

전력난 완화 및 에너지이용 효율향상을 위한 도시 에너지 공급체계 개선방향



한국건설기술연구원 선임연구위원 **이 태 원**
(twlee@kict.re.kr)

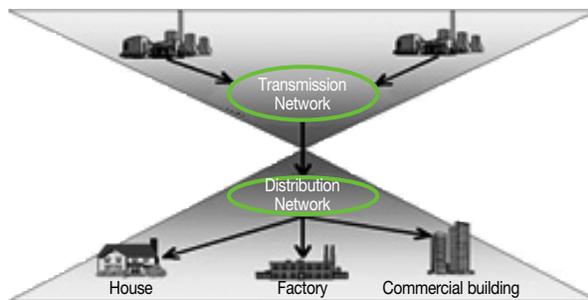
1. 서론

1970년대 이후 국내에서는 산업의 발달과 더불어 많은 인구가 도시에 집중하는 산업화와 도시화가 급격히 진행되었다. 짧은 기간에 걸친 도시화는 압축성장을 가능하게 해준 긍정적인 측면도 있었지만, 도시기능의 유지에 필수적인 에너지자원의 수요가 폭발적으로 늘어나고 그에 따라 오염물질이나 폐기물의 배출량도 크게 증가하여 각종 환경오염의 폐해가 필연적으로 뒤따르게 되었다. 또 비교적 오랜 기간에 걸쳐 도시개발을 진행해 온 선진국에 비해 매우 단기간에 걸쳐 대규모의 도시를 건설해야 하는 우리의 실정에

서는 이들 도시 라이프라인 인프라를 효율과 경제성을 체계적으로 고려하여 구축하기에 앞서 안정적인 시설의 건설과 운영(에너지자원의 안정적인 공급과 처리)을 최우선 목표로 설정할 수밖에 없었다.

그러나 최근의 국제유가 급등에 따른 에너지위기와 기후변화협약 등 날로 강화되고 있는 환경규제와 관련된 각종 국제규범은 우리의 도시 및 산업활동에도 큰 영향을 미치게 되었고, 도시 라이프라인 인프라의 건설과 운영방법의 적절성에 대해서도 다시 생각해 보는 계기를 제공하게 되었다. 즉 [그림 1]에 보인 바와 같은 과거에 설치되어 현재 사용되고 있는 대량 공급, 대량 배출 및 폐기의 개념에서 벗어나 에너지와 자원

[그림 1] 대량 생산 및 소비구조의 기존 라이프라인 인프라



자료: 한국건설기술연구원(2012)



의 소비와 오염물질 배출을 최소화하고, 궁극적으로는 자급자족할 수 있는 순환형 시스템을 구축하지 않으면 안 될 새로운 패러다임에 직면하게 된 것이다.

여기서 도시 라이프라인(Lifeline Infrastructure)이라 함은 현대 도시가 고유의 기능을 유지하기 위해 필요로 하는 에너지와 자원 등 각종 유틸리티의 공급, 처리 및 반송과 관련된 시설을 통칭하는 것으로 도시의 신경망과 혈관계통에 해당되는 도시기반시설을 말한다. 예를 들면 전기·가스·열 등의 에너지와 상수 공급시설, 폐기물소각시설과 하(중)수처리시설 등의 환경기초시설, 그리고 이들 시설의 입지와 수요/발생원을 연결하여 에너지와 물질을 운반하기 위한 배관·배선계통 및 공동구 시설 등이 여기에 해당된다.

순환·자족형 도시 라이프라인 인프라를 건설하기 위해서는 무엇보다 우리가 지금까지 가지고 온 관행과 관련 제도에 대한 재검토가 필요하다. 즉 신도시를 건설하거나 도심을 재개발할 때 에너지자원의 수요나 폐기물과 오염물질의 배출을 최소화하기 위해 얼마나 노력해 왔는가? 이들 시설들은 시간에 따른 수요변화에 능동적으로 대처할 능력이 있는가? 시설별 관계자들은 각자의 이해관계를 떠나 수요자인 국민의 입장에서 효율적인 시스템의 구축을 위해 적극적인 협조체계를 유지해 왔는가? 또 관련 제도들은 위 사항들

을 효과적으로 뒷받침하기 위한 준비가 되어있는가? 등에 대한 냉철한 검토와 이를 토대로 향후 나아갈 방향에 대한 새로운 이정표를 세울 필요가 있다.

