

분산전원 열병합 발전의 현황과 전망

상무 | 오시덕, 선임연구원 | 임희수
(주) 효성중공업 연구소

DOE/EIA의 IEO 2006에 의하면 세계 전기 에너지 소비는 년 3.9%씩 증가하여 2030년에 2003년 전기 에너지 소비의 2배에 이를 것으로 예상하고 있으며, 신규로 증가하는 에너지 소비 증가분의 71%는 비 OECD, 29%는 OECD 국가가 차지하고, 미국과 중국이 전기 에너지 소비를 선도하는 것으로 전망하고 있다[1]. 또 IEA의 World Energy Outlook(WEO 2006)에 의하면 정책의 변화가 없는 한 화석 에너지 소비는 2030년까지 2004년 소비의 소비량 대비 50% 이상 증가하고, 이중에서 70%는 개발도상국에서 증가할 것으로 전망하고 있으며, CO₂ 배출량은 2030년까지 2004년 배출량 대비 55% 증가할 것으로 전망하며, 2020년경에는 개발도상국의 CO₂ 배출량이 OECD의

배출량을 추월하는 등[2] 획기적인 조치가 없는 한 에너지 문제는 지속적으로 악화될 것이고 전망하고 있다. 따라서 IEA는 Energy Technology Perspectives 2006에서 실현 가능한 시나리오로 수송, 산업체 및 빌딩 부분에서의 효율 향상, 발전 분야에서 친환경 연료의 사용 확대, 운송 분야에서의 바이오 연료 사용 확대를 제안하고 있고[3], Greenpeace 및 EREC (European Renewable Energy Council)는 Energy [r]evolution에서 (1) 현명한 소비, 발전 및 배전, (2) 에너지 생산을 수요처에 가까운 곳에서, (3) 환경친화적인 지역에너지 사용의 극대화 등을 제안하고 있다[4]. 이와 같은 상황에서 분산 발전은 인류가 직면한 에너지 및 환경 문제를 극복하는 중요한 대안 기술로

부상하고 있다.

분산발전의 범위 및 정의

분산발전(DG, Distributed Generation)은 대단위 단지 형태로 조성되는 풍력발전을 제외한 에너지의 최종 수요처 부근(On Site) 또는 배전선로의 지원용으로 설치되는 엔진, 소규모 가스터빈, 연료전지 및 태양광 등을 포함하는 발전시설을 총칭한다. 그리고 전력 저장 설비 및 분산 발전을 포함하여 분산전원(DP, Distributed Power), 분산발전 및 수요 측의 부하관리를 포함하는 경우 분산 에너지원(DER, Distributed Energy Resources)으로 분류하고 있다[5]. 열병합 발전(CHP, Combined Heat and Power)은 분산발전의 범주에 해당하는 중요한 기술이며, 이를 개념적으로 도시하면 다음의 그림 1과 같다.

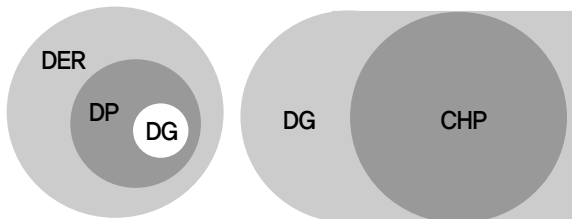


그림 1 분산발전의 분류 및 범위

분산발전의 종류, 경제성 및 특징

현재 분산발전으로 검토될 수 있는 기술로는 엔진, 마이크로 터빈, 가스터빈, 연료전지, 태양광 및 풍력이 있으나 기술 성숙도, 용량 범위, 설치되는 장소의 제약 요건 및 에너지 요금 체계 등에 따라서 차이가 있을 수 있다. 그러나 동일한 기술 형식에 대하여 경제성을 비교(예, Microturbine-power only vs Microturbine-

CHP)하는 경우 그림 2에 나타나 있는 바와 같이 열병합 발전이 상대적으로 유리한 것으로 보고 되고 있다. 열병합 발전 시스템은 산업체, 건축물 등에서 필요한 열, 전기에너지를 보일러 및 상용 전력에 의존하지 않고 자체 발전시설을 이용하여 일차적으로 전력을 생산한 후, 이 때 배출되는 열을 회수하여 이용하므로 기존의 발전방식 보다 30~40% 높은 에너지 절약 효과를 거둘 수 있어 경제성 확보에 가장 유리한 분산발전이라고 할 수 있다.

