

# 산업부문 에너지 관리기술

김상현\*, 전원표\*\*, 김동국\*\*\*

- I. 서론
- II. 국외 에너지관리기술 동향
- III. 에너지소비구조 및 기술수요 분석
- IV. 효율적인 에너지관리 방안
- V. 결론

## ABSTRACT

This study includes the fundamental planning of the sectoral management technology in energy distribution system so that the industry itself would be willing to participate for the effective energy conservation in its own sector.

Furthermore guidelines for the effective energy management techniques have been presented by first analyzing the energy consumption structures, the energy loss problems, the energy conservation status and the technology demands, and second classifying, according to the energy distribution system, the energy source management, the energy generation & conversion facilities, the energy transportation & storage facilities, the energy consuming facilities and the waste energy management, etc. in the industrial sector.

---

\* 한국에너지기술연구소

\*\* 한국에너지기술연구소

\*\*\* 한국에너지기술연구소

## I. 서 론

국내의 에너지수요는 경제성장, 산업구조의 변화 및 국민생활수준의 향상에 따라 그 수요가 매 10년마다 2배이상 증가하여 왔다. 그 동안 에너지정책은 에너지시장의 급변에 대응하기 위해 안정적인 공급원 확보, 에너지산업의 육성 및 비축능력 확대 등의 공급위주의 에너지정책을 주로 추진하여 왔다. 그러나 90년 이후 에너지소비가 급증하면서 에너지 소비증가율이 경제성장률을 크게 상회하게 되었다. 특히 제조업부문 에너지원단위가 지속적으로 상승하게 되어 에너지해외의존도가 심화되고 수입증가로 인한 국제수지에 큰 부담으로 작용하게 되었다. 이러한 에너지환경의 변화 속에 산업부문의 에너지절약정책은 70년대 소비억제에 의한 단순절약에서 80년대 이후에는 에너지이용효율 제고에 의한 원천적 절약을 추진하여 폐열회수, 노후 및 저 효율설비 개체를 병행한 연료대체, 열병합발전, 공정개선, 신기술개발 보급 등이 본격화되었다.

한편 국내외적인 환경규제 추세와 관련하여 석유·석탄등 화석연료의 사용에 제한이 불가피한 실정으로서 선진국에서는 자국의 환경보호와 지구환경보호를 표방하는 과정에서 공급위주의 에너지정책에서 수요관리(Demand Side Management : DMS) 위주의 에너지정책으로 변화되어 가는 추세이다. 이에 따라 정부에서도 에너지수요관리 강화방안으로서 에너지이용합리화법에 근거한 공공부문의 에너지사용계획협의제도, 에너지소비효율 및 효율등급표시제도 등과 민간부문에서 에너지절약 자발적협약(Voluntary Agreement : VA) 제도, 에너지절약전문기업(Energy Service Company : ESCO)사업이 중요시책으로 시행되고 있다. 그러나 이러한 현행제도들은 신규사업 및 시설을 설치하는 경우에 해당되는 제도이다.

특히 에너지이용합리화법에 근거한 산업부문 에너지관리제도는 에너지관리기준의 제정, 에너지관리대상자의 지정, 에너지관리자의 채용, 에너지관리 진단·명령, 에너지목표원단위 설정 등이 있다. 그러나 이러한 제도들은 규제적인 성격이 강하며, 기업 스스로의 자율성에 의한 에너지절약의 추진은 매우 저조한 실정에 있다.

최근 IMF체제를 맞으면서 컴퓨터, 전자, 통신 등의 에너지저소비형 산업으로 점차 전환되고 있지만 산업 구조적으로 볼 때, 경제발전에 크게 기여한 철강, 석유화학, 섬유, 농업, 식품, 제지목재 등 경중공업은 에너지다소비형 산업으로서 이들 산업이 경제의 중추적인 역할을 담당하여 단기간내에 구조개편은 어려울 것으로 전망되고 있다. 일부 산업체 열사용 설비 및 공정은 노후시설로서 에너지절약의 장애요인으로 지적되고 있다. 기업들은 기술확보에 대해 선진국으로부터의 기술도입 우선 원칙을 견지하고 있어 자체개발에 확신을 갖지 못하고 있다. 특히 산업계가 보유하고 있는 기술실태 및 애로기술 등에 대한 수요와 이에 따른 기술정보 등이 미흡하여 정부는 산업계가 요구하는 기술수요에 적절히 대응하지 못하고 있다. 따라서 기업 스스로 에너지관리를 적극 추진할 수 있는 전반적인 에너지 관리기술의 보급이 시급한 실정이다.

