

발전소 설계에 관한 소고

조선전업주식회사 화력과 이 민 환

1.0 서론

화력 발전소 설계에 있어 필수적인 기본 조건인 발전소 위치, 선정에 대하여 간단히 설명하고 운전 개시한지 약 3년에 가까워 오는 삼계 발전소의 운전결과로써 나타난 기기들의 애로 및 사고에 대하여 간단한 기술적인 분석과 그 당시에 취해진 보수대책 그리고 앞으로 신규 발전소 건설함에 있어 이러한 곤란을 되풀이 하지 않기 위하여 위의 기술한 각 기기의 개선에 대하여 간단히 설명하려고 한다.

2.0 본론

2.1 위치의 선정

발전소 선정에 있어 기본적으로 생각되는 아래의 몇 가지만 결정하면 다른 문제들은 자연적으로 순응해 온다.

2.1-1 급수 및 냉각수

각 기기의 설계에 있어 가장 주요한 요소로써 냉각수 문제가 대두한다. 이 냉각수의 사용처는 첫째 대량의 냉각수를 필요로 하는 복수기 및 각 냉각기이다. 여기에 있어 자연히 요구 되는 것은 수량이 풍부하고 수온이 낮은 수원을 선정하여야 된다는 결론이 나온다. 하천 이용 여하에 따라 홍수시에 혼탁(混濁)으로 말미암아 냉각수 펌프 저부가 모래와 흙으로 싸여지 운전해 크나 큰 지장을 줄수 있다는 것은 과거 당인리 발전소의 제 3호기에서 볼 수 있었던 것이며 또 해변의 풍파로 인하여 냉각수 펌프의 저부, 소내의 냉각수관 및 복수기가 모래로 막혀 각 기기에 크나 큰 지장을 주어 결국에 있어서는 발전 중지를 하여 모래의 제거작업을 관것은 작년 12월 25일에 삼척에서 일어났던 일이다. 다음 급수관계에 있어서도 다음과 같은 조건이 문제가 된다. 즉 급수라 하면 주로 “보이러”에 사용할 물을 말하는 것이다. 되도록이면 상수도의 물(上水道)을 계속적으로 받을 수 있는 지역이 필요하다. 만일 상수도의 물을 이용 못하던지 혹은 충분치 못하면, 부득히 하천(河川) 및 지

하수를 이용하게 되는데 이렇게 되면 수질의 정도를 제한함에 있어 여러 화학적 기구 장치의 설비가 필요하게 된다. 왜냐하면 이 수질의 정도가 높으면 “보이러”의 각 부분 즉 “드럼”의 내부, 각 수관 및 증기관의 내면이 “스켈”이 부착하여 과열의 현상을 조장시키며, 또 부식시켜 결국에 가지는 “보이러”의 수명을 단축시키는 큰 원인이 되기 때문이다.

2.1-2 연료

화력 발전소 연료로써 사용되는 주 연료로 말하면 석탄, 기름 및 천연 “가스”이다. 그런데 현재 신규 발전소들은 무연탄을 주 연료로 사용하고 이의 인화 연소용으로 해군용 기름 “방카 C”가 사용되고 있다. 그런데 현재 기름은 수입하지 않으면 안될 현상이며 무연탄은 국내 산으로 사용되고 있다. 그런데 I.C.A. 원조 계획에 의한 Task order CE B-P-5, -199-199°C, Rev. 1에 의거하여, Korea joint Venture에서 발행한 전남 지역에 대한 “화력 발전소 지역의 선정”이라는 참고 시적에 한국산 무연탄에서 제조되는 water gas를 기름 대신 사용할 가능성에 대하여 고려중에 있다는 것이 기술되어 있다.

좌우간 현 국내 사정에 비추어 요구되는 주 연료는 석탄이며 여기에 있어 운반비 및 반입비가 큰 문제가 된다. 즉 되도록이면 저장력이 큰 탄광이 근처에 있고 또한 운송 편계에 있어 철도 및 수운에 편리하여야 된다. 특히 대용량의 발전소에서는 대용량의 저장장과 수목 양용의 수송 설비가 요구된다. 1957년도 삼계소의 신규 발전소에서 사용될 무연탄에 대하여 매톤(M/T)당 7,800환을 지불했다. 이 가격은 목적지에 상관없는 운반비를 포함하며 철도로 운반되었건 해상으로 운반되었건 동일하다. 그리고 현존 가격 조정에 있어서는 열량가에 따르는 약간의 가격 조정은 있으나 수송 및 운반비에는 상관없이 일정한 가격 산출하에 공급되고 있다. 그러나 앞으로 이 가격 차이가 꼭 있을 것이라는 것

은 현실적인 검토에서 이해할수 있는 문제이다.

2.1-3 회(灰)처리 관계

발전소에서 배출되는 저부회 및 비회는 석탄의 성분과 연소 방법으로 상이하나 이 처리에 대하여 미리 고려하여야 하며 되도록이면 매립(埋立)할수 있는 공간을 소유하는 지역이 적당하다.

만일 매립지가 부근에 없을때는 저지(低地)를 매립하게 되는데 이것도 단시일에 처리할 장소의 여유가 없어지게 되며 따라서 만족한 결론은 얻지 못하게 된다. 따라서 육운을 이용하여야 된다면 여기에 따르는 막대한 운임 문제가 대두하게 되며 해운을 이용한다 하더라도 어업 관계와 관련되어 범규의 제약을 받게 된다.

