

전기에너지의 손실 해석기법

도 유 봉

서울특별시도시개발공사 감서사업소 소장/기술사

1. 머리말

그 동안 전기에너지(이하 '에너지'라고 함)절약 활동은 에너지의 「최소화·고효율화·저코스트화」를 주축으로 하여 에너지절약을 계속하여 왔기 때문에, 종전의 방법으로는 원단위 등의 직접적인 성과를 올리기가 점차 어려워졌고 또한 에너지절약 테마의 도출에도 매너리즘에 빠져 활동이 부진하게 됨으로서 장기적인 개선으로 좀처럼 연결되지 않는 등 문제점이 나타나고 있다. 그러므로 에너지절약을 하기 위해서는 더욱 정밀한 에너지손실의 해석을 할 필요가 생겼다.

여기서는 에너지 절약을 강화하기 위하여 에너지의 「고효율화」의 범주를 에너지손실(Loss)이라고 하는 새로운 발상으로 이론적인 것을 체계적으로 정리하여 에너지절약 추진기법을 확립한 것이다.

2. 에너지의 손실 해석기법

가. 에너지손실의 개념

현재 각 설비마다 어느 정도의 손실이 존재하는가를 자동차부품 제조업체인 「P사를 표본」으로 하여 표 1과 같이 대략 산출한 것이다. 그리고 공장내 각 설비의 1일 전

〈표 1〉 각 설비의 유효분 일람표

공정	연간 전력비 비율 (%)	설비	부위	손실과 유효분 (%)	
				손실	유효분
사용측	27	사출성형기 보조기	모터류	70	30
			히터류	88	12
	18	압출기 가류로기	모터류	35	65
			히터류	90	10
6	인터믹스 등	모터류	50	50	
5	프레스기	모터류	50	50	
공급측	10	컴퓨터 등	-	60	40
	8	냉동기, 송수펌프	-	30	70
	100	-	-	60	40

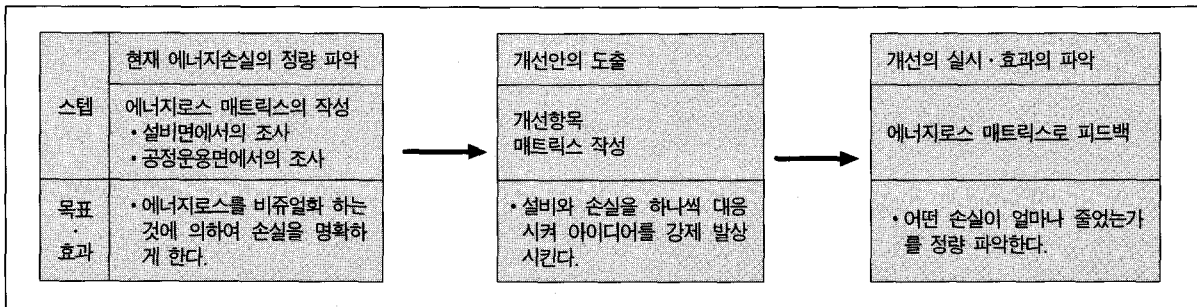
〈표 2〉 8대 에너지손실의 정의

1일 총 에너지 사용량	
조업시간 중에 사용한 에너지(조업시간대 에너지)	① 조업시간의 에너지손실
부하시간 중에 사용한 에너지(부하시간대 에너지)	② 계획정지 에너지손실
가동시간 중에 사용한 에너지(가동시간대 에너지)	③ 정지 에너지손실
기준 사이클타임에서 생산한 경우의 에너지 (순수 가동시간대 에너지)	④ 사이클지연 에너지손실
기준 사이클타임에서 양호한 제품만 생산한 경우의 에너지 (양호한 제품가동시간대 에너지)	⑤ 불량 에너지손실
사이클 내에서 제품의 부가가치를 높이기 위하여 사용되고 있는 에너지(가치가동시간대 에너지)	⑥ 사이클내 무부하 운전 에너지손실
이론상 최소에너지 (이론 가동 에너지)	⑧ 설비 에너지손실
	⑦과 대 에너지손실

