

대만의 전기자동차 개발

● 技術資料

梁 培 德*

—차 레—

- 1. 개발현황
- 2. 淸華大學 第1 단계 전기차 개발
- 3. 차의 구성
- 4. 연속전지
- 5. 동력제어
- 6. 추력과 속도
- 7. 전 망

1. 개발현황

대도시에서의 심각한 대기오염과 소음공해 및 에너지 문제가 인하여 또 점차적으로 전자공학 및 전기화학이 발달함에 따라서 1960년 이후 전기자동차에 대한 개발관심이 고조화 되고 있는 것은 세계적인 추세이다.

우유배달차 우전배달추력 끌트차 및 짐싣는 차와 같이 특수용도의 전기차가 성공적으로 개발 이용되고 있으나 배터리에 의하여 구동되는 승용차는 배터리-전기시스템에 한정된 주행거리 및 한정된 가속력 때문에 아직도 초보 단계에서 벗어나지 못하고 있다.

그러나 대만의 경우에 있어서는 다음과 같은 이유로 전기차의 개발에 보다 심혈을 기울이고 있다.

(1) 다음 개발국과는 달리 높은 인구밀도(450인/km²)와 작은 국토(36,000km²)를 갖고 있어서 주행거리, 속도 및 가속도가 적어도 좋은점.

(2) 좋은 기후조건으로 배터리 효율이 좋은점

(3) 1985년까지 전 전력의 50%가 원자력발전에 의지하게 될 것이므로 전기차를 사용하게 되면 심야전력을 사용하게 되어 부하율을 향상 시킬수 있으며 또 원유소비를 감소시킬 수 있다는점.

(4) 대기오염 및 소음공해를 감소시킬 수 있다는점.

이와같이 대만에서는 전기자동차의 이용이 개솔린차보다 더욱 유리할 것으로 믿고 國立淸華大學에서는 1973년부터 그 개발연구에 착수하였다.

이 대학에서 전기자동차 개발의 초기 목적은 전기차의 생산을 위한 기술적, 경제적가능성을 조사하고 나아가서 대만 및 동남아에 있어서 시장성이 있는가 결정코자 하였다.

전기자동차의 개발은 두 단계로 나누었다. 개발 1단계는 주로 대만전력으로 부터 연구비를 받아 수행되었으며 이때는 장래의 차 성능을 위한 주로 고성능연속전지의 개발, 고속직류전동기제작 및 SCR Chopper

Control System의 구성을 위해서 산업계와 협동으로 일하였다. 그리하여 4인승 승용차를 설계하고 제작하여 기술적 경제적 평가를 수행한 것이다. 제 2단계에 들어와서는 산업계와 협동으로 여러가지 형태의 Prototype를 만들고 있다. 이것은 1975년에 시작되어 현재 계속되고 있는 사업이다.

제 2단계의 재정지원은 정부, 대만전력 및 국립과학원으로부터 받고 있으며 그 액수는 약 32,000만원에 달한다.

2. 淸華大學 제 1 단계 전기차 개발

처음 1단계 연구개발에서는 기존 4인승 개솔린 왜곤을 전기자동차로 변형 시켰다. 이차를 THEV1이라 명하였는데, 전기자동차의 설계·구성 및 평가를 위하여 시험차로 구성한 것이다. 즉, 엔진을 들어내어 그 자리에 최초로 개발제작한 직류분권전동기를 장착해 보고 또 직류전동기로 대체 해 보았다.

또 여러가지 형태의 연속전지(총 연결전압 96V)를 내장해 보고 적절한 SCRChopper Control System을 구성했었다.

이 프로그램을 진행하는 동안 淸華大學에서는 TAIWAN UASA 배터리 회사와 고성능 연속전지 개발을 또 東元전기회사와는 고속 직류전동기의 제작을 위하여 공동개발 계획을 수립하였다.

마침내 THEV I으로 부터 얻은 경험을 토대로 THEV II라는 4인승 전기자동차를 조립할 수 있었다. 이 THEV II의 차체는 화이버글라스로 강화시킨 프라스틱 자체로 구성되었으며 최대시속 90km/h, 주행거리는 45km/h의 속도시 160km를 얻었다. Table 1. 은 이차의 사양이며 사진 1은 이차의 모양이다. Table 2는 계획한 사양을 표시하였다.

