

# 터빈성능시험 절차 및 계산

한전 전력연구원 선임연구원 김경철 (042)865-5114

## I. 성능시험 절차

### 1. 성능시험 목적

발전설비의 정확한 성능을 파악하기 위해서는 발전설비에 공급된 열이 어디에서 어떻게 분배되는가 하는 열의 흐름을 명확히 하는 것이 무엇보다 중요하며 이와같이 발전플랜트에 공급된 열의 이용정도를 알기 위하여 열의 출입을 각 항목별로, 즉 연료의 연소에서부터 발전까지의 진행하는 과정에서 열의 발생, 흡수·손실등의 과정을 분석하여 관리하는 것이 성능시험의 주요한 임무이다.

한편, 성능시험은 각각의 목적하는 바에 따라서 다음과 같이 분류한다.

#### 가. 인수성능시험(Acceptance Test)

신규발전소 건설시 또는 설비의 대규모 개조시 계약보증성능 확인을 위하여 실시하는 성능시험으로 설비완료후 3개월이내 실시한다.

#### 나. 주기적 성능시험(Periodic Performance Test)

기존 발전설비에 대한 성능변화 추이의 파악, 보수 필요점분석 및 효과파악을 위하여 주기적으로 실시하는 성능시험

#### 다. 특수목적 성능시험(Performance test for special purpose)

설비개선, 연료전환개조 등의 공사전·후의 필요한 자료수집 또는 효과분석을 위하여 실시하거나 또는 효과적인 운전을 위하여 특별히 실시하는 시험

## 2. 시험전 준비사항

가. 시험에 사용될 연료, 특히 고체연료는 가능한 설계조건에 적합하고 시험기간중에 일정한 품질을 유지할 수 있도록 사전에 준비한다.

나. 설비정비: 전 발전설비 계통에서 증기, 급수, 공기, 가스등의 누설부와 미분기계통, 회처리계통의 고장개소는 시험전 전 보수한다.

다. 시험출력확보 : 계통에 연계된 발전설비의 출력 또는 열부하를 일정계획별로 확보한다.

라. 계측장비의 설치

- 온도, 압력, 유량, 전력량 등 측정항목에 따른 적절한 범위의 계측장비를 선정한다.

- 시험목적에 알맞게 선정된 계측기의 교정을 확인하고 설치한다.
- 설치된 계측기의 동작상태 점검 및 이상시는 즉시 조치하여 수정한다.

마. 자료준비

- 성능시험 기록지
- Isolation List 작성
- 계산에 필요한 Calibration Sheet, Correction Curve, Tank Table, 연료성분 분석치 등
- 성능분석에 필요한 보일러 및 터빈과 각 주요 보조기기에 대한 정비 및 이력사항

바. 기록 및 진행요원의 확보와 사전교육 실시

## 3. 시험전 운전조작 사항

가. 시험개시 2시간 전까지 Cycle Isolation

Schedule에 따라 Valve 조작을 완료(불분명손실 유량이 주증기유량 0.1%이내일 경우 계통 격리 양호)

나. 석탄화력의 경우 시험개시 3시간전까지 부하 및 혼소율을 시험치로 조정

다. 시험전 Soot Blowing 및 Bottom Ash 처리

라. F.O Strainer, Burner Tip등을 청소

마. Flue Gas 분석을 실시하여 O<sub>2</sub>%를 시험치로 맞춤

바. 시험 실시전에 2시간 이상의 부하안정시간을 두어 전체 Cycle의 열적 평형상태 유지

사. 출력은 Load Limiter로 시험부하를 유지하고 보일러 계통은 자동운전

## 4. 시험시 허용운전

항 목	정격치에 대한 허용편차	시험평균치에 대한 순서치의 허용한계
출 력	±5% (규정부하)	±0.25%
주증기압력	±3% (절대압)	±0.25% 또는 0.35ata중 큰것
주증기및재열증기 온도	±16℃(과열도30℃이상) ±8℃(과열도15~30℃)	±2℃ (좌동) ±4℃ (좌동)
급수 온도	±6%(최종 Heater출구)	-
배기 압력	-	±1.0%또는 ±1.2mmHg중 큰것
1차 유량	-	차압의 ±1.0%
추기 유량	±5%	-
속 도	±5%	±0.25%

## 5. 시험의 진행

- 가. 시험준비가 완료되면 시험요원의 정위치
- 나. 시험개시 5분전부터 Count-Down을 시작
- 다. 기록시간이 되면 Control Room의 Page Phone 등의 신호방법을 이용하여 정확한 기록시간을 알림.
- 라. 시험진행요원은 현장을 순시하면서 기록의 정확성과 운전상태의 정상여부를 설계치, 인수치, 전 시험치 또는 기존 계측기 지시치를 이용하여 비교 Check 함.
- 마. 시험기간중에는 긴급한 상황을 제외하고는 운전조건을 변경하지 않도록 해야 하며, 가능한 기기의 정비작업도 피해야 함.
- 바. 시험중의 설비가 사전에 예상한 기준조건을 벗어날 경우 이를 측정 및 기록하여 원인과약함.
- 사. 성능시험이 정상적인 상태에서 예정된 지속시간을 경과하게 되면 시험을 종료하고 아래사항을 진행함.
  - 시험용 기록지 회수 및 확인
  - 시험용 계측기의 전원 차단 및 필요시 덮개를 씌워 계측기를 보호
  - 석탄화력의 경우 Bottom Ash Sampling작업 확인
  - Cycle Isolation 해체
  - 발전소 운전상태 정상화(Governor Free 운전 실시 등)
  - 필요시 계측기의 Zero Point 확인

## II. 터빈 열효율

### 1. 터빈 성능 개요

보일러에서 발생된 증기는 터빈에 유입되어 터빈 내부에서 팽창하고 그 일량은 발전기를 회전시켜 전력을 발생한다. 이때 일량의 일부는 Bearing 등 기계적 손실과 발전기 손실로 된다. 터빈 베기압력까지 팽창한 증기는 복수기로 유입 냉각되어 복수가 되지만 증기가 갖는 열량은 복수기 냉각수에 발열된다. 터빈의 성능을 표현하는 데는 열소비율(열효율)을 쓰고 있으며 이밖에도 증기소비율, 내부효율등이 있다.

### 2. 터빈 열소비율 (Turbine Heat Rate)

열소비율이란 1kW의 전력을 발생하는데 소비된 시간당의 열량이 얼마나 되는가를 나타내는 것으로

다음과 같이 정의된다.

$$\text{열소비율(kcal/kWh)} = \frac{\text{열소비량(Heat Consumption)}}{\text{발전기 출력(Output)}} \\ = \frac{\text{공급열(Heat Supplied)-반환열(Heat Returne)}}{\text{발전기 출력(Output)}}$$

여기서 공급열이라 함은 외부로부터 터빈계통에 공급된 열량을 말하며, 주증기와 재열증기가 터빈에 가지고 들어오는 열량이 가장 주된 공급량이 된다. 그외 외부로부터 터빈계통에 유입되는 각종 Drain의 보유열량, 보충수가 가지고 들어오는 열량, 보일러로부터 공급되는 공기추출기 구동증기의 보유열량등이 있다. 반환열은 터빈계통으로부터 외부의 다른 설비에 반환(유출)되는 열량을 말하며, 최종급수가열기 출구급수의 보유열량, 재열기유입증기 보유열량,과열기 및 재열기의 Spray Water 보유열량등이 보일러로 반환되는 주된 반환열이 된다.

그외 터빈으로부터 공급되는 보조증기의 보유열량등이 반환열에 해당된다. 그러나 탈기 Vent, Sampling, Pump Gland 누설등과 같이 외부설비로 반환되지 않는, 즉 Plant에 유용하게 이용되지 못하고 무효하게 버려지는 터빈 사이클 손실 열량은 반환열로 취급하지 않는다.

터빈 열소비율은 보일러 발생증기의 증기조건, 복수기의 진공도, 급수온도나 급수가열기단수 등 열사이클의 조건과 터빈 본체의 자체성능에 의해 좌우된다. 이 중 증기조건은 운전에 의하여 좌우되므로 특히 설계치 유지에 힘써야 한다.

### 3. 터빈효율 계산

터빈효율계산 개념

- 열소비율= 소비열량/발전기 출력  
= (공급열-반환열)/발전기 출력 [kcal/kwh]
- 열 효율= 860 × 발전기 출력/(공급열-반환열)×100(%)
- 공급열: 주증기,재열증기,터빈에 유입되는 각종 드레인유체, 보충수 및 공기추출기 구동증기의 보유열량
- 반환열: 최종 급수가열기 출구의 급수,고압터빈 출구증기 및 과열저감수의 보유열량(탈기 Vent, Sampling, Pump Gland Leakage Flow 등은 반환열이 아니며 손실열임.)

