



전기차 연비 시뮬레이션 개선 경진대회 참가자 교육자료



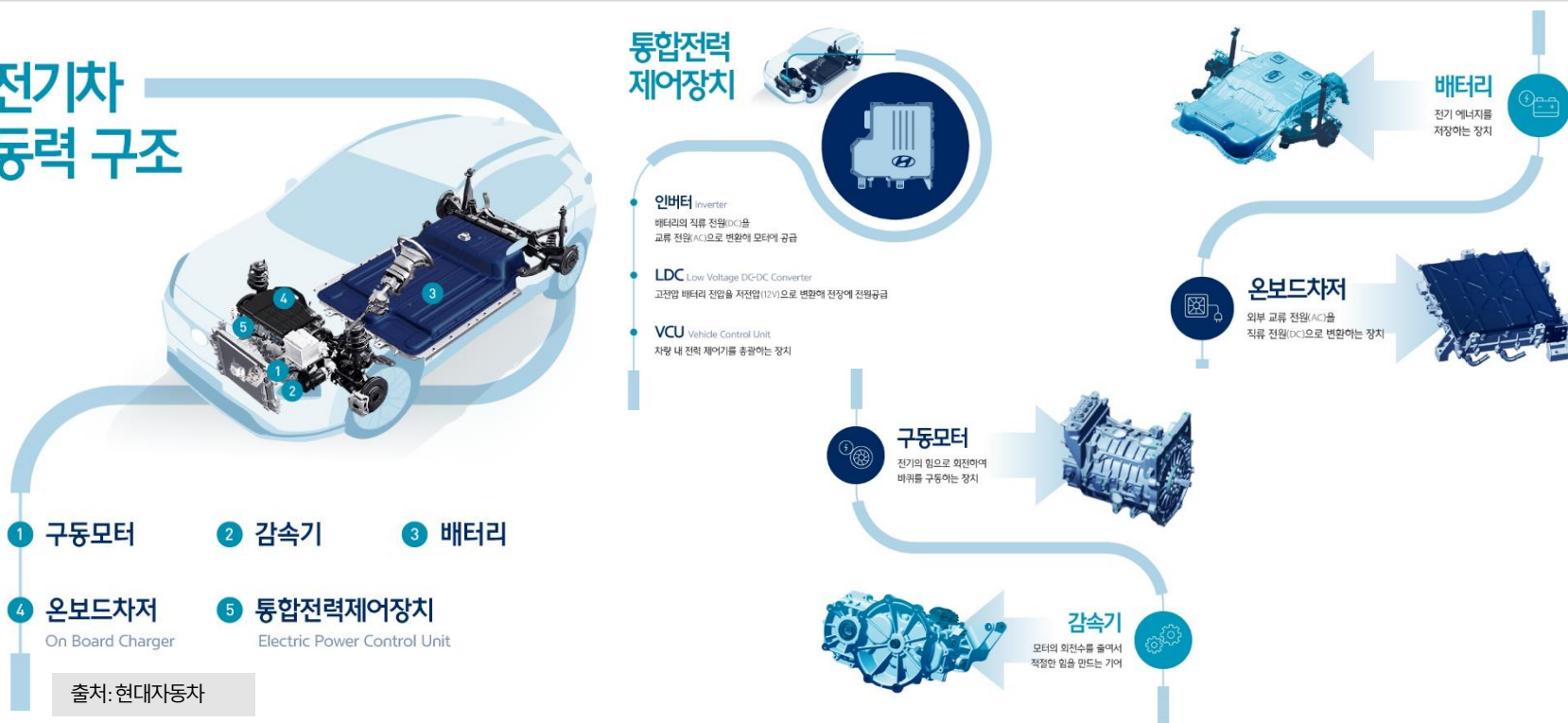
전기차 구조 및 연비계산 방법

1. 전기자동차란?

