

생활배수 이용 중수처리 /소화용수 공급장치의 검토

생활배수를 이용하여 중수처리하고, 기존의 중수 공급배관과 소화용수 배관을 통합하는 중수처리 및 소화용수 공급장치에 대한 기술적 검토를 하고자 한다.

서언

국민 생활수준의 향상에 따라 거주환경에 대한 개선 욕구가 증가되고 있으며, 우리가 사용하는 물에 대한 수질개선은 전 국민의 관심사항으로 대두되고 있으나, 주변의 수질환경을 둘러보면 수질 오염문제가 날로 심각해지고 있으며, 좋은 물, 맛있는 물, 깨끗한 물을 공급받고자 하는 국민들의 욕구는 날로 증대되고 있는 실정이다.

생활하수, 다양한 공장폐수, 호수의 부영양화 현상, 농약류의 종류 및 사용량 증가 등으로 인하여 수질이 악화되어 가고 있으며, 산업폐기물도 하천과 지하수를 오염시키고 있는 실정이다. 또한 대기 중의 분진과 중금속 등도 산성비와 함께 하천을 오염시켜 사회적 문제로 대두되면서 일반인들의 수질에 대한 관심이 고조되어 가고 있다.

따라서, 기타의 건설설비 부분에서 기존의 방식과 다른 중수처리와 소화배관과의 통합배관으로 시공방식을 보완 또는 개선하고자, 생활배수를 이용한 중수처리 및 소화용수 배관과의 통합을 기술적으로 적용성, 안전성 등을 검토하여 시공비 절감과 환경을 개선하고 나아가 국가적인 예산절감을 도모하는 데 그 의미를 찾고자 한다.

국내외 기술동향

일본의 하수처리수 재이용 현황

조정식

한국건설기술연구원 그린빌딩연구실

cscho@kict.re.kr

일본은 1950년대부터 새로운 수자원 개발 및 절수대책으로서 하수 재이용기술의 개발이 시작되었다. 1970년경부터 건축물 내의 오수를 처리하여 재이용하는 움직임이 시작되었으며, 1987년에는 ‘물의 유효이용과 절수대책’을 마련하여 오배수의 재이용을 시행하고 있다. 재이용을 위한 원수로는 잡배수, 수세식 화장실 배수 등이고 냉각배수, 하수처리수 등도 이용되고 있다. 하수처리수의 재이용에 대해서는 일본건설성에서 ‘하수처리수 순환이용 기술지침’을 마련하고 있으며, 1999년 6월 새로운 전국 종합수자원계획 ‘Water Plan 21’을 수립하여, 갈수·지진 및 인구 유입에 따른 생활용수 부족해소 등을 위한 합리적인 물순환시스템 구축을 기본방향으로 제시하였고, 1999년 8월에는 ‘수자원백서’를 발표하여 댐건설은 물론 하수처리수의 재활용, 도서지역 내 해수의 담수화 시설도입 등을 시책으로 내놓았다.

일본에서의 용수 재이용은 주로 중수 재이용과 하수처리장 처리수의 재이용을 들 수 있다. 일본 북부와 남쪽의 오키나와 지방과 같이 물부족이 심각한 지역에서는 농업용수로의 재이용에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 하수처리장 처리수의 재이용은 특히 세척용수, 소방용수 및 수경용수로 이용하는 사례가 매년 증가하고 있으며, 대표적인 처리수 재이용 공정으로는 광역중수도 시스템의 개발을 들 수 있다.

중수도 시스템은 1965년에 처음 도입하였으며 1970년대부터 급증하기 시작하였다. 1980년대에는 1일 200톤 이상 물을 사용하는 고층빌딩의 중수도 설치를 의무화하였으며, 공업용수의 재이용율은 1960년대 중반에 36% 정도였으나, 1980년대 말에는 75%로 두 배로 증가하여 사용한 물의 75% 정도를 처리하여 재이용하고 있다. 공업용수의 재이용에는 광역중수도 시스템에서

공급하는 재이용수를 포함하고 있다.

미국의 하수처리수 재이용 현황

미국에서는 1960년대 후반 재이용 시스템이 처음 시도되었으며, 1992년을 기준으로 18개주에서 재이용 관련 법령을, 18개주에서 재이용과 관련된 가이드라인을 두고 있다. 일부 주에서는 재이용 시스템 설치를 연방법에 의무화하였으며 대부분 간접적인 재이용 방식을 취하고 있다.

