

전기자동차용 전동기/제어기의 시험 방법

吳星哲*

Test method for Motor/Controller for Electric Vehicle

Sung Chul Oh

요 약

본 논문에서는 전기자동차용 전동기/제어기를 시험하기 위한 절차를 제시하였다. 현재 전기자동차용 전동기/제어기의 시험에 관한 국제 규격은 주로 안전 운전을 위한 최소 기준치를 정의하고 있지만 상세한 시험 방법에 대해서는 기술하고 있지 않다. 시험 항목 및 방법을 개발하기 위하여 기존의 선진국 규격에 대하여 전문가들의 의견을 바탕으로 보완 작업을 수행하였다. 개발된 규격에 따라 전동기/제어기의 시험 방법을 제시하였으며 다양한 부하 장치를 사용할 경우의 시험 방법을 제시하였다. 시험 절차는 주로 전동기 제어기 조합시험에 주안점을 두었으며 부하 장치로는 전동기-발전기, 와전류형 엔진 다이내모, 교류 다이내모 등을 사용하였으며 전동기/제어기를 차량에 탑재하지 않은 상태에서 전동기/제어기의 실제 주행모드 운전 특성을 시험하기 위한 방법을 제시하였다

ABSTRACT

Test procedure for Electric Vehicle(EV) motor/controller has been developed. Most of existing standards mainly focus on minimum requirements for safe operation. However, detailed test procedures are not covered in the standard. In order to develop test items, methods and procedures which should be strictly applied to EV motor and controller, existing standards have been reviewed by the expert group in Korea. Based on their feedback, standard test procedure was proposed. Test procedure especially for combined motor and controller has been proposed. As a load for the tested motor, M-G set, eddy current type engine dynamo and AC dynamo were used. Test procedures for the driving cycle test and regeneration test were proposed.

Key Words : Electric vehicle, Motor-controller combined test, Driving cycle operation

1. 서 론

G7 전기자동차 개발 과제를 통하여 관련 차량 및 각종 부품의 개발과정에서 전기자동차의 시험 평가 방법 및 표준화 안의 필요성이 대두되었다. 이에 자동차 부품 연구원을 중심으로, 전기자동차 관련 차량 및 부

품 업계의 의견이 반영된 성능 시험 항목 및 평가 방법에 대한 표준화 안이 제시되었다. 전기자동차용 전동기/제어기 시험 평가에 관한 규격 개발은 관련된 선진국 규격을 바탕으로 전동기/제어기의 성능에 관계된 항목의 선정 및 이를 평가하기 위한 시험 방법의 개발을 중점적으로 수행하였다. 선진국에서 개발된 규격^[1,4]의 내용은 안전을 위한 최소 규제치가 근간을 이루고 있고 이를 시험하기 위한 시험 방법에 대한 상세한 방법은 다루어지지 않고 있다. 그러나, 전력전자 장치에 관한 단품 시험 방법을 바탕으로 전기자동차에 적용될 수 있는 시험 항목을 개발하고 또한 전동기와 제어기를 조합한 상태에서 시험 할 경우 시험조건 및 각

*정회원, 한국기술교육대학교 정보기술공학부 부교수

E-mail : scoh@kut.ac.kr

접수일자 : 2002.11.15

1차심사 : 2003. 1.17

3차심사 : 2003. 5.30

2차심사 : 2003. 5. 2

심사완료 : 2003. 6.10

중 측정 항목을 정할 수 있다.

제시된 규격에 따라 전동기/제어기 시험을 수행하였으며 사용 가능한 부하 장치에 따라 다른 시험전략을 사용하였다. 즉, M-G set을 사용하였을 때의 문제점 보완을 위하여 엔진 다이내모, 엔진 다이내모 시험시의 문제점 보완을 위한 AC 다이내모를 부하 장치로 사용하였다. 특히 AC 다이내모를 사용한 회생제동 시험 장치 구성 및 방법을 제안하였으며 이를 바탕으로 대상 전동기에 대한 시험을 수행하였다.