전기자동차 구조

- 전기자동차는 내연기관 대비 부품수가 적음. 초기에는 내연기관 플랫폼을 변형하여 전기자동차를 생산하였으나 최근에는 전기자동차 전용플랫폼이 도입되어 실내공간이 동급 내연기관 대비 넓어짐
 - 전기자동차의 동력 전달 구조는 배터리→인버터→모터→감속기→바퀴로 구성되며, 회생제동을 통한 배터리 충전 가능
- * 전기차-내연기관 비교 : 배터리-연료탱크, 모터-엔진, 감속기-변속기, LDC-Battery Charger

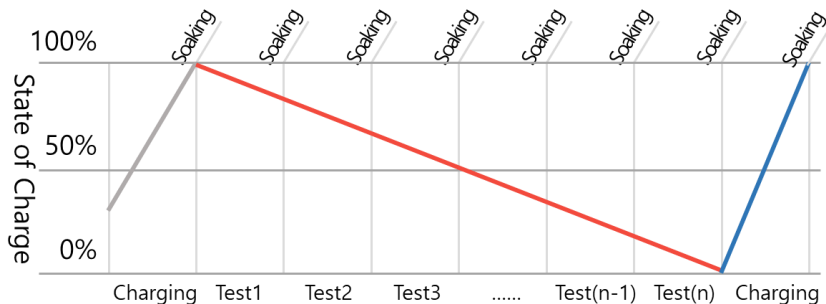
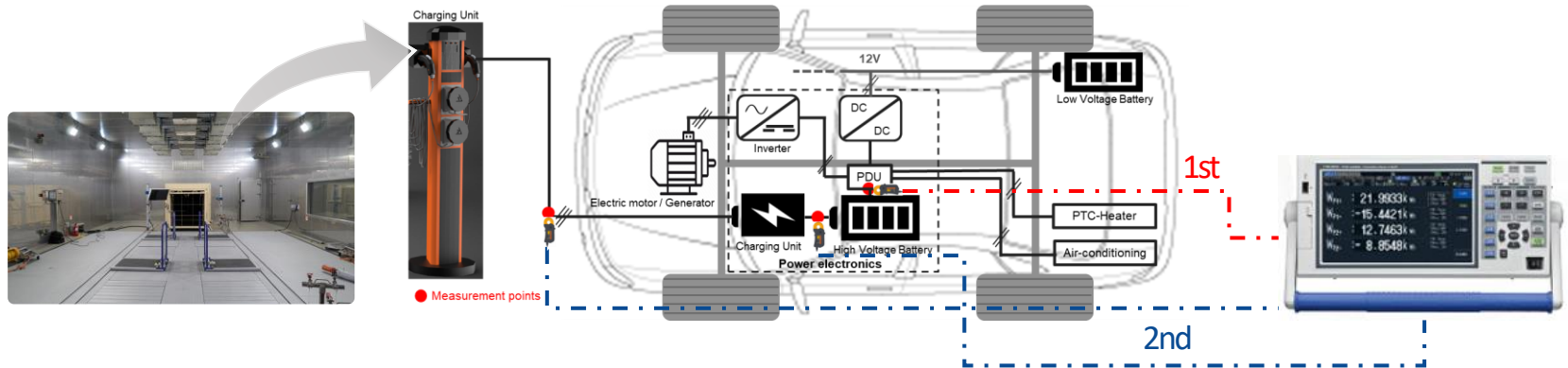
전기차 동력 구조



2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

연비 측정 CONCEPT

- 전기자동차 시험기준은 산업부·환경부·국토부 3개부처 공동 기준을 적용하여 연비 및 1회충전 주행거리 시험 「자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법 등에 관한 고시」
- 내연기관과 동일한 환경조건에서 실내시험 진행. 배터리가 완전충전에서 완전방전(시스템 기준) 될때까지 시험하고, 시험과 동일한 환경조건에서 완속충전기로 충전하여 연비 산출



