

차륜차량의 성능시험에 대하여

On the Performance Test of a Wheeled Vehicle

양 성 모*
Sung Mo, Yang

1. 머리 말

자동차공업은 일반적으로 부가가치가 높고 기술적인 면에서 기계공업의 종합 산품으로서 산업혁명 이후 세계각국에서 대단한 발전을 가져왔다.

우리나라도 기계공업육성정책에서 79년 1월 10대 수출전략산업의 하나로 선정되어 경제적인 측면에서 GNP의 적정수준(자동차가격의 1~2배 정도)에 도달하여 단일 차종당 30~50만대 정도가 실현될 수 있는 양산체제가 보장된 기술, 자본, 노동집약적 산업으로 발전되어 오고 있다.

이제 한국의 차륜차량(Wheeled Vehicle)도 생산능력이 경제단위로 들어서고 수출을 통해 선진국 자동차업체와 세계시장에서 경쟁을 하지 않으면 안될 성년기에 접어들고, 수입자유화 물결에 의하여 미소하나마 차륜차량 수입이 허용되고 있다. 따라서 경쟁력 강화를 위해서는 생산 단위의 증가 뿐만 아니라 차륜차량 성능해석 평가능력도 향상되어야 한다. 그러므로 성능해석 평가의 기초자료로 쓰이는 차륜차량의 기본적인 평가시험항목에 대하여 U. S. ARMY TEST AND EVALUATION COMMAND가 ABERDEEN PROVING GROUND

(APG)에 행하고 있는 시험을 기준으로 살펴보고자 한다.

차륜차량의 기본적인 성능평가시험에는 다음과 같은 종류를 들 수 있다.

- 1) 가속시험(Acceleration Test)
- 2) 조향시험(Steering Test)
- 3) 제동시험(Braking Test)
- 4) 연료소비시험(Fuel Consumption Test)
- 5) 등판 및 측면경사시험(Gradeability and Side Slop Test)
- 6) 견인력시험(Drawbar Pull Test)
- 7) 냉각장치시험(Cooling System Test)
- 8) 유독가스시험(Toxic Hazards Test)

2. 성능시험

2-1 예비주행시험

(1) 내 용

차륜차량은 성능시험을 실시하기 전에 차량의 상태 확인 및 시험기준 설정을 위하여, 새로운 차량이 충분한 성능발휘를 위하여, 운전자가 그 차량에 대하여 숙달감을 갖기 위하여 예비주행시험을 실시해야 한다.

(2) 시험방법

- 1) 최소 규정하중(Payload)만을 적재한다.

* 전북대학교 공과대학 정밀기계공학과

- 2) 규정된 등급의 연료를 사용한다.
- 3) 냉각수 누수 및 계기판에 나타나지 않는 부품의 과열현상에 주의한다.
- 4) 바퀴부위의 볼트 및 너트의 체결상태를 확인한다.
- 5) 달리 규정되지 않는 한 표1에 나타난 주행거리만큼 예비주행시험을 실시한다.

표 1. 예비주행시험거리

차종	주행거리	주행
차륜차량	800 km	<ul style="list-style-type: none"> ○최고속도의 50%미만 속도로 320 km 주행 ○최고속도보다 8 km/hr 이하의 임의의 속도로 480 km 주행
궤도차량	80 km	<ul style="list-style-type: none"> ○최고속도의 30% 속도로 24 km 주행 ○최고속도의 50% 속도로 24 km 주행 ○최고속도의 75% 속도로 34 km 주행

하여 주행 방향을 바꾸어 가면서 최저속도를 측정한다.

