

산업용 차량의 자동변속기 토-크변환기 성능시험 방안 Performance Test Method for Torque Converter of Industrial Vehicle

곽 상 국*
Sang-Guk Kwak

산업용 차량의 토오크 증대 효과 및 그 품질이 우수하며, 가속성능과 연료소비율이 최적화된 토오크 컨버터를 개발하여, 이를 유압 클러치 시스템식 산업용 차량에 대한 적용 기술의 확보를 목표로 볼수있으며 세부검토사항은 다음과 같이 분류될 수 있다.

1. 시험방안

- ◎ 기초 성능 시험
- ◎ 실용 성능 시험
- ◎ 무부하 토오크 특성의 규명과 해석
- ◎ 부하 토오크 특성의 규명과 해석
- ◎ 토오크 컨버터의 용량 특성의 규명과 해석
- ◎ 가속 주행 성능의 규명과 해석
- ◎ 내구 성능의 규명과 해석
- ◎ 토오크 컨버터의 성능 개선 방안 도출

이러한 기술방안을 완성하기 위해서는 다음과 같이 3단계로 구분하여 연구수행을 할 필요성이 있을 것으로 고려된다.

제 1 단계

목 표 : T/Con을 시험할 수 있는 시험 장치를

설계하고, 이를 시험분석 하여 T/Con의 설계 능력 및 평가 기술을 고양시키며 T/Con 성능 시험 방안 도출 및 시험 장치 설계 및 제작을 필요로 한다.

엔진 동력계, 유압회로 구성요소, 토크컨버터, A/T, 엔진, 차량관성 및 주행저항에 대한 동적 시험 모델 해석 및 시험 장치 제작을 한다.

다음으로 T/Con 성능 시험 및 성능 분석 및 평가 신기술 확립을 한다.

- 1) T/C 성능 향상에 대한 변수 영향 평가
- 2) 차량 구동계의 과도 상태 주행 시뮬레이션을 통한 T/Con 시스템 설계
- 3) T/Con 성능 시험 방안 도출
- 4) 시험 장치 설계, 제작
- 5) 시험 원동기 시험
- 6) 기초 성능 시험
- 7) 스티얼 성능 시험
- 8) 무부하 토오크 특성의 규명과 해석
- 9) 부하 토오크 특성의 규명과 해석
- 10) 토오크 컨버터의 용량 특성의 규명과 해석
- 11) 가속 성능의 규명과 해석
- 12) 내구 성능의 규명과 해석
- 13) 토오크 컨버터의 성능 개선 방안 도출

* 嶺南專門大學 自動車科 教授·工博
嶺南大學校 大學院 卒業
(우) 705-037 대구광역시 남구 대명7동 1737

Prof., Dept. of Automotive, Yeungnam Junior College
1737 Taemyeungdong Namgu, Taegu, 705-037

제2 단계

목 표 : 관련 기업의 제품 설계에 응용이 가능한 실용적 기술 개발을 목표로 한다.

- 1) 록업 클러치 압력 시스템 설계의 기초 연구
- 2) 소형 및 대형 차량의 최적 T/Con 시스템의 설계 기술 개발
- 3) A/T의 동 특성 및 윤활 특성의 최적 조건 연구
- 4) A/T 성능 연구
- 5) A/T 내구성능 연구
- 6) A/T 관성 주행에 대한 연구
- 7) 자동화 변속기(AMT) 설계와 해석 기법의 선행 연구

제3 단계

목 표 : 세계적 수준의 산업용 자동 변속기를 설계하기 위한 첨단 기술 확보를 목표로 한다.

- 1) 국제적 선도 기술화를 위한 유압제어 시스템의 회로 단순화 및 고도화
- 2) 독자적 변속기 최적 주행 알고리즘 개발
- 3) 신기술이 적용된 변속 제어 장치의 시제품 개발
- 4) 무단변속 시스템의 최적화 및 고효율화
- 5) 축력 제어시스템의 시제품 개발

2. 기술 개발의 요소 및 중요성

운전자의 기능적 숙련도에 따른 차이에 상관없이 자동차의 동적 상황에 대응하는 부드러운 변속 동작과 변속시점 제어를 전자 유압시스템이 수행하고, 출발시에 필요한 높은 구동력은 토크컨버터에서 엔진의 출력 토크를 증폭시켜 얻을 수 있으며, 유성치차를 이용하여 높은 감속비의 변속메카니즘이 단순화되므로써 자동변속기의 실용화가 가속화되고 있다.

최근의 자동변속기 기술개발 추세를 보면 70년대 후반부터 동력전달 효율을 증대시킨 토크 컨버터의 록업 장치가 적용되고, 80년대 초반에 보급화

된 마이크로 프로세서를 이용한 전자 제어장치가 선보였으며, 고속 주행시 소음저감과 연료 소비율을 감소시킨 over-drive기어가 사용되었다.

80년대 중반부터 변속 승차감 향상을 위한 변속 품질 제어(Shift quality control)에 대한 연구가 활발해졌으며, 80년대 후반부터 발표되는 최신 차량 변속기에 이러한 개념이 도입된 제품들이 선보이기 시작하였다.

