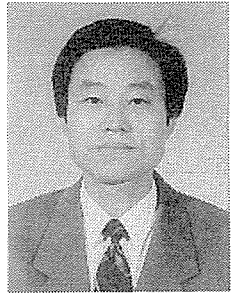


열병합발전 사업주 측면의 경제성 검토



황 정 두 차장
LG엔지니어링 발전사업팀

(02) 705-3431

제1장 개요

열병합발전 설비의 도입은 막대한 자본투자를 필요로 하는 사업이기 때문에 사업추진 이전 사업자금의 조달, 인허가 및 수익성에 대한 면밀한 검토가 요구된다. 특히 사업의 수익성은 사업추진의 가부를 결정하는 중요 요소이기 때문에 합리적인 예측방법이 필요하다.

이러한 사업추진의 타당성 판단을 위해 "열병합발전 도입 타당성 조사"를 실시하게 되는데 이는 경영자가 의사결정을 하기위한 중요한 자료가 될 뿐만 아니라 투자에 대한 합리적인 판단을 도출해 내는 역할을 한다.

본 자료는 사업주가 열병합발전 타당성 검토 방법에 대한 개략적인 이해를 통하여 열병합 발전소 건설의 추진여부를 결정하는데 도움을 줄 수 있도록 구성하였고 열병합 발전을 기획하는 담당자들에게도 기획안을 작성하는데에 참고가 될 수 있을 것으로 판단된다.

본문에서는 열병합 발전소 기획시 가장 중요한 문제인 수익성의 제고를 위해 최대의 사업수익을 거둘 수 있는 최적의 설비를 선정하여 그 타당성을 조사하는 방법에 대해 살펴보고 사업추진절차 및 사업자금 조달방법에 대해서도 간략히 언급하였다.

열병합 발전사업에 대한 관심이 높아지고있는 우리나라는 에너지 소비 증가율이 선진국에 비해 현저하게 높을 뿐만 아니라 에너지 해외의존도 심화로 공급 안정성이 취약한 실정이다. 이에 따라 정부에서는 에너지 절약 시설투자에 대해 투자비의 일부 또는 전액을 저리로 융자하여 주고 있으며 세제혜택도 부여하고 있다. 1999년도 부터는 민간에도 전력직판을 단계적으로 허용할 방침으로 알려져 더욱 열병합 발전사업의 관심이 커지고 있다.

제2장 열병합발전의 이해

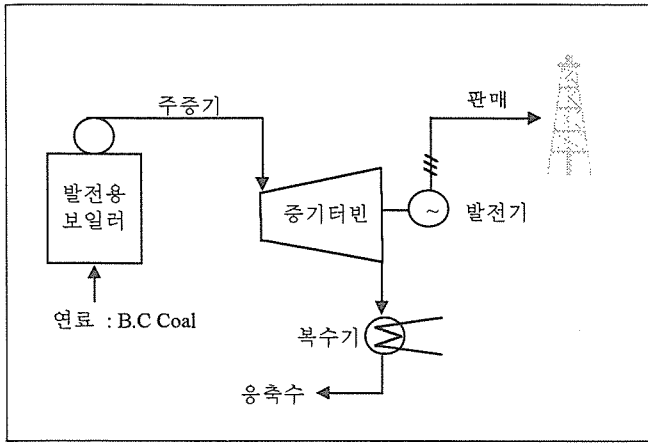
열병합발전이란 에너지의 효율적인 이용방안으로서 동일 연료로부터 열과 전기를 동시에 생산·이용하는 발전방식을 말한다. 즉, 단일 열원으로부터 생산된 전력에너지와 열에너지를 가장 적절하게 용도별로 공급하여 효율의 극대화를 얻고자 하는 종합에너지 시스템으로서, 엔진열병합발전, Gas Turbine 열병합발전, Gas Turbine 및 Steam Turbine을 조합한 복합발전방식, Steam Turbine 열병합발전등이 있다. 국내 산업체에서는 Steam Turbine 열병합발전이 주로 보급되어 있기 때문에 본 내용은 Steam Turbine 열병합 발전에 Focus를 맞추어 서술하기로 한다.

열병합 발전설비의 가장 큰 장점은 에너지를 효율적으로 이용할 수 있다는 점을 들 수 있으므로 여기서는 열병합 발전설비, 화력발전설비 및 열공급보일러를 사용하는 공장을 비교하여 검토하고자 한다.

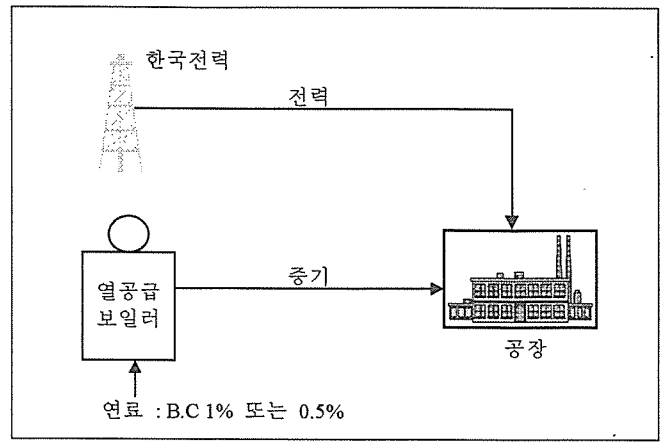
1. 일반 화력발전과 열병합 발전

다음 그림에서 보는 바와 같이 일반 화력발전은 연료의 연소로부터 공급된 에너지로 고온, 고압의 증기를 생산하고 이 고온, 고압의 증기는 Steam Turbine에서 전력을 생산하고 저온, 저압의 증기로 배출되게 된다. 이때 전체 공급에너지의 상당부분이 보일러, 터빈, 발전기, 배기가스 및 복수기에서 손실 되는데 이중 50% 가량이 복수기에서 손실된다.

