074 1.6리터급 소형 디젤엔진용 전동과급기술

전동력연구센터 | 홍도관

○ 본 기술은 1.6리터급 소형 디젤엔진의 저속성능 및 과도성능 개선을 위한 전동과급 기술로서 기존의 기계식 과급기(터보차저)는 고속에서 배기가스가 충분할 때 효율적이지만, 저속에서 응답성이 늦어서 터보랙이 발생함. 이를 보완하기 위한 기술로 기계식 과급기와 함께 사용하여 저속과 급가속 시 전기식(48Vdc, 100,000rpm, 3kW 사양)으로 압축공기를 공급하여 엔진 출력을 향상시키는 기술임. 2017년 아우디 (SRM 전동기)와 2018년 벤츠 (BLDC 전동기)의 차종에 전동식 과급기가 적용되었으며 본 기술은 BLDC/BLAC 전동기를 적용한 방식으로 파급효과가 크다고 할 수 있음. 이는 디젤뿐만 아니라 가솔린 엔진에도 활용됨.

기술개념 및 구성

▣ 기술개념

▶ 본 기술은 저속에서 차량 응답성이 늦게되는 터보랙을 저감하기 위한 기술로 기계식 과급기와 함께 사용하여 저속과 급가속 시 전기식(48Vdc, 100,000rpm, 3kW 사양)으로 고속전동기와 제어기 및 파워보드 등을 개발하는 것임. 0.4초 이내에 100,000rpm에 도달하여 압축공기를 공급하여 엔진 출력을 향상시키는 기술임.

▣ 기술의 구성도

▶ 전동과급기(고속전동기 및 드라이브)의 전기-기계계 멀티피직스 성능해석, 시제작, 성능평가 기술 확보.

[성능해석/특허기술 시제작/성능평가 기술]

Company	Valeo	BorgWarner	KERI/Keyyang
Motor type	SRM	BLDC	BLAC
Slot/Pole	6/4	12/2	12/2
Stator Outer dia. (mm)	77.86	45	86
Rotor Outer dia. (mm)	29.57	17.5	26
Stack length (mm)	25	45	15.6
Permanent magnet	None	Samarium Cobalt	Samarium Cobalt
Voltage source (V)	48	48	48
Power (kW)	7	3 (추정)	3
Speed (rpm)	70,000	72,000 (추정)	100,000
Torque (Nm)	0.45	0.3979 (추정)	0.2864
Motor efficiency (%) (Simulation)	75.91	80~85 (추정)	95.6
Response time (sec)	0.25	0.25	0.4~0.5

[선진사 및 KERI 개발품 전동과급기 기술 비교]

1. 기술 개요

▣ 기술개발의 필요성

▶ 1.6리터급 소형 디젤엔진의 저속성능 및 과도성능 개선을 위한 전동과급 기술로서 기존의 기계식 과급기(터보차저)는 고속에서 배기가스가 충분할 때 효율적이지만, 저속에서 응답성이 늦어서 터보랙이 발생함.

▶ 터보랙을 저감하기 위한 기술로 기계식 과급기와 함께 사용하여 저속과 급가속 시 전기식(48Vdc, 100,000rpm, 3kW 사양)으로 압축공기를 공급하여 엔진 출력을 향상시키는 기술임.

▶ 유럽 등 선진사들도 다양한 차종(SUV, 승용) 및 가솔린 엔진에도 전동식 과급기를 적용하기위한 개발을 하고 있으며, KERI의 경우 국내 1.6리터급 티볼리 차량에 적용하기 위해 산업부 과제를 수행중에 있음. 다양한 용량으로 적용할 수 있는 고속전동기 및 드라이브 기술 개발이 필요함.

2. 기술 내용

▣ 기술의 특징

▶ 기술의 특장점

• 소형에서 대형까지 다양한 형태의 전동식 과급기용 고속전동기 및 드라이브 설계가 가능하며, 고출력 사양에도 적용가능함.

• 속도 및 출력 등의 다양한 요구사양에 대해 전기-기계계의 멀티피직스 성능해석에 필요한 노하우를 확보하여 예측해석이 가능함.

• 속도 및 출력 등의 다양한 요구사양에 대해 제작에 필요한 노하우와 적용 재료 등을 차별화 하여 적용이 가능함.

• 고속시스템 개발품에 대한 3가지 방식의 다양한 성능평가 장치를 구축하고 있으며 관련 시험 노하우를 보유함.

▶ 기술의 상세 규격

• 전기식(48Vdc, 100,000rpm, 3kW) 개발 요구사양의 고속전동기 및 드라이브 설계 기술

• 전기식 고속시스템 전기-기계계 성능해석 기술

• 전기식 고속시스템 시제작 기술

• 전기식 고속시스템 성능평가 기술

▣ 경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사 · 경쟁 기술 현황

• 상반회전 프로펠러용 비접촉 자기기어 기술

국내	기술명	-
국내	기술 내용	• 국내 48Vdc, 100,000rpm, 3kW급 기술 없음. • 본 기술은 고속 임펠러 기술을 보유한 계양정밀과 함께 연구개발하고 있으며 국내 유일한 과급기 개발 기업임.
국외	기술명	전동식 과급 기술
국외	기술 내용	2017년 Valeo에서 SRM 전동기를 적용하여 4.0리터 Audi SQ7 차량에 적용하였으며 2018년 Borgwarner에서 BLDC 전동기를 적용하여 3.0리터 Benz CLS53 적용하였음.

