

해외기술

해외
기술

上下水道 System의 현황과 전망

1. 머리말

上下水道는 안전하고 쾌적한 생활환경을 확보하는데 없어서는 안될 생활환경기반시설이다. 근래에 산업활동의 발전과 생활양식의 고도화·다양화에 따라 다량의 물이 소비되는 한편 수원인 하천이나 湖沼의 수질汚濁도 더 심해져, 수원의 확보와 수질보전, 나아가서는 水環境의 회복이 중요한 과제가 되고 있다. 21세기를 맞이함에 있어서 지구규모의 환경보전의 필요성이 높아지고 있는 가운데 안전하고 맛있는 물, 윤택한 水環境에 대한 다양한 요구가 있어, 이를 실현하는데는 상하수도의 역할이 점점더 중요해지고 있다.

上水道는 高보급시대를 맞아 언제 어디에서라도 안전하고 맛있는 물을 공급할 수 있음을 기본으로 하고 震災나 갈수 등의 재해에 강한 수도, 광역적인 수도정비와 水運用, 高級 上水施設의 정비와 수도사업의 종합적인 정보화 등, 수도의 질적향상과 유지관리의 효율화를 도모하는 고도의 수도시스템의 실현에 중점을 두고 있다.

下水道는 1994년도말의 처리인구 보급률이 50%를 넘을 것으로 생각되는데 여전히 구미 선진국에 비하여 낮으며 정

비가 늦어지고 있는 중소마을에의 보급확대가 제1의 과제이다. 또 침수대책·수질보존 등 하수도 본래의 역할강화도 高 보급률인 대도시를 중심으로 유지관리의 충실, 매력있는 도시만들기의 입장에서 하수도의 다목적이용 등 질적인 향상을 목표로 추진되고 있다.

한편 이와 같은 상하수도의 실현에 임하여 중요시되고 있는 상하수도의 제어·관리에 관한 시스템기술은, 전기·계장·계산기·정보통신에 관한 요소기술을 종축으로 하고, 플랜트나 시스템으로 종합하는 시스템엔지니어링기술을 횡축으로 하는 통합화된 시스템기술이다. 계산기, 정보통신네트워크, 정보처리·관리기술 등, 개개의 요소기술의 진보는 눈부신바 있으며 이들의 기술성과를 취하여 균형있게 융합시켜 시스템전체로서 보다 신뢰성 높고 효율적이고도 사용하기 쉬운 플랜트시스템의 구축기술로 이어가는 것이 중요하다.

여기서는 상하수도의 최근의 시장동향과 전기·계장분야에서의 시스템기술동향을 전망해 본다.

2. 上下水道의 市場動向

2.1 上水道

금후의 상수도정비에 대해서는 21세기를 향한 장기 목표인 “프레시水道計劃”을 기초로 광역화, 급수서비스의 향상 등 고수준의 수도의 실현을 목표로 하고 있다.

수도는 시민생활을 지탱하는 라이프라인이며 갈수 시나 재해시 등의 비상시에 급배수의 상호연통, 배수 운용의 광역운용관리의 충실 등이 중요하다. 阪神대 지진으로 인한 재앙의 교훈에서 노후시설의 갱신과 기간시설·급배수관의 내진화 등도 서두르고 또 재해시의 정보라인을 확보하는 방재정보시스템에 대한 관심이 높아가고 있다.

또 1992년에 수질기준이 개정되고 또한 1994년에 성립한 수도수원보전에 관한 법률에 의하여 농약 등 미량화학물질이 수원에 유입되는 등의 환경변화에 대한 대응이 취해져 보다 안전하며 맛있는 물의 공급을 위한 조치가 한층더 강화되고 있다. 수원의 수질오탁이 진행되고 있는 정수장에서는 안전하고 異臭味가 없는 물의 공급을 실현하기 위하여 오존처리 등의 고도처리설비의 도입이 추진되고 있다.

