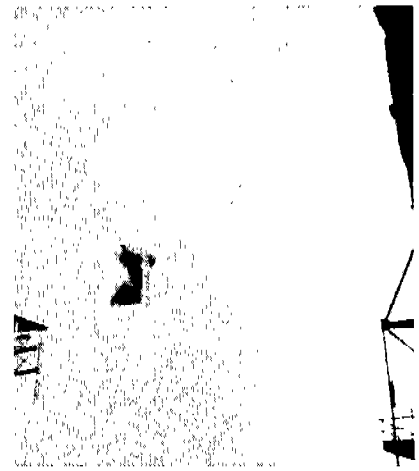


# 열병합

# 최신기술

# 경제성

(2)



## The Up-to-date Technology and Economical Efficiency of Co-Generation

한 혁

서울지역난방공사 기술이사

### 2·2·2 다목적 플랜트 방식

타 목적에 이용된 후의 폐열이나 잉여열을 이용하는 방식을 다목적 플랜트방식이라 한다. 이 방식에는

- 1) 열병합발전 방식
- 2) 쓰레기 소각 병용 방식
- 3) 공업용 열원 병용 방식

등이 있다.

다목적 플랜트 방식에는 지역난방외 타목적과의 종합적인 경제성이 얻어지는 경우에 성립되거나 보통 화력발전, 쓰레기 소각, 공업 프로세스용 열원의 폐열 및 잉여열의 유효이용을 목적으로 하고 있으며, 지역난방과 조합함으로써 열이용률이 증가된다.

#### (1) 열병합발전 방식

열병합발전 방식이란 효율증대를 목적으로 전력과 열을 동시에 생산, 공급하는 방식으로 지역난방, 공업단지의 프로세스용, 해수 담수화 등에 적용된다.

증기터빈 입구 증기조건을 가능한한 높이고 배기압을 되도록 낮게 하면 증기원동기의 열효

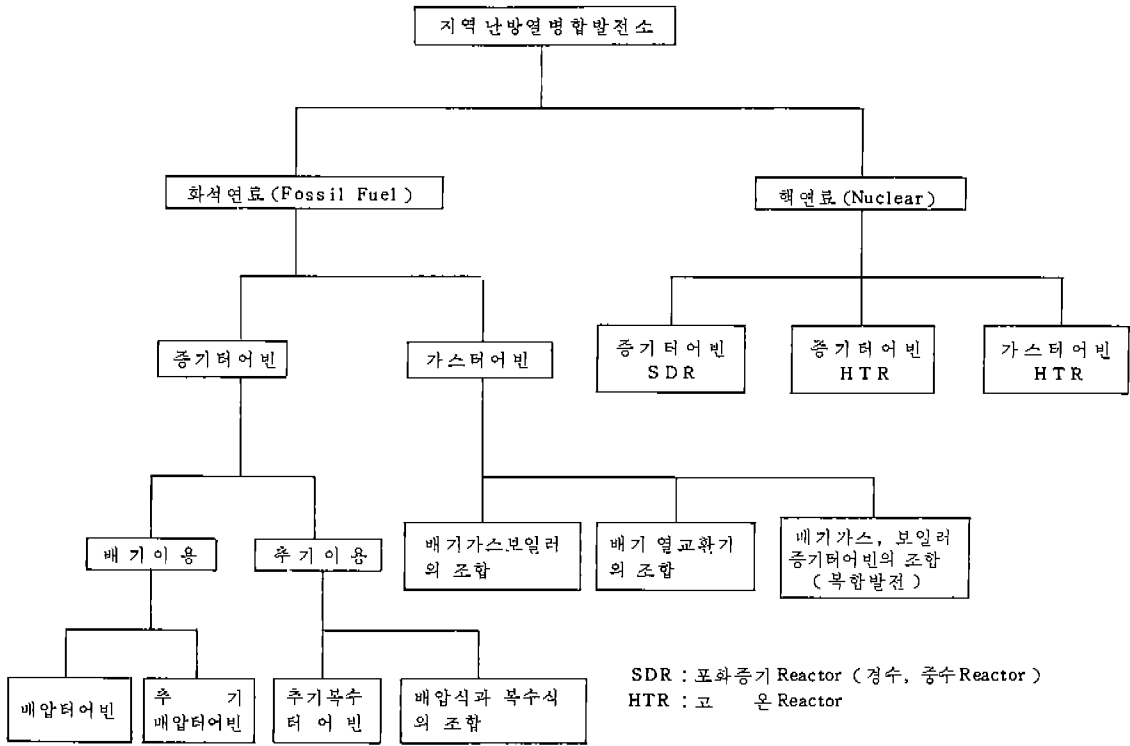
율은 향상된다.

