무한 자원의 순환 고리 - 低에너지 건설 현장 만들기

- 민간의자생력확충까지는정부지원이절대적, 자원빈국인우리나라의숙명 '-

건축물이 환경에 미치는 영향은 크게 지구(global) 환경, 지역(local) 환경및 내부(internal) 환경으로 구분할 수 있다. 지구 환경측면에서건물은온실효과를유발하는 탄산가스의방출과오존층을파괴하는각종 냉매가스의 방출로 대기 오염에 큰 영향을 미치고 있다. 건축물은 에너지를 소비함으로써 탄산가스와 기타 대기오염 물질을 방출하여 환경을오염시키게된다. 또한건축자재, 부품생산및운송단계에서도에너지가 소비되며 공조 설비나 방화 설비에서는 프레온가스등이방출된다. 이와같은도시지역의 각종 에너지 수요가 크게 증가함에 따라 가까운 미래에 광역적인 차원에서의 기후조건이극히심각한영향을받을것으로예상된다.

지역 환경 측면에서도 건물이 환경에 미치는 영향은 다양하다. 천연재료를사용함으로써 경관을 해치고 환경을 오염시킬 수 있으며, 건물이 건립됨에따라녹지가점점 줄어들고있다. 시공 과정에서는 소음과 먼지를 일으키며 공조 설비로부터의 배기는 주변공기를오염시킬수있다. 지구환경에 영향을 미치는 지구 온난화의 원인인 이산화탄소배출량은일본의경우 1985년, 국민 1인당 2.4TC/년 · 인으로나타났다. 그중에서 건축물이 차지하는 비율은 34%이며 다른파급효과까지포함하면 47%로보고되어 건설관련분야가환경부하에미치는영향이 큰 것으로 나타났다. 국내의경우, 에너지경제연구원의장기이산화탄소배출량전망에 의하면 2000년에는 1990년의 1.8배, 2010년에는 2.4배수준에이를것으로전망되고있다.

지구 온난화로 인한 기상 이변이 잇따르자이산화탄소배출량을줄이기위한 전 세계의 노력이 가속화되면서 석유와 석탄을 대신할수있는지속가능한에너지개발이 세계인들의화두가되고있다.

에너지 절감과 이산화탄소 배출이 적은 低에너지로서의 신재생 에너지는 석유, 석탄, 원자력 또는 천연가스가 아닌 수소, 연료전지, 풍력, 태양광, 태양열, 바이오, 지열, 폐기물, 석탄액화가스화, 해양 에너지 등을말한다. 환경친화적인 데다 고갈되지 않아무한정 활용이 가능하며, 기술주도형이라는 특징은 ' 자원 빈국 인 우리에겐 언제나매력으로 다가올수밖에없다. 그러나 현재 우리나라의 에너지 사용량 가운데 이들 신재생 에너지원의 비중은 고작 1.5%(2004년 기준)에 불과하다. 10.4%를 차지하는 덴마크나 프랑스 7.0%, 미국 4.3% 등의선진국과비교할때매우미흡한 수준이다.

신재생 에너지 개발의 필요성

에너지 위기가시화

전 세계적으로 에너지 수급에 대한 불안감이 고조되면서, 산업 발전, 인구 증가 등으로세계에너지수요가계속증가해 2025년에는 2001년대비소비가 58% 증가할전망(美에너지정보국, EIA)이다. 특히저개발국들의 경제가 발전하면서 에너지 수요가 급증하면서, 수십년내에화석에너지원고갈이문제가될것이다.

석유 자원확보 위한글로벌 분쟁 심화

북미등의석유고갈이멀지않았고세계 매장량의 65%를 차지하는 중동 석유를 둘러싼 긴장이 고조되며 미국이 중동과 중앙아시아에 대해 군사적 진출을 강화하는 등 석유를 둘러싼 강대국간 패권 경쟁이 가시화되고있다.

화석 연료사용에 따른 환경 문제 심각

대기 중 CO_2 농도는 1750년 280ppm에서 1990년 367ppm으로급증하고, 지구 온난화가 현 추세대로 계속될 경우, 2100년 대기온도는 1990년보다 2℃상승, 해수면은 50cm 상승할 것이다. 결국, 지구온난화는 생태계파괴, 농업생산감소, 각종질병발생을초래하여인류생존을위협하고있다.