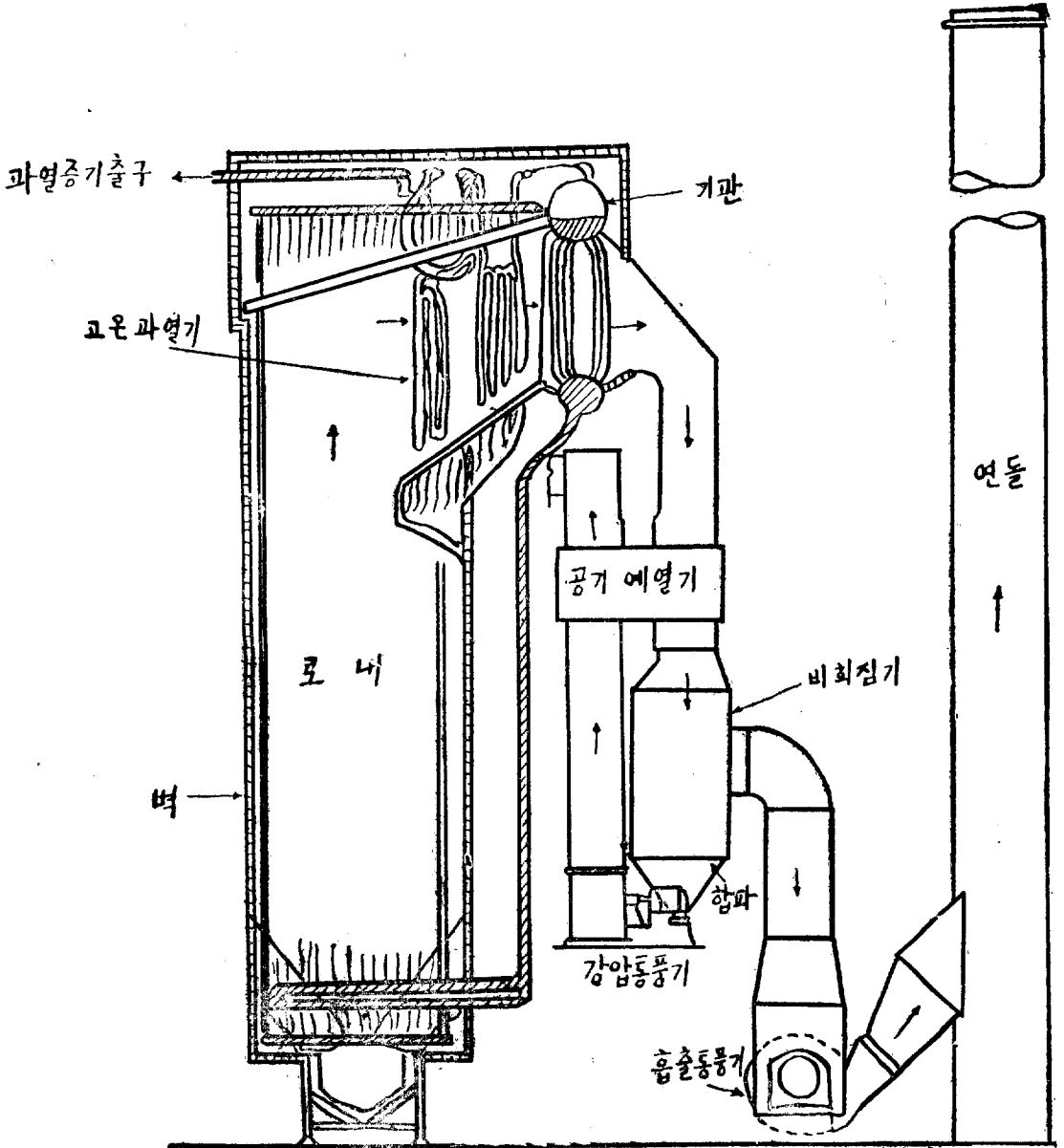


Fig 1: 기관의 연소 가스의 진로

또한 매년 처리로 말하자면 과거 마산 하력발전소에 있어 시내에 거주하는 시민들의 강경한 항의를 받아 제2 차비회집기물 (Sec. fly ash Collector) 설치하여 외부로 비산하는 비회의 백분물을 어느 정도 줄인 것은 아직도 우리들의 귀에 익고 있다. 그렇다 하여 완전히 비회로 인한 피해를 시민들이 벗어난 것은 아니다. 이러한 전지에서 관찰할 때 발전소의 건설은 되도록이면 시내를 떨어져서 교외에 설치하여야 된다는 결론이 나온다.

2·1-4 지질 및 장소(地質 및 場所)

장소의 선정에 있어 위의 제 조건 외에 종래의 확장의 필요성 유무를 고려하여 충분이 얻을 수 있어야 된다. 그리고 지질이 좋고 혹은 나쁜 것은 발전소의 기초공사에 크나 큰 영향을 주며 만일 결합있는 약한 지질을 선택하게 되면 운전 개시 후 기초가 침하(沈下)하는 문제가 생기게 된다.

2·1-5 송전 문제

송전 문제에 있어서 생각하게 되는 것은 기존 송전선(既存送電線)이 근처에 있어야 되며 만일 없다면 새로 송전선의 건설이 문제가 된다. 그리고 되도록이면 부하 중심에 가까이 설치하여야 된다.

만일 그렇지 않으면 결과적으로 계속적인 전력의 대 손실과 심한 전압 강하를 가져오게 된다.

2·2 현 삼개 신규발전소의 몇 요소에 대한 기술적인 분석.

여기서 신규 화력 발전소라고 말함은 “베델” 회사에서 건설한 삼개 발전소 즉 당인리 제 3호기, 마산 및 삼척 발전소를 말한다. 그리고 이 발전소들은 단기 4286년에 운전개시 하였고 발전하였던 것이다. 위의 서론에서 말한 바 현재 까지의 운전중 우리들이 느꼈던 몇가지 애로 및 곤란에 대하여 간단히 기술하려고 한다.