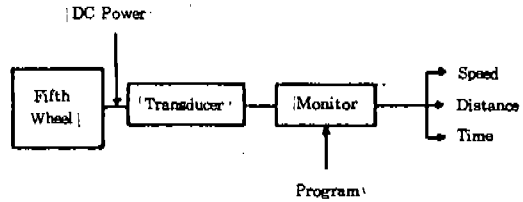
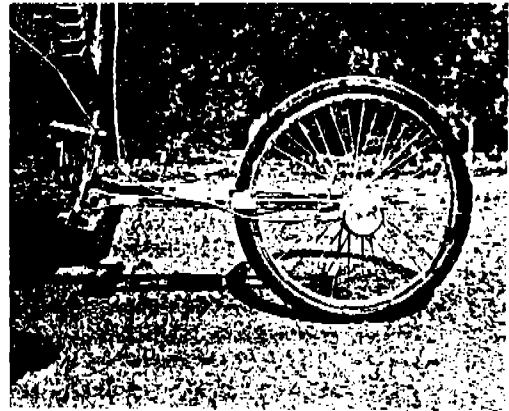


그림 1. 5th Wheel

2-2 가속시험

(1) 내 용

차륜차량의 기동력, 순발력을 나타내는 가속 성능을 측정하기 위한 것으로서 일반적으로 시간으로 나타낸다. 차륜차량의 효과는 특히 기동성이 중요하며 기동성은 가속 및 최저·최고속도이다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	직선포장도로 2 km 이상의 아스팔트 또는 콘크리트 평탄로
장비	Tachometer 엔진 rpm을 측정 5th Wheel 주행 속도·거리·시간을 측정

(3) 시 험

1) 최저속도시험

시험차량에 5th Wheel을 장착하고(그림 1 참조) 각 단별로 원활한 엔진성능으로 각 단계서 정속을 유지할 수 있도록 Throttle을 조정

2) 최고속도시험

Full Throttle 상태로 저단에서부터 각 단별 최고속도를 주행 방향을 바꾸어 가면서 반복 측정한다.

3) 가속시험

시험노면은 평탄하고 단단해야 하며, 이물질이나 패인 곳이 없는 경사도 1% 미만인 곳에서 풍속이 10 km/hr 이하에서 다음과 같이 실시한다.

- ① 엔진공회전상태(Idleing)로부터 최고속도까지의 시간을 측정하여 각 단별로 시험한다.
- ② 변속은 가능한 최단시간에 한다.
- ③ 풍속의 영향을 고려하여 주행 방향을 바꾸어 실시한다.

(4) 분 석

차륜차량의 가속시험결과는 그림 2와 같이 나타내어 가속성능을 분석한다.

2-3 조향시험

(1) 내 용

조향장치의 정상적인 구동조건을 평가하기

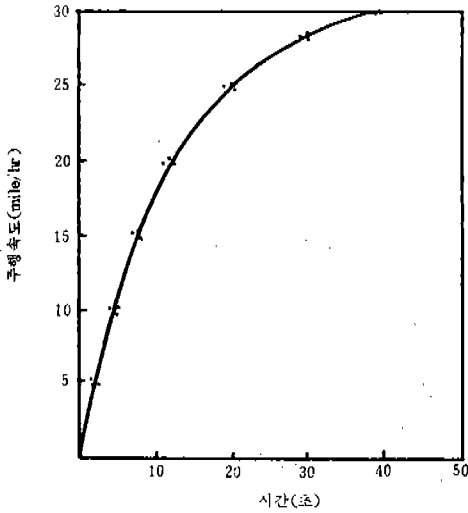


그림 2. 가속성능

위하여 실시하며 성능측정에는 선회능력, 길바꾸기, 편향시험 등이 있으나 여기서는 최소회전반경에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	선회시험장 충분히 큰 평탄한 콘크리트 건조한 포장도로
장비	Tachometer 5th Wheel Displacement gage

(3) 시 험

차량의 최소회전은 최저속도로 선회하였을 때의 직경으로 측정하며 각 측정항목은 아래 그림과 같다. (그림 3 참조)

(4) 분 석

시험결과는 다음과 같은 인간공학(Human Factor)적 평가를 부가하여 해석되어야 한다.