☆ 터빈 효율계산 중요순서

- 측정된 온도, 압력 Data 검증 및 엔탈피계산
- 기준유량 및 각 저장조 수위변동량 계산을

위한 비중량 계산

- 터빈 내부효율 산출을 위한 단역엔탈피 계산
- 위의 Data와 기준유량 차압, 출력등 성능계산에 필요한 Data 입력
- 기준유량 산출(유량계수 확정입력등)
- ELEP 계산(저압터빈 배기손실값 입력등)

### 1. 성능시험 결과 자료정리

성능시험 기간중 각 요소별로 측정된 자료의 평균값을 구하여 측정기에 대한 보정을 실시한다.

가. 성능시험 결과 자료의 평균값을 계산한다.

나. 단위변환을 실시한다.

$$\text{보정압력}(pc) = \text{측정}(pm) \pm \text{수주보정값}(pw) \pm \text{대기압}(pa)$$

#### (1) Manometer 측정값의 온도보정

각종 Manometer 및 Barometer의 측정값은 주위 온도를 0°C의 측정으로 환산하여야 한다. 정밀을 요하는 곳에서는 온도 이외에도 표고(Eltion) 및 위도(Latitude)에 대한 보정을 실시하여 국제표준 중력가속도(9.80665m/sec<sup>2</sup>)값으로 중력보정을 실시한다.

$$\begin{aligned} &\circ \text{ 온도 보정된 압력}(pt) = \text{측정압력}(pm) - \text{측정압력} \\ &\quad \times \frac{0.0001634 \times \text{주위온도}(^{\circ}\text{C})}{1 + 0.0001818 \times \text{주위온도}(^{\circ}\text{C})} \text{ (mmHg)} \end{aligned}$$

(단, 윗식은 Manometer 및 Barometer의 Scale 교정 기준온도가 0°C일때에 한함.)

$$\circ \text{ 대기압력} = \frac{760 - \text{온도보정된 대기압력}(pt)}{760} \times 1.03323 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

#### (2) 압력계 오차보정

공인기관에서 검정한 시험성적서에 의하여 압력계 오차를 보정한다.

압력계의 압력 상승시와 하강시 오차값이 상이할 때(Hysterisis 오차발생시)는 이 두값의 평균치를 적용한다.

$$\circ \text{ 계측기 오차} = \text{측정값} - \text{표준값}$$

#### (3) 수주(Water Leg, Water Column) 보정

일반적으로 압력계는 고온의 유체가 직접 계측에 접촉되지 않도록 적절한 Coil에 의해 압력탭(Pressure Tamp)에 연결되어 있다. 따라서 증기압력 측정일지라도 압력계 취출관에는 물로 채워져 있으므로 압력계 취출점이 압력계와 위치가 다른 경우 위치수두만큼의 압력보상이 필요하다. 압력계가 취출점보다 위치가 높은 경우 위치수두만큼 압력이 낮게 측정되므로 측정된 압력에 위치수두값을 더하고, 압력계가 취출점보다 낮은 경우 위치수두

값을 뺀다.

다. 측정온도의 보정을 실시한다.

(1) 열전대(Thermocouple)을 이용한 경우

$$\text{보정온도}(tc) = \text{측정온도}(tm) \pm \text{열전대오차}(tc) \pm \text{온도측정계(Thermometer)오차}(te)$$

(2) 봉상온도계를 이용한 경우

$$\text{보정온도}(tc) = \text{측정온도}(tm) \pm \text{온도계 오차}(te)$$

### 2. 엔탈피(Enthalpy) 계산

보정된 압력과 온도를 가지고 증기표(Steam Table)에 의해서 엔탈피를 계산한다.

가. 증기표

ASME 또는 JSME 증기표를 이용한다.

나. 계산

보간법(Interpolation)으로 계산한다.

다. 자리수

소숫점 이하 2자리까지 계산한다.

### 3. 불명손실유량(Unaccountable Flow)

계통유량계산(Water Balance)을 하여 측정이 불가능한 총유량을 결정한다. 이것은 계통에 공급된 총보충수 유량에서 계통 외부로 유출된 총가측유량의 차로써 결정되며, 이때 발생된 유량은 계통손실(Cycle Loss)로 간주하며 불명손실유량이라고 한다. 불명손실유량은 터빈측과 보일러측에서 각각 절반씩 발생한 것으로 계산하며 터빈측에서 불명손실유량은 다시 고압측(BFP)과 저압측(COP)에서 각각 절반씩 발생한 것으로 한다.

### 4. 유량 계산

가. 기준유량 및 2차유량 계산

(1) 개요

(가) 기준유량(Primary Flow)

Cycle의 주증기 유량계산에 있어 기준이 되는 유량을 말하며 이에 는 다음과 같은 것이 있다.

- 탈기기 입구 복수유량 기준
- 최종급수가열기 출구 급수유량 기준
- 저압급수가열기 입구 복수유량 기준

측정대상이 되는 유체의 높은 온도일 경우에는 큰 레이놀드수(Reynolds' Number)가 되어 정확한 유량계수 산출이 어려우며, 열팽창에 대한 보정 및 검출부(Primary Element)의 뒤틀림등, 온도의 영향을 최소화하기 위하여 300°F(150°C) 이하의 장소에 유량측정장치를 설치하는 것이 바람직하다.

이러한 이유와 또 급수가열기 누설이 유량측정장치를 통해 재순환 하였을때의 오차를 피하기 위하

여 ASME에서는 탈기기 입구 복수유량 기준을 추천하고 있다.

(나) 2차유량(Secondary Flow)

기준유량 이외의 성능시험계산에 필요한 측정유량을 말하며 다음과 같은 것들이 있다.

- 보일러 급수펌프 구동용 증기
- 과열기 및 재열기 온도저감수
- 터빈 Gland 누설증기
- 보조증기
- 보일러 급수펌프 밀봉수 및 반환수

(2) 차압측정에 의한 유량계산

(가) 비압축성 유체

$$W=0.01252 \times C \times E \times F_a \times d^2 \times \sqrt{h} \times 10^{-10} \times (rHg-rW_2/rW_1) \text{ (kg/H)}$$

- D : Pipe Inside Diameter(mm)
- d : Throat Diameter(mm)
- C : Coefficient of Discharge(유출계수)
- E : Velocity of Approach Factor(속도근접계수)  
( $=1/\sqrt{1-\beta^4}$ )
- $\beta$  : Ratio of Diameter(직경비) ( $=d/D$ )
- m : Ratio of Area(면적비) ( $=\beta^2=a/A$ )
- Fa : Thermal Expansion Factor of Area  
(검출 소자의 열팽창계수)
- rW<sub>1</sub> : Specific Weight of the Flowing Fluid at the Inlet Side of the Primary Element  
(검출소자 입구측 유체비중량) (kg/m<sup>3</sup>)
- h : Differential Pressure(mmHg)
- rHg-rW<sub>2</sub> : Difference of Specific Weight Between Mercury and Water at Manometer Temperature (Manometer 주위온도하에서의 수은과 물의 비중차) (kgm<sup>3</sup>)

(나) 압축성 유체

- Orifice Plate인 경우

$$W=0.01252 \times C \times E \times F_a \times d^2 \times Y \times \sqrt{h \times 10^{-3} \times (rHg-rW_2)} \times rW_1$$

- Flow Nozzle 또는 Venturi Tube인 경우

$$W=0.01252 \times C \times E \times F_a \times d^2 \times Y_a \times \sqrt{h \times 10^{-3} \times (rHg-rW_2)} \times rW_1$$

- Y 또는 Y<sub>a</sub> : Expansion Factor(팽창계수)

Factor Y는 그림 4-14, Y<sub>a</sub>는 그림 4-15, 16참조

(다) Discharge Coefficient(유출계수)

유량측정장치가 각각 Calibration 되지 않았을 경우의 계산 순서는 다음과 같다.

- ① Reynold's Number Rd를 10<sup>6</sup>으로 추정하고 Flow Element의 직경비  $\beta$ 를 기준으로 유출계수 "C"값을 구한다.

A. Orifice Plate인 경우

- Flange Tap
- 1D and 1/2D Tap
- Vena Contracta Tap

B. Flow Nozzle인 경우

- Pipe Wall Tap을 가진 Long Radius Nozzel
- Throat Tap을 가진 Low  $\beta$  Nozzle

C. Venturi Tube

- 거친주물 Entrance Cone의 Classical Venturi Tube : 0.984
- 기계가공된 Entrance Cone Venturi Tube : 0.995
- 거친 용접된 박판 Entrance Cone Venturi Tube : 0.985

② 위에서 결정한 유출계수 "C"를 대입하여 추정 유량을 계산하고, Throat Diameter에 대한 Reynolds' Number Rd를 구한다.

