

전기자동차 연비시험 방법 비교

이민호[†] · 김성우 · 김기호

한국석유관리원 석유기술연구소

A Comparison of the Fuel Economy Test Method on Electric Vehicles (EVs)

MIN-HO LEE[†], SUNG-WOO KIM, KI-HO KIM

Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority, 33 Yangcheon 3-gil, Ochang-eup, Cheongwon-gu, Cheongju 28115, Korea

[†]Corresponding author :
lice92@kpetro.or.kr

Received 31 May, 2017

Revised 27 June, 2017

Accepted 30 June, 2017

Abstract >> EVs manufacturers typically target a range of 300 km on a fully charged battery. Many studies have been conducted to improve these disadvantages. As a results, the mileage of EVs is expected to increase significantly. However, as the distance traveled by EVs increases, current test method (SCT) have many difficulties. The biggest problem is that it takes a lot of time to test an EVs and greatly increases the error rate during the test period. In order to solve these problems, this paper discusses the fuel economy test method of EVs for energy efficiency and mileage. The comparison of test methods was achieved by chassis dynamometer test about EVs. These review of test methods are intended to both improve testing efficiency and provide a practical testing methodology that can be easily adapted to accommodate future testing enhancements. In conclusion, the results of MCT mode and SCT mode comparison show similar results within 3 %, confirming that the test method is appropriate. Also, as the CSCM distance becomes shorter in the MCT mode, the mileage becomes longer and the fuel economy becomes lower. As a result, the error from the SCT test results is expected to increase. In order to minimize the error of SCT measurement fuel economy, it is recommended to maximize the CSCM driving distance. However, since the timing of the EOT is not clearly known, it is reasonable to define the allowable range of the CSCE to be within 20 % of the MCT total mileage.

Key words : Electric vehicles(전기자동차), State of Charge(충전율), SAE J 1634 method, Single cycle test(단일사이클 시험), Multi cycle test(복합사이클 시험), FTP-75 mode(도심모드), HWFET mode(고속모드), Current(전류량), Driving distance on a single charge(1회 충전 주행거리)

Nomenclature

SCT	: Single cycle test
MCT	: Multi cycle test
UDDS	: Urban dynamometer driving Schedule
HWFET	: Highway fuel economy test
SOC	: State of charge
CSC	: Constant speed cycle
CSCM	: Constant speed cycle middle
CSCE	: Constant speed cycle end
EOT	: End of test
BMS	: Battery Management System
Edc	: Discharge energy
UBE	: Useable battery energy

1. 서론

자동차 제작사들은 전 세계적으로 강화되고 있는 에너지 소비 효율 및 온실가스 배출량 규제에 대응하기 위하여 다양한 형태의 환경친화적 자동차인 그린카(green car)를 개발하고 있다. 현재 개발되고 있는 그린카에는 클린디젤 자동차와 하이브리드 자동차(플러그인 하이브리드 자동차 포함), 전기자동차, 연료전지 자동차 등이 있다.

이 중에서도 전기자동차와 연료전지 자동차는 석유 연료와 내연기관을 사용하지 않고, 배기가스를 전혀 배출하지 않는 자동차로서 현재 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 특히 전기자동차는 경제성과 친환경성의 이점을 갖고 있으나 배터리 중량, 충전에 필요한 시간, 낮은 수익성, 수요 부족, 충전인프라 등에 의해 현재 대중화되지 못하고 있는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 고효율 배터리 기술 개발이나 고속 충전 인프라 구축, 세금 지원 등 각국의 정부와 기업들이 다양한 노력을 하고 있다^{1,4)}.

현재 국내의 에너지소비효율 산정은 시가지 모드인 FTP-75 모드와 고속도로 모드인 HWFET 모드^{5,6)}에서 측정한 결과를 보정·복합하여 산출하고 있다.