- 1) 조향감도
- 2) 운전시 피로도
- 3) 속도에 따른 조향반응시간과 정도
- 4) 작동의 복잡성
- 5) 조작의 편의성 및 안전성

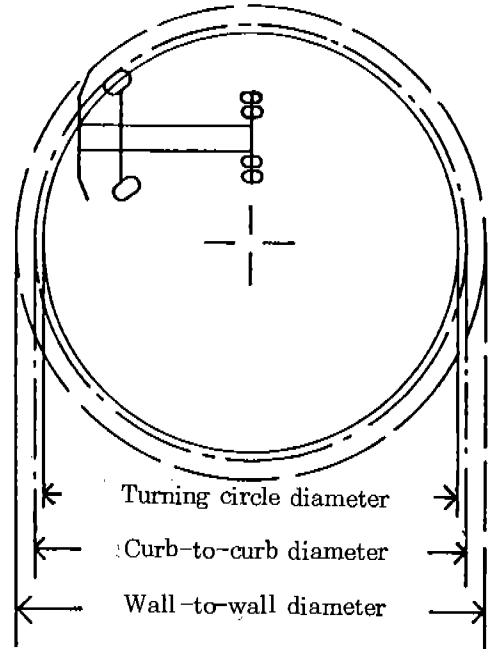


그림 3. 최소회전 측정항목

2-4 제동시험

(1) 내 용

다양한 모든 운행조건상태하에서 브레이크를 작동시켰을 때 차량의 정지 및 제동능력을 시험하며, 또한 도하 후 침수된 브레이크의 정상상태 회복시간을 측정하여 제동장치의 신뢰도 및 효과를 증명한다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	포장도로
장비	직선 및 경사로 5th Wheel 유압측정계이지 공압측정계이지 감속계 온도계

(3) 시 험

1) 브레이크 제동능력시험

차량이 건조하고 포장된 경사에서 전진 및 후진할 때 상용브레이크(Service Brake) 및

주차브레이크(Parking Brake)의 제동능력을 시험한다.

2) 브레이크 제동거리시험

① 브레이크 제동거리는 달리 규정된 속도가 없으면 32 및 64 km/hr의 속도에서 주행 속도, 제동거리, 평균감속도 등을 시험한다.

② 브레이크 드럼의 온도는 이 시험을 실시하는 동안에는 달리 규정하지 않는 한 121 °C를 초과해서는 안된다.

③ 시험하는 동안 시험차량의 전폭(Overall Width)의 1.5배 이상 차량이 회전(Slew)해서는 안된다.

④ 브레이크 제동거리의 판단기준은 차량총중량(Gross Vehicle Weight: GVW)에 따라 표 2와 같다.

표 2. 브레이크 제동거리

차량총중량	속도	제동거리	평균감속도
22.67톤이하	32 km/hr	9.14 m 이내	—
	64 km/hr	—	4.39 m/sec ² 이상
22.67톤이상	32 km/hr	12.2 m 이내	—
	64 km/hr	—	3.35 m/sec ² 이상

3) 브레이크 성능회복시험

① 브레이크 장치가 15~30분 동안 완전히 침수되도록 도하시험한다.

② 32 km/hr의 속도로 1분 간격으로 브레이크를 작동하여 정상적인 제동성능이 나올 때까지의 회복시간, 주행거리, 브레이크 사용회수, 평균감속도 등을 측정한다.

③ 브레이크 성능은 32 km/hr의 속도로 주행하며 약 12분에 10번 브레이크를 작동시켜 정상적인 상태로 회복되어야 한다.

4) 분 석

시험결과는 다음과 같은 인간공학적 평가를 부가하여 평가되어야 한다.

