

1. 새로운 發電技術의 필요성

국가경제가 성장하고 생활수준이 높아질수록 사용이 편리한 電氣에너지의 소비가 급격하게 증가합니다. 우리나라도 1986년에 발전량 기준으로 약 6,400만MWh에 해당하는 전기를 사용하였으며 이는 10년 전에 비해 2배가 증가된 것이고 앞으로 10여년 후인 2000년도에는 또다시 지금의 2배의 전력소비를 전문가들은 예측하고 있습니다.

안정적인 수요충당을 위하여는 대략 2000만KW에 해당하는 새로운 發電設備가 필요한 것으로서, 이는 50만KW급 화력발전소 40기를 새로 건설하여야 된다는 결론입니다. 그후 또다시 2~30여년 후에는 아마도 동일용량의 發電所 8~90기를 다시 추가하여야 할 것입니다. 우리와 같은 작은 국토에서는 발전소 부지문제가 가장 심각하게 대두될 것이며, 해결방안은 전력을 외국에서 수입하거나 발전효율을 혁신적으로 향상시키는 것일 겁니다.

電氣를 안정적으로 그리고 값싸게 공급하여야 하는 것은 국가적인 책임입니다. 따라서 우리 여건 하에서는 效率높은 發電技術의 계통투입과 수송, 이용 및 저장기술의 혁신이 절실히 요구되며 이를 위한 관련기술의 개발이 필요하다고 하겠습니다.

發電技術에 있어서 현재로서는 發電源의 다변화와 대체에너지로서의 原子力發電이 중요시되고 있으나 원자력發電이 기본부하용으로 투입될 때 經濟의임을 고려하면 이에 대한 의존도 한계가 있게 될 것이며, 결론적으로 發電效率面에서 획기적인 break through를 이룰 수 있는 새로운 發電技術의 개발이 필요함은 의심의 여지가 없습니다.

발전효율을 기존 화력발전보다 30%이상 향상시킬 수 있다면, 개략적으로 생각할 때 발전소를 당초 계획의 약 1/3은 건설하지 않아도 될 것이므로 高效率 發電所의 건설은 귀중한 에너지의 절약은 물론 이려니와 부지선정의 어려움도 많이 해결할 것으로 판단됩니다.

電氣가 사용된지 100여년 동안 사용되어온 發電方式이 아닌 아주 새로운 개념에서의 기술들이 선진국에서는 이미 개발되어 오고 있습니다. 이 중에서 석탄, 천연가스와 같은 化石燃料를 사용하는 기술로서 가장 實用化에 근접한 것이 오늘 말씀드리고자 하는 燃料電池(Fuel Cell) 發電과 磁氣流體(MHD) 發電技術입니다. 두가지 모두 에너지를 직접 변환시키므로써 50~60%의 획기적인 發電效率이 가능한 기술이라는 데 공통점이 있으며 이들은 물론 大容量發電이 가능한 기술로서 핵융합이라는 미래 에너지원이 보편화되기 전까지 高速增殖爐등과 함께 경쟁적으로 電力系統에 투입될 것으로 전망되고 있습니다.

新發電技術의 現況과 展望

(燃料電池 및 MHD發電)

崔壽鉉

(韓國動力資源研究所 에너지節約技術센터長)

구 분	발 전 효 율 (%)	
	現 在 기 술	未 來 기 술
화 력 발 전	38 ~ 41	40 ~ 42
연 료 전 지	38 ~ 42	50 ~ 60
M H D 발 전	40 ~ 50	50 ~ 60

2. 燃料電池發電(Fuel Cell Power Generation)

2.1 技術의 特性

燃料電池發電技術은 천연가스와 같은 연료가 같은 화학에너지를 반응에 의해 전기에너지로 직접변환시키는 방식으로서, 기본원리는 물의 전기분해의 逆反應과 흡수합니다. 다시 설명하면 연료속의 水素(H₂)와 공기중의 酸素(O₂)가 전극 표면에서 반응하면서 電氣와 물(H₂O)을 만들며 반응과정에서 熱이 발생되어 필요에 따라 수용가에게 電氣와 熱을 동시에 공급할 수 있는 매우 흥미있는發電技術입니다.

燃料電池는 電池라는 용어 때문에 일반전지와 유사하게 생각되나 실제로는 전혀 다른 개념으로서 연료와 공기를 계속 공급하여야發電이 이루어지며 이들의 공급량 조절에 따라 출력도 쉽게 제어될 수 있는 발전방식입니다. 따라서 대용량 燃料電池發電설비의 계통수입이 이루어진다면 중간 부하용은 물론이려니와 첨두부하조절에도 적용 가능합니다.

