

#2K 설비 개선으로 에너지 및 원가 절감

이 경국* · 이수동 · 박수정 · 김종권

〈동양메이저 삼척공장〉

1. 배경 및 요약

IMF 이후 각 사별로 출하량과 제조원가를 기준으로 설비를 가동함으로써 극심한 내수불황에 대처하고 있다. 당사도 7기의 키른 중 설비효율이 낮아 제조원가가 높은 1~3호 키른을 위주로 조업정지 하였으나 2호 키른에 대해 에너지 효율을 분석하고 2000년 11월부터 2001년 3월까지의 장기 운휴기간 동안 이 결과를 토대로 에너지 효율 개선을 위한 개조를 시행하였다.

CFD를 이용하여 P/H 전체의 유체흐름을 분석하였다. 분석결과 내통길이가 짧아 내통의 입구에서 유체의 흐름이 층류와 난류가 충돌하여 압손이 높은 것으로 나타났다. 이 결과를 토대로 P/H의 1, 2단(최하단부터 1단)의 싸이크론 내통길이를 연장하여 압손을 180mmAq 감소시켜 동력을 9,795 Kw/day 절감하였고, 5%의 하소율 증대를 통해 26Kcal/kg-cl의 열에너지 절감 효과를 얻었다.

I. D. Fan의 임펠러를 종전 저효율 패들(pad-dle) 형으로부터 고효율 백워드 스트레이트(backward straight) 형으로 바꿔 동력효율이 22% 절감되었고, 유체 커플링을 설치함으로써 합계 10,707 Kw/day의 동력이 절감되었다.

1, 2호 키른 라인은 2밀(220T/H. 기)×2키른(3100T/D. 기)의 설비 중 조업단축으로 각 1기만 운전되는 현실에 맞춰 2밀×1키른으로 운전할 수 있도록 원료밀 라인의 열풍라인을 개조한 후 1일 24시간 중 10시간의 정부하 시간에만 밀을 가동함으로써 동력단가를 35% 절감하여 약 6억원의 절감효과를 얻을 수 있었다.

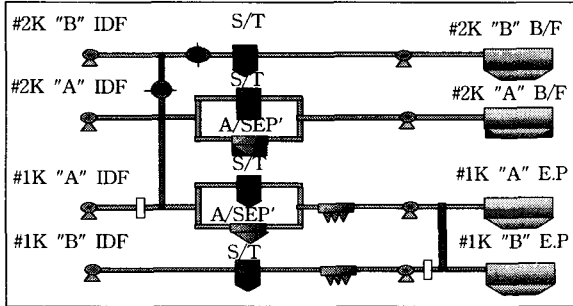
이에 대한 효과를 연간(가동일 330일 기준) 금액으로 환산하면 연료비 약 2억원, 동력비 약 10억원(정부하 운전효과 포함)으로 합계 12억원에 이른다.

금번의 개조를 통한 효과는, 국내경기가 회복되지 않아 신규 투자가 어려운 여건에서 저효율 고비용 설비의 에너지 효율을 분석한 결과를 토대로 저비용의 투자로 최대의 에너지 절감효과를 얻음으로써 국가적인 에너지 절감노력에 기여하였고, 보다 값진 것은 저효율, 고원가의 설비에 근무하는 직원들에게 원가를 낮추고 효율을 높여 경쟁력이 확보되면 설비를 가동할 수 있다는 의지를 심었을 뿐 아니라 다른 설비의 종사원들에게도 원가개선의 경쟁동기를 제공하여 회사의 원가개선 노력을 배가함으로써 회사의 수익구조 개선에 기여한 것이다.

2. #2K 설비 개요

설비명	Type	Spec'	정격(Kw)	제작사
MILL	Tube Mill	φ4.49*13.72M	3,750	FULLER
I. D. Fan	Paddle	4,500A ^m /min * -940mmAq * 2기	1,500 * 2기	ZURN
Preheater	AS(MFC)	2-String, 4-Stage	-	FULLER (MHI)
Kiln	Rotary	φ4.88*74.0M	600	FULLER
Cooler	Grate	3-Stage, 25.5*2.7M	-	FULLER

3. #1, 2R/M 열풍라인 개조로 밀 경부하 운전



IMF 이후 당사의 키른중 원가가 가장 높아 장기운휴가 자주 발생하는 1호 키른의 1호 원료밀을 이용하여 전력비가 싼 경부하 운전시간에 운전이 가능토록 #2K "B" IDF출구의 DUCT를 #1K "A" IDF출구 DUCT와 연결시킨 뒤 기존의 #1K "A" IDF출구를 완전히 막는다. 1개 LINE의 HOT GAS처리를 2개의 E.P로 처리하기 위하여 #1K 원료측 IDF출구를 2개의 E.P로 연결하였다.

그 결과 경부하 시간인 공휴일과 심야시간에는 #1, 2R/M를 동시에 가동시키고 중부하와 최대부하 시간에는 원료밀을 운휴시킴으로써 전력단가를 낮추었으며, 또한 전력 PEAK 관리에도 여유를 가지게 되었다.

