

# Cheng Cycle과 Gas Turbine Intake Air Cooling

최 중 하(동진컨설팅 부사장)  
(02) 557-5227

본고는 발표자의 주관적 판단보다는 가급적 객관적 상황제시에 중점을 두었다. 그럼에도 시각에 따라서는 일부자료가 범용성이 미흡하다는 비판이 일 수도 있겠다. 그러나 발표자가 전달코자하는 것이 무엇인가가 거시적인 면에서 받아들여졌으면 한다.

## 1. 서 언

한국열병합발전협회가 주관하였던 『96열병합발전기술세미나』( '96. 9. 9~9. 10 KOEX국제회의실)에서 『열병합발전과 환경』이라는 주제하에 본고의 주제인 『Cheng Cycle 과 Gas Turbine Intake Air Cooling』에 대해 아주 짚막하게 언급한바가 있다.

그리고 같은해에 한국에너지기술연구소가 주관한 『제11회 에너지절약기술웍샵』( '96. 11. 14~11. 16, 대전유성)에서 『빙축열을 이용한 가스터빈 입구공기 냉각기술의 국내적용 타당성 검토』라는 주제로 한국전력공사 전력연구원(최병호, 이경호)에서 평택복합화력에 빙축열에 의한 가스터빈입구증기 냉각기의 경제성 검토결과를 발표한바 있다.

한편 한국열병합발전협회지 통권3호(97. 3)에는 일본 열병합발전연구회(CRS)가 주관한 열병합발전심포지움 발표내용중『가스터빈의 배열이용형태』에서 2유체싸이클(Cheng Cycle)과 STIG(Steam Injected Gas Turbine)가 아주 짧게 소개되고 있다.

이와같이 도시가스의 보급확대와 더불어 가스터빈발전기가 한국전력공사는 물론이고 산업체 및 대형건물에도 상당수 도입될 기미가 있는시기에 가스터빈발전기의 하절기 출력감퇴를 방지하면서도 열소비율개선으로 가스연료를 절감시킬 수 있는 방안을 제시하는 뜻에서 본제를 어느정도 자세히 다루어 보고자 한다.

## 2. Cheng Cycle

### 2.1 Cheng Cycle의 구체적설명에 앞서( 1 )

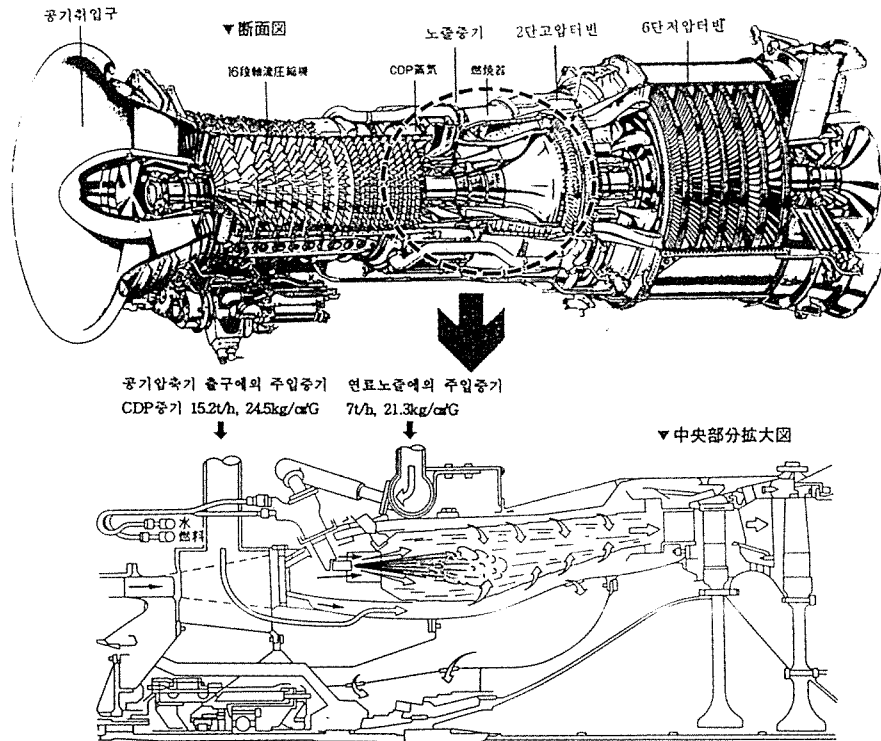
Cheng Cycle이란 무엇인가를 설명하기에 앞서 우선 세계적으로 알려져 있는 어느 제작자가 자기네 가스터빈발전기의 주요성능으로 아래와 같이 제시하고 있는 것을 검토하니 매우 의미 있는 일이라 할 수 있다.