미국에서의 용수 재이용은 주로 애리조나, 텍사스 등의 남서부 건조지역이나 플로리다, 캘리포니아와 같은 습윤지역에서 행해지고 있다. 플로리다주에서는 1977년 ‘배수 0’ 정책을 수립하고 1978년부터 재이용 시스템을 의무화하여 빌딩, 학교, 공원, 골프장 등을 포함한 약 7,000개 이상의 시설에서 재이용 시스템을 설치하여 처리수를 살수용수, 냉각탑 보급수, 화재보호용수 등의 용도로 사용하고 있다.

캘리포니아주의 경우 수자원의 자급률이 매우 낮아 대체 수자원의 개발에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 캘리포니아주 정부는 처리수의 재이용 용도별로 인체의 건강 측면을 고려한 수질기준을 정하여 시행하고 있으며, 또한 물을 절약할 때마다 일정액을 보상하는 등 제도적 뒷받침을 통해 재이용 시설의 보급을 권장하고 있다. 로스앤젤레스시에서는 하수처리수를 지하에 주입시켜 지하수원으로 재이용하고 있다.

전체 물 사용량의 상당 부분을 지하수에 의존하고 있는 오렌지카운티시는 양수량이 증가함에 따라 지하수의 수위가 저하하여 1965년에는 해수수위보다 낮아지는 사태가 발생하였다. 지하수위 저하는 해수가 침투하여 지하수 내의 염분농도가 높아져 지하수의 사용이 불가능해지는 문제를 해결하기 위해 하수처리수를 고도처리(응집/

침전, 모래여과, 활성탄흡착, 역삼투압 및 염소소독)한 후 지하에 보충하는 시스템을 도입하였다. 현재에는 하수처리수의 50% 이상을 처리하여 지하에 주입함으로써 지하수자원으로 재이용하고 있다.

국내의 기술동향

국내에서는 1991년 12월부터 중수도 제도를 수도법에 도입하여 물을 많이 사용하는 대형 건물이나 공장 등에 중수도 시설의 설치를 권장하여 왔다. 중수도의 보급확대를 위하여 설치자에게 '조세특례제한법'에 의해 중수도 설치비의 일정부분을 법인세 또는 소득세에서 공제하고, 중수도로 사용하는 수도물에 대하여는 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 수도요금의 일부를 감면해 주고 있다. 그러나, 생산원가보다 훨씬 낮은 수도요금 등으로 인하여 중수도 설치·운영의 경제성이 떨어지고 기존의 수도관과는 별도의 관을 설치해야 하는 등 여러 어려움을 겪고 있다.

하수처리수 재이용의 경우는 아직까지는 크게 보급되지 않고 있으며, 개정된 수도법에서는 물 사용량 600 m³/day 규모 이상의 신축건물에

대해서는 중수도 시설 설치를 의무화하고 있으며, 또한 개정된 하수도법에 하·폐수종말처리장 인가 시에 처리수 재이용 계획을 포함하도록 의무화하였다.

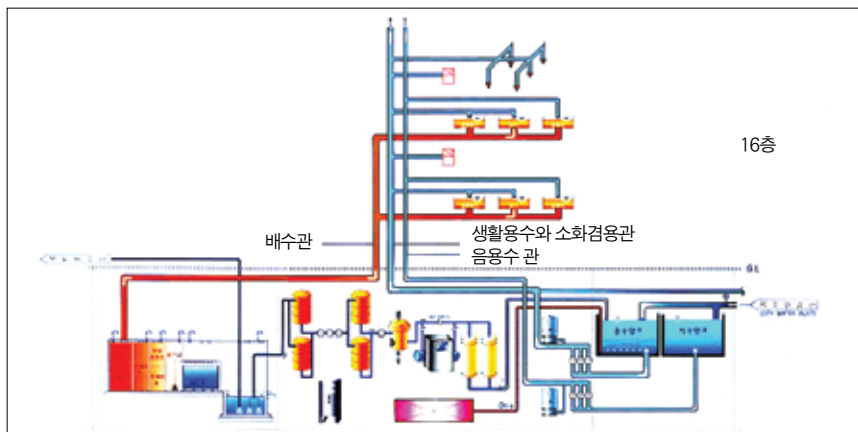
한편, 하수처리수 재이용 시설의 설치에 따른 지방자치단체의 부담을 해소시키기 위하여 하수처리수 재이용시설(고도처리시설, 방류관, 처리수 송수관, 저류조)에 대해서 지원과 함께 용수의 재이용과 관련하여 향후, 국내의 하수 및 폐수처리 기준은 더욱 엄격하게 될 것이다. 처리수의 재활용에 대한 기준과 정책적인 인센티브 도입이 강화되고, 재이용이 초기의 농업용수 및 중수 시스템에서 공업용수 및 음용수로까지 확대될 것으로 전망된다. 또한, 수질의 안정성 및 위생학적인 정성 확보에 대한 요구가 증대할 것이다.