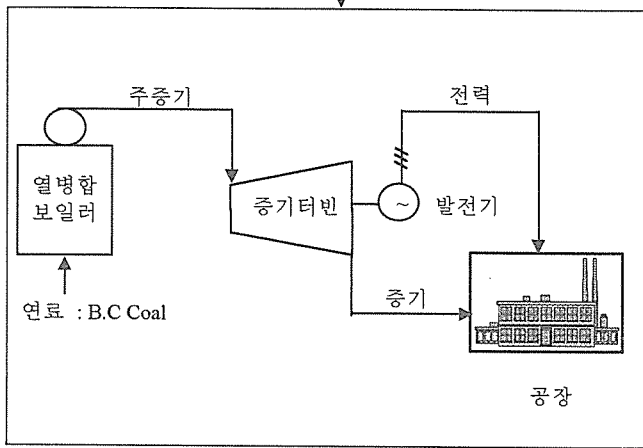
반면 열병합발전은 복수기의 손실 열량을 전부 공정 및 난방용으로 이용할 수 있으므로 열 이용율이 일반화력 발전의 경우에 비해 약 2배이상 높일수 있다.



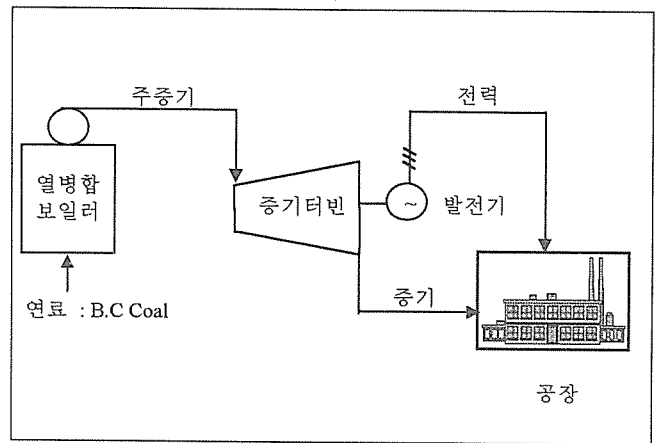
일반화력발전 개념도



열공급 보일러 개념도



열병합발전 개념도



열병합발전 개념도

2. 열공급 보일러와 열병합발전

일반적으로 산업체 공장에서는 증기와 전력을 모두 필요로 하는 경우가 많다. 증기 및 전력부하 총량을 위하여 대부분의 중소규모 공장은 전력을 한국전력으로부터 수전받고 증기는 열공급보일러에서 생산하여 사용한다. 이 경우에는 초기 투자비를 최소화 할 수 있으나 열병합발전에 비해 매년 운영비가 점차 증가하게 된다.

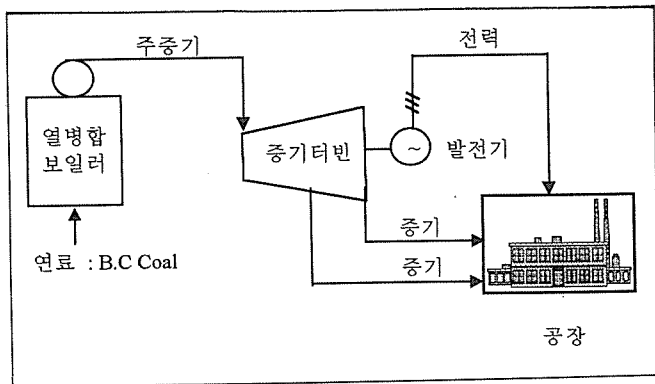
열공급보일러는 환경규제로 인해 사용연료가 황 함유유량 1%, 0.5% 또는 0.3% 이하의 중유로 제한되고 보일러 효율이 89%정도로 낮아 증기 생산 단가가 높다. 열병합 발전의 경우에는 배기가스 처리설비를 갖추어 연료사용에 제한이 없기 때문에 저렴한 연료의 사용으로 증기생산단가 및 발전단가를 낮출수 있기 때문이다.(국내에서 Bunker C 0.5%의 단가를 100으로 볼때 동일열량을 기준하여 Bunker C 1%는 95, Bunker C 4%는 80, Coal은 50정도)

3. 열병합 발전설비의 종류

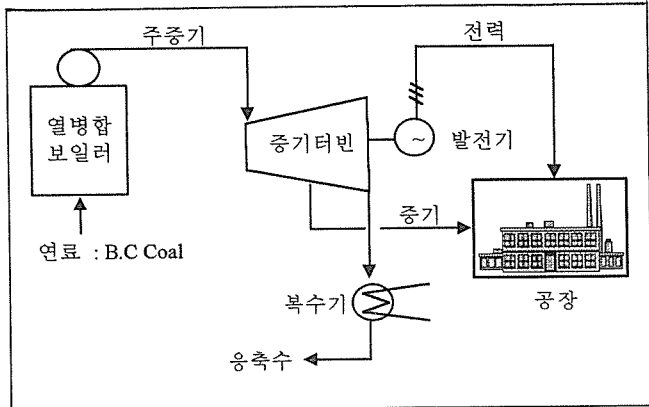
Steam turbine 열병합 발전방식에는 크게 순수배압터빈, 추기 배압터빈과 추기복수터빈 방식으로 나눌수 있다. 추기(Extraction)라 함은 증기터빈의 중간단에서 필요한 압력의 Steam을 빼내는 것을 말하며 배압터빈과 복수터빈의 차이는 복수기의 설치 유무에 따라 구분한다.