AERODERIVATIVE INDUSTRIAL GAS TURBINE GENERATOR SETS

	LM2500	LM2500 STIG50	LM5000	LM5000 STIG80	LM5000 STIG120
ISO Continuous kW	22,800	28,050	34,400	48,100	51,620
Btu/kWh(LVH)	9,280	8,325	9,180	8,070	7,790
Exhaust Flow( #/sec)	152	168	268	324	339
Exhaust Gas Temp(F)	975	926	813	766	741

예컨데 LM5000 시리즈일 경우에 LM5000을 기준으로 보면 LM5000 STIG80과 LM5000STIG120은 ISO Continuous kW가 각각 1.4 및 1.5배로 증가하는데 반하여 Btu/kWh (LVH)는 각각 0.88 및 0.85로 낮아진다는 것인데 LM5000STIG80과 LM5000 STIG120은 LM5000이 Gas Turbine에 Steam Injection이 없는것에 비하여 각각 80,000 lbs/h 및 120,000 lbs/h의 Steam을 Injection하는 것을 나타내고 있다고 한다.

그런데 상기 가스터빈발전기의 성능에 대해서 제작자 자신이 아니라 경쟁자적 또는 제3자적 입장에서 있는 제3의 제작자가 1995년 6월에 상기 가스터빈발전기중 LM2500시리즈로서 수·증기(水·蒸氣) 분사형을 설치하여 1) NOX저감에 관한 연구 2) 고온부품의 내구성의 개량연구 3) DSS운전에 관한 연구를 주목적으로 하는 일련의 연구용 실증운전을 실시하였는데 실증운전에 사용된 가스터빈의 구조도는 다음과 같다.



연료노즐로부터 물(순수)나 증기를, 그리고 공기 압축기 출구에 CDP증기를 선택적으로 분사시켰을 때의 성능을 측정하여 아래와 같은 결과를 제시하고 있다.

LM2500의 성능 및 특징

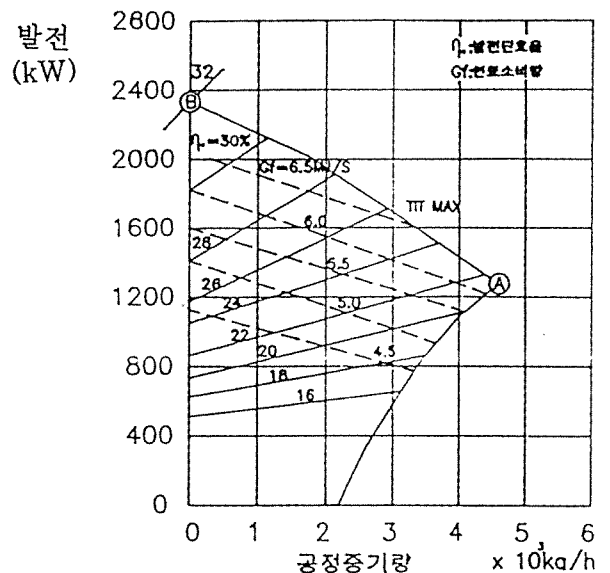
운전모드	연료이외의 주입물질			성능 및 특징		
	연료노즐로 부터의 주입물질 (t/h)		공기압축기 출구로 부터의 주입물질 (t/h)	발전단출력 (MW)	효율 (%)	배가스 NOx (ppm, O=16%환산)
	물	노즐증기	CDP증기			
A모드(기준)				205	34.6	202
B모드	0			221	32.9	35
C모드	0		0	262	35.6	62
D모드		0		221	35.1	35
E모드		0	0	262	38.4	62

운용 실적

구분	단위	배가스폐열회수증기 전량을 공정용으로 사용	배가스폐열회수증기 전량을 분사용으로 사용
운전점		㉠	㉡
발전단출력	kWe	1,300	2,300
공정증기량	kg/H	4,700	0
분사증기량	kg/H	0	4,900
발전단효율	%(LMV)	21.1	32.0
총합열효율	%(LMV)	79.0	32.0
조건			
대기온도 : 15°C		발전기효율 : 95%	
고도 : 0m		증기압력 : 14.5kg/cm <sup>2</sup> g	

## 2.2 Cheng Cycle의 구체적설명에 앞서( II )

위에서 실례로 들어본 실증운전과는 별개의것으로서 그 보다 몇년 앞서 또 다른 제작자는 비교적 소규모용량인 1,750~2,400kW급 자사제품 가스터빈 발전기에 대하여 기술개발차원이긴 하지만 거의 유사한 실증시험을 실시하여 다음과 같은 결과를 제시하였다.



