

# 신도시 수자원연계활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발



**한 국 현 ▶▶▶**  
(주)도화엔지니어링  
기술개발연구원 책임연구원  
kuk0904@daum.net



**김 영 화 ▶▶▶**  
한국농어촌공사  
동어촌연구원 수석연구원  
kimyh6115@hammail.net

## 1. 서론

기존의 물이용은 하천·호수의 물을 정화하여 사용자에게 송수하여 사용후 생활하수를 처리하여 하천에 방류하는 일방향 형태의 물공급시스템으로 물의 운반과 처리에 많은 에너지 및 코스트가 필요하다는 문제를 내포하고 있다. 그러나 미래의 도시 물순환시스템은 취수배수를 감소시켜 환경부하를 경감시키고 에너지 소비를 억제하여 적절한 수질과 수량을 제공하는 시스템이 필요하다. 현행의 상수도시스템은 에너지 문제를 생각하지 않으면 안 되는 시대에 접어들면서 상수도의 에너지 중 약 90%가 원거리에서 물을 송수하는데 소비되는데

지역내 가용수자원을 처리하여 재이용한다면 송수 에너지는 물론 배분공급에너지 소비를 억제할 수 있을 것으로 판단된다.

도시의 물순환은 수자원을 유효 이용하여 코스트 및 에너지를 억제하는 방향으로 개발되어야 하나 하수의 재이용은 필요하다고 해도 화학물질 및 병원미생물을 완전히 제거하지 못하기 때문에 지역주민에게 환영받지 못하는 실정이며, 다른 한편으로는 상수도를 다양한 용도로 사용하고 있으나 반드시 모든 사용하는 물이 의료, 음료수와 동일 레벨의 순도가 필요하지는 않으며, 화장실용수, 조경용수, 농업용수에 사용하는 물이라면 고순도의 물은 필요하지 않다. 따라서 현행의 상수도시스템을 재검토하여 재이용을 전제로 한 새로운 수처리 기술과 도시 물순환시스템을 만들어 처리한 물이 어디에 사용되는지 어느 정도 에너지 부하를 줄일 수 있는지를 밝히는 것이 필요하다.

이에 Smart Water Grid 지능화 연구단은 물 복지 선진국가 실현 및 3S(Security, Safety, Solution)를 위한 세계 최고 수준의 Smart Water Grid 기술 기반 확보를 위해 3개의 세부과제 1세부 신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발, 2세부 수자원 최적 활용을 위한 지능형 유역 물관리 플랫폼 개발, 3세부 Smart Water Grid 맞춤형 ICT기반 물 정보 관

리 기술 개발 등 3개의 분야로 세분화하여 2012년부터 2016년까지 연구를 수행한다. 그 중 본고에서는 1세부 과제인 신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발에 대한 과제의 구성 및 연구 내용에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 과제의 구성

신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발은 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발, 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발, Micro 워터 그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발, 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소기술 현장 적용 설계 기술 등 4개로 세분화하여 연구를 수행하고 있다.

최적 수처리 조합 공정 및 워터루프 연계기술 개발은 신도시 유입수 특성에 따른 최적 공정 결정을 위한 모니터링 기술, 최적 혼합을 위한 스마트 의

사결정 기술, 요구수질 달성을 위한 조합공정 및 최적화, BT/NT 융합형 용수 생산 요소기술 개발 등에 대한 연구를 수행하고 있으며, 최적 활용 및 분배를 위한 멀티 워터루프 시스템 개발은 신도시 적합형 워터루프 연계 수자원 활용기술, 수자원 활용 조합/연계기술의 표준화 방안, 저에너지 고효율 워터루프 운영시스템 개발, 관망·펌프·밸브 등의 원격제어 및 최적화 시스템, 워터루프 운영 기술 및 상호 운용 방법 개발, 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 이용기술 등을 연구하고 있다. 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발은 신도시 Micro 그리드 운영 관리 시스템의 지능화(Intelligent), Micro 워터 그리드 최적 설계·구축 및 시운전 기술 개발, 그린빌딩 및 스마트 그린시티를 위한 분산형·개방형의 Micro 워터 그리드플랫폼 개발, 통합 SWG 구현(연계/통합 운영)을 위한 Micro 워터 그리드 운영관리체계 개발 등의 연구를 수행하고 있으며, 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소기술 현장 적용 설계기술 연구는 기존 및 개발된 각 분야 SWG 요소기술에 대한 디렉터리 작성(적용분야, 기술구성, 표준