③ 각각의 Flow Element에 상응하는 표 또는 그림으로부터 Rd와  $\beta$ 에 맞는 새로운 유출계수 "C"값을 구한다.

④ 다시 구한 유출계수 "C"를 가지고 유량을 재계산하여 다시 구한 유출계수 "C"값이 타당한지 검증하여 본다. (재계산된 유량에 의하여 Reynolds' Number를 구하고 Rd와  $\beta$ 에 맞는 유출계수 "C"값을 구하여 "C"값이 일정하게 될 때까지 반복 계산한다.

(라) Reynolds' Number (Rd)

$$Rd = \frac{\bar{v} d}{\nu}$$

$\bar{v}$  : Mean Velocity(m/s,  $= \frac{Q}{a}$ )

d : Throat Diameter(m)

$\nu$  : Kinematic Viscosity(m<sup>2</sup>/S)

※ 여기서 Reynolds' Number Rd는 Orifice와 Throat에서의 속도와 직경을 기준으로 함.

(3) 기설유량계의 지시치를 사요한 경우의 보정

$$W = W_t \times \sqrt{\frac{P_t}{P_D} \cdot \frac{V_D}{V_t}}$$

W : 보정유량(kg/H)

W<sub>t</sub> : 시험시의 기설유량계의 지시치(kg/H)

P<sub>t</sub> : 시험시의 유체의 압력(ata)

P<sub>D</sub> : Flow Element의 설계압력(ata)

V<sub>t</sub> : 시험온도와 압력에서의 유체 비체적(m<sup>3</sup>/kg)

V<sub>D</sub> : Flow Element의 설계온도와 압력에서의 유체 비체적(m<sup>3</sup>/kg)

나. 증기유량 계산

(1) 주증기유량(Throttle Steam Flow) : WMS  
 WMS=WFW+WASH-iWDM-WSAX-WSAE-WSPBI-WCLB

WFW : 최종급수가열기 출구 급수유량(kg/H)

WASH : 과열기 Spray 유량(kg/H)

iWDM : Drum 유위변동량(kg/H)

WSAX : 보일러에서 공급되는 보조증기량(kg/H)

WSAE : 보일러에서 공급되는 공기추출기 구동용 증기량(kg/H)

$$WSAE = 75.2 \times C \times A \times \sqrt{P/V}$$

P : 구동용증기 압력(ata)

V : 구동용증기 비체적(m<sup>3</sup>/kg)

C : 유출계수(=0.98)

A : Nozzle 총단면적(cm<sup>2</sup>)

WSPBI : 보일러 Sampling 유량(Eco. - H.P TBN)(kg/H)

WCLB : 보일러 불명손실유량(kg/H)→

총 불명손실유량의 50%로 함.

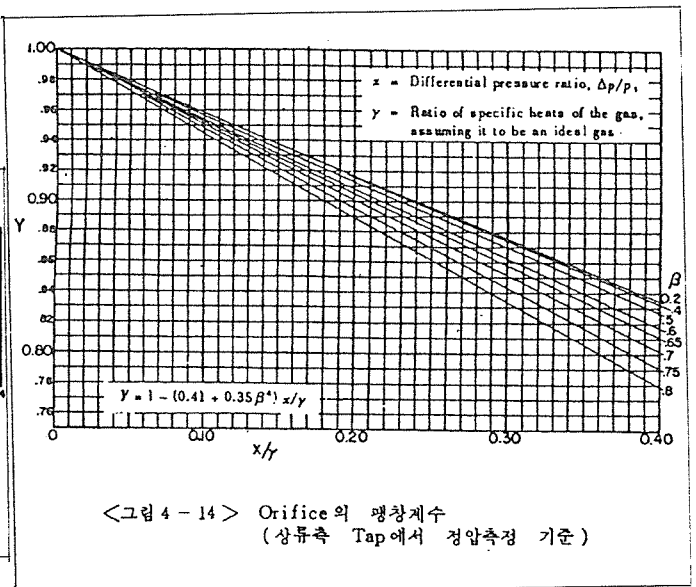
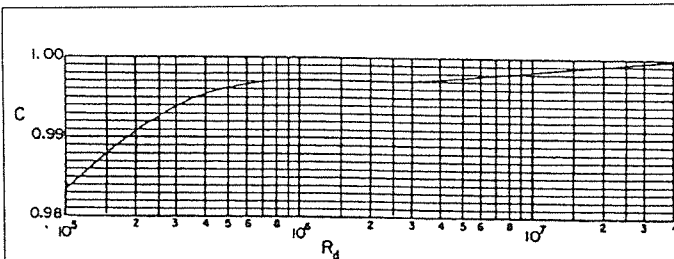
$\beta \backslash R_d$	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	75,000	100,000	500,000	1,000,000
.1500	.6109	.6089	.6075	.6065	.6056	.6050	.6038	.6030	.6020	.6014	.6006	.6002	.5993	.5992
.2000	.6098	.6077	.6061	.6050	.6041	.6034	.6021	.6012	.6001	.5995	.5986	.5982	.5972	.5970
.2500	.6104	.6081	.6064	.6052	.6043	.6035	.6021	.6012	.6001	.5994	.5985	.5980	.5969	.5968
.3000	.6125	.6100	.6083	.6070	.6059	.6051	.6037	.6027	.6015	.6007	.5998	.5993	.5981	.5979
.3500	.6156	.6130	.6110	.6096	.6085	.6076	.6060	.6049	.6036	.6028	.6017	.6012	.5999	.5997
.4000	.6197	.6166	.6145	.6128	.6115	.6105	.6087	.6075	.6059	.6050	.6038	.6032	.6017	.6015
.4500	.6249	.6213	.6187	.6168	.6153	.6140	.6119	.6104	.6086	.6075	.6061	.6053	.6036	.6034
.5000	.6314	.6270	.6238	.6215	.6196	.6182	.6155	.6138	.6116	.6102	.6085	.6076	.6055	.6052
.5500	.6391	.6337	.6298	.6269	.6246	.6228	.6195	.6174	.6147	.6130	.6109	.6098	.6072	.6068
.5750	.6434	.6374	.6331	.6298	.6273	.6253	.6217	.6193	.6163	.6145	.6121	.6109	.6080	.6076
.6000	.6479	.6412	.6365	.6329	.6301	.6279	.6239	.6212	.6179	.6158	.6132	.6118	.6086	.6082
.6250	.6525	.6451	.6399	.6359	.6328	.6304	.6259	.6230	.6193	.6171	.6141	.6126	.6091	.6087
.6500	.6571	.6489	.6431	.6388	.6354	.6327	.6278	.6245	.6205	.6180	.6148	.6131	.6092	.6087
.6750	.6614	.6525	.6461	.6413	.6376	.6346	.6292	.6256	.6212	.6185	.6149	.6131	.6088	.6083
.7000	.6652	.6554	.6484	.6432	.6391	.6359	.6300	.6261	.6212	.6183	.6144	.6124	.6077	.6071
.7250	.6697	.6591	.6515	.6458	.6413	.6378	.6314	.6271	.6218	.6186	.6143	.6122	.6071	.6065
.7500	.6788	.6672	.6589	.6526	.6478	.6439	.6369	.6323	.6265	.6230	.6183	.6160	.6104	.6097

<표 4 - 1b> Flange Taps: Discharge Coefficients, C, for Square-Edged Orifices

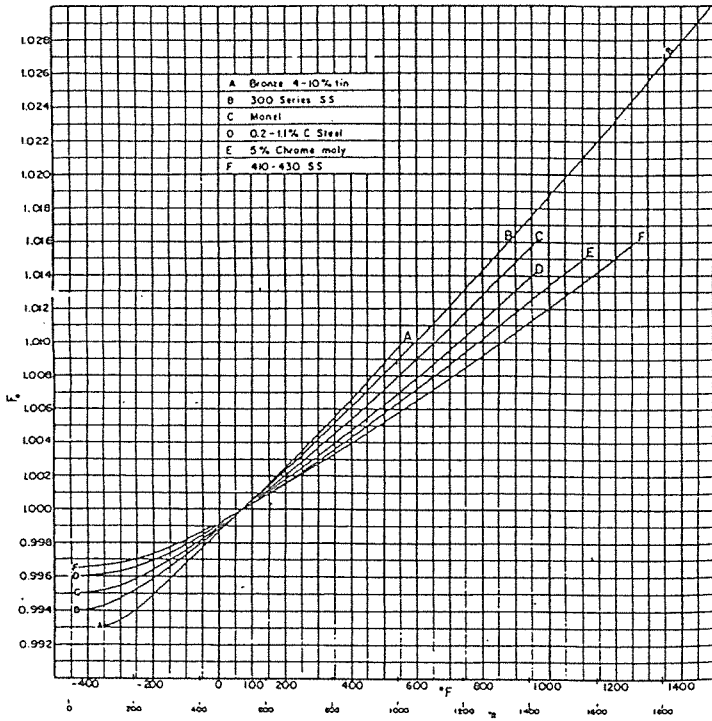
(4-in. Pipe, D=4.026 in.)