배기가스 폐열회수에 의한 증기를 전량(4.7t/h) 공정용으로 사용케되면(즉, 분사용 증기가 전혀 없을때) 1,300kWe 발전이 되는데 이때 발전출력 21.1%, 열출력 57.9%로서 총합열효율(7th)이 79.0%가 됨(운전점)

한편 폐열회수에 의한 증기전량(4.9t/h)을 분사에 사용하면 열출력은 전혀 없이 2,300kWe 발전이 되어 발전단효율이 거의 11%Point나 개선되므로 총합 열효율(7th)이 32.0%가 됨(운전점)

이와 같이 Cheng Cycle Gas Turbine은 증기분사에 의해 열출력을 증대시키고 열소비율을 개선시키며 NOx를 저감시키는 장점이 있는 한편 열출력과 전기출력의 변화를 용이하게 조정할 수 있으므로 지역난방과 같은 계절성부하에 적용을 검토해 볼만한 가치가 있음.

### 2.3 Cheng Cycle이란?

가스터빈발전기에서의 NOx배출저감을 위하여 통상적으로 연소기에 물을 분사시키고 있으나 물대신에 증기를 분사시켜 동시에 발전출력을 증대시키고 아울러 열소비율도 개선시킬 수 있는데 이는 중국계 미국인인 Cheng박사가 고안한것이라서 『Cheng Cycle』이라고 부르게 되었다.

위에서 몇가지 실예를 검토해 보았는데 결국 『Cheng Cycle』 또는 속칭 STIG Turbine은

- 전력(동력)을 상당히 증가시키고 아울러 열소비율을 많이 개선시키며
- 환경적인 관점에서의 요구조건을 충족시킬 수 있도록 NOx를 대폭 감소시키며
- 자체가스터빈의 배가스열로부터 열을 회수하여 증기를 만들고 이 증기를 분사용으로 사용할 수도 있기 때문에 종종 대응하는 Combined Cycle플랜트보다 증기터빈, 복수기 및 냉각탑들과 같은 설비가 필요없어 가격면에서 10 ~ 20%저렴하며
- 지역난방부하처럼 계절적 및 시간적 변화가 심한 열부하에 효과적으로 대응할 수 있는 열전비가변형이다.

즉, 난방열부하가 많이 요구되는 동절기에는 배기 가스폐열회수증기의 상당량을 난방에 사용하나 반대로 열부하가 거의 필요없는 하절기에는 증기의

상당량을 STIG 분사용증기로 사용하여 발전출력을 극대화 시킬수가 있다.

### 2.4 Cheng Cycle 적용이 검토될만한 사례

국내에 가동되고 있는 지역난방 플랜트중에서 현재의 집단에너지 공급시설의 에너지효율성을 개선하고 아울러 장차 증가하게될 추가적인 열부하를 감당키위한 열원설비로서 26MW급 + 42Gcal/h의 가스터빈열병합발전의 추가건설이 검토된적이 있다. 그때에 조사된 2개 제작사의 대표적인 제품의 성능(Simple Cycle운전기준)과 투자비는 다음의 표에서와 같았는데 서로 다른 회사제품간의 비교는 다소 혼선을 빚을 수가 있으므로 같은 회사의 동격 제품으로서 LM2500과 LM2500 STIG50을 비교해보면 출력과 효율(열소비율)은 이미 위에서 다룬바와 같고, LM2500의 투자비와 LM2500 STIG50의 투자비의 차액으로부터 발전출력증대 단위용량(kW)당 투자비를 산출해보면 160(\$/kW)가 되어 LM2500자체의 단위용량(kW)당 투자비(400\$/kW)의 40%에 불과 하므로 동 Steam Injection용 Steam생산을 위한 소위 HRSG설비투자비를 감안하더라도 투자비 자체가 월등히 저렴한 것을 예상할 수가 있으며 열소비율의 차이(여기서는 약 11.5%)만큼의 연료가 절감될 것을 감안하면 충분한 경제성을 지닌 것으로 보여진다.

Simple Cycle Performance

Type	Power Output (kW)	Efficiency (%)	Heat Rate (Btu/kWh)	Unit Price (\$/kW)	Total price (MM\$)
XX10	24,630	34.2	9,970	379.62	9.35
LM2500	22,800	36.8	9,280	400.00	9.12
LM2500+	27,600	37.3	9,144	357.61	9.89
LM2500STIG50	28,050	41.0	8,325	355.08	9.96

## 3. Gas Turbine Intake Air Cooling

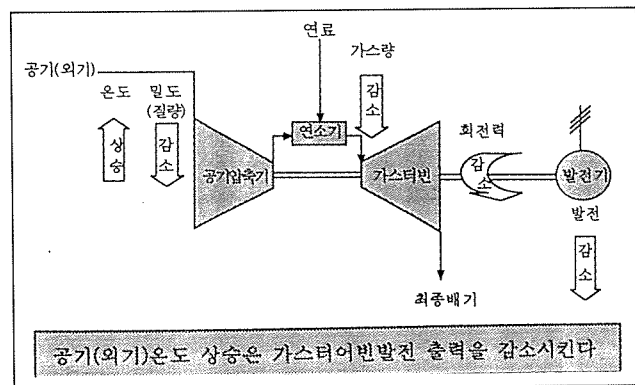
3.1 외기온도 상승은 가스터빈발전출력을 감소시킨다.