2·2-1 비회집기의 용량부족으로 오는 각 영향.

여기서 비회집기라고 함은 흡출 통풍기를 통하여 연돌로 나가는 연소가스 속에 섞여 있는 비회를 잡는 장치를 말한다. 설명을 용이하게 하기 위하여 아래에 간단한 관계도를 표시한다. Fig (1)에서 알 수 있는 바와 같이 만일 비회집

기가 충분한 기능을 발휘 못하게 되면 비회가 연돌로 나가게 되며 비회의 성질에 따라 흡출 통풍기 “런너, (Runner) 및 “케이싱”에 미치는 영향이 크다. 물론 비회집기 자체의 각 요소부분들의 마모는 말할 것도 없다. 특히 흡출 통풍기의 손상은 당인리 제3호기와 삼척 발전소가 심하며 3개월 마다 보수를 위하여 발전정지를 하고 있다. 마산 발전소는 이 비회집기 외에 제2차비회집기가 있어 통풍기의 손상이 심하지 않다. (Fig 2 참조) 이 비회집기의 형은 다중 “싸이크론”형이며 (multi-Cyclone type) 원심력을 이용하여 분리하는 장치이다. 이 형의 장치는 비회의 입자(粒子)의 반경이 큰 “스토-카” 연소장치에는 적당하나 미분탄 연소와 같은 0.1mm 이하의 것이 대부분인 비회에 대해서는 부적당하다. 그리고 이 “싸이크론”형의 비회집기에 있어서는 와류(渦流)의 형상이 나타나 비회분리에 지장을 일으키는 것이 큰 단점이다. 아래에 신규 발전소에서 비회로 인한 손상을 표시하는 그림이다.

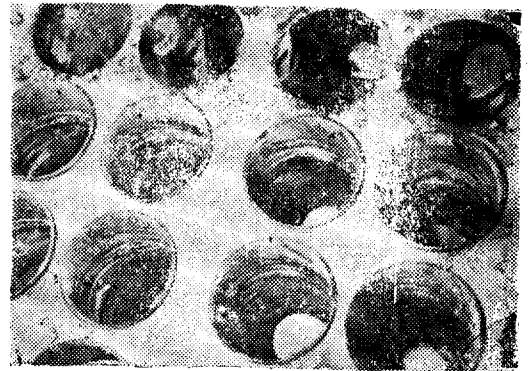


Fig 2: 비회집기 내부의 손상

현재 당인리 제3호기 및 삼척발전소에서는 3개월 마다 흡출통풍기의 마모된 “런너”와 각 마모판을 교환하고 있으며 케이싱은 보강하기가 바쁘다. 그리고 비회집기의 마모된 요소 부분들은 1년에 1회 교환하고 있다.

그런데 이 흡출 통풍기의 손상을 적게 하기 위하여는 다음과 같은 방법을 쓰면 어느 정도 방지할 수 있다.

a. 전기 비회집기와의 적용

특히 이 장치는 미분탄 연소에 적합하여 현재 있는 “싸이크론” 형과 적용하면 아마 90% 이상의 비회를 잡을 수 있을 것이며 따라서 흡출 통

의 회집기로 큰 입자의 비회를 먼저 분리시킨 “짜스”를 다시 전기 비회집기에 보내어 재차 미립자(微粒子)의 비회를 분리시키는 것이다. 이 전기 비회집기의 기능을 간단히 말하면, 즉 60,000V~70,000V요압의 전극간에 “짜스”를 도입시키면 “짜스” 중의 부류(浮流)미립자는 부(-)의 집전기를 가져오고 정(+)의 극까지 유인되어 포집(捕集)되며 이것을 “함마” 작용 같은 장치로 진동을 주어 낙하시켜 “함파” 혹은 “콤베어”로 운반시키는 것이다. 그러나 이 회집기는 좀 값이 비싸다.

b. 제 2차 “싸이크론” 분리기와와의 견용

이것도 역시 제 1차 회집기에서 일단 비회를 분리한 “짜스”를 제 2차 회집기에 보내어 잔여의 비회를 분리시키는 것이다. 이것은 현재 마산 발전소에 장치되어 있으며, 많은 효력을 얻고 있다. 이 “싸이크론” 분리기의 큰 결점은 “싸이크론” 내에 생기는 와류와 교란(渦流 및 攪亂)의 현상이다. 아래의 그림 Fig 4 및 Fig 5는 이 현상을 도시한 것이다.

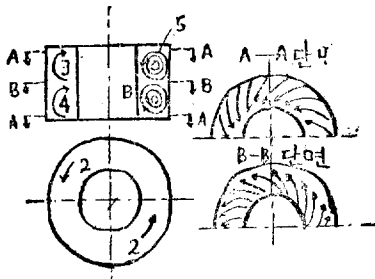


Fig 4

- 1: 외주벽
- 2: 가스의 흐름
- 3: 상부 와트
- 4: 허부 와류
- 5: 와동선(渦動線)
- a: 방류
- b: 각류
- c: 복외류



Fig 5

“싸이크론” 비회집기와 전기 비회집기를 비교하면 후자의 것이 약 7배서 8% 더 비회를 잡을 수 있을 것이다.

2.2-2 냉각수 관제로 오는 작 영향.

