

## 블로워 전동기 가변속 운전방식에 따른 소비전력 비교분석

김정태, 배성우<sup>†</sup>  
영남대학교

### Power Consumption Comparison of the Variable Speed Blower Motor Operation

Jeong-Tae Kim, Sungwoo Bae<sup>†</sup>  
Yeungnam University

**Abstract** - 최근 기존 도시철도역사의 환기 설비 노후화로 인해 성능과 효율이 저하되고 있다. 또한, 상황에 따른 요구 환기량을 반영하여 풍량 조절이 불가해 효과적인 환기가 이루어지지 못하고 있다. 지구온난화로 인한 기후변화에 따른 냉·난방시설의 전력 소비 증가와 화석연료의 고갈로 전력 단가가 상승함으로써 에너지효율을 높일 수 있는 방법이 연구되고 있다. 에너지 효율을 높일 수 있는 방법으로 높은 고효율 영구자석 전동기를 포함한 블로워의 도입에 대한 방안과 기존 환기설비의 on/off제어에서 가변속 운전방식에 따른 방안이 관심을 받고 있다. 본 논문은 가변속 운전 방식의 도입이 미치는 영향검토를 위해 가변속 운전 방식의 도입에 대한 에너지 절감효과를 예측하고, 기존설비와의 효율을 비교하고 검토할 수 있는 MATLAB 기반의 프로그램을 제안한다. 본 논문은 MATLAB 시뮬레이션 결과를 바탕으로 블로워 전동기 가변속 운전방식에 대한 소비전력량 차이를 입증하였다.

#### 1. 서 론

국내 도시철도 연간 전력 사용량은 225만 Mwh이며 이중 49% 정도가 도시철도 역사 안에서 사용되고 있다. 역사 전력사용량은 연간 110만 MWh정도이며, 이는 금액으로 1,055억 원에 달하는 금액이 소비되고 있다. 그 중에서도 도시철도 역사에서 환기 설비의 부하는 전체부하의 약 22.7%를 차지해 소비 에너지의 과급효과가 크다. 간헐적 이용으로 에너지 소비를 절감할 수 있지만, 운전하지 않는 시점에서는 공기질이 저하되어 '다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법'에서 제시하는 기준이상의 수준을 만족하기 어렵기 때문에 설비의 지속적인 운전이 필요하다. 그러므로 환기부분 설비의 에너지 소비를 줄이기 위해서는 기존 보다 효율이 더 높은 환기설비의 도입이나 기존의 On/Off 방식의 환기설비 제어 방법에서 시간대별로 블로워의 속도 조절이 가능한 새로운 환기설비 제어 방식의 도입이 필요하다. 본 논문에서는 에너지효율을 높일 수 있는 방법으로 블로워 전동기의 시간에 따른 가변속 운전방식에 대한 시뮬레이션을 진행하였다. 본 논문은 기존의 On/Off 제어방식에서 시간에 따른 가변속 운전 방식 도입에 대한 MATLAB 기반의 소비전력량 계산 프로그램을 제시함으로써 시간대별 소비전력량의 정보를 제공하며 기존의 설비에서 새로운 운전방식을 도입할 때의 효과를 예측하는 소비전력량 시뮬레이션 프로그램을 제안한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 제안하는 소비전력량 계산 프로그램

제안한 소비전력량 계산 프로그램을 구축하기 위해서는 식 (1), (2), (3)을 사용한다. 전동기의 출력전력( $P_o$ )은 식(1)에 따라 전동기의 토크( $T$ )와 전동기의 기계적 각속도( $\omega_m$ ), 기계 주파수( $f_m$ )를 이용하여 계산할 수 있다. 이 때  $\omega_m$ 은 전동기의 분당 회전수(rpm) 정보로 식(2), (3)을 통해 구할 수 있다.

$$P_o = T\omega_m \quad (1)$$

$$\omega_m = 2\pi f_m \quad (2)$$

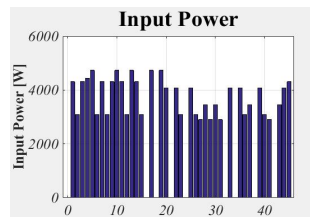
$$f_m = \frac{rpm}{60} \quad (3)$$

전동기 입력전력( $P_i$ )은 식(4)에 따라 전동기 출력( $P_o$ )과 전동기 효율( $\eta_m$ ), 인버터의 효율( $\eta_{inv}$ ) 및 인버터와 전동기 사이의 역률( $pf_m$ )을 이용하여 계산할 수 있으며, 총 소비전력량( $W$ )은 식 (5)에 따라  $P_i$ 에 시간( $t$ )을 이용하여 구할 수 있다.

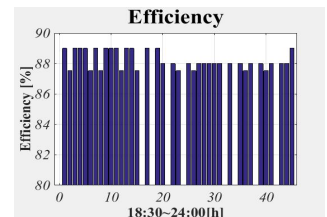
$$P_i = \frac{P_o}{\eta_m \eta_{inv} pf_m} \quad (4)$$

$$W = P_i t \quad (5)$$

##### 2.2 소비전력량 계산 프로그램 시뮬레이션 결과



〈그림 1〉 시간대별 입력전력 [W]



〈그림 2〉 시간대별 효율 [%]

그림 1은 본 논문에서 제안한 MATLAB 기반의 소비전력량 계산 프로그램의 시뮬레이션 결과로써 수락산역의 기존 유도전동기에 가변속 운전을 적용시켰을 때 시간대별 입력전력을 나타낸다. 그림 2는 기존 유도전동기에 가변속 운전 방식을 적용시켰을 때 시간대별 효율을 나타낸다. 기존의 On / Off 방식의 제어 방법일 때 19:00~24:00 사이에 소비전력량은 43.68 [kWh]이며, 가변속 운전패턴을 추가하였을 때 소비전력량은 동 시간대 12.56 [kWh]로 나타났다. 따라서 기존대비 약 31kWh를 줄일 수 있고, 비율로는 약 71%의 절감 효과를 거둘 수 있다.

#### 3. 결 론

본 논문은 MATLAB을 기반으로 하여 블로워 전동기의 가변속 운전 방식에 따른 소비전력량 계산 프로그램을 제안하였다. 따라서 실제 가변속 운전 방식이나 다른 전동기의 사용에 앞서 기존 대비 에너지 소비전력량과 효율을 얼마나 얻을 수 있는지에 대한 정보를 제공함으로써 고효율 영구자석 전동기를 포함한 블로워의 도입과 가변속 운전 방식의 도입이 미치는 영향검토에 필요한 정보를 제공할 수 있다.

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(14RTRP-B067916-02)과 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(No. NRF-2014R1A1A1036384).

#### [참 고 문 헌]

[1] 최범석, 박무룡, 황순찬, 박준영. "가변속 고속블로워의 성능특성에 관한 연구." 한국유체기계학회 논문집 7.5 (2004): 43-49.