또한, 전동기/제어기를 차량에 탑재하지 않은 상태에서 주행 모드 운전시의 성능 평가를 하기 위한 방식을 제안하였다. 제시된 시험 방식은 전기자동차 뿐만 아니라 다양한 방식의 하이브리드 자동차의 구동장치를 시험할 수 있는 특징이 있다. 즉 차량의 운전 특성은 시뮬레이션을 통한 다이내모의 운전으로 모의 할 수 있고 구동장치의 구성은 모델을 통한 s/w로 구현할 수 있다. 이 방식으로 시험 전동기와 제어기의 특성을 탑재하지 않은 상태에서도 실제 운전시의 각종 특성을 시험해 볼 수 있다.

2. 부하장치에 따른 시험 방법

2.1 M-G set을 이용한 부하 시험^[5]

시험에 사용된 영구자석 전동기의 사양은 표 1과 같다.

전동기의 일반 시험에서는 치수, 중량, 권선저항, 내전압/절연저항, 온도시험, 회전-토크 시험 등을 수행하였다. 전동기 일반 시험 결과는 표 2와 같다.

온도 시험의 결과는 표 3과 같다. 소음 시험과 과속도 시험에 대해서는 일정한 시험 기준이 확립되지 않은 항목이므로 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 전동기의 회전 속도 - 토크 시험 및 온도 시험을 수행하기 위해서는 전용 제어기에 의한 구동이 필요하다. 제어기로는 수냉식 백터제어 인버터가 사용되었다. 또한, 부하 장치는 M-G set와 저항부하로 구성되어 있다. 즉, 시험 전동기에 의하여 직류 발전기를 동작시키고 발전기 부하로 저항 부하를 사용하여 저항의 조합의 변화에 의하여 부하를 변동시킨다.

온도 시험의 주 관점은 전동기/제어기의 정격 출력 시 전동기/제어기의 각 부분의 온도가 설정치 이하에서 포화되는 것을 주로 관찰하는 시험이다. 전동기 각 부의 온도 상승은 표 4와 같다.

온도 상승치는 H class의 최대값인 180℃이내 임을 확인 할 수 있다.

표 1 시험 전동기 사양

Table 1 Specification of test motor

전동기의 명칭	매입형 영구자석 동기 전동기	제조사명 /약호	
형식	4 pole	냉각 방식	수냉식
정격 출력	16KW	정격전압	170V
정격 전류	94A	정격회전속도	3900rpm
상수	3상	내열 클래스	H class

표 2 전동기 일반 시험

Table 2 Motor routine test

시험항목	측정값
치수	172Φ
중량	35kg
권선저항	0.675 Ω/phase
내전압/절연 저항*	100 MΩ

표 3 출력 시험 결과

Table 3 Output power test

입력(축전지)			전동기			효율 (%)
전압 (V)	전류 (A)	입력 (KW)	회전속도 (rpm)	토크 (N-m)	출력 (KW)	
314.7	61.0	19.19	3147	52.3	17.23	89.7

표 4 전동기 각부의 온도 상승

Table 4 Temperature rise at motor part

전동기부위	포화온도(℃)
대기온도	22.2
엔드링	63.2
슬롯중앙권선	116.3
슬롯아래권선	143.0

2.2 엔진 다이내모를 이용한 부하시험^[6]

부하 장치로 M-G set을 사용하여 출력 및 온도 시험을 수행하였을 때 발생된 문제점은 다음과 같다.

- 1) 연속적인 부하 조절이 어렵다.
- 2) 저항 부하를 사용함으로써 회생 시험 등을 위한 능동적인 부하 조절이 불가능하였다.

3) 개발 시험중인 전동기/ 제어기를 시험에 사용함으로써 시험 항목의 적용에 한계가 있다.

이를 바탕으로 한 시험 수행 전략은 다음과 같다.

- 1) 시험 대상 전동기 및 전동기는 자동차 부품 연구원에 사용한 실적이 있는 상용화된 제품을 사용한다.
- 2) 능동적인 부하 조절을 위해서 자동차엔진 시험에 사용되는 엔진 다이내모를 사용한다.
- 3) 전동기-제어기의 전원공급을 위해서는 전지 전원을 모의 할 수 있는 대형 직류 전원 장치의 사용이 바람직 하나 일반 연속전지를 사용한다.

