

특별논단

상수도 공급의 절대 안전성을 보장한다

자원절감형 상수도 라인가압펌프 및 수충격방지 시스템

2014. 9. 1. 톨로우터크(주) 연구소

1. 개요

신도시 또는 지구단위 개발사업의 진행에 따라 신규로 건설되는 구역(이하, 신규급수지역'이라 칭함)의 상수도 공급을 위해 별도의 정수장을 새롭게 건설하는 것 보다는 기존에 존재하던 급수 구역(이하, '기존급수지역'이라 칭함)의 상수도 공급 시스템을 이용하는 것이 비용적인 측면에서 더 유리하다.

이의 공급방식으로는 저수조와 라인가압펌프를 이용한 저수조 가압 방식과 저수조를 사용하지 않는 라인가압 방식(직결 가압 방식)이 주류를 이루고 있다. 이 중에서 라인가압 방식이 펌프 입구측 흡입압력을 활용할 수 있어 에너지 절감측면에서 유리하고, 저수조를 설치하지 않아도 되는 이점과 깨끗한 수질을 유지할 수 있다는 점 등 여러 가지 장점을 가지고 있다. 그러나 이런 장점에도 불구하고 라인 가압 방식은 신규 급수지역의 증설로 인한 기존급수지역의 수압 부족과 물 사용량 피크 시간대 기존급수지역의 공급압력 저하로 인하여 발생하는 일시적인 급수 불량 등 민원발생의 소지가 많고 설계, 시공, 감리의 책임 문제 등으로 인하여 현실적으로 라인가압 방식이 적극적으로 활용되지 못하고 있으며, 대부분 저수조 가압 방식이 채택되고 있는 실정이다.

이에 따라 기술적인 검토와 보완을 통하여 라인가압 방식에서 대두되는 문제점을 해결하고, 에너지 절감 및 이산화탄소 배출 저감을 실현하여 녹색성장을 기반으로 하는 범국가적 경제 발전에 이바지 할 수 있는 '자원절감형 상수도 라인가압펌프·수충격 방지 시스템'을 제안하고자 한다.

2. 개발 배경

라인가압 방식의 효용성에도 불구하고, 행정중심복합도시의 상수도 공급에 있어 설계 자료의 검토단계에서 잔류수두를 이용한 라인가압 펌프시스템을 강력하게 주문하고 있으나 설계회사에서의 최종적인 추진방향은 행정중심복합도시의 '절대급수안정공급원칙'에 안전한 '저수조+가압펌프'방식을 고수하고 있다.

이에 그 문제점의 주요 안건이 급수 피크시간대의 수압부족으로 인해 안정공급에 차질이 빚어질까봐 안정성 차원에서 기존설계안을 고수하고 현재 저수조방식으로 공사가 진행 중에 있다.

'녹색시대와 서비스의 고효율화' 관점에서 라인가압방식에 의한 30~40%에 이르는 에너지 절감 외에 부수적으로 절약되는 구성요소의 절감 또한 대단히 커서, 자원절감형 상수도 라인가압펌프 수충격 방지 시스템의 개발은 중요하고도 시급하다 할 수 있다. 이에 연구개발의 필요성과 목적을 정리하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

① 상수도의 쾌적한 수압에 대한 욕구를 만족시키면서 에너지 절감을 비롯한 차원의 효율적 이용과 대기환경의 개선에 대한 국제적인 관심 및 정부의 합리적 에너지자원 정책에 부응.

② 상수도 라인가압은 1년 내내 운영하는 시설이면서 에너지 절감폭과 절감량이 커서 에너지이용 효율성과 지구 온난화가스 저감방안의 측면에서 국내뿐만 아니라 국제적으로도 긍정적인 평가를 받을 수 있는 분야임에도 실질적인 적용단계에서의 설계, 감리 입장에서 보면 피크시간대의 급수 압력부족에 따른 민원발생이 염려되어 적용을 꺼려왔던 게 사실인데 이의 기술적 해결은 꼭 필요한 기술개발 과제이다.

③ 상수도 라인가압은 동력절감에 따른 에너지

절약뿐만 아니라 저수조를 설치하지 않아도 됨으로서 얻어지는 토지의 효율적인 이용과, 저수조에서의 수질악화를 방지하여 상수도의 깨끗한 수질의 확보가 가능하므로 반드시 개발되어야 할 과제로 지적받아 왔다.

④ 본 연구개발의 모토가 된 행정중심복합도시의 상수도 공급방식에 있어서 이 시설은 이미 「라인가압」이 아닌 「저수조+가압펌프」방식으로 시공 중에 있다.

