

제 1 장 서론

1. 에너지공학의 정의

가. 에너지란?

1) 그리스어 *energeia*(activity) : *en*(in) + *ergon*(work)

가) vigorous exertion of power

나) a. the capacity of acting or being active b. dynamic quality

다) the capacity for doing work

라) usual power (the resources for producing such power)

2) 중국어: 能

나. 공학(engineering) = science + money

1) the activities or function of an engineer

2) the application of science and mathematics by which the properties of matter and the sources of energy in nature are made useful to people in structures, machines, products, systems, and processes.

2. 에너지의 역사적 고찰

가. 에너지소비량

- 국가문명의 척도이며 경제활동의 지표
- 인간의 생존에 필요한 에너지 = 2,000Kcal
- 기술사회에서는 230,000Kcal

나. 에너지이용발달사

- 불 → 자연력(수력, 풍력), 동물의 힘 → 증기기관 (석탄: 열에너지를 기계에너지로 변환; 양적 향상, 경험적) → 전기에너지 (질적 향상; 과학기술)

다. 에너지 상용 단위

- TCE (ton of coal equivalent) : 약 7,000Kcal/kg
- TOE (ton of oil equivalent) : 약 10,000Kcal/kg

라. 에너지사용 증가에 따른 문제

- 자원의 고갈 : 석유 40년, 석탄 230년
- 환경문제의 야기
- 1992. 6 유엔환경개발회의 리우회담 모토: 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발
“Environmentally sound and sustainable development”
- 1997. 12 교토의정서

[알아보기 1-1] 통상산업에 대한 각종 국제협약에는 UR, GR, BR, TR 등이 있다. 이것이 구체적으로 무엇을 의미하는지 찾아보기 바랍니다.

- 대체에너지원
 - 원자력
 - 핵분열(nuclear fission): U235 고갈예정, 1g이 석탄 3.3톤에 해당.
 - 핵융합(nuclear fusion): 중수소, 해수의 0.015%로 무진장, 1g이 석탄 3톤에 해당.
 - : 기술적인 어려움(1억도 이상의 온도), 장기적인 연구가 필요.
 - 태양에너지 - 지구표면적 1 m^2 당 1KW
 - 현 에너지소비량의 수만 배(9.7×10^{20} kcal/yr), 무진장, renewable
- 환경문제
 - 화석연료사용 → 대기오염(NO_x , SO_x , CO_2) → 광화학 smog
 - CO_2 : greenhouse effect → global problem, 사용된 화석연료의 3.7배 배출
 - Green Round : 기술적으로 앞선 선진국이 매우 유리
 - 우라늄 : 방사능 오염 (체르노빌, 우리 나라의 경우도 불확실함)
- 미래의 에너지
 - pollutant-free, clean, renewable, cheap
 - (예) 자동차연료 : 가솔린, 디젤 → 전기, 수소

3. 에너지원의 생성과 이용

가. 화석에너지 (fossil fuel)

1) 석탄

- 석탄의 주요성분
 - 나무의 주성분 : 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 리그닌
 - 석탄의 주성분 : cellulose 40~50%, hemi-cellulose 10~40%, lignin 18~27%
 - 탄분 0.4~1.2%, 단백질 0.6~2.3%, 지방/수지 0.7~3.3%
 - 석탄의 종류 : 이탄 → 갈탄 → 아역청탄 → 역청탄 → 무연탄
 - (peat → lignite → subbituminous → bituminous → anthracite)
 - 추정 매장량 : 10,755억 톤 (가채년수 약 328년)
- 석탄의 이용분야
 - 에너지원료
 - 발전 : 전기에너지, 재의 이용
 - 연료 : 열에너지, 재의 이용
 - 화학연료 및 2차 에너지
 - 고체
 - 건류(코크스) : 제철, 주물용 연료, 카바이드, 아세틸렌
 - 성형 : 연료, 합성화학연료
 - 활성탄
 - 탄화 : 전극, 탄소재, 카본블랙

산화 : 부민산, 방향족 카본산

- 기체

건류(가스) : 도시가스, 합성천연가스(*SNG*), 아세틸렌

가스화 : 합성화학연료 (*NH₃*, 메탄올)

- 액체

건류 : 특수연료(제트연료), tar, 합성화학연료, 염료

수소화 : 액체연료 (가솔린, 제트유), 방향족, 화학연료

할로겐화 : 윤활유, 유기불소화합물

용제처리 : 팽윤탄, 용제정제법, 콜로이드연료, 방향족 화학연료

2) 석유

· 매장량 분포

총 추정 매장량 : 1,373억 배럴 (가채년수 약 43년)

지역별 분포 : 중동 65.4%, 북미 8.7%, 중남미 7.8%, 아프리카 6.2%,
비OECD유럽 5.9%, 아시아/대양주 4.4%, OECD유럽 1.6%

[알아보기 1-2] *OECD*와 관련된 자료들을 조사하시오.

