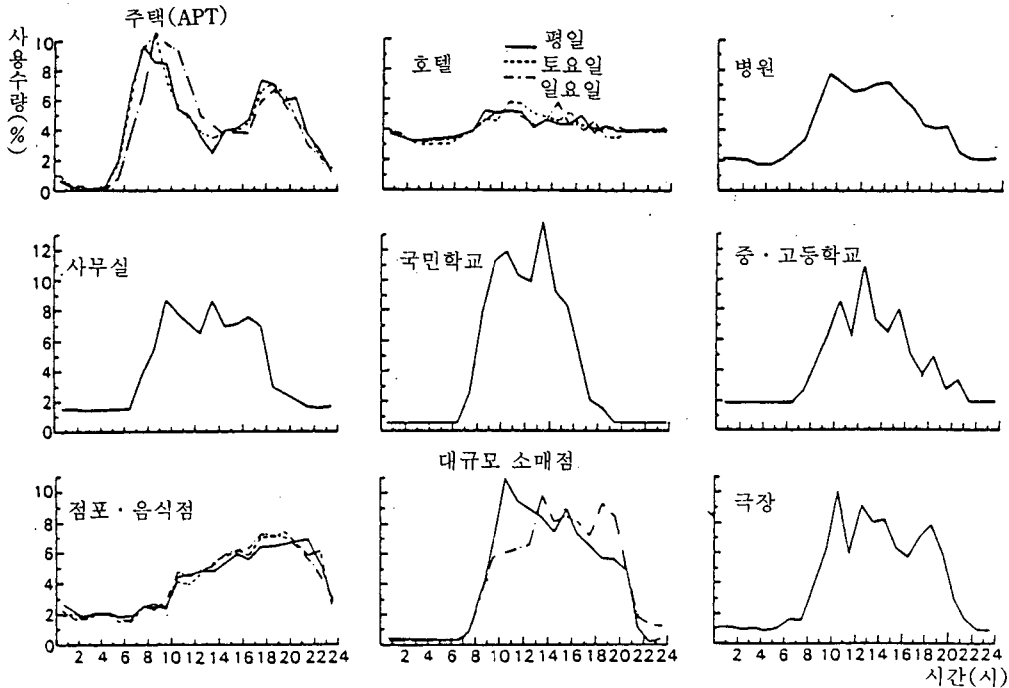


그림 1 건물用途別 給水負荷 形態
(일본 건축학회편 “건물과 給水の layout 1984”)

별·지역별이나 생활습관의 차이, 시스템 등의 성능을 들 수 있다. 각종 건물의 1일 급수량 변동의 특징을 그림 1에 나타낸다.

3.2 給水負荷決定의 기본요령

급수설비의 설계부하를 결정하기 위해서는 부하의 변동특성을 이해하고, 시스템의 경제적인 측면을 충분히 고려하여, 극단적인 현상을 제외하고 최적 또는 최대부하를 확률적으로 예측하는 것이 기본요령이다.

이를 위해서는 변동요인에 따른 給水量的의 사용형태를 알고 待期行列理論 등을 사용한 모델을 작성하여 검토하게 되는 데,

부하를 산정하는 기초데이터(DATA)로서는 다음의 9가지 항목이 필요하다.

- ① 인원수(남녀노소별)의 시간적·공간적 변동특성
- ② 器具를 사용하는 사람의 도착확률의 분포 및 평균치 또는 기구의 사용빈도
- ③ 器具사용시간의 분포와 사용빈도

- ④ 급수 또는 급탕의 사용빈도의 분포와 평균치
 - ⑤ 급수 또는 급탕의 사용시간의 분포와 평균치
 - ⑥ 列을 지어 기다리는 현상의 고려 여부(待期行列)
 - ⑦ 기구의 吐出(압력-유량) 특성
 - ⑧ 배관계의 압력 및 유량의 변동 특성. 흐름 상태
 - ⑨ 수온과 수질의 변동특성
- 아울러, 이러한 데이터(DATA)를 조합하여, 시스템 전체에서의 물 사용 형태의 분류와 그 작업 내용을 이해하는 것이 필요하다.

3.3 급수부하의 변동특성검토

급수부하 변동의 특성과 피.크(PEAK) 부하를 고려하는 방법을 그림 2에 나타낸다.