전기자동차도 마찬가지로 이 두 가지 주행모드를 사용하여 연비시험을 진행하고 있다. 하지만 전기자동차의 경우 연비시험 방법은 배터리의 SOC가 완전히 방전될 때까지 시험을 진행하고 이때의 주행거리와 배터리 전력량(충전율)을 가지고 연비를 계산하게 된다. 이 시험방법(SCT 시험방법)이 적용될 때의 전기자동차는 160 km 이하의 자동차들로서 시험을 하는데 필요한 시간이 4시간에서 5시간 정도였다. 이 시간도 기존 내연기관 자동차에 비해 4배 이상 긴 시간이었다. 하지만 현재의 전기자동차는 1회 충전주행거리 300 km를 개발목표로 하고 있는 제작사도 있으며, 몇 개의 차종은 300 km 주행거리를 넘어서고 있다. 이렇게 주행거리가 긴 전기자동차를 시험하는 데는 막대한 시험시간이 필요하고, 장비와 시험자의 피로도 및 측정 횟수를 크게 증가시킨다. 이러한 시험 기간에 발생할 수 있는 다양한 문제점으로 인해 전기자동차의 연비 및 주행거리 결과에 오차가 발생하게 되고, 시험을 하는데 어려움을 가진다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해소하고 전기자동차의 연비 및 주행거리 오차율을 줄이기 위해 SAE J1634에서 나타낸 MCT 단축 시험방법을 국내 시험차량에 적용하여 봄으로서 시험방법의 차이에 따른 특이점을 확인하고자 하였다. 전체적인 시험은 SCT 시험방법과 MCT 시험방법을 비교하는 형태로 진행하였으며, MCT 시험방법을 적용할 때 고민하게 될 정속구간의 거리 설정에 대해 연비에 얼마나 영향을 주는지를 검토하였다.

2. 시험차량, 장비 및 방법

2.1 시험용 차량

시험에 사용된 차량은 국내에서 개발되어 출시된 전기자동차로서 Table 1에 시험차량 제원을 나타내었다. 본 논문의 목적은 국내에서 출시된 전기자동차에 대해 기존 시험방법과 단축시험방법을 비교하고자 하는 것이다. 이러한 이유로 고속전기

자동차 3대를 가지고 시험방법을 비교, 확인하였으며, 정속구간 거리 설정도 점검하였다.

2.2 시험장비 및 방법(시험모드)

자동차 연비를 측정할 수 있는 차대동력계 시스템의 전체적인 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

차대동력계에서 해당 주행모드 및 환경 조건의

로 운전하고 주행속도별 실시간 주행거리 및 배터리 전력소비량, 전압, 최고속도 등의 차량 데이터를 획득하였으며, 주행시험이 끝난 후 25°C로 유지되는 준비실에서 완전히 충전될 때의 전력량을 가지고 에너지 소비 효율(km/kWh)을 분석하였다.

본 논문에 사용된 시험모드는 도심 연비를 측정하기 위한 FTP-75 모드와 고속도로 연비를 측정하기 위한 HWFET 모드이다^{5,6)}. Table 2는 연비시험에 사용되는 시험모드의 특성을 비교하여 나타낸 것이다.

FTP-75 (UDDS) 모드와 HWFET 모드 시험은 항온항습이 유지된 시험실내(항온 25±1°C, 항습 상대습도 50±5%)에서 실시하였으며, 시험차량을 시험 온도 조건에서 동일하게 유지하기 위해 12시간이

Table 1. Specifications of test vehicles

Item	EV A	EV B	EV C
Length × Width × Height (mm)	4,140×1,800 ×1,600	4,750×1,810 ×1,460	3,720×1,630 ×1,520
Wheel base (mm)	2,570	2,700	2,375
Electric-motor (Power/Torque)	81.4 kW / 285 Nm	70 kW / 226 Nm	105kW / 48.2 Nm
Battery	Lithium-ion polymer (27 kWh / 360 V)	Lithium-ion polymer (26.6 kWh / 360 V)	Lithium-ion polymer (21.4 kWh / 360 V)
Max. speed	150 km/h	135 km/h	145 km/h
Curb weight	1,508 kg	-	1,240 kg
Driving distance	150 km	135 km	135 km

Table 2. Key features of the five fuel economy test mode

Test mode		Average speed	Max. speed	Max. acceleration (km/h/s)	Ambient condition
FTP-75 (UDDS)	City	34 km/h (21 mile/h)	93 km/h (58 mile/h)	5.3 kmh/s (3.3 mph/s)	24 °C (75 °F)
	Highway	77 km/h (48 mile/h)	96 km/h (60 mile/h)	5.3 kmh/s (3.3 mph/s)	24 °C (75 °F)

