

수자원 자립률 제고를 위한 다중수원 워터루프 시스템 개발



김영화 ▶▶▶

한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원
kimyh6115@hammail.net

1. 머리말

최근 혁신도시, 신도시 건설 등으로 수자원 이용량이 증가하고 있으나, 기존 상수도시스템은 댐, 하천수 등 자연형 수자원을 이용하는 시스템이 주를 이루었다. 그리고, 물 부족지역은 부족한 수자원을 확보하기 위하여 빗물, 하수처리수, 해수 등

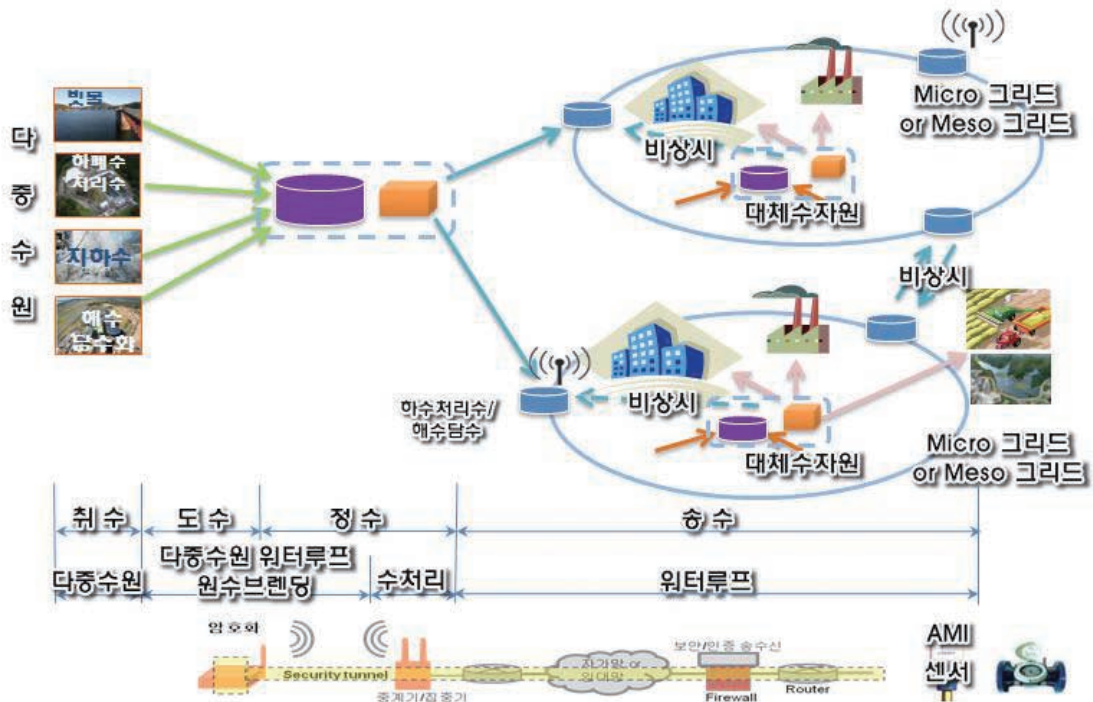


그림 1. 스마트 다중수원 워터루프시스템 개념도

다양한 수자원 확보 및 이를 이용한 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나, 현행 수자원 이용시스템은 수요처 인근에 이용 가능한 다양한 수자원이 존재함에도 불구하고 이를 이용할 수 있는 연계관망이 구축되어 있지 않아 이용이 곤란하다.

일반적으로 상수도는 도시의 필요한 음용수를 공급하기 위하여 원거리에서 대규모 댐을 건설하여 공급하고 있는데 공급망 건설비, 펌프장 및 정수장 운영비 등의 증가로 수자원 이용 부담이 가중되어 왔다. 만약, 수자원을 원거리에서 확보하지 않고 지역내 미이용 수자원인 하수처리수, 빗물 등을 이용할 수 있는 시스템을 구축할 수 있다면 소규모 공급시설만 건설하면 수자원 확보가 가능하기 때문에 수자원 개발 비용을 줄일 수 있을 것이다. 그러나, 아직까지 지역내 미이용 수자원을 효율적으로 확보하여 통합적으로 이용하는 수자원 확보 및 공급망 구축기술은 아직 미흡한 상태로 지역내 수자원을 효과적으로 확보하여 이용할 수 있는 시스템이 구축된다면 지역내 수자원 자립률을 획기적으로 높일 수 있을 것이다.