1) 時間的 檢討

- ① 유지관리 목적

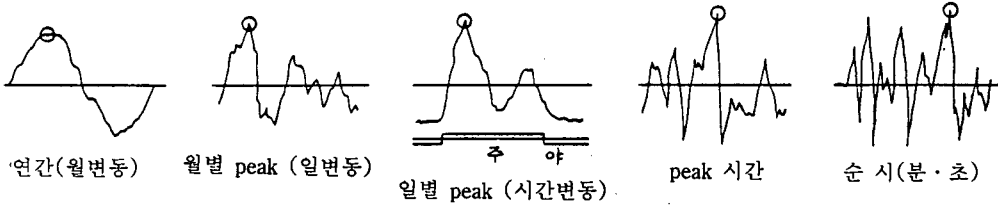


그림 2 負荷變動의 特性

豫算立案, 水道計劃(요금) 등...經年 사용량 변화, 年間(총량 평균), 月間(peak 월의)

節水 대책. 누수의 점검 등...매일, 주간/야간별(총량)

② 설계목적

저수조...매일, 주간/야간별(총량)

처리장치. 재이용장치 등 고가수조. 저탕조 등...매일, 주간/야간별(총량) (또는 매시)

펌프(압력탱크가 큰 경우)...매시(또는 30분마다, 15분마다)

펌프(압력탱크가 작거나 없는 경우)...15분마다(또는 5분마다, 매분마다)

관경(일반기구, 正常流)...매분

(싱크·세면기등)...10~30초

(급수전).....5초(最短時間間隔)

2) 用途別 檢討

① 유지관리목적

건물전체(地域·團地 등을 포함)...변동형태, 총량, 변동량

계통별(市水와 井水, 음료수와 세정수, 급수와 급탕, 처리수등)...총량, 변동량

(세대별, 층별, zone등)...총량, 변동량

(호텔의 객실부와 연회장 부분등)...총량, 변동량

(일반용도: 세면, 수세, 용변, 입욕, 청소 등)...총량, 변동량

(특수용도: 치료, 실험, 생산, 급식, 오락 용 등)...총량, 변동량

② 설계목적-기구별(기구의 사용형태, 빈도와 시간, 급수부하: 총량과 변동량)

3.4 급수부하 설계법

1) 지금까지 이용되거나 또는 제안되고 있는 급수(급탕) 부하설계법을 표 3에 나타낸다.

2) 그림 3은 같은 기구수라고 하여도 건물의 규모와 용도에 따라 부하가 달라지는 것을

표 3 부하설계의 방법

급수설계 ¹⁾	급탕설계 ²⁾	비 고
<ul style="list-style-type: none"> 부하 단위에 의한 방법 (hunter법) 기구별 사용량 1일 1인 사용량 DAWSON등의 방법 복합확률에 의한 방법 (HASS 206-1976) simulation법 확률법 	<ul style="list-style-type: none"> 부하단위에 의한 방법 (ASHRAE GUIDE '70) 기구별 사용량 건물별 급탕량 	<p>주 1) 급수설계는 이외에 영국의 經驗法·복합원단위법(MAVER), 확률법(WISE), POISSON확률법(WEBSTER), 독일의 平方根法 등이 있다.</p> <p>2) 급탕설계는 이외에 몇 가지의 제안이 CARSON에 의해 소개되고 있다.</p>

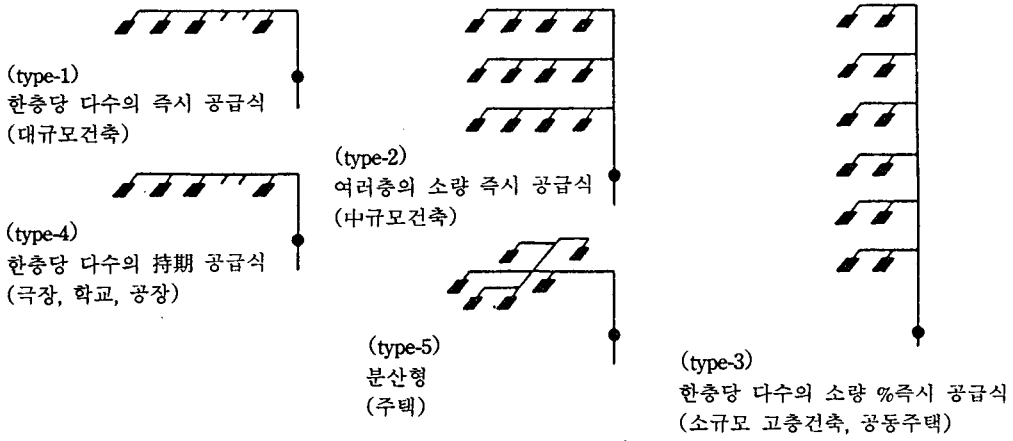


그림 3 同時 使用 水量의 비교

개념적으로 나타낸 것이다. 복합용도의 건물이나 지역개발 계획의 경우에는 같은 용도등으로 구분하여 부하를 정확하게 산정함과 동시에 다른 용도의 조합에 따라 피-크(peak)가 과대하게 되지 않도록 고려하여야 할 것이다.