시험에 사용한 전동기 및 제어기의 주요 사양은 표 5, 표 6과 같다.

M-G 장치 및 엔진다이내모를 사용한 부하 시험의 시험 항목의 비교는 표 7과 같다.

표 5 전동기 사양
Table 5 Specification of motor

전동기명칭	유도전동기	정격 출력	18Kw
냉각	수냉식	정격 토크	69Nm
절연등급	F class	최대 토크	155Nm(1분)
최대 회전 속도	10,000 rpm	정격 전류	135A

표 6 제어기 사양
Table 6 Specification of controller

입력전압	110V -350V	과전압 보호	380V
출력 최대 실효 전류	400A	냉각	수냉식

표 7 시험 수행 항목의 비교
Table 7 Comparison of test items

시험 항목	M-G set	엔진다이내모
출력시험	정격 부하 대비 시험	정격 부하 대비 속도 토크 가변
온도시험	연속 정격운전	정속 운전 연속 정격 운전 최대출력운전 duty 사이클 운전
전기적 특성 시험		출력 전류 고조파 분석
회생제동시험		부하 변동 시험

각 시험 항목에 대한 시험 절차는 다음과 같다.

- 1) 출력시험 : 대상 전동기의 연속 정격(18KW)을 100%로 하여 25%, 50%, 75%, 100%, 150%, 200%일 때, 회전속도 1250, 2500, 3750, 5000 rpm 일 때 전지의 전압과 전류, 제어기의 전압 과 전류, 전동기의 회전속도와 토크를 측정하고 전체 효율을 측정한다.
- 2) 온도시험 : 주어진 조건에서 전동기와 제어기의 온도 측정점의 온도 상승 측정. 상용화된 전동기, 제어기의 경우는 과온도 보호 기능을 가지고 있어서 내부 냉매 온도가 일정 온도 이상일 경우는 제어기의 운전을 정지시키는데 이 경우는 제어기가 트립 되는데 걸리는 시간을 측정한다.

a) 정속 운전 : 엔진 시험 항목을 준용하여 40km/h 정속 운전해 해당되는 조건을 모의하여 (스토틀의 열림 : 56%, 토크 30Nm, 전동기 속도 : 1500rpm, 출력 : 4.7Kw) 전동기와 제어기의 온도 상승을 측정한다.

b) 최대 출력 운전 : 엔진 다이내모의 출력 토크의 제한으로 출력 28.2KW(156%)으로 운전하여 제어기가 트립될 때 까지의 시간을 측정한다.

c) 연속 정격 운전 : 정격 출력(정격 토크, 정격 회전수:18KW) 운전시 온도 측정점(전동기 및 컨트롤러 프레임)의 온도 상승을 측정한다.

d) 듀티 사이클 운전 : 차량의 운전을 모의하여 부하를 156% 부하 30초, 100% 부하 1분, 0% 부하 30초로 변동하고 이를 10회 반복하여 온도 측정점의 온도 상승을 측정한다.

e) 전기적 성능 시험 : 전동기 전류의 고조파 분석을 수행한다.

f) 회생 제동 : 악셀 페달의 열림 정도를 25%, 50%, 75%, 100%로 운전 중 악셀 페달을 놓은 후 전지로 충전되는 전류의 프로파일을 측정한다.

출력 시험 결과는 표 8과 같다.

시험에서 나타난 문제점 및 이를 보완하기 위한 대책은 다음과 같다.