가스터빈발전은 가스터빈의 연소기에 유입되는 공기를 상당한 압축비(통상적으로 10 : 1 이상)로 압축시켜 연료 노즐을 통하여 분사되는 연료와 연소시켜 생성되는 고온고압의 연소가스가 가스터빈 발전기를 구동케되는데 이러한 공기압축기가 별도

의 전력이나 동력에 의하는 것이 아니라 가스터빈 발전기의 축에 직결되어 가동되는 탓에 고온고압의 연소가스에 의한 전체 동력중 상당부분이 공기압축기에 사용되고 그 나머지가 가스터빈 발전기를 구동시키게 되는 것이다.

그러므로 가스터빈 발전의 출력은 가스터빈의 공기 압축기에 유입되는 공기의 온도에 상당한 영향을 받게 마련인데 공기(외기)온도가 상승하면 유입 공기의 질량이 줄어들어 가스터빈 자체의 총 출력이 감소된다.

바꾸어 말하면 공기온도상승으로 밀도가 낮아진(상대적으로 부피가 커진)공기를 압축하게 되어 가스터빈에서의 출력이 줄어들게 마련인데 소요된 동력을 제한 가스터빈발전기의 구동력을 공기(외기)온도상승에 무관하게 일정하게 유지하기 위해서는 공기압축기에서 더 많은 동력을 소요케되어 종국적으로는 가스터빈발전기의 순수출력(발전전력)이 감소케 되는 것으로 이해할 수도 있다.



### 3.2 외기온도상승에 따른 출력저하의 실제 사례들

이러한 현상은 아래에서 제시하는 현재 건설추진 중에 있는 국내 모 가스터빈복합열병합발전소의 Heat & Power Balance (예측)에 잘 나타나고 있다.

즉, 동 Plant의 경우에 전력수요는 계절에 관계없이 동 Plant에서의 발전전력에 비해 무척 크기 때문에 굳이 발전출력을 낮출 필요가 없음에도 외기온도에 따라 가스터빈발전기의 출력이 대폭 변하고 있어서 가급적 많은 발전이 요구되는 하절기에는 발전출력이 대폭 감소하고 있음을 알 수 있다.

국내 모 가스터빈복합열병합발전소의 H&P Balance

구 분	공기압축기입구 공기온도(°C)	가스터빈발전기 출력(kW)	스팀터빈발전기 출력(kW)	복합열출력 (Gcal/h)
ISO	15	46,530 × 2 ↓ 0.852	30,124	102,935
Summer	35	39,652 × 2 ↑ 0.692	29,368	102,092
Winter	-17	57,268 × 2	30,978	107,965

대기온도 상승에 따른 가스터빈발전기의 출력저하는 불가피한 것이기 때문에 성능보증에 있어서도 하절기 혹서의 조건을『최악의 대기조건』으로 구분하여 다루고 있음이 아래와 같이 한국전력공사의 모 가스터빈복합화력발전소 가스터빈증설프로젝트의 인수성능시험보고서에 자세히 나타나 있다.

### 〈성능보증〉

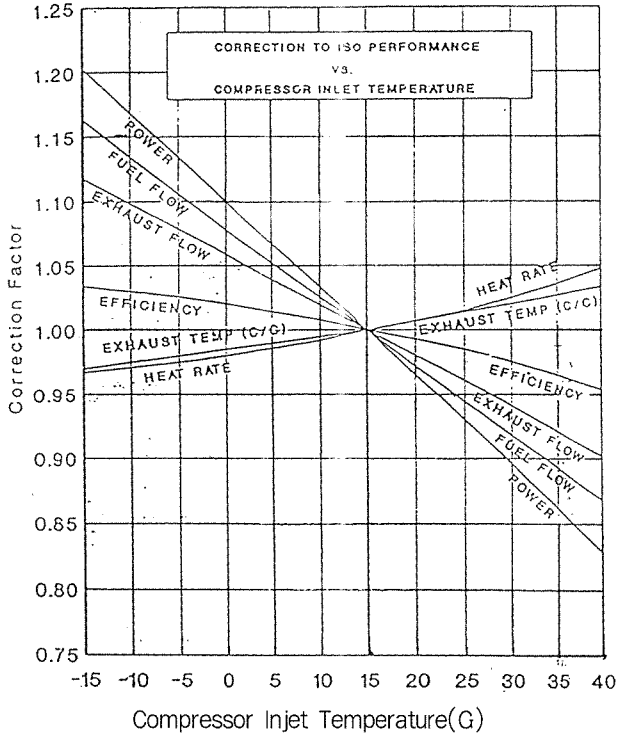
구 분	항 목	ASME 단 위 (s)	최악의 현장 Standard 조건 (w)	대기조건	비 고
조 건	대 기 온 도	°C	15	32	
	상 대 습 도	%	60	70	
	대 기 압	mmHg	760	760	
	연 료	-	D.O	D.O	
	운 전 모 드	-	Simple	Simple	
보 증	발전기출력	kW	211,692	188,252	w/s=0.889
	발전단효율	%	32.80	31.74	w/s=0.968
	보조기동력	kW	292	292	