이에 본고에서는 도시 라이프라인 인프라와 관련된 국내 도시의 건설현황과 문제점을 간단히 진단해 보고, 우리보다 앞서 환경변화에 대응한 선진외국의 사례검토를 통해 향후 에너지자원의 절약은 물론, 글로벌 시대에 국제경쟁력을 갖추기 위해 요구되는 바람직한 도시 라이프라인 인프라의 구축방향에 대해 기술하고자 한다.

2. 도시 에너지 공급관련 현황 및 문제점

가. 불균형적 도시 에너지수요

국내 신도시는 늘어나는 주택 수요를 충족하기 위해 1980년대 후반부터 수도권 등 대도시를 중심으로 건설되기 시작했다. 따라서 주거용 건물이 매우 큰 비중을 차지하게 되었고, 이는 지역난방열의 용도별 판매실적으로부터도 쉽게 유추할 수 있다(〈표 1〉 참조). 즉 신도시를 중심으로 열을 공급하는 지역난방 공급 지역에서 겨울철 열수요의 90% 정도를 주거용 건물

〈표 1〉 국내 지역난방열의 용도별·월별 판매실적(2009)

구 분	1월		8월	
	판매량(Gcal)	비율(%)	판매량(Gcal)	비율(%)
주거용	1,932,272	89.6	135,375	69.1
비주거용	224,097	10.4	60,493	30.9

자료: 에너지관리공단(2010)

이 소비하고, 나머지를 업무용과 공공용 등 비주거용 건물에서 소비하고 있다.

국내 도시의 주거용 건물에서는 난방을 위해 지역 난방열이나 도시가스를 열원으로 사용하는 반면, 냉방을 위해서는 전기를 이용한 개별냉방을 하는 것이 일반적이다. 이에 따라 겨울철에는 지역난방열이나 도시가스의 수요가 매우 많아지고, 여름철에는 전력 수요가 증가해 에너지원별 수요의 계절적 불균형 현상을 유발하는 원인이 되고 있다. 여름철에 냉방용 전력수요의 증가에 따라 발전량이 증가함에도 불구하고 배열을 이용하는 열수요가 없기 때문에 발전배열을 버릴 수밖에 없고, 이에 따라 앞에서 신도시 등에 설치된 복합화력 발전시설들의 경제성 측면에서 운전을 최소화하고 있다.

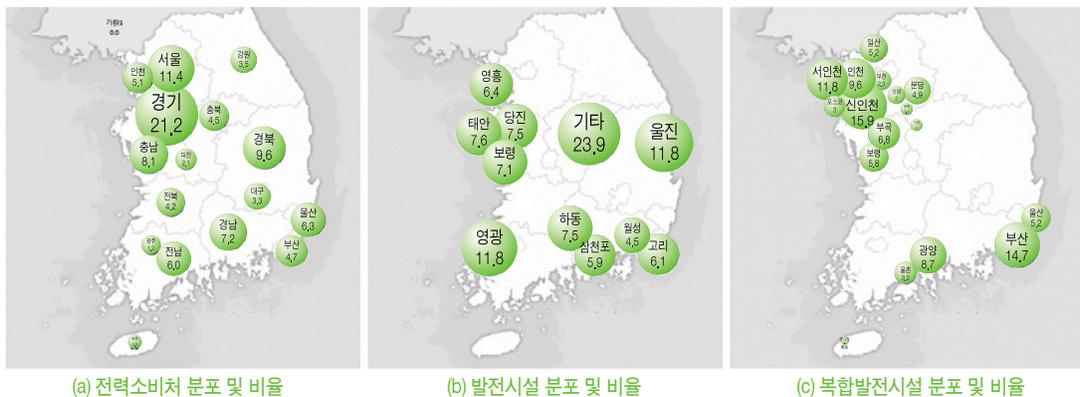
이와 같은 에너지의 계절적·시간적 불균형 현상은 도시계획 단계에서 에너지수요의 적절한 혼합, 즉 에너지수요의 관점에서 균형 잡힌 토지이용계획의 수립을 통해 상당부분 개선될 수 있다. 그러나 지금까지의 도시계획 과정에서는 자원과 에너지의 공급과 처리에

관련된 시설은 개발계획과 별개의 차원에서 검토되거나, 개발계획이 완료된 후 부수적으로 설치되어 왔다. 결국 도시에서 에너지자원의 사용이 미치는 경제사회적·환경적 영향에 대한 검토나, 도시계획과 에너지의 효율적인 수급 사이의 상호관계에 대한 체계적인 고려가 미흡했던 것이 사실이다.