표 5 건물용도별 최고 사용압력

건 물 용 도	최고사용압력(kg/cm ² G)
공동주택, 아파트	3~4
호텔·숙박시설	3~4
사무실·기타	4~5

* 개인 주택의 경우에는 2kg/cm²이하가 적당

4. 급수의 필요압력

4.1 급수압력의 설계기준

표 4 급수의 최저 필요 압력

기 구 명		필요압력 (kg/cm ² G)
일반수전		0.3
통합수전		0.5
대변기(flush valve)		0.7
대변기(저압용)		0.4
siphon vortex 변기		0.7
온수세정식 변기		0.5
순간탕비기 (비례제어식)	샤워(thermostat)	0.7~1.2
	샤워(single lever)	0.8
	샤워(mixing)	0.7~0.9
	샤워(2-valve)	0.1~0.8
	혼합수전	0.7
일반수전		0.5
샤 워		0.5
정수워밸브		0.3~0.5

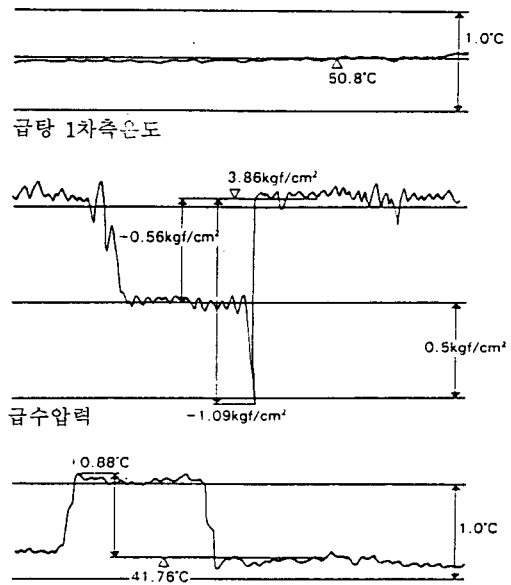
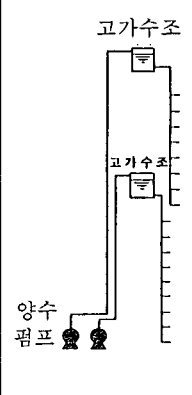
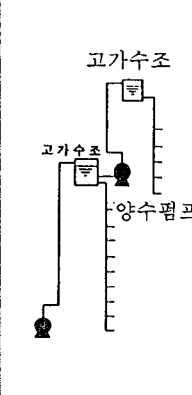
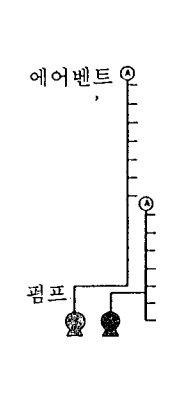
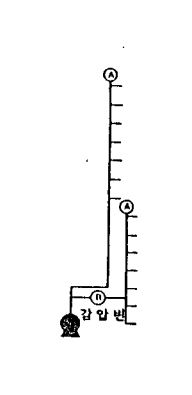
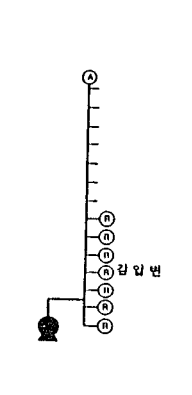