본 연구는 지역내 수자원 자립률 향상을 위해 다양한 수자원을 효율적으로 확보하여 이용할 수 있는 다중수원 워터루프 시스템, 지능적 워터루프 운영관리시스템, 다중수원 워터루프시스템 표준화 기술, 워터루프의 경제성 분석 및 사업 타당성 등 다양한 연구개발을 통하여 수자원의 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티워터루프 시스템을 개발하는 것이다. 따라서 본고에서는 다양한 기술개발 연구 중 다중수원 워터루프 연계관망 조직 유형 및 워터루프 플랫폼 모형을 소개하고자 한다.

2. 다중수원 워터루프 시스템의 필요성

다중수원 워터루프 시스템은 기존의 댐, 하천 등 단일 수원공 위주의 공급망과 달리 지역내 다양한 수자원을 이용할 수 있는 순환형 워터루프 시스템

으로 지역내 다중수원을 취수하여 저류하는 시설(워터 플랫폼)과 브랜드수를 수요자(또는 수요처)의 요구에 적합하도록 처리하는 수처리 시스템, 처리수를 수요처까지 공급하는 연계관망이 필요하다. 또한 다중수원 워터루프 시스템은 정보통신기술(ICT)을 융합한 지능형 시스템으로 실시간 모니터링을 기반으로 한 수자원 확보, 지능형 수처리 조합공정, 최적화 기법을 활용한 공급/배분기술 등을 포함하는 지능형 운영관리시스템을 접목시킨 고효율 차세대 워터루프 구축기술을 의미한다.

다중수원 워터루프 시스템을 효과적으로 이용하기 위해서는 수요처의 요구수질과 지역내 수자원 부존량을 고려한 수질 맞춤형 물을 생산하여 공급하는 시스템을 구축할 필요성이 있는데, 지역내에서 이용가능한 다중수원은 하천수, 빗물, 하수, 지하수, 해수 등이 있으며, 워터루프 시스템은 신도시와 기존도시를 구분하여 구축할 필요가 있다. 신도시는 물공급 인프라를 새롭게 설치하므로 상수공급망과 친수용수, 화장실수, 조정용수, 공업용수 등 중수공급망을 분리하여 수요자 맞춤형 워터루프 시스템을 구축할 수 있는데 이 경우 상수와 중수를 분리함에 따른 경제성 검토가 필요하다. 기존도시는 기존 용수공급망에 다중수원 워터루프 연계관망을 추가하여 공급하거나 수요처별로 독립적인 다중수원 워터루프 시스템을 설치하면 된다. 따라서, 본고에서는 다중수원을 이용한 워터루프 시스템 설계에 필요한 연계관망 조직 유형을 제시하고자 한다.

3. 다중수원 워터루프 연계관망 조직 유형

다중수원 워터루프 연계관망은 수자원의 저류이용 방식에 따라 집중형과 분산형, 수질에 따라 멀티형으로 구분할 수 있다. 집중형은 지역내에서 필요한 사용량을 생산하기 위하여 지역내 이용가능한 소규모의 수자원을 워터 플랫폼(집수지)에 모아 사용처의 요구수질에 맞게 공급할 수 있는 시스템

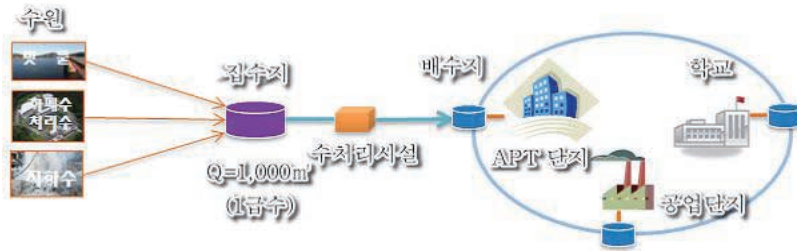


그림 2. 집중형 워터루프 시스템

으로 이 시스템은 지역내에서 필요한 수자원을 1개소에서 집수하여 집중적으로 생산 및 공급하는 시스템이다.

분산형은 지역내에서 필요한 사용량을 생산하기 위하여 지역내의 이용가능한 소규모의 수자원을 여러 개소의 분산된 워터 플랫폼(집수지)에 모아서 각각의 수처리 시설에서 사용처의 요구수질에 맞는 물을 생산하여 공급하는 시스템이다. 이 유형은 필요한 수자원을 지역내의 다양한 수원에서 확보하여 공급하는 시스템으로 각각의 워터 플랫폼(저류지)에 용수를 저류하여 각각의 수처리 시설로 용수를 공급할 수 있는 시스템이다. 워터 플랫폼이 분산되어 있어 각각의 용수생산시스템은 시설규모

를 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한, 각각의 워터 플랫폼을 연결하면 상호 용수유통이 가능하여 비상시 용수공급이 가능한 비상 대응 용수공급시스템을 구축할 수 있다.