- 1) 입력전원으로 연속전지(60Ah×20개)를 사용하였는데 한번 만충전 후 최대 출력(28KW, 1분), 연속정격 시험(18Kw)을 수행하는데 어려웠다. 그러므로 전지를 모의 할 수 있는 직류 전원장치의 사용이 바람직하며 규격에는 정속주행 시험, 듀티 사이클 시험, 회생 제동 시험은 전지 사용을

표 8 출력시험
Table 8 Output power test

Motor 정격: 18kW, 2500rpm

부하	출력				시험				효율 η (%)	
	속도 (km/h)	전압(V)	전류(A)	일률(kW)	MEFCR 출력	모터	토크 (Nm)	출력(kW)		
25% (4.5kW)	230	25	5.7	101.2	87.23	76.79	120	34.2	4.5	78.8
	230	24.5	5.5	118.1	58.42	5.41	200	17.8	4.7	85.5
	230	22.3	5.1	133.1	46.62	4.51	350	10.9	4.2	82.4
50% (9kW)	230	22	5	145	31.81	5.22	400	7.6	4	85
	210	51	11.4	101.8	130.5	10.84	120	67.6	8.8	75
	218	47	10.2	127.3	87.62	9.32	200	33.3	8.7	75.3
75% (13.5kW)	230	48	10.5	139.2	68.51	9.77	350	23	9	85.3
	230	46.7	10.4	163.7	58.92	10.02	500	17	9	85.3
	231.3	77.3	15	39.2	189.5	16.5	120	102.8	13.5	75
100% (18kW)	233.3	66.7	15.6	97.5	114	16.02	200	51	13.5	85.4
	233.3	66.2	15.4	98.9	89	14.92	350	34.5	13.6	88.2
	233.3	66.7	15.6	102.2	205.1	18.8	120	111.5	14.6	71.2
150% (27kW)	227.4	94.3	21.5	69.5	140.1	19	250	61	18.1	84.3
	229.5	89.3	20.4	91.3	108.3	19.64	350	41	18	89.2
							500			
200% (36kW)							120			
							200			
	227.7	162.3	35	171	162		350	81.3	31.8	88.6
							500			

권장하며 최대 출력 및 연속 정격 시험은 대용량 직류 전원 장치 사용을 권장한다.

- 비 탑재 전동기 및 제어기 시험에는 출력 및 온도 시험이 주이며 온도 시험의 경우는 냉각 방식에 따라 온도 특성의 차이가 많으므로 냉각 장치의 구성은 실제 자동차의 주행을 모의하는 것이 바람직하며 실제 시험에서는 냉각 팬을 사용하여 방열기를 냉각하여 실제 주행 조건과는 차이가 있었으며 규격 보완 사항으로는 온도 시험 항목에 냉각 조건에 대한 구체적인 자료 제시가 필요하다.
- DATA 수집에는 엔진 다이내모의 경우는 가솔린 엔진을 시험하기 위한 부하 장치로 속도, 토크, 연료 소모량 자동 측정하게 되어 있어서 전기적 특성을 수집하기 위한 DAQ 보완이 필요하다.
- 정속 시험, 듀티 사이클 시험을 위한 시험 조건의 표준화가 필요하며 구체적으로는 시험 항목에 정격에 대한 %부하, %속도, %토크 등을 명시하고 내연기관 자동차의 시험 방법을 참조하며 온도 시험을 위한 정속 시험 중에는 정지 시 혹은 냉각 장치의 이상에 관한 시험 방법을 명시한다.
- 회생 제동 시험에는 시험조건의 표준화(악셀의 열림 정도, %부하, 회생제동의 인가 시간 등)가 요구된다.

듀티 사이클 운전시의 시험 조건과 온도 시험 결과는 그림 1, 2와 같다.