그림 4 급수압력변동에 따른 및 급탕온도의 변화 실측 예

4.2 급수압력을 고려한 zoning방식과 제어특성

	중간수조에 의한 zoning (고가수조방식에서의 예)		펌프직송에 의한 zoning 방식 (부스터펌프방식에서의 예)		
	竝列 揚水 방식	2段 揚水 방식	펌프 분리 방식	主管감압밸브 방식	각층 감압밸브 방식
개 념 도					
적용 건물	<ul style="list-style-type: none"> · 사무소, 호텔 등의 일반건물에 많다. · 竝列揚水방식이 일반적이다. 		<ul style="list-style-type: none"> · 사무소등의 일반 건물에서는 主管감압밸브 방식이 일반적이다. · 공동주택에는 각 세대 감압밸브 방식도 사용된다. 		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 수압이 일정하다. · 감압밸브 방식에 비해 에너지 절약이 가능 		<ul style="list-style-type: none"> · 감압밸브가 고장나면 높은 수압이 기구에 작용하여 파손사고가 발생할 우려가 있다. · 감압밸브의 유지관리가 필요하다. 		
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 중간수조실, 양수펌프 등이 필요하다. · zoning을 細分하는 것은 곤란하다. 		<ul style="list-style-type: none"> · 수조, 펌프 등을 필요로 하지 않고 설치공간, 건축비의 절감이 가능하다. · 각층 감압밸브 방식으로 zoning의 細分化 가능. 		

4.3 급수압력 변동에 따른 문제

급수압력 변동으로 인하여 급탕온도의 변동도 문제가 되고 있다. 호텔이나 집합주택등에서 다른 급수기구의 사용등에 따른 압력변화에 의해 샤워의 온도등이 급격히 변화하는 예가 있는데 (그림 4), 심한 경우에는 熱傷사고를 일으키는 예가 보고 되고 있다. 시스템상으로는 급수와 급탕의 압력을 항상 같게하는 방법으로 고려하여야 하나 충분히 만족스럽지 못한경우가 많다. 末端의 혼합수전에 압력조정기구를 조합한 제품도 판매되고 있으나 용도, 사용조건에 따라 적합한 성능을 얻을 수 있는 혼합수전의 개발 및 성능평가법의 확립이 요구된다.

5. 급수 배관의 선정

급수계통에서는 유량, 수압등의 설계치를 휘드백(feed back)시켜 펌프의 운전을 제어하거나 미리설정된 定流量밸브를 설치하여 피크컷트(peak cut)를 하도록 하는 설계도 생각될 수 있다.

급수시스템의 배관 설계에 있어서도 종래에는 변동을 고려하지 않고 피-크(peak)만을 생각하는 개략적인 방법이 주로 사용되어 왔으나, 일반적으로 이와같은 피-크(peak)치가 나타나는 확률은 아주 작기 때문에 설계관경보다 훨씬 작은 부하로 되고 있는것이다. 그러므로 경우에 따라서는 배관 관경 선정에 있어서 過大설계를