발전소에서 사용하는 냉각수는 주로 복수기 및 각 냉각기에 사용되며 가장 중요한 역할을 한다. 그런데 이 냉각수 사용으로 인하여 입은 각 발전소의 피해를 말하면,

a. 마산 발전소의 경우

복수기 및 냉각기등에 직접적인 손상은 없지만 하기 즉 6, 7, 8 및 9월을 통하여 무한량의

조개류(mussel)로 인하여 복수기 및 냉각기의 “쥬-브”들을 막아 집지어는 발전 부하를 조정하게 된다. 메인 같이 계속되는 조개 제거작업 그리고 워낙 하기에는 해수온도가 높아 최대부하를 내지 못할 때가 많다. 현재 마산 발전소의 출력은 50MW이며 1대가 25MW를 내고 있는데 하기에 있어 복수기내의 조개 제거작업을 실시할 때는 10MW에서 25MW까지 출력을 감소시켜야 되며, 따라서 급전상에 크나 큰 지장을 주고 있다.

b. 삼척 발전소의 경우

여기 복수기 및 냉각기는 해수내에 섞여 들어오는 모래로 인하여 직접적인 손상을 입고 있다. 즉 복수기 “쥬-브”의 입구 및 냉각기들의 “쥬-브”의 입구의 “후레어”들이 냉각소 내의 모래가 “구라린다” 식으로 굳어 기능을 상실하게 하여 길속에 있어서는 “쥬-브”들을 교환하게 되었다. 만일 이 손상된 “쥬-브”들을 그대로 두면 복수기에 있어서는 “보일러”로 들어가는 복수와 해수가 혼입하게 되며 따라서 “보일러”의 각 부분 및 “터-빈”의 각 부분의 재질을 단시일에 약화시키게 된다. 복수기에는 3천 여 개의 “쥬-브”가 있기 때문에 몇 개의 나쁜 “쥬-브”는 나무 조각으로 막아 놓을 수 있으나 많이 지면 교환하여야 된다. 다음 윤회유 냉각기를 말하면 “쥬-브”들의 손상은 결과적으로 “터-빈”의 윤회유와 해수를 혼합시키게 되며, 이렇게 되면 발전기 운전은 못하게 된다.

위에 기술한 마산 및 삼척 발전소 냉각수에 있어 여러가지 그 방지책을 고로중에 있으나 아직 실천에 들어가지 않고 있다. 이 방지책 중 한 가지로서 냉각수 탱이 적당할때 여기에 대하여 간단히 구조와 기능을 설명하겠다.

이 기구는 해수 대신 청수를 냉각수로 사용하게 된다. 즉 해수 같이 1회 사용한 것을 배출시키지 않고 계속적으로 재 순환시키는 것이다. 즉 복수기 혹은 각 냉각기에서 나온 수온은 어느 정도 높아 다시 쓸 수가 없으므로 냉각수 탱에 일단 보내어 수온을 어느 정도 저하시켜 다시 사용하는 것이다.