즉, ASME Standard 조건(대기온도 15°C, 상대습도 60%)에 비해 하절기의 혹서기에 해당하는 조건(대기온도 32°C, 상대습도 70%)에서는

- 발전기출력이 11.1% 감소
- 발전단효율이 약 3.2%(1.06% point)저하 하게 된다.

대기온도 변화에 따른 가스터빈발전기의 출력, 연료소비량, 배가스량, 효율, 배가스온도 및 열소비율의 관계는 다음의 성능보정도(Correction Factor)에 아주 잘 나타나 있듯이 ISO성능 기준공기온도 15°C (59 F)보다 공기온도가 상승하면 출력이 감퇴하고, 연료소비량 감소에도 불구하고 열소비율이 증가(효율 감소)하는 것이다.

W501D5 ECONOPAC SYSTEM PERFORMANCE



3.3 외기온도에 무관하게 발전출력과 열효율을 개선 하려면?

그러면 가스터빈발전기의 공기압축기에 취입되는 공기를 취입되기전에 냉각을 시켜줄수만 있다면 대기온도의 상승에 관계없이 발전출력을 증대시키고 아울러 열효율의 개선으로 연료를 절감시킬 수 있겠는데 이러한 목적으로 개발보급되고 있는것을 유형별로 나누어 다루어 보고자 한다.

■ 가동시간대에 따른 구분 : Peaking / On-Line

단기간의 일간 첨두부하시간대에만 몇시간씩 가동되는 목적의 것이 Peaking형이고 첨두부하시간대는 말할 나위 없이 여느 시간대에도 가스터빈발전기 가동과 거의 함께 장기간 계속 가동되는 목적의 것이 On-Line형이다.

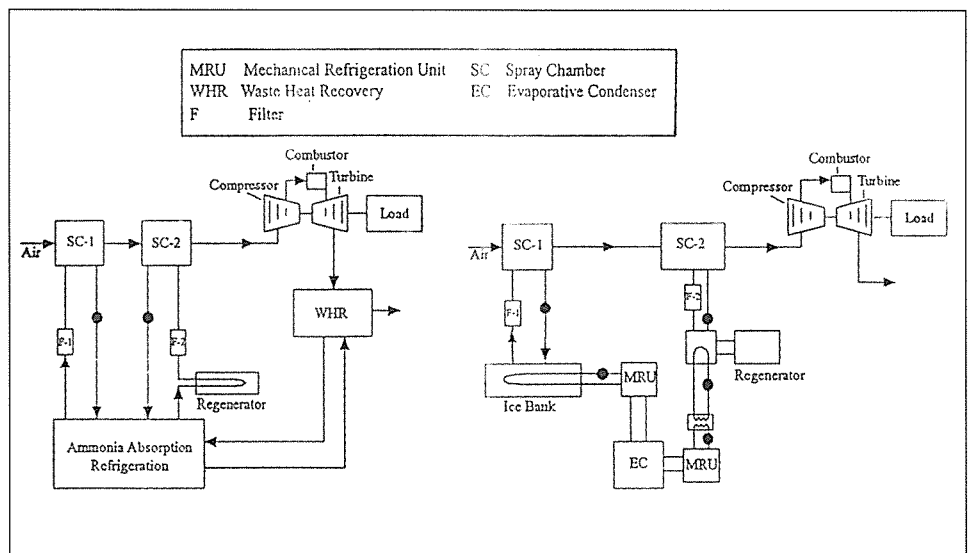
■ 공기냉각방식에 따른 구분 : 직접열교환/간접열교환

Spray Chamber내에서 냉각될 공기와 냉각시킬 매개체가 직접 부딪혀서 열교환이 이루어지는 형태의것이 직접열교환방식이고 Fin Tube와 같은 Cooling Coil이 있어 Tube의 안쪽에 냉각될 공기와 냉각시킬 매개체가 각각 흐르면서 Tube 표면을 통하여 열전달에 의한 열교환이 이루어지는 형태의것이 간접열교환방식이다.