이에 기존 기술의 문제점 또는 대단지에 상수도를 공급하는 기반시설에서 절대공급안정성에 대한 리스크를 최소화하기 위해, 시공 중인 저수조 방식의 시설에 일부 배관이나 설비를 보완하면, 두 가지 중 어느 방식으로든 운전이 가능하므로 여기서 검증의 단계를 거치고 전국적인 프로젝트에 반영한다면 대단한 에너지 절감을 실현할 수 있을 것으로 기대되므로 정책적인 지원검토가 요청되고 있다.

⑤ 지금까지 라인가압에 대한 전국적인 실행이 가져올 효과에 대해 관련업계의 객관적이고 정량적으로 분석한 연구는 크게 미흡한 실정이다.

즉, 초기 투자비도 줄이면서 운전 중 에너지 절감폭이 50% 이상(라인가압방식은 30~40%+ 밀단 압력 일정제어 기술적용 시 20% 이상 추가 절감)에 이르고, 위생적으로도 안전한 라인가압에 대한 평가 연구는 매우 제한적이다.

3. 상수도 가압 방식을 선정할 때 고려 사항

상수도 급수시설은 평상시의 안정적인 급수는 물론, 사고시나 갈수기 등의 비상시에도 수요자의 생활에 현저한 지장을 주지 않을 정도의 안정성을 갖추어야 한다.

따라서 상수도 가압방식은 우선 급수대상지역의 급수패턴이나 급수량 및 지반고에 따른 급수구역 분할과 해당구역 배수지를 먼저 결정(급수구역의 조정)한다.

그 배수지와 가압펌프장간의 거리 및 지반고, 신규급수지역의 사용수량에 따른 배수지용량과 가압펌프용량의 상관관계에 따른 분할, 신규급수지역의 급수패턴과 수용기에 작용하는 수압, 관리의 효율성과 수충격 발생가능성을 포함한 안전성 확보 및 에너지절약운전방식의 도입 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다.

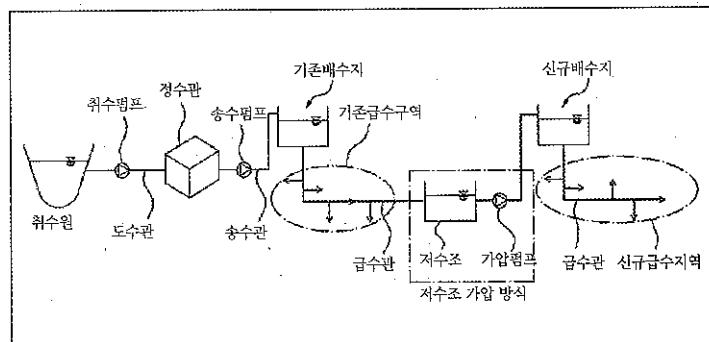
4. 상수도 가압 방식별 시스템 구성 및 운전 방법

(1) 저수조 가압 방식

저수조 가압 방식은 저수조와 가압펌프를 이용한 상수도 가압방식으로서, 상기 저수조 가압 방식에 따른 시스템 구성은 아래 [그림 1]과 같다.

[그림 1]로부터 알 수 있는 바와 같이 기존 급수지역의 상수도 공급 시스템은 취수원과, 취수펌프, 정수장, 가압펌프, 기존배수지를 포함하고, 기존 배수지로부터 급수관을 통하여 기존 급수지역에 급수가 이루어지게 된다.

[그림 1] 저수조 가압 방식 시스템 계통도



신규 급수지역의 급수를 위해서는 기존 급수지역의 송수관으로부터 가압라인을 분기 설치하고, 가압라인에 수조 및 가압펌프를 설치하여, 기존 급수지역의 급수관으로부터 물을 흡입 가압하여 신규배수지에 공급하고, 신규배수지에서 다시 급수관을 통하여 신규 급수지역에 급수를 수행한다.

이러한 저수조 가압 방식에 따르면, 신규급수지역의 상수도 급수압력을 안정적으로 유지시킬 수 있는 장점이 있으나, 기존 급수지역의 송수관을 따라 흐르는 물의 압력(이하, '흡입압력'이라 칭함)을 이용하지 못하여 신규 급수지역의 급수시 가압펌프 구동을 위한 에너지 낭비가 크다는 단점이 존재한다.