이차의 실제주행거리는 시내에서 120~130km 정도였으며 전력손실은 km당 0.25KWH 이하였다.

이 결과는 대만시내 교통에 이용되기에 적합한 값으

* 정회원 : 한국과학기술연구소 선임연구원(기술사)

Table 1. Specifications of the THEV II

Max speed:	90km/h
Range:	160km at 45km/h (for 2 passengers)
Curb weight:	1,200kg with FRP body
Batteries:	500kg, 192V, 48wh/kg (5hr. rate)
Motor:	80kg, 20kw, DC series, 6,000rpm, max. 7,000rpm, forced cooling
Control:	SCR chopper & fixed gear ratio
Climbing ability:	$\text{Sin } \theta = 18\%$ (or $\theta = 10^\circ$)
Acceleration:	0 to 60km/h in 12 sec
Passengers:	4 persons.

Table 2. Projected Specifications of the Small Electric Car

Max speed:	80km/h
Range:	170km at 50km/h (for 1 passenger) 135km at 50km/h (for 4 passengers)
Curb weight:	660kg with FRP body
Batteries:	240kg, 96V, 50wh/kg (4 hr. rate)
Motor:	40kg, 10kw, DC series, 6,000 rpm forced cooling
Speed control system:	SCR chopper & fixed gear ratio
Climbing ability:	$\text{Sin } \theta = 18\%$ (or $\theta = 10^\circ$)
Acceleration:	0 to 60km/h in 15 sec.
Passengers:	4 or 2 with 150kg cargoes



Photo. 1. The THEV II

로 알려지고 있다. (주)

3. 차의 구성

그림 1은 THEV II의 layout를 그린 것이다. 차체는 FRP 및 polyurethan板으로 만들었고 프레임은 사각철관 튜브로 만들었다. 16개의 연축전지로 구성된

(주) 고속도로를 제외한 대만 시내에서의 속도 한계는 60km/h 이하이며 대북시에서 일반 승용차의 하루 주행거리는 약 50~60km 정도로 되어있다.

батери 상자는 뒷자석 밑에 위치하도록 하였다. 또 батери 상자는 재충전을 위하여 옆문으로 밀어넣고 끄집어 낼 수 있도록 되었다. 이때 소요되는 시간은 5분 정도에 불과하다.

전동기는 뒷바퀴측 정도의 높이로 놓이게하고 감속 기어를 통해서 뒷바퀴의 차동기어에 연결된다. 제어상자는 뒷자석 배후에 놓았다.

4. 연축전지

THEV II의 батери 상자는 모두 16개의 12V, ES110(275H×295L×175Wmm)батери로 구성되었으며 이들은 모두 직렬로 연결되었다. 이 батери는 清華大學에서 설계하였고 TAIWAN UASA에서 만들었다. 에너지 density는 48WH/kg(5시간 정격)며 수명은 약 150cycle이다.

그림 2은 ES110батери 특성 도표이다. UASA의 보통батери NS60의 특성과 비교할 수 있도록 같은 도표에 표하였다. 그림에서 NS60M은 개량형으로서, THEV I에 사용하였던 것이다.

