

에너지 절감시스템 승강기 적용에 관한 연구

Study in application of energy storage system elevator

양성용*[†], 송종주*, 김종진*Seong-Yong Yang*[†], Jong-Ju Song*, Jung-Jin Kim*

초 록 최근 미세먼지와 황사 등 대기오염과 안전문제가 심각해지면서 국가는 정책적으로 화력과 원자력 발전을 줄이며 신재생에너지를 확대시키는 정책을 펼치고 있다. 본 논문에서는 승강기(엘리베이터)의 상승과 하강 시 위치에너지를 차에 의해서 발생하는 회생전력이 열로서 소모되어 낭비되는 에너지를 재사용하기 위해 (주)이건산전과 함께 승강기(엘리베이터)의 회생전력을 저장하여 필요 시 재사용하는 시스템인 승강기용 에너지절감시스템(Energy Storage System)의 현장 적용에 관한 연구를 통하여 11.64%의 전기에너지 절감효과가 있음을 증명함과 동시에 안정적인 운용방안을 마련하였다.

주요어 : 에너지 절감시스템, 엘리베이터, ESS

1. 서 론

대전광역시도시철도공사는 전기에너지 사용과 요금 절감을 위해 최대부하시간대 전기에너지 사용 자제 및 피크관리 등 여러 방면으로 관리하고 있다. 고객만족도 향상을 위한 편의시설 등 설비증가와 냉난방 부하 증가 등으로 인해 지속적인 전기에너지 관리에도 불구하고 전기에너지의 사용량과 요금은 점차 증가하는 추세이다. 이에 대전광역시도시철도공사는 열차의 회생전력을 이용하는 에너지절감시스템을 최초로 운행 중에 있으며 이를 바탕으로 (주)이건산전과 함께 승강기 타워를 통한 설치시험 외에 실제로 빈번하게 승객이 이용하는 현장에 승강기용 절감시스템 적용 시험을 실시하였다.

2. 본 론

2.1 승강기의 구성, 동작 및 회생에너지 발생원리

[†] 교신저자: 대전도시철도공사(ysys80@djnet.co.kr)

* 대전도시철도공사

승강기는 크게 제어장치(컨버터, 인버터, 회생저항기 등)와 기구(탑승카, 균형추, 전동기 등)로 구성되어 있다.

회생에너지는 탑승카와 적재량의 무게와 균형추의 무게에 따라 승강기의 상승과 하강 시 모두 발생한다. 즉, 탑승카와 적재량 무게 합이 균형추 무게보다 크면 탑승카 하강 시 회생에너지가 발생하며 반대로 탑승카와 적재량 무게 합이 균형추 무게보다 작으면 탑승카 상승 시 회생에너지가 발생한다.

2.1 승강기용 에너지절감시스템의 설치

대전광역시도시철도공사의 경우 승강기용 에너지절감시스템은 승객 이용이 많고 승강기의 행정거리가 비교적 길며 승강기용 에너지절감시스템의 설치가 용이한 기계실 등 전반적인 상황을 고려하여 서대전네거리역의 엘리베이터 기계실 1개소에 설치하였다.

본 엘리베이터(모터 4.6kW, 11인승/750kg)의 경우 일평균 757회 운행, 행정거리 17.75m(지상1층과 지하2층을 운행)이며 기계실 또한 넓은 공간이 있어 본 연구를 진행하기에 최적의 조건으로 판단되었다.

승강기용 에너지절감시스템을 설치함에 있어서 전력량 분석을 위한 전력량 분석 시스템을 별도로 제작하여 함께 설치하였다.



Fig 1 Installation of elevator ESS and energy analysis system

전력량 측정은 효율 분석을 위해 엘리베이터 전원(AC 380V) 측의 전력량을 측정, 승강기용 에너지절감시스템의 가동과 미가동 시 전력량을 비교하여 승강기용 에너지절감시스템의 효율 분석을 할 수 있도록 하였다.

2.3 승강기용 에너지절감시스템의 현장적용

시제품의 현장설치를 위해 보호회로를 구성하고 이에 대한 동작 시험과 일반적인 엘리베이터 설치조건에서 안전하게 동작할 수 있는 시험, 절연저항과 내전압 시험 등 시스템의 안정성 향상을 위한 각종 요건을 충족시킬 수 있도록 하였다.

실제로 운행하면서 필터부 리액터에서 발생하는 열과 퓨즈의 용단 및 프로그램의 변경 등 여러 문제점을 발견하고 개선할 수 있었으며, 또한 커패시터의 용량과 리액터 변경 등 다운사이징 및 제작비용 절감을 위한 여러 방안도 검토되었다.

2.4 승강기용 에너지절감시스템의 효율 분석

승강기용 에너지절감시스템의 가동 전과 후의 전력사용량과 엘리베이터의 운행횟수 등을 종합하여 승강기용 에너지절감시스템의 전체 효율을 분석하였다.

승강기용 에너지절감시스템가동 전 14영업일, 가동 후 4영업일 전력량을 측정하여 엘리베이터의 운행횟수와 함께 그 데이터를 분석하였다. 이는 가동 전의 10,597회와 가동 후의 3,026회를 표본으로 전력량을 측정, 분석한 것이다.

가동 전과 후의 1일 평균 운행횟수는 756.9회와 756.5회로 표본 값이 거의 같고 전체 운

행횟수도 충분함을 알 수 있다. 이 효율은 대전도시철도공사 서대전네거리역 엘리베이터 1호기에서 영업 중 입력(AC 380V) 측의 전력량을 기준으로 측정한 효율이다.

Table 1 Analysis of electric power before and after operation of ESS

구분	에너지절감시스템 미가동	에너지절감시스템 가동
영업일[일]	14	4
총 전력량[kWh]	205.3	51.79
총 운행횟수[회]	10,597	3,026
평균 운행횟수[회]	756.9	756.5
$\frac{\text{총전력량}[\text{kWh}]}{\text{총운행횟수}[\text{회}]}$	19.369	17.115

ESS 절감 효율 (%) = 11.64

승강기용 에너지절감시스템의 가동에 따른 전력량 절감효율은 승객수, 모터용량, 운행거리, 운행횟수 등 여러 조건에 따라 효율을 크게 다를 수 있다.

3. 결론

본 연구에서 승강기용 에너지절감시스템의 효율은 11.64%가 임을 알 수 있다. 이는 실제 운행 중에 증명된 값이다.

한편, 한국산업기술시험원(kt1)에서 같은 승강기용 에너지절감시스템에 대하여 측정한 전력을 기준으로 분석한 절감효율은 31.45%이다. 이는 무부하(엘리베이터 내 승객 없음)로 운행하면서 측정한 전력으로 이러한 조건에서는 탑승카와 균형추의 무게차가 크므로 회생전력량이 크게 발생하게 되어 평상 시 승객이 이용하면서 측정한 절감효율 보다 크다.

즉, 부하의 특성에 따라 더 많은 회생전력이 발생하면 그만큼 높은 효율을 얻을 수 있다.