90년대 초반부터는 적응제어, 퍼지제어 및 학습 제어 등의 현대적 제어 이론을 적용한 변속제어 알고리즘이 개발 되어 변속 품질개선과 연비 향상에 박차를 가하고 있다.

90년대 중반에는 기술 선진국을 중심으로 CVT (Continuously Variable Transmission) 기술 개발에 박차를 가하고 있는 추세이며, 2000년대 초반에 CVT의 실용화를 기대하고 있다.

현재 미국, 일본의 자동차 제작사 및 연구 기관에서는 경쟁적으로 A/T에 대한 새로운 개념의 변속 제어 기법을 발표하고 있으며, 한 예로서 미국의 GM사는 Berkeley 대학과 3년간 2단계 장기 연구로 엔진과 변속기의 통합제어를 연구한 결과에서 자동 변속기의 승차감이 괄목할 정도로 향상되었다.

선진국과 경쟁하는 한국의 차세대 자동차에 필수 불가결한 연구 과제로 자동 변속기의 설계 기술이 부각되고 있다. 자동차 선진국의 자동 변속기 장착율은 매우 높으며, 수동 변속기가 추가 사양으로 바뀌어질 정도이다.

국내의 승용차 시장도 자동 변속기의 장착율이 점차 증가되고 있는 추세이나, 국내의 자동변속기는 면허 생산되고 있는 수준이며 설계기술은 초보적인 단계이다.

기술 저변도 엔진의 연구인력 및 연륜에 비해 현저히 낮은 편이며, 엔진의 경우 RICARDO, AVL등의 설계용역회사가 있는데 반해 변속기의 경우에 전무하여, 외국으로부터의 설계기술을 도입하는데 많은 어려움이 있는 실정이다.

본 연구에서는 유성치차식 자동변속기나 CVT에 공통적으로 사용되는 기초요소 기술인 토크 컨버터에 대한 개발 기술능력의 확보 및 고양에 있다.

토크 컨버터는 동력원으로 부터의 입력되는 동력을 동력축에 적절한 회전력으로 변환하는 장치로서 현재 유성 치차식인 변속기에 비하여 사용

방법이 매우 간단하여 자동차에 널리 사용되고 있다.

그러나 토오크 컨버터는 동력 전달과정이 터빈-임펠러-스테이터로 구성되어 유체 유동의 특성을 이용하고 있어 기어 치차식 변속기보다 에너지 효율이 현저하게 감소하는 등 에너지 손실이 크고 동력 전달비가 일정하지 못하다는 단점이 있어 많은 개선점을 가지고 있다. 토오크 컨버터가 산업용 기계로 사용되기 위해서는 이러한 단점이 개선되어야 한다.

본 연구에서는 산업용 기계용 원동기의 동작 특성을 규명하고, 그 운전 특성에 따른 토오크 컨버터의 성능을 시험하여 그 성능을 검정하고 문제점을 도출하고자 한다.

먼저 무부하시의 각 기관 운전변수인 기관 회전수에 따른 토오크 컨버터의 동력전달 효율과 그 슬립율을 검증하고, 점차 부하율을 상승하면서 제반 성능을 검증할 필요가 있다. 그리고 산업용 기계의 특성상 그 안전도에도 상당한 연구가 있어야 할 것으로 생각되며, 그 평가 방법도 역시 중요한 연구 과제가 될 것으로 생각된다.

물리적인 연구배경으로서는 다음과 같은 내용으로 검토하여야 될 것으로 고려된다.

1) 토-크의 증대

토-크 변환기의 효율식은 아래와 같이 표현된다.

$$\eta = T_t/T_p \cdot N_t/N_p,$$

$$T_t/T_p = T_r, N_t/N_p = N_r$$

따라서 터빈의 토-크(T_t), 펌프의 토-크(T_n), 터빈의 회전수(N_t), 펌프의 회전수(N_n)가 토-크변환기의 성능에 절대적인 요소가 된다.

이들의 변수에 따라 토-크비(T_r), 회전비(N_n)가 결정된다.

2) 용량계수(C.F)

용량계수의 식은 다음과 같다.

$$C.F = T_i/N_i^2$$

토-크를 받을 수 있는 용량이 커야하므로 T_i , N_i 가 영향을 미친다.

3) 미끄럼율(S)

$$S = N_p - N_T / N_p$$

로 표시되며 자동변속기의 동력손실은 토-크 변환기에서 70%, 오일펌프에서 15%, 변속기 본체의 각종클러치에서 15%의 손실이 일어난다고 본다.

따라서 S에 대한 값이 토-크변환기의 성능에 큰 영향을 미친다고 볼 수가 있다.

3. 기대 효과 및 활용성

주로 소형 중심의 토오크 컨버터에서 대형으로의 기초 설계자료를 제공하고 그 시험 평가 능력이 고양될 것이다.

이에 따라 설계 제작된 산업용 대형 토오크 컨버터는 국내 산업에 큰 파급 효과가 기대되며, 양산시 수입대체 효과도 신장될 것으로 예측된다.

(1998년 2월15일 접수, 1998년 3월10일 채택)