CO_2 배출에대한 환경규제 강화

1980년대 교토의정서로 구체화되어 석탄, 석유의소비억제가불가피한데, 자동차의 배기가스 규제도 강화되는 추세로서 선진국에서는모든수입물품에대한환경규

주요 에너지원의 가채 연수(2002년 기준)

에너지자원	석유	천연가스	석탄
가채연수	40.6년	60.7년	204년

제를강화하고있다.

건설 현장의 신재생 에너지 활용

대상 부지의 선정

첫번째과정은적정한대상지역을선정하는것이다. 대상지역선정을위해세부적으로 그지역의지역성, 규모, 홍보성, 설치여건, 수요자호응도, 유지보수성, 대지여건, 건물조건, 경제성등 제반항목에대한평가기준을사전에수립하고, 그기준에따라전체범위에서좁혀가는방식으로추진하는 것이 바람직할 것이다. 특히, 도시커뮤니티, 지방커뮤니티및 독립 커뮤니티인지의여부에따라포괄적인선정기준및방향을선행적으로수립해야할것이다.

부하 규모 및 패턴분석

그지역의부하규모및에너지사용패턴의 분석이다. 어떠한대체에너지원을어느정도 적용할수있는가를 평가하기위한가장 기본적 요건은 대상체가 어떠한 패턴으로 에너지를 소비하고 있는가를 파악하는 것이다. 우선 대상 지역 내에 부하 패턴 및 사용 에너지원이 상이한 건물 용도별로 구분하는과정이선행되어야할 것이다. 예를 들면 주거 건물과 상업용 건물, 공공 건물 및 기타 시설 등으로 구분할 수 있을 것이다. 다음 단계는 각 건물 유형별로 연간 부하 규모를 조사할 필요성이 있다. 기름, 석탄, 가스및전기등에대한단위면적당소비량등에너지소비량및소비현황을파악할수있는최대한의자료를수집할필요성이있다. 수집된자료를기반으로냉난방급탕, 취사, 전기기타등에너지성분별구성비를 파악하면적용가능한대체에너지시스템의종류및규모와이들시스템에대한적용우선순위를규명할수있을것이다.

자립화계획 수립

대상지역에대한에너지자립화계획수립이다. 지역 내 총부하 및 성분별 부하 분석결과와사업의총예산규모를고려해에너지자급률목표를설정한다. 외부기후변동에 따른 부하를 대처하기 위해서 비용이 적고설계적방법에의해해결이가능한기술부터 순서적으로 적용되어야 한다. 가용예산규모및자급률목표가결정되면그안에서각종기대효과를최대화할수있는대체에너지시스템의종류및규모를잠정적으로결정할수있을것이다.

현장조사

기본기획단계의평가및기본자료분석이완료되면현장 조사를통해보다세부적인자료의수집및적용가능타당성평가를수행해야한다. 현장조사를통해 시스템이 적용가능한건물 또는세대가결정될 것이며, 특히현장여건등을 고려해설치위치, 설치조건등구체적시행에대한조사가이루어져야한다.

기본설계, 경제성평가

현장 조사를 통해 구체화된 정보를 종합하여전체대체에너지시스템에대한 기본설계를 수행하는 것이다. 기본설계를 위해서는대상지역에 대한기후분석이최우선적으로선행되어야 한다. 가용태양에너지자원, 풍력자원, 온습도등각종기후 정보에대한분석이필요하며, 특히시스템설계를위한월평균기상자료또는시간별기상자료의작성도수행되어야한다.

현장에서 활용 가능한 신재생 에너지

태양 에너지

태양의 빛과 열을 이용하는 방식으로 크게둘로나누어, 태양빛을전기생산에이용하는태양광발전과태양에너지를집열장치를 통해서 모아 난방용이나 온수용 열을 생산하는태양열장치로나뉜다.

태양광 발전은 태양광 전지를 이용하여 햇빛을 직접 전기로 이용하는장치로, 전체 시스템은 태양 전지판, 전력 변환 및 조절 장치등으로 구성되어있다. 태양광의장점으로는 햇빛이 있는 곳이면 어느 곳에서나 설치가 가능하고, 한번 설치해놓으면유지비용이거의들지않으며태양 전지숫자만큼전기를 생산할수있다. 또한, 별도의기계가동부분이없으므로소음과진동등의환경오염이없다. 그리고수명이20년이상으로비교적 오래사용이 가능하다. 단점으로는, 에너지 밀도가 낮아 많은 수의 태양전지를 사용해야 하므로 충분한 공간이 필요하고, 태양전지의 재료는 아직까지값이 비싼 반도체 재료인 실리콘을 사용하고 있기 때문에 태양광 발전 시스템을 설치하기 위한초기투자비용이높다.