나. 불합리한 에너지소비 및 공급체계

국내 화력발전시설에서 주로 사용되는 에너지는 석탄 44.5%, 원자력 33.5%, LNG 18.1%, 석유 등 기타 3.9%의 순으로 거의 대부분의 전력생산을 석탄과 원자력에 의존하고 있다고 해도 과언이 아니다(에너지통계연보, 2012). 이들 시설들은 방사성물질의 배출 위험이나 대기오염물질의 배출우려, 공정배열을 버리기 위한 필요성이 맞물려 80% 이상의 발전시설이 서해안과 남해안 및 동해안에 배치되어 있다. 그 결과로 [그림 2]에 보인 바와 같이 수도권 등 대규모 수요처와 발전시설이 멀리 떨어지는 결과가 초래되었다.

[그림 2] 국내 전력소비처 및 발전시설 분포 및 비율 비교



자료: 한국건설기술연구원(2012)



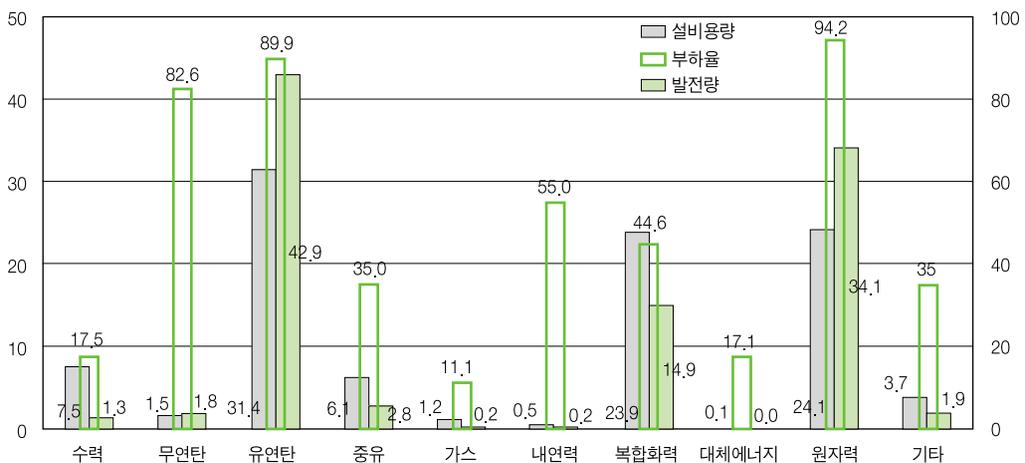
한편 주요 연료별 발전효율(송전단 기준)을 보면 무연탄 34.07%, 유연탄 37.56%, LNG 33.99%, LNG 복합 45.63%, 화력발전 평균 38.79%이다(한국전력공사, 2010). 전체 발전량의 40% 이상으로 가장 많은 전력을 생산하는 석탄의 경우 효율이 특히 낮아 2%에 가까운(전국 평균 1.74%) 송전손실을 고려하면 1/3의 전기를 사용하기 위해 2/3에 가까운 에너지를 바다와 공기 중으로 버리는 셈이 된다. 아울러 석탄화력발전 온실가스 배출량도 많아서 배출원단위도 0.128 TC/MWh인 LNG화력발전의 1.8배가 넘는 0.232 TC/MWh에 달한다. 결국 수도권 등 대도시에서 소비할 막대한 양의 전력을 공급하기 위해 국내 해안지역의 대기 중으로는 연소에 따른 오염물질과, 또 바다로는 발전배열을 배출하고 있는 실정이다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해 1990년대 수도권 1기 신도시를 건설하면서 대규모 소비처로부터 가까운 거리에 대기오염발생이 매우 적은 천연가스를 연

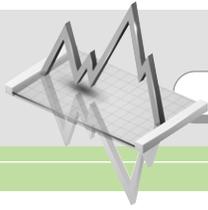
료로 사용하는 복합화력발전소를 설치하고, 발전배열을 이용해 건물 등에 열을 공급하도록 하였다. 이 시설은 에너지이용 효율 또한 높아 80% 수준(발전효율 38.5%, 열이용 효율은 42.2%, 한국지역난방공사 자료인 발전 전용시 복합발전효율 49.9%, 열병합발전시 발전효율 42.1%, 열이용 효율 38.6%에 국내 복합화력 연평균 발전효율을 고려해 추정)에 달하므로 합리적으로 운영이 된다면 효율이 높아 매우 유용한 시스템이라 할 수 있다.