계층형은 분산형과 같이 플랫폼이 분산되어 있는 구조이나 수질을 처리하는 수처리 방식에 차이가 있다. 계층형은 상류에서 저급수를 이용하고 하류부는 사용처의 요구수질에 맞추어 맞춤형으로 물을 생산하여 공급할 수 있는 시스템이다. 분산형과 마찬가지로 지역내에서 필요한 사용량을 여러 곳에서 분산하여 생산하여 공급할 수 있어 각각의 시설규모를 줄일 수 있는 장점이 있다.

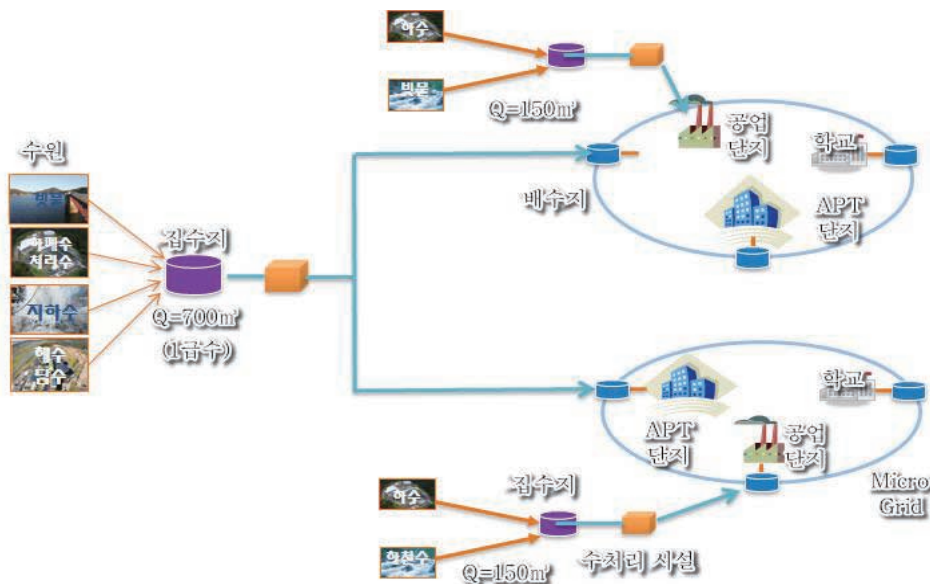


그림 3. 분산형 워터루프 시스템

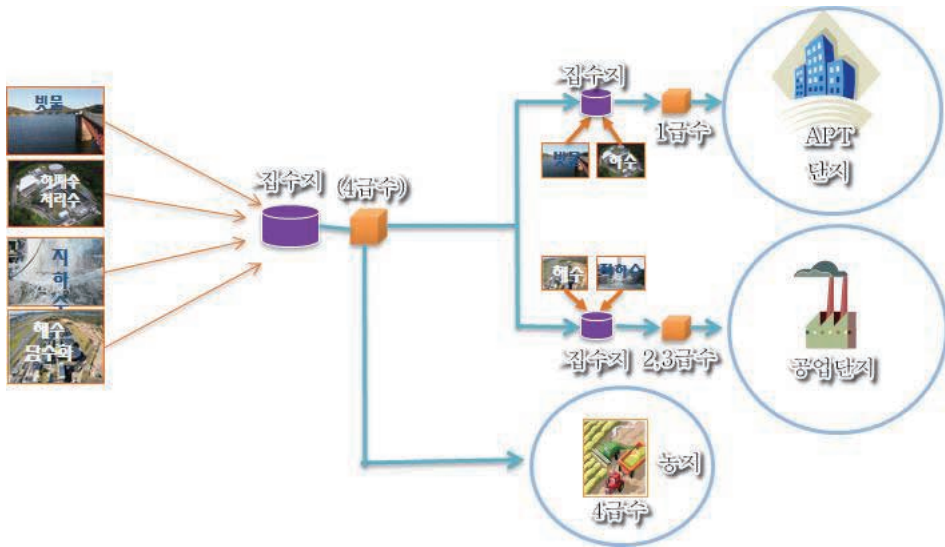


그림 4. 계층형 워터루프 시스템

4. 기존 워터루프 시스템과 스마트 다중수원 워터루프 시스템 비교

기존 워터루프 시스템은 수원에서 취수하여 도수관로를 통해 정수장으로 공급되며, 정수처리후 배수지를 통하여 동일 수질로 사용처에 급수하는 방식이다. 다중수원 워터루프 시스템은 다양한 수자원을 확보하여 공급하는 시스템이기 때문에 지역내의 다중수원을 집수하는 저류시설(워터 플랫폼)이 필요하다.