태양열은, 태양광선의파동성질을이용하는태양에너지광열학적이용분야로태

태양광의 구성 요소

태양	빛으로 에너지 공급(태양 에너지 공급원)
태양 전지판	태양 빛을 받아 반도체의 성질을 이용하여 전기를 발생시키는 장치
직류 변환 장치	· 태양 전지에서 생산된 전기는 직류 전기(DC) · 일반적으로 사용하는 전기는 교류 전기이므로 직류 전기를 교류 전기로 바꿔주는 장치

태양열의 구성 요소

태양	빛으로 에너지 공급(태양 에너지 공급원)
집열판	· 태양으로부터 에너지를 모아서 열로 변환하는 장치로 가장 중요한 부분 · 집열기는 태양열을 잘 받기 위해 검은색으로 태양과 각도를 이룸. 이후 집열기 밑에 있는 열전달관이 파이프의 물을 따뜻하게 데워 온수를 제공
온수 저장 탱크	태양열로 데워진 온수는 탱크에 가득 채워져 바로 사용 가능

양열의 흡수, 저장, 열변환 등을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용하는 기술이다. 태양열의 장점으로는 무공해, 무제한 청정 에너지원으로, 기존의 화석 에너지에 비해 지역적 편중이 없다. 그리고 다양한 적용 및 이용이 가능하고, 유지 보수비가 저렴하다. 단점으로는 밀도가 낮고 간헐적이다. 초기설치비용이 많이 들고 봄, 여름은 일사량 조건이 좋으나 겨울철에는 조건이 불리하다. 이용 기술은 적용 분야 및 활용 온도에 따라 구분하고 일반적으로 자연형, 설비형시스템(저온, 중, 고온용)으로 구분될 수 있다.

태양열 이용 기술의 분류

구분	자연형	설비용		
	저온용		중온용	고온용
활용온도	60℃이하	100℃이하	300℃이하	300℃이상
집열부	자연형시스템 공기식집열기	평판형집열기	PTC형집열기 CPC형집열기 진공관형집열기	Dish형집열기 Power Tower 태양로
축열부	Tromb Wall (자갈, 현열)	저온축열 (현열, 장열)	중온축열 (잠열, 화학)	고온축열 (화학)
이용분야	건물공간난방	냉난방, 급탕, 농수산 (건조, 난방)	건물및농수산분야 냉·난방, 담수화, 산업공정열, 열발전	산업공정열, 열발전, 우주용, 광폭매폐수처리, 광화학, 신물질제조

풍력

바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생되는 전력을 전력 계통이나 수요자에게 공급하는 기술이다. 즉, 바람의 힘을 빌려 사용할 수 있는 전기로 바꿔 이용하는 것이다.

풍력의 장점으로는 무한정의 청정 에너지원으로, 바람의 운동에너지를 이용한 발전 방식으로 화석 원료 대체 효과가 높다. 낙도 등의 미진화 지역에 경제성 있는 전력 보급이 가능하고, 풍력발전시설은 가장 비용이 적게 들고 건설 및 설치 기간이 짧다. 풍향이 우수한 해안 및 산간지역에 설치함으로써 토지 이용이 합리적이고, 특정지역의 경우 대규모 풍력발전단지 조성으로 관광 자원화가 가능하다. 또한, 유지 보수가 용이하며 부분 부품의 교체로서 쉽게 성능 유지가 가능하다. 단점으로는 바람이 항상 부는 것이 아니기 때문에 에너지를 저장하기 위한 충전기술이 사용되어야 하고 이는 비용이 많이 든다. 반면에 풍력발전기는 굉장히 커서 자칫 시각 장애를 유발할 수 있다. 그리고 소음 공해를 일으킬 수 있다.