■ 냉각에너지원에 따른 구분 : 빙축열 / 가스터빈배가스열 / 기타에너지원

심야시간대 또는 주말(토요일오후 및 일요일) 시간대의 전력으로 냉동기를 가동하여 얼음을 만들어 축냉조에 저장하였다가 주간 첨두부하시간대에 가스터빈 공기압축기의 취입공기를 냉각시키는 형식이 빙축열방식이고 가스터빈배가스열을 열회수보일러 (통상HRSG라고 칭함)로 회수하여 증기를 발생시켜 그 증기로 흡수식냉동기를 가동하여 생성되는 냉열로 공기압축기의 취입공기를 냉각시키는 형식이 가스터빈배가스열 이용방식이다. 가스터빈배가스열 대신 다른 폐기 또는 저렴한 에너지를 이용하는것이 있을 수 있다.

아래그림은 가스터빈의 공기압축기 취입온도 냉각기술에 특허권을 갖고 있으면서 이를 중점적으로 다루고 있는 어느 외국업체의 카달로그에서 인용한 것인데 빙축열(오른쪽그림)방식과 가스터빈배가스열이용(왼쪽그림)방식을 나타내고 있고 어느 경우든 2단의 Spray Chamber를 사용하는 직접열교환방



식인데 빙축열방식은 Peaking형으로, 가스터빈배가스열이용방식은 On-Line형으로 제시하고 있다.

그리고 그 업체가 설명하고 있는것을 보면 :

- On-Line형으로 적합한 가스터빈배가스열 또는 타의 저급에너지로 지속적인 냉각부하를 감당키 위한 흡수식냉동기를 구동하는것은 여름철의 95 F의 고온공기를 노점 -8 ~ -15°F, 건구 온도 -3°F까지 냉각시킬 수 있으며 투자비는 30%만 더 쓰면 된다.

- Peaking형으로 적합한 빙축열방식은 재래형의 기계식 냉동기를 전력비가 저렴한 비첨두시간대의 전기로 가동하여 물과 CaCl<sub>2</sub>용액을 얼려 축냉조에

- 저장시켰다가 첨두부하시간대에 사용하는 것으로 통상적으로 하루에 4시간동안 가동하는 것 이외에는 On-Line형과 똑같은 것이며 투자비는 On-Line형 보다도 훨씬 저렴하다.

그 업체가 Westinghouse사의 터빈모델 501F에 대해 On-Line Pre-Cool System을 제안한것을 보면 아주 쉽게 이해가 될것으로 판단된다.

<성능개선 예상>

	발전출력	열소비율
90°F Pre-cool 전	140,340 kW	9,922 Btu/kWh
90°F Pre-cool 후	195,049 kW	8,830 Btu/kWh
90°F Pre-cool 후		
보조전력소요	42,363 kW	
순 증 가	52,345 kW	-1,092 Btu/kWh

즉, 통상 기존의 현장공간만으로 Pre-Cool시스템 설치가 가능한바 Pre-Cool에 의해 정격시 26%의 발전출력의 증가와 더불어 11% 열소비율의 개선을 예상하고 있는 것이다.

Peaking형으로서 빙축열시스템을 적용한 세계최대규모의 것의 하나로서 미국 노스캐롤라이나에 있는 Butler-Warner공장의 시템을 들수가 있다.

23,500kW급 8기의 가스터어빈이 있는데 그중 2기는 Simple Cycle이고 6기는 Combined Cycle로서 총

188,000kW의 발전능력 이었다. 그리고 HRSG에 의한 3기의 STG가 있어서 63,500kW의 추가발전이 가능한 것 이었다.

325냉동톤인 Turbo Ice Harvester 8기를 설치하여 총 2,600냉동톤용량을 확보하고 주간의 20시간 냉각 수요를 위해 148시간동안 심야전력으로 결빙을 하게 되며 2개의 빙축열저장조에 175,000냉동톤·시간분을 축냉케하여 터빈공기압축기입구에 설치된 냉각코일을 통하여 공기온도를 4°C까지 냉각시킬수 있도록 하였던바 하절기 설계치의 28%까지 발전출력이 증대되었다고 한다.

빙축열을 이용한 가스터빈입구공기냉각 기술은 한국전력공사에서도 관심을 갖고 있음을 알 수 있다. 한국전력공사 전력연구원은 96년도 에너지절약 기술워크에서 그에 대한 국내적용 타당성 검토결과를 발표하였는데 건설투자비 단가는 복합발전의 약 25 ~ 35%정도로 저렴하나 일년중 여름철 3개월정도만 운전한다면 시스템이용율이 25%정도로 아주 낮기때문에 발전원가 개념에서 약간 높아 투자비회수기간이 7년정도가 되므로 보다 경제성을 높이기 위한 방안으로서 복수기배열이용 빙축열식 히트펌프시스템을 제안하고 있으며 보다 자세한 검토를 위해 발전소별 출력증대량예측, 건설 및 운전비용분석, 설치공간 조사의 필요성을 제기하고 있다.

