

에너지진단 우수 사례소개

엄 철 준*†, 송 의* 김 천 용, 김 두 성

*한미설비(주) 기술연구소, 한미설비(주)

Case Studies of best practices through Energy audit

Chul-Jun Um*†, Euy Song*, Chun-Yong Kim, Doo-Sung Kim

ABSTRACT: Improving energy efficiency is the important thing of energy saving strategies that was shown up result of IEA meeting and the G8 Summit. Energy audit was started in 2006 that Korea government policy for improving energy efficiency. Who used over 2,000toe/yr(tons of oil equivalent per year) energy consumption has to perform energy audit program of obligation every five years with auditing company.

HANMI C&E as a company authorized by Government has diagnosed various type building. This case studies are chosen to best practices by KEMCO. This studies present efficient recommendation methods for improving system performance.

Key words: Energy Audit(에너지진단), Efficient Energy Use (효율적인 에너지이용), Improving System Performance(시스템 성능 개선)

1. 서론

IEA 각료회의 및 G8 정상회담에서는 국제 유가 급등세에 따른 신고유가 고착화와 발리로드맵에 따른 온실가스 의무감축 문제의 가시화로 저투자 CO₂ 배출저감효과가 큰 에너지효율향상을 에너지 전략의 최우선 정책으로 추진하고 있다.⁽¹⁾ 국외 에너지 효율화 동향과 같이 국내 정부도 국가 에너지효율을 2030년까지 46%(연평균 2.6%) 개선목표로 에너지효율 향상을 통한 저탄소 에너지이용 시스템으로 전환하였다. 이러한 에너지 효율 향상을 위한 방안 중 건물에너지 절약의 주요 시책으로 2006년 9월부터 에너지다소비사업자를 대상으로 에너지진단을 의무적으로 실시하도록 제도화 하였다.⁽²⁾

에너지진단은 연간 2,000[ton]이상의 에너지다소비사업자의 시설에 대한 에너지의 이용실태와 손실요인을 파악하여 에너지이용 효율을 향상 시키고 개선방안을 제시하는 일체의 행위⁽³⁾를 말한다.

에너지진단 전문기관인 한미설비(주)는 1986년 창립 이래로 T.A.B 수행실적과 기계설비진단, 개보수 설계 및 시공 경험을 바탕으로 다수의 에너지진단을 수행하였다.

본 연구에서는 2008년 에너지관리공단 우수사례로 선정된 당사의 진단사례를 소개하고, 진단 사례별 관리현황 및 문제점을 파악, 개선방안 제시, 경제성 분석을 통해 적용 가능한 이행방안을 제시하고자 한다.

2. 에너지진단 사례소개

2.1 전기 유도로 방산손실열량 감소

2.1.1 현황 및 문제점

D급속사의 중주파 전기 유도로 4대(6[ton] 1대, 4[ton] 3대)를 가동하여 생산된 용선을 2~4시간 간격으로 전량 출탕하고 있다. Fig. 1과 같이 1개의 금형 제작 시 유도로 4대의 용선이 동시에 투입되고 있다. 현재 조업 방법의 용이성을 위해 중주파 전기 유도로의 상부뚜껑(LID)이 소실된 상태로 조업하고 있어 방산에 의한 열손실이 발생하고 있다.