위에서도 기술했지만 냉각수 탱의 원리는 각 냉각기에서 배출한 고온의 청수를 공기와 접촉 풍기의 손상도 적어질 것이다. 즉 “싸이크론”형

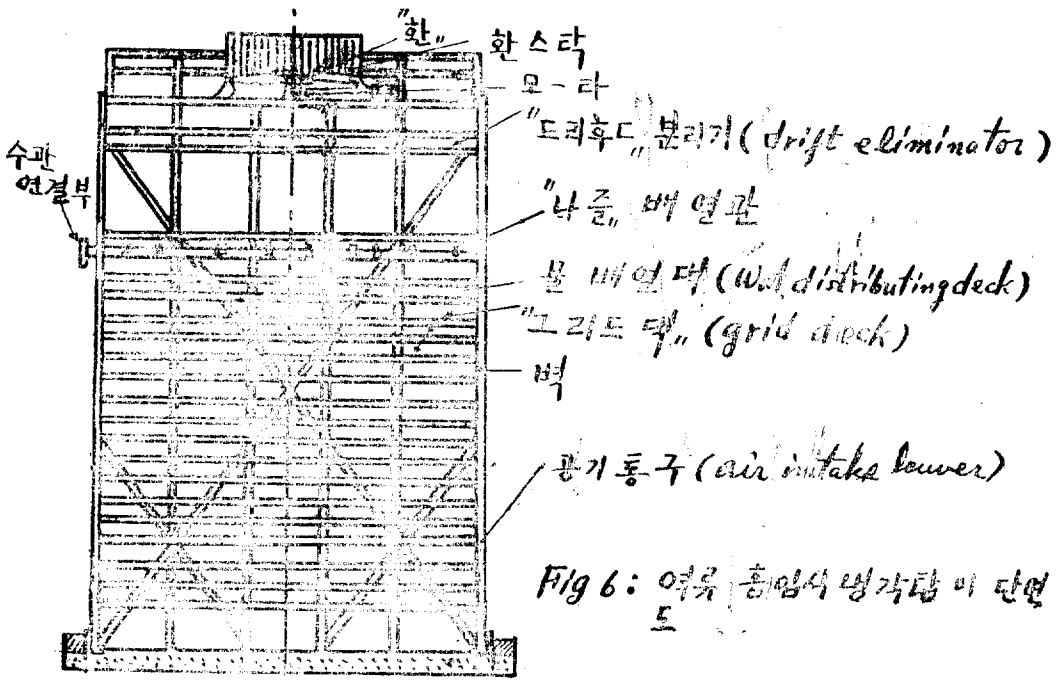


Fig 6: 여류 흡입식 냉각탑의 단면도

시켜 온도를 내리는 것이다. 구조에 따라 냉각율이 저서한 것도 있고 또 빠른 것도 있다. 물과 공기와의 열의 교환은 액체로부터 증기 상태의 변화를 일으키는 1부의 청수의 잠열(latent heat)과 청수와 공기 사이의 온도차로 인한 가열의 전도(sensible heat transfer)를 포함 한다. 즉 1 "파운드"의 물을 증발시키는데 필요한 열은 약 1,000BTU이다. 따라서 이것은 100 "파운드"의 물을 10°F 냉각시키는 열의 손실과 같다. 그러므로 각 10°F 냉각시킬 때를 이론적으로 생각할 때 증발로 인한 물의 손실은 1 "퍼센트"이다. 여기에 부가하여 잘 설계된 냉각수 탑에 있어 "스프레이" 손실이 약 0.2 "퍼센트"이다. 예를 들면 만일 냉각수를 120°F에서 90°F까지 온도를 저하시킬 때 3.2 "퍼센트"의 물의 손실이 냉각수 탑을 일회 통과할 때 마다 생긴다. 따라서 이러한 설계상의 탑에서는 보충용수가 필요하게 된다.

냉각수 탑에 있어서는 항상 물이 공기보다 온도가 높으므로 물부터 제거되는 열이 공기에 전달되는 것은 잠열의 총합 열이다. 그런데 탑에 들어오는 공기의 "젯트 벌부" 온도(Wet bulb temperature) 이하로 물의 온도를 저하시킬 수 없다는 것을 알아야 된다. "젯트 벌부" 온도라 하면 온도계의 지시액체기(liquid container)를

물로 주진 면포(綿布)로 싸서 대기중에서 회전시키게 되면 면포의 액체가 증발하여 따라서 온도계의 온도 지시가 떨어지게 되며 어느 한도 떨어지면 더 이상 떨어지지 않게 된다. 이때의 온도가 "젯트 벌부" 온도로 된다. 따라서 이 온도는 대기중의 습기도에 따라 달라진다. 우리가 냉각수 탑을 설계한 때는 1년 중의 가장 더운 계절들을 가기준으로 하여 설계하여야 된다. 냉각수 탑의 종류에는 대기식과 기계식이 있는데 여기서는 간단히 기계식에 대하여 설명한다. 기계식에도 흡입식과 강압식이 있는데 강압식은 과학이 이용되지 않으므로 흡입식에 대하여 기술 하겠다. 아래의 그림(Fig 6)은 간단한 단면도를 표시한다.

배기 중의 수분은 "드립후드"분리기에 의하여 제거 된다. (drift eliminator) 용수는 펌푸를 통하여 수관 연결부에 연결된다. 그리하여 "나즐" 배연관에 용수가 공급되어 "나즐"들을 통하여 분사된다. 이 분사된 물은 "데크"에 떨어지기 전에 배기와 증분이 혼합한다. 용수가 탑저부까지 떨어지기 전에 "그리드 덱" (grid deck)으로 인하여 방해물 방하여 그 시간적 여유가 공기와 용수의 표면 접촉을 증진시킨다. 공기의 "젯트 벌부" 온도에 용수의 온도가 가까워 질수록 이 탑의 성능은 좋은 것이다. 성능을 좋게

하기 위하여 또 하나의 요소는 공기와 용수를 서로 역류시키는 것이다. 냉각탑의 성능은 물과 공기의 중량비율과 그리고 물과 공기의 접촉시간에 의한다.

어느 정도에 한하여 공기의 속도의 증가 및 “나즐”에서 저부 “데크”까지의 낙하 시간의 증가는 더 좋은 성능을 기대할 수 있다. 이것은 한 예지만 만일 “젯트 벌부” 온도에 15°F 내지 20°F 차이로 냉각시키고 냉각물이 25°F 내지 35°F 요구된다면 “나즐”에서 탑 저부 “데크”까지는 15~20회드면 충분하다. 만일 “젯트 벌부” 온도에 80°F 내지 15°F 차이로 냉각시키고 냉각물이 25°F 내지 35°F 요구된다면 “나즐”에서 저부 “데크”까지는 25~30 “회트”가 적합하다. 만일 “젯트 벌부” 온도에 4°F 내지 8°F 차이로 냉각시키고 냉각물이 25°F 내지 35°F 요구된다면 30~40 “회트”가 필요하다. “젯트 벌부” 온도에 40°F 이상 가깝게 설계하려면 “나즐”에서 저부 “데크”까지를 35~40 “회트”로 하면 되나 이렇게 까지 하는 것은 경제적으로 환영되지 않는다.

원 설계에 들어가 탑의 높이 냉각면적 용수의 유출량 및 “환”의 용량등은 다음의 각 요소들로 결정된다.

1. 냉각물(탑의 입구의 용수온도 탑의 출구의 용수 온도)
2. “젯트 벌부” 온도에 근접한 온도 한계(탑의 출구의 온도 “젯트 벌부”의 온도)
3. 내각 용수량
4. “젯트 벌부” 온도
5. 탑 내의 공기속도
6. 탑의 높이

이상 간단히 냉각수 탑의 구조를 간단히 기술 하였으나, 여기에 부과하여 탑 내부의 부식 및 염석에 대비하여 화학적인 물처리가 또한 간단한 문제가 아니다.

2.2-3 고온 과열기 “슈트”에 대한 고려. 과열기라 함은 “보일러”에서 발생된 증기를 재차 과열하여 적당한 압력하에 포화증기 온도 이상의 온도로 증기의 온도를 올려 일반 “가스”의 상태에 근접시키는 것이다. 따라서 이렇게 생산된 증기는 발전기의 동력인 “터빈”에 대

하여 효율적으로 열 “에너지”(thermal energy) = $Q = D(i_1 - i_2) + Wr$ 를 운동 “에너지” (Kinetic energy) = $M = AW^2/Zg$ 로 바꾸어 주게 된다.