### 신도시 수자원 연계활용을 위한 지능형 수자원 확보기술 개발

- 1-1 수자원 연속활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발
- 1-2 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발
- 1-3 Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화기술개발 (2013년 분리공모)
- 1-4 테스트베드 구축을 위한 Smart Water Grid 규모별 요소기술 현장적용 설계기술개발

<p><b>연구목표 1-1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 신도시 수자원 공급을 위한 부존소재 및 지능형 수처리 조합 공정 개발</li> <li>&gt; 물 생산 시스템과 지능형 워터루프 연계기술 개발</li> </ul>	<p><b>연구목표 1-2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영 프로그램 개발</li> <li>&gt; 최적 Blending을 이용한 다품종 수자원 활용 기술 개발</li> <li>&gt; 도시 수자원 최적 배분/공급기술 표준 설계 기술 개발</li> </ul>
<p><b>연구목표 1-3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 신도시 수자원 최적분배를 위한 워터그리드 유지/관리 기술개발</li> <li>&gt; 지능형 센서기반 Micro 워터그리드 플랫폼 구축 및 수출용 SWG Package 개발</li> </ul>	<p><b>연구목표 1-4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; SWG 요소기술 분류체계 및 기술정보 디렉터리 구축</li> <li>&gt; SWG 조합기술·핵심요소기술 성능평가기준 및 지침 개발</li> <li>&gt; 테스트베드(실증단지) 구축 기본구상 및 표준설계안 작성</li> </ul>

그림 1. 연구과제의 구성 및 세부과제별 목표

성능, 검증 방법 및 기준 등), 수자원·지능형 IT·활용망 등 테스트베드를 통하여 검증된 SWG 조합 기술 및 핵심요소기술 표준 설계안 및 SWG 실증 단지 구축을 위한 기본구상 및 표준설계안 등의 연구를 수행하고 있다.

### 3. 연구내용 및 성과

#### 가. 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술

스마트 워터 그리드를 위한 수처리 조합공정은 수요자 맞춤형(수량 및 수질) 용수 생산을 위해 지역 내 다중수원이용 및 Blending 처리, 용도별 용수생산, 기존 정수처리 공정에 비해 경제성 및 처리효율성 그리고 지능화를 통한 운영관리의 용이성을 향상시키도록 수처리 공정을 조합하여 경제적/효율적/안정적으로 물을 생산하는 것이다.

이중 다중수원이용 및 Blending를 위해서는 이용 수자원의 기준 및 범위를 설정하고 그에 따른 수처리 조합공정이 구성되어야만 효율적인 용수 생산이 가능할 것으로 판단되며, 다중수원을 이용하여 수처리 공정을 구성할 경우, 원수를 어떻게 블렌딩할 것인가가 선행적으로 이루어져야 하는데 그 중 가장 중요한 인자는 수요자의 필요한 수량을 안정적으로 공급하는데 있다. 따라서, 본 연구에서는 Main 수자원은 수요자가 요구하는 수량을 확보할 수 있는 지표수(호소수, 하천수, 댐수 등), 하수처리수, 해수로 구분하였으며, 보조수원은 Water Blending을 통해 수질의 효과를 극대화하여 약품사용량을 줄이고, 처리공정의 부하를 줄여 경제성 및 처리효율성을 확보할 수 있도록, 지하수, 기수 및 우수를 Blending 하도록 수자원 이용의 범위를 설정하였다. 결론적으로, 다중수원 이용을 위한 Blending은 지표수+지하수, 하수처리수

+우수, 해수+기수+우수 3가지로 분류하여 수처리 조합공정의 형태를 결정하였다.

