

차량용 자동변속기 유압제어계의 개발 동향

Trends in Clutch Actuating Hydraulic Control System of Automatic Transmission for Vehicles

이 일 영, 양 경 옥, 윤 소 남
I. Y. Lee, K. U. Yang, S. N. Yun



이 일 영
· 1954년 생
· 유압 시스템 제어 및 유압관
로 동특성 해석
· 정회원, 부산수산대학교
기관공학과



양 경 옥
· 1968년 생
· 유압 시스템 제어
· 정회원, 부산수산대학교
대학원



윤 소 남
· 1963년 생
· 유압 부품 개발
· 정회원, 한국기계연구원
기계부품연구부

1. 서 론

차량에서 변속장치는 엔진과 추진축 사이에 설치되어 엔진의 동력을 차량의 주행상태에 알맞도록 그 회전력과 속도를 바꾸어 바퀴에 전달하는 장치이다. 변속장치에 요구되는 성능으로는 에너지 전달 효율이 높을 것, 조작이 쉽고 충격이 적으며 신속하게 변속이 이루어질 것, 출력당 부피

가 작고 속도와 토크의 제어 범위가 넓을 것 등이 있다¹⁾.

차량에 쓰이는 변속장치의 종류로는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 수동 변속장치 : 종래의 다단 치차 감속기이며, 수동으로 변속 단수를 선정한다.
- ② 반자동 변속장치 : 유성 치차 다단 감속기와 토크 컨버터를 병용하며, 변속 단수 선정은 수동으로 수행한다.
- ③ 자동 변속장치 : 유성 치차 다단 감속기와 토크 컨버터를 병용하며, 변속 단수 선정도 자동으로 수행한다.
- ④ 무단 자동 변속장치 : 금속 벨트 등을 이용하며, 감속비를 무단(연속적)으로 변경한다.
- ⑤ HST(Hydro-Static Transmission)식 변속장치 : 전적으로 유압 펌프와 유압 모터의 조합에 의한 방식이며, 밸브에 의한 유량 제어와 유압 펌프 및 유압 모터의 용량 제어에 의하여 변속을 수행한다.
- ⑥ HST와 기계식 변속기(수동, 반자동 혹은 자동)를 조합한 변속장치 : HST와 기존의 변속장치를 직렬로 조합한 형태로서, HST만에 의하는 경우보다 더욱 변속 범위가 확대된다.

이와 같이, 차량용 변속장치의 종류는 매우 다

양하며, 차량의 종류와 용량에 따라서 가장 적합한 것을 선정하여 사용하게 된다.

운전자가 느끼는 승차감은 변속시에 일어나는 충격에 의하여 직접적으로 영향을 받기 때문에 변속장치의 동특성은 자동 변속기의 성능을 판정하는 중요한 척도가 된다. 즉, 차량 변속시에는 변속 장치에서 발생하는 충격으로 인해 차량에 진동이 발생하여 운전자에게 불쾌감을 주고, 한편으로는 클러치 및 부속 기기의 손상을 초래하므로 이에 관한 해결책이 요구되어 왔다. 따라서 운전자의 승차감, 조작의 용이성 등 사용자의 요구에 부응하는 변속장치 제어계에 관한 연구가 이미 오래 전부터 이루어져 왔으며, SAE 등에 보고되고 있다.^{2), 3)}

특히, 자동변속기의 변속 특성 개선과 관련하여, 클러치 조작용 유압 제어계 동특성에 관한 기초적 연구는 Harmon⁴⁾ 등에 의해서 행하여졌고, Rosenbecker⁵⁾, Mann⁶⁾ 등은 변속장치의 기본적인 구조 및 제어 개념들을 보고하고 있다. 이 연구로부터 클러치의 크기, 클러치의 마찰 계수, 기어 단수 및 클러치 제어용 유압계 특성이 차량 변속시 충격 발생에 가장 큰 영향을 미치는 인자임이 알려졌으며, 특히 클러치 제어용 유압계 특성에 의하여 다른 세가지 요소 즉, 클러치의 크기, 클러치의 마찰 계수, 기어 단수의 영향을 보상할 수 있음이 밝혀졌다⁴⁾.

클러치 조작용 유압계에서 압력을 제어하는 방법으로는 크게 유로에 오리피스와 어큐뮬레이터(accumulator)를 설치하는 방법⁷⁾, 유로에 비례 전자 감압 밸브(proportional pressure control valve)를 설치하는 방법⁸⁾, 방향 변환 밸브(directional control valve)와 압력 제어용 파일럿 밸브(고속 온/오프(on/off) 밸브를 많이 사용함)를 사용한 전자 제어에 의하는 방법⁹⁾ 그리고 밸브의 변위, 압력 등을 감지하는 센서와 비례 전자 감압 밸브를 함께 사용하는 방법^{10), 11)} 등으로 나눌 수 있다.