연료전지기술은 다양한 장점을 갖고 있으나 가장 뚜렷한 것은發電效率의 혁신적 향상과 환경공해의 요인이 전혀 없는 것입니다.

高效率 發電: 50~60% 전환효율

熱併合 發電: 80% 이상의 에너지 이용 효율

無 公 害: 연소과정 없음, 냉각수 불필요

다양한 應用: 건물, 도심지, 도서지역, 차량, 대형 발전소

기 타: 편리한 연료공급, 경제적 건설 등

2.2 발전시스템 구성

연료전지발전으로 實수용가에 전력을 공급하기 위하여는 먼저 천연가스와 같은 탄화수소계열의 각종 연료를 水素성분이 많은 가스로 改質한 후 연료전지로 보내져發電하게 되며 이때의 直流전기는 전력 변환장치를 통하여 交流로 변환시켜 공급하며 필요시에는 반응열을 회수하여 난방이나 溫水 이용에 사용하게 됩니다.

2.3 개발현황과 전망

이와같은 연료전지 기술은 1960年代 미국에서 우주선의 電源用으로 개발되어 응용된 바 있으며, 유럽에서는 트랙터, 지게차 및 잠수함등의 電源으로 개발한 바 있습니다.

일반發電用으로의 개발은 1967년 미국과 캐나다의 가스會社들이 가스사업의 확대를 목적으로 시작하였으며 1972년부터 일본도 참여함으로써 기술개발면에서 미국과 일본이 세계를 선도하고 있습니다.

현재의 기술현황을 一般用과 電力事業用으로 나누어 살펴보면, 먼저 일반용으로는 미국에서 개발한 40KW발전기가 미국, 캐나다, 일본에서 아파트, 식당 및 상가 건물등에 설치되어 전기와 열을 동시에 공급하는 실험을 완료한 바 있으며 현재200KW급이 개발되고 있습니다.

이와 병행하여 電力會社들이 관여하는 電力事業用은 역시 미국에서 개발한 4,500KW발전소 2기가 미국과 일본에서 계통과 연결되어 試驗發電한 바 있으며 다음 단계로서 두나라 공히 11,000KW 연료전지발전소의 건설을 추진하고 있습니다.

기술개발체계로는 미국의 경우 에너지부(DOE)의 주관하에 국립연구소와 3개의 민간기업이 담당하고 있으며, 여러 가스회사 및 전력회사들이 이를 지원하고 있습니다. 일본의 경우도 通産省 주관으로 연구소, 대학교 그리고 많은 민간기업이 함께 참여하고 개발하고 있으며, 현재 독자적으로 개발된 1,000KW급 발전설비 2기가 관서전력및 중부 전력에 건설되어 있습니다.

국내에서의 연구개발은 극히 초기단계이기는 하나 한국동력자원연구소의 에너지節約技術 센터에서 한국전력공사 기술연구원과 공동으로 직류출력 5.9 KW의 발전실험을 진행하고 있으며, 금년부터 과학기술처의 특정연구사업으로 발전기 자체의 개발을 추진하고 있으며 과학원과 일부 대학교에서 기초연구가 수행되고 있습니다.

앞에서 살펴본 바와 같은 많은 장점을 갖고 있는 燃料電池發電은 經濟性문제가 관련되기는 하나 기술적으로 가장 앞선 인산형 연료전지(Phosphoric-acid Fuel Cell)의 경우 1990년대 후반부터는 實用化되어 민간부문과 전력사업 부문에서 이용될 것으로 전망되고 있습니다.

3. MHD 發電 (Magnetohydrodynamic Power Generation)

3. 1 技術의 特性

MHD發電은 연료전지와는 달리 대규모 전력사업용으로만 그 應用이 전망되고 있는 기술로서 역시 50~60%의 高效率發電이 가능한 흥미있는 새로운 發電方式입니다.

發電의 原理는 강력한 磁場속으로 導電性물체가 움직이면 電氣가 발생된다는 일반 발전기의 원리와 같습니다. 다만, 여기서는 강한 자장이 형성된 관속으로 導電性물체로서 주로 高溫의 플라즈마가스를 빠른 속도로 통과시켜 發電을 하게 되는 것입니다.

연료전지발전과 마찬가지로 회전하는 기계장치가 없는 에너지의 직접변환(direct conversion) 방식이 高效率의 發電을 가능하게 하며, 역시 直流出力으로서 交流로 변환시켜 전력계통에 공급하게 되며 기본부하 내지는 중간부하용으로 사용될 것으로 전망되고 있습니다.