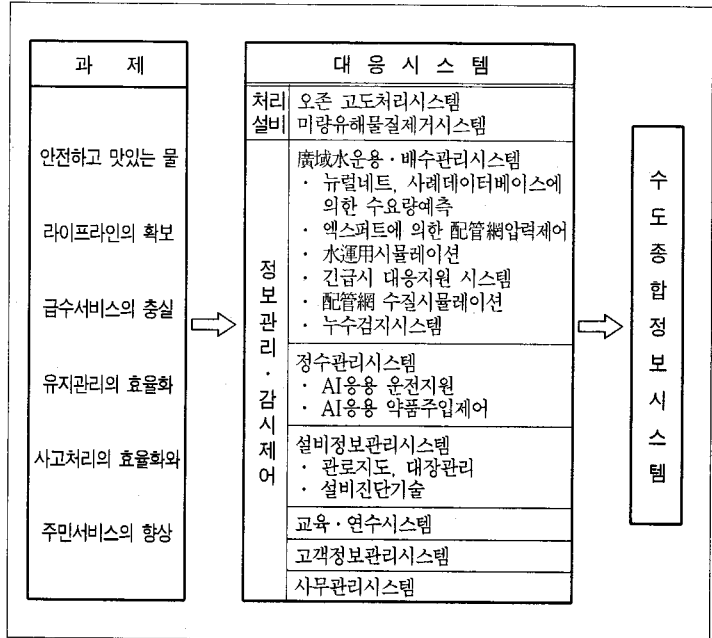
유지관리의 효율화는 종래부터 적극적으로 추진되고 있으나 시민니즈의 다양화·고도화와 광역화·대규모화 되어가는 수도시스템에 대응하여 적절한 시스템관리와 비상시를 포함한 상황에 따른 확실하고 신속한 운전관리를 하기 위해서는 정보의 一元管理와 각 業務間의 협조적인 이용이 중요하게 된다.

앞으로는 감시제어·운전지원시스템과 설비보전, 대장관리 등의 설비정보관리시스템, 그리고 사무처리·창구업무의 OA화 등 사무관리시스템을 긴밀히 결합하여 수도사업에 관한 모든 정보를 一元管理하는 종합정보시스템에 의한 효율적인 사업운영의 실현을 도모해 갈 것이다.

상수도의 주요 과제와 대응하는 시스템기술을 그림 1에 표시한다.

2.2 下水道

하수도는 21세기의 초기에 보급률을 90%로 끌어올리는 것을 목표로 적극적으로 정비가 추진되고 있다. 1994년에



〈그림 1〉 상수도의 주요과제와 대응시스템

발표된 하수도기술 5개년계획에서 앞으로 필요하게 될 하수도기술을 밝히고 급속한 보급이나 水環境의 재생과 보전, 자원·에너지의 유효이용 등 사회적인 요청에 따른 실현을 향해 적극적으로 대처해 가도록 하고 있다.

중·소 도시, 마을에의 보급에는 回分式活性汚濁法 등의 건설비가 싸고 유지관리가 용이한 처리법을 채용하고 또 기술자부족에 대한 대응으로서는 몇 개의 소규모처리장을 종합하여 집중관리하는 群管理시스템과 AI응용의 유지관리지원시스템에 대한 검토가 진행되고 있다.

침수대책으로서 雨水펌프장·雨水調整池·管渠 등의 정비가 추진되고 있는데 특히 대도시에서는 이들 시설을 고도로 운용하기 위하여 레이더강우정보시스템의 이용에 의한 유입량예측精度的 향상과 광역적인 雨水배수관리가 중요하게 된다.

또 상수도와 마찬가지로 阪神大震災의 교훈에서 管渠 및 處理場의 耐震化和 管渠의 多系統化, 재해시 처리장간의 하수처리融通, 데이터의 복수장소에서의 분산관리와 정보통신시

해외기술

스탬의 복합화 등에 의한 대체기능의 확보 등, 재해에 강한 하수도의 구축도 중요하다.