## II. 국외 에너지관리기술 동향

일본의 경우 에너지사용의 합리화 및 재생자원의 이용에 대한 자주적인 사업활동 추진을 지원하기 위해서 에너지절약법(省エネルギー法)에 기초한 에너지관리기준을 설정하여 시행하고 있으며, 부문별 에너지관리에 있어서 구체적으로 세분화하여 그 적용대상을 명확히 구분하고 있으며 산업부문, 기기부문으로 구분하여 효율기준을 설정 시행하고 있다. 특히 에너지관리기준과 관련하여 1979년 10월 1일 시행된 에너지절약법 제4조 제1항의 규정에 따라 공장 또는 사업장의 사업자에 대한 판단기준에 관한 사항을 통상산업성 고시(제406호 및 제559호)로 동년 12월 26일에 공표하였다. 이 판단기준은 연료연소의 합리화, 열의 손실방지, 폐열회수, 전기의 손실방지, 동력 및 열 등에 의한 변환 합리화등 7개 분야의 판단기준에 대한 기본골격을 구성하고 5개 분야에 대해 수량적인 판단기준을 추가하여 80개 항목을 설정하였다. 또한 국제적인 CO<sub>2</sub> 배출규제 움직임에 대한 화석연료 중심의 에너지공급체계의 전환, 에너지수요의 안정적인 확보, 에너지 안전보장의 강화 등의 측면에서 에너지수요 신장의 적정화(에너지이용 효율화), 석유의존도의 저감(석유 대체에너지의 이용 촉진, 석유자원의 공급 안정화), 에너지수요 구조의 변화에 대응 및 안정적 에너지공급(전기공급, 이용의 안정화), 에너지이용의 신 제약요인에 따른 지구온난화 문제에 적절히 대응(CO<sub>2</sub> 무배출 촉진, 에너지이용효율화) 등의 정책목표를 달성하기 위하여 통상산업성은 2000년 이후 일인당 CO<sub>2</sub>배출량을 1990년 수준으로 안정시키기 위해 지구온난화 행동계획을 작성 공표하였다. 이의 일환으로 에너지수요관리 정책을 적극 추진하고 있으며 산업체 에너지절약대책을 강화함으로써 CO<sub>2</sub> 배출을 억제시킴과 동시에 부진한 설비투자의 활성화를 위해 에너지절약법을 개정하였다. 이 개정에서는 국내외 에너지 문제의 경제적, 사회적 환경에 대응하여 에너지절약을 적극 추진하기 위해 공장에서의 에너지사용 합리화 조치에 관한 지시와 명령 등을 강화하는 방향으로 재정비하였다. 이러한 규제제도의 강화와 함께 에너지환경변화 대응 투자촉진세제 등을 추진하여 기업의 에너지이용 효율화 설비투자를 촉진하도록 유도하고 있다. 특히 이 투자촉진 세제제도에서는 대상설비의 범위를 태양광 등 이용설비, 에너지이용효율화설비, 석유대체에너지 이용설비, 석유자원공급 안정화설비, 석유제품이용 안정화설비, 전기공급이용 안정화설비, 석유자원공급 안정화설비, 중소기업자 등이 취득한 기계 및 장치 등의 8개 대상설비의 범위를 설정하고 단위설비 및 장치에 대한 세제지원 및 용자제도 등을 강화함으로써 기업 스스로의 에너지이용 효율화를 적극 추진하도록 유도하고 있다.

<표 1> 에너지환경변화 대응 투자촉진 세제 대상설비

구 분	항 목	장치수	신규장치수
일반산업용 설비	○ 태양광등 이용설비	7	2
	○ 에너지이용 효율화설비	91	
	- 폐에너지이용 제조설비	(2)	
	- 폐에너지이용 부가설비	(11)	
	- 에너지효율향상 제조설비	(38)	9
	- 에너지효율향상 부가설비	(30)	6
	- 지역열 공급설비	(3)	
	- 전기·가스수용 평준화설비	(7)	
	○ 석유대체에너지 이용설비	18	1
	○ 석유자원공급 안정화설비	7	2
	○ 석유제품이용 안정화설비	1	1
○ 전기공급이용 안정화설비	2		
○ 석유자원공급 안정화설비	1		
중소기업용 설비	○ 중소기업 에너지이용 효율화설비	81	7
계		208	28

한편 덴마크의 본호름(Bornholm)지역 에너지·환경계획 수립을 위한 시나리오 작성에 필요한 도구를 제공하기 위해 COWI Consult와 Physiology Laboratorium III(덴마크 기술대학)은 에너지·환경 관리를 위해 반드시 필요한 기술적 데이터를 수집하여 기술목록을 작성하여 이용하고 있다. 이 기술목록은 전체 에너지시스템에 있어서의 기술적 적용을 쉽게 비교할 수 있도록 최종에너지 소비단계의 사용기술, 전환 및 분배기술, 연료에 관한 정보, 환경대응기술 등의 주 그룹(Main group)으로 분류하고, 이를 다시 하위그룹(Sub group)으로 분류하여 현재까지 알려진 약 140여 개의 기술들을 모듈식으로 작성하여 적용할 수 있도록 하였다.