- ① 브레이크 답력
- ② 체형에 따른 브레이크 페달 이용 편이
- ③ 급제동시 사람의 위협 요인
- ④ 주차브레이크의 작동 용이성
- ⑤ 브레이크 작동여부의 감지장치

2-5 연료소비시험

(1) 내 용

차량의 연료소모성을 측정하기 위하여 시험을 실시하나 차량의 연료소비는 차량의 기계적 조건, 속도, 운전방법, 기후, 도로상태 등에 따라 영향이 있다. 그러므로 연료소비시험에는 정확한 연료소비시험 결과를 얻기 위하여 행하는 한정조건시험과 일반적 운행의 연료소비시험이 있으나, 여기서는 우선 한정조건시험에 대하여 살펴보고 일반적인 경우는 추후의 내구성시험에서 살펴보기로 한다.

한정조건시험은 평탄한 포장도로상에서 일정한 하중 및 일정한 속도로서 이루어지며 합리적으로 조정될 수 있는 연료소모의 영향을 포함한 것이다. 그러므로 한정조건시험은 일반적인 운행의 시험보다 더 일정하고 더 좋은 상태에서의 연료소비시험이다.

(2) 시설 및 장비

항 목		내 용
시설	시험주행로	평탄한 포장도로
장비	5th Wheel 초시계 온도계 연료소비측정계 Tachometer	

(3) 시 험

1) 주행부하시험(Road-load Test)

평탄하고 포장된 도로상에서 정격하중을 적재하여 각 단별로 전체 속도범위를 4개소 이상 분할하여 일정속도별 연료소비를 측정한다. 즉 가장 좋은 조건하에서의 연비시험이다.

2) 최대부하시험(Full-load Test)

평탄하고 포장된 도로상에서 가장 최악조건하에서의 연료소비시험이며 견인력시험(Drawbar Pull Test)을 실시하는 동안 실시한다.

3) 표준주행로시험(Standard Course Test)

어느 일정한 주행로를 선택하여 정상적인 운행속도로 운전자에 의하여 일정한 속도로 주행하여 측정한다.

(4) 분 석

한정조건시험의 결과를 도시하면 그림 4 와 같이 분석된다.

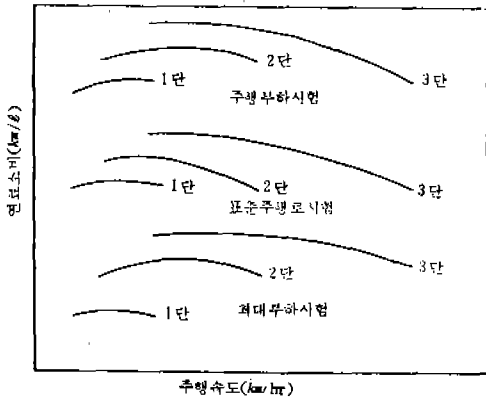


그림 4. 연료소비

2-6 등판 및 측면경사시험

(1) 내 용

차량이 경사로를 주행할 수 있는 능력을 측정하며 시험을 수행함과 동시에 엔진, 변속기, 제동장치, 연료장치에 대한 평가도 포함된다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	등판시험로 5, 10, 15, 20% 경사로는 아스팔트 30, 40, 50, 60% 경사로는 콘크리트 측면경사로 20, 30, 40% 안전시설 시험시 피시험차량의 전복 및 기타 고장시 필요한 렉카차 및 안전케이블
장비	Tachometer 5th Wheel 압력측정계

(3) 시 험

1) 등판시험

① 규정된 요구 등판로를 실속, 엔진과열 및 미끄러짐이 없이 정지 및 주행가능항가를 시험한다.

② 최대등판로에서 최대꼭지점에 이르렀을 때 상용브레이크를 작동시켜 제동상태를 확인한다.

③ 주차브레이크 제동상태도 엔진을 끄고 확인하여 재시동이 되는가 확인한다.

④ 연료, 오일, 냉각수 등의 유출여부를 확인한다.

2) 측면경사시험

측면경사로에서 2분 이상 엔진을 공회전시킨 후 시동을 끄고 다시 시동을 걸어 연료, 오일, 냉각수 등의 유출여부를 시험한다.