수질보전에 관하여는 수질오탁방지법, 하수도법에 따른 放流水質基準, 또 수도수원 2법 등에 의하여 排水基準이 강화되고 있다. 水質閉鎖性水域이나 수도수원으로 될 하천에 대한 富營養化의 방지가 긴급을 요하며 질소, 인 등을 경제적으로 제거하는 생물처리방법 등 고도처리의 도입이 적극적으로 추진되고 있다. 또 親水空間의 창출을 위한 살균·탈색 수단으로서 水性生物에의 영향이 적은 오존 고도처리가 주목받고 있다. 만성적인 물부족과 작년도와 같은 이상갈수에 대응하여 하수처리수의 재이용이 더욱 진전되어 수자원의 리사이클화가 도모될 것으로 생각된다.

대도시에서는 유지관리의 효율화를 기하기 위하여 운전의 자동화, 정보관리의 고도화, 대장 등의 유지관리업무의 시스템화가 추진되고 있다. 특히 本廳과 각 처리장 및 펌프장간을 管渠안에 설치한 光섬유에 의한 고속·대용량의 멀티미디어 LAN으로 연결하여 광범위한 무인펌프장의 원격감시조작 등의 운전관리에서 경영관리까지 하수도업무에 관한 정

보를 一元的으로 관리하는 광역적인 종합정보 관리시스템의 검토도 이루어지고 있다.

또한 쾌적한 사회의 형성을 위하여 하수도의 자원·에너지의 유효이용, 시설의 다목적이용이 추진되고 있다.

하수도의 주요 과제와 시스템기술을 표 1에 표시한다.

3. 전기·계장시스템기술의 동향

3.1 감시제어시스템

최근의 고령화, 숙련기술자 부족, 관리의 광역화, 고도정보화 등의 환경변화에 대응해 가기 위하여 최근의 플랜트관리에서는 단순한 감시제어의 고도화만이 아니라 설비관리와 경영관리 등 상위 정보관리계와의 통합화가 요망되고 있다.

상하수도분야의 대중규모의 감시제어시스템에서는 계산기분야에서의 다운사이징, 오픈화, 네트워크화의 흐름 가운데 그림 2에 표시하는 것과 같은 시스템으로 이행되어 가고 있다. 帳票로거, 운전지원, 설비관리 등 비교적 리얼타임성이 요구되지 않는 정보제어계에 워크스테이션을 적용하여 범용 LAN에 의한 분산시스템으로 하여 오픈화의 요구에 응하고 있다. CRT 감시제어, 미니그래픽패널·卓制御機能 등의 감시제어계는 리얼타임컨트롤러에 의한 수평분산시스템으로 하여 고속의 통합제어LAN에 의하여 리얼타임성을 확보하고 있다. 범용 LAN과 통합제어LAN과는 리얼타임서버를 통해 연결되어 있고 필요한 데이터엑세스가 쌍방향에서 가능하며 플랜트 전체로서 전기제어(E), 계장제어(I), 계산기(C)가 밀접하게 통합된 시스템이다. 또한 워크스테이션은 24시간 연속운전하기 위하여 전원관계와 고장검지기능 등을 강화한 제어용을 사용하고 있다.

소규모시스템에 있어서도 오픈화가 요구되고 또 원방에 분산된 시설을 적은 수의 인원으로 관리하기 때문에 광역관리를 할 수 있는 것을 필요로 하고 있다. 감시제어장치는 시판되는 OA소프트를 활용할 수 있는 환경과 범용네트워크에 의한 퍼스컴과 접속하여 유저측에서 플랜트데이터의 해석