그러나 도심 복합화력발전시설들의 운영현황을 보면 [그림 3]에 보인 바와 같이 당초의 의도와는 달리 발전시설용량 대비 발전량이 다른 종류의 시설에 비해 적고, 연간 가동율이라 할 수 있는 부하율도 2009년의 경우 44% 정도(분당 37.1%, 일산 40.9%, 안양 31.3%, 부천 36.8% 등)로 낮은 실정이다. 이는 높은 원료비로 인해 전력 생산단가가 높은데 원인이 있는 것으로 판단되며, 결과적으로 발전측면의 경제성분석

[그림 3] 발전원별 설비용량과 발전량 및 부하율(2009)



자료: 한국전력공사(2010)



결과에 따라 발전량을 최소화하기 때문에 발전배열을 이용해 열공급을 하는 지역난방지역에서도 복합발전 배열에 의한 열생산율은 40%를 약간 넘는 수준인 반면, 열전용보일러와 자체적인 열병합발전 수행에 의해 열을 생산, 공급하는 비율은 각각 24% 및 20%에 달해 발전배열 이용율이 매우 낮은 실정이다.

이상의 검토내용을 종합하면 복합화력 발전시설의 가동율이 낮고 지역난방열로 활용이 저조한 원인을 다음과 같이 유추할 수 있다. 첫째, 연료단가가 타 연료에 비해 상대적으로 비싸서 생산 및 판매단가가 높아(표 2) 참조, 정산단가 기준 석탄화력의 1.84배) 순간 전력수요가 높은 일부 시간대를 제외하면 경쟁력이 낮다. 둘째, 발전소 주위에 열수요가 적다. 열수요를 확대하기 위해서는 단순히 열을 소비하는 수요처(공급면적)를 늘리는 것은 물론 계절별, 시간대별 수요불균형의 해소가 필요하다. 다시 말해 합리적인 배열 이용을 위해서는 계절 및 시간에 따른 열수요의 평준화가 중요하다.

결국 고효율의 훌륭한 시설을 대규모 수요처 인근에 설치하고도 합리적으로 활용을 하지 못하는 결과가 초래되었다. 아울러 전력생산시설을 비롯해 각자가 관리하는 시설별로는 최고의 효율을 추구하고 있어 합리적인 것으로 보이지만, 국가적 차원에서 종합적으로 판단한다면 에너지 이용체계의 개선에 의한 효율향상과 에너지 및 비용절감 가능성은 매우 클 것

으로 판단된다.

다. 단순한 시스템의 대규모 독립시설 운영

먼저 국내 에너지 공급체계를 살펴보면 전기·가스 및 열로 엄격하게 분리된 각각의 대규모 공급사업자가 전국의 시장을 독점하는 형태로 운영되고 있다. 더욱이 이들 대규모 사업자는 도시지역의 각 건물, 나아가 각 세대에까지 에너지의 공급을 주도하고 있어 각 건물에 모든 에너지원이 공급되어야 한다는 생각이 지배적이다. 심지어 집단에너지 공급지역 내에서조차도 도시가스를 공급하는 중복된 공급체계를 유지함으로써 시설비의 증가에 따른 공급여부를 둘러싸고 갈등이 끊임없이 발생되어 왔다. 그 결과 각 시설에서 서로 다른 에너지수요에 독립적으로 대처함으로써 시설의 운영효율이 낮아짐은 물론, 사업자별로 해당 에너지원별 최대 설비용량을 구축함으로써 실제 수요처에서 요구하는 전체 에너지수요에 비해 시설용량이 지나치게 과대해졌고, 이는 결국 공급시설과 계통의 설치비 및 시공비 상승으로 이어졌다.