원수 Blending에 따른 수처리 조합공정은 지표수 및 지하수의 다중수원 처리는 오존, 활성탄공정의 고도 정수처리공정, 하수처리수 및 우수의 다중수원 처리는 고도산화공정, 해수, 기수 및 우수 다중수원 처리는 역삼투압을 이용한 해수담수화 공정을 기본으로 Water Blending, 용도별 용수 생산 방식, 단위공정별 경제성 및 처리효율성 향상 기술 등을 고려하여 공정을 구성하였다. 지표수 및 지하수 Blending수의 수처리 공정은 혼화, 응집, 침전, 여과(Sand)를 통해 공업용수 및 농업용수로 공급을 하고 음용수의 공급을 위해서는 오존/마이크로버블 처리, GAC(Granular Activated Carbon-filter), 차아염소산나트륨 염소소독으로 처리하여 공급하도록 구성하여 수요자 요구에 맞는 다양한 용수를 공급하도록 구성하였다. 하수처리수 및 우수 Blending수의 수처리 공정은 혼화, 응집, YDF(디스크필터), AOP(오존/마이크로 버블)으로 처리하여 하천유지용수, 공업용수, 농업용수로 공급할 수 있도록 수처리 공정을 구성하였다. 해수, 기수 및 우수 Blending수의 수처리 공정은 DAF(Dissolved Air Flotation), UF(Ultrafiltration), BWRO(Brackish Water Reverse Osmosis) 및 SWRO(Seawater Reverse Osmosis) Hybrid형 처리, 소독으로 처리하여 음용수, 공업용수, 농업용수로 공급할 수 있도록 수처리 공정을 구성하였다. 다중수원에 Blending별 수처리 조합공정 모식도는 <그림 2>와 같다.