〈표 1〉 하수도의 주요과제와 대응시스템

과 제	대응 시스템 기술
중소도시 및 마을에의 보급	소규모 감시제어 시스템 소규모 처리장의 群관리시스템 回分式, OD법의 유지관리지원시스템
도시재해에 강한 하수도 · 광역적 침수대책 · 하수도의 내진성 강화	레이더 降雨정보시스템과 유입량 예측기술 광역雨水排水관리시스템 비상시 대응제어시스템
수질보전대책의 총실 · 깨끗한 水環境의 실현	탈窒·탈인 프로세스 운용제어시스템 오존 고도처리시스템
유지관리의 총실 · 관리의 자동화·省力化 · 시설의 광역관리	종합정보시스템 광역관리시스템 설비정보관리시스템 AI응용 운전지원시스템 AI응용 설비진단·예방보전시스템 연수·교육시스템 무인점검 로봇시스템
하수도의 다목적 이용 · 지구환경에 친근한 省資源·省에너지 · 매력있는 도시만들기	하수폐열회수 히트펌프 냉난방 시스템 정화가스 발전시스템 연료전지, 태양광발전 管渠網이용 광 파이버 지역정보화 시스템 처리수 고도처리재생 시스템

등을 용이하게 할 수 있는 오픈시스템과, NTT회선을 이용한 간이원격제어시스템을 갖춘 고기능의 코스트퍼포먼스가 우수한 시스템이 실현되고 있다.

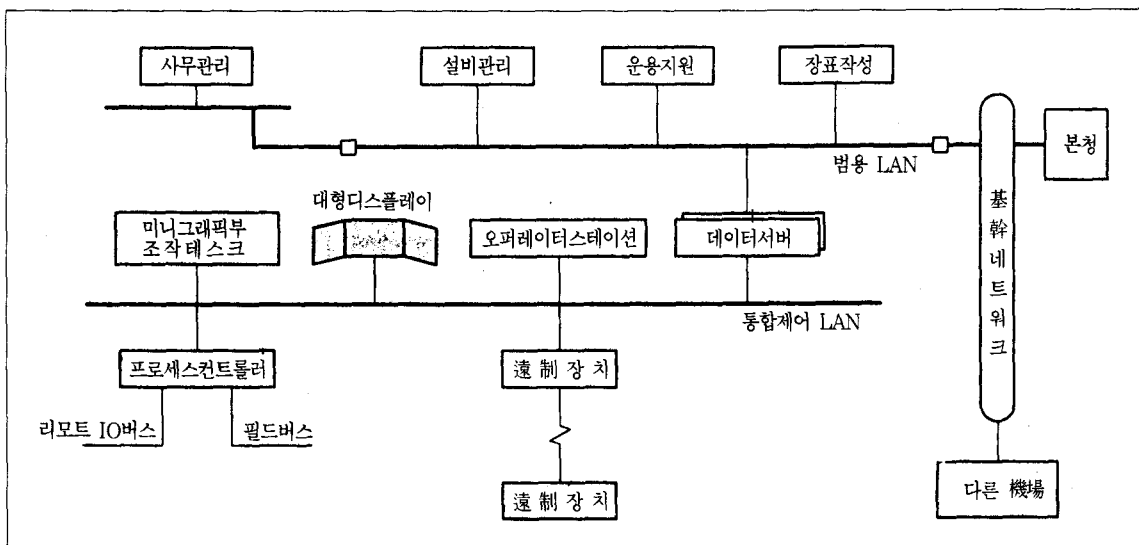
정보통신네트워크는 말단의 계장기에서 상위의 관리용 계산기까지 긴밀하게 결합된 플랜트전체의 네트워크화가 추진되고 있다. 특히 현장과 전기실간은 컨트롤센터의 전자화와 기계부하단위의 분산제어가 가능한 유닛시퀀서에 의한 현장반의 전자화, 센서의 인텔리전트화 등에 의하여 네트워크화가 진전되고 있다. 또한 제어용버스는 광통신기술의 진보에 따라 장거리로 고속전송이 가능한 신뢰성 높은 광전송이 사용되어 음성·영상 등에 멀티미디어의 대응이 가능해지고 있다. 또 광역관리에 대응하여 원격제어시스템과의 융합, 메이커가 다른 기종과의 정보통신에 범용네트워크에의 접속이 도모되고 있다.