한편 단기간의 압축성장을 위한 도시개발 정책과 맞물려 대규모 도시 산업활동에서 필요로 하는 자원과 에너지의 공급과 사용 후 배출되는 각종 폐기물의 처리를 위한 시설도 대규모의 형태로 확충되어 왔다. 즉 대규모 도시개발에 따라 관할지역 전체를 대상으

〈표 2〉 발전용 에너지원별 정산단가

(단위: 원/kWh)

원자력	석탄	복합	LNG	유류	수력	양수	기타
39.51	41.86	76.9	154.31	80.06	62.01	108.19	58.32

자료: 한국전력공사(2010)



로 하는 대규모 인프라시설이 도입되어 왔다. 그러나 이들 대규모 시설은 시시각각으로 변화하는 각종 자원과 에너지의 수요에 능동적, 탄력적으로 대처하기가 곤란하다. 또 유사 공정의 연계 및 관련 시설의 통합에 의한 자원과 에너지의 순환활용과 절약효과를 기대하기 어려워 자족·순환형의 라이프라인 인프라 건설에 장애요인이 되고 있다.

3. 도시 에너지 공급체계 개선방향

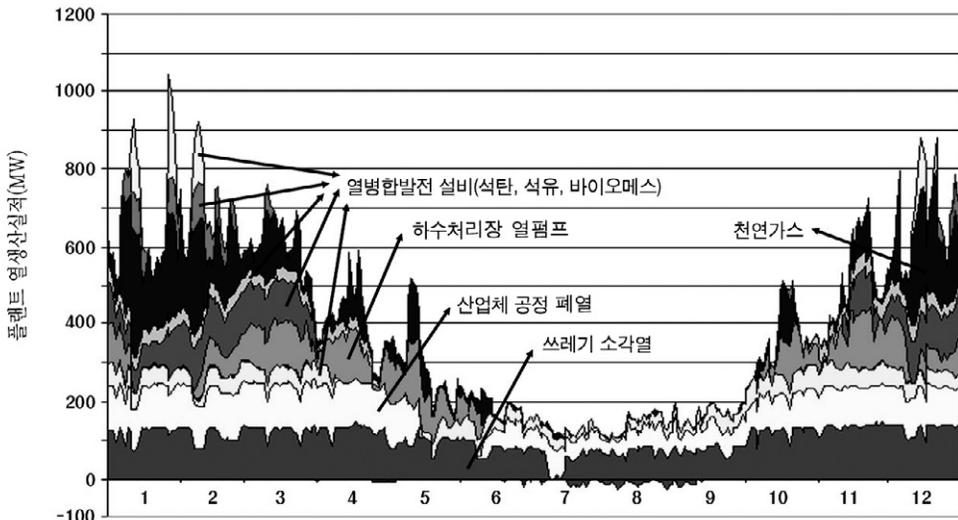
가. 사례 분석

합리적인 도시 라이프라인 인프라의 구축과 운영의 우수사례로 스웨덴 수도 스톡홀름 인근 북서쪽에 위치한 인구 11만명의 Uppsala(옵살라)시를 들 수 있다

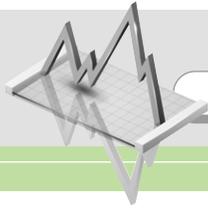
(이태원 외, 2009). 1980년 당시 이 도시의 에너지공급을 위한 석유의존도는 92%에 달했다. 그러나 1980년대 후반 제2차 석유파동을 겪으면서 변화의 필요성을 절감한 후, 에너지 공급체계에 대한 과감한 변화를 시도하였다. 즉 석유 일변도의 에너지 사용형태에서 벗어나 목재칩이나 피트 등의 고체연료와 쓰레기 소각, 각종 도시배열을 이용하는 하수열원 열펌프시스템 및 태양열 암반공동 장기축열 등 다양한 시스템을 도입하기 시작하였다. 그 결과 1988년 들어서면서 석유의존도를 5% 이하로 낮추고 건물분야 에너지수요의 탈석유화에 성공함으로써 에너지 자급율을 크게 높일 수 있었다.

한편 비슷한 변화를 겪은 또 다른 예로 스웨덴 Gothenberg(고텐베르그)시 집단에너지 공급시설의 시스템 구성 및 운영현황을 들 수 있다. 주요 에너지원으로 쓰레기 소각열과 산업폐열, 하수열, 바이오매

[그림 4] 에너지원별 연간 열생산율 변화



자료: Gothenburg(1999)



스 등의 재생에너지와 석탄, 석유, 천연가스 등의 화석연료를 사용하고 있다. 공급된 전체 에너지량 중 각종 폐열과 바이오매스에 의해 생산된 에너지가 70%를 넘고 있다. [그림 4]는 각종 열원시설에 의해 생산되는 열에너지의 연간 변화를 도시한 것으로, 쓰레기 소각열과 산업폐열이 연간에 걸쳐 고르게 열생산량의 기저부하를 담당하고, 하수열원 열펌프도 상당한 비중을 차지하고 있음을 보여준다. 열수요가 많은 겨울철의 일부 기간에만 화석연료가 사용되고, 열수요가 적은 여름철에는 쓰레기 소각열과 산업폐열만으로 충

당하고 있다.