#### 나. 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발

신도시 멀티 워터루프 시스템은 지역내 수자원 자립률 및 상수와 하수 및 중수의 순환이용이 가능

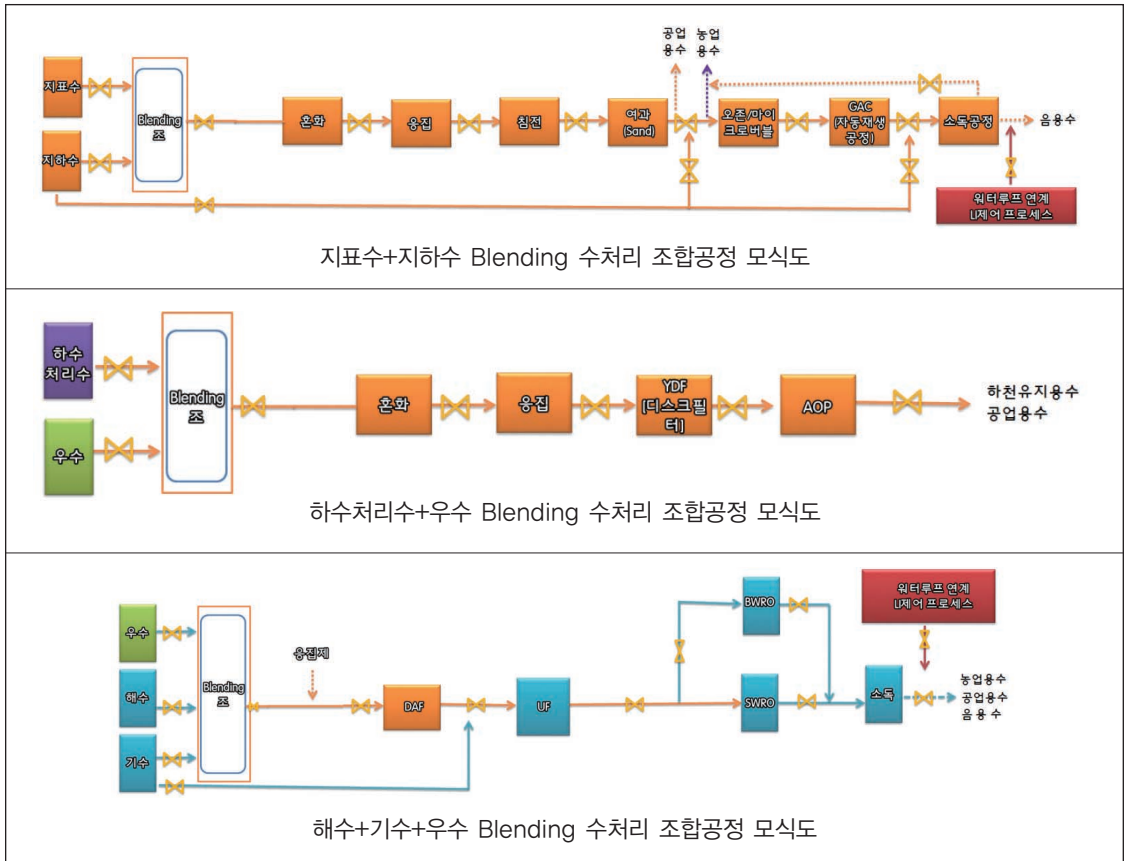


그림 2. 다중수원 Blending별 수처리 조합공정 모식도

한 다중수원 워터루프 시스템으로 지역내의 물자립률을 높이며 비상시에도 대처가 가능한 시스템으로 기존 물공급시스템과의 차이점은 다중수원 고려(음용 및 비음용 분류), 원수와 정수의 저류 기능, 상하수도시스템의 유역 단위 연계, 물관련 정보의 양방향 교류이다. 다중수원 워터루프 시스템은 기존의 댐, 하천 등의 단일 수원 위주의 공급망과 달리 지역내의 다양한 수자원을 이용 할 수 있는 순환형 워터루프 시스템으로 구축할 필요가 있으며, 지역내의 다양한 수자원을 이용하기 위해서는 수자원을 취수하여 저류하는 시설(워터 플랫폼)과 혼합수를 정수처리하는 수처리시스템과 처리수를 수요처까지 공급하는 워터루프 연계관망이 필

요하다.

멀티 워터루프에 정보통신기술을 융합한 지능형 시스템으로, 실시간 모니터링을 기반으로 한 지능형 수자원 확보, 지능형 수처리 조합공정, 최적화 기법을 활용한 공급배분기술 등을 포함하는 지능형 운영관리시스템과 정보통신기술(ICT)을 접목시킨 고효율의 차세대 워터루프 구축기술로 지역내에서 이용가능한 수원은 하천수, 빗물, 하수, 지하수, 해수 등 다양한 대체 수자원이 있으므로 이를 활용하기 위해서는 수량과 수질을 고려한 처리조합기술 개발이 필요하고, 신도시는 물공급 시설을 새롭게 설치하므로 먹는물 공급을 위한 상수도관망과 친수용수, 화장실수, 조정용수, 공업용수 등



을 공급을 위한 관망을 분리하여 설치할 필요가 있으며, 기존도시는 용수공급망에 다중수원 워터루프 연계관망을 추가하여 공급하거나 수요처별로 독립적인 다중수원 워터루프를 설치하여 운영할 계획이며, 종래의 도시물순환시스템이 버리는 것을 전제로 한 일방향 공급시스템이었다고 한다면 신도시 워터루프 시스템은 다양한 용도에 맞추어 처리하여 재이용하는 맞춤형 물이용 시스템으로 지역내 수자원의 효율적 활용뿐만 아니라, 수질 및 수환경을 고려한 시스템으로 개발할 계획이다.

본 연구에서는 다중수원 워터루프 시스템 운영 관리 요소기술 개발로 기존의 워터루프 시스템은 운영비보다는 안정적인 공급에 치중하였으나, 최근에는 안정적 공급도 중시되면서 운영비용을 절감할 수 있는 환경부하 고려 에너지 저감 운영기술에 대한 수요가 증가하고 있다. 따라서, 다중수원을 어떻게 취수할 것인가에 따른 선택 취수 기술로 지역내 가용수자원을 활용하여 계절변동 및 물부족에 대처할 수 있는 수량, 수질 및 경제성(취수원가 및 시설비용 등)을 종합적으로 판단하여 수원을

