

1. 에너지 및 전기의 중요성

수년전 어느 국제회의에서 중국의 참모진이 건넨 말이 떠오른다.
「인구 1인당 발전설비용량 1kW를 보유하고

년간 5,000kWh를 사용해야만 선진국이라고 볼 수 있다.」

매우 예리한 분석결과이고 함축성 있는 표현이라고 머리가 끄덕여 졌었다.

1인당 전력 지표 (1993)

구 분	미국	프랑스	(구)서독	스웨덴	영국	이태리	스페인	일본	한국	중국
발전설비용량 (kW)	3.11	2.03	1.59	4.09	1.13	1.11	1.12	1.70	0.63	0.13
년간전력사용량 (kWh)	11,553	6,177	6,297	14,977	5,055	4,011	3,504	5,535	2,899	589

위의 표는 전기년감에서 발췌, 정리해 본 자료인데 중국 참모진의 표현이 정확한 판단이라고 한다면 근간 우리나라의 전력소비 증가율을 감안해 볼때 1993년 기준 5~6년이 지난 시점에서 우리나라도 선진국이 된다는 말이 되는데 매우 흥미로운 것이다.

1990년대에 들어 정부나 매스컴이 보도하는 자료에는 「우리나라 에너지소비증가율 세계 1위」라는 표현이 자주 사용되고 있으며 아울러 우리나라의 과다한 석유의존도에 대한 우려의 목소리가 높아 왔다. 지속적인 경제성장(Sustainable Economic Development)을 위해서는 에너지의 사용, 특히 전기의 사용이 증대될 수밖에 없으나 지구환경보전을 위한 세계적 움직임인 국제무역규제와 환경규제에 능동적인 대처를 위하여 한정적인 에너지자원의 효율적인 이용이 절실하다 하겠다.

2. 발전설비

발전설비라함은 우리주변에 있는 여러가지 형태의 에너지자원을 이용하여 일상생활 및 산업전반에서 매우 편리하고도 유용하게 쓰이는 전기를 생산하는 설비를 말하는데 통상 사용에너지원(源)과 시스템 구성방법등에 따라 다음과 같이 개략적으로 설명할 수 있겠다.

○ 화력발전(火力發電)

석유, 석탄, 가스등의 화석연료(化石燃料)를 연소시켜 발생하는 고온 고압의 열에너지를 직접 이용하던가 연소열에너지로 고온 고압의 증기를 만들어서 그 증기를 이용하여 발전기 구동장치(디젤/가스엔진, 가스터어빈, 증기터어빈등)를 구동시켜 전기를 생산하는 것이다.

일반적으로 디젤/가스엔진이나 가스터어빈은 고체연료를 직접 사용할 수 없어 액체 및 기체 연료를 사용하게 되지만 증기터어빈은 구동용 증기생산에 고체연료, 액체연료 및 기체연료를 가리지 않고 사용할 수가 있어서 심지어는 도시 및 산업폐기물까지도 직접 연소시킬 수 있는 장점이 있으나 디젤/가스엔진 및 가스터어빈에 비해 가동에 장시간이 소요되는 단점이 있다.

통상적인 화력발전은 열효율(총투입에너지중 유용한 전기에너지로 전환된 비율)이 높은 것일지라도 40%대에 불과하므로 보다 높은 열효율을 얻기위한 화력발전의 조합시스템으로서 복합화력발전(Combined Cycle)이 있는데 이는 공기를 고압으로 압축시킨 상태에서 연료를 분사 연소시켜 동력을 얻어 발전하는 가스터어빈의 고온배기가스열을 그대로 대기에 방출시키는 대신 (이 경우 열효율은 30~35%대에 머뭇) 배열회수보일러(HRSG:Heat Recovery Steam Generator)에서 고온 고압의 증기를 생산하여 증기터어빈 발전기를 추가로 구동시킴으로서 열효율이 50%를 상회(예로서 보령복합화력발전의 경우 54%임)하는 높은 열효율을 얻을 수가 있다. 액체연료와 기체연료에 비해 상대적으로 가용량이 많고 저렴한 석탄을 복합화력발전에 이용하기 위해서는 석탄을 가스화(Coal Gasification)시켜야 하는데 소위 IGCC(Integrated Coal Gasification Combined Cycle:석탄 가스화 복합화력발전)가 이를 지칭하는 것이며 우리나라에서도 연구개발이 진행되고 있는 것은 시사하는 바가 크다.