4. 이러한 기술들은 어디에 적용되어야 하나?

한국열병합발전협회지 『열병합발전(97. 3월, 통권 제3호)』에 의하면 산업체 가스터빈발전기 설치는 다음의 표에서와 같이 석유 및 석유화학 공장에만 설치되어 있음을 알 수 있다.

9개 공장에 가스터빈발전용량이 총 243,495kW이고 거의가 생산공정상에서 취득되는 부생가스를 연료로 하여 그만큼 폐기에너지활용에 기여하고 있다고 평가되어야 할것이며 가스터빈 배가스열을 또한 공정상의 Heater등에 사용하고 있어서 소위 Topping Cycle열병합발전의 형태를 이루고 있으며 몇개공장에는 이러한 가스터빈열병합발전 이외에도 별도로 독립적체계의 증기터빈(STG)열병합발전을 갖추고 있다.

산업체 가스터빈발전기 설치현황

업 체 명	가스터빈발전 용량(kW)	가스터빈 배가스열이용 여부	사용연료	비 고
삼성 종합화학	25,000	○	부생가스	STG열병합발전기소유 * 추가연소가능형
유 공	41,700	HRSG*○	부생가스	
대 립 산 업	23,715	×	부생가스	집단에너지사업용 STG 열병합발전기소유
	15,500	○	부생가스	
LG칼텍스정유	25,700	○	부생가스	STG열병합발전기소유
삼남 석유화학	5,200	○	부생가스	
현대 석유화학	23,200	○	부생가스	
L G 석유화학	27,000	○	부생가스	
호남 석유화학	25,730	○	부생가스	
한화 종합화학	29,750	○	부생가스	
계	243,495	-	-	

HRSG형 증기터빈발전기 설비 투자비를 추가로 투자케 되는 것이다.

그런데 아래표는 '94년말 기준의 복합화력발전이 국한된 것이기 때문에 단순한 가스터빈발전(Simple Cycle)을 포함치 않고 있으며 실제로 이미 복합화력발전기를 보유하고 있던 분당 및 일산에만 하더라도 '95년 6월에 각각 525MW 및 200MW의 Simple Cycle이 추가 되었다.

어쨌든 한국전력공사에서의 가스터빈발전소는 앞으로도 상당수 건설이 되어 한국전력공사 전력연구원에서『빙축열을 이용한 가스터빈입구공기 냉각기술의 국내적용 타당성검토』에서 밝히고 있듯이 1998년에는 총 가스터빈발전용량이 10,500MW가 될것이고 가동중인 모든 가스터빈에 입구공기 냉각기술적용시 출력증대 가능용량이 1,056MW나 될 것임을 시사한바 있다.

그리고 집단에너지사업은 산업체를 대상으로하는 열병합발전형식의 공업단지집단에너지와 주거·공공·건물을 대상으로하는 자체열병합발전 또는 전력공급사업자 소유의 열병합 발전을 바탕으로하는 지역난방이 있다.

복합화력발전소현황

'94년말 기준

발전소	준공년도	총설비용량 (MW)	가스터빈		효 율(%)		비 고
			(MW)	(MW)	단 독	복 합	
영 월	77 / 79	300	50×4	100×1	26	37	
군 산	77 / 79	300	50×4	100×1	28	42	
울 산	77 / 79	320	55×4	100×1	29.11	40.56	
서인천	92	1,880	155×8	80×8	32.51	40.42	
평 택	92 / 94	512.6	87.9×4	161×1	29.16	44.47	
안 양	92 / 93	478.4	79.4×4	160.8×1	29.01	43.97	지역난방
분 당	92 / 93	598.5	79.4×5	201.5×1	29.01	44.01	지역난방
일 산	93	631	105.2×4	210.2×1	29.5	45.0	지역난방
부 천	93	473	105.2×3	157.4×1	29.75	44.18	지역난방
계	-	5,493.5	3,662.6	1,830.9	-	-	

또한 한국전력공사의 복합화력발전소 기술자료집 ('95. 발전처)에 의하면 다음의 표에서 볼 수 있듯이 총 9개소에 총설비용량 5,493.5MW이고 그중에서 3,662.6MW가 가스터빈발전출력용량으로 되어있고 단독(Simple Cycle)운전시의 효율은 대부분이 29%대에 머물고 있으며 복합(Combined Cycle)운전시의 효율은 그 보다 15%내외가 높은것으로 되어있다.

바꾸어 말하면 단독운전시보다 약 1.5배((15+29)/29 = 1.517)로 전력생산을 증대시키기위해 통상 가스터빈발전기 설비투자비의 80%내외에 상당하는

그런데 집단에너지사업분야에는 수도권지역난방을 주로 담당하고 있는 한국전력공사 소유의 분당, 일산, 안양, 부천 등의 복합화력열병합발전소 이외에는 여천 석유화학단지에 입주한 대림산업의 15.5MW급 및 충남서산에 위치한 삼성종합화학의 25MW 및 42MW급이 있을 뿐이다.