Q: 전 열량	:Kcal
D: “보일러”에서 발생하여 과열기로 들어간 증기량	:kg
i_1 : 과열기로 들어간 상기 D의 전열량	:kcal
i_2 : 과열기 출구의 전열량	:kcal
W: 증기와 같이 “보일러”에서 발생된 수분	:kg
r: 증발 잠열	:kcal
M: 운동 “에너지”(Kinetic energy)	: kcal
A: 일의 열 당량 = $\frac{1}{J}$: $\frac{1}{472}$
W: 증기의 속도	: m/s

이 외에 증기를 과열하여 “터빈”에 들어가는 증기 내에 수분을 갖지 않게 한다.

대체적으로 과열기에는 접촉식(convection type)과 방사식(Radiation type)이 있으며 또 이 접촉식과 방사식을 겸한 접촉 방사식이 있다. 접촉식은 연소 “가스”의 접촉으로 증기를 과열하는 것이고 현재 신규 발전소인 당인리 제 3호기, 마산 및 삼척 발전소 “보일러”는 이형의 속한다.

방사식은로의 벽(furnace wall)에 설치하여 주로 방사열을 이용하여 증기를 과열하는 것이다.

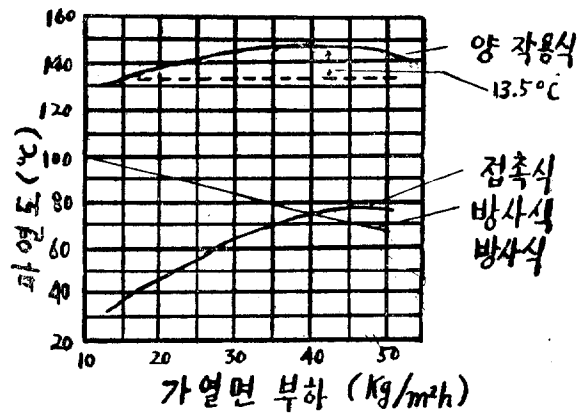


Fig 7: 각식 가열기의 온도상향

접촉 방사식은 연소 “가스”의 접촉 및 방사의

양 작용으로 과열시킨다.

지금 "보일러"의 부하가 증가할 경우를 생각할 때 일반적으로 연소실의 온도도 증가하게 되며, 따라서 접촉 과열기의 경우에 있어서는 과열도가 증가하며 방사과열기의 경우에는 연소실의 온도 상승보다 증기량의 증가 정도가 크므로 과열도가 떨어진다. 그런데 접촉 방사식에 있어서는 "보일러" 부하 변동에 따른 과열도의 변화가 적다. 따라서 이 형에 있어서는 부하에 따르는 과열기 온도 변화가 적으므로 재료의 과열 및 피로로 생기는 손상 및 약화가 가장 적다. 아래의 Fig 7은 과열 온도 상황을 표시한다.

과열의 제작자에 따라 여러 형식이 선택된다. 그 설계에 있어 주의할 점은,

1. "보일러"의 부하 변동으로 받는 영향을 적게 할 것.

2. 팽창 및 수축을 자유스럽게 하여 누설을 적게 할 것.
3. 증기의 흐름이 적을 때 관의 과열로 인한 위험도를 적게 할 것.
4. 매연 및 "스켈" 등의 방지.
5. 위치를 적당히 선택할 것. 과열기 "주-브"와 "헤드"와의 연결을 500°C 이상의 고온의 대하여는 용접을 한다.

원래 "보일러"에 생기하는 사고 중 과열기의 사고가 비교적 많다.

그 이유는 증기발생장치중 최고온부에 속하며 물론 그 자신 충분한 내열재료로 제작은 되어 있으나 과열로 인한 관의 과열 및 연결부의 누설 그리고 "주-브" 지지구의 파손이 생기하기 쉽고 또 소요의 온도를 유지하기는 어렵다. 특