$\beta \backslash R_d$	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	75,000	100,000	500,000	1,000,000
.1500	.6126	.6094	.6071	.6054	.6041	.6030	.6011	.5998	.5982	.5973	.5960	.5954	.5939	.5937
.2000	.6147	.6114	.6090	.6072	.6058	.6047	.6026	.6013	.5996	.5986	.5973	.5966	.5950	.5948
.2500	.6167	.6133	.6108	.6090	.6076	.6064	.6044	.6030	.6013	.6003	.5989	.5983	.5966	.5964
.3000	.6187	.6152	.6127	.6108	.6093	.6082	.6061	.6047	.6029	.6019	.6005	.5998	.5981	.5979
.3500	.6178	.6152	.6132	.6116	.6103	.6081	.6066	.6047	.6029	.6019	.6003	.6013	.5995	.5993
.4000	.6219	.6188	.6166	.6148	.6133	.6108	.6097	.6069	.6056	.6039	.6031	.6031	.6010	.6008
.4500	.6278	.6241	.6213	.6192	.6175	.6144	.6123	.6097	.6082	.6061	.6051	.6051	.6026	.6023
.5000	.6311	.6276	.6249	.6228	.6218	.6189	.6163	.6131	.6111	.6086	.6073	.6073	.6042	.6038
.5500	.6398	.6354	.6320	.6292	.6273	.6243	.6210	.6169	.6144	.6112	.6095	.6095	.6056	.6051
.5750	.6448	.6398	.6359	.6329	.6273	.6236	.6190	.6162	.6125	.6086	.6067	.6067	.6026	.6021
.6000	.6501	.6445	.6401	.6367	.6304	.6263	.6211	.6179	.6138	.6097	.6077	.6077	.6034	.6029
.6250	.6554	.6493	.6445	.6406	.6336	.6289	.6231	.6196	.6149	.6108	.6087	.6087	.6042	.6037
.6500	.6587	.6541	.6487	.6444	.6366	.6313	.6248	.6209	.6157	.6113	.6091	.6091	.6044	.6039
.6750	.6628	.6587	.6527	.6479	.6392	.6334	.6262	.6219	.6161	.6113	.6089	.6089	.6040	.6035
.7000	.6662	.6628	.6562	.6508	.6413	.6349	.6269	.6221	.6157	.6115	.6089	.6089	.6038	.6033
.7250	.6697	.6659	.6594	.6535	.6430	.6360	.6272	.6220	.6150	.6115	.6086	.6086	.6034	.6029
.7500	.6734	.6691	.6626	.6567	.6456	.6383	.6291	.6236	.6161	.6125	.6093	.6093	.6039	.6034

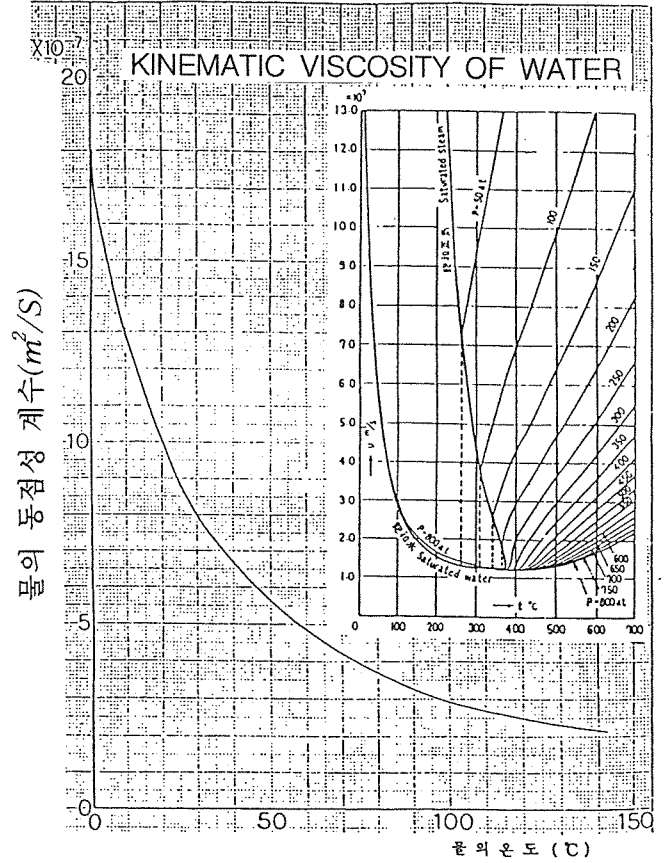
<그림 4 - 13> Throat Pressure Tap 의 유출계수곡선 (Low-β Nozzle)



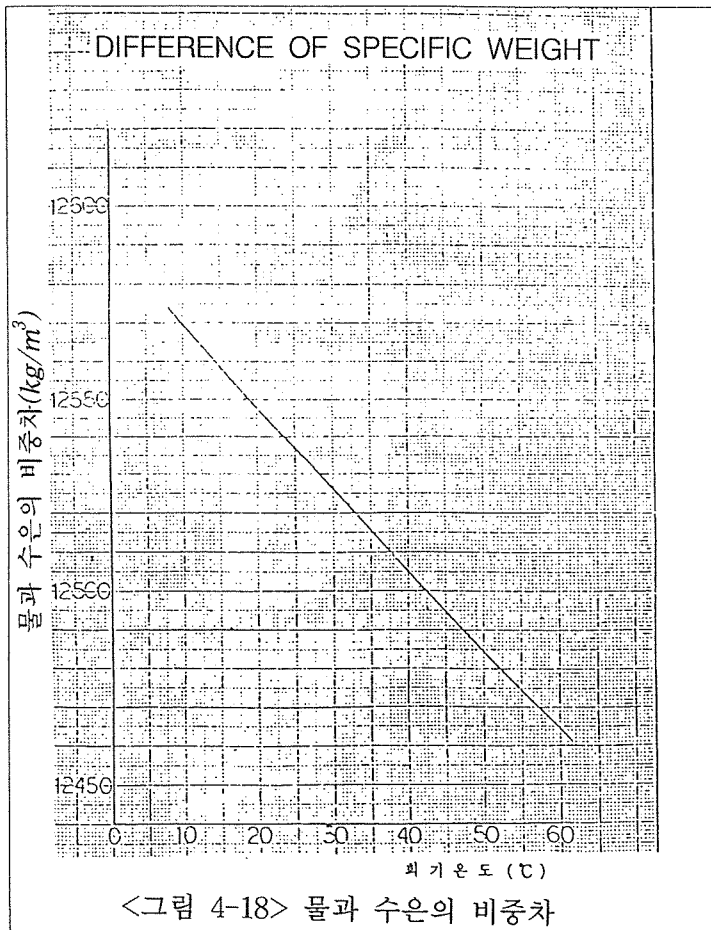
<그림 4 - 14> Orifice 의 팽창계수 (상류측 Tap에서 정압측정 기준)



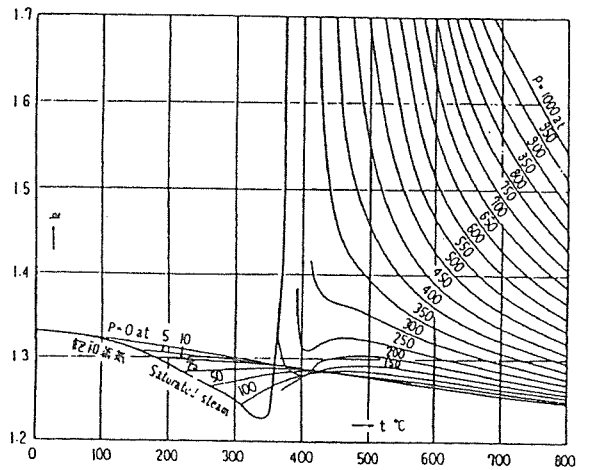
<그림 4-17> 검출소자(Primary Element)의 열팽창에 따른 Area Factor(Fa)



<그림 4-19> 물의 동점성 계수 (Kinematic Viscosity of Water)



<그림 4-18> 물과 수은의 비중차



<그림 4-20> 증기의 단열지수 (Isentropic Exponent  $\kappa$  of Steam)