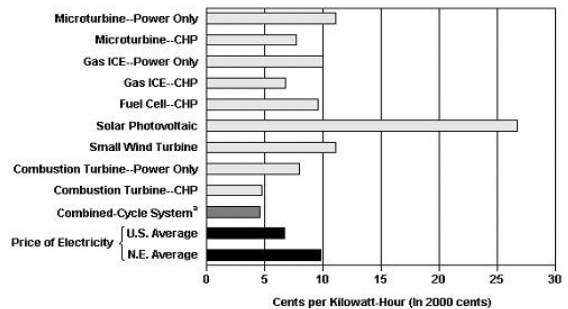


그림 2 분산발전의 종류 및 경제성[6]

열병합 발전 방식은 그림3에 나타나 있는 바와 같이 기존의 발전 방식에 비하여 약 30~40%정도의 이용

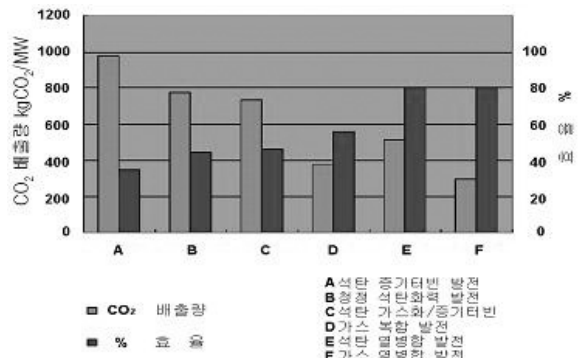


그림 3 발전기술별 효율 및 CO2 배출량

효율 향상을 기대할 수 있는 고효율 에너지 기술일 뿐만 아니라 온실가스인 CO2의 배출을 획기적으로 줄일 수 있는 대표적인 친환경기술이다.

분산발전의 도입 현황, 효과, 전망 및 열병합 발전의 역할

IEA는 2030년에 전기 에너지 소비가 현재의 2배에 이르고, 이를 충족하기 위한 발전 설비 용량의 추이를 그림 4와 같이 전망하고 있다[7]. 그림 4에 의하면 세계의 전기 에너지 수요를 충족시키기 위하여 2030년에 신규 및 기존 발전설비의 대체를 포함하여 총 5000GW의 발전설비를 신규 도입하여야 할 것으로 전망하고 있다.

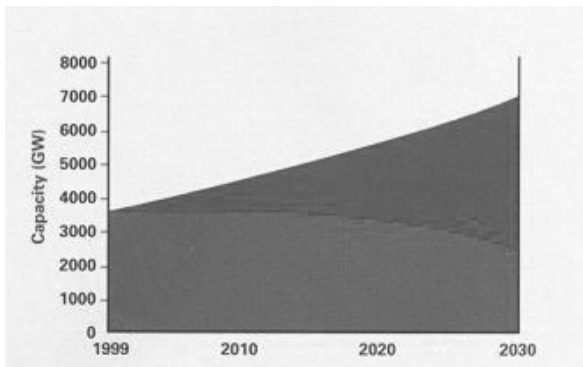


그림 4 세계 발전설비 용량의 추이[IEA WEO 2002]

WADE의 조사에 의하면 세계 발전설비용량에서 차지하는 분산발전의 점유율은 2002년 7%, 2004년 7.2%에서 2005년에 10%이상으로 신장하였으며, 신규 발전설비에서 분산발전이 점유하는 비율은 2002년 13.5%에서 2005년에는 24.5%로 대폭적으로 증가하였다고 보고 되어 있다. 2005년 기준 국가별 분산발전 점유율은 그림 5와 같다[8]. 그림 5에서의 점유율의

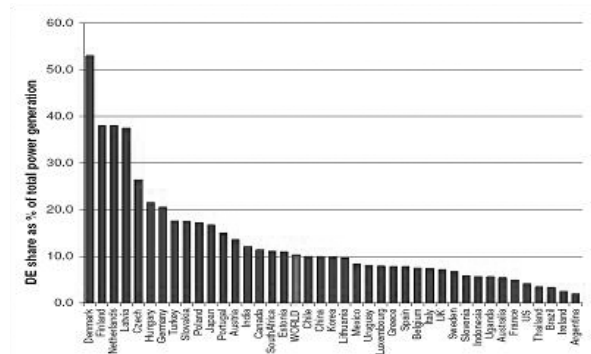


그림 5 국가별 분산발전의 비율

차이는 국가별 정책, 제도 및 기술성숙도를 포괄하는 기술 수용성의 차이라고 예상할 수 있다.