앞에서 언급한 것은 순수배압터빈 방식으로 공장의 전력부하와 증기부하가 평행하게 변할때 적용할 수 있는 가장 에너지 이용율이 높은 열병합방식이다. 아래 그림의 추기배압방식은 순수배압터빈 방식보다 추기(Extraction) 기능이 추가된 것으로 요구되는 증기의 압력이 두 종류 이상일때 채용된다.

순수배압과 추기배압방식은 전력부하와 증기부하가 평행하게 변동될 때 사용되는 반면 추기복수터빈은 부하의 변동이 심할 경우 채용되는 방식으로 전력 및 증기의 부하변동에 대한 순응성은 좋지만 복수기 및 관련설비가 필요하여 초기 투자비가 다른 방식에 비해 크다.



증기배압식 개념도

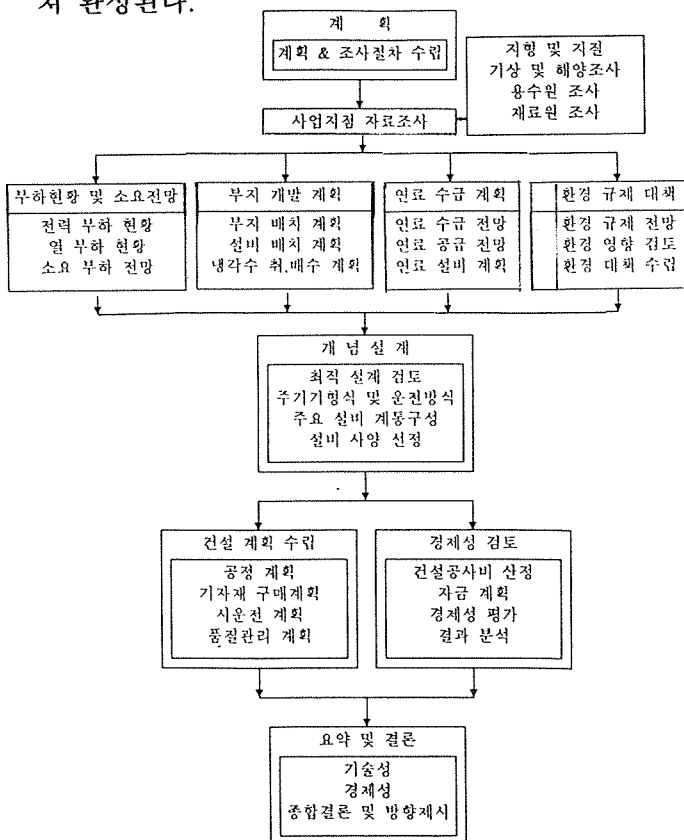


증기복수식 개념도

제3장 열병합발전 도입 타당성 조사방법

1. 열병합 발전소 도입 타당성 조사 과정

일반적으로 열병합발전소의 도입 타당성 조사는 다음과 같은 사항을 조사하고 검토하는 절차를 거쳐 완성된다.



2. 사업지점 자료조사

2.1 열병합발전소 건설입지 선정시 고려사항

열병합발전소 신설부지를 선정하기 위하여 부지현황 및 인문사회 현황조사를 하여야 하며, 기존 공장내 여유부지에 소규모 개조시는 기존공장내 연계설비 및 주변 여건을 고려해야 한다.

2.2 지질조사 및 측량

계획된 부지의 지질조사 및 측량을 통하여 지층을 분석하고 지형현황을 조사하여 발전소 건설에 적합한 부지인지의 여부를 검토하고, 부지조성계획, 발전소 주요기기 배치 계획 및 기초 공사비 산정의 기초 자료로 사용한다.

2.3 자연적 조건 조사

보일러, 터빈, 복수기 등 주요설비의 설계 기준 작성에 기초가 되는 기상조건을 기상대의 기상관측자료 또는 실측을 통하여 조사한다.

2.4 인문사회 현황조사

부지 주변의 인구, 주택분포, 교통, 행정관할구역, 산업시설등을 조사하여 건설과정에서 일어날 수 있는 각종 민원사항과 대관청 관계, 인근 입주업체 등과의 마찰을 최대한 줄일 수 있도록 인문사회 현황을 조사한다.

