

## 경량화를 위한 공기압축기 직입기동 설계

### Air compressor directly to wear the same design for weight reduction

박민우<sup>†</sup>, 강병관<sup>\*</sup>, 이종민<sup>\*</sup>, 조홍덕<sup>\*</sup>

Min Woo Park<sup>†</sup>, Byung Gwan Kang<sup>\*</sup>, Jong Min Lee<sup>\*</sup>, Hong Deok Jo<sup>\*</sup>

**Abstract** Urban Maglev lighter to an air compressor directly to wear the same applied to air compressors Starters (Compressor Motor Starting Box, CMSB) the non applied one train based on approximately 68kg in weight reduction and material cost savings and weight as a result of energy consumption It can be expected to decrease.)

**Keywords :** Air compressor, Cost savings, Weight

**초 록** 도시형 자기부상열차 경량화를 위하여 공기압축기 직입기동을 적용하여 공기압축기 기동장치(Compressor Motor Starting Box, CMSB)를 미 적용하여 1 량 기준으로 약 68kg 의 중량 절감 및 재료비 절감 효과와 경량화로 인한 에너지 소비 감소를 기대할 수 있다.

**주요어 :** 공기압축기, 원가절감, 경량화

## 1. 서 론

본 논문은 자기부상열차의 경량화를 위하여 공기압축기 모터에 직입기동을 적용하여 공기압축기 기동장치(Compressor Motor Starting Box, CMSB) 미 적용에 의한 차량 경량화 개선을 하기 위한 검토 내용이다.

## 2. 본 론

### 2.1 검토내용

#### 2.1.1 기존 설계 검토

##### 1) 공기압축기(Air Compressor) 사양

- 구동축 회전속도 : 2860 rpm  $\pm$ 5% (at 50Hz)
- 자유공기토출량 : 370 l/min  $\pm$ 7% (스크롤 방식)
- 상용토출공기압 : 882 kPa (9 kgf/cm<sup>2</sup>)
- 모터형식 : 3상 교류 농형 유도전동기
- 모터출력 : 3.7 kW
- 모터전압 : 3상 AC380V (50Hz ~ 60Hz)
- 중량 : 95 kg  $\pm$ 10%

※ 공기압축기 사양에 맞는 동작을 위해서는 모터를 50Hz로 구동 필요

→ 차량 AC전원은 주파수가 60Hz이므로 주파수 변환장치(인버터) 적용 필수

† 교신저자: 현대로템 철차연구2팀(ecaros@hyundai-rotem.co.kr)