특히 이 기술들은 기준 년도(1987년)에 대한 기술수준에 따라 평균사용기술, 평균판매기술, 가장 선호하는 기술, 진보기술 등의 4단계로 분류하여 기존 년도를 중심으로 각 단계별 에너지소비, 에너지절약율, 기술개선에 따른 경제성을 분석하여 기술별로 목록화 함으로써 사용자가 관련 기술적용 시 기술적, 경제적 판단기준으로 활용할 수 있도록 하였다.

### Ⅲ. 에너지소비구조 및 기술수요 분석

#### 1. 산업부문 에너지소비구조

우리 나라는 지난 30년 동안 공업화 정책 추진에 따른 에너지소비가 <표 2>와 같이 매 10년마다 2배정도 증가되어 왔으며 1999년 기준 총 에너지소비는 181,363천TOE로서 에너지해외의존도는 97.2%에 이르고 있다. 그 중에서 산업부문의 에너지소비량은 총 에너지소비의 44%에 해당하는 79,858천TOE를 차지하고 있다.

<표 2> 연도별 에너지소비실태

(단위 : 천TOE)

구 분	1980	1985	1990	1995	1999
총 에너지소비량(A)	43,911	56,296	93,192	150,437	181,363
산업부문에너지소비량(B)	16,571	20,014	36,150	62,946	79,858
비율(B/A%)	37.7	35.6	38.8	41.8	44.0

한편 에너지총조사보고서(에너지경제연구원, 1999년)에 의한 1998년 업종별 에너지소비 구조는 <표 3>과 같이 화합물 및 화학산업이 34.1%인 23,905.1천TOE로서 가장 큰 비중을 점유하고 있으며 다음으로 제1차 금속산업이 21.7%인 15,206.8천TOE, 코크스 및 석유정제업이 17.6%인 12,319.8천TOE로서 높은 비중을 차지하고 있으며, 비금속광물 제조업이 7.8%, 섬유제조업이 4.1%, 펄프·종이업이 3.0%, 음식제조업이 2.4%의 소비구조를 보여주고 있다.

<표 3> 업종별 에너지 소비구조

구 분	에너지소비(천TOE)	구 성 비(%)
음 식 품	1,699.8	2.4
섬 유 제 품	2,852.4	4.1
펄 프, 종 이	2,088.3	3.0
코크스, 석유정제	12,319.8	17.6
화합물, 석유제품	23,905.1	34.1
비 금 속 광 물	5,429.2	7.8
제 1 차 금 속	15,205.8	21.7
영 상, 음 향	1,463.0	2.1
계	47,047.9	100.0

또한 설비별 에너지 소비구조는 <표 4>와 같이 제조업 에너지소비에서 수송에너지 및 원료에너지를 제외한 연료와 전력 설비별로 살펴보면 요·로 및 오븐·히터 등 직접가열에 사용되는 에너지가 약 40%를 차지하고 그 다음이 산업용 보일러 26.8%, 동력용 22.0%, 자가발전 5.4%, 기타 용도 5.8%로 구성되어 있다.

<표 4> 설비별 에너지 소비구조

구 분	에너지소비량 (천TOE)	설비별 소비구조(천TOE, %)				
		보일러	요·로, 오븐·히터	동력용	자가발전	기 타
석 탄	6,858.1	264.2	6,431.8	-	154.5	7.5
석 유	13,064.2	7,432.2	3,681.4	141.4	1,441.9	367.3
가 스	2,700.0	925.1	1,340.1	171.0	37.8	226.0
전 력	9,357.6	-	1,315.6	6,985.4	-	1,056.6
열에너지	817.7	0.4	577.3	48.8	10.3	180.8
기 타	549.8	299.5	8.6	-	153.5	88.2
계	33,347.4 (100.0)	8,921.4 (26.8)	13,354.8 (40.0)	7,346.7 (22.0)	1,798.0 (5.4)	1,926.5 (5.8)

## 2. 에너지 손실요인 분석

### 1) 열발생설비의 에너지손실요인

#### (1) 보일러

일반적으로 보일러에서의 열손실은 배기가스에 의한 손실열, 불완전연소에 의한 손실열, 노내 분입공기에 의한 손실열, 방열 및 기타 손실열 등이 있다. 보일러의 열손실율은 연료의 종류(석탄, 중유, 기체연료), 보일러의 종류, 용량, 부하율 및 구조에 따라 차이가 있으며 총 손실열은 대략 15%정도 차지하고 있다.

보일러의 열손실은 <표 5>에서 보는 바와 같이 주요 열손실원은 배기가스 손실열로써 보일러 사용열량의 8~10%정도 차지하고 있다. 또한 방열손실 1~1.8%, 불완전연소 및 미연소 손실 0.5~1%, 기타손실 1~1.5%정도 차지하고 있다.