2.5 기타

3. 부하현황 및 소요전량

열병합 발전은 전기와 열에너지를 하나의 에너지원으로 부터 동시에 얻을 수 있는 System이기 때문에 전기와 열에너지의 크기 및 변동상황을 가능한 정확히 파악하여야 한다. 이를 기초로 열병합설비의 최적 용량 및 운전방식을 결정하며 이것은 설비의 초기투자비 및 설비의 부하율등 경제성에 직접적으로 관련이 된다. 정밀한 부하조사와 향후 부하변동추이의 분석을 기초로한 투자목적에 부합되는 최적용량의 결정은 성공적 투자를 위한 가장 중요한 기초작업의 하나가 된다. 부하분석시에는 시간대별, 월별, 계절별등 부하 Data를 분석/예측하여 설비규모 및 계통구성과 Operation Mode를 결정한다.

3.1 용량 및 System선정을 위한 필요자료

- 열 에너지 요구 형태
 - 증기(온도, 압력)
 - 온수(온도)

- 기타(열매유, 고온증기 등)
- 공급대상 에너지별 사용량(시간별, 일별, 월별)
 - 증기, 온수, 기타 (T/H) · 전력 (MW)
- 응축수 회수율 및 온도
- 기존 설비용량 및 향후 증설계획

3.2 기존설비와 열병합 발전설비와의 연계를 위한 필요 자료

- 기존 열원설비 현황
 - 보일러 · 냉방기기
- 수처리 및 폐수처리 설비 현황
- 이용가능 설비현황(Fuel tank, Raw water tank, etc)
- 사용연료 및 연간 연료 사용량
- 수변전 설비 현황 - Raw Water 수질

4. 환경규제 및 연료사용 조건 검토

열병합 발전설비의 계통구성 및 주기기 형식을 결정하기 위해 발전소 부지로 선정된 지역에서의 연료사용 및 환경오염규제에 대한 파악 및 대책이 필요하다. 열병합 발전설비 운전시 발생할 수 있는 환경오염 문제로는 대기오염, 소음, 수질오염 등을 들 수 있으나 본 내용에서는 연소과정에서 발생하게 될 주요 대기오염원에 대해서만 알아본다.

4.1. 대기오염물질 배출허용기준

우리나라의 환경 규제는 개정된 대기 환경보전법상의 배출허용기준에서 알 수 있듯이 선진국 수준 이상으로 강화되고 있는 추세이며, 1999. 1. 1까지 단계적으로 배출 허용 기준이 엄격해 지고 있다.

- 배기가스 배출허용기준(1999년 1월 1일 이후)

오염물질	배출 시설	배출허용기준		대 체
		열병합발전시설	일반보일러	
일산화탄소	(1) 액체연료 사용시설 (2) 고체연료 사용시설	350(4)ppm 이하 400(6)ppm 이하	350(4)ppm 이하 400(6)ppm 이하	일반적으로 규제치를 넘지 않음.
황산화물 (SO ₂ 로서)	(1) 액체연료 사용시설 (가) 저황유 사용지역 1) 1.0% 이하 2) 0.5% 이하 3) 0.3% 이하 (나) 신규 발전시설	120(4)ppm 이하	540(4)ppm 이하 270(4)ppm 이하 180(4)ppm 이하	저황유사용 또는 탈황설비
	(2) 고체연료 사용시설 (가) 신규 발전시설			FBC보일러 또는 탈황설비
질소산화물 (NO _x 로서)	(1) 액체연료 사용시설 (2) 고체연료 사용시설	250(4)ppm 이하 350(6)ppm 이하	250(4)ppm 이하	일반적으로 규제치를 넘지 않음
먼지	(1) 액체연료 사용시설 배출가스량에 따라	40~150(4)mg/Sm ³ 이하	40~150(4)mg/Sm ³ 이하	전기집진기
	(2) 고체연료사용 시설 배출가스량에 따라	50~150(6)mg/Sm ³ 이하	50~150(6)mg/Sm ³ 이하	전기집진기

주) 배출허용기준안의 ()는 표준산소농도(O₂의 백분율)을 말한다.

4.2 연료사용 조건

구 분	황 함유량		
	중유(벵커 A,B,C)	유연탄	무연탄
일반 보일러	0.3%,0.5% 및 1%이하		
열병합보일러	0.3%,0.5% 및 1%이하	0.5% 및 0.3%이하	0.5% 및 0.3%이하

주) 고시지역 및 시기에 따라 사용 연료의 황함유량 기준이 달라지며 배연탈황설비를 설치하여 저황유사용 면제 승인을 받으면 연료사용에 제한이 없음. 열병합 발전설비에는 일반적으로 탈황설비를 설치하여 고탄유를 사용하고 있고 전용공업지역 및 일반공업지역 내에서는 고체연료 사용승인을 받아 고체연료사용 가능.

5. 개념 설계

열병합 발전설비의 최적 용량 결정은 수요처에서 필요로 하는 전기 및 열부하 특성에 따라 결정되며, 러한 에너지부하 특성은 공정용 증기수요 및 전력부하에 따라 시간별 계절별로 상이하게 나타나고, 열병합 설비의 가동효율에 영향을 미치기 때문에 에너지 부하변동에 효과적으로 대처할 수 있는 용량의 선정이 요구된다.

요구되는 증기 및 전력수요를 감당할 수 있는 주기기형식 및 운전방식에 따라 설비용량 및 System 별 대안(CASE)을 설정하고 기술성 검토와 건설공사비를 고려한 경제성 검토를 거쳐, 최적의 열병합 발전설비규모를 선정해야 한다. 일반적으로 다음의 내용 및 순서에 의해 종합적인 결론을 내리게 된다.