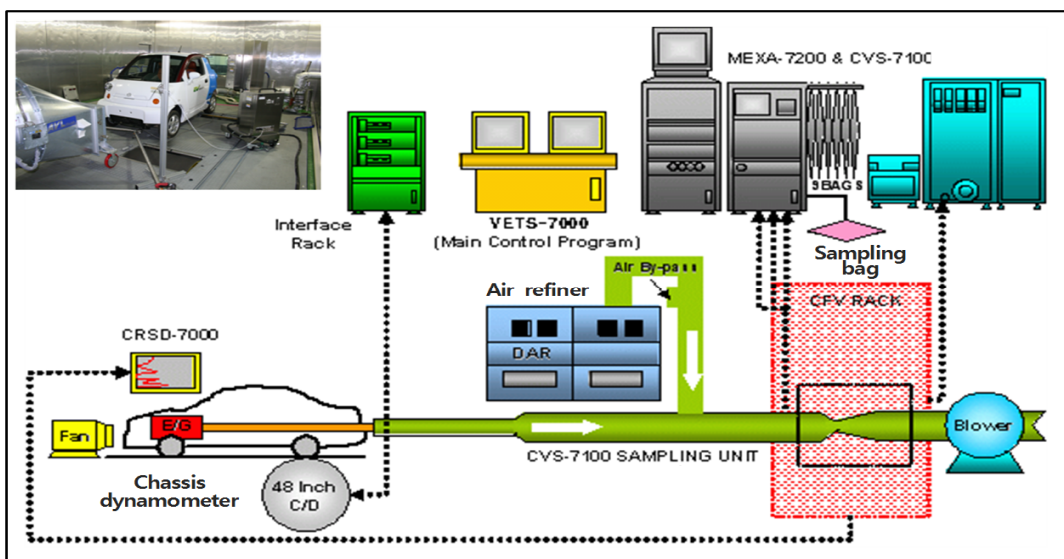


Fig. 1. Schematic diagram of gasoline vehicle emission measurement system

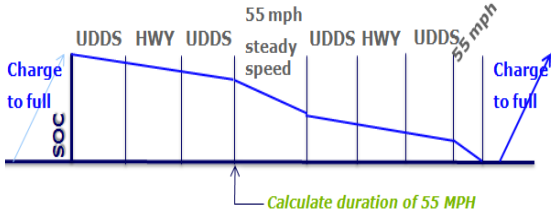


Fig. 2. Driving patterns of MCT test method

상 정차시킨 후 시험하였다. 또한 시험차량 상태의 동일유지를 위해 시험 전에 예비시험 단계에서 각 시험모드로 주행하고 본 시험을 시행하였다.

Fig. 2는 본 논문에서 시험되는 MCT 시험방법^{7,8)}을 간략하게 나타낸 것이다.

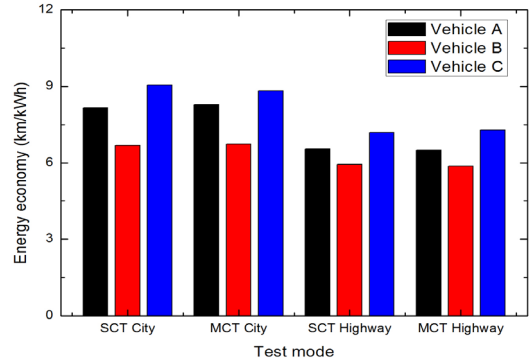
본 논문의 MCT 모드는 주행패턴과 연비 및 1회 충전 주행거리 계산식은 SAE J1634를 그대로 적용하였으나 세부 시험방법(시험 후 충전 시작제한 시간, EOT 등)은 국내 시험방법을 적용하였다. 먼저 MCT 모드는 4개 UDSS와 2개 HWFET, CSCM, CSCE로 구성된다. 각 모드의 순서는 Fig. 2와 같으며, CSCE는 MCT 총 주행거리의 20%를 초과하지 않도록 하였다. 이를 위하여 CSCM 거리산정은 SAE J1634 시험법에서 권장하는 예측방법을 이용하였다.