† Corresponding author

Tel.: +82-2-456-7033; fax: +82-2-456-7133

E-mail address: hanmi@hanmitab.co.kr

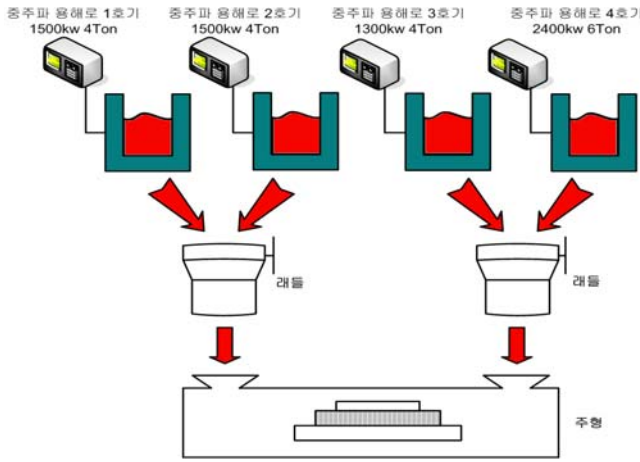


Fig. 1 Operation process

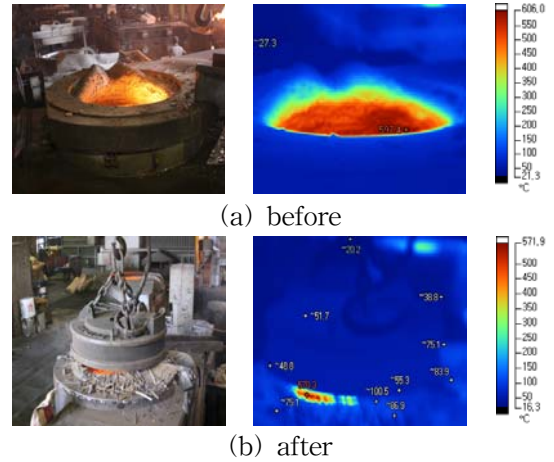


Fig. 2 Comparative view(included Infrared) of before and after

Table 1. A process period of raw materials and subsidiary materials for NO. 3 (total period 155mins : from injection to tapping, operating ratio : 37.42%)

Process	Injection	Injection	Injection	Remove oxidized steel	Injection	Remove oxidized steel	Remove oxidized steel	Remove oxidized steel	Tapping
period(min)	24	21	1	3	2	2	1	4	-

2.1.2 개선대책

Fig. 2와 같이 중주파 전기 유도로 1~4호기에 유압식 상부뚜껑(LID)을 설치하여 방산열량을 줄여 전력량을 절감할 수 있다.

장입 소재인 선철의 규격이 작은 편이므로, 용해로 내에 초기 장입 후 LID를 닫을 수 없는 상황 즉, 초기 장입 시로 상부에 고철이 수북이 쌓이는 것을 제외하고, 나머지 시간대는 수시로 용해로 주변 정리를 하여 LID를 닫아 방산 손실 열을 차단한다.

2.1.3 기대효과 및 경제성분석

중주파 유도로 1~4호기에 유압식 LID를 설치 후 외부 표면온도는 140℃이고, 목표치는 120℃(산자부 고시 기준)로 할 때를 기준으로 4대 모두 적용하였다. LID 가능 시간은 Table 1.과 같이 조업 중 LID 개방시간에 해당하는 조업률(약 37%)을 제하고 남은 63% 중 안전을 13%를 고려해 50%로 선정하였다.

개선결과에 따른 기대효과로 연간 전력절감량은 (1,874,851[kWh/년]), 연간전력절감액은 147,738[천원/년]으로 계산되었다. 유압식 개폐장치 설치에 따른 투자비(120,000[천원])를 고려하여 회수기간

은 0.8년, CO₂저감량은 794.69[tCO₂/년]으로 나타났다.

2.2 공기압축기 고·저압 분리운전

2.2.1 현황 및 문제점

S섬유사의 7대의 공기압축기는 0.62[MPa]의 압력으로 공기를 생산하여, 10대의 가연기에 공급하고 있다. 실을 꼬아주는 공정(약 90.8%)에 사용하는 공기 압력은 0.2[MPa]로 낮은 상태이며, 나머지 완성된 실타래와 빈 실타래를 교체하는 공정(9.2%)에 필요압력인 0.6[MPa]을 맞추기 위해 전 공정에서 0.62[MPa]의 압축 공기를 공급하여 감압 밸브로 감압 후 사용하고 있다. 이러한 고·저압 혼합사용은 압축원단위 상승을 발생시킨다.

2.2.2 개선대책

공기압력을 0.62[MPa]에서 0.45[MPa](기준에 사용하고 있는 압축기의 최저 작동압력 - 진단업체장비제원)로 압력을 낮춰 생산 공급함으로써 압축기 소요동력을 줄여 에너지를 절감한다.

현재 0.6[MPa]의 압축 공기를 사용하는 공정은 그 사용량이 적으므로 Fig. 3와 같이 증압 압축기

(드라이어 내장형)를 별도로 설치해 0.45[MPa]로 생산해 송기되는 공기를 증압하여 사용한다.

2.2.3 기대효과 및 경제성분석

공기압력은 압축공기 사용기기의 필요압력에 따라 결정되나 높은 압력의 압축은 전동기의 소용동력이 더 필요하므로 가능하면 낮추어 사용하는 것이 좋다.