<표 4 - 5> 동점성계수 Kinematic Viscosity  $\nu \times 10^7$  (m<sup>2</sup>/s)

圧力 Pressure at	溫 度 (Temperature) °C																	
	0	50	100	150	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650	700
1	17.533	5.507	208.2	278.4	357.8	446.6	544.8	653	710	770	832	896	963	1033	1178	1334	1498	1673
5	17.527	5.507	2.912	1.975	69.48	87.77	107.8		141	153	166	179	192	206	235	266	300	334
10	17.520	5.506	2.912	1.976	33.84	42.88	53.21		70.4	76.4	82.6	89.1	95.9	103	117	133	150	167
25	17.499	5.504	2.913	1.978	1.549	15.81	20.37		27.7	31.1	32.7	35.3	38.0	40.9	46.8	53.1	59.7	66.8
50	17.463	5.501	2.915	1.981	1.552	1.340	9.303		13.4	14.7	16.0	17.4	18.8	20.2	23.2	26.4	29.8	33.8
75	17.428	5.497	2.916	1.984	1.556	1.343	5.476		8.66	9.55	10.5	11.4	12.3	13.3	15.4	17.5	19.8	22.2
100	17.392	5.494	2.918	1.986	1.559	1.346	1.265		6.24	6.95	7.67	8.39	9.12	9.87	11.4	13.1	14.8	16.6
125	17.357	5.491	2.919	1.989	1.562	1.349	1.264		4.76	6.38	5.98	6.58	7.19	7.80	9.07	10.4	11.8	13.3
150	17.322	5.488	2.921	1.993	1.566	1.352	1.264		3.74	4.31	4.85	5.37	5.89	6.42	7.50	8.63	9.80	11.0
175	17.287	5.485	2.923	1.996	1.569	1.355	1.264		2.97	3.53	4.03	4.50	4.97	5.44	6.38	7.36	8.38	9.45
200	17.253	5.481	2.924	1.999	1.573	1.358	1.265	1.23	2.33	2.93	3.40	3.84	4.27	4.69	5.54	6.41	7.32	8.26
225	17.218	5.478	2.926	2.002	1.576	1.362	1.266	1.22	1.60	2.43	2.91	3.33	3.73	4.12	4.89	5.68	6.49	7.33
250	17.184	5.475	2.928	2.005	1.580	1.365	1.268	1.21	1.18	2.01	2.51	2.92	3.29	3.65	4.37	5.09	5.83	6.60
275	17.149	5.472	2.930	2.008	1.584	1.368	1.270	1.22	1.18	1.62	2.17	2.58	2.94	3.28	3.94	4.61	5.29	6.00
300	17.115	5.469	2.931	2.011	1.587	1.372	1.272	1.22	1.18	1.33	1.89	2.29	2.64	2.96	3.59	4.21	4.84	5.49
350	17.048	5.464	2.935	2.017	1.595	1.379	1.276	1.22	1.18	1.21	1.46	1.85	2.18	2.47	3.04	3.69	4.14	4.71
400	16.981	5.458	2.939	2.024	1.602	1.387	1.282	1.23	1.19	1.20	1.29	1.55	1.84	2.12	2.63	3.13	3.62	4.13
450	16.915	5.452	2.942	2.030	1.609	1.394	1.287	1.23	1.19	1.20	1.24	1.38	1.61	1.86	2.32	2.77	3.22	3.68
500	16.849	5.447	2.946	2.037	1.617	1.402	1.294	1.23	1.19	1.20	1.23	1.31	1.46	1.67	2.08	2.50	2.91	3.32
550	16.784	5.442	2.950	2.043	1.625	1.410	1.301	1.23	1.19	1.20	1.22	1.27	1.38	1.53	1.90	2.28	2.66	3.04
600	16.720	5.436	2.954	2.050	1.632	1.418	1.308	1.23	1.20	1.20	1.22	1.25	1.33	1.45	1.76	2.10	2.45	2.80
650	16.656	5.431	2.958	2.057	1.640	1.426	1.315	1.23	1.20	1.20	1.22	1.24	1.30	1.39	1.65	1.96	2.28	2.61
700	16.593	5.426	2.962	2.063	1.648	1.434	1.323	1.23	1.20	1.21	1.22	1.24	1.28	1.35	1.57	1.85	2.14	2.45
750	16.531	5.421	2.966	2.070	1.656	1.442	1.331	1.24	1.21	1.21	1.22	1.24	1.27	1.33	1.51	1.75	2.03	2.31
800	16.470	5.417	2.970	2.077	1.664	1.451	1.339	1.24	1.21	1.21	1.22	1.23	1.26	1.31	1.46	1.68	1.93	2.19

주: 밀선을 붙인 0°C와 1 at의 상태는 준안정된 액체상태이며, 이 상태에 있어서 안정된 상태는 고체상태이다.

(2) 재열기입구 증기유량(Cold Reheat steam Flow):WCR

WCR=WMS-WLKH-WE8H-WE7H-WSSC-WSAH-WBPH

WMS : 주증기유량(kg/H)

WLKH : MSV,CV 및 고압터빈 Gland 누설증기중

재열기를 통과하지 않는 유량(kg/H)

WE8H : 고압터빈에서 공급되는 #8 급수가열기 추가유량(kg/H)

WE7H : 재열기 입구증기로부터 공급되는 #7 급수가열기 추가유량(kg/H)

WSSC : SC 가열용 증기유량(kg/H)

WSAH : SAH 가열용 증기유량(kg/H)

WBPH : 주증기 또는 재열기 입구증기에서 공급되는 급수펌프 구동용 증기유량(kg/H)

(3) 재열증기유량(Hot Reheat steam Flow) : WHR

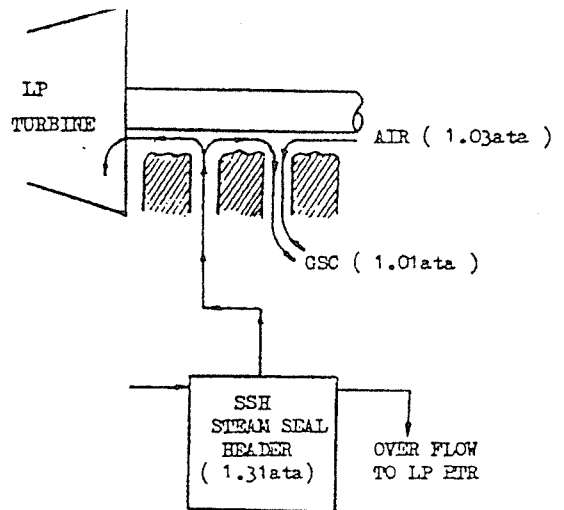
WHR = WCR+WARH-WSPB2

WCR : 재열기입구 증기유량(kg/H)

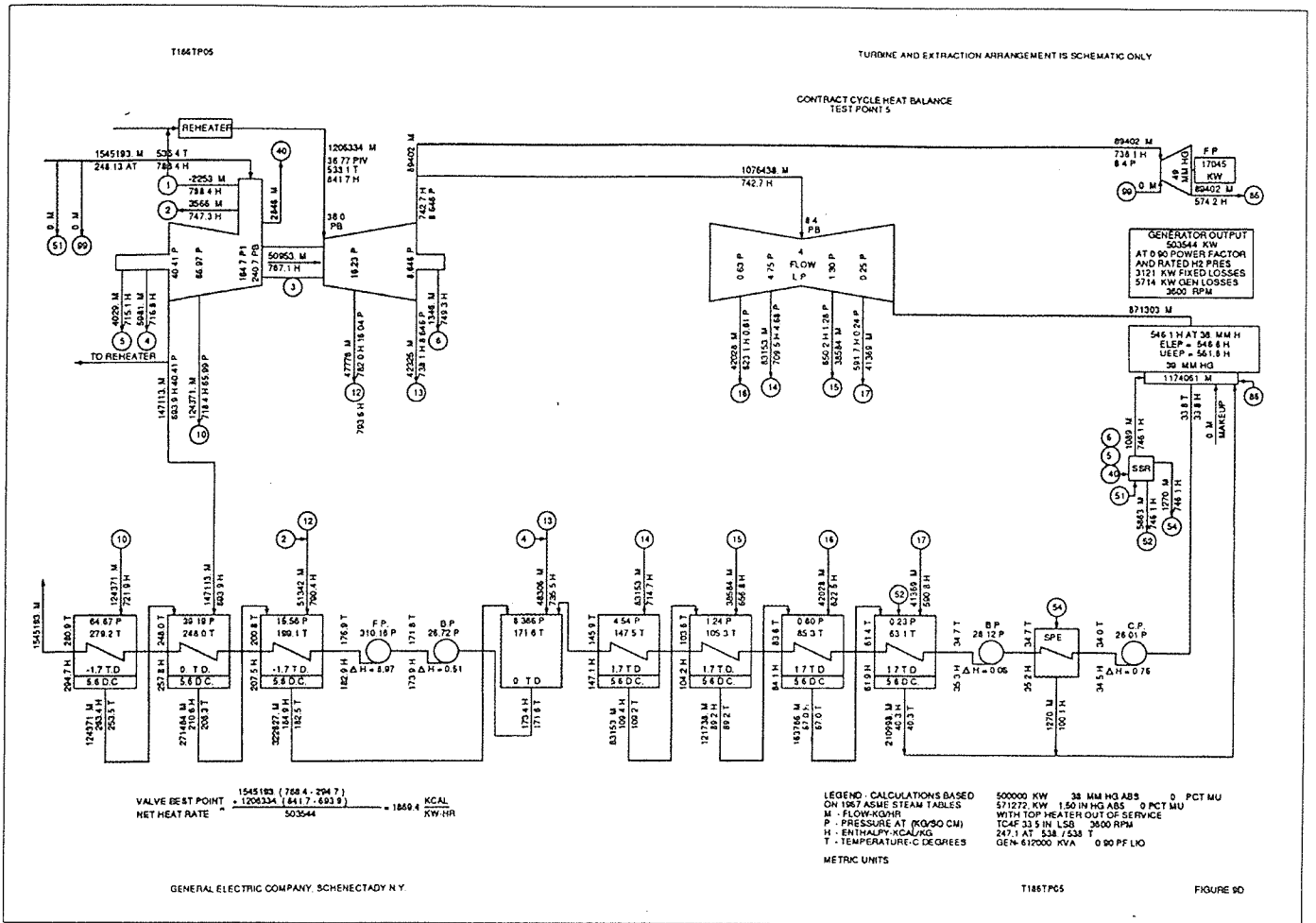
WARH : 재열기 Spray 유량(kg/H)