압력  $246\text{kg/cm}^2\text{a}$ , 온도  $566^\circ\text{C}$ , 배기압 약  $0.05\text{kg/cm}^2\text{a}$  열효율 40% 이상으로 운전하고 있는 발전소도 있으나, 이 경우에도 복수기에서 외부에 버려지는 열량은 연료발생 열량의 45% 정도로 되어 있다. 또한 가스터빈 발전방식에서도 연료발생 열량의 70% 정도가 배기와 함께 대기에 버려지고 있기 때문에 열병합발전은 이와 같은 화력, 내연력 및 원자력발전 설비의 폐열을 지역난방설비의 열원으로서 이용하는 것이며 그림 2·3 과 같은 제 방식이 있다. 복수터빈 발전소와 열병합 발전소와의 기본원리를 비교하면 그림 2·4 와 같다.

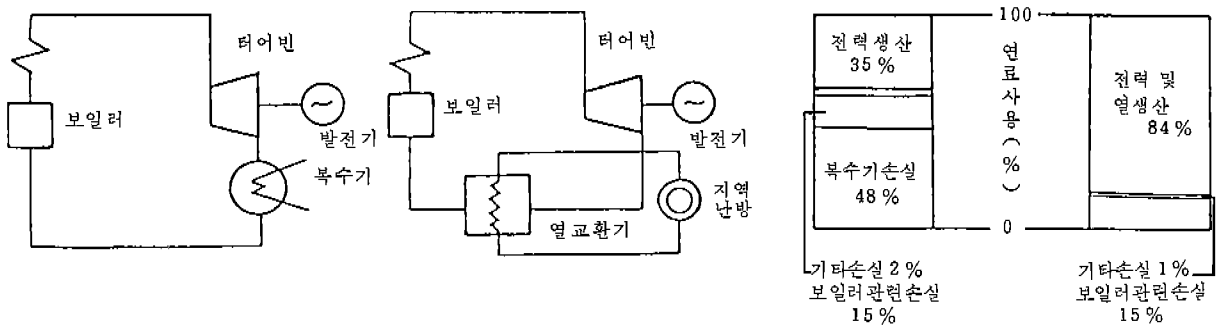
#### (2) 쓰레기 소각 병용방식

도시의 거대화과 인구집중에 따라 도시에서 발생하는 쓰레기량은 점차 증가되고 있기 때문에 이것을 어떻게 처리하는가 하는 것이 상당히 중요한 문제이다.

따라서 쓰레기 소각 병용방식이란 이러한 쓰레기를 소각함으로써 발생하는 열을 지역난방의 열원으로 이용하는 방식으로 독일, 프랑스, 일



〈그림 2·3〉 지역난방 열병합발전소의 여러가지 방식



〈그림 2·4〉 복수식 발전소와 열병합발전소의 기본원리 비교

본의 경우 실용화되어 지역난방용 열원으로 사용되고 있다. 그러나 소각 플랜트의 특성을 감안하여 합리적인 지역난방과의 조합을 검토하여야 한다.

(가) 쓰레기의 발열량

쓰레기 발열량은 도시에 따라, 계절에 따라 크게 변동한다. 하절기의 경우 수분이 많아 저위 발열량이 저하되며 쓰레기는 불균일하여 발열량의 변화가 심하기 때문에 매우 불안정한 열원이다. 또한 시민 1인당 쓰레기 발열량과 그

〈표 2·2〉 각국의 쓰레기 발열량

국 명	지 역	함수율 (%)	무기물질 (%)	유기물질 (%)	발열량 (Kcal/㎏)
독 인	Bonn	29.4	41.7	28.9	1229
	Heidelberg	27.7	44.3	28.0	1300
	Tiibingen	30.5	41.4	28.1	1234
	Pinneberg	28	49	23	1545
		30	42	28	2000
스 위 스		25	35	40	2389
영 국		25-55	45-75	20-50	2333
네델란드		32.5	35	32.5	2000
브 라 질	Recife	50	14	36	
인 도	Calcutta	30-50	30-50	20	
미 국	New York	28	28.6	43.4	2500
	Berkeley	30	14	36	
	New Jersey	30.1	35.2	34.7	1869
일 본		40-60	10-30	30-40	800-1600
한 국	부 산	19.1	70.7	10.2	299

발열량은 생활관습에 따라 표 2·2와 같이 크게 달라지나 생활수준 향상에 비례하여 발생량, 발열량 공히 상승하는 경향이 있다.