<표 5> 보일러의 열손실 요인 및 손실율

손실요인	손실율의 결정	손실율(%)
배기가스에 의한 손실요인	연료의 종류(석탄, 중유, 가스)에 따라 달라지며, 계산식 이용	8~10
불완전연소, 미연소에 의한 손실요인	버너의 성능 및 신뢰도에 따라 경험(실험)적인 값으로 결정	0.5~1
방열에 의한 손실요인	보일러의 구조 및 설계 등을 고려하여 경험적인 값으로 결정	1~1.8
기타 손실요인	설계조건, 데이터의 정확도 및 설계자의 경험에 따라 결정	1~1.5

(2) 요·로

산업용 요·로는 처리재의 용해, 가열 및 열처리의 사용 목적에 따라 다른 열발생설비와 달리 고온에서 운전되고 있어 그 배출되는 연소가스 또한 고온이다. 그러나 연소가스와 처리재의 접촉면적이 작아 다른 열설비에 비해 효율이 낮으며, 열효율은 대략 10~30%에 불과하다.

요·로에서의 주요 에너지 손실요인은 배기가스의 현열, 처리재의 현열, 스케일의 현열, 방열 및 기타 손실열 등이 있다. 특히 고온상태의 배기가스가 보유하고 있는 현열량은 <표 6>에서 보는 바와 같이 전체 입열량의 30~60%를 차지하고 있어 요·로시스템의 효율을 크게 저하시키고 있다.

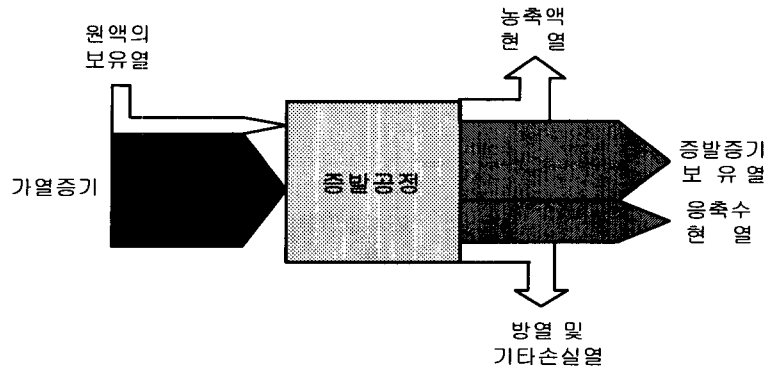
<표 6> 국내외 요로의 손실요인 분석

구 분	처리재의 현 열	스케일의 현 열	배가스의 현 열	불완전연 소 손실	냉각수에 의한 손실	방열 및 기타손실	계
국 내	28.9	1.5	31.7	0.9		37.9	100
국 외	35.2	1.0	33.8	-	10.3	19.7	100

2) 열사용설비의 에너지손실요인

(1) 증발장치

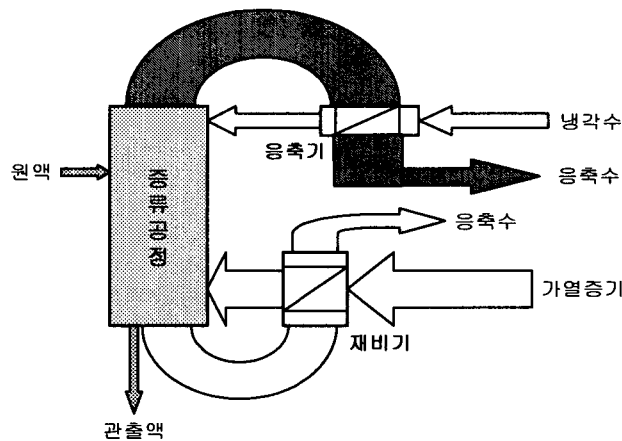
증발장치는 식품 및 화학공업의 생산공정에서 널리 이용되고 있는 대표적인 에너지다 소비 장치로서 [그림 1]은 증발장치의 에너지흐름도 이다. 주요 에너지손실은 증발증기의 보유열, 응축수의 현열, 농축액의 현열, 방열 및 기타 손실열 등이 있으며, 이 중에서 주된 에너지손실열은 증발증기의 보유열(통산 615~640kcal/kg)이다. 기존의 증발장치에서 용액의 농축조작시 다량의 가열증기를 필요로 하는 이유는 가열용 증기의 열량과 거의 맞먹는 증발증기를 온도가 낮다는 이유로 대개 이용하지 않고 냉각수로 냉각시켜 버리기 때문에 에너지손실이 매우 크다.



[그림 1] 단중효용 증발공정의 에너지흐름도

(2) 증류장치

석유·화학공장의 석유정제, 알콜 및 각종 용제의 정제과정 등에 널리 이용되고 있는 증류장치의 에너지흐름도는 [그림 2]와 같다. 증류장치의 에너지 손실요인은 탑정증기의 응축 및 냉각열, 중간생성물의 냉각열, 방열, 기타 손실열 등이다. 이 중에서 주된 에너지손실원은 탑상부에서 발생한 증기의 응축잠열이라 할 수 있다. 특히 탑상부에서 발생된 증기는 보통 탑하부에서 가한 열량의 약 80~90%를 보유하고 있으며 이러한 탑정증기의 냉각·응축에 의해 버려지는 폐열은 전체 열손실의 60%정도 차지하고 있다.



