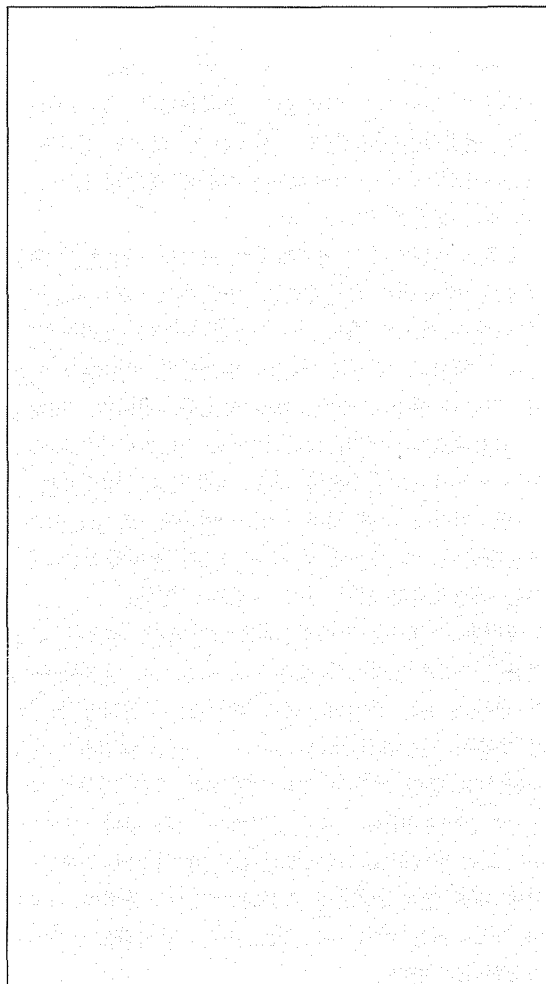


I. 머리말

석유위기 이전의 에너지수요는 경제성장과 거의 같은 수준으로 증가했다. 그중에서도 石油은 에너지 전체의 수요 이상으로 신장해 왔다. 그러나, 석유위기 이후 선

선진국의 熱併合發電 실태와 LPG산업의 대응



진국의 산업구조는 에너지 다소비 소재산업 중심에서 일렉트로닉스 신소재, 바이오테크놀로지 등과 같이 에너지 소비가 적은 산업중심으로 변해가고 있다. 더우기 에너지절약 및 代替에너지 개발의 결과, 에너지 신장은 경제성장률 이하의 신장세를 보이고 있으며, 종래 주역을 맡아온 石油의 소비량은 에너지 중에서 매년 비중이 낮아지고 있다. 그대신 전력소비는 전체 에너지의 신장을 웃돌고 있다.

다가올 21세기에는 고도정보화가 진전되고, 지방의 도시화 현상이 두드러지고, 인구의 고령화, 여성의 사회진출에 따른 가사노동의 간소화등 사회환경은 크게 변할 것이다. 이와 같은 사회환경의 변화에 따라, 소비자는 에너지의 청결성, 안전성, 편리성, 제어성을 더욱 요구하여 전력을 더 선호하게 될 것으로 전망된다.

이러한 흐름속에서 석유업계는 석유제품 판매에 머물지 말고, 앞으로 성장가능성이 큰 電力분야로의 진출을 겨냥하여 열병합발전 시스템을 개발하고, 기존연료의 판매확대에 힘을 써야 할 것이다.

열병합발전 시스템의 선구자인 美國의 동향과 연료로서 LPC의 적용예, 日本의 열병합발전에 대한 대응전략 등을 알아본다.