3. 시험결과 및 고찰

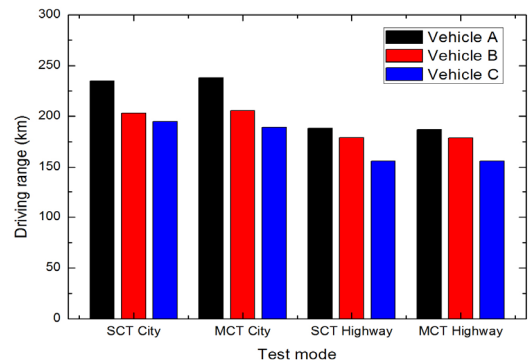
3.1 전기자동차 시험방법(SCT & MCT)에 따른 연비경향

Fig. 3과 Table 3은 시험대상 차량을 SCT 및 MCT 시험방법을 통하여 측정된 도심과 고속도로 연비 및 1회 충전 주행가능거리(주행거리)를 나타낸 것이다.

결과를 살펴보면, 시험차량 A의 SCT 대비 MCT 시험방법으로 산출된 도심 연비는 1.50% 높게 나타났고, 고속도로 연비는 0.73% 낮게 나타났고, 1회 충전 주행거리 도심은 1.46% 높게 나타났고, 고속도로 주행거리는 0.63% 낮게 측정되었다. 그리고 시험차량 B의 SCT 대비 MCT 시험방법으로 산출



(a) Fuel economy results



(b) Driving distance results

Fig. 3. Comparisons of energy economy, charging rate according to the test mode

된 도심 연비는 1.86% 높게 나타났고, 고속도로 연비는 1.27% 낮게 나타났고, 1회 충전 주행거리 도심은 1.10% 높게 나타났고, 고속도로 주행거리는 0.12% 낮게 측정되었다. 마지막으로 시험차량 C의 SCT 대비 MCT 시험방법으로 산출된 도심 연비는 2.32% 낮게 나타났고, 고속도로 연비는 1.36% 높게 나타났고, 1회 충전 주행거리 도심은 2.78% 낮게 나타났고, 고속도로 주행거리는 0.06% 높게 측정되었다.

3대의 MCT 시험결과는 SCT 시험방법의 결과와 3% 이내로 유사함을 확인함으로써 국내 세부시험방법(충전시작시간, EOT 기준)을 적용한 MCT 시험방법(속도프로파일 및 연비, 1회 충전 주행가능거리 계산 방법) 도입이 적절한 것으로 판단된다. 다만, 사후관리 시험시 제작사 또는 시험기관에서

Table 3. Comparison of fuel economy (km/kWh) and driving distance (km) according to the test method

Test	SCT method		MCT method		Diff.(%)	
	City	Highway	City	Highway	City	Highway
A	8.160	6.554	8.286	6.506	1.50	-0.73
	km/kWh	km/kWh	km/kWh	km/kWh		
B	234.670	188.222	238.091	187.027	1.46	-0.63
	km	km	km	km		
C	6.699	5.950	6.756	5.873	0.86	-1.27
	km/kWh	km/kWh	km/kWh	km/kWh		
A	203.458	179.025	205.691	178.810	1.10	-0.12
	km	km	km	km		
B	9.052	7.189	8.842	7.287	-2.32	1.36
	km/kWh	km/kWh	km/kWh	km/kWh		
C	194.878	156.032	189.429	156.133	-2.78	0.06
	km	km	km	km		

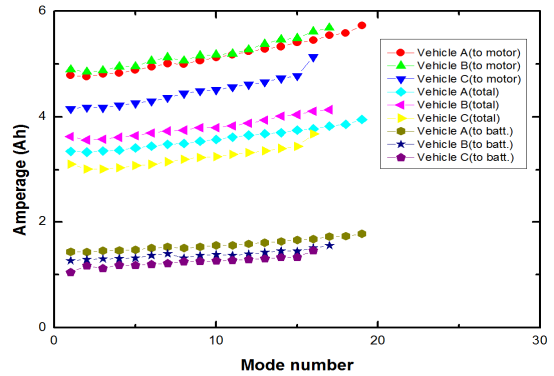
실시한 시험방법에 따른 시험을 실시하여야 두 시험방법 간 오차를 해소할 수 있을 것으로 생각된다.