선택할 수 있는 기술(선택취수 기술) 개발, 배수지 용량을 효율적으로 이용하여 야간 송수 저류이용에 의한 동력비 절감을 목표로 기상정보, 과거의 축적된 데이터, 펌프의 운영데이터, 배수지 수위 데이터, 전기요금 체계 등에 근거한 수요예측과 제어기술을 이용하여 최적의 물 공급을 실시할 수 있는 지능적 배분공급 기술, 공급수량에 따른 최적설비 규모 축소, 펌프 동력비 및 누수량 절감을 목적으로 각종 센서치에 근거한 실시간 관망해석에 의한 시뮬레이션 기술을 이용하여 대수용가 압력고려 펌프최적운영관리로 비용 절감할 수 있는 대수용가 압력 고려 펌프최적운영 기술, 관망 또는 지하시설물(통신, 전력선 등)의 파이프 라인에 파손 및 누수(출) 발생 시 이를 실시간으로 감지하여 그 위치를 확인할 수 있는 시스템을 적용하여 인력낭비, 시간낭비, 자원의 낭비, 응급 보수로 인한 보수비용 발생 및 사회간접비용 발생 절감을 위한 실시간 관로관리(사고예방관리서비스) 시스템 기술 등에 대한 연구를 추진하고 있다.

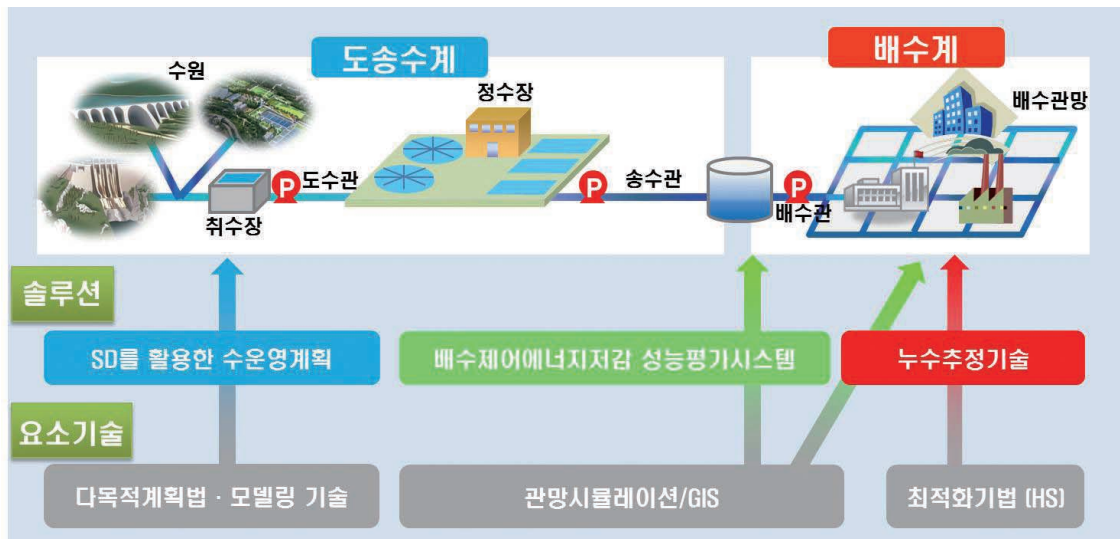


그림 3. 환경부하저감을 위한 송배수계 솔루션과 요소기술 개념도

#### 다. Micro 워터 그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발

Micro 워터 그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발은 워터루프 내에서 수자원의 효율적 이송/분배를 위한 제어/관리 센서 기술 등과 연계하여 수자원의 효율적인 활용을 위한 파일럿 플랫폼 설계, 구축, 운영 및 안정성 향상기술을 개발 하는데 목적이 있다. 본 연구는 2차년도 분리공모과제로 Micro 워터그리드의 기존 기술개발 현황 및 사례조사, 전력그리드 관련 기술 조사 및 분석, Micor 워터 그리드 설계 요소기술 개발을 위한 로드맵 수립, Micro 워터그리드 시스템 통합을 위한 기반기술 개발 및 패키지 계획 수립 등 1차년도에는 주로 선행기술 조사 및 로드맵 수립을 중점적으로 추진하였다.