이에 따라 스웨덴에서는 바이오연료와 폐기물에너지 등 재생에너지의 사용율이 66%로 높고, 값이 비싼 고급연료인 천연가스의 소비율은 6%에 불과하게 되었다. 한편 각국에서 사용되는 지역난방용 에너지원을 비교해 보면([그림 5] 참조), 스웨덴이나 핀란드 등 북유럽 국가는 화석연료의 사용을 최대한 억제하고 폐기물에너지와 재생에너지를 적극 활용하여 열원을 다변화하기 위해 노력해 왔다는 것을 알 수 있다.

한편 우리와 에너지 수급환경이 비슷한 일본의 경

[그림 5] 각국의 집단에너지 열원 비교



자료: Euroheat & Power(1998)

<표 3> 일본의 집단에너지원 구성 분포(2003)

종류	재생열원	배열회수	소각열	열병합발전	기타(보일러 등)
건수(건)	16	13	9	42	77

자료: 한국건설기술연구원(2010)



우에도 각종 재생에너지원과 도시배열을 회수하여 집단에너지원으로 활용하는 경우가 많아 천연가스 등 거의 대부분의 에너지를 화석연료에 의존하는 우리의 경우와 비교할 때 시사하는 바가 크다. 특히 도심 및 신도시 지역에서 중소규모의 열병합발전을 통해 집단에너지를 공급하는 경우도 적지 않은 비율을 차지하고 있어 대규모 복합화력 발전시설과 개별 건물의 발전기 이외에는 도심에서 발전을 하지 않는 우리의 경우와 차이를 보여주고 있다(〈표 3〉 참조).

나. Smart Energy Matrix

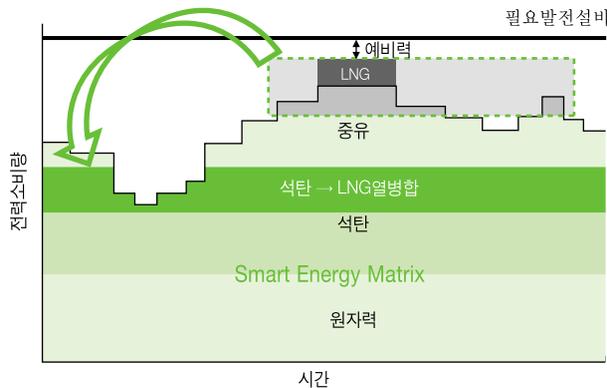
앞에서 지적한 각종 문제점을 극복하고 도시 및 건물분야에서 에너지를 합리적으로 이용하여 시스템 효율을 향상시키고 소비를 줄이기 위한 방법으로 고효율 복합 에너지공급체계(Smart Energy Matrix, SEM)가 검토될 수 있다. SEM은 일면 지금까지 잘 알려진 스마트그리드와 개념적으로 유사한 점이 있다. 스마트그리드는 운영단계에서 에너지소비와 요금

체계에 대한 정보를 제공하여 전력소비를 억제 또는 소비시간대를 이동시켜 전력소비를 줄이거나 순간 전력수요를 평준화함으로써 전력공급체통의 안정화에 기여함을 주요 목적으로 한다. SEM에서는 운영단계의 전력수요와 열수요에 대해서는 스마트그리드와 같은 개념을 가지되, 계획단계에서부터 에너지원별 수요평준화와 에너지의 합리적 이용을 고려한다는 점에 기본적인 차이가 있다.

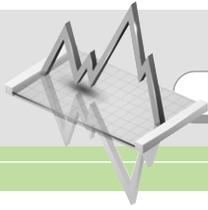
SEM이 실현되면 [그림 6]에 보인 바와 같이 최대 전력수요에 대응하여 주로 가동되는 LNG 이용 복합화력발전의 운영을 활성화함으로써, 석탄에 의한 기저부하 발전량의 상당부분을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 또 지금까지는 전량 버려지던 기저부하용 발전배열을 이용해 여름철과 겨울철 전기에 의한 냉난방수요를 대체함으로써, 국가적 차원의 에너지 종합 이용효율을 높이면서 최대전력수요의 억제도 가능하다는 장점이 있다.