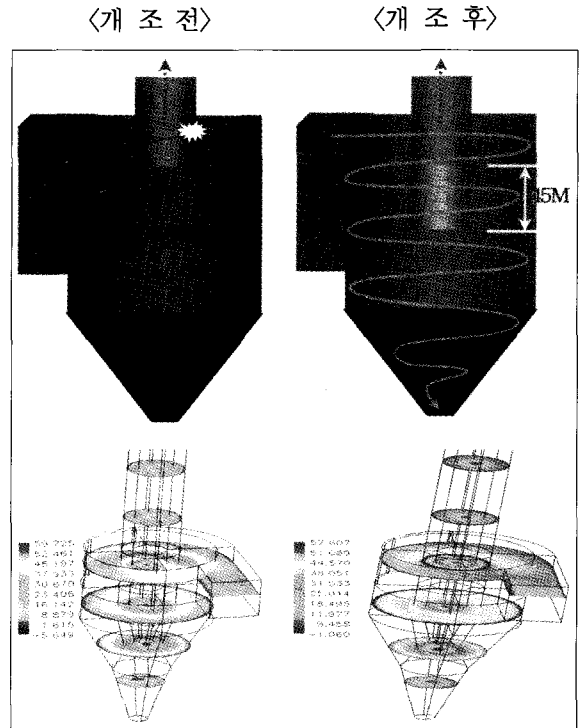
구 분	개조전	개조후	차 이	연간효과 (천원)
전력단가 (원/Kwh)	45.88	32.00	13.88	586,429

* 효과금액은 Kiln 330일 가동기준임.

4. P/H 1, 2단 Cyc' 내통 연장

기존의 P/H Cyc' 내통은 입구 Duct(1.91M)에 비해 너무 작아(0.46M) Cyc' 내부에서의 원료흐름이 선회류를 형성치 못하고 바로 빠져나가 P/H 하소율의 저하요인으로 작용할 뿐 아니라, 입구에서 들어오는 Gas입자와 내통으로 바로 빠져나가는 Gas입자의 충돌로 인하여 Cyc' 내부에서의 압력손실이 증가하였다.

Cyc' 내통연장전 CFD에서 보듯이 내통주위에서 압력손실이 급격히 증가하고 내부에서의 압력분포가 불균일하게 형성됨을 알 수 있다.



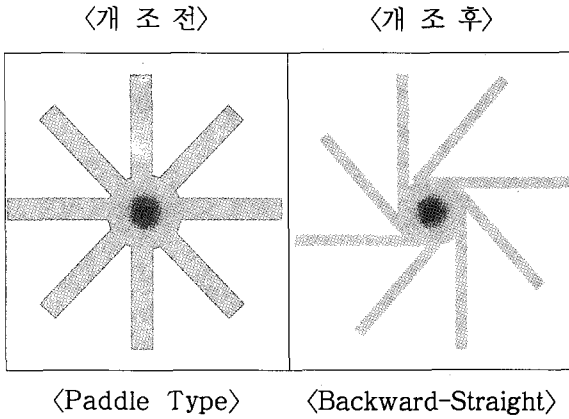
Cyc' 내통을 연장한 개조후 CFD에서 보듯이 이 내통주위 및 Cyc' 전체에서 압력분포가 균일함을 볼 수 있어 내통의 길이를 기존의 길이보다 1.45M 연장하였다.

구 분	개조전	개조후	차 이	연간효과 (천원)
1단내통길이 (M)	0.46	1.91	↑ 1.45	
2단내통길이 (M)	0.46	1.07	↑ 0.61	
IDF입구압력 (mmAq)	-850	-670	↓ 180	138,905
IDF입구온도 (°C)	380	340	↓ 40	190,080
P/H 하소율 (%)	65.3	69.8	↑ 4.5	
합 계				328,985

그 결과 IDF 입구에서의 압력이 180mmAq 감소하였으며, IDF 입구에서의 온도가 4°C 감소하였다. 이로 인하여 P/H 하소율은 65.3% → 69.8%로 4.5% 증가하여 동력사용량 저감 및 연료사용량 저감으로 약 3억3천만원의 절감효과를 얻을 수 있었다.

5. IDFan Impeller 개조 및 유체 Coupling 설치

사용량을 감소시켜 연간 2억5천만원의 절감효과를 얻을 수 있었다.



기존의 IDFan은 저효율 Fan인 Paddle 형태로 60%의 효율밖에 되지 않아 고효율 Fan인 Backward-Straight Type (82%) 형태로 개조함과 동시에 풍량에 따라 Fan의 회전수 조절이 가능한 가변속 유체 Coupling을 설치함으로써 동력

구 분	개조전	개조후	차 이	연간효과 (천원)
Fan 효율 (%)	60	82	↑ 22	247,887
유체 Coupling (RPM)	1,050	900	↓ 150	

6. 에너지 절감실적

구 분	개조전	개조후	차 이	연간효과 (천원)
동력원단위 (Kwh/t-cl)'	40.66	32.00	8.66	386.8
동력 단가 (원/Kwh)	45.88	32.00	13.88	586.4
열원 단위 (Kcal/kg-cl)'	834	808	26	190.1
합 계	1,163백만원			