IEA의 WEO 2002 전력설비 용량 전망을 기준으로 실시한 WADE의 분석에 따르면 2020년까지 신설되는 발전설비를 중앙 집중식 발전설비 대신에 분산발전을 도입하는 경우 전력 소매가격이 25%가 인하되고, 1조 5000억 달러의 자본 비용을 회피할 수 있으며, 연간 1000Mt이상의 CO2를 줄일 수 있고, 약 50%의 화석 연료 사용을 줄일 수 있다고 한다[9]. 신규 발전설비의 중앙집중식 및 분산발전의 비율에 따른 전력 소매가격 추이 및 CO2 절감량의 추이를 다음의 그림 6,

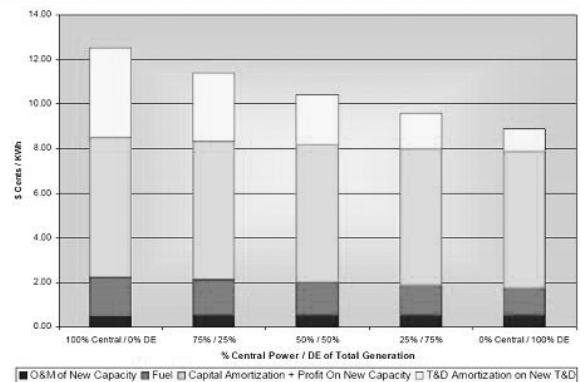


그림 6 발전방식의 점유율에 따른 전력 소매가격 추이(세계)

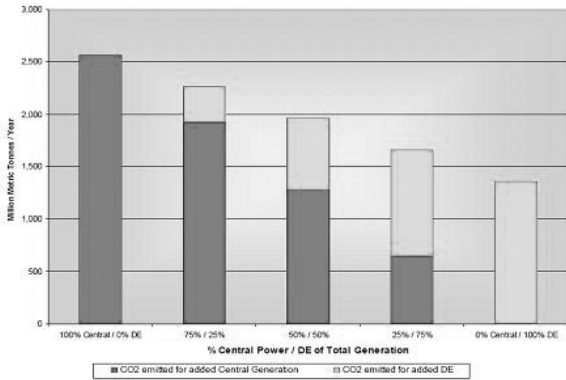


그림 7 발전방식의 점유율에 따른 CO2 배출량 절감량 추이(세계)

7에 나타내었다.

또 EU의 수요처별 전망에 따르면 기존의 대형 발전 설비의 대체, 산업용 및 전화 사업용 분야 등에서 분산 발전이 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있고, 상용 및 주거용은 상대적으로 설비의 총 용량은 적지만 도입 대수가 많기 때문에 다양한 기술이 도입될 것으로 전망하고 있다[10].

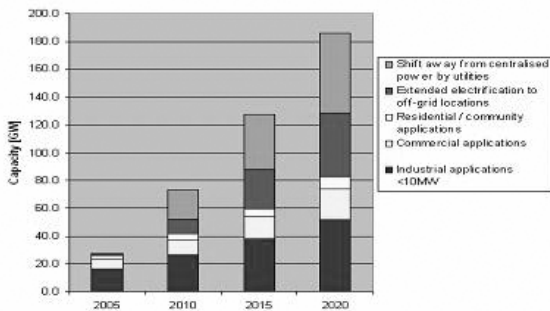


그림 8 10MW미만의 분산발전의 수요처별 도입 전망

2003년 WADE에서는 2010년의 총 발전설비 용량에서 차지하는 분산발전의 점유율을 목표를 각각

10%, 13%, 16%인 시나리오에 대하여 분산발전 기술 별 추이를 전망 한바 있다. 그림 5에 나타나 있는 바와 같이 2005년 현재 분산발전 점유율이 10%를 상회하고 있고, 최근의 점유율 상승 추이를 반영하면 2010년 16% 이상의 점유가 가능할 것으로 판단된다. 그림 9에 나타나 있는 바와 같이 WADE의 2010년의 분산발전 점유율 16% 시나리오(분산발전 성장 II 시나리오)에 따르는 경우 가스열병합 발전이 분산발전 도입량의 대부분을 차지하며, 석탄 이용 열병합 발전 및 소수력의 순으로 보급되는 것으로 전망하고 있다. 또 연료전지 및 태양광은 2015년 이후에 도입 량이 증가하는 것으로 전망하고 있음을 알 수 있다[11].