증압 압축기를 별도로 설치하려면 압축기 용량 산정이 필요하나 0.6[MPa]의 공기를 필요로 하는 부하측 노즐 수량이 3,000여개나 되어, 사용처의 필요 공기 사용량을 측정하는 것이 곤란하다. 이에 따라 전체 공기 사용 시 공기압축기 로딩, 언로딩 시간과 0.6[MPa]의 공기를 필요로 하는 송기 밸브를 잠그고 로딩, 언로딩 시간을 측정 비교하였으며, Table 2.의 결과 로딩율은 개방시 91.9%, 잠금시 55.0%로 나타났다.

0.45[MPa]로 압축 공기 생산 시 전력절감으로 연간 소비동력량 줄여 연간전력절감금액은 49,152[천원/년]으로 증압압축기 4대의 설치 투자금(54,000[천원])에 따라 회수기간은 1.1년, CO₂저감량은 312.8[tCO₂/년]으로 나타났다.

Table 2. Measurement time and power of Air Compressor(0.6[MPa])

Section	loading		unloading	
	period [sec]	average Power [kW]	period [sec]	average Power [kW]
Open the valve	680	160	60	57
Close the valve	110	160	90	50

2.3 배기폐열 활용

2.3.1 현황 및 문제점

Y급속사의 변성 로에서 만들어진 분위기가스(LNG : AIR = 1 : 3)는 각각의 소입로에 공급되어 노내 분위기를 조성한 후, 외기로 배출되어 산소와 반응하여 연소된다. 그 열의 일부는 열 교환되어 소입로측 세척수 승온에 이용되어 에너지를 절감하고 있으나, 나머지 열은 자체 제작한 열교환기 용량이 작아 버려지고 있어 에너지가 낭비되고 있다. 현재 소리로 1,2,4호기는 전기 히터(15[kW]), 소리로 3호기는 가스버너 연소열을 이용해 세척수를 가열하고 있다.