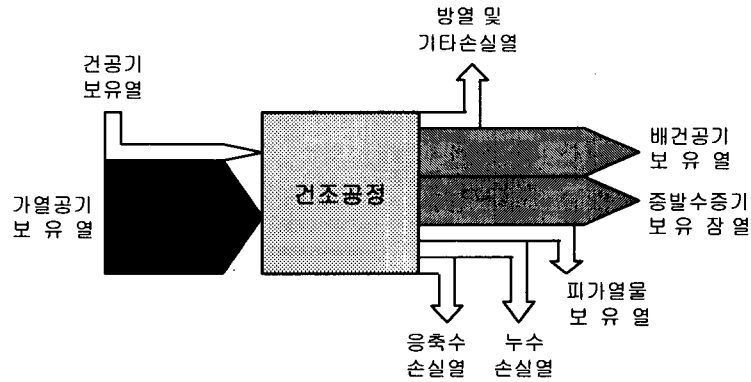
[그림 2] 증류공정의 에너지흐름도

(3) 건조장치

건조장치는 열풍, 스팀, 전자기파 등의 직접 또는 간접적인 에너지를 투입하여 공산품 뿐만아니라 농·수·축산물에 이르기까지 최종제품, 가공, 후처리과정에서 널리 이용되고 있는 에너지다소비 설비이다. 특히 건조 배기가스는 건조기 입구에서 보유하고 들어오는 열량의 대부분을 피건조물의 온도상승과 수분 증발에 사용한 후, 그대로 계외로 방출하게 되므로 배기가스량이 많고 배기가 가지고 나가는 열량이 크며 열효율이 30~50% 정도로



매우 낮다. [그림 3]은 건조공정의 에너지흐름도를 나타낸 것으로서 에너지손실원은 배건



[그림 3] 건조공정의 에너지흐름도

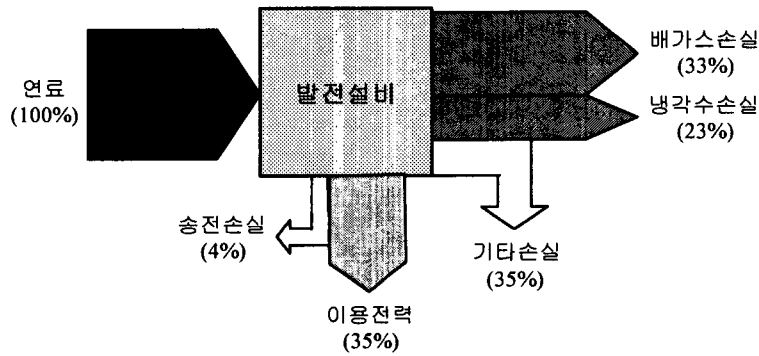
공기 보유열, 배수증기 보유열(증발수분 잠열), 드레인에 의한 손실열, 공기누수에 의한 손실열, 피건조물의 보유열, 방열 및 기타 손실열 등이다. 그 중에서 주요 에너지손실원은 배건공기의 현열과 배수증기의 잠열로서 각각 30% 정도를 차지하고 있다.

(4) 발전설비

[그림 4]는 기존 발전시스템의 에너지흐름도를 나타낸 것이다. 터빈발전 시스템에서 에너지 손실요인은 배기가스 손실열 및 냉각수 손실열이 대부분을 차지하고 있으며, 일반적으로 배기가스 손실열은 33%, 냉각수 손실열은 20~25%, 방열 및 기타 손실열은 5% 정도로서 총열손실은 60~65% 정도이다. 또한 가스엔진의 총열손실은 70%, 가스터빈의 경우 75~80% 정도의 높은 열손실이 발생하고 있다. 따라서 전기에너지와 열에너지를 병합하여 생산, 이용하는 열병합발전의 경우에는 에너지손실을 대폭 줄여 <표 7>과 같이 열효율을 70~80% 정도로 높일 수 있다.

<표 7> 각종 발전시스템의 효율 비교

구 분	기존발전 시스템	열병합발전 시스템		
		디젤엔진	가스엔진	가스터빈
폐열량(%)	30~35	25~50	20	25
열효율(%)	65~70	50~75	80	75



[그림 4] 기존 발전시스템의 에너지흐름도

### 3. 에너지절약실태 및 기술수요

#### 1) 에너지 절약실태

본 연구에서는 식품, 석유화학 및 금속업종 등 비교적 에너지다소비 제조업종을 대상으로 매출액 50억이상의 약 230업체에 설문조사를 실시하였다. 설문내용은 폐열회수, 연료대체 및 설비개체, 공정개선, 열병합발전 등의 필요성과 산업현장의 애로기술 및 필요기술수요에 대하여 설문 및 방문조사를 병행하였다.