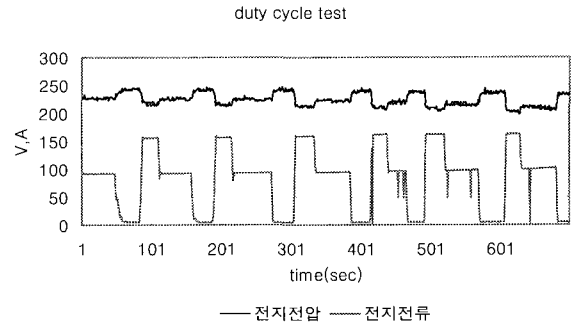


그림 1 듀티 사이클 시험 조건
Fig. 1 Test condition of duty cycle test

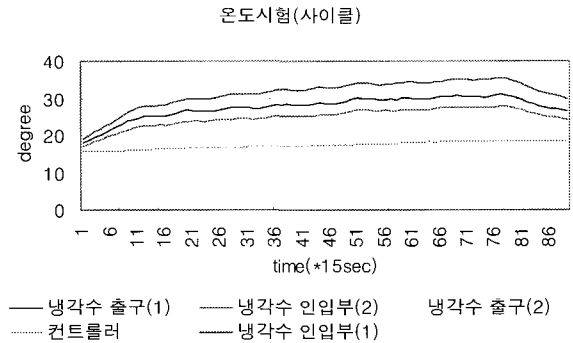


그림 2 듀티 사이클 시험 중 온도 상승
Fig. 2 Temperature rise during duty cycle test

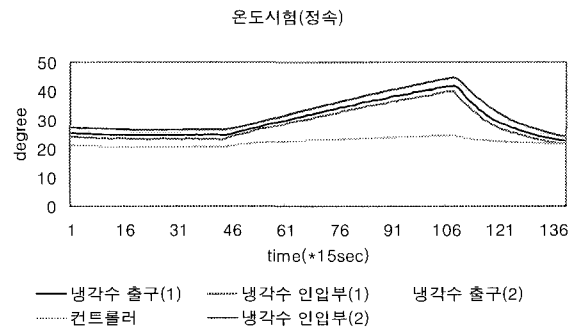


그림 3 정속 운전시 전동기 각부의 온도 상승
Fig. 3 Temperature during constant speed

시험 장치는 자동차 엔진 시험에 사용되는 와전류 방식의 엔진 다이내모를 부하 장치로 사용하였다. 전동기 및 제어기가 수냉식이므로 물의 순환을 위한 순환 펌프와 방열기 냉각을 위한 냉각 팬이 설치 되어있다. 온도 측정을 위해서는 특정 부위에 서모 커플러를 설치하였으며 자동으로 측정된다.

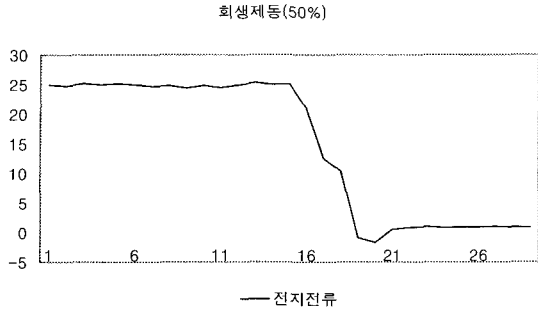


그림 4 회생시 전동기 전류
Fig. 4 Battery current during regeneration

또한 전지 전압과 전류도 자동으로 측정된다. 또한 전력 측정을 위해서는 전력 분석기가 사용되었다.

그림 3에는 정속시험 시의 전동기 각부의 온도 상승을 나타내고 있다. 그림 4에는 회생 시험 시 즉, 정격 50% 운전후 악셀 페달을 놓았을 경우의 전지 전류를 나타내고 있다.

2.3 AC 다이나모를 이용한 부하 시험^[7]

와전류 방식의 엔진 다이나모를 사용한 부하시험은 다음과 같은 문제점이 있었다.

- 1) 능동적인 부하 조절이 불가능하다.
- 2) 구체적인 회생 제동 시험 방법 및 장치 구성이 미비하다.
- 3) 데이터 수집 장치의 자동화가 미흡하다.

문제점을 해결하기 위하여 다음과 같은 시험 수행 전략을 수립하였다.

- 1) 시험 대상 전동기 및 제어기는 하이브리드 자동차에 적용이 가능한 용량의 상용화된 제품 사용한다.
- 2) 능동적인 부하 조절을 위해서 벡터 제어 방식의 유도 전동기를 부하 전동기로 사용한다.
- 3) 회생 및 구동 시 양방향 전류의 흐름이 가능한 전원장치를 사용한다.

그림 5는 시험장치의 구성도이다. 시험에 사용한 전동기 및 제어기의 주요 사양은 표 9, 표 10과 같다.