- 대안(CASE)설정
- Heat Balance Diagram 작성
- 대안별 분석 (성능, 건설공사비, 경제성)
- 대안 선정
- 선정 대안의 주요설비 개념 설계
- 발전소 운전방식 설정
- 운영관리 조직 구성
- Plot Plan확정
- Project Schedule 확정

5.1 주요기기 형식검토

1) 보일러

보일러의 형식은 용량, 압력, 사용연료등에 따라 형식도 다양하지만 발전용 보일러는 모두 수관 보일러를 사용하고 있으며 그중에서도 곡수관 보일러와 방사형 보일러로 분류되고 있다. 또한 사용연료에 따라 가스보일러, 중유보일러, 석탄보일러 등으로 분류된다.

열병합 발전설비는 저가의 연료를 사용하여 고부가 가치의 공정용증기 및 전력을 생산하여 경제성

이 확보되어야 한다. 그러나 최근 대두되는 환경문제 및 대기오염 방지에 대한 규제등을 고려하여 보일러 연료선정은 종합적인 경제성 평가후 결정되어야 한다.

2) 증기터빈

공장의 증기부하와 전력부하의 특성에 따라 증기터빈의 종류를 선정하게 되는데 각 증기터빈의 특성은 아래와 같다.

구분	형식	배압터빈	추기배압터빈	추기복수터빈
공급증기의 성질 구분		일정압력의 증기가 필요한 경우	2종이상의 일정압력의 증기가 필요한 경우	일정압력의 공정용 증기도 필요하지만 폐기에너지를 활용하기 위하여 증기를 발생시켜야 될 경우
열부하 변동		부하변동이 큰 경우 설비의 이용률이 저하하여 불리	좌 동	부하변동이 있다해도 출력일정의 운전이 이루어지기 때문에 유리
발전력		발전력은 공정증기량에 따라 정해지며 공정증기량에 비해 발전력의 차이가 별로 없다.	좌 동	공정증기량에 상당한 발전력 이상의 전력을 확보할 필요가 있는 경우
한전과의 운전관계		병 렬	좌 동	병렬 혹은 단독
외부전원 정전시대책 (보완전력의 확보)		대기방출에 의해 어느 정도 전력을 확보할 수 있으나 정전이 장기화할 경우 부적당	좌 동	외부전원의 유무에 관계없이 소요 전력확보가능, 외부전원이 불안정할 경우 가장 적합
경제성		배기의 열량을 유효하게 공장에서 이용하기 때문에 가장 경제적	좌 동	복수터빈과 비교해서 추기만큼은 그의 열량을 이용할 수 있어 복수터빈보다 경제적
냉각수원		Dump Condenser 운전시에만 필요	좌 동	다량의 냉각수를 필요로 하므로 풍부하고 저가의 냉각수원 필요
적용 예		섬유, 제지, 화학, 석유, 제당 공업	섬유, 제지, 화학공업	섬유, 제지, 화학, 석유화학, 철강업

3) 탈황 설비

위해 탈황설비를 설치해야 하는데 그 종류에는 아래와 같으며 공장 및 열병합설비의 특성에 따라 신

중히 선택하여야 한다.

구분		건식법	반건식법	습식법
		(DRY DeSO _x SYSTEM)	(SEMI DRY DeSO _x SYSTEM)	(WET DeSO _x SYSTEM)
항목		DRY EP OR BAG FILTER	DRY EP	DRY EP
PROCESS SCHEME				
PROCESS 특징	개요	REACTOR 에 POWDER 상의 AGENT 를 투입하여 GAS 와 반응시간을 높임으로서 AGENT 와 SO _x 가 반응하여 DeSO _x 효과를 얻음.	REACTOR 에 SLURRY 상의 AGENT 를 투입하여 과포화 상태 이하로 WATER SPRAY 시 GAS 온도가 저하되어 AGENT 와 SO _x 가 반응하여 높은 DeSO _x 효과를 얻음	ABSORBER 전단에 DRY EP 를 설치, 사전에 집진하여 SLURRY 발생량을 적게하는 SYSTEM 으로 일반적으로 채택하고 있는 DeSO _x SYSTEM 임.
	흡수제	CaO, Ca(OH) ₂ , CaCO ₃	CaO, Ca(OH) ₂	NaOH, Mg(OH) ₂ , Ca(OH) ₂
	반응생성물성상	건조분말	건조분말	· 폐수(염류포함) · 습식 GYPSUM (석고탈수설비 필요)
	용수사용량	미소량	소량	다량
	전력사용량	적음	다소적음	많음
	폐수처리설비	불필요	불필요	필요
백연 제거 대책	불필요	불필요	필요(GAS HEATER 설치필요)	
Sox 제거 효율		50~85%	85~95%	90%이상(MAX. 98%)
집진 효율		95%이상	95%이상	95%이상
소요부지		적음	다소적음	많음
설치사례	국내	소형 소각 System 적용	목동 소각로	한전발전소의 다수
	일본	-	10~20% 설치	약 70%설치

5.2 발전소 운전 방식 설정

열병합 발전소 운전방식은 여러방식이 있으나 열부하 추종운전 Mode와 전기부하 추종운전 Mode가 가장 널리 이용되고 있으며 공장의 특성에 따라 운전Mode를 결정하게 된다.