3.2 SCT 시험방법에 따른 전기자동차 특성

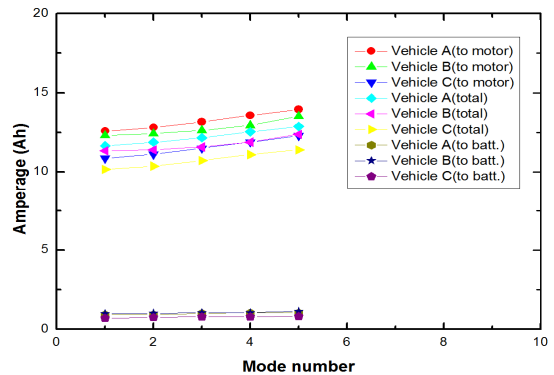
전기자동차의 배터리 성능은 배터리 충전량에 따라 다른 것으로 알려져 있다. 먼저, SCT 시험방법에 따라 전기자동차 배터리의 총방전 특성과 전류 적산량 등을 확인하였다.

Fig. 4는 시험차량 A 및 B, C의 SCT UDSS 및 HWFET 연속시험 중 각 단위 모드에서의 전류 적산값을 나타내고 있다. 본 결과를 통하여 배터리의 SOC가 감소됨에 따라서 자동차가 사용하는 전류(전하)의 양은 높아짐을 알 수 있다. 또한 모터를 사용하는 전류량보다 상대적으로 기울기는 낮으나 회생제동을 통하여 얻어지는 전류의 양도 주행거리가 누적됨에 따라서 높아짐을 알 수 있다. 모터를 사용하는 전류의 양이 SOC가 낮아짐에 따라 증가하는 이유는 SOC 감소에 따른 배터리 전압감소가 주원인으로 판단된다.

Fig. 5는 시험차량 A 및 B의 SCT UDSS 및 HWFET 연속시험 중 측정된 배터리 전압을 나타낸다. 이 결과 살펴보면 주행함에 따라 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 누적 주행거리가 길어짐에 따라 배터리내 축적된 전기에너지의 양이 낮아지고 이



(a) UDSS current results



(b) HWFET current results

Fig. 4. Comparisons of vehicle current at SCT UDSS and HWFET

것으로 인해 전압이 낮아진 것이다. SCT 시험법은 동일한 주행패턴의 모드를 연속하여 주행하기 때문에 각 모드에 필요한 에너지는 동일하다. 따라서 동일한 에너지를 얻기 위해서는 초반 높은 전압보다는 낮은 전압에서 많은 전류를 소모하여야 한다.

회생제동에 의하여 생성되는 전류의 증가현상 역시 배터리의 SOC 감소에 따른 전압감소가 주된 영향으로 판단된다. 배터리의 SOC가 높을 경우 전압이 높기 때문에 상대적으로 충전되는 전류의 양은 낮을 것이고 배터리의 SOC가 낮은 경우 전압이 낮아 충전되는 전류는 높을 것이다. 즉 배터리의 전압과 전류는 반비례 관계를 가지고 있어, 배터리로 유입되는 전류는 배터리의 높은 전압에 의한 것이다. 또한 부가적인 원인으로 초기 냉간 주행의