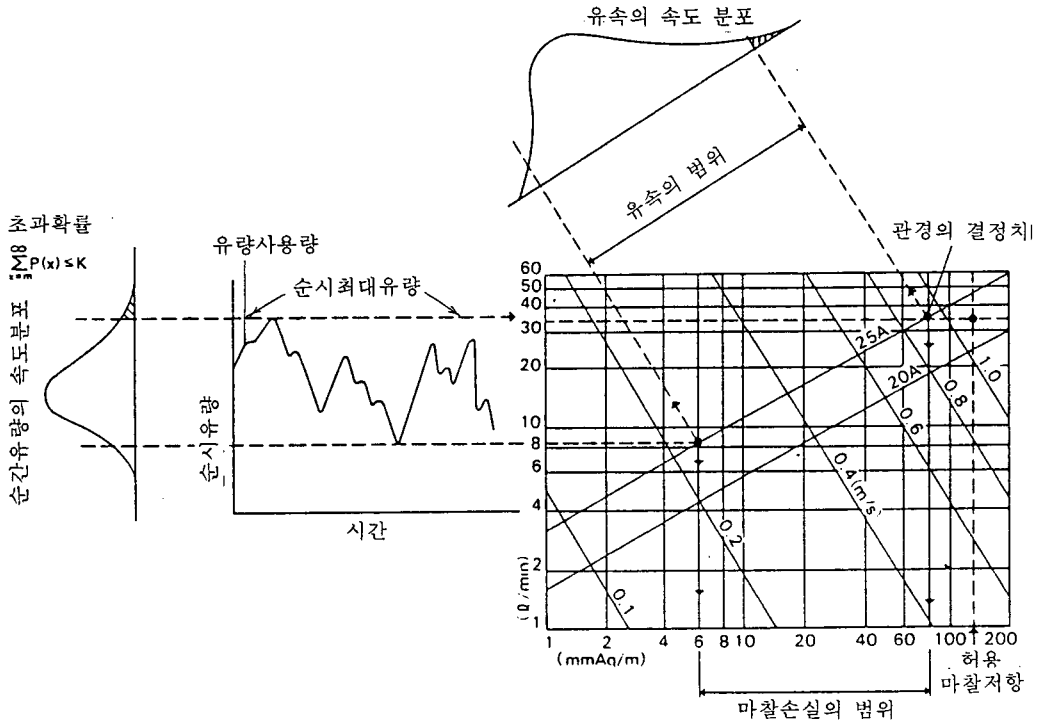


그림 5 給水負荷測定의 목표와 내용의 파악

초래함으로써 비경제적인 시스템으로 되는 때가 많다. 그림 5는 부하의 상태와 배관설계와의 관계를 나타낸 것이다. 加壓送水하고 있는 급수시스템에서는 瞬時부하를 기준하고 器具의 同時使用을 고려한다.

6. 가압급수장치(부스터펌프)의 설계 (선정) 순서 및 고려사항

1) 건축물의 개요 파악

건축물의 용도, 면적, 층수(높이), 급수인원, 급수사용상황(패턴), 급수전의 위치, 수량, 위생 기구의 형식 등.

2) 급수 zone의 구획

급수압력에 따른 계통(수평, 수직)분할 및 급수主管別 구획.

감압밸브의 위치 및 담당계통, 펌프 zone의 구획.

3) 급수 zone別 유량算定

各 급수 主管 및 펌프 zone에 대한 순시 최대 부하 算定.

부하변동패턴 및 부하조건에 따른 사용시간 예측

4) 급수배관 관경 및 감압밸브 선정

순시 최대부하, 부하변동패턴 및 사용시간 등을 종합적으로 고려하여 급수主管, 分岐管 등의 관경계산 및 감압밸브 선정

5) 펌프 zone別 유량, 양정결정 및 용량분할

기구필요급수압력, 정수두, 배관저항, 부스터 펌프 장치손실 등을 고려하여 필요양정을 결정. 순시 최대부하 및 부하변동조건을 충분히 고려하여 펌프시스템의 유량결정 및 lead pump와 lag pump의 대수, 용량 분할선정.

6) 부스터펌프의 형식, 구성부품, 제어방식 등의 결정

(1) pump의 대수, 용량(유량 및 양정), 전동기용량

pump의 형식(type), 성능기준(flat/steep head curve 특성), 운전범위, 효율기준.

(2) lead pump와 lag pump의 결정

- (3) priority alternation 기능의 구비 여부
 - (4) 고장시 대책을 위한 예비펌프의 대수
 - (5) 압력조정기구의 채택여부
 - (6) 대수제어를 위한 감지방법 선택(유량감지/압력감지/전류감지)
 - (7) inverter control의 채용여부
 - (8) thermal relief 장치의 채택여부
 - (9) no-flow shut down tank의 용량 및 압력 조건
 - (10) manifold(header)의 sizing
 - (11) control panel의 기능(안전장치, 표시기능, 조작기능)
 - (12) 프로그램 제어기능의 채택여부
 - (13) remote control 및 감시제어, 운전기록 기능여부
 - (14) 토출압력변경(추정말단압력 일정) 제어 기능의 고려여부
- 7) 부스터펌프의 구매시방 작성

부스터펌프의 시험방법, 구성부품의 품질등급, 안전장치의 종류, work scope(부스터펌프 제조업자의 업무범위), 시스템 품질보증 방법, spare part(예비품) list 등을 포함하여 상세히 작성.

7. 가압급수장치의 종류와 제어방식(표 6참조)

8. 가압급수장치 적용의 경제성

booster pump system의 경제성을 검토 할때는 초기 설치비 뿐만아니라 운전동력비, 유지보수 및 관리비 등을 모두 고려한, 제품의 수명기간 동안의 총비용인 life cycle cost를 기준으로 비교하여야 한다. 왜냐하면 life cycle cost의 대부분은 운전동력비로 구성되며 특히 에너지 비용(전기요금)은 계속 증가 할 것이라고 예측되기 때문이다. 또한 유지보수비용이나 때로는 고장에 따른 계산 불가능한 손실도 상당히 크게 될 수 있는 것이다.

