

영월화력발전소 전기집진기 성능개선

한국전력공사에서는 에너지관리 기술을 발굴·보급하기 위하여 『에너지관리 사례발표회』를 매년 개최하고 있다.

여기에 금년도 개최된 제17회 『에너지관리 사례발표회』의 발표사례 가운데 입상한 에너지이용 효율개선 우수사례 내용을 게재한다.

1. 개요

영월 화력은 석탄 중유 혼소발전소(50MW ×2기)로서 태백 탄전에서 생산되는 저품위무연탄 소비를 목적으로 1965년도에 준공되어 연간 약 40만톤의 석탄을 소비함으로써 지역경제에 크게 기여하고 있다.

석탄 소비시는 1일 약 700톤의 탄재가 발생되어 연돌을 통해 대기로 방출되는데 대기환경오염 규제가 연차적으로 강화됨에 따라 이에 상응하는 집진설비를 갖추어야 하나 집진기 설치시는 막대한 예산과 공사기간이 필요하며 발전정지를 수반하게 된다.

95년도부터는 환경규제에 의해 석탄소비를 30% 정도 밖에 못할 형편에 처하게 되었으며, 영월화력에서 석탄소비를 못할 때에는 현재 사양길에 접어든 강원도 탄광업계의 생계가 어려운 실정이다.

이를 해결하고자 전문제작사와 협의하였으나 신형교체를 제의받았으며, 신형교체시는 성능확보에 대한 기술수준이 염려되고, 막대한 예산과 공기확보가 불가능함으로 사업소 자체 기술개발로 집진설비를 개선하여 당면한 환경규제문제 해결, 예산 절감, 공기절감, 석탄소비 증대 등의 성과를 얻은 바 있으므로 에너지 효율개선 우수 사례로 이를 소개하고자 한다.

2. 문제점 및 분석

가. 설비현황

전기집진기가 호기당 2기씩(기설, 신설)설치되어 있으며, 약 16ton/hr의 Fly Ash를 포집하고 있다.

구 분	기설집진기(#1-1, #2-1)	신설집진기(#1-2, #2-2)
설치년도	1981년도	1987년도
형식	건식 수평류 옥외형	건식 수평류 옥외형
분진농도설계치	400mg/Nm ³ 이하	120mg/Nm ³ 이하
당시 환경규제치	500mg/Nm ³ 이하	400mg/Nm ³ 이하
효 율	99.5%	99.88%
집진기 체적	8,352m ³	6,912m ³

나. 현상파악

1) 집진성능 저하

방전선 단선, 집진판 변형, 추타장치 마모 및 탈락, Control System노후 등으로 성능저하 및 가동중지가 빈번하다.

—성능저하 : 혼소율 82%에서 분진농도가 250 ~400mg/Nm³로 환경규제치 250mg/Nm³을 초과안전되고 있음.

—가동중지 : 설비노후로 주2회 정도 Trouble 발생

2) 향후 대기환경 규제치 강화

—설치당시 규제치 : 250mg/Nm³이하

—현행규제치 : 100mg/Nm³이하(95.1.1~98.12.31)

—강화규제치 : 50mg/Nm³이하(99.1.1~)

3) 석탄소비 목표량 달성 불가

—94년도 석탄소비 계획/실적 : 390,350ton/

361,676ton(92.5%)

4) 석탄발전소 전기집진기 성능개선 대상사업소에서 제외

전기집진기를 최신 설비로 설치하기 위해서는 약 100억원 이상의 투자비와 호기당 6개월 이상의 발전정지가 수반되며, 영월화력은 99년도에 탈황설비 보강으로 Repowering예정.