에너지절약을 크게 3단계로 분류하여 그 첫단계가 폐열회수 및 보온강화 등을 위주로 에너지 사용조건을 합리화 추진단계, 두번째 단계를 연료대체를 포함한 설비개체 단계, 마지막 단계를 신공정 도입 및 열병합발전 등 종합에너지 시스템 추진단계라 하면, 설문조사결과 <표 8>과 같이 현 산업계의 실정은 첫번째 단계와 두번째 단계의 단순절약 방법을 주로 추진하고 있다. 특히 미래의 에너지관리 기술로서 보온강화, 폐열회수, 설비개체 등의 단순절약 방법에 대한 필요성이 여전히 높으나 상대적으로 운전자동화, 신공정의 도입 및 열병합발전 등의 공정기반기술 및 시스템기술의 필요성도 높게 나타나고 있다.

<표 8> 업종별 에너지이용합리화 방안 (단위 : %)

구 분	현 재				미 래			
	전 체 평 균	업 종 별			전 체 평 균	업 종 별		
		화 학	식 품	금 속		화 학	식 품	금 속
폐 열 회 수	24.4	25.1	31.4	15.7	19.4	20.4	21.5	14.9
설비개체, 보완	28.6	27.7	29.3	28.8	23.3	22.8	23.7	23.7
연 료 대 체	6.5	5.1	4.7	10.5	5.1	5.2	4.4	5.7
공 정 개 선	20.6	20.6	22.0	22.5	21.8	19.7	19.3	28.5
신 공 정 도 입	3.8	2.6	4.7	4.7	8.9	10.1	8.8	7.0
운전관리합리화	18.0	17.1	19.3	17.8	16.2	15.5	17.2	16.2
자체열병합발전	0.9	1.9	0.0	0.0	5.4	6.4	5.1	4.0

## 2) 필요기술 수요분석

설문조사 결과에서 대부분의 산업체가 에너지절약 및 환경오염 저감을 위해 공정개선의 필요성은 강하게 느끼고 있으며, 약 45%정도가 공정개선 및 신공정 도입을 희망하고 있다. 일반적으로 산업계에서는 공정개선 및 신공정 도입에 있어서 기술인력 및 기술정보 부족에 의한 장애요인이 크다고 답하고 있다. 또한 개선이 필요한 공정으로는 식품 및 화학업종의 경우 건조공정(20.7%), 증발농축공정(14.9%), 배합공정(10.6%), 증류공정(10.3%), 성형공정(4.4%) 순으로 개선이 필요하다고 답하였으며, 금속업종의 경우 개선을 필요로 하는 공정이 대부분 직접 가열공정으로서 가열로(36.7%), thens로(22.4%), 건조로(21.4%), 열풍로(6.1%), 전로(4.1%) 순으로 나타났다. 특히 에너지손실이 크고 열효율이 낮은 공정일수록 선호도가 높았다.

한편 산업현장에서 요구하는 기술은 설비기반형, 공정기반형 기술이 주종을 이루고 있으며, <표 9>에 산업계가 요구하는 필요기술을 요약하였다. 필요기술은 보일러, 요·로 등 열발생설비의 연소기술, 폐열회수기술, 공정기술 등에 대한 수요가 가장 많았다. 폐열회수기술에 대한 기술수요는 폐증기나 폐온수에 대한 열교환기술에 비해 고온 폐가스 이용 폐열회수기술의 수요가 높았다. 최근 환경규제에 따른 연료대체의 필요성이 요구됨에 따라 LNG, LPG 등 가스류의 대체기술과 폐기물처리기술, 신공정기술 및 소형 열병합발전 에 대한 기술수요도 높은 비중을 차지하였다.