초기 설치비용은 1회성의 비용으로서 전체비용, 즉 LCC의 관점에서 본다면 그 중요성은 副次的인 것이라 할 수 있다. 부스터펌프 시스템은

펌프, 전동기, 밸브, 배관, 제어장치, 제어판넬 등을 단순히 한데 모아놓은 장치가 아니라, 각 구성부품들이 연결, 組合되고, 서로 作用해서, 시스템에서 필요로 하는 여러 조건에 대응하여 고효율로 운전되어야 하며 부품의 신뢰성이 높아야하고 안정된 제어성능을 유지할 뿐만아니라 어떠한 경우라도 항상 안전성이 확보되도록 설계 제작되어야 하는 것이다.

그러므로 부스터펌프 시스템을 평가 하는데는 어떤 부품으로 구성되며 어떻게 작동되는가 하는 운전기능과 함께 구체적으로 부품 하나 하나의 성능과 品質, 내구성 등이 어떠한가를 비교하는 것이 매우 중요한 것이다.

다음 8.1~8.4까지 몇가지 경우에 대해 고가수조방식과 부스터펌프방식의 초기투자비를 비교산해 보았다.

또, 표 7은 부스터펌프의 각종 제어 방식에 따라 운전비를 이론적으로 simulation계산한 결과이다.

표 6 가압급수장치의 종류와 제어방식

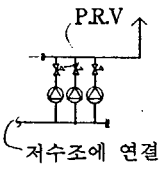
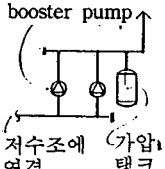
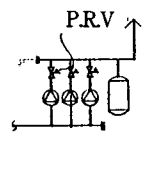
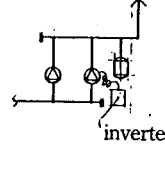
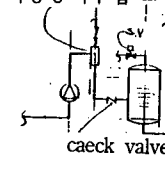
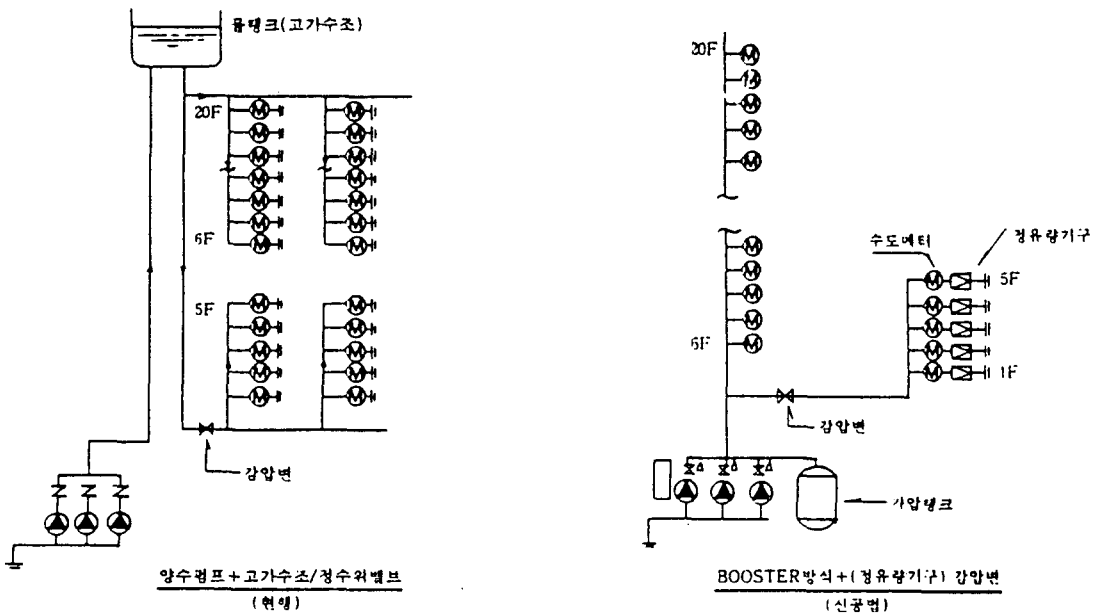
방식 항목	tankless방식	diaphragm식 가압탱크방식			압력탱크방식
제어방식	압력조절밸브방식	압력변동허용방식	압력조절밸브방식	inverter제어방식	공기가압식
diagram	 저수조에 연결	 저수조에 가압 탱크 연결		 inverter	 자동공기주입 tank caeck valve
제어기기	• prss, switch	• 압력탱크(대형) • press. switch	• 압력탱크 • P. R. V • L. S. R(전류부하 감지기)	• 압력탱크(소형) • inverter controller • press. transmitter	• 압력탱크(대형) • P. R. V • 복잡한 空/電 control system
작동원리	• press. switch에 의한 제어장치에 의해 on-off/step제어	• press. switch에 의한 기동정지	• press. switch에 의한 lead pump이 기동정지 • L, S, R에 의한 pump의 step제어	• press. transmitter에 의한 펌프의 회전수제어	• Press. Switch에 의한 기동정지
급수압력	• 거의 일정 (설정압력 3%)	• 압력변동 (1~2kg/cm ² G)	• 거의 일정 (설정압력 3%)	• 일정 (설정압력 1%)	• 압력변동 (설정압력 0.3kg/cm ²)
장 점	• 설치면적이 최소	• 부스터펌프방식 중에서는 설비비가 저렴하다.	• 급수압력이 거의 일정하다	• 급수압력이 일정하다. • P. R. V를 사용하지 않으므로 동력비가 절감된다. • inverter채용으로 운전비가 대폭 절감되어 life cycle cost면에서 유리 • 과도현상이 없이 안정운전 • 팽창탱크의 소형화로 제품의 compact화 • 말단압력제어 방식 채택시 동력비 대폭절감	
단 점	• 최소유량을 확보하기 위하여 pump가 계속 운전되므로 에너지 소비가 가장 크다.	• 급수압력 변동이 심하다. • performance curve가 steep curve 일때 P.R.V를 설치하지 않으면 급격한 압력변동으로 사용불가 • press switch(or flow S/W) 방식의 제어 정밀도에 한계가 있으므로 펌프 여러대의 대수분할이 곤란(2~3대이내)	• P.R.V에 의한 압력손실이 0.5kg/cm ² G 정도이며 이에따른 동력손실이 있다. • 제어회로가 비교적 복잡하다.	• 설비비가 P.R.V 방식에 비해 약간 비싸다. • 전자제어장치이므로 고신뢰성 제품을 사용하여야 한다.	• 탱크용량이 매우 크다. • 탱크의 부식으로 인한 적수현상 우려 • 공기 가압방식이므로 제어회로가 복잡하여 구성부품이 많아 고장율이 높다. • short cycle현상에 의하여 전동기의 소손 및 동력낭비가 심하다. • air혼입 • 공기배출시 고주파 소음 • check밸브이상시 신뢰성이 없다.