3) 천연가스

· 매장량 분포

총 추정 매장량 : 141조 m^3 (가채년수 약 66년)

지역별 분포 : OPEC 40.8%, 비OECD유럽 40.2%, OECD 10.6%, 기타 8.4%

· 천연가스의 주요성분

메탄 80~85%, 에탄 6~16%, 프로판 2~4%, 부탄, 펜탄 0.04%,

질소 0.02~0.05%

· LNG의 이용분야

도시가스 : 가정용 연료, 냉·난방기기

연료 : 산업용 (가스 보일러)

: 발전용 (화력발전, 연료전지발전)

냉열 : 냉열발전, 저온분쇄, 식품가공

(수입기지에서 재기화시 흡수하는 열로 200kcal/kg임.)

나. 원자력에너지

· 자연계의 우라늄 : 우라늄-235 (1% 미만), 나머지는 우라늄-238

확인매장량: 232만 톤 (가채년수 62년)

· 세 가지 기본 반응기구

① 우라늄-235 + 중성자 → 핵분열에너지 + 2 또는 3개의 중성자

② 우라늄-238 + 중성자 → 플루토늄 (증식로)

③ 플루토늄 + 중성자 → 핵분열에너지 + 2개 또는 3개의 중성자

- 원자로의 종류
경수로 : 경수 사용
중수로 : 중수 사용
고속로 : 중성자 생성속도를 빠르게

다. 대체에너지

1) 태양에너지

- 태양열 이용 : 건물의 난방 및 온수/급탕, 농수산물의 재배/건조, 태양열발전
- 태양광 이용 : 소형계산기, 도서지방의 전원공급, 등대 및 통신중계소, 가로등
- 우리 나라의 태양에너지
일일 평균 수평면 일사량 : 3,211kcal/m²
약 116억 TOE : 개발가능한 잠재량은 연 28억 TOE
현 기술수준으로 사용 가능한 가채잠재 자원량 : 3,580만 TOE

2) 바이오에너지

- biomass : 광합성에 의해 고정된 태양에너지

3) 풍력에너지

- 풍력발전시스템
바람 : 대기층이나 지구표면이 더워지면서 일어나는 기류와 지구의 회전에 기인
풍차높이 : 최소 10m 이상-난류현상이 없어지며 풍속이 급격히 증가하기 때문
구성 : 운동량변환장치(회전자), 동력전달장치(변속장치), 동력변환장치(발전설비장치), 제어장치, 저장장치(축전설비장치), 지지대
- 풍력단지 (wind farm)

4) 해양에너지

- 해양온도차에너지 : OTEC(ocean thermal energy conversion)
바다표층 온도: 15~30°C
심해의 저온해수: 1~8°C
- 조력에너지
1966년 프랑스 랑스발전소 : 시설용량 24만KW
- 파력에너지

5) 지열에너지

- 1km당 약 30°C씩 증가
- 3km (약 90°C) : 건물의 난방 및 급탕
- 5km (약 240°C) : 대용량 터빈발전

라. 신 발전방식에 의한 전기에너지

1) MHD (magneto hydro dynamic) 발전

- Faraday의 전자유도법칙(자장의 방향-유체의 운동방향-전류의 발생방향)

2) 연료전지

- 전기 화학적인 이온반응에 따라 연료로부터 직접 전기에너지를 얻는 방식
- 연료(음극) : 수소, 에탄올, 천연가스, 암모니아
- 산화제(양극) : 산소, 공기

4. 에너지 공급 및 수요 동향

가. 세계 에너지 여건과 환경변화

1) 세계의 에너지 자원 여건

- 화석에너지가 주종 : 환경문제 (기후변화협약)
 - 화석에너지 사용규제의 강화
 - 에너지효율 기준설정의 의무화
 - 국가경쟁력의 약화 초래

2) 세계 에너지사용 추이 및 전망

- 화석에너지 의존형 체제 → 기술의존형 체제 (원자력/대체에너지)

나. 국내의 에너지 현황

1) 총 에너지 사용량 (단위 : 백만 Ton of Oil Equivalent = 1.08×10^7 kcal)

1970	1980	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001(전망)
18	38	75	132	146	132	143	150	154

2) 에너지/GNP 탄성치

	1970	1980	1990	1996	1997	1998	1999	2001	2001(전망)
에너지소비 증가율(%)	12.3	1.7	14.0	8.3	5.1	-9.4	8.3	4.9	2.8
경제성장률 (%)	9.5	-2.7	9.0	6.8	5.0	-6.7	10.9	8.8	5.4
에너지/GNP 탄성치	1.25	-0.59	1.48	1.44	1.86	1.21	0.85	0.72	0.72