(2) 개선된 에너지 절약형 라인가압 방식

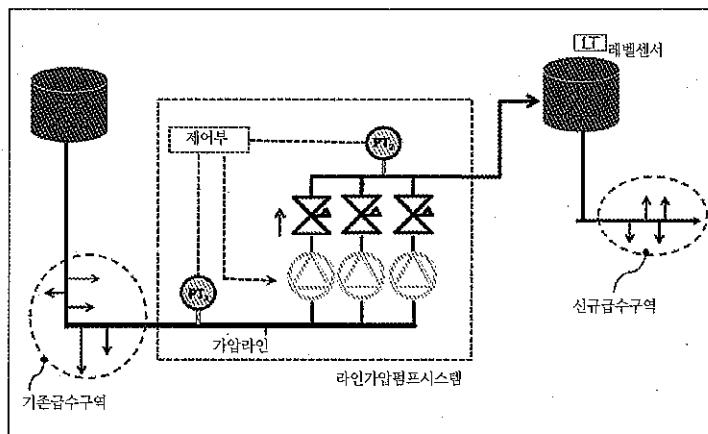
에너지 절약형 라인가압 방식은 종래 라인가압 방식의 문제점을 해결하기 위해 창안된 라인가압 방식으로서, 저수조 가압 방식에서와 같은 별도의 저수조를 구비하지 않는다.

기존 배수지와 신규 배수지 사이를 연결하는 가압라인에 라인가압펌프를 직결하여 가압하되, 기존 급수지역과 신규 급수지역의 상수도 공급압력과 수용기에서의 시간대별 물 사용량을 고려하여 라인가압펌프의 운전을 제어함으로써 기존의 라

인 가압 방식의 문제점인 수압부족 및 급수불량, 그리고 에너지 과다 사용 문제를 해결할 수 있는 개선된 상수도 가압 방식이다.

이러한 에너지 절약형 라인 가압 방식은 배수지 전용 라인가압펌프 시스템과, 배수지 및 중간지역 급수용 라인가압펌프 시스템으로 구

[그림 2] 배수지 전용 라인가압펌프 시스템 계통도



성할 수 있다.

1) 배수지 전용 라인가압펌프 시스템

[그림 2]로부터 할 수 있는 바와 같이, 배수지 전용 라인가압펌프 시스템에서는 기존 급수지역의 급수관으로부터 신규 배수지로 물을 이송하도록 가압라인이 분기 설치되고, 이 가압라인에는 기존 급수지역 급수관의 물을 신규 배수지까지 가압하는 라인가압펌프가 직결된다. 이와 같이 라인가압펌프 시스템에서는 별도의 수조가 설치되지 않는다.

이러한 라인가압펌프는 기존 급수지역 급수관의 압력을 흡입압력으로 이용하므로 펌프 양정이 줄어들어 에너지 절감 효과를 가져 온 가압라인에는 단일 라인가압펌프가 설치될 수도 있고, [그림 2]에서와 같이, 가압량 조절이 용이하도록 복수개의 라인가압펌프가 서로 병렬로 연결될 수도 있다.

한편, 라인가압펌프의 흡입과 토출 측에는 각각 제1, 2압력센서(PT1, PT2)를 설치하며, 제1압력센서(PT1)는 기존급수지역의 급수관으로부터 가압라인을 따라 분기되어 유입되는 흡입압력을 감지한다.

특정값 이상인 경우에만 가압이 발생하도록 라인가압펌프를 온오프하거나, 인버터에 의해 복수개의 라인가압펌프의 회전수를 제어하여 가압량을 조절한다.

제2압력센서(PT2)는 라인가압펌프에 의해 가압되는 이송압력을 감지하여 일정 범위를 유지되도록 라인가압펌프를 온오프하거나, 인버터에 의해 복수개의 라인가압펌프의 회전수를 제어하여 가압량을 조절한다.

라인가압펌프의 작동은 제어반에서 일괄 제어된다. 이미 언급한 바와 같이, 상수도 공급 시스템에서는 수용가에서의 물 사용량에 따라 라인가압펌프의 흡입압력이 변화하게 된다. 하루 중 출근 전 2시간과 퇴근 후 2시간, 즉, 06시부터 08시 사이, 그리고 19시부터 21시 사이(이하, ‘피크시간대’)에 물 사용량이 최대이다.

따라서, 제어반에서는 하루 중 물 사용량이 가장 많은 시간대에 기존 급수지역의 공급압력을 안정 범위로 유지시킬 수 있도록 피크시간대에는 라인가압펌프를 일시 정지시키거나 가압량을 줄이고, 추가적으로 제1압력센서(PT1)와 제2압력센서(PT2)로부터 전달된 압력값을 기초로 라인가압펌프의 작동을 제어하여 가압량을 조절한다.

구체적으로, 제어반은 내부에 RTC(Real Time Clock; 리얼타임클럭)가 내장되어, 실시간으로 시간을 체크하며, 미리 입력된 피크시간대가 되면 라인가압펌프의 가압량을 줄이거나, 작동을 일시 정지시켜 가압이 이루어지지 않도록 한다. <계속>