생활배수 이용 중수처리 공급 장치의 특징

장치의 개요

1차 생물학적 처리장치

생활 배수를 이용한 중수처리 공급장치는 특수 가공한 목재를 이용한 발효칩의 1차 처리장치,



[그림 1] 중수처리 공급장치의 계통도

2차 고도중수처리장치, 그리고, 중수도배관과 소화배관을 별도로 시공하던 것을 하나의 배관으로 통합하여 공급하는 장치의 구성도를 보여주고 있다(그림 1 참조).

1차 처리조인 발효침은 특수 가공한 삼나무, 소나무 등의 목재를 활용하여 물리적 처리를 하는 목평정화제이다. 발효침을 충전한 고도처리조에 오수를 배수하면 고액분리가 행해져 BOD원이 발효침에 흡착된다. 이때 흡착된 SS, BOD원은 발효침에 생식하는 미생물에 의해 완전히 분해되어 오배수의 정화처리가 이루어진다. 목편발효침을 이용한 오수처리공법은 고액분리조/유량조정조/발효침조/방류조 순으로 단위공정을 구성된다. 목편발효침을 불규칙적으로 충전한 살수여상조에 오수를 간헐적으로 살수하여 오염물질과 미생물의 접촉이 원활하게 지속적으로 이루어지도록 하여 처리효율을 증가시킨다.

형성된 생물막은 영양물질과 세균, 균류, 원생동물, 후생동물이 혼합되어 존재하는 하나의 생태계이며, 이중 세균이 오염물질의 제거가 중요하다. 생물막에는 세균이 가장 많이 존재하며 이들은 주로 대사작용에 의해 유기성 탄소화합물을 탄산가스와 물로 분해시킨다.

오수가 목편 여재에 형성된 생물막 표면을 통과하면서 용존 유기물은 생물막 내로 확산되어 미생물에 의해 대사되며, 콜로이드상 유기물은 막표면에 흡착된 후 체외효소(Extracellular Enzyme)에 의해 용해되어 이용된다. 막표면 근처의 미생물은 유기물 농도가 높기 때문에 빠른 성장을 보이나 생물막 표면 아래쪽은 유기물이 부족한 상태이다. 용존산소 역시 생물막 내부로 확산되어 호기성 대사에 이용되는데 생물막이 두꺼워지면 표면에서 산소가 소모되므로 혐기성층은 표면의 호기성층과 발효침 표면 사이에 생기게 된다.

목편 여재에 형성된 생물막이 어느 정도 두꺼워져 유기물이 생물막 내부까지 들어가지 못하면 목편 표면 가까운 곳에서 매생물들이 내생호흡(Endogenous Respiration)을 하게 되므로 목편 여재와의 부착력을 상실하게 된다. 이때 오수가 생물막을 통과하여 목편으로부터 생물막의 탈리(slough off)가 일어나고 목편 표면에는 즉시 새로운 생물막이 형성된다.

2차 고도중수 처리장치

2차 처리조인 고도중수 처리조는 적당한 다공질 물질을 통하여 현탁물질을 제거하는 장치이다. 침전으로 제거되지 않은 미세입자의 제거를 위한 장치이며, 발효침에서 1차 처리한 원수를 다층으로 충전된 여과기 내부로 통수시켜 현탁물질을 여상표면에 퇴적시킴으로써 통상의 정수처리로 제거할 수 없는 현탁물질, 이온·비이온성 용해물, 폐놀류, 냄새 등의 제거에 적용한다. 설비에서의 역할은 다음 단계인 젤 클리어의 수명연장과 유기물 등의 탈색, 탈취, 잔류염소, BOD, COD, ABS 등의 물질을 제거하고, 원래 R/O의 원활한 운전을 위해 개발된 전처리 여재로 0.005~50 μ m 영역의 입자를 제거할 수 있는 탁월한 성능을 지니고 있다.

고도산화처리를 통한 미세한 색도, 냄새, 기타의 유기물, 무기물을 제거하여 최적의 중수를 생산하는 기능을 가지고 있으며, 기존의 방법으로 불가능한 탁도 및 입자의 제거가 가능해 Media Filter가 아니라 Micro-Filtration으로 분류되고 있다. 현재 원래 목적 이외에 응용 분야가 확대되고 있으며 TDS를 제외한 모든 Colloid 형태의 이물질 제거 방법으로 각광 받고 있다.