II. 열병합발전 시스템이란

열병합발전시스템(C-generation system)이란 石油,

LPG, LNG 등 1차에너지를 사용하여 전기와 더불어 2차에너지인 열을 발생시키는 장치를 말한다. 최근 일본에서도 열병합발전이 상업용으로서 빌딩이나 호텔에서 사용되고 있듯이 앞으로 크게 각광받을 것으로 기대된다. 현재, 전력회사가 발전하는 전력은 石油, 석탄, LPG, LNG 등의 1차에너지 1단위를 연소하여 38%의 2차 에너지인 전기를 발생시키고 있다. 발전소에서 발전된 전기는 전선으로 원거리에 송전하는 동안에 3%의 송전손실이 생기기 때문에 최종소비자는 1차 에너지의 35% 밖에 사용할 수 없다. 발전시에 발생하는 62%의 열과 송전손실 3%를 합친 65%가 낭비되고 있는 것이다. 이에 대해 열병합발전시스템은 1차에너지 1단위에서 전기를 약 30% 발전하고, 동시에 40-50%의 배열을 회수하여 온수공급이나, 냉·난방에 사용한다. 따라서 1차에너지의 70-80%를 이용할 수 있으며, 손실은 발전소의 65%에 비해 불과 20-30% 밖에 되지 않아 효율성 면에서 크게 향상된 것이다.

Ⅲ. 美國의 열병합발전 실태

美國의 열병합발전은 85년말 현재 약 2천500만Kw로 美國 전체 발전설비의 약 5%를 차지하고 있다. 이 중 1차에너지로서 천연가스를 연료로 하는 것이 약 절반인 52%나 되고 있다.

앞으로 발전기는 비교적 소규모인 30-50Kw급이 주체가 될 것이며, 가스 엔진이나 소형터빈으로 발전하게 될 것이다. 배열의 회수는 흡수식 냉온기와의 조합에 의한 상업용 분야의 수요가 증가추세를 보이고 있다. 2000년에는 9천만Kw, 총발전용량의 15%까지 증가할 것으로 전망되고 있다. 발전기는 공업용일 경우에는 가스터빈이나 스팀터빈이 많지만, 민수용의 경우는 소형가스터빈왕복(reciprocating) 가스 엔진이 많이 사용되고 있다.

Ⅳ. 美國의 LPG 열병합발전

美國의 LPG 열병합발전 회사중에서 유타주의 엔젠코社は 3Kw에서 125Kw의 프로판 열병합발전 시스템을 제조판매하고 있다. 이 회사제품의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

일반가정에서 필요로 하는 냉난방과 온수를 공급하기

위해서는 2-3Kw의 소형기종으로 충분하다. 대저택에는 10-12Kw 기종이 필요할 것이다. 도심에서 떨어진 곳에 있는 식당이라면 65Kw, 표준적 슈퍼마켓용으로 125Kw급이 제작되고 있다. 그리고, 대형점에서 150Kw급이 필요할 경우에는 75Kw급을 2기 설치하여 대응하고 있다.

이 장치의 판매처로는 일반가정, 호텔, 모텔 이외에 의료기관, 레스토랑, 식품제조업, 레저시설, 산장, 고속도로의 조명설비가 있으나, 가장 유망한 수요처로서는 원격지에 있는 集乳所 등을 목표로 하고 있다.

프로판 열병합발전으로 소비되는 프로판의 양은 발전량 25Kw 기준으로 시간당 6.7kg(하루 160kg, 월 5톤, 연간 59톤)이다. 발전량 125Kw 기준으로는 시간당 27.6kg(하루 662kg, 월 20톤, 연간 242톤)이다.

엔젠코社의 프로판 발전기 코스트는 1Kw당 800-1,200달러, 평균 1,000달러이다. 그러나, 10Kw 이하의 크기는 이보다 약간 비싸진다. 상업용이나 가정용으로 LPG 열병합발전의 도입이 성공하면, 대규모 안정된 LPG 수요의 개척이 가능해지기 때문에 美國의 LPG 판매업계는 눈독을 들이고 있다.