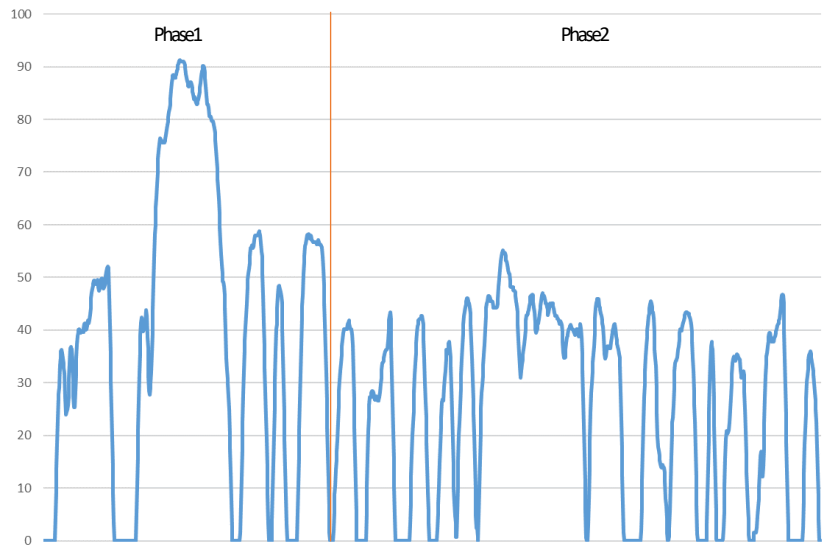
Single Cycle Test

Multi Cycle Test

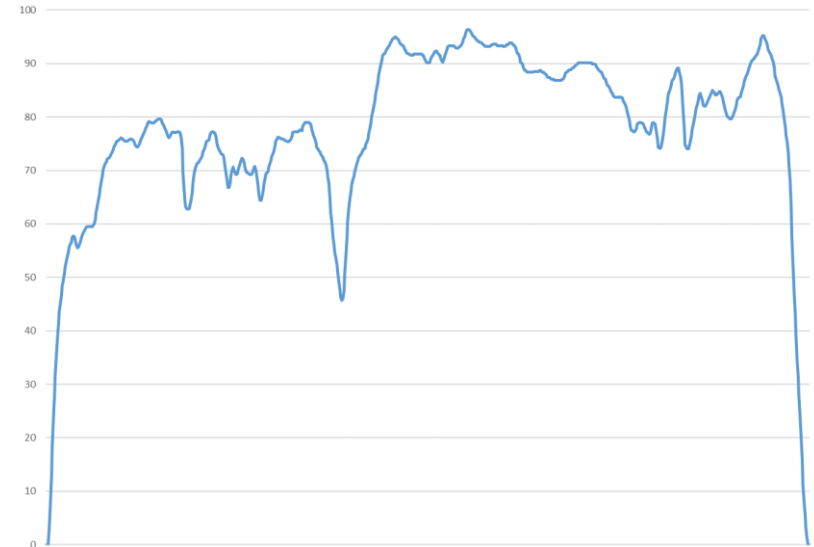
2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

연비 측정 CONCEPT

- UDDS(Urban Dynamometer Driving Schedule) : **City 연비** 측정을 위한 Test Mode로 Phase1(초기단계), Phase2(안정단계)로 구성되어 있으며 **최고속도 91.25km/h, 평균속도 31.5km/h**
- HWFET(Highway Fuel Economy Test) : **Highway 연비** 측정을 위한 Test Mode로 Phase1으로 구성되어 있으며 **최고속도 97km/h, 평균속도 77.7km/h**



Range(km)			Time(s)			Max	Avg
Phase1	Phase2	Total	Phase1	Phase2	Total	Speed(km/h)	Speed(km/h)
5.78	6.29	12.07	505	867	1,372	91.25	31.5



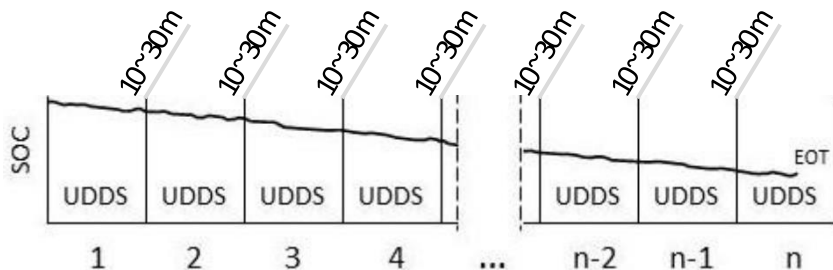
Range(km)	Time(s)	Max	Avg
		Speed(km/h)	Speed(km/h)
16.45	765	97	77.7