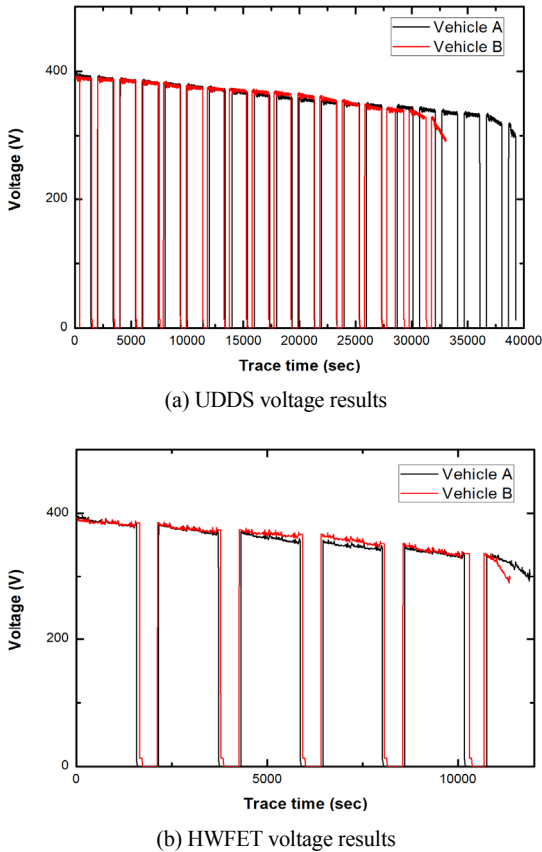


Fig. 5. Comparisons of vehicle voltage at SCT UDDS and HWFET

영향과 배터리 완전 충전 상태에서의 회생제동에 의한 에너지 회생 불가능이 있다. 초기 냉간 주행에서는 예열된 차량의 상태보다 상대적으로 많은 기계적 마찰 손실이 발생되므로 이에 따라 상대적으로 많은 전기에너지를 사용하게 된다. 따라서 Fig. 4(a)의 초반 1-4번 UDDS에서 기울기가 5번 이후보다 낮음을 볼 수 있다. 즉, 완전 충전에 가까워 배터리 전압이 높아 적은 전류를 사용해도 되나 상대적으로 높은 기계적 마찰 손실 때문에 높은 전류를 사용한 것이다.

마지막으로 완전충전상태인 SCT 1번 UDDS 구간에서는 차량에 따라 회생제동에 의한 충전 전류는 상이할 수 있다. Fig. 4(a)에서 볼 수 있듯이 1번 UDDS 시험차량 A와 B의 충전전류량은 2-3번 UDDS의 충전전류량과 큰 차이를 가지고 있지 않

다. 그러나 시험차량 C의 경우 1번 UDDS에서 2-3번 보다 낮은 충전 전류량을 나타내고 있음을 알 수 있다. 보통 배터리리전단시스템(BMS)에 의하여 결정되지만 일반적으로 배터리가 완전 충전된 상태이더라도 실제 충전량은 약 90%이다. 만약 100%의 충전상태라면 물리적으로 회생제동에 따른 충전은 불가능할 것이다. 따라서 완전 충전(약 90%) 상태에서도 BMS에 따라 충전이 가능할 수도 불가능할 수도 있는 것이다.

3.3 MCT 정속구간 거리에 따른 연비영향 비교

MCT 시험방법의 CSCM의 거리에 따라 SCT 시험방법과 MCT 시험방법의 차이가 발생할 것으로 판단하여 비교분석하였다.

MCT 시험방법의 도심 및 고속 연비와 1회 충전 주행거리 계산방법에서 볼 수 있듯이 최종 결과의 주요 변수는 주행 중 각 모드의 사용 전력량과 충전 전력량이다. 따라서 MCT 시험방법에서 각 단위모드의 사용전력량 차이의 크기에 따라 MCT 시험방법으로 산출한 결과가 SCT 결과와 갖는 차이에 영향을 줄 수 있다. 단, 첫 번째 UDDS 주행을 위에서 논의한 냉간 주行的 영향과 회생제동 가동 여부에 따라 나머지 UDDS 주행과 상이할 수 있으므로 가중치를 별개로 산정하고 나머지 모드(UDDS 2-3)는 동일한 조건으로 가정하여 가중치를 산정한다.

Fig. 6은 시험차량 A 및 B의 SCT 시험방법에서 각 단위모드에서 사용 전력량을 나타낸다. 이 그림의 (a)는 UDDS 각 단위모드에서의 전력량을 나타내고 있는데 Fig. 4에 나타낸 사용 전류량과는 달리 기울기가 매우 작다. 그리고 첫 번째 모드에서 모터가 사용한 전력량이 두 번째 이후의 사용 전력량보다 다소 높은 수준으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 따라서 첫 번째 모드의 기계적 손실이 영향을 미쳤음을 예측할 수 있다. 반면 회생제동으로 얻어지는 전력은 두 차량 모두 동등수준으로 큰 영향은 없었다.