감시조작은 일반적으로 CRT오퍼레이션이 중심이 되어 있어 백업으로서 미니그래픽패널이 병용되고 있다. 최근에는 복수의 운전원이 동시에 정보를 공유할 수 있다든지 플랜트의 전체표시에서부터 부분확대표시가 가능한 것으로 70~100인치의 대화면표시가 가능한 高精細비디오프로젝터의 도입이 기도되고 있다. CRT의 맨머신기술은 高精細CRT의

채용, 마우스와 터치스크린에 의한 조작, 멀티윈도에 의한 관련정보의 표시 등 기능향상이 도모되고 있다. 더욱이 EIC 정보를 1대의 CRT로 집중적으로 취급할 수 있는 싱글윈도화, 음성이나 동화상 등의 멀티미디어의 취급도 진전되어 운전조작을 효율적으로 할 수 있게 되었다.

앞으로 맨머신기술은 복잡·고도화하는 감시제어시스템의 대량의 정보를 目的對應으로 정리통합하여 인간이 알기 쉬운 형태로 제시하는 것을 목표로 AI기술을 응용한 인텔리전트화가 추진되어 갈 것이다. 또 3次元컴퓨터그래픽, 나아가서는 人工現實感 등 정보의 시각화기술이 도입되어 인간의 감성에 호소하는 기능의 실현도 기대되고 있다.

엔지니어링기능은 프로세스모니터의 화면, 장표양식과 각종 定義를 하기 위한 빌드메인터넌스기능, 그리고 제어프로그램 작성기능의 충실을 도모하고 유저에서의 화면수정이나 프로그램을 변경할 때 전문지식을 요하지 않고도 쉽게 할 수 있도록 유저를 오픈한 환경 실현을 목표로 하고 있다. 특히 상하수분야에서 요구가 강한 장표·보고서의 유저측에서의 작성에 대해서는 기본기능의 제품화에 의하여 이것들을 조합함으로써 어느 정도 자유로이 작성할 수 있게 되었다. 또 플랜트데이터는 퍼스컴에서 이용 가능하며 유저측에서



〈그림 2〉 감시제어 시스템의 구성이미지

해외기술

범용소프트웨어를 사용하여 간단하게 보고서 작성이나 데이터해석도 할 수 있게 되어 있다.

3.2 운용제어

上下水分야에서는 水環境의 악화, 사회니즈의 다양화에 따라, 상황에 부응하는 세세하고 유연한 운전관리가 요구되고 있다. 이와 같은 요구에의 대처로서는 종래는 숙련운전원의 오랜 경험과 폭넓은 지식에 기초한 판단에 맡겨진 경우가 많았다.