위에서 언급한 변속 특성 개선을 위한 방법들은 주로 승용차용 또는 상용차용 변속장치 설계에 응용되고 있으며, 근래에는 건설 차량에 있어서도 운전자의 승차감 개선에 대한 요구가 증대

되어, 변속시 충격 발생이 적은 변속 장치가 개발되고 있다.

본 해설에서는 클러치 제어용 유압계 특성에 대하여 간략히 서술하고 각 장치들의 장단점을 비교 검토함과 동시에, 본 저자들이 개발한 클러치 조작용 유압계에 쓰이는 압력조절장치에 대하여 설명한다.

2. 변속장치내 클러치 조작용 유압계 특성

2.1 클러치 조작용 유압계 제어의 필요성

변속 충격 완화(power shift smoothness)란 하나의 기어단에서 다른 기어단으로 변속하는 동안 동력 전달축 상에서 토크의 교란을 최소화함을 뜻하며, 이는 변속장치 설계에 있어서 매우 중요시되는 점이다. 왜냐하면 수동 변속시는 운전자가 변속기의 상태를 예측할 수 있고, 변속도중에도 운전자의 감(feeling)에 의하여 능동적으로 변속 조작을 수행할 수 있지만 자동 변속기에서는 변속 상황이 충분히 예측되기 어려우며, 그럼에도 불구하고 아주 정속한 변속이 이루어져야 하기 때문이다.

그림1에 변속시 부드러운 변속(smooth shift)과 거친 변속(harsh shift)에서의 토크 변화를 나타내었다. 이 두 경우에서 토크의 최고치에 큰 차이가 있는 것은 아니다. 그러나 거친 변속에서는 클러치 체결시 토크의 급격한 변화를 피할 수 없다. 이것이 가속도의 급격한 변화를 일으켜서 차체에 충격이나 덜컹거림이 발생되게 한다. 부

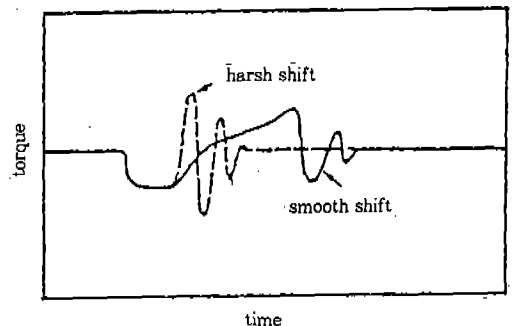


그림 1. 변속시 토크 변화

드러운 변속을 위해서는 경험적으로 최소한 0.4 ~ 1s 동안의 슬립이 허용되어야 하는 것으로 알려져 있으며⁴⁾, 이 슬립 시간은 클러치에 주어지는 총 열발생량에도 영향을 미치게 된다.

변속시 충격 발생에 큰 영향을 미치는 인자로는 다음 4요소가 있다.

- ① 클러치의 크기(용량) : 클러치가 적절한 열 흡수 용량을 가지게 하려면 클러치의 최대 전달 토크치로부터 산정한 클러치 매수보다 더 많은 매수가 필요하다.
- ② 클러치의 마찰 계수 : 마찰 계수는 슬립 스피드가 영(zero)에 가까워짐에 따라서 급격히 증가하며, 큰 충격 토크는 이러한 급격한 마찰 계수 증가에 기인한다. 따라서 클러치의 정마찰 계수와 동마찰 계수가 큰 차이가 나지 않는 클러치 재료를 선정함이 좋다.
- ③ 기어 단수 : 기어 단수가 적으면 변속시 회전부의 속도 변화가 커서 큰 충격 토크가 발생한다.
- ④ 클러치 조작용 유압계 특성 : 이 유압계 제어를 일반적으로 클러치 용량 조절(clutch

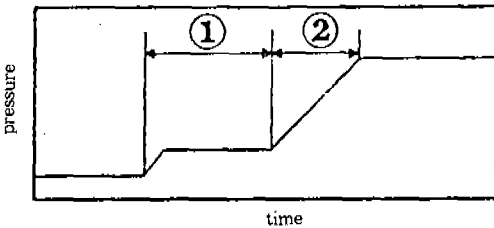
capacity modulation)이라 부르며 위의 세 가지 모든 요소 즉, 클러치의 크기, 마찰 계수의 변화, 기어 단수의 영향은 클러치 조작용 유압계의 특성에 의하여 보상될 수 있다.

본 해설에서는 위의 4 요소 가운데서 클러치 조작용 유압계의 특성을 개선하는 방법에 대해서 설명하고자 한다.