MHD發電의 또하나의 특징은 증기터어빈發電과의 복합발전이 가능하다는 것입니다. 다시 말하자면, MHD發電이 이루어진 후의 高溫의 작동유체를 이용하여 증기를 발생시켜 일반화력발전 방식에 대해 다시한번 發電을 하도록 하여 에너지 이용 효율을 높게 됩니다.

3. 2 발전시스템 구성

MHD發電所의 기본구성은 석탄과 같은化石연료를 연소시켜 高溫의 가스를 만드는 燃燒爐, 강력한 磁場을 형성시키는 전자석과 함께 發電이 이루어지는 MHD發電機, 그리고 직류-교류변환 및 전압, 위상, 주파수제어를 위한 전력변환부로 이루어 집니다. 이외에도 연소가스의 導電性을 향상시키기 위한 미량의 알칼리금속 첨가 및 회수, 연소효율을 높이기 위한 공기 예열기 및 냉각계통이 주요 구성 요소가 되고 있습니다.

3. 3 개발현황과 전망

MHD發電은 1959년 미국에서 出力 11.5KW의 發電이 성공한 이래 미래, 소련, 일본에서 경제적으로

개발하여 왔습니다. 액체금속을 이용한 방식과 석탄, 천연가스 또는 중유연소가스를 이용한 방식 등 여러가지 기술의 개발이 추진된 바 있으나 현재로는 석탄연소 MHD-증기터어빈 複合發電 方式이 가장 먼저 實用化될 전망입니다. 미국과 일본에서의 관련기술 개발은 주로 MHD發電시스템의 각종 構成 要素들의 내구성 향상을 위한 연구가 에너지성(DOE) 및 전력연구소(EPRI) 주관하에 민간기업체를 중심으로 이루어지고 있습니다. 미국의 경우 熱入力 250MW 발전설비 구성요소들의 2,000시간 운전을 위한 노력이 진행중이며, 이 結果를 토대로 1990년대에 석탄연소 MHD發電所의 실용화 건설을 목표로 하고 있습니다.

일본에서의 본격적인 개발은 1966년 通産省의 장기개발계획 수립과 함께 시작되어 최근까지 내구성 향상등에 많은 진척이 있었으나 현재는 대규모적인 국가적 연구개발비 지원은 중단한 채 미국과 소련의 개발추이를 살피고 있습니다.

1960년대 초기부터 개발을 시작한 소련의 기술은 미국 및 일본과는 다르게 초기부터 순시스템개발로 시작하여 1971년에 MHD出力 20MW, 汽力出力 50MW의 천연가스를 연료로 하는 MHD-증기터어빈 복합발전소를 건설하여 전력계통에 연결하여 성능향상을 위한 여러실험을 수행하고 있습니다. 또한 총 출력 500MW의 석탄 연소 MHD-증기복합발전소의 건설을 추진하고 있으며, 미국과 같이 1990年代에 實用化될 전망입니다. 일본 이외에도 인도, 중공, 호주, 이태리 등 여러국가가 그들의 미래電力供給 수단의 하나로 MHD發電技術의 개발을 적극 추진하고 있으나 국내에서의 종합적인 기술개발은 전혀 이루어지지 않고 있는 실정입니다.

4. 맺는말

電氣는 우리에게 잠시도 없어서는 안되는 기본에너지로서, 경제가 發展하고 생활수준이 향상됨에 따라 그 수요량은 계속 증가될 것으로 전망되며, 양질의 전기를 값싸고 안정적으로 공급하여야 하는 것은 國家的인 책임입니다.

여러나라들이 장래의 電力供給 方案의 하나로 發電效率面에서 break through를 이룰 수 있는 새로

운 기술개발에 경쟁하고 있습니다. 이러한 문제는 앞에서 살펴보았듯이 국토가 작은 우리의 실정이 더욱 급할 것으로 판단됩니다.

더우기 이러한 기술들이 전력계통에 투입될 2000년대에는 우리도 선진국이 된다고 하므로 핵심 에너지 기술인 電力技術의 自立을 위한 관련기술개발의 필요성이 더욱 요구되고 있습니다.

연료전지, MHD發展과 같은 高效率의 發電技術

은 발전소 건설을 위한 부지문제의 해결뿐만 아니라 대부분의 에너지를 외국에서 수입하는 우리에게 귀중한 에너지를 節約하기 위하여서도 아주 중요시 되는 技術이기도 합니다.

電源開發計劃 수립과 電力事業에 기여하시는 專門人, 電氣工學會 회원 그리고 電氣工學分野를 공부하시는 많은 분들이 이 분야에 더욱 많은 관심을 갖어 주시기를 바랍니다.