(4) 분 석

시험로가 없을 때는 평탄한 도로상에서 견인력시험의 결과로부터 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\sin \theta = \frac{P}{W}$$

θ : 등판각도

P : 견인력

W : 차량중량

2-7 견인력시험

(1) 내 용

차량이 평탄한 포장도로를 주행하는데 소요되는 마력외에 차량을 가속, 견인 및 등판시에 사용할 수 있는 여유구동력을 측정하기 위하여 견인력시험을 실시한다. 즉 견인력시험을 실시함으로써 차량의 종합적인 성능평가를 할 수가 있다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	시험로
장비	Field Dynamometer 여유구동력 측정시 지속적 인 시험속도유지를 할 수 있어야 하며, Data Cord-er, Switch Box & Balancing Box, Oscillograph Repicorder, DC Power Unit, Tachometer, Thermometer, Strain Amplifier, Low Pass Filter,

항	목	내	용
		AUX. DC Power Unit, Resistor Box 등이 장착되어 있다.	
장비	Load Cell	시험차량과 Field Dynamometer 사이에 설치되어 Strain 값을 측정한다.	
	5th Wheel		

(3) 시험(그림 5 참조)

1) 시험차량과 Field Dynamometer를 각단에서 Full Throttle 상태로 최고속도까지 가속시킨 후 제동을 Field Dynamometer에 걸어 측정하고자 하는 속도에서 여유구동력을 측정한다.

2) 노면의 슬립율을 알기 위하여 차량의 회전속도를 측정한다.

3) 최저속도시험시는 차량이 실속상태에 들어갈때까지 견인력을 시험한다.

4) 시험중 윤활유, 유압작동유, 냉각수 등을 기록한다.

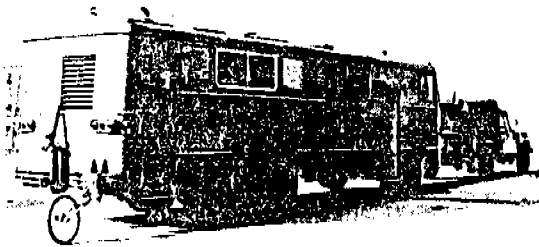


그림 5. 견인력시험

(4) 분석

각 단별 속도의 견인력을 그림 6과 같이 도시하여 분석한다.

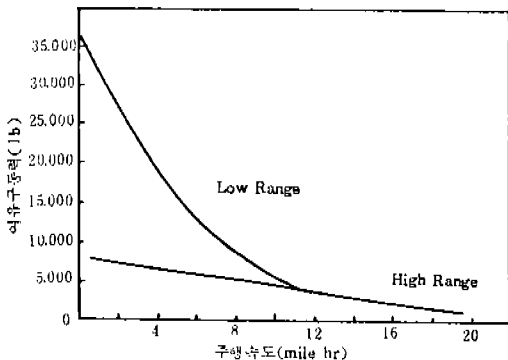


그림 6. 견인력시험에 의한 여유구동력

2-8 냉각장치시험

(1) 내 용

엔진 및 동력전달장치의 냉각계통은 고유의 기계적 마찰 그리고 부하의 증가로서 온도가 상승하므로, 모든 운행조건하에서 이러한 과열현상을 측정하기 위하여 엔진 및 동력전달장치의 냉각능력을 시험한다.

(2) 시설 및 장비

항	목	내	용
시설	직선포장로 콘크리트로 Field Dynamometer 5th Wheel		
장비	Thermocouple 압력계	Oil Pump용, Cylinder Head 용, Transmission 용 Transmission용, Engine Oil 용	

(3) 시험

1) Full Throttle 냉각시험

① 차량에 최대부하를 걸어주기 위하여 평탄하고 포장된 직선도로상을 최대속도까지 Full Throttle 상태로 운행을 계속한다. 단 최대부하는 Field Dynamometer 를 이용한다.

