

반면, LNG의 경우 정부최고가격 승인제하에서 현행 유가반영 환율이 1,300원/\$인 점과 특히 LNG 수입.공급사인 한국가스공사의 수입손실 누적과 환차손을 가격에 전혀 반영하지 않고 있는 점은 향후 LNG가격의 인하가능성에 큰 제약요인이 될 전망이다.

또한, 정부는 빠르면 '98. 상반기중 LNG가격도 휘발유, 등.경유, B-C유가격과 같이 국제가 및 환율에 연동시켜가는 LNG 가격연동제를 도입할 예정이어서 환차손 등 그동안의 유가미반영분이 일시에 반영될 경우 LNG 가격인상요인으로 작용할 전망이다.

아울러, '97. 3. 25이후 LNG에 대해서도 5.58원/m³의 석유수입부과금을 부과하고 있는 바, 이는 당초 부과목표금액인 11.16원/m³의 절반 수준이어서 이 역시 향후 인상부담을 안고 있다.

따라서 향후 B-C유 및 LNG의 가격전망을 고려해 볼때 열병합발전 등의 연료경제성에 있어서 B-C의 LNG에 대한 가격경쟁력 차이가 더욱 더 확대될 전망이어서, B-C를 연료로 사용하는 업체가 LNG로 연료전환하는 방안은 그 경제성 확보가 더욱 어려워질 것이다.

4. 맺는말

'97. 12. 3일 IMF의 지원이 시작된 이후 우리 국

민은 은근과 끈기로 대표되는 국난극복의 의지를 다시 한번 발휘해야 하는 계제에 서 있다. 기업체에서도 그 어느때보다 재무구조개선 및 원가절감 등을 통해 대외경쟁력 제고가 절실히 요청되고 있다.

열병합발전등 에너지 과소비업체의 경우 작년 11월말부터 치솟기 시작한 B-C유등 석유류 제품가격의 폭등현상에 놀라움을 금치 못하였다. 그에 따라 LNG로의 연료전환까지 검토하는 등 대응책을 강구하였던 것으로 알려지고 있다.

그런데 다행히 환율변동이 다소 안정세로 바뀌고, 국제유가가 하락세가 지속됨에 따라 '98. 1. 18일을 정점으로 석유류 제품가격은 다시 하락세로 반전되어 석유업계 및 소비자에 공히 안도감을 느끼게 해주고 있다.

앞에서도 살펴본 바와 같이 이제 B-C유의 저가기조가 곧 정착될 것으로 전망되고 있어서 선부른 연료전환등은 오히려 연료경제성의 악화 및 버너 교체등 추가투자비가 소요되는등 많은 문제점들이 나타날 것으로 예상된다.

본고에서 검토된 내용들이 열병합발전등 에너지 다소비업체들의 연료경제성 검토에 도움이 되었기를 바라며 이 글을 맺는다.

최근 유가상승에 의한 산업단지 집단에너지사업의 운영실태 및 활성화 방안

오 석 범 과장
에너지평가처 집단에너지부

(0342) 7106-285

1. 배경 및 목적

집단에너지공급이란 주거.상업지역 또는 산업단지와 같이 다수의 열수용가가 밀집된 지역을 대상으로 이들 수용가의 개별적인 에너지공급방식 대신 1개소 또는 수개소의 집중된 열원플랜트로부터 열, 전기에너지(집단에너지)를 생산하여 일괄공급하는 것을 말한다.

이러한 집단에너지 공급방식은 에너지고효율 이용설비인 열병합발전설비 가동 및 쓰레기소각열 활용 가능으로 대규모 에너지절약 및 CO₂ 등 환경

오염 배출가스 저감효과가 커서 향후 기후변화협약에 효율적으로 대처할 수 있으며 아울러 저렴하고 안정적인 집단에너지공급에 의한 산업체의 경쟁력확보를 통해 IMF 지원체제를 극복하기 위한 방안으로 인정받고 있다.

그러나 최근 환율변동에 따른 연료유 가격폭등 및 경기침체에 따른 수용가의 열수요 감소로 인해 산업단지 집단에너지 사업수지의 심각한 불균형이 예상되며, 역송전력 판매단가가 제조원가에도 못 미치는 현실은 사업수지의 불균형을 심화시키는

주 원인인 동시에 에너지고효율 이용설비인 열병합발전설비의 가동정지사태를 초래하므로 이러한 문제점을 해결하여 집단에너지사업의 효율적인 보급을 위한 대책이 시급한 실정이다.