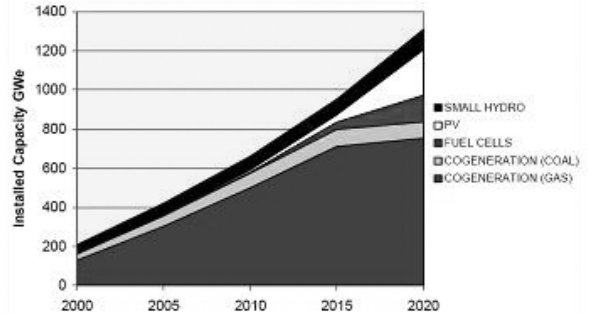


그림 8 분산발전별 점유율 추이(성장 II 시나리오)

분산발전 시대의 유망기술

분산 발전은 현재의 비상용, 첨두부하용, 기저 부하용 또는 열병합용으로는 물론 전력 품질, 전기소매, 송·배전의 지원, 마이크로 그리드용 등으로 적용이 확대되어 왔으며, 최근에는 인류가 직면하고 있는 에너지 및 환경 문제의 해결은 물론 분산전원 기술의 산업화를 위하여 수요처에 산재하여 있는 에너지 자원, 각종 분산전원 기술 및 수요 측의 부하관리를 포괄하는 에너지 공급 사슬 및 운영의 최적화 등을 총괄하는