〈표 3〉 15대 에너지 손실

8대 에너지손실	15대 에너지손실
① 조업시간의 에너지손실	(1) 조업시간의 에너지손실
② 계획정지 에너지손실	(2) 계획정지 에너지손실
③ 정지 에너지손실	(3) 가동 에너지손실
	(4) 교체, 조정 에너지손실
	(5) 고장·정지 에너지손실
④ 사이클 지연 에너지손실	(6) 사이클 지연 에너지손실
⑤ 불량 에너지손실	(7) 불량 에너지손실
⑥ 사이클내 무부하 운전 에너지손실	(8) 사이클내 무부하 운전 에너지손실
⑦ 과대 에너지손실	(9) 설정조건 과대 에너지손실
	(10) 과잉용량 에너지손실
	(11) 누설 에너지손실
	(12) 성능저하 에너지손실
⑧ 설비 에너지손실	(13) 열 에너지손실
	(14) 동력 에너지손실
	(15) 전달 에너지손실

〈표 4〉 에너지 손실 해석의 단계



력사용패턴을 측정하였더니 생산하고 있는 시간대 이외에서도 많은 전력이 소비되고 있어서, 이 손실을 줄여나간다면 큰 효과를 기대할 수가 있었다.

나. 에너지손실의 분류

에너지절약을 확고하게 하기 위해서는 더욱 정밀한 에너지손실의 해석을 할 필요가 있어서, 에너지사용량을 시간축을 중심으로 표 2와 같이 8개의 에너지

손실(8대 에너지손실)로 분류하는 것에 의해 에너지를 이론적인 체계 하에 제각기 손실을 극소화시키는 것이다.

다. 에너지손실의 정의

「8대 에너지손실」의 정의를 실무적으로 더욱 세분화하여 「15대 에너지손실」로 분류한 것을 표 3에 나타낸다. 그리고 에너지손실의 해석을 추진하기 위한 단계(Step)를 표 4에 나타낸다. 각 단계에 있어서 에너지손실 분류를 기본으로 한 매트릭스의 해석을 추진해 나가는 것에 의하여 포인트를 압축한다.

3. 에너지손실 해석 방법

나. 공정운영면에서의 조사

가. 설비면에서의 조사

설비개요 및 제품공정과 에너지 흐름 등을 조사하는 것에 의하여 공정별 설비의 움직임, 제품의 제조방법 및 에너지 사용관계를 파악한다.

각 에너지손실을 정량적으로 파악하기 위해서 1일 에너지사용 패턴과 설비가동상황을 조사하고, 실제로는 각 설비마다 이러한 조사를 실시하는 것에 의하여 손실의 정량적 파악을 시행하여야 한다.

〈표 5〉 8대 에너지손실 매트릭스

공정	설비	부위	사용량	8대 에너지 손실								합계
				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
대형 사출 성형기		유압 펌프	5,461	0	168	703	11	86	44	50	3,943	5,005
		실린더 히터	1,914	136	130	460	2	23	-	14	274	1,310
		냉각수 펌프	95	6	16	20	1	1	-	0	2	45
		냉동기	700	78	282	15	1	4	-	0	2	385
호퍼건조기 7대	히터	3,468	2,666	101	170	3	6	-	0	222	3,168	
		HOT 런너	306	29	8	20	1	4	-	0	193	255
공정	금형 온수기	히터	87	0	15	6	1	1	-	0	52	75
		펌프	34	0	4	13	1	1	-	-	1	20
취출기		전동기	101	0	0	0	0	2	0	0	16	19
		공기 압축기	10.7	3.4	0.2	1.7	0	0.1	-	-	3.7	9.2
합계			12,176	2,918	724	1,408	21	128	44	64	4,985	10,291