이에 따라 산업단지 집단에너지사업의 운영실태를 긴급 진단하였으며 그 분석결과와 활성화를 위한 개선방안을 제시하고자 한다.

집단에너지 보급의 필요성

- 저렴하고 안정적인 집단에너지공급에 의한 IMF 지원체제하에서의 산업체경쟁력강화
- 고효율에너지이용설비에 의한 에너지절약 및 이에따른 CO₂ 등 환경오염 배출가스 저감효과로 기후변화협약에 효율적으로 대처
 - 에너지 절감효과 : 20~30%
 - 대기오염물질 저감효과 : 30~40%
- 열병합발전에 의한 하절기 전력부하 완화에 기여
- 에너지사용량에 따른 요금부과로 소비자의 자율적인 에너지절약 유도

2. 집단에너지 도입실적 및 전망

국내 집단에너지공급은 '70년대 제정된 석유화학공업 육성법에 의한 유틸리티사업으로서 '72년도에 울산석유화학공단내의 입주업체에 증기, 전력, 용수를 일괄 공급한 것이 시초이다.

이후의 집단에너지공급은 '80년대초 고유가시대의 에너지절약시책 사업으로 '85년에 목동 신도시의 지역난방사업이 추진된 이래 그동안 정부의 보급정책 및 경기활성화에 의해 '90년대 초반까지 꾸준히 확대 보급되어 왔다.

'98년말 예상되는 집단에너지보급은 산업단지사업장은 17개, 지역난방 세대수는 840천호로서 '93년에 수립된 정부의 집단에너지공급 기본계획에 의한 '98목표치와 비교하여 보면 중장기 도입목표가 '93년에 수립된 관계로 현시점에서 도입실적과는 차이가 있을 수 있겠으나 도입계획대비 달성률은 산업단지집단에너지부문이 78%, 지역난방부문은 63%로 저조한 것으로 나타났다.

향후 집단에너지도입 전망은 지역난방사업의 경우 현재의 사업지구를 중심으로 하여 인근지역으로 확대되고 있으며 향후에도 지역난방전문기관인 한국지역난방공사에 의해 신규도입이 가능할 것으로 예상되나 산업단지 집단에너지사업의 경우는

추진전담 기관이 없이 거의 자발적인 사업신청인에 의해 이루어지고 있으며 더욱이 현재의 경기여건하에서는 신규도입은 비관적이다.

(표) 산업단지 집단에너지 도입실적 및 전망

구 분	95	96	97	98	2001
중장기 도입계획(개)	12	17	20	23	33
도 입 실 적 (개)	11	13	16	17	?
달 성 율 (%)	92	77	80	78	

(표) 지역난방 도입실적 및 전망

구 분	95	96	97	98	2001
중장기 도입계획(천호)	630	850	1120	1330	1800
도 입 실 적(천호)	525	620	740	840	?
달 성 율 (%)	83	73	66	63	

3. 산업단지 집단에너지사업의 운영실태분석

3.1 개요

조사대상은 산업단지 집단에너지사업자중 '96년 이후 정상운전중인 사업자로서 생산된 집단에너지(증기,전력)를 전량 외부에 판매하며 주연료로 유류와 유연탄을 사용하는 각각 3개의 사업자를 대상으로하여 유가가 급등한 '98년 1월에 자료를 조사하였다.

조사내용은 연료단가 및 증기,전력판매단가변동현황, 이에 따른 사업수지, 기타 경영정상화방안관련 의견등이며 이를 토대로 '98년도에 예상되는 문제점을 중심으로 분석하였다.

본 분석내용은 '98.1월의 유가를 기준으로 사업자가 제시한 자료를 분석한 내용이므로 유가가 변동된 현시점에서는 분석된 수치가 다소 달라질수 있겠으나 현재의 고환률상황이 지속되어 유가가 과거에 비해 높을 것으로 예상되는 한 분석한 문제점 및 개선방안은 큰변동이 없을 것으로 판단된다.

3.2 운영실태 분석

◎ 환율폭등에 의한 연료비용 부담 가중

'98. 1월 유류단가는 '96년에 비해 약3배 증가하였으며, 이로 인해 유류를 주연료로 사용하는 사업자는 지출경비중 연료비 단일품목이 '96년도의 49.5%에서 '98년도에는 71.6%로 증가하여 사업수지운영의 경직화가 초래될 것으로 예상된다.