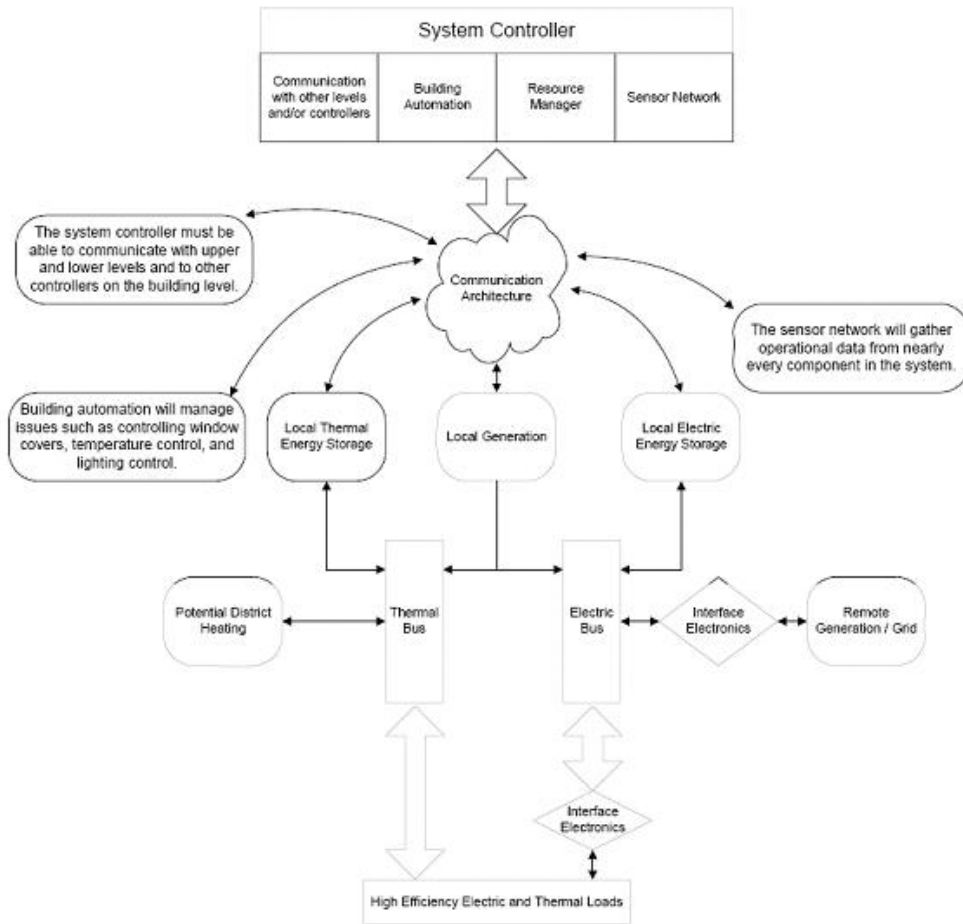


그림 10 Galvin Electricity Initiative에서 제안하는 Micro Grid의 개념

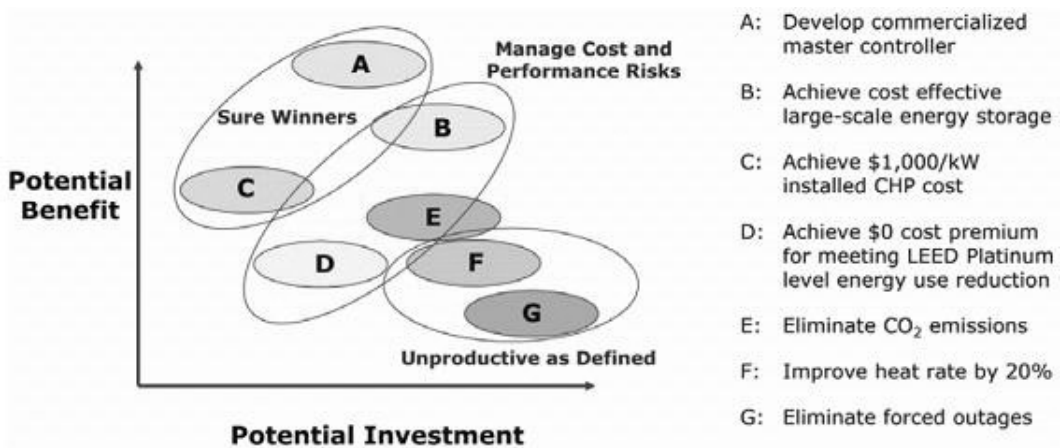


그림 11 기술별 투자 대비 잠재 편익 효과

에너지 시스템의 실현 여부가 중요한 기술적 이슈가 되고 있다. 최근에 에너지 공급 사슬 및 운영의 최적화와 관련하여 구체적인 목적, 내용 및 범위에서 차이가 있으나 Hybrid Grid[12], Micro-Grid[13,14,15], Smart Energy Solution[16,17], Multi-energy, Gridwise, EnergyWeb 및 Perfect Power System[18] 등이 제안되어 개발되고 있다. Galvin Electricity Initiative에서는 다음의 그림 10과 같은 Micro Grid를 제안하고 있다.

또 이들 개념의 실현을 위한 구성 기술의 투자 대비 잠재 편익 효과에 대한 Galvin Electricity Initiative의 분석에 의하면 그림 11에 나타나 있는 바와 같이 열병합 발전기술과 마스터 제어기의 효과가 가장 크고, 저가의 대규모 에너지 저장장치의 순으로 나타났다. 열병합 발전의 경우 기술 성숙도가 높음을 감안할 때 마스터 제어기 및 에너지 저장 기술에 대한 기술개발 노력이 필요할 것으로 판단된다.

맺음말

본 고에서 분산발전 기술의 정의, 종류 및 경쟁관계, 필요성 및 전망, 유망기술에 대하여 개념적 내용을

중심으로 정리하여 분산발전에 대한 전반적인 이해를 돕고자 하였다. 분산발전은 에너지 산업에서 역할이 중요해지고 있는 유망기술이며, 그 중에서도 열병합 발전은 경제성의 확보 측면에서 가장 유리한 기술임을 알 수 있었다. 그러나 인류가 직면하고 있는 에너지 및 환경 문제의 해결을 위한 대안 기술로 분산발전 기술 만으로는 한계가 있으며, 이를 극복하기 위하여 에너지 공급 사슬 및 운영을 총체적으로 최적화할 필요가 있으며, 이에 대한 다양한 개념이 제안되어 개발되고 있음을 알았다.