다. 분석

분석항목	분석요소	분석결과
성능저하	역전리현상과 불꽃장전 유무 조사 고전압공급장애요인조사 추타상태 불량원인 조사	Control System노후 및 구형설비 추타상태 불량 및 추타 Sequence불합리, 고온운전으로 분진의 전기저항이 높음 고전압 공급방식 부적정 발전선 단선 및 탄력저하, 국산 고전압여자균열 Shock Bar절단 및 마모로 습동부위가 고정 집진판 Guide마모
Trouble원인 조사	방전선 단선 추타장치 이탈 및 절손 Control System Trouble 고압여자 파손	고리부분 취약 탄력 부족으로 진동발생 추타장치 노후 Control System노후 국산 고압여자 재질결함
환경규제강화 대비책강구	전기집진기 신형교체	투자비 회수반감 : 100억 공기확보곤란 : 6개월 이상

3. 추진내용

집진기가 노후되어 부분정비를 하여도 설계성능을 확보하기 어려운 조건에서 95년도부터는 환경

규제가 강화되기 때문에 아래와 같이 집진성능 개선을 추진 하였다.

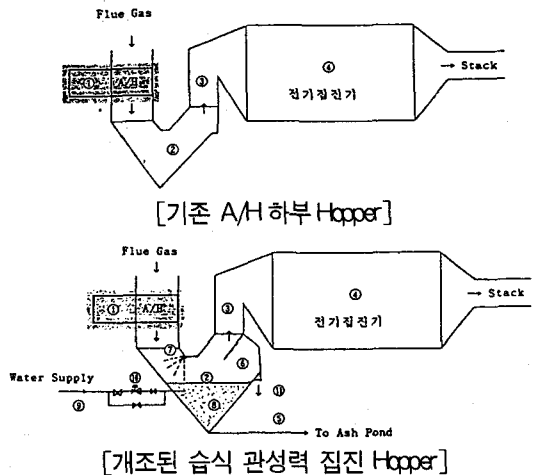
가. 전문업체의 성능개선에 대한 기술검토 의뢰 (94.2~94.4)

국내 전문업체와 집진성능 개선방안을 협의한 결과 집진기 체적을 키운 신형으로 교체 할 것을 제의 받았으나, 신형 교체시는 예산 및 공기 확보가 불가능하고, 성능보장이 불투명하기 때문에 추진을 중단함.

※신형교체시 100억원 정도의 예산과 2년 정도의 추진기간, 6개월 정도의 공사기간 중 발전정지가 수반됨.

나. 공기에열기(A/H)하부 Hopper개조 (특허출원 : 94제34717호)

공기에열기 출구와 전기집진기 사이에 설치된 Hopper의 체적을 확장하고 물을 채워, Hopper에 유입되는 분진을 관성력에 의해 물에 흡착, 연속배출하는 구조로 변경하여 실험한 결과 집진



- ①공기에열기 ②Hopper ③Hopper 출구 닳트 ④전기집진기
- ⑤외부배출배관 ⑥다공판 ⑦Water Spray Nozzle ⑧Hopper 충수
- ⑨Water Supply 배관 ⑩자동수위조절장치 ⑪Over Flow배관

기에 유입되는 분진총량의 50%정도를 포집할 수 있었으므로 이 방법을 채택하여 집진기 부하부담을 경감시킴.

다. 방전선 신제품 개발 채용

(특허출원 : 94제23091호)

○방전선의 문제점과 개선 내용

구분	문제점	개선내용
방전선 단선	고리부분에서 분리, 단선	고리부분을 진동흡수 구조로 변경하고, 용접으로 고정후 압착.
성능 저하	탄성부족으로 Spark발생시 심한 진동이 작용하여 고전압 인가곤란	방전선의 직경을 크게하여 탄성및 기계적 강도 보강 (2.5φ→3.0φ) 방전선 Turn수를 증가시켜 Corona방전을 용이토록 함으로써 집진효율 향상

라. Control System교체

종래의 Control System은 연속적으로 직류전압을 공급하는 방식이었기 때문에 고저항 비회의 미세한 분진이 집진판에 누적되어 역전리 현상의 발생으로 고전압을 걸 수가 없었고 설비가

노후되어 Trouble이 많았음.

1) 최적전압 공급방식 채용

불꽃방전 직전의 전압을 컴퓨터가 추적하여 공급함으로써 고전압 공급이 가능하여 집진 효율을 증대시킴.