WSPB2 : 보일러 Sampling 유량(C고-IP TBN)(kg/H)

(4) 터빈 Gland 밀봉장치 유량



<그림 4-9> 저압터빈 GLAND SEAL 의 구조 예



### 5. 열소비율(heat Rate) 계산

열소비율이란 일반적으로 1kW의 전력을 발생하는데 소비된 시간당의 열량을 나타낸 것으로 다음 식과 같이 정의되며 Gross 및 Net Heat Rate에 공히 적용되고 있다.

또 보일러 급수펌프의 동력은 터빈 열소비율에 영향을 미치고 동시에 열소비율을 정의하는데 서로 차이가 나는 원인이 되고 있다. 터빈발전기 설비공급자에 반드시 다음중 어느 열소비율을 적용할 것인지 미리 제시하여야 한다.

- Gross Heat Rate : GHR

o 전동기구동식 급수펌프

$$GHR = \text{열소비량} / \text{발전기출력}$$

o 터빈구동식 급수펌프

$$GHR = \text{열소비량} / (\text{발전기출력} + \text{급수펌프동력})$$

- Net Heat Rate : NHR

o 전동기구동식 급수펌프

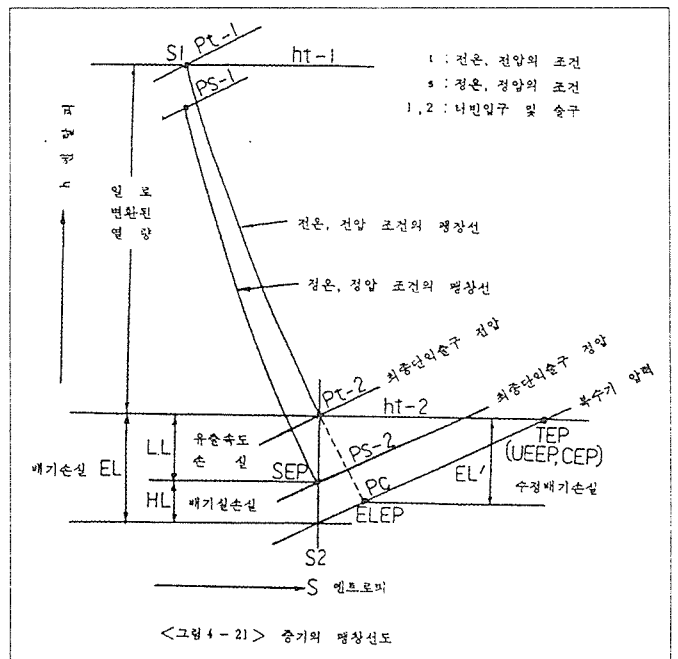
$$NHR = \text{열소비량} / (\text{발전기출력} - \text{전동기동력})$$

o 터빈구동식 급수펌프

$$NHR = \text{열소비량} / \text{발전기출력}$$

상기 터빈 Gross 또는 Net Heat Rate는 모두 적용되며 계산결과치를 설계치와 비교하기 위하여 시험열소비율은 설계 Heat Balance상에 명시된 계산식을 적용하여 산출함.

### 6. 팽창선종단엔탈피(ELEP) 계산





$$EL=LL + HL$$

$$EL'=EL \times 0.87 \times (1-0.01M) \times (1-0.00665M)$$

$$ELEP=UEEP-EL \times 0.87 \times (1-0.01M) \times (1-0.00665M)$$

L : 최종익 출구에서 복수기까지 사이에 운동에너지가 열에너지로 변하여 복수기 입구의 증기상태는 TEP(TBN end Point)로 나타냈다.

HL : 동익 출구에서부터 복수기 입구까지 사이의 손실로 배기실 손실(Hood Loss)

ELEP : LL과 HL이 유효하게 일을 했다고 가정할 경우의 증기팽창 최종단이다.

- 유효사용 에너지 종단엔달피(UEEP : Used Energy End Point)는 터빈 최종단회전익 출구 증기의 상태로 터빈에서 Energy가 유효하게 이용된 종단을 말한다.

UEEP를 TEP(Turbine End Point) 또는 CEP(Condenser End Point)라고도 하며, 이 UEEP는 터빈의 Energy Balance에 의하여 계산된다. 터빈 본체의 입열에서 터빈출력을 포함한 출력을 빼고난 나머지열량 즉 복수기로 배출되는 열량을 저압터빈의 배기유량으로 나눈값으로 정의된다.

$$UEEP = \frac{\text{입열(Heat In)} - \text{출열(Heat Out)}}{\text{저압 터빈 배기유량(LP Exhaust Flow)}}$$

- 팽창선 종단엔달피(ELEP : Expansion line End Point)는 증기가 터빈에서 팽창을 완료한 점의 엔달피로 증기가 최종익군(Last Group) 효율하에서 복수기 압력까지 팽창하였을때의 증기상태점을 말한다. ELEP는 UEEP에서 저압터빈의 최종단익군의 대표적인 내부효율과 습도가 감안된 수정 배기손실을 뺀 값으로

$$ELEP = UEEP - EL(0.87)(1-0.01M)(1-0.00665M)$$

M : ELEP의 습도

으로 나타낼수 있으며, 시행착오법(Trial and Error Method)에 의한 반복계산에 의해 구해진다.

- 터빈팽창선도를 작도하고 추정 ELEP를 잡는다.
- 습증기영역에 있는 급수가열기의 추기엔달피를 팽창선상에서 구하여 급수가열기 열정산을 실시한다.
- 저압터빈 배기유량을 계산한다.
- 터빈 본체 입열을 계산한다. (주증기 보유열량 + 재열증기 보유열량)
- 터빈본체로부터 배출된 출열을 구한다.(CRH 증기보유열량 + 각 추기보유열량 + Gland

누설증기보유열량 + 터빈 축동력)

- 복수기 유입열량을 계산한다.(입열 - 출열)
- UEEP 계산한다. (복수기 유입열량/저압터빈 배기유량)
- 추정 elep에 의해 배기속도를 계산한다.
- 배기속도를 가지고 배기손실곡선에서 배기손실을 구한다.
- ELEP를 계산한다.
- 계산된 ELEP와 추정 ELEP가 일치하는지 확인한다.
- 계산된 ELEP와 추정 ELEP가 서로 차이가 나면 계산된 ELEP를 기준으로 하여 "a"항부터 재계산하며 그 차가 0.07kal/kg 이내가 될 때까지 반복계산한다.

#### 가. 터빈축동력(Turbine Shaft Output)

터빈축동력은 발전단출력에다 발전기의 전기적 손상과 터빈·발전기의 기계적 손실을 합하므로 구할 수 있다.