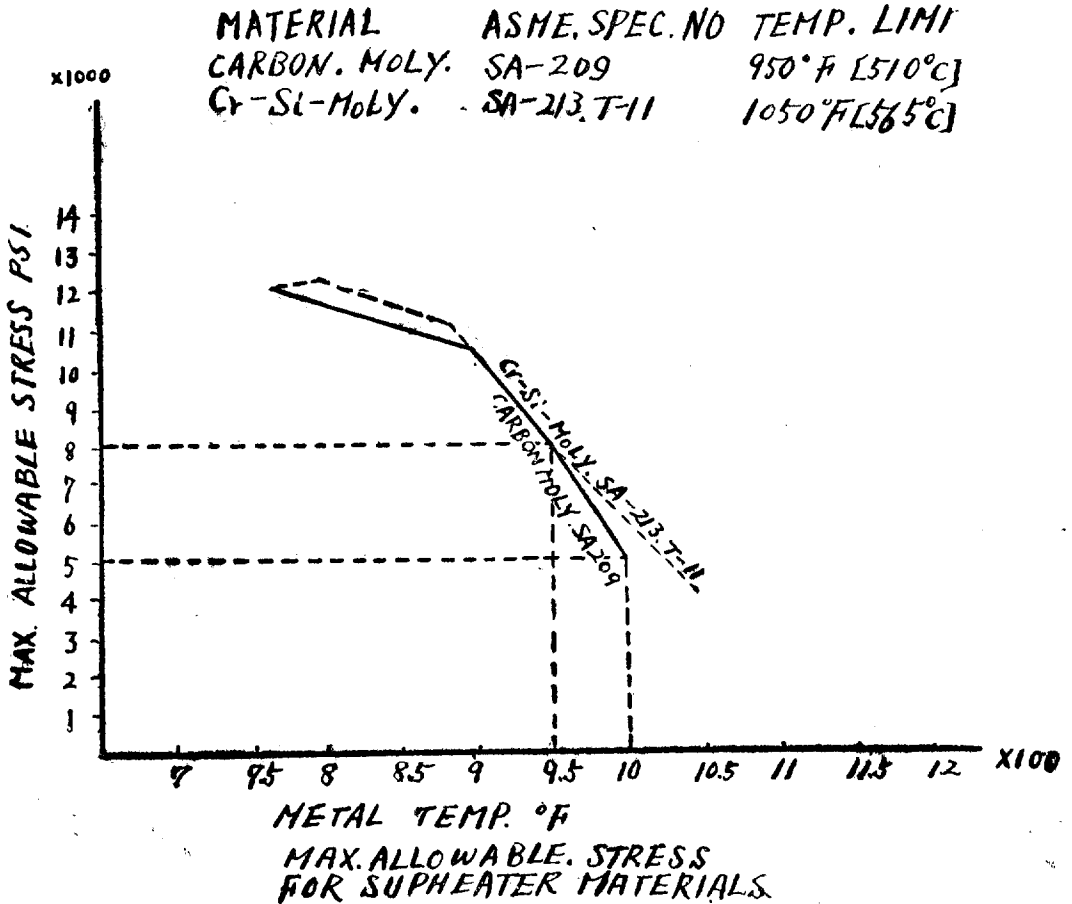


Fig 8: 과열기 "주-브"의 온도상승에 따른 최대 허용응력

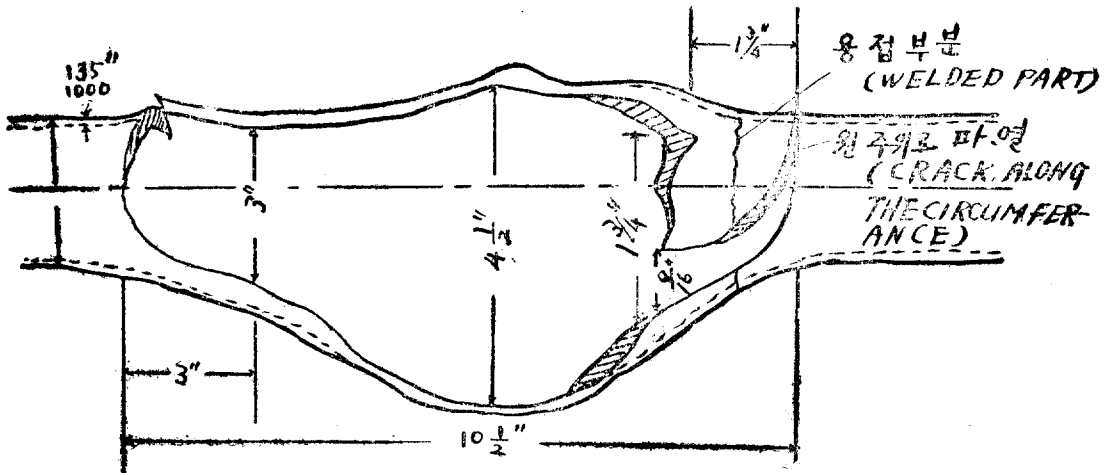


Fig 9: 파열된 "주-브"

히 경부하시(輕負荷時) 혹은 기동시에 증기의 유량이 적고 불균일하기 때문에 재료가 파열되기 쉽다. 또 "스라구"의 부착 및 제 2차 연소로 파열이 되는 수가 자주 있다. 이러한 견지에서 현재 파열기는 주로 중형(pendent type)이며 "루-푸"형이 채택되며 고온부에서 증기와 "가스"의 병류를 피하게 하여 놓았다. 재료도 양질의 내열재료를 채택하고 온도 조절장치를 구비하고 있다. 현재 삼척 신규 발전소의 파열기는 저온부와 고온부가 있으며 가장 이상적인 종류에 속한다. 아래에 삼척 신규 발전소에 있어 약 3년간에 나타난 파열기의 변천에 대하여 간단히 기술한다. 특히 고온 파열기의 사고가 많으므로 여기에 대하여 기술한다.

당기 4291년 9월 7일에 삼척 발전소에 있어 고온파열기 "쥬-브" 파열로 운전정지한 적이 있다. 이 원인을 조사하기 위하여 파열된 "쥬-브"편을 건설회사인 미 "백넬회사"(Bechtel company)에 보내어 조사한 결과 1,400°F 까지 상승한 "가스"온도로 인한 급속도의 파열로 인한 것이라는 것을 알았다. 그리고 이렇게 올라간 이유로는 몇까지 아래에 열기하나 이것은 가능한 원인에 해당하는 것이고 삼척 발전소 경우와는 떨어져 말하는 것이다.

1. 경부하시 때인 소제기의 운전으로 증기가 의부로 빠지기 때문에 파열 "쥬-브" 내에 충분한 증기가 없어 파열 한다는 것.

2. 시동시 파열기내의 증기가 적어 파열한다는 것.
3. 연소속도가 낮은 석탄 및 운전의 불량으로 파열기내에서 제 2차 연소가 생기 하였다는 것. (제 2차 연소라 하면 미연소의 "가스" 체적 Co 가 재차 연소작용을 이끄는 것이다.)

아래에 간단히 파열된 "쥬-브"편의 재질과 내부응력의 변화를 도시하는 도표를 표시한다.