프로판 판매점이 열병합발전의 고객을 개척하기 위한 지침은, 대상처의 전기사용량, 냉난방비, 온수사용비와의 코스트 비교를 하고, 이 시스템 도입이 유리함을 증명하는 것이다. 호텔은 계절에 관계없이 熱需要가 있으며, 전력과 열원의 소비균형이 양호한 편이다. 병원등은 전열수요의 주야간 격차가 크고, 점포나 사무소의 경우는 전력과 열의 수요가 낮에 집중되고, 열수요의 낮과 밤, 계절에 따라 격차가 있기 때문에 코스트 비교는 복잡해진다. 이 때문에 美國의 프로판 열병합발전 사용처는 관광호텔의 예가 많이 소개되고 있다.

열병합 발전기를 판매할 때에 가장 많은 질문은, 「발전목적이라면 트럭이나 승용차의 엔진으로 발전할 수 있지 않는가」하는 문제와 「열병합발전과 자동차용 엔진과의 병용이 가능한가」하는 것이다. 1년간 엔진을 1천 800RPM(분당 회전수)으로 가동하는 것은 자동차 엔진을 약 5만 8천Kw 연속운전시키는 것과 같다. 현재, 일반적으로 판매되고 있는 발전기는 400시간의 설계이다. 이에 대해 열병합발전은 8천600시간의 운전이 가능하며 정기수리를 하므로써 1만 2천-4만시간도 운전이 가능하다고 한다.

엔젠코사는 3-125Kw 발전기에 왕복엔진을 사용하고 있다. 이것은 전력부하를 간단히 변경할 수 있다는 것과, 뒤에서 설명할 적격인정설비를 받기 위해서는 1차 에너지의 42.5% 이상을 회수해야 한다는 문제를 확실하게 해결하기 위해서라고 설명하고 있다. 역시 판매의 최대 포인트는 종래의 냉·난방, 온수공급시스템이 50% 이상의 열 손실이 있음에 비해 이 새로운 시스템의 경우는 2차 에너지로 1차에너지의 80% 이상을 유효하게 이용할 수 있다는 것이다.

캘리포니아주의 사맥스社가 제조하고 있는 일반가정, 레스토랑, 모텔용의 6.5Kw급 열병합발전 시스템은 프로판, 부탄, 천연가스중 어느 것을 연료로 사용할 수 있도록 설계되어 있다. 물론 발전 이외에 온수공급 및 냉·난방에 이용되고 있다.

중량은 약 310kg, 높이 76cm, 폭 76cm, 길이 150cm로 소형이다. 발열량은 시간당 1만3천900Kcal이다. 엔진은 4천RPM의 능력을 갖고 있으나, 통상 1천840RPM으로 운전한다. 가격은 설비공사비를 포함하여 1만-1만2천달러로 비싼 편이나, 일반가정용의 경우 3-5년, 상업용의 경우 2년 이내에 투자금액을 회수할 수 있다고 한다.

V. 美國의 열병합발전 보급

美國에서 열병합발전이 보급된 것은 1차석유위기 이후의 原油가격 등기와 에너지 공급부족에 대비하여 1979년에 에너지 절약과 에너지의 효율적인 이용을 도모하기 위해서 에너지 5법이 제정되고, 도입이 용이하도록 환경이 정비되었기 때문이다.

5개 법률 중에서 공익사업규제 정책법은 열병합발전과 같이 소규모 발전설비를 보급하기 위해 전력회사는 인정을 받은 소규모 발전사업자로부터 잉여 전력을 구입할 의무를 규정하고 있다. 이 법률이 제정된 이후, 美國의 열병합 발전은 급속히 보급되었다. 소규모 발전사업자가 주무관청으로부터 적격인정설비(QF)의 인정을 받으면 다음과 같은 특전을 받을 수 있다. 즉, 자신이 필요로 하는 이상의 잉여전력을 전력회사에 판매할 수 있다. 또한, 전력회사는 소규모발전사업자가 필요로 하는 전력을 판매할 의무가 있다. 세계면에서는 에너지절약 투자로서 15%, 소규모 대체 에너지에 관한 민간설비

투자로서 10%, 합계 25%의 감세 혜택을 누릴 수 있다. 더우기 감가상각기간을 15년에서 5년으로 단축할 수 있는 특전이 있다. 그러나, 최근 세계 개혁으로 수정 검토 대상이 되고 있다는 보도도 있다.