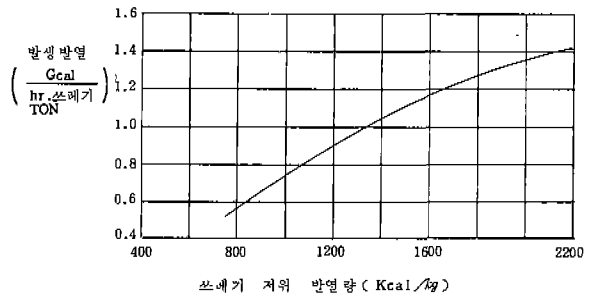
쓰레기의 발열량이 낮을 때는 연소시 조연재가 필요하나 발열량이 높아짐에 따라 그림 2·5과 같이 여열을 발생하므로 쓰레기 소각로 내부에 이 여열을 흡수하는 증기 또는 온수보일러를 설치하여 발생한 증기 또는 온수를 지역난방 열매로 이용할 수 있다. 이때 발생한 열매가격은 일반보일러에서 얻어지는 열매가격보다 상당히 저렴하므로 이것을 지역난방에 이용하면 매우 경제적이며, 파리지의 지역난방은 그 대표적 예이다.

단 쓰레기 소각로에서 발생하는 여열은 보통 그 지역 열수요의 일부에 불과하므로 지역난방 보조열원으로 사용하여야 한다.

(나) 쓰레기 발생량

쓰레기 발생량은 도시의 성격에 따라 다르나 외국의 예를 보면 대략 1kg/인·일 정도이다. 이 발생량은 증가추세를 보이고 있으며 구미 도시에서는 1.3~2kg/인·일로 추정하고 있다.

(다) 쓰레기 소각 플랜트 용량과 쓰레기 운반 문제



〈그림 2·5〉 쓰레기 발열량과 여열발생량

플랜트 용량이 커질수록 쓰레기 수집구역이 확대되고, 운반비, 교통장애 등의 문제가 발생한다. 예를 들면 쓰레기 발생량 1kg/인·일, 쓰레기운반차용량 2톤, 소각재운반차용량을 4톤, 운반작업시간 7시간/일, 소각후 남은 재가 1/4로 감소된다고 가정하여 계산하면 표 2·3과 같다.

(라) 쓰레기 소각 플랜트의 특징과 발생여열

쓰레기 소각 플랜트의 여열은 쓰레기 소각 과정에서 필연적으로 발생하는 것으로서 쓰레기를 소각할 때 노내온도는 냄새를 없애기 위하여 700℃ 이상, 재의 용융을 방지하기 위하여 950~1,000℃ 이하로 설계하고 있다.

굴뚝으로부터 분진의 방산을 방지하기 위하여 집진장치를 설치하여야 하며 이때의 온도는 350℃ 이하가 좋다. 굴뚝으로 나가는 배기가스의 폐

〈표 2·3〉 쓰레기 소각 플랜트 용량과 운반차 대수

대상인구	단 인	40	60	90	200
플랜트 용량	Ton / 일	400	600	900	1,200
소각재	Ton / 일	100	150	225	300
쓰레기 운반차 (2 Ton)	대 / 7시간	200	300	450	600
소각재 운반차 (4 Ton)	대 / 7시간	25	35	57	75
운반차 계	대 / 7시간	225	335	507	675
시간당 대수	대 / 시	32	49	72	96
왕복분당 대수	대 / 분	1	1.6	2.4	3.2

(표 2·4) 터빈 형식의 일반적 선정기준

적용형식	배압터어빈	추기배압터어빈	추기복수터어빈	복수터어빈	가스터어빈과의조형
공급증가의성인	일정압력의공급증가가필요한경우	2중이상의일정압력의공급증가가필요한경우	일정압력의공급증가가필요한경우	공급증가가불필요한경우	공급증가소요량이전기에비해적은경우에사용
공급증가부하변동	부하변동이큰경우설비의이용율이저하하여불리하다.	동	부하변동이없더라도출력일정의운전이이루어지기때문에유리하다.	동	부하변동이큰경우증대트임효율이저하되어불리하다(조경울증기원에있을때유리함)
발전력	발전력은공급증기함에따라성태저비공급증기함에비해발전력의차가별로없다.	동	공급증기함에상당한발전력이상의진력을확보할필요가있는경우	동	발전력은공급증기함에관해없다.
진리계통에대해서병렬문진인가단독문진인가	발전력은공급증기함에비해발전력의차가별로없다.	동	병렬혹은단독	동	병렬혹은단독
외부전원의정전시대책(보완전력의파모)	대기방출에의해이느강도전력을파보할수있으나정전이경기화할경우부적당함	동	외부전원의유무에관계없이소요전력을확보할수있다.외부전원이불안정인경우에가장시함	동	동
경제성	배기의열량을유효하게공장에서이용하기때문에가장경제적	동	복수터어빈과비교해서추기압축은그의일람을이용할수있어복수터어빈보다경제적	동	배기가스열량을유효하게이용하는경우추기복수터어빈보다경제적
연료단가의영향	복수터어빈만큼영향을받지않는다.	동	복수터어빈과배압혹은추기배압터어빈과의특성을함한것임.	동	연료단가가높은경우불리한경우에는유리성이증대
냉각수원	냉각수원에대해서는고려할필요가없다.	동	다량의냉각수를필요로함동부하게염가로인할수있는곳이좋다.	동	냉각수원에대해서고려할필요가없다.
저용예	점유, 채지, 화학, 식음, 계량공업	동	점유, 채지, 화학, 식유화학, 철강업	동	광업, 철강업, 시멘트, 화학제지, 석유화학공업

열을 이용하기 위하여 폐열 보일러를 설치, 열을 흡수시켜야 하므로 지역난방 연결여부에 관계없이 프로세스상 예열 보일러의 설치가 필요하다.