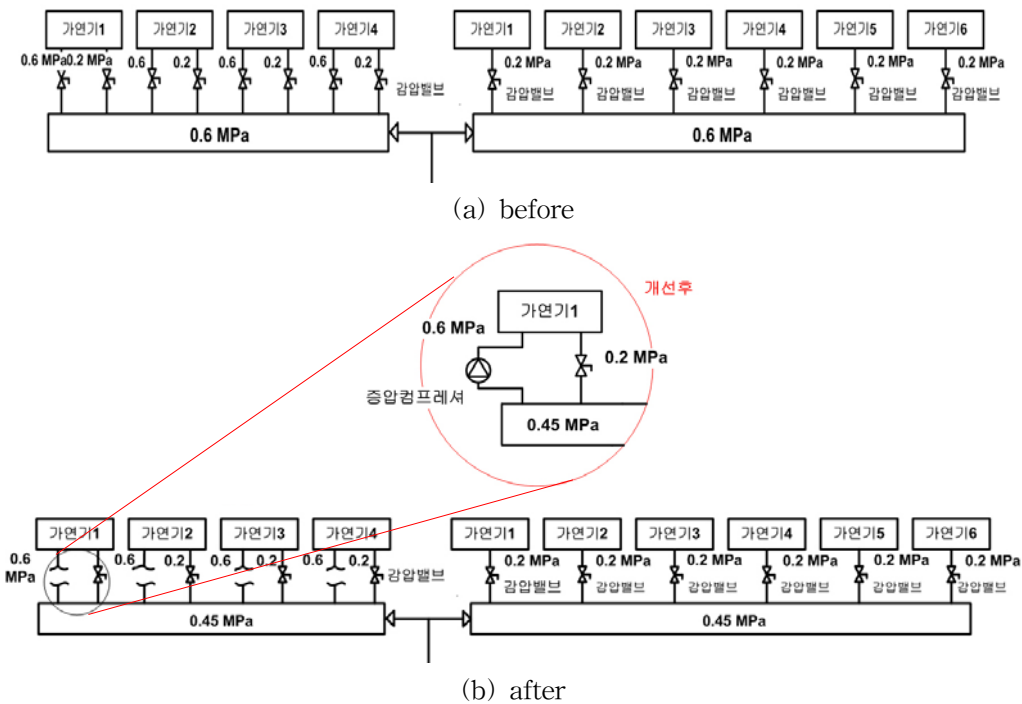
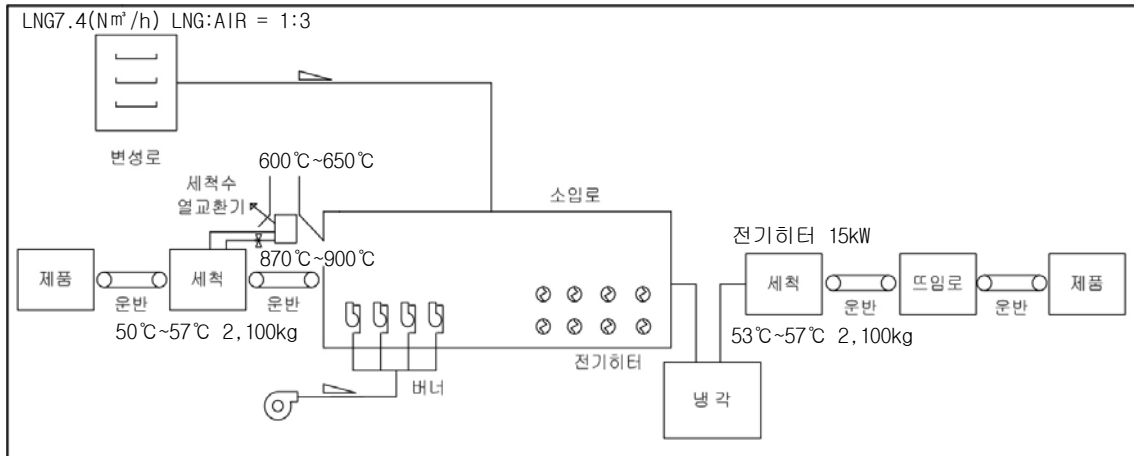
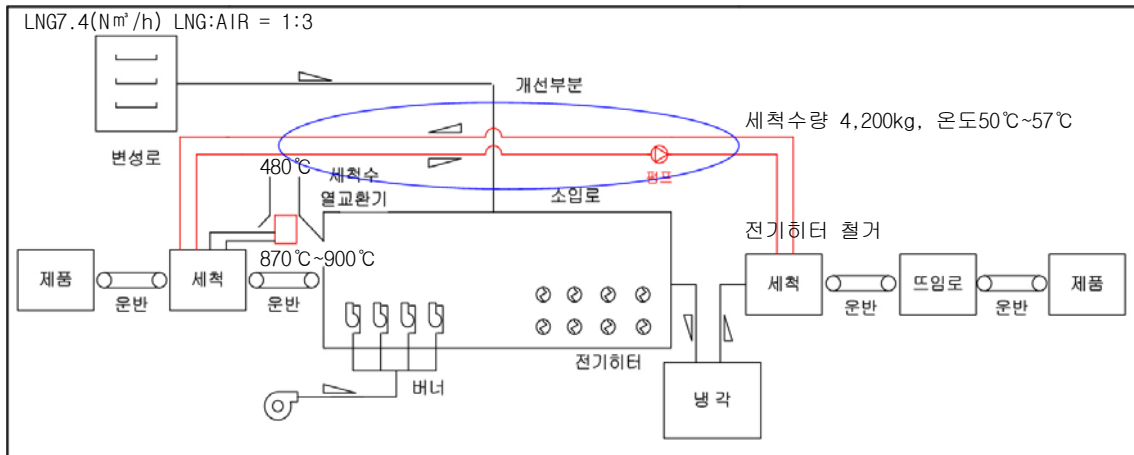


Fig. 3 Schematic comparative air transport diagram of before and after



(a) before



(b) After

Fig. 4 Schematic comparative process of before and after

2.3.2 개선대책

소입로에서 배출되어 버려지는 분위기가스 연소열 및 배출열을 이용해 소입 및 소려로의 세척수를 동시에 예열한다.

Fig. 4와 같이 1~4호기 소입로와 소려로의 세척수를 배관으로 연결하고 기존 열교환기용 순환펌프를 설치해 세척수를 로 별(소입로 1호, 소려로 1호)로 통합 운영하며, 현재 용량이 작은 소입로 측 세척수 열교환기를 폐열회수용량이 큰 열교환기로 교체한다.

전력 및 가스를 이용해 세척수를 가열하고 있는 소려로 1~4호기의 전력 및 가스사용량을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 세척수 온도를 중전보다 승온시켜 세척 효과를 향상시킬 수 있다.