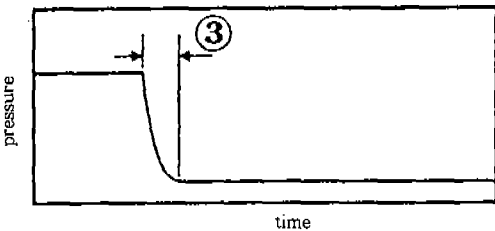
2.2 변속시 충격 토크의 저감법

변속 장치 클러치 조작용 유압 실린더내의 압력 상승의 전형적인 패턴을 그림 2에 나타내었다. 그림 (a)에서 구간 ①을 피스톤 자유 이동(free running) 시간, 구간 ②를 클러치 급속 체결 시간, 그림 (b)의 구간 ③을 클러치 해제 시간이라 부르기로 한다. 변속시 충격 발생을 완화하려면 특히 그림 2(a)에서의 클러치 급속 체결 시간을 적절한 값으로 조절할 필요가 있으며, 이것을 개선하기 위한 목적으로 (1) 유로에 오리피스와 어큐뮬레이터를 설치하는 방법, (2) 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법, (3) 방향 변환 밸브(directional control valve)와 파일럿 밸브를 사용하는 방법, (4) 위치 감지 센서를 내장한 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법 등을 사용하고 있다.

본 해설에서는, 이상과 같은 기존의 클러치 조작용 유압계 제어 기법들의 특징과 장·단점들에 대하여 최근의 관련 기술 자료들을 근거로 하여 설명하기로 한다.



(a) clutch engagement



(b) clutch disengagement

그림 2. 변속장치 클러치 조작용 유압 실린더 내의 압력 변화 패턴

2.3 클러치 조작용 유압계의 제어방식

2.3.1 유로에 오리피스와 어큐뮬레이터를 설치하는 방법⁷⁾

그림 3은 오리피스와 어큐뮬레이터를 이용하여 클러치 조작용 유압을 조절하는 장치의 구조를 나타낸다.

밸브의 스푼(spool) 1의 한쪽에 스프링으로 지지되는 어큐뮬레이터 2를 설치하고 이 곳에 들어가는 유압 라인에 오리피스를 삽입하여 스푼 양단에 걸리는 유압의 차이를 이용하여 스푼 변위를 조절하게 한다. 작동 원리를 설명하면 클러

치 조작용 유압원 S에서 발생된 압력은 스프링을 지나서 클러치 조작용 실린더에 들어간다. 이 때 압력은 유압 라인 9와 10을 통해 스프링 양단에 작용하게 된다. 그런데 라인 10에 오리피스 10a가 설치되어 압력 전달이 늦어지게 된다. 그러므로 스프링 양단의 압력 차이에 의해 스프링은 왼쪽으로 서서히 움직이게 되어서 클러치 조작용 피스톤과 통하는 유로 7을 차단되게 됨으로써 클러치 조작용 실린더 내의 압력이 서서히 상승하게 된다. 어느 정도 시간이 지나면 스프링 양단에 걸리는 압력은 같아지며, 이 때 스프링력에 의해 스프링이 오른쪽으로 밀려서 최종 압력이 클러치 조작용 실린더로 전해진다. 클러치 제어용 압력의 상승 패턴은 오리피스의 구경과 스프링 상수에 의해서 결정된다.

이 방법은 간단한 구조로 클러치에 작용하는 압력을 제어할 수 있는 장점이 있지만, 온도 변화에 따라 오리피스에서의 유량 특성이 달라지는 문제점이 있어 압력 조절에 대한 신뢰성이 다소 떨어지는 단점을 가지고 있다.

2.3.2 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법⁸⁾

그림 4는 클러치 제어용 유압을 조절하는 비례 전자 감압 밸브를 나타낸 것이다.

이 방법에서는 솔레노이드에 인가되는 전류에 따라 스프링의 변위를 변화시켜 원하는 압력을 쉽게 얻을 수 있다. 솔레노이드 18에 전류가 보내지면 스프링 24는 왼쪽으로 움직이며 유압 라인 44를 통하여 라인 45로 유압이 전해진다. 이 순

간 라인 42를 거쳐 라인 56를 통하여 챔버 30에 유압이 작용하게 된다. 이 때 스프링 양단의 압력 차이에 의하여 밸브 스프링이 오른쪽으로 움직여 라인 44의 개도를 서서히 닫게 됨으로써 압력이 제어된다.