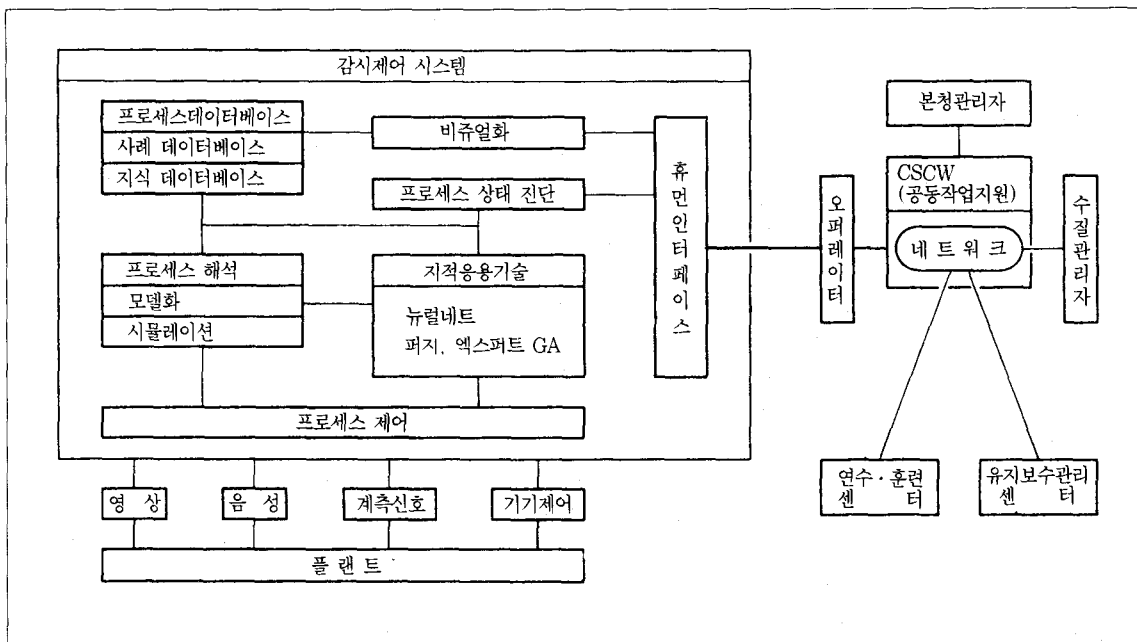
이에 대하여 최근의 계산기기술의 급속한 발전에 따라 엑스퍼트시스템, 퍼지, 뉴럴네트, GA(遺傳的알고리즘) 등의 기술을 사용한 지적제어 및 대규모 數理解析과 시뮬레이션의 운용제어에의 적용이 가능하게 되어 종래의 제어기술과 조합하여 프로세스진단, 운전지원의 충실과 조작의 자동화가 추진되고 있다. 이들 제어기술을 지적제어 기술을 응용한 시스템구성이미지를 그림 3에 표시한다.

上下水分야에서는 뉴럴네트에 의한 수요예측, 엑스퍼트시스템에 의한 대규모 배수관망에서의 압력제어 등이 실용화되

어 있으며 下水분야에서는 유입량예측과 펌프운전제어, 수처리프로세스진단 등에 지적제어기술이 적용되게 되었다. 또 대규모 배수관망해석이나 하수관거의 유입·流下特性 등의 해석에 시뮬레이션시스템이 적용되고 있다. 금후에도 지적제어기술, 시뮬레이션기술과 여러 가지 제어기술을 조합하여 운전관리의 자동화범위를 넓혀감과 동시에 유연하고 정확한 제어가 실현되어 갈 것이다.

3.3 정보관리

상하수도의 운영은 여러 가지 조직과 많은 사람들의 협조작업으로 이루어지고 있다. 설비의 광역운용이나 사업계획·책정 등의 경영관리를 시행함에 있어 조직내의 다종다양한 정보를 一元적으로 관리하고 정보의 공유화를 기함과 동시에 정보교환을 자유롭게 할 수 있는 종합정보시스템이 중요하게 된다. ATM(非同期轉送모드)통신에 의한 고속·대용량멀티미디어 LAN, 데이터베이스기술, 분산처리기술과 맨머신기술, CSCW(인간의 공동작업지원)등 실현에 필요한



〈그림 3〉 知的制御技術應用시스템의 구성이미지

기술은 급속하게 진전되고 있으며 종합정보시스템의 구체적인 검토가 추진되고 있다.

종합정보시스템의 서브시스템을 구성하는 설비정보관리는 유지관리에 필요한 대장이나 지도·도면, 설비의 영상 등의 이미지데이터, 배관·심볼 등의 벡터데이터, 또 이들의 屬性 데이터인 코드데이터 등의 멀티미디어데이터를 一元管理하며 각 데이터의 중첩표시, 시설종류에 따른 색분별, 선별표시 및 이미지데이터와 프로세스정보와의 연관처리, 데이터 검색 등의 기능향상이 이루어져 쓰기 쉬운 시스템이 되고 있다. 또 기타의 서비스시스템으로는 광역운용시스템, 정수장(처리장)관리시스템, 사무관리, 고객정보시스템 등이 있다.