ES110의 수명 시험은 10.2V까지 26.5Amp 조건으로 수행했으며 45°C로 7시간 재충전 하였다. 최로방

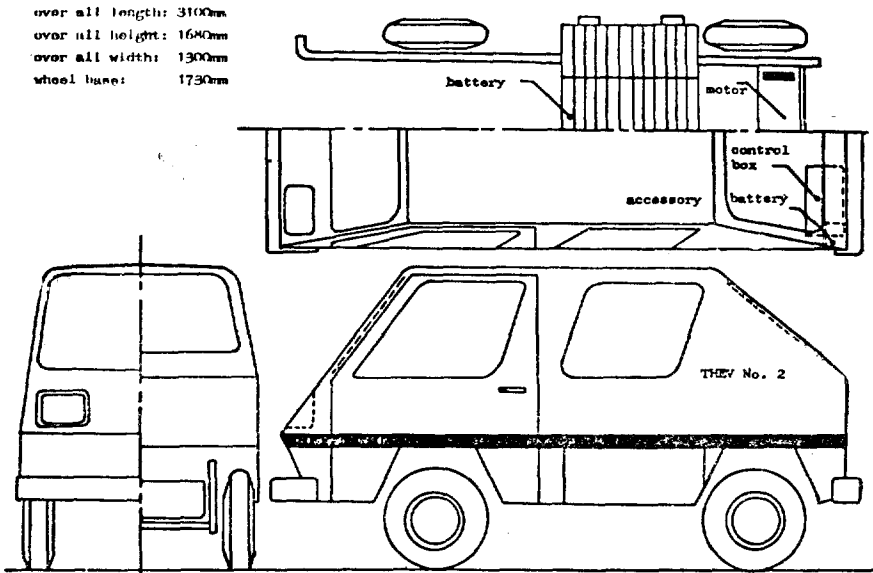


Fig. 1. The layout of the THEV II

	NS60	NS60M	ES110*
Weight	14.5kg	14.6kg	30.2kg
AH	35 at 10 Amp	46 at 10 Amp	115 at 26.5 Amp

*Life for ES110 : 250 cycles
 (deep discharge to 10.2V at 26.5 amp & 45°C)

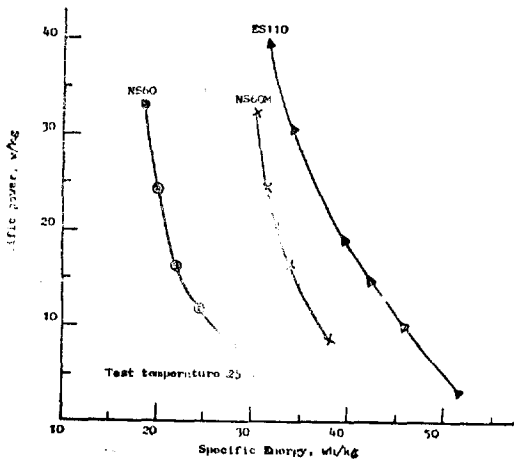


Fig. 2. Characteristics of the lead-acid batteries
 전과 마지막방전(150번째 cycle)사이의 Energy density는 대략 25% 정도 떨어졌다. 그림 2으로부터 명백한 바와 같이 대만의 연축전지의 성능은 괄목 할 만

큼 향상된 것이다.

현단계에서 대만의 연축전지는 energy density를 kg당 40~50WH로, 수명을 150~330cycle 정도로 제조하는 것이 가능하다.

5. 동력제어

그림 3은 THEV II 동력제통의 Block diagram이다. 전력은 SCR Chopper에 의하여 제어되고 제어된 이후의 전압모양은 구형파로 된다. 전류를 원활히 흐르게 하기 위하여 쇼크를 사용했다. 전력은 20KW 고속 직권전동기에 의하여 동력으로 변환되고 6.7 : 1의 감속기어를 통하여 이동력은 뒷바퀴의 차동기어에 전달된다. 사용된 직권전동기는 kg당 0.25KW를 갖는 것으로 대만의 東元전기회사에 의하여 특별히 설계되고 제조된 것이다.

그림 4은 THEV II의 제어회로이다. 회로는 주로 2개의 SCR, 및 diode, 1개의 스위치, 전진과 후진을 위한 2개의 magnet Contactor, choke, pulse Generator, coil 및 컨벤서로 구성된다. pulse Generator는 고정된 "off Signal" 주파수를 내며 또 "ON"시간을 0~95%범위로 유지하기 위한 변폭주파수를 낸다. 이로써 전기자동차는 부드럽게 정차로 부터 최고속도까지 제어할 수 있다(no mission, no regeneration system).