<표 9> 합리적인 에너지관리를 위한 산업계의 기술수요

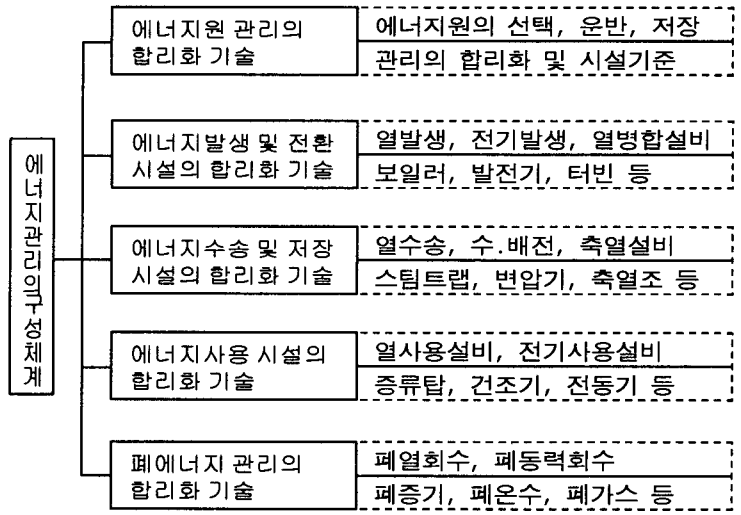
기술 분야		세부 기술 수요
기술 분류	구성비(%)	
보일러, 요·로 및 연소기술	23	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유류보일러 효율향상 기술</li> <li>- 가스보일러 효율향상기술</li> <li>- 요·로 효율향상 기술</li> <li>- 공해저감 기술</li> <li>- 고효율 연소기술 및 연료대체</li> </ul>
폐열회수이용기술	21	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고효율 열교환 기술</li> <li>- 고온 배가스 회수기술</li> <li>- 각종 폐열의 측정기술</li> <li>- 히트파이프 기술</li> <li>- 히트펌프 응용기술</li> </ul>
열사용설비 효율향상 및 공정기술	31	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 증발공정의 개선기술</li> <li>- 증류공정의 개선기술</li> <li>- 발효공정의 개선기술</li> <li>- 건조공정의 개선기술</li> <li>- 용해, 주조공정의 개선기술</li> <li>- 도금공정의 개선기술</li> <li>- 축열기술</li> <li>- 고성능 집진기술</li> <li>- 공정자동화 기술</li> </ul>
전기 및 발전 관련기술	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유도 전동기 효율향상 기술</li> <li>- 축전기술</li> <li>- 중소형 열병합발전시스템 기술</li> <li>- 집단 열병합발전시스템 기술</li> <li>- 자동제어기술</li> </ul>
기타 기술	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소각기술 및 소각열 이용기술</li> <li>- 폐기물처리기술</li> <li>- 폐유, 폐용재 등의 재활용 기술</li> </ul>

#### IV. 효율적인 에너지관리 방안

##### 1. 에너지관리의 구성체계

효율적인 에너지관리방안은 적정 에너지원의 적정 선택으로부터 에너지의 발생 및 전환, 수송 및 저장, 사용 등과 같은 에너지흐름에 따라 각 단계별로 이용되는 에너지 설비 및 시설의 효율을 높이는 것이라 할 수 있다. 즉, 에너지원으로부터 얻을 수 있는 주요 에너지(열 및 전기 등)는 발생 및 전환, 수송 및 저장, 사용 후, 폐에너지 형태로 배출되기 때문에 산업체 에너지이용합리화 방안도 이 에너지흐름에 따라 각 단계별로 분류하여 적용하는 것이 타당할 것이다.

이를 위해 에너지흐름도와 같은 체계화된 기본틀이 필요하며 각 항목별 에너지사용실태에 따라서 에너지이용효율 제고를 위해 사업자가 자발적으로 관리수준을 설정하고, 정기적으로 공정 및 설비의 계측 및 기록, 보수 및 점검을 하는 모니터링제도가 필요하다. 이를 토대로 생산공정상의 열 및 물질정산에 의한 개선방안을 수립할 수 있다. 이와관련하여 에너지흐름에 고려해야 할 에너지관리의 기본틀은 [그림 5]와 같이 구성할 수 있다.



[그림 5] 산업부문 에너지관리의 구성체계

## 2. 효율적인 에너지관리 방법

효율적인 에너지관리는 공정의 에너지현황을 파악하고, 분석 및 평가를 통하여 에너지 사용자가 에너지이용합리화를 위해 자주적으로 관리수준 및 목표를 설정하고 정기적으로 계측 및 기록, 보수 및 점검을 실시하여 필요한 개선조치를 추진하는 것이 바람직하다. 따라서 에너지관리 수준의 기본방향 및 지침은 다음과 같다.

### 1) 관리수준의 설정

#### (1) 에너지원 관리

에너지원의 합리적인 관리를 위해 연료를 사용하는 모든 시설에 대하여 사업자는 연료의 선택, 운반, 저장 및 손실방지 등에 대해 연료의 종류(고체, 액체, 기체연료)에 따른 적절한 관리수준을 설정한다. 특히 연료의 종류, 연료의 선택기준, 연료의 성상, 연료 취급상의 안전성 등에 대한 기준을 설정하고, 연료의 계통도를 작성 비치한다.

#### (2) 에너지발생 및 전환시설의 관리

연료의 연소를 행하여 열을 발생시키는 설비(열발생설비, 열병합발전설비등) 및 사용연료의 종류에 따른 적절한 공기비 및 운전관리 등의 합리화를 위한 관리수준을 설정하여 시행한다.

#### (3) 에너지수송 및 저장시설의 관리

열매체의 수송 및 저장을 위한 배관, 탱크 가열되는 연료의 배관, 스팀트랩 및 기타 부속설비(열수송, 저장설비)의 열손실 및 누설방지를 위한 관리수준을 설정하여 시행한다.