시험 전동기는 저속 고토오크 전동기로 공극 조정(기계적 약제자)으로 동작 범위 증대 및 효율 향상을 할 수 있으며 직접 구동용 전동기(wheel motor)로 사용이 가능하다.

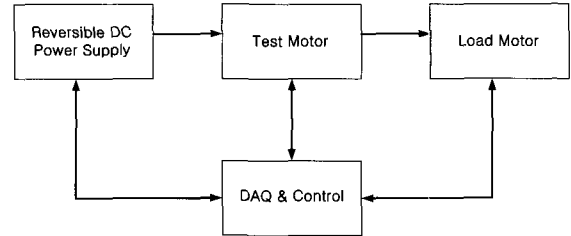


그림 5 전동기 시험 장치의 구성
Fig. 5 Block diagram of motor test bed

표 9 시험 전동기 사양
Table 9 Specification of test motor

방식	Axial Flux type PM motor
냉각방식	공냉식
연속 정격출력	3KW
정격속도	300RPM
정격토크	105Nm
정격전압	48VDC

표 10 제어기 사양
Table 10 Specification of controller

입력전압	42V-54V
출력전류의 peak값	260A
냉각	공냉식

시험 장치의 사양은 다음과 같다.

- 1) 직류 전원 장치 : ABC 150 전지 시뮬레이터
- 2) 벡터 제어형 유도 전동기 구동장치 : 25HP

단, 시험 전동기는 토크 모드 부하 전동기(유도 전동기)는 속도로 운전하며 시험 전동기는 회생/구동 모드 운전이, 부하 전동기는 양방향(정방향/역방향) 운전이 가능하다.

와전류형 엔진 다이나모 시험과 교류 다이나모를 사용하였을 때의 시험 항목의 비교는 표 11과 같다.

특히 교류 다이나모를 사용하여 전동기의 4상한 운전 특성 시험을 수행하였는데 4상한 영역은 표 12와 같다. 또한, 운전 상한에 따른 부하 전동기와 시험 전동기의 운전 모드도 같이 표시하였다.

상용화된 전동기의 특성을 구하기 위한 시험 방법은 다음과 같다.

- 1) 최대 토크 측정 : 회전 속도를 부하 전동기에 서 일정하게 하게 하고 시험 전동기의 출력 토크

표 11 시험 수행 항목의 비교
Table 11 Comparison of test items

시험 항목	엔진 다이나모	교류 다이나모
출력시험	정격 부하 대비 (속도, 토크 가변)	속도, 토크 가변
온도시험	정속 운전 연속 정격 운전 최대출력운전 duty 사이클 운전	연속 정격 운전 최대출력운전 duty 사이클 운전
전기적 특성 시험	출력 전류 고조파	
회생제동시험	부하 변동 시험	4상한 운전 특성

표 12 4상한 운전 모드
Table 12 4 quadrant operation mode

Torque : POSITIVE Rotation : REVERSE Motor mode: REGEN Motor direction: REV Load direction: REV	Torque : POSITIVE Rotation : FORWARD Motor mode: THROTTLE Motor direction: FWD Load direction: FWD
Torque : NEGATIVE Rotation : REVERSE Motor mode: THROTTLE Motor direction: REV Load direction: REV	Torque : NEGATIVE Rotation : FORWARD Motor mode: REGEN Motor direction: FWD Load direction: FWD

크가 더 이상 증가되지 않을 때까지 토크 명령을 증가시킨다.

- 2) 최대 속도 측정 : 출력 토크가 0이 될 때까지 부하 전동기의 속도 명령을 증가시킨다.
- 3) 출력시험 : 시험 전동기의 최대 토크, 최대 속도를 기준으로 13.75 Nm(최대 토크의 10%) 단위로 토크를 증가시키며, 회전속도는 100 rpm 단위로 직류 전압, 전류, 전동기의 회전속도, 토크를 측정하고 전체 효율을 측정한다.
- 4) 온도시험 : 주어진 조건에서 전동기와 제어기의 온도 측정점(고정자 프레임)의 온도 상승을 측정한다.
- 5) 회생제동 시험 : 전동기의 4상한 운전을 모의하여 연속적인 회생 제동 특성(토크, 속도, 효율)을 측정한다.