과부하에 대해서는 No-Fuse-Breaker를 사용하고 있

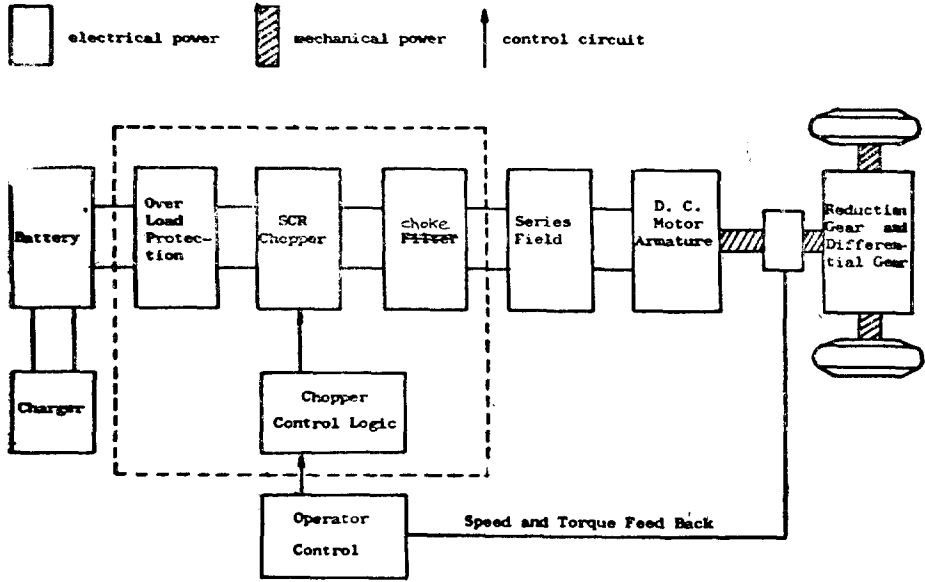


Fig. 3. Block diagram of the THEV II power train system

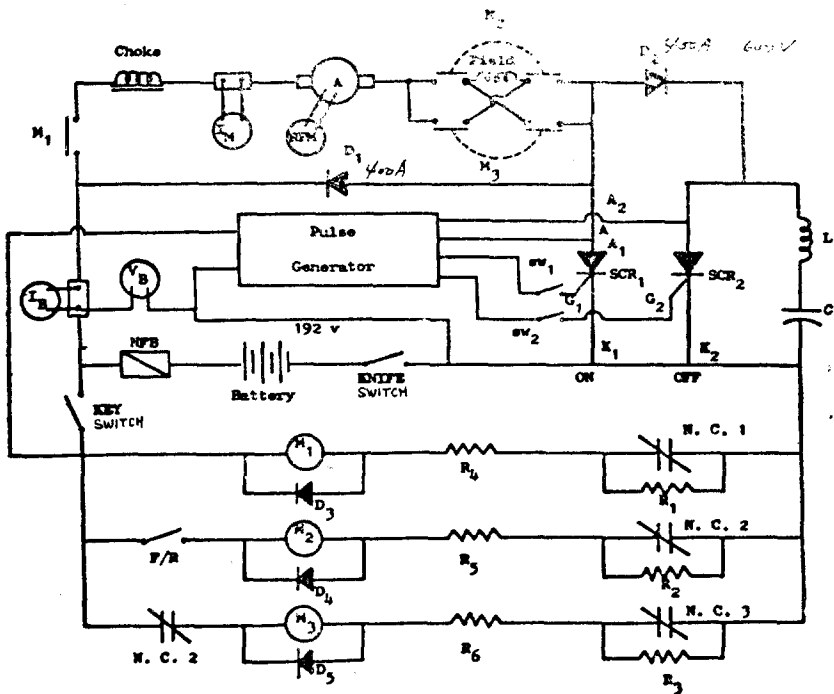


Fig. 4. The THEV II Control Circuit

으며 제어용 전원은 별도 12V 연축지를 사용하고 있다.

6. 추력과 속도

추력과 속도 관계를 그림 5에 표시하였다. 출발시

추력은 차 무게가 1314kg(2인승시)에서 24kg를 얻을수 있었다. 공기저항율은 0.5, 차전면 단면적을 1.88m²으로 보고 공기저항을 계산하여 도표를 만든 것이다. 추력과 전동기 토크 및 전류관계를 감속기어 비 6.7 : 1(모타축 : 바퀴회전비)로 계산하여 나타낸 것이다.

그림 5로부터 이차는 평행길에서 속도 90km/h, 주행시 소요출력은 20KW미만임을 알 수 있다. 18% 구배길에 있어서 정차를 유지하기 위해서는 10.5kg-m의 Torque가 요구되며 이값은 6,000rpm에서 정격 Torque 3.3kg-m의 약 3배가 되는 크기이다. 이 표