풍력의 구성 요소

날개	바람에 의해 회전되어 풍력 에너지를 기계적인 에너지로 변환시켜 주는 장치
동력 전달장치	날개에서 발생한 회전력이 중심 전축을 통해서 변속 기어에 전달 요구되는 회전수로 높여서 발전기를 회전
발전기	날개에서 발생한 기계적인 에너지를 전기 에너지로 변환하는 장치
전력 변환장치	발전기에서 발생된 전원을 수용가에서 사용할 수 있는 전력으로 변환시켜 주는 장치

지열 에너지

지구 내부로부터 표면을 거쳐 외부로 나오는 열을 에너지로 이용하는 것이다. 지열 에너지는 굴착하는 깊이에 따라 잠재력은 거의 무한적이며 현재 온천 관광지나 난방 쪽으로 많이 쓰이고 있지만 앞으로는 지열 에너지로 전기를 만드는 방식이 많이 발전될 전망이다. 원리는 고밀도 폴리에틸렌파이프 내측을 통하여 열유체를 흐르게 한다. 파이프 내측을 흐르는 열 유체는 지중으로 순환하면서 열 교환(동절기 난방: 열 회수, 하절기 냉방: 지중으로 열방출)을 하고, 열유체는 열펌프로 유입하며 열펌프에 의하여 지중과 열교환을 통하여 얻어진 열을 실내로 방출하여 냉난방을 한다.

신재생 에너지 적용 사례

대림산업 에코3ℓ하우스

퇴근 후 태양광을 통해 자연 채광을 한 지하주차장에 차를 댄다. 욕실에서는 지열을 이용해 18℃로 맞춘 시원한 몰로샤워를 한다. 밖은 30℃를 넘나드는 찜통이지만 집안 온도는 에어컨 없이도 23℃를 유지한다. 먼 미래의 생활 모습이 아닌 현재 개발 단계에 도달한 신재생 에너지 하우스의 모습이다.

이 뿐만 아니라 단열제로 기존 상품보다 4 5배 정도 성능이 뛰어난 슈퍼 창호와 슈퍼 외단열재를 적용 냉·난방 에너지 소비량을 현재의 7분의 1로 줄여준다. 옥상과 세대벽면, 창호에는 태양광발전시스템인 광선반을, 옥상엔 500W급 풍력 발전기를 설치해 집안에서 쓰는 전기를 직접 만든다. 냉슈퍼 3중벽체, 슈퍼단열 완충재로 단열 효과를 높이고 조명은 전력 소비가 형광의 10% 수준인 LED로 한다. 옥상에는 잔디를 깔아 지붕의 온도를 4도 가량 낮춤으로써 에너지 절감 효율을 현재보다 100% 높일 수 있다.

현대제철 당진 공장

철강산업이 가지고 있는 큰 장점 중 하나가 자원순환구조다. 철광석을 녹이고 쇳물을 만들고 부생 가스는 에너지원으로, 철강재를 만들고 남은 찌꺼기인 스크랩은 다시 전기로에 녹여 제품으로 만들기 때문이다. 현대제철의 당진제철소는 돔구장처럼 원형

으로 설계된 밀폐형 저장 시설을 개발하여 원료를보관하고꺼낼때는지하통로를통해고로로이동하도록설계함으로써제철소의 비산먼지문제를원천적으로해결했다. 전세계어떤일관 제철소도시도하지않았던 획기적인 아이디어로 벌써부터 다른 제철소와 석탄을 원료로 사용하는 발전소와 시멘트 회사 등에게 벤치마킹 대상이 되고 있다. 제철소에서는 배기가스 문제를 빼놓을수없는데코크스, 소결광을만들기위해서는 굽고 찌는 과정이 필수적이며 여기서 부생 가스가 발생하기 때문이다. 당진제철소에서는 배기가스의 경우 굴뚝 자동 측정 장치를 설치해 실시간 모니터링으로 오염 정도를 항상 감시, 관리할 수 있도록 할 예정이다. 또대기오염물질의처리가가장어려운 소결 공정 배기가스의 경우 2단계 시스템에걸쳐완벽에가까운오염물질처리가 이뤄지게하였다. 현대제철의일관 제철소는 단순히 오염 물질 배출을 최소화하는 것으로 그치지 않는다. 자체적으로 발생하는에너지와부산물의재활용을할수있어야만 녹색 경영이라는 말을 붙일 수 있다. 일관 제철소 주요 생산 공정에서 발생하는 각종 가스와열기를최대한수집해자체발전소를가동하는동력으로활용하거나기체를데우는데사용한다.