1) 열부하 추종운전 Mode

열병합 발전의 주종을 이루는 운전방법으로 열부하의 변동에 따라 터빈을 운전하는 방식으로 생산되는 전력은 공정용 전력부하의 일부 또는 전부를 감당하게 하고 부족 또는 잉여분은 한전으로부터 수전 또는 역송하는 방식이다.

2) 전기부하 추종운전 Mode

전기부하의 요구에 따라 터빈을 운전하고 증기는 공정용 열부하의 일부를 감당하며 부족분은 보조 열원설비로 충당한다.

단, 증기가 수요량을 초과할 경우 초과량인 여분은 방열시키게되어 열손실이 발생하게 된다.

5.3 Heat Balance Diagram 작성

발전소 설계의 출발점은 Heat Balance를 작성하는 것이 된다. 이 Heat Balance는 사이클 내의 모든 장소에서의 증기 및 물의 상태와 유량을 추정하는 것인데, 복잡한 계산을 필요로 한다. 이 Heat Balance에 기준해서 사이클 내 각 기기의 설계조건이 정해지며, 또 발전소 전체의 성능도 결정된다. 현재는 각종 기기의 특성 및 형식을 Data Base화한 Program을 활용하여 작성하고 있다.

6. 경제성 분석 및 시설투자비 조달방안

6.1 경제성 분석

경제성공학에서 사용하고 있는 경제성의 분석 및 평가방법중 경제성공학의 주기법이 되고 있는 것은 자금의 시간적 가치를 고려하여 대안(alternative)의 경제성을 평가하는 방법이다.

금액의 가치는 발생시점에 따라 다르기 때문에 대안의 모든 자금흐름을 일정시점의 등가로 환산하여 평가하지 않으면 대안의 정확한 경제성 비교가 되지 않는다.

여러가지 대안의 경제성을 분석 평가하고 경제성 효율이 가장 큰 최선안을 선정하기 위해서는 대안의 모든 자금흐름을 일정시점의 등가로 환산한후 선정하여야 한다. 대안의 모든 자금흐름을 일정시점의 등가로 환산하여 어떠한 기준으로 대안의 경제성을 분석·평가하느냐에 따라 경제성 분석방법은 다음과 같은 여러가지 방법으로 구분된다.

- 현가 분석법 (Present worth analysis)
- 종가 분석법 (Future worth analysis)
- 내부 수익율법 (Internal rate of return analysis)
- 경제적 부가가치법(Economic Value Added)

위 분석방식 이외에도 회수기간법 (Payback Period)이 사용되는데 이분석법은 자금흐름을 일정시점의 등가로 환산하지 않기 때문에 적절한 경제성 평가법이라고 하기는 어렵지만 분석이나 이해가 용이하다는 장점때문에 널리 사용되고 있다.

1) 내부수익률

투자의 내부수익률이란 투자로 부터 기대되는 예상수익의 현가와 투자비용을 같게 하는 할인률이라고 정의되며 이를 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$V = \frac{R_1}{(1+i)} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^n} + A \dots\dots (1)$$

V : 투자비용

R₁ : i년도에 기대되는 투자로부터의 예상수익, i = 1, 2 n

R₂ : 자본(또는 설비)의 잔존가

i : 내부수익률

A : 잔존가치

위의 식(1)을 써서 일반투자의 내부수익을 계산할 때 예상수익의 흐름인 R₁는 i년도의 제품판매액(또는 총판매수입)에서 자본비용 (또는 감가상각비) 자본이자비용을 제외한 모든 생산량을 제하고 남은 수익이 된다.

그러나 시설개체를 위한 에너지 절약투자의 수익률을 산출할때에는 R₁가 i 년도의 시설개체로 인한 에너지 절감액이 된다.

시설의 가동율이 매년 같다고 가정하고 "n"년도후 시설의 잔존가가 영이라고 가정한다면 식(1)은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$V = R \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r)^i} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

식(1)이나 식(2)에서 V와 R이 주어지면 내부수익률인 미지수 "r"을 계산할 수 있게 된다. 위 식에서 알 수 있는 바와 같이 투자의 내부수익률 "r"은 예상수익의 흐름이 일정할 때 투자비용인 V가 높으면 높을수록 낮아지고 반대로 투자비용 V가 주어졌을 때 예상수익의 흐름인 R가 크면 클수록 높은 값을 갖게 된다.

이와같이 계산된 내부수익률 r은 투자에서 기대되는 투자의 예상수익률이라고 볼 수 있으며 이를 근거로 투자를 하기 위해서는 은행의 대출이자율과 산출된 내부이익률을 비교해서 자본비용인 대출이자율이 투자의 예상이익률보다 낮으면 투자가 경제성이 있다고 하고 반대로 대출이자율이 예상이익률보다 높으면 그 투자는 경제성이 없다고 판단하게 된다.

2) 회수기간법

본래 경제전망이 불확실하거나 자금의 빠른 회전을 원할때 기업들은 투자비용의 회수기간을 투자결정의 기준으로 삼는 경우도 있다.

투자자본 회수기간을 투자결정의 척도로 하는데 제일 큰 장점은 분석이 간편하다는 점이다.

투자자본의 회수기간이란 초기투자비용을 투자수익으로 몇 년간에 회수할 수 있겠는가를 나타낸다.

이와같이 회수기간법은 분석이 간편하다는 장점이 있으나 회수기간 이후의 수익성을 고려하고 있지 않기 때문에 투자결정의 척도로서 적합하지 않다.