3차 중수 공급장치

기존의 중수배관은 독립적으로 시공이 되고

있고, 소화배관 역시 단독적으로 화재시 화재진압을 위한 목적으로 소화전까지 때로는 스프링클러까지 연결하여 시공되고 있다. 이 장치의 핵심적인 요소는 과거 중수도 배관과 소화배관을 별도로 시공하던 것을 하나로 통합하여 하나의 배관으로 시공하고자 하는 데 있다. 평상시에는 화장실용수, 세척용수, 조경용수, 살수용수, 일반 생활용 허드렛물로 공급된다

비상화재 시에는 소화용수를 포함한 유량이 공급되도록 하며, 화재 시 소화용수를 절대적으로 공급할 수 있는 장치이다. 장비운전 시스템은 통합 일체형 제어가 이루어질 수 있도록 컨트롤 패널이 설치되며, 외부의 관리동에서 시스템의 운전 및 제어에 대한 모니터링이 가능하고, 실시간으로 장비의 운전상태를 확인할 수 있도록 되어 있으며, 수질상태를 모니터를 통해 확인 가능토록 설계되어 있다.

기존의 소화배관과 중수배관을 각각으로 시공할 경우 유량 및 양정을 별도로 설계하였으나, 중수도 사용유량과 비상화재 시 필요유량을 합산하여, 평상시에는 중수에 준한 운전모드로 중수 공급이 이루어지다가 화재 시 중수사용량과 화재진압용 유량이 합산하여 부스터 펌프(대수, 유량 제어 및 인버터 제어방식)에 의하여 충분히 대체가 가능하고, 또한, 중수배관과 소화배관을 통합 시공을 하면 시공비의 절감과 건설공기의 단축, 시공 인건비 절감과 건물 내 공동구, 배관비트의 축소로 인한 시공비 절감 그리고 관리의 단순화로 유지관리가 용이하게 될 것이다.

중수처리 공급장치의 특성

그림 2에 중수처리공급 장치의 구성 개념도를 보여주고 있으며, 본 장치의 중수설비의 사진과 함께 단계별 처리공정의 상세도를 그림 3 ~

그림 5에 각각 제시하였다. 동 시스템의 핵심은 1 단계 처리조 내에 발효칩 조를 두어 처리성을 개선한 것이고, 3단계 중수 공급 장치 내의 소화배관과 중수 관을 통합하여 한 시스템으로 구성한 것이다.

1단계 처리공정은 부패조(침전조)→유량조정조→제 1발효칩조→1차 집수정→제 2 발효칩조→유량조정조→집수조로 이루어지며, 여기서 발효 칩은 특수 가공한 삼나무, 소나무 등의 목재편(조각)을 활용하여 생물학적 처리를 하는 정화제이다.

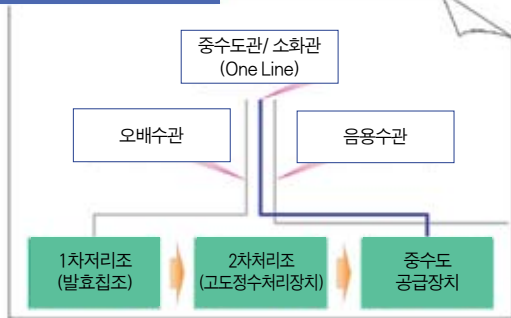
생물학적 처리방식의 일종인 발효칩을 충전한 고도처리조에 오폐수를 살수하면 고액분리가 행해지면서 BOD원이 발효칩에 흡착되며, 이때 흡착된 SS, BOD원은 발효칩에 생식하는 미생물에 의해 분해되어 정화 처리하는 프로세스로 구성된다.

처리공정 중 부패조는 유입된 오폐수의 농도에 따라 다단계로 차등 설계되며, 분뇨 및 생활 오배수에 함유된 부유물질의 침전제거, 최종 침전조로부터 반송된 슬러지의 탈질화, 여러 종류의 미생물을 이용 유기물을 제거하는 반응조이다. 유량조정조는 발효칩이 일정한 부하를 유지하도록 유량을 조정하고 부패조에서 유입된 오배수를 2차 정화시키는 반응조이며, 발효칩조는 크기별로 일정하게 충전한 발효 칩 담체의 미세공극에 다량 생식하는 미생물에 의해 발효, 분해, 소화, 소멸의 과정을 거쳐 고도 처리하는 반응조이다.