그림 6에는 연속 정격 운전 시 고정자 온도 상승, 그림 7에는 최대 정격 운전 시의 고정자 온도를 나타

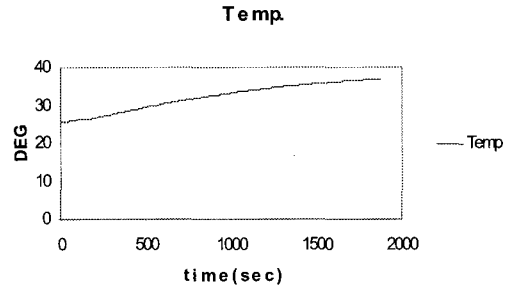


그림 6 연속 정격 운전시 고정자 프레임 온도
Fig. 6 Stator frame temperature during maximum rated operation

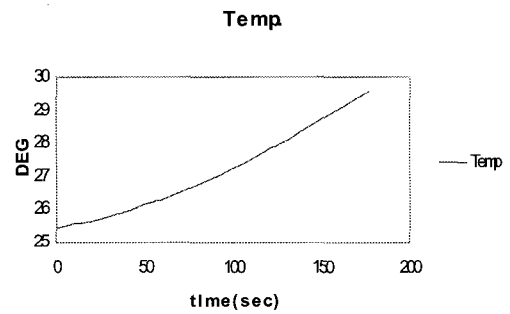


그림 7 최대 정격 운전 시 고정자 프레임 온도
Fig. 7 Stator frame temperature during continuous rated power operation

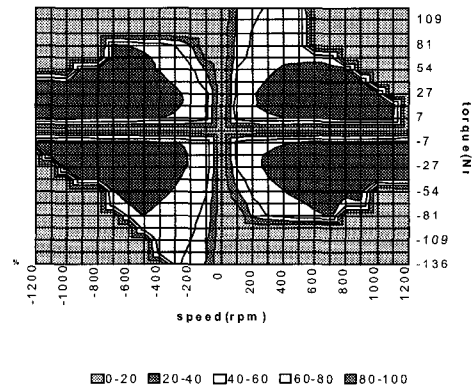


그림 8 4상한 운전시 효율의 분포
Fig. 8 Efficiency distribution of 4 quadrant operation

내었다. 연속 정격 운전시 30분간의 온도 상승, 최대 정격 운전시 3분간의 온도 상승은 허용 범위 내에 있

음을 알 수 있다. 각 상한 운전에서의 효율 분포는 그림 8과 같다. 1,3상한 운전과 2,4 상한 운전의 효율 분포가 각각 대칭임을 알 수 있다.

2.4 비 탑재 주행 모드 시험

주행 모드 시험은 모두 차량단위로 이루어지게 되어 있다. 실제로 부품단위(전동기 제어기)로 주행 모드 시험을 하기 위해서는 차량의 성능은 s/w로 시뮬레이션 하며 시뮬레이터에서의 명령을 실제 견인 전동기와 부하 전동기에 입력하여 실제 차량을 시뮬레이션하는 방법을 사용할 수 있다.

차량 시뮬레이터에는 실제 차량에 관련된 정보(차량 무게, 주행저항, 타이어 반경)가 저장되어 있다. 또한 차량 시뮬레이터는 차량 속도 제어를 위한 PI제어기로 구성되어 있다. 주행 모드 운전에서 다른 기준 속도와 부하 전동기의 속도를 비교하여 PI제어기를 거친 후 토오크 명령을 만든다. 이 경우 직접 구동 방식의 전동기는 4 바퀴 시스템의 한 바퀴를 의미한다. 주어진 토오크 명령에 따라 차량의 정보를 바탕으로 차량 가속도를 구하며 이로부터 차량 속도를 구한다. 구한 차량 속도에 해당하는 명령이 부하 전동기에 입력된다. 부하 전동기는 속도 제어 모드로 구동하여 속도 명령에 따라 구동하게 된다. 이로써 실제 차량의 운전 조건을 모의 할 수 있게 되며 주어진 주행 모드로 운전했을 때 전동기 및 제어기의 운전상태를 직접 측정할 수 있게 된다.