따라서 투자회수기간을 투자결정 척도로 할 경우 내부수익률법이나 현금분석법을 병행해서 사용하는 것이 보다 합리적이다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 분석법은 내부수익률법과 회수기간법이다.

3) 경제적 부가가치법(EVA)

기업의 현금유동성 확보가 중요 관심사로 떠오름에 따라 근래에 많이 대두되고 있는 분석법으로 장기간의 투자수익을 평가하기 위한 것이라기 보다는 단일 년도의 사업수익을 평가하는 방법이라 할 수 있다.

EVA(Economic Value Added)는 생산 영업활동에서 벌어들인 수익에서 자본조달비용을 차감한 값을 표시하는 수학적 공식으로서 이는 은행의 경우에 있어서 대출금리(자금운용이익)가 수신금리(자본조달비용) 보다 높아야 하는 것과 동일한 원리다.

$$EVA = \text{세후영업이익} - [\text{투하자산} \times \text{가중평균 자본비용}(\%)]$$

$$= [\text{투하자산이익율(ROIC)} - \text{가중평균 자본비용(WACC)}] \times \text{투하자산(IC)}$$

주) ROIC : Return On Invested Capital(*세후영업이익/투하자산)

WACC : Weighted Average Cost of Capital
(자본투여없이 차입금만으로 사업할 경우에는 차입금의 평균금리임)

* : 세후영업이익 + 이자비용

당해년도에서 EVA가 0보다 크면 경제성이 있다고 볼 수 있으며 일정기간 동안의 투자 경제성을 평가하기 위해서는 각 년도의 EVA를 일정한 할인율로 할인하여 현재가치화한 값의 합이 0보다 클 때 경제성이 있다고 판단할 수 있다.

4) 발전량과 경제성

열병합발전의 발전량의 선정은 SYSTEM자체의

경제성을 좌우하는 큰 요소이다. 연간 경상비(고정비, 금리포함)와 상각년수 어느것을 중시하는가에 따라 발전용량도 공정용증기 이용처도 달라진다.

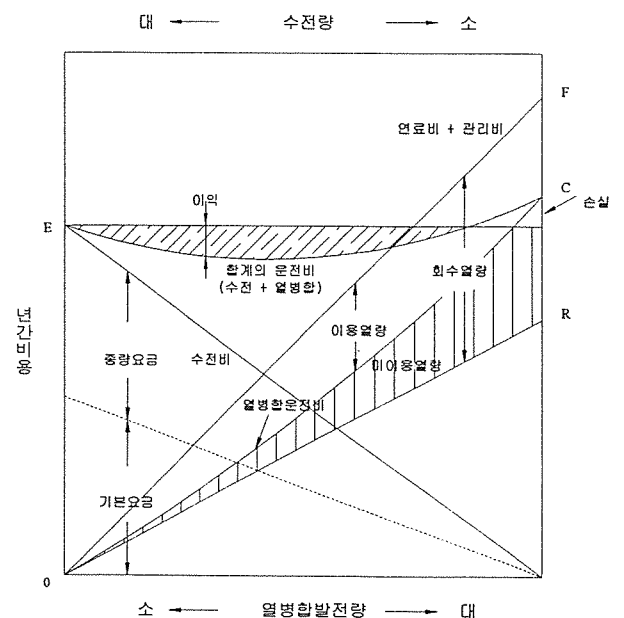
일반적으로 경상비를 최저로 계획할 경우 발전용량을 PEAK 전력부하의 30~50%로 하는 것이 적당하며 이는 PEAK부하에 기준을 두고 용량을 크게 계획하면 고정비가 높아지게 되고 잉여 공정용 증기가 발생하게 되어 과잉투자 및 열손실이 많아 비경제적이 되기 때문이다. 단 열수요가 충분히 있는 경우 발전비율이 커질수록 운전비용은 낮아지게 됨으로 열부하에 맞는 발전기 용량을 선정하면 좋다.

상각년수를 최저로 할 경우, 즉 열병합발전 SYSTEM설비에 투자한 금액의 회수년도(이로인해 절약된 운영비 대비)를 평가 기준으로 할 경우는 전력부하의 최저치를 기준으로 발전기 용량을 선정하면 발전기를 계속적으로 정격용량까지 이용할수 있어 유리하게 된다.(Base Load 감당 용량)

(그림 6-1)은 열병합 발전량에 대한 연간비용의 관계를 도표로 표시한 것이다.

어느 일정 부하시점에서 발전량을 증가시키면 수전량의 기본요금 및 종량요금이 모두 낮아지는 반면 연료비 + 관리비는 증대한다.

회수열량은 발전량에 비례하여 증가하나, 실제로 이용되는 열량의 비율은 발전량 증가에 수반하여 차츰 저하하고 이용이 되지 않고 방열되는 양(미이용열량)이 증가하게 된다. 이 결과 열병합 운전비는 연료비에서 공정용 증기 이용분에 해당하는 금액(보일러 연료비환산)을 차감한 곡선 OC로 표시된다.



(그림 6-1) 최적 발전량 선정 예시

수전 전력비에 열병합운전비를 가산한 합계운전비(수전 + 열병합)는 곡선 EC에 의해 최소치를 알 수 있으며 EC상의 열병합 운전비 최소점의 발전기용량을 어느정도 적게 할 경우 열병합 발전에 의한 이익이 적은 반면, 열병합발전 시설비를 비례적으로 감소시킬수가 있다. 즉, 경제성의 최적위치는 약간 적은 용량의 위치 쪽으로 놓이게 된다.