동 발효칩조는 처리수질의 안정성이 높고, 추가적인 약품처리가 없고 기존 정화조의 1/20비용으로도 운영이 가능하며 관리자를 배제할 수 있는 등의 효과가 있고, 반영구적인 사용이 가능하고 운전소음 등이 없으며, 설치면적을 최소화할 수 있는 등의 특징이 있다.

이러한 중수처리장치는 물리적 여과와 고도

응용장치의 SYSTEM 구성



[그림 2] 중수처리공급 장치의 구성 개념도

1차 생물학처리조



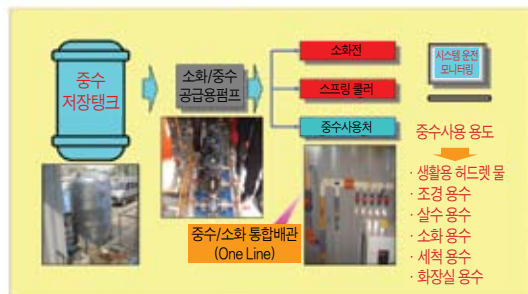
[그림 3] 1단계 처리장치의 프로세스 구성

2차 고도중수처리조



[그림 4] 2단계 처리장치의 프로세스 구성

3차 중수/소화 용수 공급 장치



[그림 5] 3단계 중수 및 소화용수 공급장치

처리를 통하여 사용용도별로 최적 수질을 공급하는 방식으로, 1단계의 생물학적 처리방식과 결합하여 자연친화적인 중수처리공급처리 장치를 구현할 수 있는 등의 장점이 있다.

3단계의 중수 공급장치는 종래의 설비가 중수 배관과 소화배관을 별도로 시공하였던 단점을 극복하기 위하여 두 배관을 하나로 통합한 배관망으로 구성한 것으로 시공비의 절감과 공기의 단축, 반영구적인 사용 등의 효과가 있다.

중수처리 공급장치의 검토

기술적 검토

중수처리 공급장치는 여러 문제점들을 해소

하기 위한 기술로 생활배수를 정화 및 정수처리하여 사용자가 중수를 이용하고자 할 때 냄새, 색도, 탁도 등으로 하여금 불쾌감을 전혀 가지지 않고 생활배수를 이용 정화 정수하여 생활용수, 소화용수, 세척용수, 조경용수, 살수용수, 화장실용수로 재사용하게 하는 것이 목적이고 취지이기도 하다.

그리고, 현재 독립 시공되고 있는 중수배관과 소화배관을 통합사용할 경우, 건축시공비의 절감은 물론 관리의 단순화에 따른 유지관리비용 감소는 명백한 사실이지만, 중수배관과의 통합배관 시공은 여러 난점이 따르기 때문에 이 장치에서와 같은 중수도 설치와 그에 따른 중수 공급배관과 소화배관의 통합시공이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다. 즉, 한번 사용한 물을 재사용할 수

있는 중수 공급배관과 화재대기 상태의 소화설비와 차별화하여 각각 시공을 함으로써 이에 대한 국민경제 부담이 되고 있어, 중수와 소화용수를 겸용으로 사용할 수 있는 통합배관 시공방식이야말로 설득력이 있는 시공방법이라고 할 수 있다.

또한, 기존의 상수 저장조의 30%는 화재진압용 소화용수로 단수시에도 상수로 전환할 수 없게 되어 있으며, 반면 중수도시스템과 통합배관의 도입은 중수도를 소화용수로 전환하는데 아무런 문제가 없기 때문에 상기 문제점들을 상당부분 보완할 수 있을 것으로 보인다. 중수도를 생활용 허드렛물, 조경용수, 살수용수, 소화용수, 세척용수, 기타의 용수로 용도별로 사용이 가능하고, 상수 저수조와 중수 저수조를 구분 설치함으로써 소화용수는 언제든지 절대 용수를 보유할 수 있어 이를 이용한 통합배관 방식의 전환은 무한한 가치를 창출할 수 있을 것으로 여겨진다.

유지관리성 검토

중수배관과 소화배관을 통합 사용토록 함으로써 발생될 수 있는 환경산업의 발전은 결국 국가가 해야 할 일들을 시행사 또는 시공사, 건축주가 함으로써 민간자본의 유치효과와 수질로 인한 환경오염을 방지하고 나아가 국민들이 요구하는 최적의 쾌적한 수질을 보장할 수 있을 것이다.