② 충분한 견인운행을 하도록 하여 다음 사항을 기록한다.

- ㉠ 주위공기온도, 풍속 및 풍향
- ㉡ 압력(엔진오일, 연료, 냉각수 및 변속기 오일)
- ㉢ 온도(엔진오일, 변속기, 오일, 실린더 헤드 및 냉각수)
- ㉣ 엔진토크
- ㉤ 엔진속도 및 차량속도

2) Part Throttle 냉각시험

정격하중을 적재하고 견인없이 콘크리트 도로상에서 시험을 실시한다.

(4) 분석

Full Throttle 냉각시험에 대한 결과를 분석하기 위하여 그림 7과 같이 시험결과를 나타낸다.

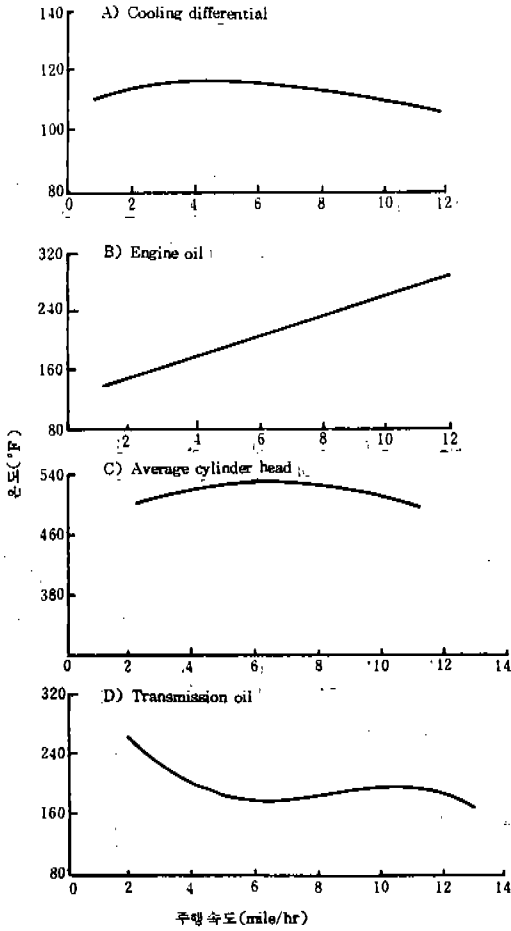


그림 7. 각 차량부위의 냉각시험 결과

2-9 유독가스시험

(1) 내 용

차량운행 및 작동시 엔진배기 및 히터로부터 생성되는 유독가스인 일산화탄소의 농도를 정확히 측정하여 탑승인원의 안전점점을 행하는 시험이다.

(2) 시설 및 장비

항 목	내 용
시설	시험로
장비	특별히 규정된 시험로가 아님
	풍향계
	풍속계
	온도계
	가스분석기

항 목	내 용
가스시료채취관	
기압계	
습도계	

(3) 시 험

1) 차량의 모든 환기통을 막고 전형적인 운행조건하에서 실시한다.

2) 충분한 속도를 낼 수 있는 시험도로상에서 최대속도의 1/2이상의 불균일한 속도로 운행한다(표 3 참조).

표 3. 시험조건

시험회수	1	2	3	4	5	6	7	8
CO농도(%)								
운전석	×	×	×	×	×	×	×	×
승무원석	×	×	×	×	×	×	×	×
주위공기	×	×	×	×	×	×	×	×
시험상태								
시험차량								
운행	×	×	×	×				
정지					×	×	×	×
기상								
온도	×	×	×	×	×	×	×	×
기압	×	×	×	×	×	×	×	×
습도	×	×	×	×	×	×	×	×
풍향	×	×	×	×	×	×	×	×
풍속	×	×	×	×	×	×	×	×
엔진								
작동	×	×	×	×	×	×	×	×
정지								
히터								
작동	×	×	×	×	×	×	×	×
정지								
환풍기								
작동		×		×	×	×		
정지	×		×				×	×
기화기공기	×	×	×	×	×	×	×	×

주) Gas Recorder는 Gas Indicator 와 연결하여 상기 ×로 표시된 위치에 설치하고 각 시험을 안정된 조건으로 될때까지 작동시킨다.