美國은 이들 장려정책으로 열병합발전의 도입을 촉진하고 있음에 반해, 日本에서는 전기사업법 17조에 의해 사실상 전력회사 이외의 전기공급을 제한하고 있다. 그러나, 최근 日本의 자원에너지청 장관의 사적자문기관인 열병합발전 운용기준 검토위원회에서 환경조성을 준비하고 있어 日本도 가까운 장래에 열병합 발전을 보급하기 위한 장려 조치가 취해질 것으로 예상되고 있다.

VI. 가격문제

열병합발전 시스템은 아직 비싼 설비이다. 소비자가 이 시스템을 도입하기 위해서는 종래의 전기료, 온수공급, 냉난방비 등과 비교하여 코스트면에서 유리해야만 한다. 코스트에서 큰 부분을 차지하는 연료대에 의해 LPG로 할 것인가, 石油나 도시가스로 할 것인가가 결정될 것이다.

美國이나 유럽에서 프로판 열병합 발전이 보급되고 있는 것은 프로판 가격이 타연료와 경합하고 있기 때문이다. 아울러, 프로판은 운반이 용이하고, 저장이 가능하다는 잇점을 갖고 있다.

[표-1]은 85년 12월말 현재 歐美의 LPG 생산·수입 가격과 소비자 가격을 비교한 것이다. 열병합발전 시스템에 대한 LPG 공급은 소형 실린더가 아닌 벌크 공급이다. 歐美의 가정용 LPG 소비자 가격은 생산, 수입가격의 1.4-1.8배(벨기에, 이탈리아, 룩셈부르크는 제외)인데 반하여 상업용은 1.2-1.5배(이탈리아, 룩셈부르크는 제외)이기 때문에 천연가스나 石油와 경쟁할 수 있다. 더우기 이들 제국의 대부분이 부가가치세 등의 세금을 포함하고 있는 점에 주목해야 할 것이다.

VII. 프로판과 부탄중 어느쪽이 유리한가

美國의 열병합발전 연료는 프로판이 중심이다. 美國의 LPG란 프로판을 말하는 것이며, 부탄은 휘발유 혼입이나 석유화학원료로 사용되고 있다. 日本에서도 열병합발전의 연료로 부탄도 가능하지만, 수급면에서 판단하는

세계 LPG가격 비교 (85년말 현재)