그림 9는 제안된 시험 장치의 신호 흐름도이다.

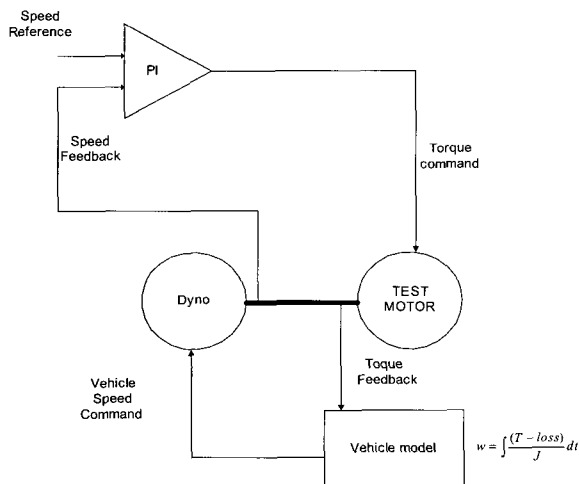


그림 9 주행 모드 시험을 위한 신호 흐름도
Fig. 9 Signal flow diagram for driving cycle test

일반적으로 전동기/제어기의 실제 운전상태를 시험하기 위해서는 부하로서 관성 부하를 사용하여 실제의 운전 상태를 모의하지만 제안된 방식을 사용함으로써 관성 부하를 사용하지 않고 차량의 운전특성을 측정할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 전기 자동차용 전동기, 제어기의 시험 방법에 대하여 다루었다. 특히, 전동기와 제어기 조합 시험의 경우 대상 전동기와 부하 장치에 따라 수행 가능한 시험 항목 및 방법을 제시하였다. 부하 장치로는 M-G set 와전류 방식의 엔진 다이내모, 교류 다이내모 등이 사용되었고, 대상 전동기는 유도전동기, 동기전동기, axial flux 전동기가 각각 사용되었다. 특히, 부하 장치에 따른 시험항목의 선정 및 시험 방법에 대하여 실제 시험을 수행하면서 문제점을 분석하였으며 이에 따른 시험 수행 전략을 수립하였다. 또한, 차량에 전동기, 제어기를 탑재하지 않은 상태에서 부품의 특성을 직접 시험 할 수 있는 시험 방법이 제시되었다.

온도시험은 부품의 신뢰성 평가의 주요한 지표이며 출력 시험의 결과는 에너지 맵의 형태로 차량 시뮬레이터의 전동기/제어기 개발에 사용될 수 있다.

제시한 비 탑재 주행 모드 시험을 위한 차량 시뮬레이터의 개발에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

본 논문은 차세대 자동차 기술개발사업에 의해서 지원되었음.

참 고 문 헌

- [1] JEVS Z107 Combined test motor and controller.
- [2] JEVS E701 Combined power measurement of motor and controller.
- [3] JEVS E702 Power measurement of motors equivalent to on-board application.
- [4] IEC 60786 Controllers for Electric Vehicle.
- [5] 전기자동차 부품 표준화 및 평가기술개발(III), G7 차세대 자동차과제 연차보고서 1999. 산업자원부, 과학기술부.
- [6] 전기자동차 부품 표준화 및 평가기술개발(IV), G7 차세대 자동차과제 연차보고서, 산업자원부, 과학기술부, 2000.
- [7] 전기자동차 부품 표준화 및 평가기술개발(V), G7 차세대 자동차과제 연차보고서, 산업자원부, 과학기술부, 2001.

저 자 소 개



오성철(吳星哲)

1958년 1월 23일생. 1980년 서울대 전기 공학과 졸업. 1982년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 Univ. of Florida(박사). 1982년~1994년 한국전기연구원 선임연구원. 2001년~2002년 미국 국립알곤 연구소 방문연구원. 1994년~현재 한국기

술교육대학교 정보기술공학부 부교수.