3) 안정된 조건이 될때까지 운행을 계속한다.

4) 각 승무원의 위치에서 공기의 시료를 채취한다.

5) 최대속도의 1/4속도에서 반복시험을 실시한다.

(4) 분 석

일산화탄소의 농도를 PPM(parts per million)으로 측정하는데 일산화탄소 노출시간에 대한 농도는 표4를 초과하지 않아야 하며, 참

고로 인공호흡기는 효과는 표5와 같다.

표4 일산화탄소의 최대농도

노출시간(분)	농도(%)
1분 이하	0.60 (6,000 PPM)
5분초과 5분이하	0.12 (1,200 PPM)
15분초과 15분이하	0.04 (400 PPM)
30분초과 30분이하	0.02 (200 PPM)
60분초과 60분이하	0.10 (100 PPM)
60분초과	0.005 (50 PPM)

표5. 인간에 있어서 일산화탄소 효과

공기중농도 (ppm)	혈액중 해로그로빈 포화(%)	노출시간	징 후
0~100	9-17		No appreciable effect, except occasional slight tightness across forehead and slight flushing.
200~300	23-30	5-6 hours	Throbbing temporal headache, generalized weakness, dizziness dimness of vision, nausea, vomiting.
400~600	36-44	4-5 hours	Same as above, with muscular incoordination and collapse.
700~1,000	47-53	3-4 hours	As above, with increased pulse and respiration.
1,100~1,500	55-60	1-1/2-3 hours	Coma with intermittent convulsions and cheyne-stokes respiration.
1,600~2,000	61-64	1-1-1/2 hours	As above, depressed heart action and respiration, possible death.
5,000~10,000	73-76	2/15 minutes	Death.

3. 끝 맺 음

차륜차량의 성능평가시험에는 이외에도 내구성시험(Endurance Test), 도하시험(Fording Test), 표준장애물시험(Standard Obstacles Test) 등이 있으나 우선 가장 기본적인 성능시험에 대하여 언급하였으며 추후 내구성시험은 종합시험장(Proving Ground)과 함께 고찰하고자 한다.

이 기본적인 성능시험은 차륜차량 뿐만 아니라 궤도차량(Tracked Vehicle)에도 많은 참

고가 되리라 믿는다.

그러나 우리나라에는 이들 시험을 실시할 만한 종합시험장이 구비되지 않아 정확한 시험 결과를 분석할 수 없으므로 조속한 시험장 건립이 요구되는 바이다.

또한 아직까지 우리나라에는 시험평가 방법이 규제되지 않고 있다.

끝으로 국내여건에 적합한 시험절차를 작성하는데 조금이나 이 작은 고찰이 도움이 되기를 바라며, 불충분한 설명은 여러분의 양해를 구하는 바이다.

참 고 문 헌

1. TM 9-8000, Principles of Automobiles.
2. TOP 1-1-011, Vehicle Test Facilities at APG.
3. TOP 2-2-505, Preliminary Operation (Automotive).
4. TOP 2-2-609, Steering.
5. TOP 2-2-602, Acceleration-Maximum and Minimum Speeds.
6. TOP 2-2-608, Braking.
7. TOP 2-2-603, Vehicle Fuel Consumption.
8. TOP 2-2-610, Gradeability & Side Slope Performance.
9. TOP 2-2-604, Drawbar Pull
10. TOP 2-2-607, Engine & Power Train Cooling System.
11. TOP 2-2-614, Toxic Hazards.
12. TOP 2-2-506, Endurance Test.
13. TOP 2-2-612, Fording.
14. TOP 2-2-611, Standard Obstacles.