2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

Single Cycle Test : SCT

- SCT 시험은 배터리가 완전충전에서 완전방전 될때까지 동일한 주행모드를 반복하여 시험. 도심주행은 UDDS 모드, 고속도로주행은 HWFET 모드를 반복 시험하여 1회충전 주행거리, 에너지소비효율 측정
- SCT 시험은 동일한 주행모드를 반복시험하여 신뢰성 있는 측정결과를 얻을 수 있으나, 전기차 배터리 용량 증가에 따른 1회충전 주행거리 증가로 시험 소요시간이 상당히 높음 ▷ 시험원 부담, 비용 증가, 장비 내구도 저하 요인

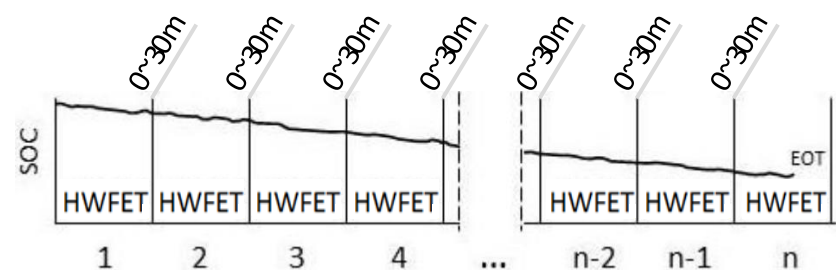
City



- 1회충전 주행거리(km)=
UDDS1 주행거리+UDDS2 주행거리+...+UDDSn 주행거리
- 에너지소비효율(km/kWh) =

$$\frac{1\text{회충전 주행거리(km)}}{\text{city 주행시 소모된 전기에너지의 교류전류 충전량(kWh)}}$$

Highway



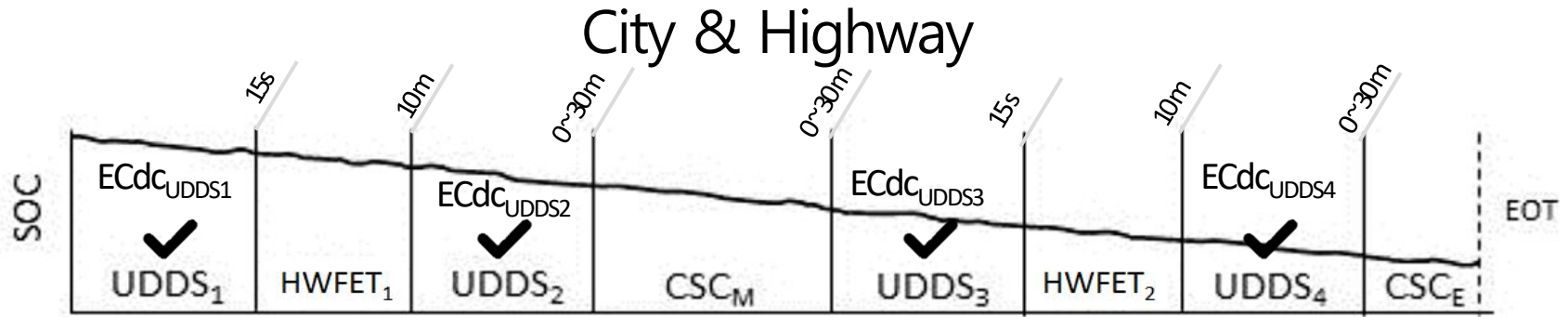
- 1회충전 주행거리(km)=
HWFET1 주행거리+HWFET2 주행거리+...+HWFETn 주행거리
- 에너지소비효율(km/kWh) =