반면 '98 유연탄 단가는 '96년에 비해 약 1.2배 증가하는데 그쳐 유연탄을 주연료로 사용하는 사업자는 '98년도에 지출경비중 연료비용이 약 57.3%를 차지할 것으로 예상되어 유류사용업체보다 상대적으로 사업수지운영에 탄력이 있는 것으로 나타났다.

(표) 연료단가 변동현황

구 분		'96	'97	'98.1
B-C (S=1.0%)	- 단가 (원/ℓ)	113.4	137.9	356.6
	- 지수	100	121.6	314.5
	- 전년대비증가율(%)	-	21.6	158.4
유연탄	- 단가 (원/ton)	52,946	60,104	64,240
	- 지수	100	113.5	121.3
	- 전년대비증가율(%)	-	13.5	6.9

주) 유류 및 유연탄단가는 S사업자 및 P사업자 자료인용

(표) 지출경비중 연료비 차지비중 (연료비/지출경비)

구 분	'96	'97	'98
B-C 사용업체	49.5 %	50.9 %	71.6 %
유연탄 사용업체	49.9 %	52.3 %	57.3 %

◎ 연료비용 증가에 따른 사업수지 악화

'98년 1월의 유류가격이 지속될 경우 유류를 주연료로 사용하는 사업자는 유류비용이 매출액과 거의 같은 수준인 98.6%를 점유하게 될 것으로 나타나 고정비등 다비용만큼의 적자가 발생하여 경영의 어려움이 예상되며 반면, 유연탄을 사용하는 사업자는 '98년도의 연료비용이 매출액의 61.8%에 해당하여 유류사용업체에 비해 기타비용의 처리여력이 있는 것으로 조사되었다.

(표) 집단에너지 매출액(열,전력)대비 연료비 비율(연료비/매출액)

구 분	'96	'97	'98
B-C 사용업체	77.3 %	68.4 %	98.6 %
유연탄 사용업체	56.3 %	55.0 %	61.8 %

◎ 역송전력판매요금 비현실화에 따른 경제성 저하로 열병합발전설비 가동정지 예상

동일한 연료를 사용하는 열병합발전설비에서 생산된 증기의 판매요금은 연료비와 연동되는 반면, 생산된 전력의 판매요금은 특정전기요금체계에 묶여있어 제조원가에도 못미치고 있는 것으로 나타났다으며 현재의 이러한 역송전력판매요금체제가 앞에 언급한 사업수지악화의 주원인인 것으로 분석되었다.

- 평균역송단가 : 44원/kWh
- 평균제조단가 : 60원/kWh

유류사용사업자가 산업단지내의 수용가에 공급하는 증기의 평균판매요금 인상률은 97년대비 '98년도 1월에는 유류가격인상과 연동된 125%인 반면, 한전에 역송하는 전력평균판매요금 인상률은 6.5%에 불과하여 열병합발전에 의해 생산된 전력이 고급의 에너지임에도 불구하고 집단에너지사업자 측면에서는 증기에 비해 상대적으로 가치가 없는 생산제품이 되어버렸다.

더구나 이러한 열병합발전 전력생산의 비경제성으로 인해 에너지고효율 이용설비인 열병합발전설비의 가동정지사태가 예상되며, 일부 사업자는 '98년 1월 현재 가동을 중지하고 있는 것으로 조사되어 역송전력요금문제는 시급히 해결해야 할 과제이며 장기적인 측면에서도 집단에너지사업의 활성화를 위해 개선해야 할 사항으로 판단된다.

(표) 연료단가 및 집단에너지 판매단가 증가 현황

구 분	'97	'98
○ 유류 평균단가(원/ℓ)	137.9	356.6 (158.6%)
○ 증기 평균판매단가(원/ton)	13,229	29,764 (125.0%)
○ 역송전력 평균단가(원/kWh)	41.2	43.9 (6.5%)

주) () 내는 전년대비 증가율

4. 집단에너지사업의 활성화방안

4.1 개요

정부에서 에너지절약정책으로서 집단에너지사업의 확대보급을 유도하고 있으나 집단에너지사업의 주열원인 열병합발전이 오히려 사업자의 경제성을 저하시키는 요인으로 작용하며 이에 따라 가동정지사태가 벌어진다는 것은 대단히 모순된현상이다.