HWFET 역시 각 사용 전류량의 변화폭보다 낮은

전력량 변화를 보였으나 UDDS 모드보다는 상대적으로 큰 기울기를 나타내었다. 다행히도 기울기의 변화는 선형적으로 관찰되었다. 따라서 MCT의 HWFET 1의 시작시점(12 km)과 동일한 완전방전상태(배터리의 거동이 상이해지기 전) 전 UDDS 4 앞단에 HWFET 2를 위치하는 것이 SCT와 동일한 평균점을 찾을 수 있는 방법으로 판단된다.

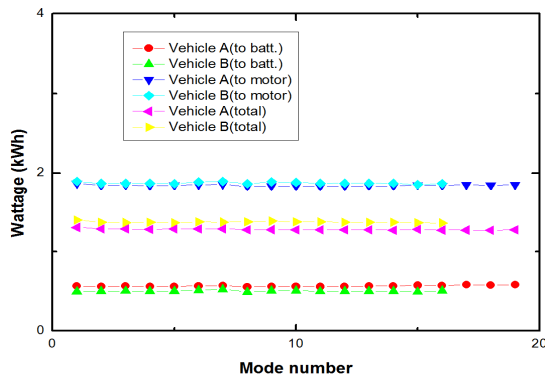
주행거리에 따른 영향도를 보다 심도 있게 예측하기 위하여 시험차량 A와 B의 각 모드별 연비(km/kWh)를 Table 4에 나타내었다. 먼저 두 차량의 SCT UDDS의 모드별 연비를 관찰해보면 점차 연비가 좋아지는 것을 확인할 수 있다.

이는 차량의 주행거리가 증가하고 예열됨에 따라 기계적 마찰손실 감소와 함께 배터리온도의 상

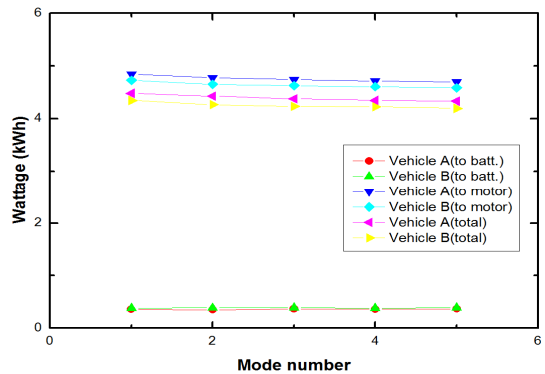
승으로 배터리 내부저항 감소로 인한 효율증가가 주된 원인으로 판단된다. 표의 시험결과를 정리하여 보면, CSCM이 짧아질수록 MCT 도심연비는 상대적으로 낮아질 것이며, CSCM이 길어질수록 상

Table 4. Comparison of phase unit fuel economy according to the test method (SCT & MCT, Unit : km / kWh)

Vehicle	Mode	Test mode number (#)				Mean (SOT, EOT etc)
		SOT	2 rd	3 th	4 th	
A	SCT UDDS	9.20	9.33	9.36	9.37	9.40
		5 th	6 th	7 th	8 th	
		9.34	9.35	9.33	9.40	
		9 th	10 th	11 th	12 th	
		9.41	9.41	9.42	9.43	
		13 th	14 th	15 th	16 th	
		9.42	9.44	9.40	9.45	
		17 th	18 th	19 th	EOT	
	9.45	9.47	9.49	8.37		
	MCT UDDS	9.19	9.47	9.67	9.60	-
	SCT HWFET	SOT	2 th	3 th	4 th	7.55
		7.27	7.45	7.44	7.50	
		5 th	6 th	7 th	8 th	
7.52		7.60	7.58	7.63		
9 th		10 th	11 th	EOT		
7.60	7.65	7.57	8.92			
MCT HWFET	7.44	7.58	-	-	-	
B	SCT UDDS	SOT	2 th	3 th	4 th	8.76
		8.57	8.76	8.78	8.75	
		5 th	6 th	7 th	8 th	
		8.78	8.75	8.75	8.71	
		9 th	10 th	11 th	12 th	
		8.68	8.73	8.73	8.74	
		13 th	14 th	15 th	16 th	
		8.77	8.77	8.81	8.82	
	EOT					
	8.91					
	MCT UDDS	8.47	8.75	8.96	8.92	
	SCT HWFET	SOT	2 th	3 th	4 th	7.87
		7.54	7.79	7.65	7.78	
5 th		6 th	7 th	8 th		
7.89		7.97	7.83	7.86		
9 th		10 th	EOT	-		
7.99	7.98	7.93	-			
MCT HWFET	7.56	7.83	-	-		



(a) UDDS electricity power results



(b) HWFET electricity power results

Fig. 6. Comparisons of vehicle electricity power at SCT UDDS and HWFET

대적으로 높아질 것이다.