외국의 쓰레기 소각 플랜트의 자료에 의하면 쓰레기의 평균 저위 발열량 1,270Kcal/kg일 때 여열 발생량은 1.02Gcal/Hr 쓰레기 Ton으로 되어 있으며 하절기에는 동절기보다 15%정도 저하되고 있다.

여열 보일러의 발생 열매는 발열량의 변동과 제어성을 고려하여 증기보일러를 사용하는 것이 일반적이다. 지역난방에 온수가 필요한 경우에도 여열 보일러에서 증기를 발생하여 열교환기를 이용, 온수를 가열한 후 가열된 온수를 지역난방의 열매로 사용하는 것이 통례이다.

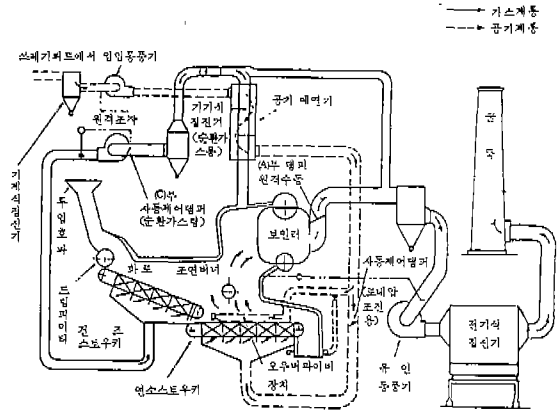
(마) 쓰레기 소각플랜트와 지역난방 플랜트와의 관계

쓰레기 소각의 성격은 매일 일정량의 쓰레기가 발생하고 그 저장에 곤란하므로 매일 처리하여야 한다. 따라서, 지역난방의 열부하 변동에 따라 운전하는 것은 곤란하므로 부하변동 및 부족분에 대하여 지역난방 전용보일러가 담당하는 것이 바람직하다. 일반적으로 쓰레기소각 플랜트는 공공기관에서 관리하는 것이 통례다. 지역난방 사업자가 열원 플랜트의 일종으로 쓰레기 소각플랜트를 자체에서 소유하는 것은 발생열량에 비하여 높은 투자비가 필요하므로 기업으로 성립하기는 곤란하다. 따라서 지역난방 사업자는 소각플랜트로부터 열을 적절한 가격으로 구입하는 방법으로 운영하는 것이 가장 현실적이다.

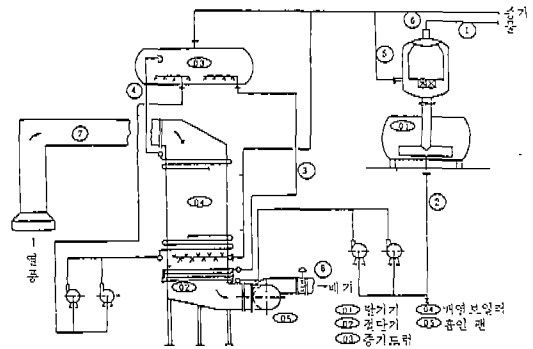
### (3) 공업용 열원 병용방식

공업단지내의 프로세스용 증기의 일부 또는 공정 폐열을 지역난방에 이용하는 방식으로 일본의 경우 일부 대공장등에서 인접 사택의 난방등에 이 방식을 채용하고 있는 예가 있다. 본질적으로 열병합 발전방식과 큰 차이는 없다.

공업용 열원 공급방식으로는 보통 증기와 전



〈그림 2·6〉 쓰레기 소각로 계통도



〈그림 2·7〉 제철소 잉여열 회수 시스템 계통도

력의 병용공급이 채택된다. 공장에서 필요로 하는 증기 및 전력에 따라 터빈 압력, 온도, 용량 및 형식이 선정된다.

터빈 형식의 일반적 선정기준은 표 2·4와 같다. 시멘트 공장의 배열, 제철소의 부생가스 및 석유화학 공장의 부생연료 등을 이용하여 지역난방용 열매인 증기 또는 온수를 생산 이용하는 방법이 있으며 지역난방용 열매 발생매체로 증기 보일러 또는 온수 보일러를 사용한다. 그림 2·7은 제철소 부생 가스 이용의 한 예를 나타낸 것이다. (계속)