#### (1) 수정발전단 출력 : GKWC

$$GKWC = CKWM + (GLPF + GLH2 - GLD)$$

#### (2) 터빈축동력 : GKWT

$$GKWT = GKWC + GLD + ML$$

GKWC : 설계조건의 역률과 설계조건의 수소압력으로 환산한 수정발전단 출력(kW)

GKWM : 측정발전단 출력(kW)

GLPF : 시험시 역률과 설계수소압력에서의 발전기손실(kW)

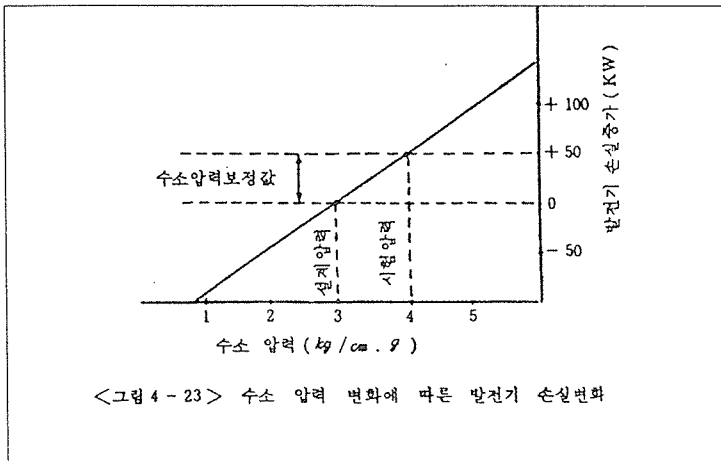
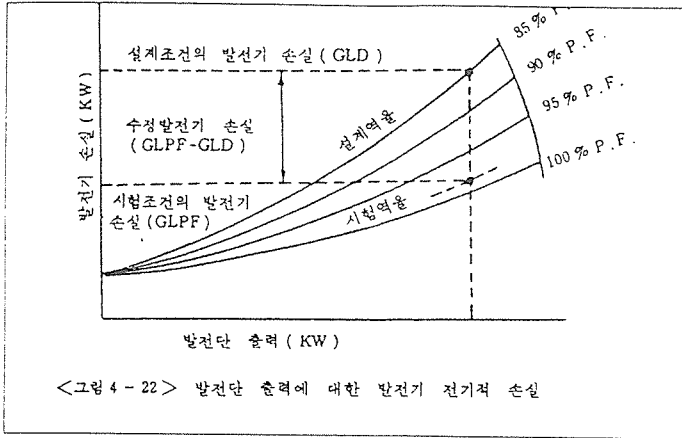
GLH2 : 수소압력 보정치(kW)

GLD : 설계조건의 역률과 수소압력에서의 발전기손실(kW)

GKWT : 터빈축동력

ML : 기계적손실

- ※ 설계조건과 다른 역률(Power Factor)과 수소압력에서 발전기 운전되었다면 발전기출력은 보정되어야 한다. 발전기 역률이 변화하면 발전기 철손(iron Loss)과 기계손(Friction Loss)은 변화하지 않지만 고정자저항손(Stator I<sup>2</sup>R Loss), 계자저항손(Rotor I<sup>2</sup>R Loss), 표류부하손(Stray Load Loss) 및 여자손(Exciter Loss)은 발전기 역률에 따라 그 값이 변화하므로 발전기 역률도 따라 변화한다.



나. 측정 ELEP를 구한다.

먼저 Mollier 선도상에 재열터빈 입구증기 및 각 추기의 상태점을 표시한 후 제작자가 제시한 설계 팽창선도와 유사하도록 유연하게 연결시켜 시험팽창선도를 작도하고 이 팽창선도를 저압터빈 배기압력까지 연장하여 시험치 배기압력과 만난 점을 ELEP 추정치로 삼는다.

다. 저압급수가열기 열정산을 실시한다.

습증기영역에 있는 저압급수가열기 추기의 엔탈피는 시험팽창선과 추기압력과의 만나는 점에서 구하여 저압급수가열기 열정산을 실시한다.

라. 저압터빈 배기량을 계산한다. : WLPO

$$WLPO = WHR + WLK3 - WE6T - WE5T - WLK6 - WE4T - WE3T - WE2T - WE1T + WSSL$$

WHR : 재열증기 유량(kg/H)

WLK3 : 고·중압터빈관 누설증기 유량(kg/H)

WLK6 : #3 Gland(중압터빈) 누설증기 유량(kg/H)

WE6~1T : #6~1 급수가열기 터빈측 추기 유량(kg/H)

WSSL : 복수기 유입 밀봉증기 유량(kg/H)

마. 터빈본체 출열을 구한다. : Qin

$$Qin = WMS \times HMS \times WHR \times HHR$$

WMS : 주증기 유량(kg/H)

HMS : 주증기 엔탈피(kcal/kg)

WHR : 재열증기 유량(kg/H)

HHR : 재열증기 엔탈피(kcal/kg)

바. 터빈본체 출열을 구한다. : Qout

저압터빈 배기열량(복수기 입열)을 제외한 터빈의 모든 출열을 계산한다.

$$Qout = qout hp + Qout ip + qout lp + Qout kw$$

(1) 고압터빈 출열 : Qout hp

(2) 중압터빈 출열 : Qout ip

(3) 저압터빈 출열 : Qout lp

사. 복수기 유입열량 : QLPO

$$QLPO = Qin - Qout(kcal)$$

아. 유효사용에너지 종단엔탈피(UEEP)를 계산한다.

$$UEEP = \frac{\text{복수기 유입열량}(QLPO)}{\text{저압터빈 배기열량}(WLPO)} \text{ (kcal/kg)}$$

자. 추정 ELEP의 습도를 구한다. : M

Mollier 선도상에서 구하거나 추정 ELEP의 엔탈피에서 계산에 의해서 구한다.

$$M = \frac{h'' - ELEP}{h'' \times h'} \times 100(\%)$$

h'' : 배기터빈 배기압력에 상당한 포화증기 엔탈피(kcal/kg)

h' : 저압터빈 배기압력에 상당한 포화수 엔탈피(kcal/kg)

차. 저압터빈 배기압력에 해당하는 건포화증기 비체적을 구한다. : Vs

카. 배기속도를 구한다. : Van

$$Van = \frac{WLPO \times Vs \times (1 - 0.01M)}{3600 \times Aan \times N} \text{ (m/S)}$$

Vs × (1 - 0.01M) : 추정 ELEP의 비체적(m<sup>3</sup>/kg)

원래 비체적은 “포화수비체적+건도×(포화증기비체적-포화수비체적)”으로 계산되어야 하나, 포화증기에 대한 포화수의 비체적이 극히 적으므로 바로 “포화증기비체적×건도”로 계산한다.

Aan : 배기단환상면적(Annulus Area)(m<sup>2</sup>)

$$Aan = \pi DL$$

D : Pitch경(m)

L : 최종단익길이(m)

N : 배기분류수(Number or LP Ends)

타. 배기손실(Exhaust Loss) : EL을 구한다.

배기손실곡선에서 배기속도에 따른 배기손실을 구한다.

파. 팽창선종단엔탈피(ELEP)를 계산한다. : ELEP

$$ELEP = UEEP - EL \times 0.87 \times (1 - 0.01M) \times (1 - 0.0065M) \text{ (kcal/kg)}$$

하. 계산된 ELEP가 타당한지 검증한다.

계산된 ELEP가 추정 ELEP와의 차가 0.07kcal/kg 을 초과할 경우에는 계산된 ELEP를 기준으로 하여 새로운 시험팽창곡선도를 그린후 습증기영역에 있는 추기엔탈피 재추정 및 ELEP를 재계산하여 추정 ELEP와 계산 ELEP의 편차가 0.07kcal/kg 이내를 만족할 때까지 처음부터 반복계산 하여야 한다.

만약 이 두 값의 편차가 만족할 만한 범위 이내로 들어오게 되면 계산된 ELEP값을 기준으로 삼는다.

### 7. 터빈 내부효율(Internal Efficiency) 계산

#### 가. 터빈 내부효율

터빈 내부효율은 입구증기가 출구압력까지 팽창함에 있어서 단열낙차(Available Energy : 손실이 없는 증기의 이론 일량)와 사용열낙차(Used Energy)와의 비를 말한다. 내부효율은 일반적으로 고압, 중압 및 저압터빈으로 구분하여 계산하며 저압터빈의 경우 단열열낙차를 UEEP와 ELEP의 2가지 경우로 나누어 계산한다. 계산결과 설계효율과 비교하여 터빈 내부효율의 변화원인을 분석하여야 한다.