2.3.3 기대효과 및 경제성분석

배기가스 폐열회수 가능열량은 총 배기 폐열 중 현재 설치되어 있는 소입로 측 에코노마이저 (economizer)가 흡수하는 열량이 50%이고, 버려지는 열량(회수가능열량)이 50%이며, 회수율은 50%로 선정하였다. 변성로에서 소입로에 투입되는 분위기가스는 연소가스가 환원분위기 조성을 위해 일부 LNG만 연소된 상태이므로 과잉공기 투입이 없어 이론배가스량과 같은 것으로 본다.

개선결과 소려로 1~4호기의 절감열량은 62.19[kW]으로 배기폐열회수로 현재 전기히터 및 가스버너 연소열을 충분히 대체할 수 있다. 연간 전력 및 가스사용절감금액은 32,781[천원/년]으로 산출되었다. 개선을 위해 에코노마이저와 배관 및 펌프설치공사에 필요한 투자비(44,000[천원])에 따른 회수기간은 6.3년이며, CO₂저감량은 183.7[tCO₂/년]으로 도출되었다.

2.4 외기냉방 도입 및 냉방불균형 개선

2.4.1 현황 및 문제점

H판매매장에 12대의 공조기는 2002년에 설치되어 운영 중이며 환절기에 관리자가 외기온도를 직접 관측 후 수동으로 외기 냉방 운전을 하고 있다. 지하1층과 지하2층 매장의 냉방부하는 실내부하가 대부분이고 외피부하와 유리창의 일사부하는 지하1층 매장과 지하1층 무빙워크 측에 일부 발생되고 있다. 발생하는 문제점으로 ①공조덕트에 설치된 제연댐퍼(M.S.D.)의 개폐상태 불량으로 AHU-3의 급기풍량이 부족하며, 환기덕트 측에 설치된 제연댐퍼의 개방으로 후방창고측 풍량이 유입되어 환기덕트에 설치된 온도측정기가 실내온도를 정확히 측정하지 못하고 있다. ②AHU-3, AHU-9의 공조기 댐퍼작동의 이상으로 개도상태가 상이하다. ③중앙감시실 모니터의 공조기의 각 부분별 온도값과 실제 측정값의 편차가 약 1.5℃ 발생하고 있으며, 공조기 토출 온도(18~20℃)와 매장내 온도(24~25℃)의 편차는 약 6℃로 확인되었다. ④공조실 외기덕트 주변의 콘크리트 슬라브 마감미비하여 외기유입으로 인한 동파문제의 우려가 있다. ⑤AHU-9 공조기 토출측 덕트의 부적절한 형상으로 인해 압력 손실(+5~35[mmAq])이 과다하여 급기풍량이 부족하다. ⑥취출구 기류확산 범위를 조정하는 콘의 위치가 적절하지 않아 냉방운전시 취출

공기확산에 영향을 주어 온도 분포가 불균형하게 나타났다.

2.4.2 개선대책 및 개선방안

①전체적인 제연댐퍼의 작동 및 상태 점검 ②공조기 댐퍼의 실제 개도율과 중앙감시실의 동작에 따른 개도율이 일치하도록 점검 및 보완이 필요하며, 댐퍼는 동절기 공조기 코일동파 방지를 위해 기밀형(air tight) 댐퍼 형식으로 설치 ③공조기 각 부분별 온도 상태 값과 실제 측정값과의 편차 해소를 위해 온도 보정 및 센서 점검 ④신선한 외기 공급 및 동파 방지를 위한 전체 공조실의 외기덕트와 건조공기의 덕트 관통부위의 슬라브 마감시공 ⑤AHU-9 공조기 토출측 덕트 수정을 통한 원활한 풍량 공급 ⑥냉방 운전 시 취출구의 팬을 적절한 위치에 조정하여 운전하고, 천정 취출구의 풍량 측정 및 조정 작업(T.A.B.)을 시행하여 풍량의 공급 및 환기가 원활하게 이루어져 실내기류 및 온도 분포가 쾌적한 상태 유지필요 ⑦외기냉방 제어를 위한 자동 프로그램 보완을 하고, 엔탈피 제어를 이용한 외기 냉방을 한다. 냉난방 운전시 외기도입장치 설치를 통해 최적화된 실내 온·습도 조건을 유지 및 실내오염물질 제거로 쾌적한 실내 환경을 적절히 유지할 수가 없다. 이에 따라 IAQ 댐퍼 컨트롤 유닛을 설치하여 중앙감시실에서 외기량을 감시하고 자동으로 외기량을 조절할 수 있도록 한다.