그러나, 중수도를 소화용수로 사용시 그러한 문제점들을 보완할 수 있고, 또한 기타의 용도에 따라 중수도를 생활용 허드렛물, 조경용수, 살수용수, 소화용수, 세척용수, 기타의 용수로 사용이 가능하고 시수 저수조와 중수 저수조가 구분되어져 있어서 소화용수는 언제든지 절대 용수를 보유하게 됨으로 이러한 통합배관 방식의 전환은 무한한 가치를 창출할 것이다.

중수도의 목적이 물을 절약하는 것에 있으므로

로 어떠한 형태이든 사용한 물에 대하여 낭비를 막을 수 있는 용도로 이용된 물은 중수도에 포함된다.

아울러 기존의 소화배관과 중수배관을 통합 시공할 경우, 유량 및 양정 등의 설계방식 기존 중수도의 사용유량과 비상화재 시 필요한 유량을 합산하여 평상시에는 중수에 준한 운전모드로 중수공급이 이루어지다가 화재 시 중수사용량에 화재진압용 유량이 합산하여 부스터 펌프에 의하여 가능하다. 또한 중수배관과 소화배관을 통합시공을 하게 되면 시공비의 절감과 건축 공기의 단축 및 시공 인건비 절감과 건물 내 공동구, 배관비트의 축소로 인한 시공비의 절감 그리고 관리의 단순화로 유지관리가 용이할 것이다.

평상시 중수배관으로 사용을 하고 화재시 화재진압겸용으로 사용 가능토록 배관을 구성함으로써 건설설비공사의 발전을 도모하게 된다. 해외 건설현장에서의 경쟁력을 가지게 되며, 건설공기를 단축하고, 시공비의 절감과 기존 소화배관의 재질을 향상시킴으로써 교체공사 없이 반영구적인 사용으로 건축물의 사용을 연장하고 환경오염원의 초기차단으로 나아가 국민들의 삶에 질을 향상시키는 기대효과가 있을 것으로 판단된다.

적용성 검토

건축물에서 소화설비는 건물 내에서 거주하고 있는 사람들의 생활의 질적요건을 충족시키고 안전을 지키기 위한 중대 요소가 되고 있으며, 설비시스템의 복잡화 및 규모의 확대화에 수반되어 합리적인 설계, 정확한 유지관리와 경제적인 운전 등을 들 수 있다.

기존의 소화설비는 오로지 안전만을 위하여 시공되는 공법이지만 활용면에서는 화재 등 비상

사태가 발생하지 않으면, 사용되지 않는 설비로 존재하게 된다. 이는 초기에 과도한 공사비용과 함께 건물의 설치공간 소요 및 유지관리상으로도 애로사항이 상존하는 것이 사실이다. 즉, 소화설비가 제대로 유지관리가 되지 않으면, 비상시에 작동되지 않을 수도 있을 것이다.

그러나, 중수도설비 배관과 소화배관을 통합 시킨다면, 항시 점검과 유지관리가 용이해지기 때문에, 비상시에도 제 역할을 다하리라 생각된다.

이러한 통합 배관시스템의 적용효과를 살펴 보면, 건축자재의 절약과 환경오염을 방지하는 효과가 있고, 이로 인하여, 설계 및 시공적인 면에서 상당한 절감효과로 인하여 결국은 시공기간의 단축을 가져오게 된다.

이는 적용되는 모든 건축물에서 자재비의 절약, 환경적인 수질오염 문제의 해결과 함께 공사기간의 단축, 하자의 발생요인에 대한 감소 등은 경제적인 면에서 과급효과는 실로 크다고 할 수 있으며, 과급효과를 몇 가지로 구분하여 분석하면 다음과 같다.

공사비용의 절약

건물의 신축공사에 본 통합시스템을 이용한 소화 및 중수도 공급배관을 적용한다면, 기계실 면적의 축소, 배관자재의 절감뿐만 아니라 이로 인한 건축비용의 절약과 시공기간의 단축과 아울러 모든 원자재, 인건비, 그리고 동력에너지를 비롯한 에너지의 절감 등 건축물 시공비의 약 1~1.5% 정도를 절감할 수 있게 되며, 중수도설비 및 소화설비 관련 부분에서는 20~30% 정도의 절감이 예상된다.

유지관리비용의 절약

앞에서 분석하였듯이, 소화 및 중수공급 배관의 통합시스템의 운전은 각종 센서에 의해서 자

동제어 패널의 자동운전으로 이루어지기 때문에 운전비용의 절감이 이루어진다. 더군다나, 펌프의 동작도 부하의 변동에 능동적으로 대처할 수 있는 인버터를 사용하고 있기 때문에 무리한 기동과 동작을 피할 수 있어 에너지의 이용 측면과 배관교체공사 비용절감 측면에서도 유리한 면을 보여주고 있다.