#### (4) 에너지사용시설 관리

각종 연료 및 열에너지를 사용하여 가열, 냉각 및 전열을 행하는 설비(열사용설비)에 대해 에너지이용합리화 및 취급상의 안전을 위한 제반 사항에 대하여 사업자는 자사의 실정에 따라 관리수준을 설정하여 시행한다.

#### (5) 폐에너지 관리

사업자는 폐에너지의 합리적인 이용과 후처리를 위하여 각 공정 또는 설비별로 폐에너지의 배출실태, 이용방법, 후처리 등에 대한 관리수준을 설정하여 시행한다.

### 2) 계측 및 기록

① 열발생 설비별로 연료의 공급량, 손실 및 누설, 연소에 따른 배기가스의 온도, 배기가스중의 잔존산소량 및 기타 연료의 연소상태 등을 파악하는데 필요한 사항에 대하여 계측을 실시하고 그 결과를 기록한다.

② 열매체의 수송 및 저장 시설마다 열손실 및 누설 등의 상태를 파악하기 위해 정기적으로 계측을 실시하고 그 결과를 기록한다.

③ 각 공장별로 전기의 사용량과 수·변전 및 배전설비의 상태를 파악하기 위하여 정기적으로 계측을 실시하고 그 결과를 기록한다.

④ 가열, 냉각 및 전열을 행하는 주요 열사용 설비마다 열 및 열매체의 이동 상태를 파악하기 위해 필요한 사항에 대한 계측을 실시하고 열 및 물질정산을 통하여 그 결과를 기록한다.

⑤ 전기사용 설비에 대하여 누전손실 등의 상태를 파악하기 위하여 정기적으로 계측하고 그 결과를 기록한다.

⑥ 폐에너지를 회수·이용하기 위해서는 폐열의 온도, 량, 성분 및 질 등에 대하여 계측을 실시하고 열정산을 수행하여 그 결과를 기록한다.

### 3) 보수 및 점검

사업장 내의 모든 열 및 전기설비에 대하여 정기적으로 보수 및 점검을 실시하여 열손실 및 누설을 방지하고 항상 양호한 상태를 유지하도록 한다.

### 4) 개선조치

사업장의 에너지이용합리화를 위한 개선조치로는 제 1단계로 현재의 설비를 전제로 에너지관리 강화 및 조업개선을 실시하고, 제 2단계로 소규모의 투자에 의한 일부설비의 개선 및 설비부가를 통하여 효율향상 및 폐에너지를 회수·이용한다. 제 3단계에서는 공정 및 제조설비의 개선, 신공정 도입 등을 검토하여 대규모의 투자계획을 수립·시행한다.

## V. 결 론

정부가 추구하고 있는 에너지정책은 미래의 안정적 에너지공급을 위한 제반 수단을 확보함으로써 국민경제의 지속적인 성장과 국민복지 향상을 뒷받침하는 공급정책과 에너지 효율향상과 절약문화의 확산을 통해 환경친화적인 에너지저소비형 경제·사회구조로의 이행을 촉진하는 수요정책이다. 이러한 정책선상에서 새로운 에너지이용합리화 정책이 필요하며 특히 에너지소비가 높은 산업부문에서는 에너지원의 투입으로부터 전환, 수송 및 저장, 사용의 소위 에너지흐름을 지속적으로 모니터링하는 선진관리방법과 관리기술이 필요하게 된다. 즉 산업체 스스로 열 및 물질정산에 의해 개선방안을 수립하고 이를 시행해 나가도록 하는 것이 효과적이다. 이는 적절한 연료의 선택과 고효율의 열 발생설비 및 전환설비의 관리, 최적한 열 수송 및 저장 그리고 폐에너지의 회수와 재 이용을 통해 원천적으로 에너지절약을 기할 수가 있다.

이러한 에너지관리기술은 산업체로부터 필요기술의 수요창출과 연구개발의 활성화 그리고 개발된 기술의 적용, 보급이 이루어질 수 있는 기반을 마련하게 된다.

## 참 고 문 헌

1. 에너지총조사보고서, 산업자원부, 1999.
2. 에너지통계월보, 제16권 제10호, 에너지경제연구원, 2000.
3. 에너지관리기준 개선방안에 관한 연구, 연구보고서, 한국에너지기술연구소, 1993.
4. エネルギー管理技術, 財團法人 省エネルギーセンター, 1994.
5. エネルギー環境變化對應投資促進稅制の解説, 財團法人 省エネルギーセンター, 1990.
6. Wayne C. Turner, Energy Management Handbook, Oklahoma State University, 1982
7. Craig B. Smith, Energy Management Principles, Pergamon Press, 1982.
8. Integrated Energy and Environmental Planning for Bornholm, County of Bornholm Department for Technics and Environment.