따라서 열병합발전기의 가동을 제고 및 이에 따른 집단에너지사업의 경제성을 확보시키는 방안이 절실히 요구되고 있으며 이를 위해 앞서 분석한 문제점을 해결하여 집단에너지사업의 운영을 개선하고 향후 집단에너지사업의 도입활성화를 위한 방안을 제시하고자 한다.

여기서 제시한 방안은 집단에너지사업자 대부분이 요구하는 내용과 기본적으로 큰차이는 없으며 현재 구체적으로 논의되고 있는 사항도 있으나 보다 합리적인 분석이 필요한 것으로 판단된다.

4.2 활성화 방안

◎ 역송전력판매요금 현실화

집단에너지사업 수지개선을 위한 중요한 사항으로서 현재 열병합발전에 의한 전력이 국가의 전력공급계통에 기여하는 바를 감안하여 역송전력요금을 현실화시키는 방안이 마련되어야 하며 이에 대해서는 다음의 경우를 예로 들수 있다.

○ 역송전력에 대한 적정요금 보상

현재 열병합발전에 대한 역송전력은 전력량요금은 보상받고 있으나 고정비 성격의 기본요금은 정당히 보상받지 못하고 있으며 이러한 현실이 집단에너지사업수지의 악화요인으로 작용되고 있다.

따라서 집단에너지사업자의 전력에 대해서는 새로이 건설하지 않아도 될 발전소의 건설비용에 해당하는 한전의 회피고정비 성격의 비용을 기본요금으로 보상받을 수 있도록 하여 역송전력 판매요금을 현실화시킬 필요가 있다.

여기서 전력량요금 및 기본요금의 적용기준에는 많은 변수가 있으므로 전문적인 검토가 필요하며, 집단에너지사업자의 전력을 구매하는 한국전력공사와 집단에너지사업자의 입장을 고려한 합리적인 수준에서 결정되어야 할 것이다.

◎ 에·특기금 지원조건 개선

단기적인 방안으로 IMF 구제금융신청 이후 금융기관에서의 신규차입이 불가능하며 고금리로 인해 에·특기금에 대한 원리금 상환이 어려우므로 현재의 금리 9%, 8년거치 7년분할 상환조건보다 유리한 저금리, 장기분할 상환조건으로 개선하는 방안, 운전초기에 고정비 부담이 크므로 운전자금을 지원해주는 방안을 검토해 볼수 있을 것이다.

◎ 사용연료의 다원화 및 환경규제개선

집단에너지사업은 단일열원플랜트에 의한 환경부문의 집중관리가 가능함에 따라 유가상승에 따른 충격이 적은 유연탄등 저급연료 및 유류, 가스, 폐자원등 사용연료의 다원화가 가능하므로 국가적 측면에서 장기적이고 안정적인 에너지 수급체계에 기여할 수 있는 바 이러한 집단에너지사업의 장점을 살리기 위하여 현재의 사용연료 규제에서 오염물질 배출허용기준 규제로 전환하여 값싸고 저급의 연료를 사용할 수 있도록 사용연료의 규제를 완화시킬 필요가 있다.

◎ 연료저가 구입방안 강구

집단에너지사업은 열병합발전설비 가동에 따른 에너지절약 및 환경개선에 기여하는 바가 크며, 이러한 기여도가 국가에 귀속되는 공익사업인 만큼 이에 대한 인센티브를 부여하는 방안으로 열병합발전용 연료에 대해서 구입단가인하 및 세금감면 혜택을 주는 방안이 있을 수 있다.

5. 결 론

집단에너지사업은 에너지절약 및 환경개선을 통해 IMF 지원체제의 산업경쟁력강화와 기후변화협약에 대처하기 위한 효율적인 방안으로 중요성을 인정받고 있다.

그러나 최근 환율급등에 의한 유가상승에 따라 집단에너지사업의 경영악화가 예상되며 이로 인해 에너지고효율이용설비인 열병합발전설비의 가동이 정지되는 사태는 심각한 실정이다.