표 7 Simulation에 의한 이론적 계산결과(500호, 14F)

	부스터펌프					고가수조
100,000 (KWH/년)						
50,000	82,090 170%	65,782 138%	61,030 128%	59,069 124%	51,458 108%	47,543 99.7%
						47,690 100%
펌프 분할	100% × 1	50% × 2	33% × 3	50% × 2	+ 저유량	100
압력 제어	出口壓一定			出口壓	末端壓一定	
전력 제어	VS모터방식(過電流)			인버터방식		

8.1 한양 A.P.T(산곡 7차 APT 기준)



한양 A.P.T(산곡 7차 APT 기준)

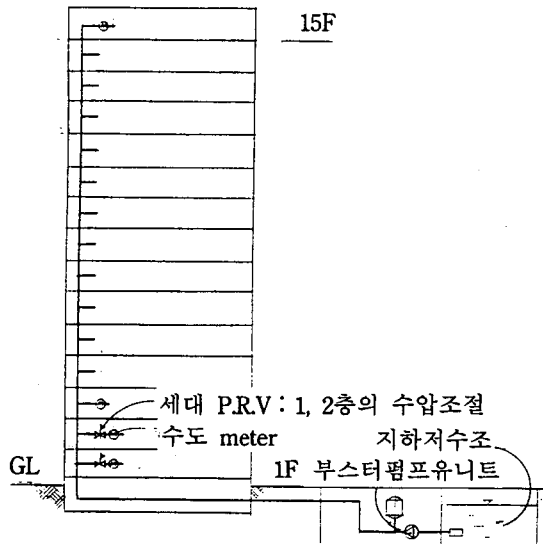
비교항목 \ 급수방식	고가수조방식(현행)	급수가압방식(신공법)	비 고
건축공사비	15,987,592	584,192	총 절감액 : 22,159,466 평당절감액 : 2,188,000
기계(자동제어포함)	37,782,411	31,026,345	
계	53,770,003	31,610,537	
대비	100%	59%	

* 1991. 2. 한양사보에서 발췌. Page 37

8.2 J시 W건설 아파트

(단위 : 원)