특히고로와코크스설비, 제강설비등에서발생하는고온의부생 가스를활용해시간당 321MWh의 전력을 생산할 수 있다. 이를 연간 생산 전력량으로 환산하면 무려 280만MWh. 만일화석연료를사용해280만MWh의 전력을 생산하려면 연간 80만t에달하는석탄이소요된다.

SK에너지 LFG(쓰레기 매립가스) 사업

SK에너지는 울산광역시에서 대기로 사라지는 매립 가스를 자원화하자는 제의를 받고 2002년 11월부터 매립가스 포집에 들어갔다. 매립가스의 주성분인 메탄은 지구온난화를일으키는물질이기도하지만선진국에서는 고품질 가스로 활용하는 등 대체 에너지로 주목받아 왔다. LFG를 에너지원으로 이용하는방법은의외로 간단하다. 쓰레기더미속에추출공과파이프를심어연결한뒤거대한압축기의압력을높여 매립가스를빨아들이기만하면된다. 매립 가스는열량이있는메탄을주성분으로하고있어포집된매립가스는수분이나분진 등을 제거한뒤즉각연료로활용할수있다.

SK에너지는성암매립장쓰레기속곳곳에 총 49개가스추출공을심어놓았다. 여기서 추출한 매립 가스를 모아 사업소 내 소각로와 인근 석유화학공장까지 지하 파이프로 연결해 LFG를 공급한다. 이로 인해성암매립장에서 연 560만㎥ LFG를 생산하고 있다. LFG 열량이 일반 도시가스로 쓰이는 LNG 효율의 절반 수준임을 감안하면 도시가스로 환산할 경우 280만㎥를생산하는 셈이다. 4인가족 한가구가 1년 평균 1,000㎥도시가스를 쓴다고 가정하면 2,800가구가연간 사용할 수있는 규모이다. 버려진 쓰레기 더미에서 공짜나 다름없는 새로운 에너지원을 찾아내고 있는것이다.

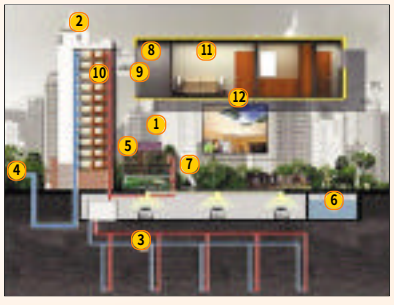
정부 지원이 절대적

정부는 최근 저탄소 녹색 성장을 새로운 국가 발전의 비전으로제시했다. 여기서 우린녹색성장이란말에주목해야한다. 환경을 지키면서 성장을 거듭하기 위해서는 자원이수직으로소비되어부산물을내보내는 형태가 아니라 원으로 순환하는 구조를 가져야한다.

이러한 측면에서 우리나라의 에너지 수입 의존도나, 향후 다가올 기후변화협약에 대한대응, 그리고전세계적으로당면한화석연료의제한성에대한대체 에너지의개발과 적용에 대한 관점에서 본다면 무한한 자원으로판단될 수있는신재생에너지자원에대한적용및보급방안이시급한상황이다. 그러나실제로 아직까지는신재생 에너지분야에대한국민의신뢰도가높지않아수요가적고, 신재생에너지설비의공급주체도몇몇중소업체에의존하고있는상황이다보니설비의생산단가가매우높아 수요와 공급에 따른 시장원리에 의한 보급 확산환경은매우어렵다.

기존의 화석 연료원보다 경제성과 신뢰성이 부족한 신재생 에너지원을 확대 장려하기 위해서는 정부가 주도하여 시장 조성을 위한 노력을 기울이고, 민간 부문에 의해자생력을가질수있는시장이조성되기까지절대적인지원이필요한상황이다. 이러한 측면에서 볼 때, 건설 현장에서의 신재생에너지기술활용은 반드시적용되어야할것이다.

이용주
금호건설상무

대림산업 에코 3ℓ하우스

❶태양광발전시스템 ❷풍력발전시스템
❸지열시스템
❹지중덕트시스템(지열을공기로열교환해활용)
❺옥상녹화 ❻빗물이용시설
❼자연채광시스템(지하실등) ❽슈퍼외단열
❾고성능창호(삼중유리등)
❿환기시스템(CO_2 센서로자동운전)
⓫ LED 조명(에너지효율이기존등기구보다최대20배향상)
⓬바닥충격음저감재