부대효과

본 시스템은 건축설비의 운전 및 유지관리가 한결 간편하도록 자동제어시스템을 구성하기 때문에, 건물 이용자 및 관리자 측면에서 손쉽게 접근할 수가 있다. 이는 관리자만이 건물을 유지하여야 한다는 고정관념에서 벗어날 수 있는 계기가 될 수 있다.

또한, 한결 간결해지고, 안전성 면에서도 여러 가지의 경우를 고려하여 설계 및 시공, 운전되고 있기 때문에 설비기술을 한 단계 상승시키는 계기가 될 뿐만 아니라, 환경문제의 고려, 시공자재의 절약으로 수입 대체효과 발생, 소화설비의 안전성에 대한 확고한 신뢰 등이야말로 본 시스템의 기능상의 특징 외에 부대적인 효과라고 할 수 있다.

안전성 검토

소화 및 중수공급 배관의 통합시스템에서 긴급상황이 아닌 경우에는 일반적인 시스템의 운전과 큰 차별성은 없게 된다. 즉, 압력이 부족할 경우에는 펌프세트의 작동으로 보충하게 되어 일정한 압력이상을 유지하도록 하며, 기존의 소화설비는 항시 비상을 위하여 별도의 설비로 대기한 채로 수년간을 작동하지 않은 상태로 있게 된다.

그러나, 여기서 거론하고 있는 통합시스템은 항시 대기하고만 있는 시스템을 가동체제로 유지

하도록 하며, 긴급상황에 대처할 수 있는 능력을 최대한으로 키우고 있으며, 그 안전성 또한 여러 경로의 중복장치로서 이중, 삼중으로 대처하도록 하고 있다. 단, 소화설비의 화재감지 기능은 그대로 연계하여 활용한다.

각종 센서에 의한 안전대책

우선, 옥내 소화전이나 스프링클러에서 갑자기 소화용수가 사용되는 배관내의 소화 설정 압력이 최저 압력이하로 떨어지게 되면 자동으로 소화모드로 전환되는 경우가 하나의 안전대책이 될 수 있다. 배관 내에서 계속적으로 소화용수가 빠져나가게 되면 펌프세트에서 펌핑이 가능한 수준까지 인버터를 이용하여 순차적으로 작동하게 된다. 이때에 소화용 전용 배관에서는 소화용수가 흘러가면서 동시에 유량흐름센서가 작동하는 것은 당연하다고 하겠다. 이는 압력센서에 의한 자동제어 패널의 가동과 유량흐름센서의 가동이 이중으로 작동되기 때문에 이중의 안전대책이라고 할 수 있겠다.

각종 센서가 동시에 작동되기 때문에 소화상태로의 전환과 소화용 펌프의 작동은 완전하다고 할 수 있으며, 설계단계에서 건물에 적정한 펌프의 용량을 채택한다면 중수용수의 공급은 물론 비상시의 소화용수의 공급으로 옥내 소화전 및 스프링클러의 작동은 확실하다고 볼 수 있다.

여기에 건물을 사용하는 입주인이 긴급상황이 발생하였을 경우 외부의 신호에 의한 소화설비의 작동이 가능하다면, 더욱더 안전대책에는 확실한 방법이 될 수 있다.

수위 측정장치에 의한 안전대책

하지만, 이 모든 동작은 소화용수 및 중수용수를 공급하기 위한 물탱크의 용량이 충분하고, 또 충분한 수량이 채워져 있어야 가능할 것이다. 따

라서 충분한 물탱크의 용량이 갖추어져 있으면, 탱크 내에 수위 측정장치를 통해서 항상 소화용수를 확보할 수 있도록 하며, 이에 부족 시에는 자동제어 패널에서 경보신호로서 관리자에게 메시지를 보내 대처할 수 있도록 조치를 취하고 있다.

자동/수동장치에 의한 안전대책

중수용수 및 소화용수의 모든 동작과 공급은 일반적으로 자동상태에서 운전되고 있지만, 자동제어 패널의 일시적인 고장이나 오동작 또는 시험을 통한 동작의 확인 등이 생긴다면 보수하고 기능을 확인하는 동안에는 수동으로 동작이 가능하도록 설계하여 운전하고 있다.

이는 자동제어 패널을 업그레이드(Up-grade)하거나, 보수, 교체 및 조치 등이 이루어진다면 다시 자동모드로 전환하여 원상태로 유지하도록 하여 동작의 공백을 최소화하도록 안전대책을 취하고 있다.