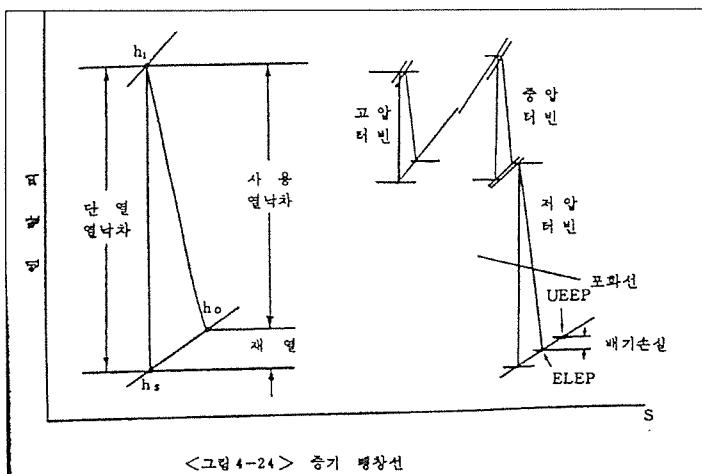
$$\text{내부효율} = \frac{\text{사용열낙차(Available Energy)}}{\text{단열열낙차(Used Energy)}} = \frac{h_1 - h_0}{h_1 - h_s} \times 100(\%)$$

$h_1$  : 입구증기 엔탈피(kcal/kg)

$h_0$  : 출구증기 엔탈피(kcal/kg)

$h_s$  : 입구증기가 출구압력까지 단열팽창 하였을때의 엔탈피(kcal/kg)

(입구증기의 압력과 온도에 의해 Entropy를 구한 다음, 이 Entropy와 출구압력에 해당하는 엔탈피를 구한다.)



<그림 4-24> 증기 팽창선

터빈 내부상태의 양, 부의 확인과 각 단락간의 Packing Seal 간극증대로 인한 누설량 증가여부의 판단에 유용하게 활용되며, 다음번 예방정비시의 정비필요성 자료도 제공해 주는 바, 내부효율의 저하는 설비상으로는 Blade & Nozzle의 침식과 Scale 부착 Packing 누설량 증대로 인하여 일어나며, 운전상으로는 무엇보다도 주증기의 온도, 압력과 재열증기의 온도가 정격치로 유지되는냐에 달려 있다.

보다 자세히 내부상태를 파악하려면 각 추기점의 온도, 압력 및 팽창일에 따른 온도강하치를 비교해 보는 방법이 있으며

- ① 첫단압력 및 첫단압력비 추세를 파악하여 첫단의 상태를 추정해보는 것으로써 압력비 증가시는 Scale 부착, 감소시는 침식영향을 생각할 수 있으며, 이렇게 첫단압력을 이용하는 것은 측정이 쉽고, 터빈의 기계적인 상태가 나빠지지 않는 한 재현성이 좋으며, 계통 운전변화에 큰 영향을 받지 않는다는 점 때문이다
- ② 어느 특정 추기점의 압력이 증감되었을 때인데, 압력이 증가된 경우에 하류측 추기점과 동반한 경우는 해당단을 포함한 하류측에 Scale 부착등으로 증기 통로면적이 감소된 것으로, 하류측 추기압력의 변화가 없으면 해당단을 포함한 상류측의 흐름제한이 있는 것으로 의심해야 하며, 압력이 감소한 경우는 침식의 영향일 가능성이 큰 것으로 추정해볼 수 있고
- ③ 어느 특정 추기점의 온도가 상승한 경우인데, 이때는 바로 앞 단락의 내부 Seal 간극증대로 인한 누설량 증가 영향인 경우가 대부분이며
- ④ 고압터빈 출구온도인데, 개략적으로 고압터빈 내부효율을 짐작케 해주는 요소로써 온도가 서서히 증가시는 침식, 관석부착, 누설량 증가등에 의한 내부효율 저하를 의미하며, 급격히 증가시는 외부에서 유입된 이물질등으로 터빈손상이 일시적으로 크게 발생했음을 예상케 해줌.

끝으로는 고압터빈 첫 추기점의 온도으로써, 일반적으로 고압터빈의 성능저하는 주로 첫단을 포함한 앞단에서 발생하므로 고압터빈 출구온도와 함께 터빈 내부상태를 추정하는 유용한 Data로 활용할 수 있음.

따라서 어느 한 부하를 기준삼아 지속적으로 추이를 관찰하여 이상이 있는 곳은 예방정비시 집중적으로 점검, 정비를 하여 터빈 성능향상을 도모할 수 있을 것이다.

## 8. 계산결과 보정

시험시의 성능은 설계사이클과 대등한 조건에서 설계성능과 비교되어야 하므로, 설계치 대비시험운전조건 즉 증기 및 운전사이클의 변화 영향에 대하여 시험결과를 보정해 주는 것이다.

따라서 설계사이클에 상응하는 보정사이클을 얻기 위하여 시험 터빈효율을 유지하면서 시험시의 증기 및 사이클조건 대신에 설계조건을 대입하여 재계산하여야 한다.

가. 성능시험시의 설계치 대비 운전조건이 변하기 쉬운 항목은 다음과 같다.

(1) 시험중 조정할 수 있는 항목

- 주증기 압력 ◦ 주증기 온도
- 재열증기 온도
- 저압터빈 배기압력(설계치보다 진공도가 낮을 경우 조정 불가능함)

◦ 보충수 유량

(2) 시험시 조정할 수 없는 항목

- 재열기 압력 강화율 ◦ 재열기 Spray 유량
- 과열기 Spray 유량(최종급수가열기 출구에서 공급될 경우에는 관계없음)
- 보조증기 유량
- 추기관에서의 압력강화 및 열손실
- 급수가열기 종단온도차(TTD)
- 급수가열기 Drain 접근온도차(DCA)
- 복수 및 급수펌프에서의 급수엔탈피 상승
- 사이클 손실(일반적으로 설계에서는 없는 것으로 함.)

나. Group 1 보정

Group 1 보정은 설계사이클대비 시험사이클의 변화중 터빈본체가 아닌 외부의 운전조건(주로 급수가열기 계통)으로 인하여 터빈성능에 미치는 영향을 보정해 주는 것으로 계산 또는 제작자측에서 제시한 곡선에 의하여 보정하며 적용범위 및 계산 절차는 다음과 같다.

(1) Group 1 보정의 적용범위

- 급수가열기 종단온도차(Terminal Temp Difference : TTD)
- 급수가열기 Drain 접근온도차(Drain Cooler Approach Difference : DCA)
- 추기관 압력강화와 열손실
- 계통수 저장조 유위변화
- Steam Packing 누설유량
- 복수 및 급수펌프의 급수 엔탈피 상승

- 복수기 복수과냉각온도(Condensate Temp Depression, Subcooling)
  - 보충수 유량 ◦ 과열기 및 재열기 Spray 유량
  - 발전기 역률, 전압, 수소압력, 주파수
- 다. Group 2 보정

터빈 본체의 운전조건으로 터빈성능에 직접 영향을 미치는 출구 및 출구증기조건외 설계치대비 변화율에 대한 보정을 말한다. 보정방법은 터빈 제작자가 제출한 보정곡선을 이용한다.

이때 적용하는 증기조건(재열증기)은 Group 1 보정후의 증기조건을 적용하여야 한다.

적용항목은 다음과 같다.

- 주증기 압력, 주증기 온도, 재열열증기 온도
- 저압터빈 배기압력(복수기 진공도)

Group 1 보정항목중에서도 Group 1 보정을 미 실시한 항목이 있을 경우는 제작자가 제출한 곡선에 의하여 Group 2 보정시 함께 보정을 실시한다.

보정계수(Correction Factor)는 “1+변화율(%) / 100”으로 표시되며, 이 보정치는 시험치를 보정계수로 나누어 얻어진다.

(1) 열소비율 보정

(가) 총보정계수 : C

$$C = C1 \times C2 \times C3 \times C4 \times C5$$

C1 : 주증기압력 보정계수

C2 : 주증기온도 보정계수

C3 : 재열증기온도 보정계수

C4 : 재열기 압력강화 보정계수

C5 : 배기압력 보정계수

(나) 보정 열소비율 : HRC

$$HRC = \frac{HR1}{C/100} \text{ (kcal/KWH)}$$

HR1 : Group 1 보정 열소비율(kcal/kg)

(다) 열소비율 편차

$$\text{Differential heat Rate} = \frac{HRC - HRD}{HRD} \times 100$$

HRD : 설계 열소비율(kcal/KWH)

(2) 출력 보정

Group 1 보정 발전단 출력을 열소비율 보정과 동일한 방법으로 Group 2 보정한다.

라. 시험결과 비교

Group 2 보정된 성능점들을 연결한 시험성능곡선과 설계성능곡선을 작도한 후 시험결과를 설계성능과 비교하여야 한다. 이때 시험결과는 설계출력점에서 비교되어야 한다.