최종적으로 정속주행거리에 대하여 정리하면 CSCM을 짧게 설정하는 것보다 길게 설정하는 것이 합당하나 실질적인 EOT를 예측하기 어려우므로 CSCE를 전체 주행거리의 20% 이내로 규정하는 것이 합리적이며, SAE J1634 시험방법에서 제시한 10% 예측값을 기준으로 CSCM과 CSCE 거리를 산정한다면 SCT와 동등 수준의 연비결과를 산출할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 국내에서 출시되고 있는 고속전기자동차 3대에 대하여 기존의 시험방법인 SCT 시험방법과 SAE J1634에서 나타낸 MCT 단축시험방법의 차이에 따른 특이점을 확인하고자 하였으며, MCT 시험방법을 적용할 때 고민하게 될 정속구간의 거리 설정에 대해 연비에 얼마나 영향을 주는지를 검토함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 미국 전기자동차 시험방법(SAE J1634)으로 사용하고 있는 MCT 주행모드와 국내 전기자동차 시험방법으로 적용중인 SCT 시험모드를 비교한 결과 3% 이내의 유사한 결과를 나타내고 있어 시험방법 적용이 적절함을 확인하였다.

2) 전기자동차 배터리의 SOC가 감소됨에 따라서 사용하는 전류의 양은 높아짐을 확인하였으며, 또한 모터가 사용하는 전류량보다 상대적으로 기울기는 낮으나 회생제동을 통하여 얻어지는 전류의 양도 주행거리가 누적됨에 따라서 높아짐을 알 수 있다. 모터가 사용하는 전류의 양이 SOC가 낮아짐에 따라 증가하는 이유는 SOC 감소에 따른 배터리 전압감소가 주 원인으로 판단된다.

3) MCT 모드 중 CSCM의 주행거리가 짧아질수록 긴 주행거리보다 연비는 하향되고 SCT 시험결과와 오차는 커질 것으로 판단되고, SCT 측정연비와 오차를 줄이기 위해 CSCM의 주행거리를 최대한으로 하는 것이 좋으나, EOT의 시점을 명확히 알 수 없기 때문에 CSCE의 허용범위를 MCT 총 주행거리의 20% 이내로 규정하는 것이 합리적임을 알 수 있었다.

References

1. Y. Woo, Y. Lee, and O. Kwon, "Energy consumption characteristics of gasoline hybrid electric vehicles under cold ambient conditions", 2011 KSAE Annual conference, 2011, pp.368-371.
2. J. Lim, H. Lee, C. Kim, Y. Sin, and Y. Park, "A study of energy consumption test method for electric vehicles", 2011 KSAE Annual conference, 2011, pp. 2629-2635.
3. Y. Woo, J. Jang, C. Cho, G. Kim, O. Kwon, and Y. Lee, "Energy consumption characteristics of an electric vehicle under real world driving conditions", 2012 KSAE conference, 2012, pp. 25-28.
4. R. Carlson, H. Lohse-Busch, M. Duoba, and N. Shidore, "Drive Cycle Fuel Consumption Variability of Plug-In Hybrid Electric Vehicles Due to Aggressive Driving", SAE Technical Paper 2009-01-1335, 2009.
5. "Fuel Economy Labeling of Motor Vehicles : Revisions to Improve Calculation of Fuel Economy Estimates", EPA Final Technical Support Document, 2006.
6. "Fuel Economy Labeling of Motor Vehicles : Revisions to Improve Calculation of Fuel Economy Estimates : Final Rule", EPA 40 CFR Parts 86 and 600, 2006.
7. "Battery electric vehicle energy consumption and range test procedure", SAE J1634, 2012.
8. C. Choi, I. L. Hanna, W. Kim, and J. Jang, ""Comparison of MCT and SCT mode based on the vehicle parameters in influencing the BEV driving range", EVS 28 International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, 2015.