Table 3. Annual fuel saving

Section	May	June	July	August	September	October	Sum
fuel consumption [Nm ³]	52,794	69,949	114,328	149,927	83,085	22,269	-
absorption chiller uptime (h)	402	593	808	1,054	567	143	-
the introduction of air ratio (%)	45	28	-	-	45	84	-
annual fuel saving [Nm ³ /year]	23,757	19,586	-	-	37,388	18,706	99,437

Table 4. Annual power saving

Section	power consumption [kW]	quantity [EA]	total uptime [hour/year]	saving ratio [%]	apply uptime [hour/year]	annual power saving [kWh/year]
water circulation pumps	114.0	1	1,705	0.505	861	98,154
Coolant circulation pump	93.0	1	1,705	0.505	861	80,073
Sum	-	-	-	-	-	178,227

2.4.3 기대효과 및 경제성분석

외기냉방이 가능 기간은 대구지역 2007년 외기 온도자료 및 본 건물의 냉온수기 가동 기간(5월~10월)을 기준으로 분석 하였으며 7, 8월은 최대냉방기간이므로 계산에서 제외 하였다. 경제성 분석을 위해 개략적인 계산으로 외기 냉방 온도 조건을 22℃ 이하일 때 08~23시(15시간) 기준으로 적용하여 계산하였다.

Table 3, Table 4 결과와 같이 연간 연료절감량은 99,437[Nm³/년], 전력절감량은 178,227[kWh/년]으로 총 연간 절감금액은 67,979[천원]으로 산출되었다. 자동제어공사, 설비공사, IAQ 댐퍼설치와 TAB용역을 위한 66,000[천원]을 투자하면 1.3년의 회수기간과 320.5[tCO₂/년]의 CO₂배출저감으로 에너지절감 효과를 얻을 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 2008년 에너지관리공단의 우수사례로 선정된 당사의 에너지 진단사례를 소개하고, 사례별 관리현황 및 문제점을 파악, 개선방안 제시, 경제성 분석을 통해 적용 가능한 이행방법을 제시하고자 한다.

본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) D금속사의 전기 유도로 4대의 상부뚜껑(LID)이 손실된 상태로 조업하고 있어 열방산 손실에 따른 문제로 이를 개선하기 위해 유압식 상부뚜껑을 설치하여 방산열량을 줄여 조업사용 전력량을 감소시키는 효과가 있을 것으로 사료된다.

(2) S섬유사의 7대 공기압축기는 필요이상의 높은 압력으로 공기를 생산 공급하여 필요한 사용압력조절을 위해 감압밸브로 감압 후 사용하고 있

다. 개선방안으로 압축기를 필요한 압력으로 낮춰 생산 공급함으로 압축기의 소요동력을 줄여 에너지를 절감하고 별도로 송기되는 공기에 증압압축기를 설치하여 사용함으로서 전력절감의 효과가 있다.

(3) Y금속사의 4대 로에 설치된 열교환기는 용량이 작아 폐열로 에너지가 낭비되어, 폐열회수용량이 큰 열교환기로 교체하고 기존 열교환기용 순환펌프를 설치해 세척수를 동시에 예열하도록 개선한다. 개선결과에 따라 전력 및 가스사용량을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 세척수 온도를 종전보다 승온시켜 세척효과를 향상시킬 수 있을 것으로 평가된다.

(4) H판매매장의 12대 공조기는 관리자의 수동 조작으로 외기냉방운전을 하며, 댐퍼작동이상으로 기류가 유입되어 정확한 온도측정이 어려워 실내 온도제어가 이루어지지 못하고 있다. 또한 적절히 조정되지 않은 실내 취출구로 인해 기류확산 범위가 적절하지 않아 불균형 온도분포가 보였다. 이를 개선하기 위해 TAB 수행 및 엔탈피 제어기를 통한 정확한 외기도입과 IAQ 댐퍼 유닛사용으로 중앙감시 제어하여 자동풍량조절이 가능할 수 있도록 설치하여 에너지 절감효과를 얻을 수 있다.

참고 문헌

1. IEA Energy Technology Perspectives 2006
2. Korea Energy Management Corporation, 2006, Operation code of energy audit, Korea
3. Korea Energy Management Corporation, 2006, Handbook of Energy audit for energy consumer, Korea