3) 부문별에너지 이용

	산업부문 비중(%)	수송부문 비중(%)	가정상업부문 비중(%)	공공기타 비중(%)
1980	44.0	13.0	37.3	5.6
1990	48.1	18.9	29.2	3.7
1991	51.2	19.3	26.2	3.4
1992	53.7	19.6	24.3	2.4
1993	53.4	20.3	24.1	2.2
1994	53.4	21.3	23.1	2.2
1995	51.6	22.2	24.1	2.0
1996	51.4	22.6	24.0	2.0
1997	53.4	22.0	22.7	1.9
1998	57.5	19.8	20.8	1.9
1999	55.8	20.0	22.3	1.8
2000	56.0	20.6	21.6	1.7
2001(전망)	55.4	20.2	22.6	1.9

4) 에너지수입의존도

	에너지해외의존도 (%)	에너지수입액 (백만불)	석유수입액 (백만불)
1970	47.5	136	133
1980	73.5	6,540	6,048
1990	87.9	10,759	9,109
1992	93.7	14,111	11,993
1993	94.8	14,881	12,421
1998	97.1	18,139	11,239
1999	97.1	22,674	14,784
2000	97.3	37,559	25,216
2001.1~5월	97.6	15,330	9,776

5) 1인당 에너지소비량

(TOE/인)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
세계	1.68	1.68	1.66	1.65	1.64	1.66	1.68	1.69	1.62
OECD	4.33	4.35	4.37	4.41	4.45	4.51	4.62	4.66	4.63
미국	7.71	7.67	7.73	7.83	7.90	7.94	8.06	8.17	8.11
일본	3.55	3.62	3.67	3.70	3.86	3.96	4.05	4.10	4.03
멕시코	1.50	1.54	1.55	1.52	1.55	1.47	1.49	1.51	1.55
독일	4.48	4.34	4.23	4.16	4.14	4.16	4.29	4.23	4.20
한국	2.13	2.30	2.58	2.86	3.05	3.29	3.60	3.83	3.52
중국	0.75	0.77	0.77	0.81	0.84	0.88	0.90	0.90	0.83

6) 국제에너지가격비교

		휘발유 (\$/리터)	경유 (\$/리터)	LPG (\$/리터)	천연가스 (\$/TOE)		전력 (\$/KWh)	
					산업용	가정용	산업용	가정용
한국	(\$/TOE)	1,323	572.7	440.5	252	410.0	598.4	931.9
	고유단위	1.098	0.527	0.3	252	410.0	0.052	0.080
일본	(\$/TOE)	1,166.4	941.7	583.5	463.3	1,287.8	1,526.2	2,429.3
	고유단위	0.973	0.786	0.398	463.3	1,287.8	0.131	0.209
프랑스	(\$/TOE)	1,274.9	785.8	612.8	132.6	372.5	542.5	1,499.3
	고유단위	1.064	0.656	0.418	132.6	372.5	0.047	0.129
영국	(\$/TOE)	1,561.8	1,416	-	101.1	317.2	697.3	1,338
	고유단위	1.233	1.118	-	101.1	317.2	0.06	0.115
대만	(\$/TOE)	746.9	554.8	-	307.5	431.2	802.3	1,034.7
	고유단위	0.623	0.463	-	307.5	431.2	0.069	0.089
미국	(\$/TOE)	489	313.9	-	125.7	299.8	477.9	970.2
	고유단위	0.408	0.262	-	125.7	299.8	0.041	0.083
OECD 유럽	(\$/TOE)	1,211.8	980	626.3	142.1	425.1	762.3	1,508.5

주 1) - 한국은 2000.4월(단, 전력은 2000.3월 기준)

- 기타국가

- 휘발유 : (일본, 프랑스, 영국, 미국, 대만)2000.3월 기준, (OECD유럽)99.3/4분기 기준
- 경유 : (일본, 프랑스, 영국, 미국, 대만)2000.3월 기준, (OECD유럽)99.3/4분기 기준
- LPG : (일본, 프랑스, OECD유럽)99.7월 기준, (OECD유럽)프랑스, 독일, 이태리, 화란, 스페인, 일본 평균
- 가정용 LNG : (일본)97년, (프랑스, 영국) 99.3/4, (미국)99.4/4, (OECD유럽)98년 기준
- 산업용 LNG : (일본)97년, (프랑스) 99.3/4, (영국)99.2/4, (미국)99.4/4, (OECD유럽)98년 기준
- 가정용 전력 : (일본, 프랑스)98년, (영국)99.3/4, (미국)99.4/4, (OECD유럽)98년 기준
- 산업용 전력 : (일본, 프랑스)98년, (영국)99.2/4, (미국)99.4/4, (OECD유럽)98년 기준

주 2) - 한국의 에너지가격

(휘발유) 1219원/ℓ, (경유) 585원/ℓ, LPG(부탄) : 333.6원/ℓ

(산업용전력) 57.14원/kWh, (가정용전력) 88.98원/kWh

(산업용천연가스: 산업용도시가스) 267.06원/m³, (가정용천연가스: 가정용도시가스) 434.57원/m³

[알아보기 1-3] 위와 같은 자료들을 어디에서 찾을 수 있는지 알아보고 연도별로 변화 추이를 그리시오.