다만 이를 위해서는 몇 가지 전제가 필요하다. 먼저 도시지역에서 발전배열을 적극적으로, 또 효율적으로

[그림 6] Smart Energy Matrix 개념도



자료: 한국건설기술연구원(2012)



이용할 수 있는 합리적인 에너지 수요체계가 구축되어야 한다. 이는 도시계획 초기단계에서 반드시 검토되어야 하는 것으로, 여기에는 단순히 물리(양)적인 열수요의 확대 뿐만 아니라, 에너지 종류별 그리고 용도별 수요의 적절한 조합을 통해 계절별·시간대별(질적인) 평준화가 포함되어야 한다. 이와 같은 전제가 만족된다면 현재 전력수요가 클 때만 주로 운전함으로써 낮은 부하율로 운전되는 도심지 복합화력 발전시설의 경제성을 높여 기저부하용으로서의 운영이 가능해진다. 또 발전배열의 적극적인 이용을 통해 에너지 이용효율도 획기적으로 향상시키고 전력수요의 억제에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

또 하나의 전제는 에너지원별로 서로 다른 사업자에 의한 독립적인 대규모 공급체계를 지양하고, 적절한 규모의 지역을 대상으로 하나의 사업주체가 에너지수요와 보유하고 있는 시설용량 및 에너지 수급환경 등을 종합적으로 고려하여 가장 효율적이고, 저렴하며, 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 시설 및 운영체계를 구축해야 한다는 것이다. 예를 들면, 특정 지역의 집단에너지 사업자는 외부로부터 전력과 가스를 공급받아 수요처의 요구에 따라 전기와 난방 및 냉방열 또는 가스를 생산하여 공급할 수 있으며, 이를 위해 가스터빈이나 증기터빈, 배열회수용 히터, 흡수식냉동기나 터보냉동기 및 수요처까지의 배선 및 배관계통을 구축해야 할 것이다.

결과적으로 보유하고 있는 시설의 효율을 극대화함으로써 에너지소비와 운영비를 최소화할 수 있는 시스템이 구축될 것이며, 시스템 용량의 감소에 따라 시설비도 절감되어 결국 소비자에게 저렴하고 양질의 에너지를 공급할 수 있게 된다. 이에 따라 지금과 같은 전국 단위의 획일적인 요금체계가 아닌 해당 지역

의 환경과 여건을 반영한 독자적인 요금체계가 마련될 수도 있다. 다만 구역 내에서 독점적 지위를 가지게 되므로 지방자치단체가 출자를 통해 참여하는 설치 및 운영주체를 설립하는 것이 바람직할 것이다. 기존의 에너지원별 대규모 사업자는 에너지 발굴, 도입 및 집단에너지 공급지역 내 플랜트까지의 대량공급에만 주력할 필요가 있다.