석탄이나 석유를 연료로 하는 화력발전은 연소시에 발생하는 다량의 탄산가스(CO₂)와 산화유황(SO_x)이 지구온난화 및 산성비의 원인이

덜어 연쇄적으로 핵분열이 진행하게 된다. 그런데 이러한 중성자는 속도가 대단히 빠른것이어서 핵분열이 잘 일어나게 하려면 중성자의 속도를 낮추어 주어야만 하고 이러한 감속재로는 경수(보통의 물), 중수 및 흑연등이 사용되며 감속재에 따라 경수로(가압경수형, 비등수형), 중수로, 흑연감속가스냉각로와 흑연감속경수로 등으로 구분된다. 경수로는 세계적으로 널리 보급되어 있고 중수로는 캐나다의 소위 CANDU, 흑연감속경수로는 끔직한 사고를 낸 바 있는 체르노빌 원자력 발전소를 들 수 있다. 원자력발전은 발전에너지원의 상당부분을 감당하고 있는 화석연료자원의 가용한계성, 공해유발성 및 안정공급 불확실성등의 취약점을 배제시켜주는 우수한 발전방식임에 틀림없으나 핵연료 및 폐기물의 관리와 처리등에 막대한 노력이 수반되어야만 될 것이다.

○ 열병합발전(熱併合 發電)

위에서 설명한 화력발전, 수력발전 및 원자력발전은 발전용 에너지원에 따라 구분한 것이나 열병합발전은 전혀 다른 개념에서 구별된다. 즉, 발전용 에너지원과는 무관하고 열에너지와 전기에너지를 하나의 유닛(Unit) 또는 시스템에서 동시에 생산하는 형태를 뜻하는 것이다.

외국에서 불리우고 있는 것을 훑어 보면, 주로 미국에서는 Cogeneration, 유럽지역에서는 Combined Heat & Power Production(CHP), 일본에서는 熱併給發電이라고 많이 불리우는데 어의(語意)상으로 보면 유럽지역의 CHP와 일본에서의 熱併給發電이 보다 적절한 표현이 아닌가 생각된다. 화력발전이나 복합화력발전의 열효율은 통상 40~50(%)대에 머물지만 열병합발전의 열효율은 그보다 30~40(%)정도 더 높아 한정된 화석연료의 사용을 크게 절감시킬 수 있고 따라서 연료사용 절대량의 감소와 보다 효율적인 환경오염방지시설의 관리로 오염물질배출을 크게 낮출 수 있는 장점도 지니고 있다.

열병합발전을 용도별로 구분하여 보면 산업체에서 필요한 공정용 증기와 전기를 생산공급키 위한 산업체 열병합발전과 주거 및 상업부문의 냉 난방 열에너지(통상 온수)와 전기를 생산공급키 위한 지역 냉 난방 열병합발전이 대표적인 것이고 생산된 열에너지와 전기의 공급(사용)범위로 보아 구분하면 2개소 이상에 열에너지 공급을 목적으로 하는 집단에너지열병합발전과 열병합발전시설 소유주 단독사용목적의 자가용열병합발전으로 나뉜다.

열병합발전의 다양한 효용성은 에너지이용 효율측면만이 아니라 환경보전측면, 투자시설의 이용효율제고측면, 저품위에너지(도시쓰레기, 산업폐기물, 석탄 등)의 효과적 활용측면 등 여러 면에서 두드러져 전세계적으로 확대 보급되고

있는 바 분산형전원(分散型電源) 시설로서 그리고 발전소 부지확보난 해소에도 크게 기여하고 있음을 깊이 인식할 필요가 있겠다.