배열량중에서 미이용열량이 많을수록 (점 C가 점 F에 근접할수록) 최적발전용량은 적어진다. 병렬 운전인 경우에는 예비계약전력에 대한 기본요금분을 열병합발전 운전비에 가산해야한다. 이 경우 최적점은 더욱 더 좌측으로 이동한다.

이상과 같이 제반사항을 다각적으로 검토하여 운전비와 시설투자비의 적절한 조합으로 최적 발전량을 찾아간다.

따라서 발전기 용량과 경제성 여부와는 밀접한 관계가 있으며 발전용량 규모에 따라 운전형태 및 이에따른 소요운영비용이 민감하게 변하게 되므로 열병합 발전사업 추진시 최적의 발전용량을 선정하여야 한다.

6.2 시설투자비 조달방안

열병합발전소 건설시 시설투자비로 용자를 받을수 있는 자금은 산업체 절약시설 대상인 에너지이용합리화 사업자금과 공업단지 열병합 발전사업 대상인 집단에너지 공급사업 자금이므로 이를 기준으로 검토하였다.

1) 자금지원 대상자(1998년도의 예시)

사업명	세부 사업명	분야	지원금액 (억원)	지원자금	비고
에너지이용합리화사업	절약시설 설치	산업체 절약시설 (열병합발전)	1,557	시설 및 운전자금	에너지관리공단 추천
집단에너지공급사업	공업단지 열병합발전사업		1,780	시설자금	에너지관리공단 추천

주) 1. : 집단에너지 공급 사업 : 집단에너지 사업법에 의한 집단에너지 사업허가를 받은 자 (환경영향평가 불필요)

2. : 열병합 발전 : 전기사업법에 의한 허가 (환경영향평가 사전 허가)나 신고를 득한 자

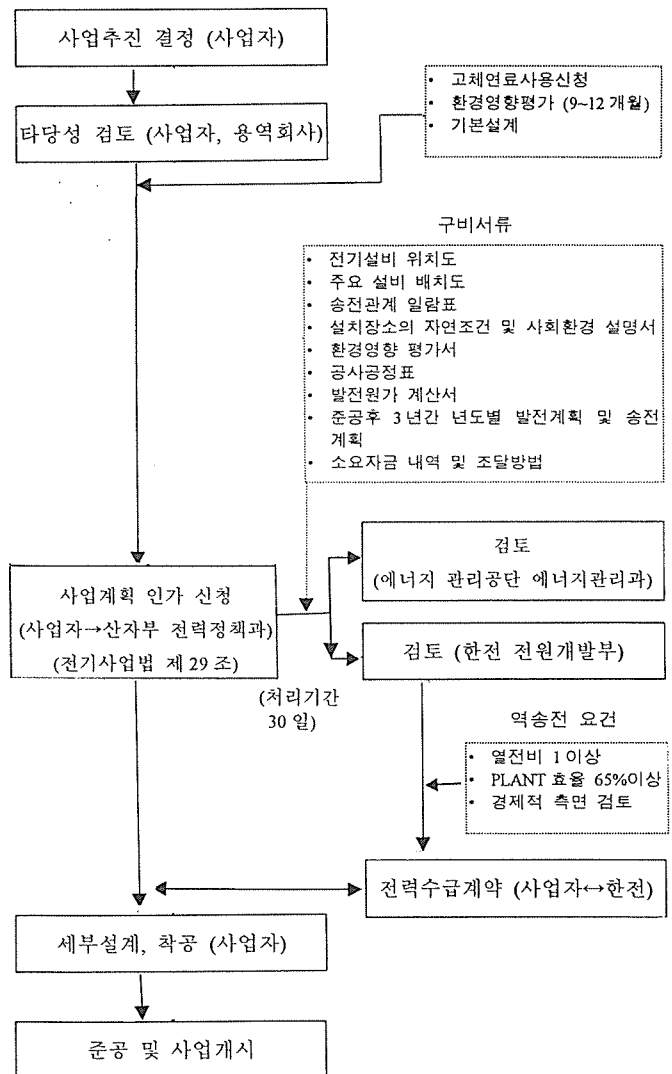
2) 자금지원 조건

사업명	지원비율	이자율	대출기간	당해년도 지원한도액
집단에너지공급	소요자금의 100% 이내	연리 9%	8년거치 7년분할 상환	
집단에너지공급사업	소요자금의 90% 이내 (단,전력수요관리 설비, 폐기에너지 회수설비는 소요 자금의 100%이내)	연리 7%	3년거치 5년분할 상환	동일사업자당 30 억원 이내(단,열 병합발전 투자는 50억원 이내,폐기 에너지 회수설비 투자는 35억원 이내)

주) 집단에너지 용자비율은 총투자비에 대한 비율을 말하며, 각 사업별 초년도에 실용자비율을 별도로 책정하고, 자금운용상 전년도의 실용자 비율보다 낮게 용자한 사업에 대하여는 당해 연도에 그 차이만을 추가한 비율로 지원할 수 있다.

제3장 사업추진절차 및 사업초기 인허가 사항

1. 자가 열병합발전



2. 집단에너지 공급사업