$$\frac{1\text{회충전 주행거리(km)}}{\text{Highway 주행시 소모된 전기에너지의 교류전류 충전량(kWh)}}$$

2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

➡ Multi Cycle Test : MCT

- MCT 시험은 전기차 1회충전 주행거리 증가에 따라 SCT 시험의 단점을 보완하기 위해 개발된 시험. **1개의 Test로 도심 및 고속도로 주행 에너지소비효율, 1회충전 주행거리를 측정할 수 있도록 UDDS, HWFET, CSC를 조합하여 시험**
- 배터리 SOC가 높은 구간과 낮은 구간에서의 직류전류 에너지소모율을 측정하여 에너지소비효율, 1회충전 주행거리 측정. UDDS₁에서 전기자동차의 저온시동 특성을 측정하고 UDDS₂, UDDS₃, UDDS₄에서 고온시동 특성을 측정



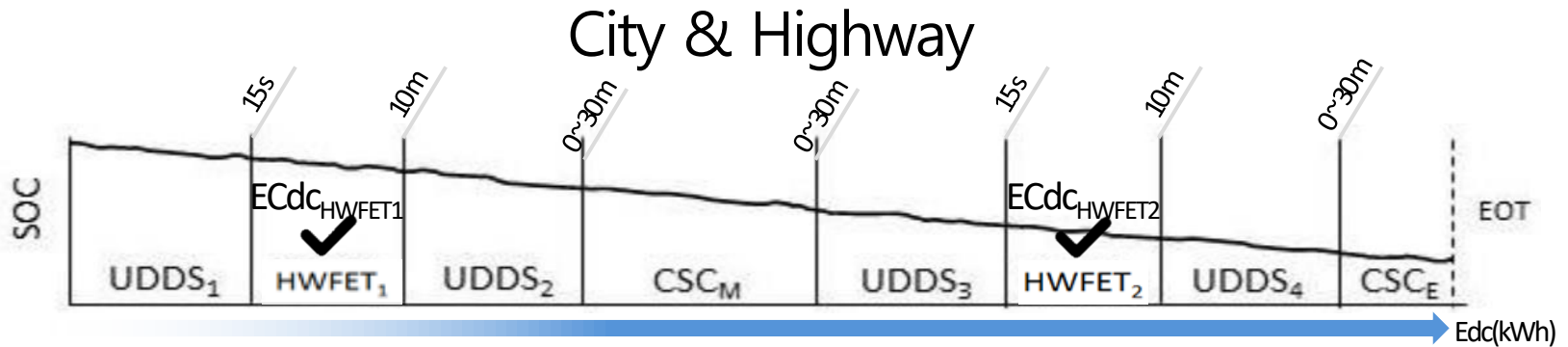
- 에너지소비효율(km/kWh) =
$$\frac{\text{주행시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 (kWh)}}{\text{주행시 소모된 전기에너지의 교류전류 충전량 (kWh)} \times ECdc \left(\frac{kWh}{km} \right)}$$
 - $ECdc = (K_{UDDS1} \times ECdc_{UDDS1}) + (1 - K_{UDDS1}) (ECdc_{UDDS2} + ECdc_{UDDS3} + ECdc_{UDDS4}) / 3$
 - $K_{UDDS1} = Edc_{UDDS1} / \text{주행시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량}$
 - $ECdc_{cycle} = \text{각 단위모드의 직류전류 에너지소모율 (kWh/km)}$
 - $Edc_{UDDS1} = \text{첫 번째 UDDS 모드에서 방전량 (kWh)}$
- 1회충전 주행거리(km) =
$$\frac{\text{주행시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 (kWh)}}{ECdc (kWh/km)}$$

City

2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

➡ Multi Cycle Test : MCT

- 고속도로 에너지소비효율 및 1회충전 주행거리는 배터리 SOC가 높은 구간과 낮은 구간에서의 HWFET의 직류전류 에너지소모율을 측정하여 계산. 에너지소비효율은 교류전류 충전량까지 고려하여 계산
- MCT 시험은 배터리 안정성 향상, BMS 기술 발달 등으로 SCT와의 차이가 미비함. 하지만 배터리 SOC가 높은 구간과 낮은 구간의 측정값을 사용하므로 CSC_E 구간이 짧을수록 측정결과 우수(現 기준 : 총 주행거리의 20% 이내)