재료: C-Moly
 ASME, spec. No. SA-209
 온도 한계 950°F(510 c)
 최대 허용 응력: Fig. 8을 참조

이 "구라프"(graph)는 Kent mechanical Hand book 내에서 채택된 것인데 이 재료의 온도한계는 950°F로 되어있다. 이 "구라프"를 보면 허용응력 (allowable Tensile stress)이 950°F에 도달하면 급속도로 떨어진다. 물론 단시간의 파열에 대해서는 재료가 인내할수 있으나, 이는 정도지상기 기술한 1,400°F의 파열은 순간적인 재료의 파열을 갖이울 것이다. 아래에 고온 파열기의 한 "뱅크"와 파열된 "쥬-브"의 상태를 참고로 첨부한다. (Fig 9 및 10)

Fig 10에서 보는 바와 같이 한 "쥬-브 뱅크"

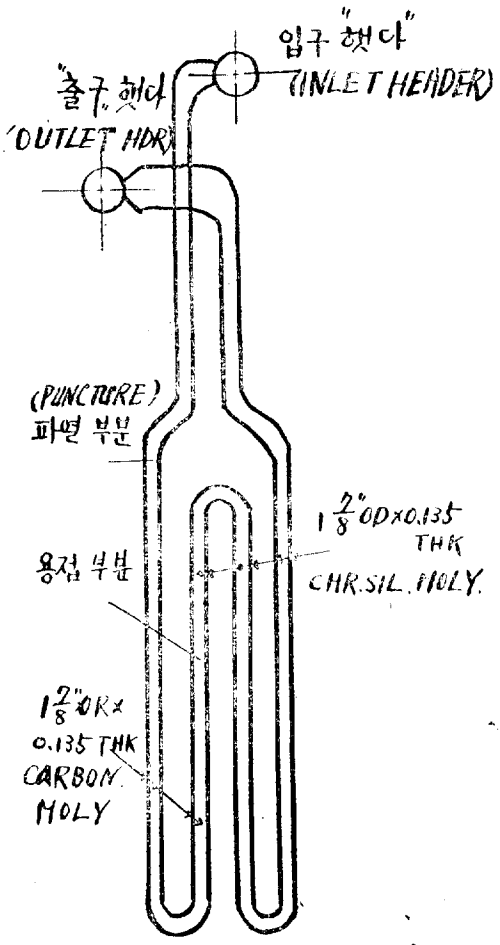


Fig 10: 교열가열기의 한 "뱅크"

가 두 가지 재질로 되어 있다. 그 원인은 값 비싼 Cr-Si-Moly를 절약하기 위한 것이다.

위에 기술한 "처-브"의 파열은 C-Moly 부분에서 어일난 것이다. 현 신규발전소에 있어 가장 높은 "짜스"에 상면하는 부분을 고온 파열기의 Cr-Si-Moly 부분이다. 내부 증기온도는 900°F이며 따라서 관벽의 온도는 약 100°F 내지 120°F를 가산하여 1,000°F 내지 1,020°F로 생각할 수 있다. 따라서 단 시간의 파열을 허용할 수 있는 그러한 재료, 즉 1,100°F 부분에서도 단 시간의 운전이 허용되어야 된다. 외냐 하면, 부하여 변동 시 혹은 순간적인 자동연소조절의 물량 시 혹은 온도조절장치의 기능이 나빠질 경우 등을 생각하여야 되기 때문이다. 말하자면, 100°F 내외의 파열은 흔히 이러날 수 있는 문제임을 말하는 것이다. 좌우간 Fig 8에서 알 수 있는 바

와 같이 온도에 따르는 허용응력의 저하는 C-Moly 보다 저지할 비율을 취하고 있다. 저급 이 Cr-Si-Moly 부분의 성질을 말하면,

재질: Cr-Si-Moly : Cr≒1%, Mo≒ 2/1%
 허용온도: 1050°F(565°C)
 1,050°F에서 허용 응력: 4,000#/□"

그런데 현재의 우리의 입장으로는 더 좋은 재료가 요구된다. 그러나 이 이상의 좋은 재료는 18-8 "스테인레스" 강을 제외하고는 기대할 수 없다. 이 재료는 너무나 값이 비싸서 현실 세계의 신규 발전소 "보일러"에는 적합치 않다. 도리어 재료 개선보다는 "짜스" 온도의 저하 여하의 연구가 필요하지 않을까 생각된다.

끝으로 미국의 C-B 보일러 제작회사에서 발표된 일반적인 기준을 열거하면,

- 799°F(415°C)이하 = 탄소강 (단, 코일에는 C-Mo)
- 892°F(487°C)이하 = C-Mo 강
- 900°F(482°C)이하 = 1.25% Cr 및 0.5% Mo 강
- 977°F(525°C)이하 = 5% Cr 및 0.5% Mo 강
- 1,000°F(538°C)이상 = 18.8 "스테인레스" 강

이상은 물론 파열기의 전부분을 그 재질로 제작하는 것이 아니고 리코온부에 대하여 그 부분만 리량의 것을 사용하게 되는 것이다.

3.0 결론

이상 간단히 살펴 신규 발전소의 과거 3년 간에 걸친 운전결과를 기초로 하여 몇가지를 기술한 데 지나지 않는다.

끝으로 하려 발전소의 설계라는 것은 모든 과학분야를 총망라 하여 생각치 않으면 안된다는 것을 말하고 싶다. 즉 "보일러" "터빈" 및 발전기는 물론 주요기계에 속하지만 그 외에도 모든 보조기기, "파이프, 계통, 밸류, 각종계기류, 각종의 조종장치, 내화물, "파킹"류, 및 급수처리장치계통을 열거하면 한이 없을 정도로 모든 부분에 뻗치는 광범한 지식과 기술의 종합체라 말할 수 있다는 것을 역설하는 바이다.

— 끝 —