비교항목 \ 급수방식	고가수조방식(현행)	급수가압방식(신공법)	비 고
건축공사비	195,000,000	-	· 총 절감액 : 262,360,708 · 1,777세대기준 · booster pump 2-zone으로 설계
배관공사비	147,357,624	88,680,916	
FRP 고가수조비	81,184,000	-	
자동제어공사비	19,500,000	-	
급수펌프비	12,000,000	-	
booster 펌프	-	104,000,000	
계	455,041,624	194,680,916	
대비	100%	42.3%	



W아파트의 부스터펌프 배관 계통로(15층기준)

8.3 여의도 J빌딩

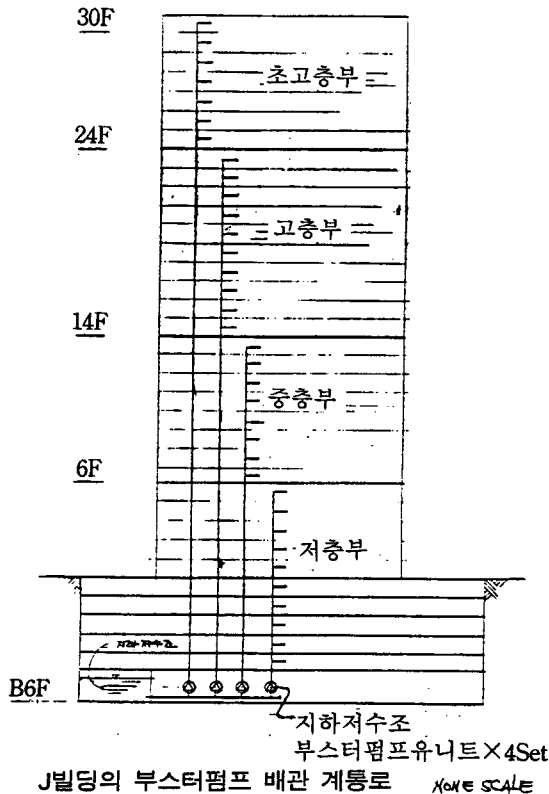
비교항목 \ 급수방식	고가수조방식(현행)	급수가압방식(신공법)	비 고
초기투자비	272,200,000	189,300,000	· BOOSTER PUMP와 고가수조는 4-ZONE으로 구성 고가수조는 FRP제품
증감	0	△82,900,000	
비율 (%)	100%	69.5	
운전비및유지관리비	52,053,000	44,900,000	
증감	0	△7,153,000	

* 4-zone : 초고층부, 고층부, 중층부, 저층부로 zoning.

8.4 강남 S의료원

비교항목 \ 급수방식	고가수조방식(현행)	급수가압방식(신공법)	비 고
초기투자비	125,490,000	121,000,000	· booster pump와 고가수조는 3-zone으로 구성
증감	0	△4,490,000	
비율 (%)	100%	96.4%	
운전비	29,000,000	33,434,000	
증감	0	3,534,000	

* 3-zone : 고층부, 중층부, 저층부로 zoning.



9. 앞으로의 과제

지금까지 booster pump를 이용한 급수가압설비의 개략을 살펴보았다.

從來의 重力式 급수설비의 설계와는 달리 加壓급수장치의 선정에 있어서는 급수부하의 변동상황을 상세하게 파악할 필요가 있으며 이러한 시스템설계의 정확성이 제어성능 및 연간운전동력비에 절대적인 영향을 미치게 되는 것이다.

그러나 국내현실을 살펴보면 아직 共同住宅 등의 급수사용량 실태조사나 순시유량 算定技法 등 기본적인 data와 설계법이 확립되어 있지 않으므로 이에 대한 對策이 시급한 형편이다.

또한, 부스터펌프의 기능, 신뢰성, 안전성 등을 확보하여 설비품질을 유지하기 위한 최소한의 제작기준의 제정이 필요하며, 설계(선정)단계에서 설비기술자가 보다 체계적으로 접근할 수 있는 설계(계획) manual의 작성도 바람직하다 생각된다.

또한, 부스터펌프 기술개발과 관련해서는 회전수제어(inverter)에 의한 에너지절약, 사용유량에 따라 토출압을 변경 설정하여 시스템 효율을 향상시킬 수 있는 제어논리 및 장치, 전자식제어장치, 부품의 신뢰성 향상을 위한 기술, 원격감시제어기술 등의 개발이 필요하며 이러한 기술의 국산화 개발을 시급히 이룩하기 위해 産·學·研 공동으로 더욱 합심 노력하여야 할 것이다.