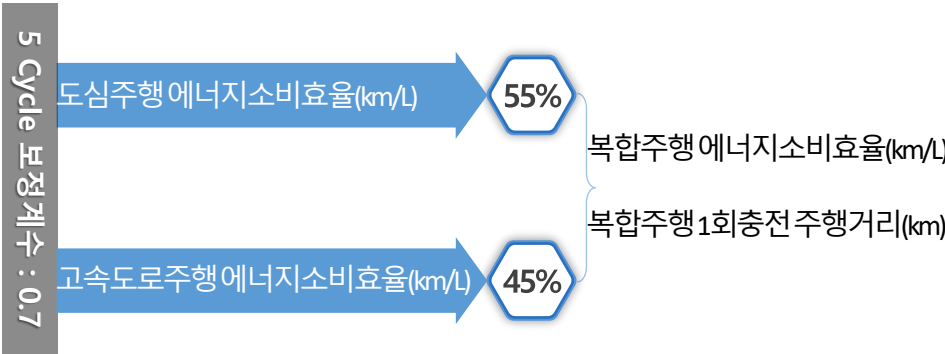
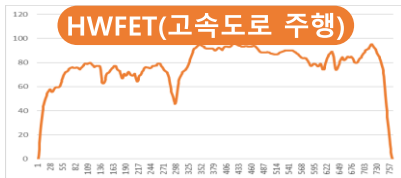
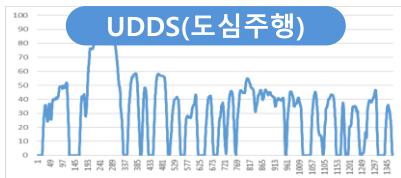
- 에너지소비효율(km/kWh) =
$$\frac{\text{주행시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량(kWh)}}{\text{주행시 소모된 전기에너지의 교류전류 충전량(kWh)} \times ECdc(\frac{kWh}{km})}$$
 - $ECdc = (ECdc_{HWFET1} + ECdc_{HWFET2}) / 2$
 - $ECdc_{cycle}$ = 각 단위모드의 직류전류 에너지소모율(kWh/km)
- 1회충전 주행거리(km) =
$$\text{주행시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량(kWh)} / ECdc(kWh/km)$$

Highway

2. 전기자동차 연비 및 1회충전 주행거리

표시연비 및 1회충전 주행거리 계산

- 급가감속 주행, 고온 에어컨 부하, 저온 주행 영향을 반영하기 위해 2012년부터 5cycle 보정식을 전기자동차에도 반영. 전기자동차는 5 cycle 보정계수 0.7을 도심 및 고속도로주행 에너지소비효율과 1회충전 주행거리에 동일하게 적용
- 복합주행 에너지소비효율, 복합주행 1회충전 주행거리는 도심 55%, 고속도로 45%를 반영하여 계산. 전기자동차 표시연비 라벨에는 5cycle 보정 에너지소비효율, 1회충전 주행거리가 표시되어 자동차 구매시 소비자에게 제공
「자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정」



- 도심주행 에너지소비효율(km/kWh) =
SCT or MCT 도심 연비 × 0.7
- 고속도로주행 에너지소비효율(km/kWh) =
SCT or MCT 고속도로 연비 × 0.7
- 복합주행 에너지소비효율(km/kWh) =
$$\frac{0.55}{1} \times \text{도심주행 에너지소비효율} + \frac{0.45}{1} \times \text{고속도로주행 에너지소비효율}$$

- 도심주행 1회충전 주행거리(km) =
SCT or MCT 도심 1회충전 주행거리 × 0.7
- 고속도로주행 1회충전 주행거리(km) =
SCT or MCT 고속도로 1회충전 주행거리 × 0.7
- 복합주행 1회충전 주행거리(km) =
$$\frac{0.55}{1} \times \text{도심주행 1회충전 주행거리} + \frac{0.45}{1} \times \text{고속도로주행 1회충전 주행거리}$$