3.4 오존高度處理

상수분야에서는 곰팡이냄새가 나는 물이나 발암성이 문제가 되고 있는 트리하로메탄 등 유기염소화합물의 저감대책으로 수도수원의 오염이 진행된 지역을 중심으로 오존을 이용한 고도처리의 도입이 추진되고 있다. 또 하수분야에서는 脫色·살균을 주목적으로 放流水의 일부를 오존처리하여 修景用水 및 親水用水에의 재이용을 도모하는 예가 증가하고 있다. 또한 만성적인 물부족의 해소수단으로서 하수처리수의 공업용수·농업용수 등에의 고도의 재처리를 지향하여 처리수의 잔존유기물, 難分解性微量汚染物質을 제거하는 오존처리에 의한 고도의 水再生技術에의 노력도 하고 있다.

상수분야에서의 대규모 오존고도처리의 도입에 따라 오존발생장치의 효율향상만이 아니라 시스템전체로서 오존처리의 안정성, 용이한 유지관리와 설치스페이스의 제약에의 대응을 고려한 설비개선과 효율적인 운전방법 등이 중요하게 된다. 오존발생기의 개량, 고주파인버터전원의·채용 등에 의하여 발생효율과 오존농도의 향상을 도모함과 동시에 오존을 효과적으로 이용하기 위하여 시뮬레이션해석에 의한 고효율오존反應槽의 설계, 排오존농도나 처리수질의 피드백에 의한 오존注入率제어와 오존발생량 제어의 효율적인 제어방식의 개발·실용화가 진전되고 있다.

3.5 未利用에너지의活用

지구온난화 등 지구환경문제와의 관점에서 상하수도에 있어서도 省에너지와 未利用에너지의 유효한 회수, 클린한 에너지의 활용 등에 대한 검토를 필요로 하고 있다. 현재, 하수처리수로부터의 히트펌프에 의한 열회수와 냉난방 및 급탕에의 이용, 汚濁의 嫌氣消化處理에서 나오는 消化가스를 이용한 가스엔진이나 가스터빈에 의한 消化가스發電이 실용화되고 있다.

하수도가 갖는 잠재적인 에너지자원은 크며 下水汚濁의 보유 에너지의 고도활용, 폐열회수와 자연에너지의 이용 등이 급후 더욱 진전되어 갈 것으로 생각된다.

신기술인 태양광발전이나 연료전지를 본격적으로 보급하기 위해서는 저코스트화 등의 문제가 있으나 클린하여 환경성이 우수하며, 지구환경문제 및 에너지자원과의 관계로 국가프로젝트로서 개발·보급이 추진되어 상하수분야에서도 도입이 검토되고 있다. 연료전지는 消化가스를 연료로 할 수 있으며 발전효율이 높고 또한 동시에 발생하는 열을 냉난방 등에 이용 할 수 있는 코제너레이션으로 하수분야에의 도입이 기대된다.

4. 맺음말

21세기를 향하여 국제화·고령화·고도정보화 등 상하수도를 둘러싼 사회적배경은 변화하고 있으며, 안전하고 맛있는 물, 쾌적한 水環境의 창출, 지구규모의 환경보전의 관점과 재해에 강한 풍부하고 윤택한 도시만들기의 일익을 담당하는 등 종래의 틀을 넘어선 다각적인 역할이 상하수도에 요구되고 있다. 이들의 요구를 충족시키기 위해서는 계산기, 네트워크기술, 지적제어 및 데이터베이스기술 등 종합적인 기술이 필요하다.

三菱電機(株)에서는 종래부터 축적하여온 전기·계장기술과 시스템기술을 통하여 니즈에 매치한 기술개발에 힘써 신뢰성 높고 효율적이고 인간에게 친근한 상하수도시스템의 구축을 위해 노력을 경주할 생각이다.