따라서 열병합발전의 가동률 제고와 집단에너지사업의 활성화를 위한 방안마련이 시급하며, 이를 위해서는 집단에너지공급시설의 주열원인 열병합발전의 경제성과 직결된 생산전력의 가치를 인정 한 역송전력요금의 현실화와, 집단에너지사업에 의

한 에너지절약 및 환경개선효과등의 국가 기여도를 감안한 인센티브 제공에 의해 현재 운영중인 집단에너지사업의 수지를 개선시키고 이를 통해

신규사업의 참여동기를 부여하여 침체된 집단에너지사업부문에 활기를 불어 넣어야 할 것이다.

고속진공발란싱에 대하여

현대중공업 중전기사업부 회전기공장
부장 이학순, 고경만, 대리 최성열

(02) 746-7511, 7526

1. 서론

산업의 고도화·고성장화에 따라 대부분의 산업용 회전기계는 고온, 고압, 고속 및 초경량화되어 감에 따라 1차, 2차 또는 그 이상의 위험속도(critical speed)를 넘어 가혹한 환경하에서 운전되고 있다. 이로 인해 진동은 필연적으로 발생하게 되며, 운전신뢰성 및 안전성을 유지하기 위해 여러 가지 troubleshooting 방법들이 고려되고 있다. 대부분의 진동원인중 대다수가 제작 당시 및 운전중에 발생한 unbalance⁽¹⁾가 주된 원인이었다. 이러한 unbalance는 소음·진동을 발생시키며, 특히 고속 회전체의 경우 unbalance에 의한 소음·진동은 기계의 수명 및 제품의 품질, 성능을 저하시키며 심지어 기계의 파손을 초래하기도 한다. 그래서 회전 기계의 수명연장과 제품의 품질, smooth한 운전 및 기계의 신뢰성향상을 위해 제작초기 unbalance를 제거하기 위한 balancing 작업은 매우 중요하고 필수적인 작업으로 인식되고 있다.

ISO 1925(1990)의 balancing 용어에 의하면, 「발란싱이란 회전체(rotor)의 질량 분포를 조사하고 필요하면 이것을 조정하여, 저널에 작용하는 회전속도와 동기(synchronization)인 진동이나 힘을 어느 지정한도 이내로 되도록 하는 작업」으로 정의하고 있다. 즉, 회전체의 무게중심과 축 중심이 일치하지 않는 경우, 회전체의 unbalance에 의한 원심력이 축 중심선에 작용하여 회전속도와 같은 주파수의 진동을 일으킨다. 따라서, unbalance에 의한 진동을 규정치 이내가 되도록 잔류 unbalance량을 조정하는 작업을 balancing이라고 한다.

Unbalance를 제거하기 위해 제작초기 maker에서는 회전체를 balancing machine⁽²⁾에서 국제규격

(ISO,API등)에 따라 허용한계치 이내로 unbalance를 제거하고 있다. 따라서, 회전체의 용도 및 종류에 따라 balancing machine을 적절하게 선택하여 사용해야 하며, 크게 rigid rotor용 balancing machine과 flexible rotor용 balancing machine으로 구분된다.

최근에는 balancing machine이 발달하여 rigid rotor는 제작상의 오류나 공진등의 특별한 요인이 부가되지 않는 한 balancing 방법 자체가 원인으로 작용하는 경우는 거의 없으나, 규정에 맞지 않는 balancing 절차를 택했을 경우 unbalance에 의한 진동이 발생할 수 있다. 특히, 보일러 급수펌프, 증기 및 가스 터빈, 고압 원심압축기등의 회전기계는 1차 또는 2차 위험속도 이상에서 운전되는 flexible rotor이기 때문에 rigid rotor와는 달리 적절한 탄성회전체의 발란싱방법으로 unbalance 수정을 실시해야 한다.

본론에서는 unbalance의 발생원인, 회전체의 분류, 회전체에 따른 발란싱 machine 및 현대중공업 고속진공발란싱 설비에서 실제 발란싱작업 사례를 들어, flexible rotor에 있어서 고속발란싱이 필요한 이유를 설명한다.

기본적인 발란싱에 관한 이론 및 발란싱 방법^{(3),(4),(5),(6)}과 현장에서 실시하는 field balancing 방법^{(3),(4),(5),(6)}은 많은 문헌에 상세히 설명되어 있고 여기에서는 지면관계상 생략한다.

2. 회전체 분류 및 발란싱 방법

2.1 개요

회전기계의 unbalance는 축 중심선에 대하여 회전체의 질량 분포가 비대칭으로 되기 때문에 발생