Micro 워터그리드 관련 기술 조사는 기존 분산형 수자원 관리시스템, 미국의 스마트 워터 그리드 (지능형 검침 인프라, 스마트 그리드를 이용한 Water-energy nexus 최적화, 수자원 및 수질관리 센서 네트워크, 국가 단위의 효율적 수자원 관리 시스템과 같이 4개의 주요 요소기술 중심)으로 개발중이며, 현재 Micro그리드 연구는 대부분 수자원 관리기술을 이용한 하천관리 및 수자원 확보 연구에 치중하고 있다.

Micoo 워터그리드 관련 사례 조사는 중수/빗물/하수재이용 시스템으로 Star City, 주엽초등학교 시설, 서울 중앙우체국, 용인시청, 제주도 신라호텔 등을 분석하였으며, 지능형 물관리 기술은 미국 IBM의 지능화 프레임워크, 일본 Hitachi의 Intelligent Water Systems 등을 분석하였다.

Micro 워터그리드 물 공급을 위한 방안으로 여러 가지 Micro 워터그리드 중에서 빌딩을 대상으로 하는 경우에 국한하여 구축방안을 도출하였으며, 단지나 소규모 도시에 적용하는 경우에도 기본 개념은 유사하게 적용될 수 있도록 하였으며, 각 대상영역을 구분하여 영역별 연구내용을 도출하였

고, 빌딩 영역에서의 핵심연구는 DR과 상수도 연계 등의 분야, 다중수원 영역에서의 핵심연구는 블렌딩 수처리 연계와 처리효율 향상 및 성능평가, 음용수 처리영역에서는 상수도 배관과의 연계 부분과 영역간 연계 등의 기본 개념으로 빌딩외 혼합수 물공급 계통에 대한 4가지 형태의 모델을 도출하였는데, 복선화 모델(음용수와 비음용수), 싱글양방향 물거래 모델, 싱글 단방향 환상형 모델, 복합형(양방향 복선) 모델을 제시하였으며, 향후 시스템 구축 및 안정화에 필요한 빌딩 간 혼합수 양방향 물 공급 운영 시나리오를 도출할 계획이다.

#### 라. 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소기술 현장적용 설계 기술

SWG 규모별 요소기술 현장적용 및 설계 기술 개발은 물 복지 선진국가 실현 및 물산업 해외시장 진출을 위한 기반기술 구축을 비전으로 세계 최고 수준의 스마트 워터그리드 기술을 확보하기 위한 현장적용 테스트베드 설계기술 개발을 위해 스마트 워터그리드 요소기술 디렉터리 구축, 스마트 워터그리드 조합기술을 테스트베드에 적용하기 위한 물이용 효율성, 물 공급 안정성, 에너지 효율성, 경제성 등 종합적인 성능평가 기준 마련, 단위 그리드 구축 시 핵심 요소기술 선별, 기술조합에 의한 그리드 핵심설계 인자 적용 및 설계 구조화를 통한 상용화 기반 확보, 테스트베드 내 수자원의 안정적 모니터링/네트워크/제어 고도화를 위한 스마트 워터그리드 O&M 플랫폼 적용 등에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 1차년도에는 SWG 요소기술 분류체계 및 기술정보 디렉터리 구축 및 테스트베드 입지선정을 위한 현장조사 및 입지선정 기준을 수립하였으며, 2차년도에는 스마트워터그리드 조합기술의 성능평가 기준 및 지침개발을 위해 도시유형구분, 조합기술 성능평가 기준을 마련하였으며, 스마트워터그리드 테스트베드 구축 기본구상 및 표준 설계안을 위해 입지대상지 선정 및 설

계 기본구상안을 도출하였다.