국명	평균공장가격		평균수입가격		평균 소비자 인도가격(세포함)				세 금		배율(소비자가격 / 생산, 수입의 단순평균가격)			
	프로판	부탄	프로판	부탄	가 정 용		공업용 / 상업용		상 단= 부가가치세 하단=기타	가 정 용		공업용 / 상업용		
					실린더	벌크	실린더	벌크		실린더	벌크	실린더	벌크	
통화(\$ 환산)					실린더	벌크	실린더	벌크		실린더	벌크	실린더	벌크	
오스트리아 100A\$ (5.774)	68,013 335.70		64,502 318.37	53,811 265.60	176,057 868.99	104,112 513.88	141,546 698.65	76,621 378.19	20%	2.8	1.6	2.2	1.2	
벨기에 100FB (1.984)	50,245 248.0	48,235 238.08	50,245 248.0	48,235 238.08	99,604 611.07	75,350 462.27	99,604 611.07	—	17% (자동차용25%)	2.5	1.9	2.5	—	
덴마크 100Dkr (11.13)	—	—	—	—	174,238 860.01	—	135,296 667.8	—	22%	—	—	—	—	
핀란드 100FIM (18.414)	—	—	52,228 257.79	—	50,198 445.20	83,907 414.15	130,574 644.49	65,286 322.24	1.5	1.7	1.6	2.5	1.3	
프랑스 100FF (13.22)	61,331 302.72	—	—	—	127,109 627.39	86,481 426.87	—	—	—	2.1	1.4	—	—	
그리스 100GD (0.673)	38,581 190.43	—	—	—	77,719 383.61	—	76,356 376.88	58,630 289.39	— 49.44/MT	2.0	—	2.0	1.5	
아일랜드 1 l£ (1.241)	—	—	62,857 310.25	—	163,427 806.65	—	—	99,312 490.19	10% 43.93/MT	2.6	—	1.6	—	
이탈리아 100Lr (0.0594)	59,449 293.43	58,006 286.31	50,545 249.48	52,952 261.36	121,428 599.35	114,929 567.27	117,577 580.34	107,107 528.66	9~18% 5.94+12~155	2.2	2.1	2.1	1.9	
룩셈부르크 100LF (1.984)	62,786 309.90	52,334 258.31	—	—	124,587 614.94	101,736 502.15	124,587 614.94	101,736 502.15	6% —	2.2	1.8	2.2	1.8	
포르투갈 100Esc (0.623)	—	—	54,702 270.00	55,877 275.8	96,559 476.6	99,699 492.1	95,911 473.4	76,994 380.03	—	1.7	1.8	1.7	1.4	
스페인 100Pst (0.649)	56,536 279.05	55,614 274.50	53,900 266.04	57,326 282.95	92,566 456.89	77,182 380.96	94,671 467.28	77,182 380.96	—	1.7	1.4	1.7	1.4	
美 國	49,410 243.88	—	—	—	—	79,225 391.04	—	—	—	—	1.6	—	—	
日 本	—	—	50,423 —	—	270,800 —	—	—	—	—	—	5.4	—	—	

註 : 1) 가격란의 상단=엔 / 톤. 하단=US\$/t. 환율 환산은 85년 12월 평균 레이트에 의한.
 2) 미국은 정유공장, 1차기지의 도매가격과 에너지성의 프로판 전체의 소비자가격을 채용.
 3) 일본의 12월수입 CIF가격(대장성발표)을 채용.

한 프로판을 연료로 하는 시스템을 보급해야 한다는 것이 일반적인 견해이다. 아울러 프로판가격도 灯油나 도시가스와 경쟁력을 갖도록 인하해야 된다는 것이다.

日本の 경우 국내 LPG공급의 70% 이상을 차지하는 수입의 구성비는 프로판이 60%, 부탄이 40%로 당분간 이 비율은 변하지 않을 것이다. 수입은 연율 3.6%의 증가가 예상되며, 프로판도 3.6%의 증가율을 보일 것이다. 이에 대해 프로판의 최대용도인 가정업무용은 거의 증가하지 않고 있어서 프로판의 수급은 불균형을 이루고 안정된 공급체계를 유지할 수 없을 것이다. 따라서 현재의 유통체계에 의존하는 가정 상업용 이외에 프로판 수

요를 개척할 필요성이 있다. 따라서, 열병합발전 시스템의 연료는 프로판을 주체로 해야 할 것이다. 이는 또한 공해방지라는 측면에서도 바람직한 것이다.

부탄은 경합 에너지의 가격에 민감한 반응을 보여 수요 증감폭이 크다. 석유화학에서 나프타와의 상대가격, 구미에서의 휘발유 수요증가에 의한 혼합부탄 수요의 증감, 공업용으로서의 석유중간유분이나 중유와의 경합, 그 이외에도 일반경제의 호·불황에 따라 증감하는 매우 불안정한 수요이다. 따라서 열병합발전 연료로는 프로판이 타당성이 크다고 볼 수 있다. ☐(순간석유정책)