정전시의 안전대책

자동제어 패널에 인입전력이 불시에 중단되어 자동제어 패널이 멈춘다면 아무리 좋고 기능이 확실한 시스템을 갖추고 있어도 무용지물이 되고 말 것이다. 이는 소화용수의 공급이라는 측면에서 간과할 수 없는 문제가 된다. 따라서, 단전시의 조치상황에 대한 고려가 있어야 하며, 이에 대한 조치야말로 안전대책의 우선이 될 것이다.

소화용수의 역류방지 및 충격대책

소화 및 중수용수를 통합한 배관시스템에서는 소화용수의 역류방지 및 충격방지용 체크밸브 및 충격방지 장치 등을 설치하고 있다.

① 역류현상 방지

본 장치에서는 중수배관 및 소화배관은 주관에서는 통합되지만 소화설비의 각 기능별로 분기

된 가지배관에 역류현상이 일어나지 않도록 하고 있다.

- 소화배관은 기존의 알람밸브 및 체크밸브에서 역류방지가 되도록 하고 있다.

- 중수배관은 주관에서 분기된 지점에서 감압 및 역류방지가 되도록 하고 있다.

② 워터해머(수격현상) 방지

최근 들어 건축물이 고층화되면서 수격현상이 문제로 대두되고 있어, 본 통합시스템에서는 수평관에서 수직관으로 분기될 때, 체크밸브 및 워터해머 방지기를 설치하여 워터해머 현상을 방지하도록 하고 있다.

③ 압력 분할용 감압밸브 설치

현대 건축물의 고층화에 대비하여 층간 압력차를 해소하기 위한 방안으로 소화설비와 중수도 설비의 사용압력을 분할하기 위한 감압밸브 등을 설치하고 있다.

결 언

생활배수의 효율적인 관리를 위해서는 보다 합리적이고 과학적인 설비의 응용과 친환경적인 목표의식이 필요하다. 보다 안전한 용수를 공급하고 화재 시 즉각 대응할 수 있는 소화설비의 문제점을 개선함으로써 기존의 소화배관으로 인한 음용수 저수탱크 내 수질오염을 방지하고, 중수도 공급배관과 소화설비 배관을 통합배관으로 시공의 개선은 건설설비의 발전과 환경기술발전의 전환점이 될 것이다.

아울러 수질오염의 가속화에 따른 용수의 불신과 사회적 요구에 부응하여 대형 건축물 및 공동주택에 적용되고 있는 기존의 소화배관을 좀 더 쾌적한 수질확보 및 합리적인 시공방법으로

개선하여 소화배관의 재질을 향상시킨다. 지속적인 사용으로 하자의 문제를 사전에 점검 차단하고 미연에 사고를 방지하여 나아가 수질오염원 발생을 줄임으로써 깨끗한 수자원을 확보하고 민간 사회간접자본을 유치하는 이중의 효과와 더불어 잉여예산으로 깨끗한 수도물 생산에 투입할 수 있다. 또한 원수 공급량을 줄일 수 있으므로 댐 건설의 수요도 감소되는 효과를 가져올 수 있다.

또한, 수도물 사용의 감소는 결국 하수 발생량의 감소로 이어지고 하수관거나 처리장의 규모를 줄일 수 있다. 또 갈수시에 특히 수요량이 많은 대도시의 물 부족을 효과적으로 대처할 수 있고 탄력성이 확보된다. 그리고 중수도의 설치 운영으로 절약되어지는 수량만큼 정수장에서 처리된 물을 원거리까지 송수할 필요가 없으므로 에너지를 절약하고, 더욱이 계단식으로 상류에서부터 사용한 물을 하류로 순차적으로 사용할 수 있다는 효과적인 에너지 절약책으로 효과를 가지게 된다. 즉, 위치에너지를 이용할 수 있기 때문이다.

그러므로, 지금까지 낭비에 가까운 물 사용 형태는 더 이상 방치될 수 없는 것이며, 다른 물가에 비해 상대적으로 싼값으로 쉽게 사용해왔던 물은 이제는 더 이상 무한재화가 아닌 고가의 유한재화로 바뀔 가능성이 크다. 따라서 중수도 도입에 따른 물의 재이용은 수자원의 유효 이용과 아울러 절수 의식을 고취시키는데 큰 계기가 되었으면 한다.

참고문헌

1. Cho, C. S., 2006, Technical Evaluation of Recycling Water Treatment/Supply Apparatus using Living Waste Water, KICT 