○ 기타의 발전

LNG 냉열발전 : LNG는 산지에 따라 그 조성이 조금씩 다르지만 주성분인 메탄의 비점이 영하 162℃로 kg당 약 200kcal의 냉열을 가지고 있어 액화산소 및 액화질소의 제조, 페타이어 등의 분쇄, 식품의 냉동보존, 식품의 분쇄 및 드라이아이스 또는 액화 탄산가스의 제조 등에 이용된다.

LNG를 가스화시키는 기화기속에서 해수와 열교환을 시키는데 이 때 방출되는 에너지를 이용하여 발전하는 것이 냉열발전으로 화력발전소의 보일러와 증기복수기 역할을 열매체의 기화기와 LNG기화기가 각각 하고 있는 셈이다.

MHD발전 : 전자석으로 미리 자장을 만들어 놓고 이것과 직각을 이루는 방향에 2,000℃ 이상의 플라즈마 형태의 연료를 흐르게 하면 플레밍의 왼손법칙에 따라 자장과 플라즈마의 흐름과 직교하는 방향으로 전류가 흐르기 시작한다. 터빈과 같은 회전장치가 필요없기 때문에 에너지 손실이 없고 발전효율이 50% 정도로 높다.

연료전지(燃料電池) : 물을 전기분해하면 수소와 산소가스로 분해되지만 이와 반대로 촉매를 이용하여 수소와 산소가스를 반응시키면 물을 만들 때 전기가 발생되는데 이러한 장치를 연료전지라 부른다. 최근 선진국에서는 대규모 연료전지 발전장치 개발붐이 일고 있는데 21세기는 수력, 화력 및 원자력에 이어 제4의 발전소로 각광을 받게 될 전망이다. 규모를 마음대로 정해도 효율이 높고 입지 제약이 적으며 자동운전까지 할 수 있는 연료전지발전은 앞으로 실용기를 맞으면 출력이 수만에서 수십만 kW 정도가 될 것이며 이런 규모라면 초고층 빌딩 1채분의 전력 또는 일반가정 약 5천 가구에서 5만 가구의 전력수요를 공급할 수 있게 된다. 연료전지는 발전열효율이 40~60% 이지만 전기를 발생시키면서 동시에 상당한 열을 생산하게 되는데 이를 냉 난방에 이용하면 종합효율상으로는 20 40% 정도를 높일 수가 있는 무구동형(無馬區 動型)열병합발전이라고 보아도 무리가 없을 것이다.

3. 맺음말

이상에서 에너지와 발전에 대하여 개략적으로 훑어 보았지만 어떤 에너지자원을 써서 어떤 형태의 발전을 택할 것인가는 여러가지 요소에 의하여 선택 조합되어야 할 것이다.

그러나 한가지 명확한 것은 「원자력은 제3의 불」 「에너지절약은 제4의 불」이라는 표현이 있듯이 소중한 에너지자원으로 생산된 전기를 유

용하고도 효율적으로 사용하는 노력과 보다 나은 기술을 개발키 위한 노력이 항상 병행되어야

만 한다는 것이다.

발전설비의 TROUBLE요인 사전점검방법

한국전력공사 전력연구원 기술센터
발전설비지원그룹 선임연구원 한 영 태

1. 서언

산업 및 국민생활에 필수불가결한 요소인 전력설비는 양적, 질적측면에서 놀라운 정도로 발전을 해왔고, 최근엔 전력사업의 경쟁체제 도입에 의한 민자발전소의 건립과 효율적 에너지 사용을 위한 열병합 발전소의 증가 등 많은 변화를 겪고 있다.

전력설비는 모든 공학분야가 조합된 종합과학으로 설비의 설계는 물론 유지, 보수 관리에도 고도의 전문기술과 경험, 과학적 관리기법이 필요한 분야이다.