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
유럽 특허 기술	• 48Vdc, 100,000rpm, 3kW 사양으로 국내에서는 부하성능시험이 불가능한 스팩이나, 베어링과 토크센서의 한계에도 불구하고 다양한 성능시험 방법까지 구축해서 성능평가함. 또한 응답시간에 유리한 회전자 제작 관련 특허를 국내 출원하고, PCT 출원중. • Valeo의 SRM 전동기의 경우 효율이 70%대로 평가되며, KERI 개발 동급 사양으로 적용해도 75% 미만으로 되어 NVH 및 열적 안정성 확보하는데 비용이 더 소요될 것으로 판단. • Borgwarner의 BLDC 전동기의 경우 KERI의 BLAC 전동기보다 효율이 낮은 것으로 판단됨.

3. 기술의 시장성

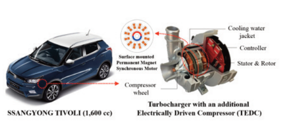
▣ 기술 응용분야 및 제품

• 디젤 및 가솔린 자동차의 전동식 과급기에 적용

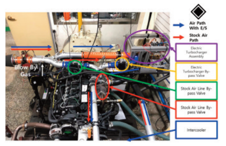
• 다양한 차량 (cc)에 따른 전동식 과급기에 적용

• 다양한 분야의 고속전동기 및 드라이브 기술에 적용

[디젤 승용차 적용]



[엔진 Matching 시험]



▣ 시장이슈

• 터보차저는 엔진의 배기가스 감소와 출력 증가를 요구하는 고기능 정밀부품 산업으로 전체적인 엔진 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문에 높은 품질과 기술개발 능력, 신뢰성이 요구되는 등 진입 장벽이 높음

• 터보차저는 수송기계에 적용되기 때문에 콤팩트화가 요구되며, 고속 전동기 및 드라이브 기술이 요구됨

• 또한 일반 고속 전동기와 달리 제한된 전원 사양에서 간헐적으로 빈번하게 작동될 수 있으며, 빠른 시간에 고속까지 도달하는 전동기 및 제어 기술의 연구 개발이 필요함

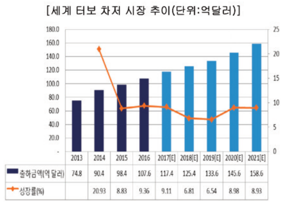
▣ Supply chain

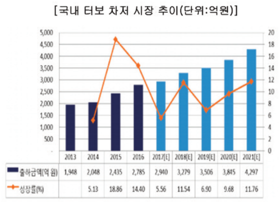
• 본 기술은 기계식 과급기(터보차저)와 함께하면 저속과 고속에서 엔진출력을 향상시킬 수 있는 기술로, △디젤 및 가솔린 엔진 등에 적용이 가능하며, △선박 △자동차 △항공 산업 등에 공급 됨

▣ 수요전망

• 세계 터보 차저 시장은 2016년 기준 107.6억 달러 규모이며, 2021년에는 158.6억 달러 규모의 성장이 예측됨

• 국내 터보 차저 시장은 2016년 기준 2,785억 원에서 연평균 9.06%로 성장하여 2021년에는 4,297억 원의 시장 규모를 형성할 것으로 전망됨





자료: Technaivo, Modor intelligence, 한국신용정보원, NICE평가정보㈜ 재구성, 2017

4. 주요 연구성과

▣ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	전동기의 회전자, 그를 가지는 전동기, 그를 가지는 과급기 및 전동기의 조립방법	한국	2018-0143409	2018
출원	전동기의 회전자, 그를 가지는 전동기, 그를 가지는 과급기 및 전동기의 조립방법	PCT	KR2018/014265	2018

▣ 기술의 완성도

▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발

▶ 개발 기술 범위 : 고속시스템(권선된 고정자, 회전자, 제어기, 48Vdc 파워스택)

• 고속전동기 및 드라이브 설계 기술

• 고속전동기 전기-기계계 성능해석 기술

• 다양한 용량의 고속시스템 성능평가 기술

▶ 기술개발 완료 시기

• 2019년 12월 : 1.6리터급 소형 디젤엔진용 전동과급기술 개발

5. 기대 효과

▣ 기술 도입 효과

▶ 경제적인 효과

• 국외 상용화는 이미 되었고, 국내에서 빨리 상용화가 되지 않으면 수입 적용될 수 있는 상황이라 산업구조의 개선에 기여함.

• 자동차 산업분야에서 고부가가치의 엔진출력 향상을 위한 기계식 과급기와 전동식 과급 기술 개발을 통해 무역역조 현상을 해결하고, 신규 해외 시장 창출에 기여함.

▣ 기술 · 산업적 파급 효과

▶ 기술적 파급 효과

• 국내 최초로 1.6리터급 소형 디젤엔진용 전동과급 기술을 확보함으로서 차세대 가솔린 엔진에 적용할 수 있는 기술을 선도 할 수 있음.

• 국내 산업체 육성에 의한 전동과급 분야의 국제 경쟁력을 향상시키고, 국내 산업의 고도화와 세계적 경쟁력을 갖는 응용 시스템 기술 개발에 기여.

[R&R : 3-2-3]