미래학자인 엘빈 토플러 박사가 2006년에 발간한 “부의 미래”에서 기존의 중앙 집중식 에너지 체계로는 세계가 직면하고 있는 에너지 위기를 극복할 수 없으며 석탄과 석유, 천연 가스에만 의존하지 않고, 다양한 에너지원, 다양한 기술, 다양한 사용자 및 생산자가 연결되는 에너지 체계가 필요함을 강조하였다. 여기에는 프로슈머는 물론 에너지 사용자 및 생산자들은 연료전지 등과 같은 개인적이고 분산된 에너지 기술을 이용하여 점점 더 많이 자신만의 에너지 욕구를 충족시키는 세대의 도래를 예견하여[19] 본 고의 맥락을 지지하고 있다고 할 수 있다.



오 시 덕

- 1995. 2 중앙대학교 대학원 기계공학과 졸업, 공학박사
- 대한기계학회, 대한설비공학회, 수소 신에너지학회, 한국자동차 공학회, 한국신재생에너지학회 회원
- 2002. 6~현재 대한설비공학회, Cogeneration 기술 전문위원회 위원장
- 1985. 1~ 2004.1 (주)효성 입사, 연구원, 수석연구원
- 2004. 1~현재 (주) 효성 중공업연구소 연구위원/상무, 분산전원/신사업.신기술 담당
- 1998.9~2006.8 중앙대학교 공과대학 기계공학부 겸임교수
- 2005 과기부 미래유망기술기획위원
- 2005 산업자원부 조성사업기획평가단 위원
- 2002 과기부 NTRM/ITRM 풍력발전기술 분야 작성 팀장



임 희 수

- 2004. 2 성균관대학교 대학원 기계공학과 졸업, 공학석사
- 2004. 1~7 산업자원부 기술표준원 위촉연구원 (ISO 규격검토)
- 2004. 7~현재 (주)효성 중공업연구소/대리, 시스템 설계/구성/시험평가 담당

참 · 고 · 문 · 헌

1. DOE/EIA-0484(2006), International Energy Outlook 2006.
2. IEA, World Energy Outlook 2006(WEO 2006).
3. IEA, Energy Technology Perspectives 2006.
4. EREC & Greenpeace, energy [r]evolution, A Sustainable World Outlook, Jan. 2007.
5. International Energy Agency, Distributed Generation in Liberalized Electricity Markets, 2002.
6. Prospects for Distributed Electricity Generation, A CBO(Congressional Budget office) Paper, 9. 2003.
7. Thomas R. Casten and Brennan Downes, "Optimizing Power how DG could cut costs by 40%," pp.45~55, Cogeneration and On-site power production nov.-dec, 2004.
8. World Alliance for Decentralized Energy(WADE), World Survey of Decentralized Energy 2006.
9. WADE, World Survey of Decentralized Energy 2004.
10. European Network for Integrated of Renewables and Distributed Generation
11. WADE, World Survey of Decentralized Energy 2003.
12. Fred Guterl and Andrew Romano, "SPECIAL REPORT : People Power," pp.38~45, NEWSWEEK Sept.6/sept.13, 2004.
13. Jonathan Lynch, "'MicroGrid' power network, next generation architecture for the new energy landscape," pp.39~45, Cogeneration and On-site power production may-June 2004.
14. Scott Baron, "Motown Microgrid, Life-cycle analysis rates energy and environmental performance," pp.75~81, Cogeneration and On-site power production nov.-dec. 2004.
15. Z. Ye, R. Walling, N. Miller, D. Du, and K. Nelson, "Facility Microgrid," General Electric Global Research Center, EREL/SR-560-38019, May, 2005.
16. 오시덕, "분산발전기술의 현황과 전망," 제 26회 에너지 전시회-소형 열병합발전기술 세미나집, pp. 21~22, Sept. 2006.
17. Oh, S., Lee, H., Jung, J., Kwak, H., 2007 "Optimal planning and economic evaluation of cogeneration system," Energy, vol.32, pp.760-771.
18. Galvin Electricity Initiative, The Galvin Path to Power-A Technical Assessment, Jan. 2007.
19. 엘빈 토플러, 하이드 토플러, 김종웅 옮김, 부의 미래, p.559, 2006, 청림출판