국내의 발전설비 운영, 유지보수능력은 이미 상당한 수준에 도달해 있고 해외사업을 통해서 그 저력을 인정받고 있다.

전력연구원은 발전설비의 모든 측면을 연구하고 있으며 특히 원내 기술센터는 종합진단 System을 구축 운영하고 있으며, 지난 1979년도 부터 발전설비 예방점검팀을 구성하여 계속적으로 발전설비에 대한 점검 및 기술지원을 해오는 등 축적된 경험과 기술을 바탕으로 전국발전소를 무대로 발전설비의 효율적 관리에 기여하고 있다.

2. 발전설비 진단

보일러, 터빈, 발전기, 보조설비 등으로 구성된 발전설비의 특징은 고온, 고압, 고속회전으로 압축될 수 있으며 이를 효과적이며 안정적으로 운영하기 위해서는 설계, 시공, 운전, 유지보수 어느하나 소홀히 할 수 없다.

특히 운전과 유지보수의 측면에서 보면 설비의 정확한 진단을 통해서만 보수, 교체의 시기를 결정할 수 있고 효율적인 설비운동을 기할 수 있다.

설비의 상태진단 기술은 사람의 경우 건강진단에 해당하는 기술로 주기적으로 기계/구조물을 진단하여 그 결과에 따라 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 기술이다.

일반적으로 설비고장은 최종단계에서 균열, 절손등의 가시적 현상으로 나타나므로 어느 한 순간에 발생하는 것으로 인식되나 기계/구조물

도 최종적으로 파손이 일어나기전에 여러 가지 징후를 나타내며 그 예로 진동증가, 온도상승, 음향방출 등의 현상을 보이므로 이러한 것들을 미리 감지하여 대책을 세운다면 손상에 따른 파급효과를 최소화 할 수 있을 것이다.

또한 일단 발생한 손상현상에 대해서는 정확한 원인분석을 수행하여 같은 원인에 의한 손상이 일어나지 않도록 설계, 제작, 운영상의 문제점을 해소해야 한다.

발전설비의 대부분은 회전기와 배관의 조합이며 이러한 설비에 부수되는 현상중의 하나가 진동관련 문제이다.

회전기기의 경우 Unbalance, Misalignment, Rubbing, 기계적 이완,공진 등 많은 요인에 의해 진동이 발생하며 배관에서도 유체에 의한 진동(Flow- Induced Vibration), 공진 등에 의한 크고 작은 진동이 지속적으로 발생된다.

진동은 설비나 구조물에 반복응력을 가하게 되고 심한 경우엔 피로(Fatigue)에 의해 설비를 파손에 이르게 한다.

발전설비손상의 대부분은 이러한 피로에 의한 손상이 대부분을 차지하며, 피로의 근본원인은 많은 경우에 진동이다.

따라서 정확한 설비진단을 위해서는 이상진동을 감지하고 이를 분석하는 기술이 필수적이다.

사용환경이 열악한 발전설비의 또다른 주요 손상요인의 하나는 부식이며 이에 대한 기술도 설비진단의 중요한 비중을 차지하고 있다.

부식을 방지하기위한 방식기술은 크게 환경에 적합한 재질의 선택으로 부터 전기방식의 설계, 관리운영등 그 범위가 광범위하고 실험실에서의 Simulation과 실제 현장과의 차이가 커서 사안별로 접근해야 하는 어려움이 따르지만 이 또한 적절한 설비운영과 진단을 위해서는 필수적인 기술이다

전력연구원의 기술센터에서는 이러한 전력설비의 각 분야별 상태진단을 위해 보일러, 터빈 및 발전기, 복수 및 급수가열기, 소음진동, 손상해석, 성능분석,자동제어 등으로 세분화하여 설비진단을 실시 설비안전 및 효율적 관리에 기여하고 있으며 이러한 노력의 결실로 80년도 발전설비 대비 설비용량이 약 4배로 증가했으나