그러나 현재 신규건설 또는 기획단계에 있는 지역난방용 가스터빈발전이 3~4개소가 있는바 그 시설용량은 순수 가스터빈발전용량 기준으로 150~200MW가 될 것으로 예상된다.

건설 및 기획중인 지역난방가스터빈발전소

업체(사업)명	가스터빈 발전용량(MW)	가스터빈 배가스열이용	사용연료	비 고
XX공항건설공단	47 × 2	STG 30MW×1 HRSG102Gcal/h	도시가스	1단계국한
YY지역난방	26 × 1	HRSG 42Gcal/h	도시가스	계속확장필요
MM 해양도시	15 × 1	HRSG 22Gcal/h	도시가스	
계	135MW	30MW+64Gcal/h	-	-

흡할지 모르지만 가스터빈공기압축기 입구공기 냉각기술의 적용을 적극 추진해야 한다고 판단된다.

**5. 이러한 기술이 국내에 적용될때의 기술적인 개선의 잠재력은?**

『Cheng Cycle』과 『Gas Turbine Intake Air Cooling』이 국내에 적용될 수 있는 가능성의 판단과 적용시의 개선의 잠재력을 추정하는 것이 그리 간단한 것이 아니다.

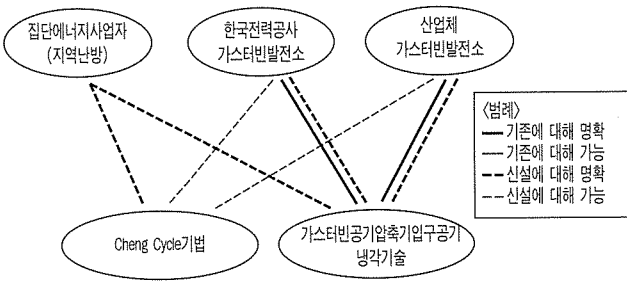
그러므로 수년내의 가스터빈 발전시설용량, 이용률 및 열효율들을 아래표에서와 같이 가정하고 또한 해당기법의 적용 가능율, 출력증대 가능율 및 연료절감 가능율도 표에서와 같이 전제하였을 때

◇ Cheng Cycle은 출력증대 약 170MW, 연료절감 약 71,000toe/년

◇ 가스터빈 공기압축기 입구공기 냉각은 출력증대 약 970MW, 연료절감 약 580,000toe/년에 달할것으로 추정된다.

◇ 가스터빈 공기압축기 입구공기 냉각은 출력증대 약 970MW, 연료절감 약 580,000toe/년에 달할것으로 추정된다.

이상에서 집단에너지사업자(지역난방), 한국전력공사 가스터빈발전소 및 산업체 가스터빈발전소로 나누어 살펴보았지만 Cheng Cycle기법과 가스터빈 공기압축기입구공기 냉각기술의 적용 및 적용가능성 검토 대상은 다음에 제시한 그림과 같이



■ 집단에너지사업자(지역난방)에 대해서는 비록 현재는 기존시설이 없지만 두가지 기술의 적용 가능성이 아주 명확히 높으므로 적용을 추진토록 하여야하고

■ 한국전력공사의 가스터빈발전소의 기존설비에 대해서는 Cheng Cycle 기법의 도입은 비교적 곤란하다고는 보이나 신규건설분에 대해서는 도입을 검토해보아야 할것이며 가스터빈공기압축기입구공기 냉각기술은 신규건설분은 두말할 나위가 없고 기존시설에 대해서도 적용을 적극 추진해야한다고 판단되며

■ 산업체 가스터빈발전소도 Cheng Cycle의 적용은 다소 경제성이 미

〈국내 적용시의 기술적인 개선 잠재력〉

구 분	집단에너지사업자(지역난방)	한국전력공사 가스터빈발전소	산업체 가스터빈발전소	합 계
□ 수년내의 가스터빈발전시설용량(MW)	200	9,000*	300	9,500
□ 가스터빈발전기 이용률(%)	60	45	90	-
□ 연료절감 계산용 가정 열효율(%)	28	30	28	-
◇ Cheng Cycle기법				
· 적용 가능율(%)	50	5	5	-
· 출력증대가능량(MW)(<@ 30%)	30	135	4.5	169.5
· 연료절감가능량(천toe/년)(<@ 10%)	16.1	50.9	3.7	70.7
◇ 가스터빈공기압축기입구공기냉각기법				
· 적용 가능율(%)	80	50	60	-
· 출력증대가능량(MW)(<@ 20%)	32	900	36	968
· 연료절감가능량(천toe/년)(<@ 10%)	25.9	508.5	43.6	578.0