도시유형을 구분하기 위해서 기준 수립이 선행되었고 큰 기준으로 도시의 입지(내륙형, 해안형, 섬형), 도시의 규모(거대규모, 대규모, 중규모, 소규모)로 도시를 구분하였으며 이렇게 구분된 도시들은 다시 SWG 기술 도입에 관련된 평가 항목은 총 5가지(수자원특성, 규모, 산업 및 기능, ICT 인프라, 재정)로 정해 각각의 합리적인 기준을 정하여 국내 33개 도시, 국외 17개 도시에 대해 SWG 기술 도입성 지수를 평가하였다. SWG 조합기술 성능 평가 지침은 계층적 분석법인 AHP 기법을 도입하여 기 구분된 도시유형에 SWG 기술 도입시 도입기술의 차이 및 특성이 있을 것으로 예상되는 검토항목으로 기후, 지형, 규모, 형태, 발전단계, 산업, 기능, 입지, 수자원 특성, ICT 인프라 등을 고려하여 평가 지침을 작성하였으며, 새만금지역 중 생활 및 공업용수수요가 있는 복합도시(북측)을 대상으로 SWG 조합기술 대안을 수립하는 것으로 계획하였다.

SWG 테스트베드 기본구상(안) 작성을 위해 테스트베드 지역 선정시 고려사항은 시기적 적합성, 기술 적용성, 공간적 규모의 적합성, 인프라 제공, 행정적 지원 등을 주요 고려사항으로 하였으며, 테스트베드 지역 선정을 위한 평가항목은 사업단 성과물 적용(시기적 연계성, 지역의 적합성), 후보 지자체의 테스트 베드 지원(운영계획의 적정성, 행정적 지원계획의 적정성, 사업에 대한 참여도), 테스트 베드 활용(활용성, 홍보/파급성)의 항목으로 구성하여 새만금지역, 인천광역시 영종도 지역, 제주도, 속초시, 물산업클러스터(대구시), 전라북도의 국가식품클러스터 지역을 대상으로 SWG 테스트베드 후보지 평가를 다음 평가 항목 수자원 조건, TB 적합성, 지역 조건으로 구분하고 세부적으로 물부족 평가지표, 수도보급률, 가용 수자원, 적용 면적, 개발지역여부, 개발특성, 재정자립도, 지역


경제규모 등으로 구분하여 새만금-복합도시(북측), 새만금 산업단지, 인천 영종도, 대구시 물산업 클러스터를 선정하였다.

#### 4. 맺음말

본고에서 스마트워터그리드 지능화 연구 중 신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보 기술 개발에 대해 수자원 연속 활용을 위한 신도시 Micro 그리드 최적 수처리 조합공정 및 워터루프 연계기술 개발, 수자원 최적 활용 및 분배를 위한 신도시 멀티 워터루프 시스템 개발, Micro 워터그리드 파일럿 플랫폼 구축 및 안정화 기술 개발, 테스트베드 구축을 위한 SWG 규모별 요소기술 현장적용 설계 기술 등에 대해 연구목표 및 지금까지의 연구내용에 대해 기술하였다.

신도시 수자원 연계 활용을 위한 지능형 수자원 확보기술에 대한 연구가 체계적으로 수행 될 경우 지역적 특성, 수요자 중심의 맞춤형 용수 생산으로 경제적이고 안정적인 용수 생산 및 공급, 신도시 수자원 워터루프 연계 시스템 설계/운영을 통해 각종 원수 수원별 확보 방안 수립으로 자금자축형 Water-Freedom 구현 및 물부족 대응기술 등 신도시 및 기존도시의 물관리 정책수립에 활용, 다중 수자원의 연계/연속 활용 및 시간적·공간적 불균형 해소 및 물시장 발전에 크게 기여할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

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

## 참고문헌

1. 유태상, 하성룡, 정태성(2011), 다수원 상수도시스템 연계운동을 위한 최적 네트워크 모형 구축, 한국수자원학회 논문집, 제44권, 제12호, pp. 1001-1013.
2. 김준하(2011) 호주와 싱가포르의 사례에서 본 국내 스마트 워터그리드 발전 방향, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제44권, 제8호, pp. 19-24.
3. 김형수(2011), 미래 지능형 스마트 워터그리드, 물과미래, VOL. 44, NO 8, pp. 11-13.
4. 한국수자원공사(2011), 차세대 지능형 상수관망 기술개발 워크샵 - 스마트미터 및 센서네트워크 기반 상수관망 운영관리 최적화-
5. 한국수자원학회(2007), 안정적 용수공급을 위한 상수관망의 운영 방안