그림 5는 다양한 수자원을 집수하는 저류시설(워터 플랫폼)에 수자원을 모아 배분관망을 통하여 분배하는 다중수원 워터루프시스템(워터 플랫폼 +

연계관망)을 나타내고 있다. 이때, 시스템 구성방법에 따라 원수를 정수처리한 후 공급하는 방식과 원수를 정수하지 않고 배분하여 수요처 인근에서 정수처리하여 공급하는 방식이 있는데, 그림 5는 원수를 정수처리하지 않고 수요처 인근에 공급하여 정수처리후 수요처에 공급하는 다중수원 워터루프 시스템으로 설명한 것이다.

스마트 다중수원 워터루프 시스템은 지역의 수자원을 이용하는 시스템으로 기존의 원거리 송수에 따른 관망 건설비를 줄여 수자원을 소규모 저비용으로 생산공급 할 수 있어 지역 수자원 자립률 제고에 활용은 물론 지역 물산업을 활성화 시킬 수 있는 수자원 개발 및 운영 방식이 될 수 있을 것이다.

표 1. 기존 워터루프시스템과 스마트 워터루프 시스템 비교

구분	용수공급 체계
기존 워터루프 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 워터루프 : 수원(단일수원 취수) → 도수로(선형관로) → 정수장(단일 수질) → 송수관로 → 배수지(단방향 유입) → 수요처 • 계측제어 : 개체별 TM/TC
스마트 워터루프 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 워터루프 : 수원(다중수원 취수) → 도수로(네트워크) → 저류시설(워터 플랫폼) → 정수장(복합수질) → 송수관로 → 배수지(순환형유입) → 수요처 • 계측제어 : 통합제어 ICT 플랫폼 기반

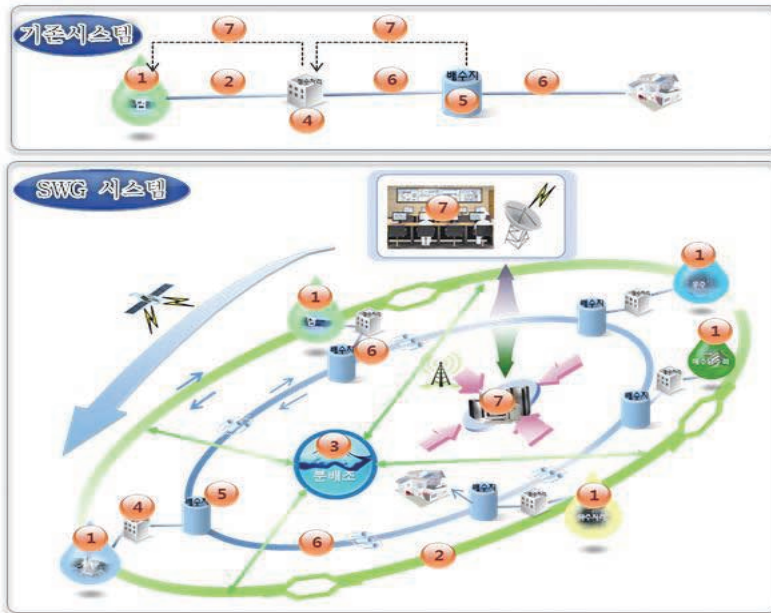


그림 5. 워터루프시스템 비교(POSCO건설)

5. 맺음말

본고에서는 수자원의 효율적 이용으로 지역내의 다양한 수자원을 이용할 경우의 워터루프 시스템 구축을 위한 다중수원 워터루프 연계관망 조직 유형과 기존 워터루프 시스템과 스마트 다중수원 워터루프 시스템에 대하여 기술하였다. 연계관망 조직 유형으로는 집중형, 분산형 및 계층형으로 분류하였으며, 기존 워터루프 시스템과의 특별한 차이점은 워터 플랫폼(집수시설)을 설치하여 소규모 저비용으로 용수를 생산할 수 있는 것이다. 차후 다

중수원을 저류이용하기 위한 워터 플랫폼 모형, 다중수원 워터루프를 설계하기 위한 요소기술, 스마트 다중수원 워터루프 시스템 구축 방향 정립 등 핵심 요소기술을 개발해 나갈 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비 지원(12기술혁신C01)에 의해 수행되었습니다. 🌊

참고문헌

1. 김준하(2011) 호주와 싱가포르의 사례에서 본 국내 스마트 워터그리드 발전 방향, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제44권, 제8호, pp. 19-24.
2. 김형수(2011), 미래 지능형 스마트 워터그리드, 물과미래, VOL. 44, NO 8, pp. 11-13.
3. 유태상, 하성룡, 정태성(2011), 다수원 상수도시스템 연계운영을 위한 최적 네트워크 모형 구축, 한국수자원학회 논문집, 제44권, 제12호, pp. 1001-1013.