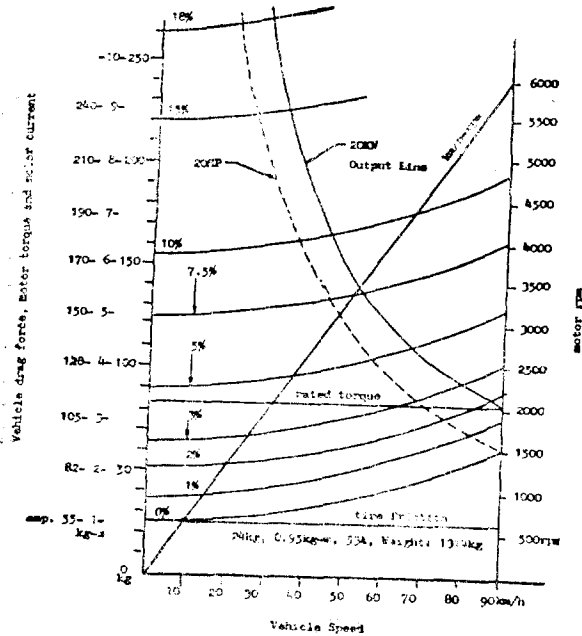


Fig. 5. Vehicle drag force versus speed

에서 전동기는 18% 구배 이하의 경우에는 30km/h보다 작은 속도로 등반할 수 있음을 보여주고 있다. 또 명지정차로부터 60km/h속도까지 평균 가속도 1.2m/sec²로 가속시키는데 필요한 시간은 대략 14sec이며 그림 5에서 보아 가능함을 알 수 있다. 이 가속시간은 대만의 교통조건에 적합한 시간이다. 기타 THEV II에 대한 실제 실험이 진행중임으로 이후 알려질 것이다.

7. 전 망

淸華大學의 제 2 단계 개발계획은 최근에는 시작된 것이다. 이 제 2차 개발계획은 장래의 시장조사와 위한 모형차 개발을 위해서 산업계와 공동으로 작업하고 있다. 여기서 철저한 시장조사와 대부에 있어서 승용

차의 이용상황이 분석 될것이다. 이 결과는 장래의 개발계획을 위해서 유용하게 이용되리라 생각된다.

전기자동차의 대중화를 위해서는 현재의 주유소와 같은 배터리 충전소의 보급망(주행거리의 확장 뿐만 아니라 배터리 재충전이란 불편함을 덜기 위해서)이 구성되어야 할 것으로 믿는다. 그 이유는 작 가정이나 보통의 건물에는 충전을 위한 시설을 갖고 있지 않기 때문이다. 현재 대만 전력은 장래 이러한 충전소의 설치에 대해서 매우 흥미를 갖고 있다. 장래에는 가능하던 배터리를 충전소에서 소유하고 전기자동차의 소유자는 전기료(배터리 사용료 및 교환을 위한 서비스료)만 충전제 지불토록 하는 방안을 생각하고 있다.

실제적인 시험데이터와 운전 및 보수유지에 많은 경험을 얻기위해서 대만에서는 제일먼저 우편배달차를 전기차로 바꾸길 원하였다. 이 우편차는 통상총중량이 800kg이내며 또 시속 70km/h 이내로 그 주행거리는 110km 내외이다. 그러나 대만은 전술한 바와같이 4인승 전기승용차를 먼저 개발하였다. 자세한 사양은 Table I 과 같으며 이차의 판매값은 US\$ 3,000 이내 가 될 것으로 보인다. 또한 이차는 앞으로 대만의 Moto cycle과 대체 될 것으로 믿어진다. 그렇게되면 대만에 있어서 교통사고는 현재보다 훨씬 감소 될것이 분명하다(현재 대만에는 160萬대의 Moto cycle이 있으며 이 숫자는 전체 총 차량의 4배에 해당되고 있음)

또 대만에서는 시내버스를 전기버스로 개발코저 고려중에 있다. 淸華대학에서는 연축전지의 energy 밀도와 수명을 연장하기 위하여 현재의 개발계획은 당분간 계속될 것이다.

제 2 단계 개발계획중 사용될 배터리의 에너지 밀도는 50WH/kg(4시간전격)를 갖게될 것이며 수명 또한 최소한 200cycle을 갖게 될 것이다.

또 2~3년 이내에 대만에는 그들 자신이 개발한 전기자동차가 대만 시가지에 나타날 것임은 틀림없다는 사실이다.

본고는 필자가 1976.9.23~76.10.6까지 淸華大學을 방문코 얻은 내용을 요약한 것이며 대만체재중 여러가지로 협조하여 주신 K.W. Mao, C.J. Hwang, Louis R.Y. Sun 교수께 사의를 표한다.