\* 현대로템 철차연구2팀, \* 현대로템 전장품개발팀, \* 현대로템 철차연구2팀

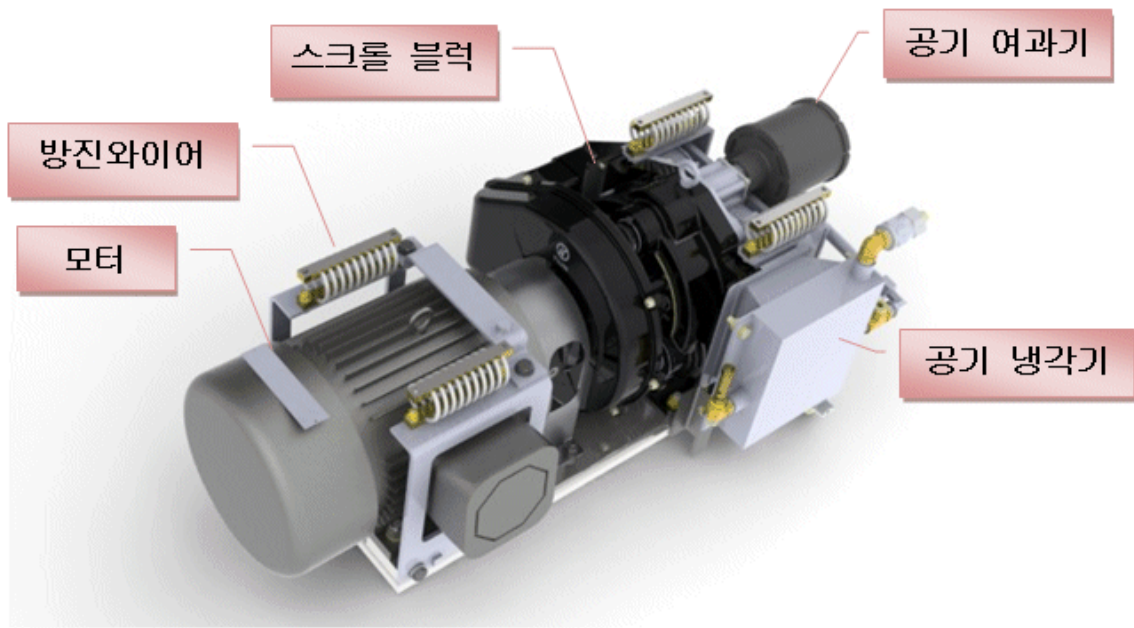


Fig.1 Air Compressor Structure – Maglev >

2) 공기압축기 기동장치(Compressor Motor Starting Box) 사양

- 회로방식 : 전압형 인버터 기동방식(IGBT 소자 적용)
  - 인버터 용량 : 9 kVA
  - 정격 입력전압 : 3상 380V AC, 60Hz
  - 정격 출력용량 : 4kW
  - 정격 출력전압 : 3상 380V AC  $\pm 5\%$
  - 정격 출력전류 : 9A (과부하 내량 : 정격 전류의 150% 1분)
  - 최대 출력주파수 : 50Hz  $\pm 2\%$
  - 중량 : 40 kg  $\pm 4$ kg
  - 주요 기능
    - ① 입력 전압의 변동 및 부하변동에 대하여 출력전압을 일정하게 유지
    - ② 출력 단락 또는 모터 지락 시 보호 기능
    - ③ 종합제어장치(TCMS)에 주요 고장 내역 및 상태 정보 송신
    - ④ 모터의 Soft Start 및 Soft Stop 제어에 의하여 입력전류를 정격전류 이하로 유지(보조전원장치 용량 여유에 기여)
    - ⑤ 주요 고장 보호 기능
      - 인버터 출력 단락 검지 : 중고장
      - 출력 과전류 검지(정격전류의 200%) : 중고장
      - 인버터 과온 검지 : 중고장
      - 과부하 검지 : 중고장
      - 입력과전압 검지 : 경고장
      - 입력저전압 검지 : 경고장
- ※ 인천공항 자기부상열차 공기압축기 기동장치의 경우, 공기압축기 사양상 모터를 50Hz로만 구동이 가능하므로, 공기압축기 기동장치의 고장 시에 바이패스 기동(직입 기동)이 불가능하며, 해당 공기압축기 사용이 제한됨.



Fig2. Compressor Motor Starting Box - Maglev

### 2.1.2 직입기동 적용 사례

#### 1) 공기압축기 모터 직입기동을 위한 조건

- ① 공기압축기 모터 직입기동 시 보조전원장치의 용량에 문제가 없을 것  
(직입 기동 시에는 모터 정격전류의 보통 7배 정도의 기동 전류가 흐름)
- ② 공기압축기 모터의 과전류 또는 단락 등 고장에 대한 대책이 있을 것
- ③ 공기압축기 모터의 정격주파수가 보조전원장치 AC 출력주파수와 일치할 것  
(국내의 경우, 60Hz)

상기와 같은 조건을 만족할 경우에는 공기압축기 모터의 직입기동이 가능하며, 공기압축기 기동장치없이 공기압축기 제어가 가능하며, 최근에는 주요 경량전철에는 직입기동 적용이 보편화되고 있는 추세이다.

#### 2) 인천2호선 공기압축기 사양

- 구동축 회전속도 : 1700 rpm (at 60Hz)
- 자유공기토출량 : 240 ℓ/min ±7% (오일프리 피스톤 방식)
- 모터출력 : 2.95 kW
- 모터전압 : 3상 AC380V, 60Hz
- 중량 : 95 kg ±10%

※ 인천공항 자기부상열차에 적용된 공기압축기는 스크롤 방식이며, 모터출력 및 토출량이 더 큰 반면에 중량은 동일하다. 단, 모터를 주파수 60Hz로 동작이 가능하므로 기타 조건을 만족하면 직입기동이 가능하다.

## 2.2 자기부상열차 공기압축기 직입기동 적용 검토

### 2.2.1 기본사항

1) 기존 인천공항 자기부상열차의 경우, 공기압축기 모터의 정격출력 60Hz로 기동할 수 있도록 개선이 이루어지면 보조전원장치 용량 여유가 있으므로 직입기동 적용이 가능하다.

#### 2) 직입기동 적용 시 중량 개선 효과 검토

- ① 공기압축기 기동장치 미적용(1량)
  - 장치 중량 감소 : -40 kg(설계 및 실측중량)
  - 취부 볼트 4개 감소, 연결 배선용 자재 감소 : -1.5 kg(예상치)
- ② 제어회로 부품 적용(배전반 설치 기준, 1량)
  - 입력전원 검지 계전기 1개, 접촉기 1개, On Delay Timer 1개, 일반 계전기 2개(관련 배선 포함) : + 7.5 kg(예상치)
- ③ 중량 개선 효과 : -34 kg/량  
(공기압축기 변경에 따른 중량 변경 사항은 고려하지 않음)

### 3) 경제성 검토

#### ① 에너지 소비 개선 효과 검토

- 공기압축기 기동장치 미적용에 따른 소비전력 감소효과는 미미함.
- 경량화에 따른 에너지 소비 감소  
: 2량 1편성 기준으로 68kg 중량 감소는 국내 기준 1인 탑승 중량에 해당하며, 승객 1인 수송에너지 만큼의 에너지 절감이 가능함.

#### ② 재료비 개선 효과 검토

- 공기압축기 기동장치 재료비 감소 : 약 700만원
- 제어회로 부품 적용에 따른 재료비 증가 : 약 100만원
- 1량 기준으로 약 600만원의 재료비 감소 기대

## 3. 결론

- 1) 상기 검토한 바와 같이, 도시형 자기부상열차 공기압축기 직입기동을 적용할 경우 1량 기준으로 약 68 kg의 중량 절감 효과를 기대할 수 있으며, 경량화로 인한 에너지 소비 감소 및 공기압축기 기동장치 미적용에 따른 재료비 절감을 기대할 수 있다.
- 2) 기존 도시형 자기부상열차는 공유압 변환에 의한 기초제동시스템이 적용이 되었으나, 제동시스템을 공기를 사용하지 않는 유압제동시스템으로 변경할 경우에는 공기부하가 대폭 감소하므로 압축공기공급장치의 슬림화를 통하여 추가적인 경량화 및 에너지 소비 감소를 기대할 수 있다.