〈표 6〉 개선안의 도출방법

구분	유압 펌프	실린더 히터	호퍼 드라이어
① 조업시간외 손실	<ul style="list-style-type: none"> 일괄정지 스위치에 의한 정지 유압펌프의 무부하 정지 타이머에 의한 자동 투입 	<ul style="list-style-type: none"> 히터의 무부하 자동 정지 타이머에 의한 자동 투입 일괄정지 스위치에 의한 정지 	<ul style="list-style-type: none"> 패널방식에 의한 자동 on-off 투입타이머의 투입시각 명시
② 계획 정지시 손실	<ul style="list-style-type: none"> 유압펌프의 무부하 정지 	<ul style="list-style-type: none"> 일괄정지 스위치에 의한 정지 	<ul style="list-style-type: none"> 패널방식에 의한 자동 on-off

〈표 7〉 회사 전체의 신규 개선 항목수와 실시테마

공 정 명	신규 개선 항목 수	주 요 실 시 테 마
수지 압출 공정	50건	압출기 히터의 제어방법 변경, 온도조건의 수정 등
수지 사출 공정	222건	패널방식에 의한 호퍼드라이어의 자동 on/off 등
고무 압출 공정	285건	기류로의 배열회수, 온수순환기의 무부하 자동정지 등
고무 사출 공정	247건	유압 펌프의 On-load 중의 정지, 유압 펌프의 무부하 자동정지 등
배령 공정	43건	로울러기의 정상전력의 삭감, 유압 펌프의 On-load 중의 정지
고무 호스 공정	210건	압출기 이동유압펌프의 자동정지, 반송모터의 무부하 정지 등
고무 성형 공정	68건	유압펌프의 부하매치제어, 히터의 자동 투입 등
우레탄 주입공정	148건	배기팬의 공운전 방지, 유압펌프의 공운전 방지

다. 에너지손실 매트릭스의 작성

상기 조사 및 기타 방열량 측정, 누설량 측정 조사 등으로부터 15대 에너지손실에 대해서 손실매트릭스를 작성하였다. 여기서는 8대 에너지손실의 매트릭스를 표 5에 나타낸다. 이것에 의하여 개선 안의 도출을 표 6과 같이 에너지 손실별, 설비별로 분류한 개선항목 매트릭스를 작성하게 된다.

4. 에너지손실 해석의 전개

회사의 대표공정별로 해석대상 공정을 선정하여, 모델 공정과 동일한 해석을 실시한다. 각 해석대상 공정마다 에너지손실 매트릭스를 작성하고 다른 동일한 공정에 대해서는 해석대상 공정의 테마로부터 손실량을 추정하여 공장전체의 손실매트릭스를 작성한다. 이에 따라 개선항목의 도출건수 및 주요한 실시테마는 표 7과 같다.

5. 맺음말

앞으로 에너지의 손실 해석기법을 사용하여 손실의 극소화를 추진해 나가는 포인트를 정리하면

- (1) 전사적(全社的)으로 총력을 기울여 활동을 추진할 수 있도록 에너지손실 분류에도 손실 매트릭스를 작성하는 것에 의하여



· 에너지손실을 비주얼(Visual)화 하여 한눈에 볼 수 있도록 함으로서 모두가 절감하는데 공동 인식토록 한다

- (2) 손실을 아주 세분화하고 더욱이 그것을 설비마다 조사하는 것에 의하여



· 설비와 손실을 하나씩 대응시켜 아이디어를 강제발상시킨다
· 개선안 도출이 쉽게 될 수 있으며 막연함을 타파할 수 있다

- (3) 개선후의 효과를 에너지 손실량의 저감 형태로 손실 매트릭스에 피드백 하는 것에 의하여



· 어느 손실이 어떻게 줄었는가를 정량 파악할 수 있다.