2) 간헐하전 방식 채용

집진효율 향상을 위해 연소가스의 분진을 이온화시킬때 순간적으로 높은 전압을 공급하고, 추타를 실시할 때에는 공급전압을 낮게 하여 분진과 집진판의 응집력을 없애는 간헐하전 방식 채용으로 추타효과를 증대시킴.

3) Rapping Sequence조정

#A.#B.#C Chamber가 개별적인 Timer에 의해 Rapping 함으로써 중복되는 시기가 있어 재비산되고 있었으므로 Rapping Sequence를 개조하여 중복방지.

마. Fly Ash의 전기저항 저감

Fly Ash의 전기저항이 10⁴~10¹²Ωcm에서 집진율이 가장 높으나 영월화력 Fly Ash의 전기저항은 10¹²Ωcm로 높기 때문에 이를 낮추기 위해 A/H하부 Hopper에 Water Spray설치

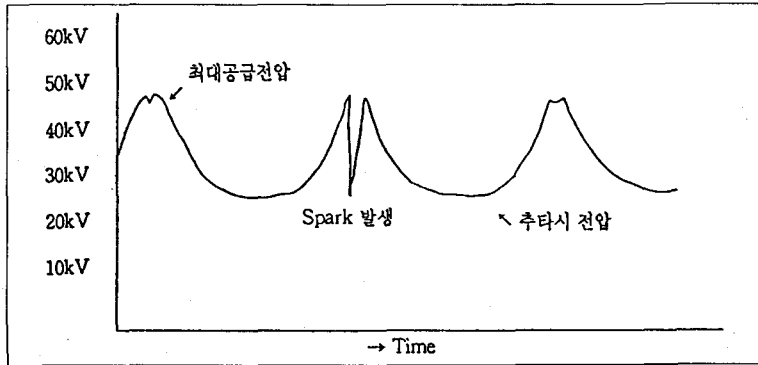
바. 집진판 교정 및 추타설비 조강

1) 집진판과 방전성 중심간격(125mm±10%이내)이 약 30%정도가 기준치를 초과하여 교정

2) 집진판 하부 Shock Bar를 고정하는 핀의 마모로 Shock Bar가 Structure와 고착되어 추타효율이 떨어짐으로 이를 보강

3) Rapping 설비 보강

시공불량, 마모에 의한 파손 및 변형으로 Rapping Hammer위치가 부정확하여 Rapping Hammer교체, 타격위치 조정 및 보강



[고전압 공급 및 간헐하전]

사. 애자 및 Heater 교체

지지애자 및 Rapping애자의 파손 및 균열로 고전압 인가에 장애를 주고 있어 이를 신품으로 교체하고 애자실 Space Heater를 교체함.

아. 정류판 조정

정류시험후 정류판을 조정하여 편류점을 없애고, 설계치에 근접하게 기류가 조성되도록 조정.

- 5) 분진 배출농도 저감(300mg/Nm³→50mg/m³)
 ※절감액 : 94.4억원 예산절감 및 330.51억원의 B.C유 수입대체

나. 투자비

- 1) 기력 1호기 설비개선 비용
 ○전기집진기 성능개선 및 Control PNL교체 : 2.9억원
- 2) 기력 2호기 설비개선 비용
 ○전기집진기 성능개선 및 Control PNL교체 : 3.7억원
- ※합계 : 6.6억원

4. 에너지 절감효과 및 투자비

가. 에너지 절감 효과

- 1) 95년도부터 환경규제강화에 따른 집진기신형 교체비용 : 120억원(2Unit)
- 2) 공사기간 단축으로 설비가동에 따른 발전 비용 절감
 ○교체공사 기간(5개월)중 전기판매 수익 : 1.09억원
- 3) 석탄소비 증대에 따른 병커C유 수입대체 금액 : 330.51억원/4년
- 4) 소내 소비전력 절감(30%절감)
 ○E.P Control System개선에 따른 소비전력 절감액 : 0.29억원/1년



영월 화력 발전소 전경