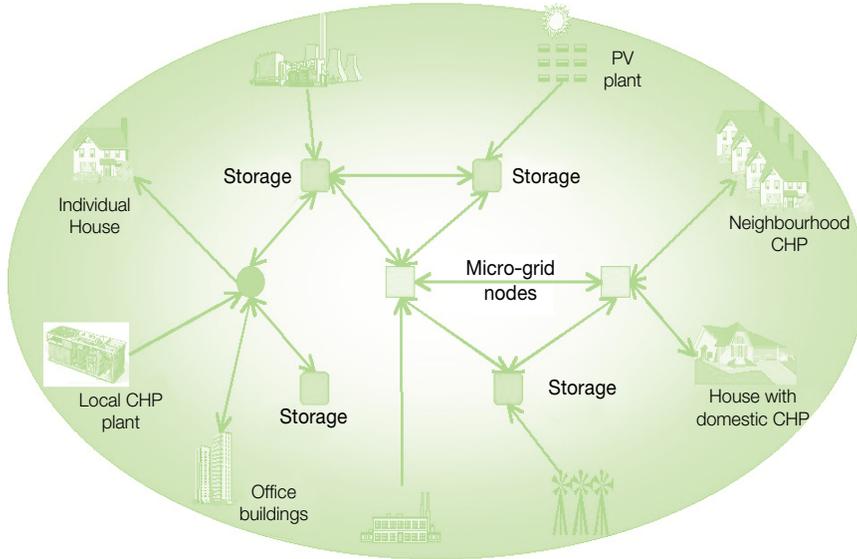
다. 자족·순환형 복합플랜트

도시 라이프라인 인프라는 전기·가스 및 열 공급 시설과 상수공급시설, 각종 폐기물과 하수를 처리하는 환경기초시설 등 다양한 시설들로 구성된다. 이들 시설들은 앞에서 기술한 에너지수급상의 장점 이외에도, 서로 유사한 기능이 많고 또 연계되어 운영되는 경우 상호 보완적인 이득도 많아 가능한 통합되어 운영되어야 한다. 현재로서는 발전배열을 이용하기 위한 발전시설, 소각열을 이용하기 위한 소각시설과 지역난방시설의 연계가 일부 이루어져 있으나, 시설의 유기적인 통합이 아니라 열의 수급과 사업자간 정산을 위해 단순히 필요한 배관을 연결한 수준에 머물러 있는 실정이다.

신재생에너지를 포함하여 각종 도시배열과 산업폐열 및 폐기물 처리시설과 에너지 공급계통을 연계하여 설치, 운영하는 미래의 자족·순환형 스마트 도시 라이프라인 인프라 개념을 [그림 7]에 보였다. 이와 같은 체계가 구축되고 운영되기 위해서는 각각의 시설이 대규모이어서는 곤란하고 중소규모의 시설이어야 한다. 또 수요처 근거리에서 위치하는 지역에너지 공급센터를 중심으로 공급원과 수요처 그리고 발생원과 처리시설이 유기적으로 연계되어야 한다.



[그림 7] 자족·순환형 미래 복합 에너지 공급체계 개념도



자료: 한국건설기술연구원(2012)

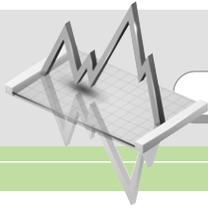
4. 맺음말

이상에서 기술한 바와 같이 복합 에너지공급체계 (SEM)를 구축하면 첫째, 도시에서 발전배열의 최대한 이용 및 최대전력수요 억제를 통한 국가적 차원의 합리적 이용, 둘째, 청정에너지 이용에 따른 온실가스 배출 억제, 그리고 마지막으로 신재생에너지 및 각종 도시 미활용에너지의 이용기반 마련을 통한 화석에너지 소비절약이라는 매우 생산적인 결과를 얻을 수 있다.

개략적인 계산에 의하면 기존의 도시지역 복합화력 발전시설을 합리적으로 운영만 해도 온실가스 배출이 심한 3~4백만kW급 유연탄 화력발전소 2기(국내 유연탄에 의한 발전량의 30% 이상, 총 발전량의 10% 이상)의 가동을 멈춰도 되는 것으로 추산된다. 또 기

존 지역난방 공급량의 2.8배에 달하는 수요처에 냉난방을 공급하고, 1.5% 정도 냉난방용 전력수요의 억제가 가능할 것으로 추정된다(물론 이 같은 수치를 모든 도시에 일반화할 수는 없지만 하나의 판단지표로 활용하기에는 충분하다).

이와 아울러 신재생에너지나 도시배열을 추가로 이용하는 경우에는 훨씬 더 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이 같은 전제를 현실화하기 위해서는 앞에서 기술한 기술적·제도적 측면에서 풀어야 할 숙제도 적지 않다. 특히 각종의 도시기반 에너지·자원 유틸리티 중 제한적 분야에만 배타적으로 관점을 두지 말고 도시 라이프라인 인프라 전체, 그리고 국가적 차원의 합리적인 에너지 공급체계의 관점에서 접근이 필요하다.



참고 문헌

〈국내 문헌〉

에너지경제연구원, 에너지통계연보, 지식경제부,
2012

에너지관리공단, 에너지절약 통계 핸드북, 지식경제부,
2010

이태원 외, “도시지역 에너지 공급체계 개선방안 검토
연구,” 「대한설비공학회 하계학술발표대회논
문집」, 09-S-031, 2009

지식경제부, 한국형 스마트그리드 로드맵(초안),
2009

한국건설기술연구원, 녹색도시를 선도하는 기술전략,
KICT 브랜드 총서 1, 중앙문화인쇄, 2010

_____, 지하공간을 이용한 혐오시설의
복합플랜트화, 연구보고서, 2004

_____, 녹색도시를 선도하는 기술전략,
2012

한국전력공사, 전력통계속보, 2010