그러나 이 방법에서는 클러치가 체결되는 순간의 짧은 시간 동안 압력 상승 패턴을 조절하기가 매우 어렵다. 그 이유는 솔레노이드에 전류를 인가한 후에 힘이 발생하기까지 시간 지연이 있기 때문이다. 이것을 해결할 목적으로 시행착오를 거쳐 비례 전자 감압 밸브에 인가되는 전류를 인위적으로 적절히 변화시키는 방법을 많이 사용하고 있다. 그리고 스프링 자체의 떨림을 해소하기 위해 스프링 자체의 구조를 변화시키는 등의 연구¹²⁾가 많이 진행되고 있다.

2.3.3 방향 변환 밸브(directional control valve)와 파일럿 밸브를 사용하는 방법⁹⁾

방향 변환 밸브와 밸브내의 스프링 변위를 조절하는 파일럿 밸브를 조합하여 사용한다. 특히 이 장치는 변속 단수가 많은 경우에 많이 사용하며 그 이유는 변속장치의 변속 단수가 많을 경우에 파일럿 밸브의 소요 개수를 줄임과 동시에 각 변속시 클러치 제어용 실린더에 들어가는 유압 특성을 다르게 제어하기 위함이다. 이 때 파일럿 밸브로는 고속 on/off 밸브를 많이 사용한다.

그림 5는 상단 변속(up-shift)과 하단 변속(down-shift)시 방향 변환 밸브와 고속 on/off 밸브를 독립적으로 장착한 경우이다. 상단 변속

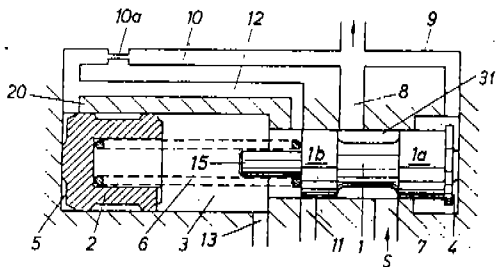


그림 3. 오리피스와 어큐뮬레이터를 결합한 클러치 조작용 유압 밸브

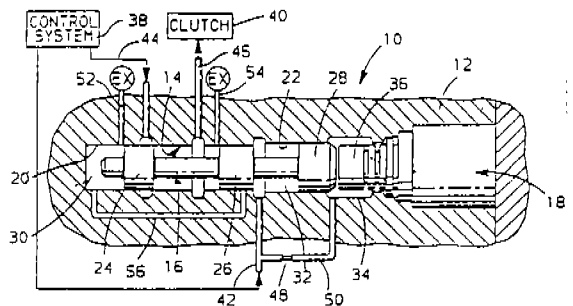


그림 4. 비례 전자 감압 밸브

을 기준으로 작동 원리를 설명하면, 19는 고속 on/off 밸브를 제어하기 위한 제어 보드(control unit)이며 17은 고속 on/off 밸브이다. PL은 클러치 제어용 유압원에서 나오는 압력이다. 고속 on/off 밸브를 사용하여 유로 56에 흐르는 유압을 제어한다. 이 유압은 스톱 215b의 오른쪽 단면에 작용하여 스톱 지지용 스프링력 315와의 관계에 의하여 스톱이 왼쪽으로 움직이게 된다. 이 때 유로 50을 통하여 압력이 51를 지나서 클러치 제어용 실린더 내로 전달된다. 만약 클러치 조작용 실린더 내의 압력이 규정치보다 높게 되면 오리피스 20을 통하여 스톱 왼쪽면 215d에 압력이 가해져 유로 115b를 닫게 된다. 결국 방향 변환 밸브의 스톱 변위는 고속 on/off 밸브에 의해서 가해지는 압력과 스톱 지지용 스프링력, 오리피스에 의해서 조절되며 따라서 클러치 제어용 유압이 제어된다.

그림 5에는 상단 변속 및 하단 변속시의 압력 변화 패턴 제어 기구만이 나타나 있지만, 이러한 장치를 다단 변속기에 이용하려면 유로 51 및 52에 별도의 방향 변환 밸브를 설치하게 된다. 이때 방향 변환 밸브는 유로 51 및 52를 변속하고자 하는 단수의 클러치 조작용 유압 실린더에 접속시켜주는 역할을 한다. 여기서 사용되는 방향 변환 밸브의 변위 제어 또한 고속 on/off 밸브에 의하여 수행되는 것이 보통이다.

그리고, 상단 변속 및 하단 변속시의 압력 변화 패턴의 제어를 위하여 고속 on/off 밸브에 가해지는 신호는 변속 단수, 차량 운전 상태에 따라서 최적의 변속이 이루어지도록 변속 제어기에서 결정된다.

2.3.4 위치 감지 센서를 내장한 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법¹⁰⁾

클러치 제어용 유압계에서 클러치 체결시에 순간적으로 압력이 상승하는 시점을 위치 감지 센서를 사용하여 스톱 밸브의 변위를 감지함으로써 알아내고, 이 신호에 의해 비례 전자 감압 밸브를 조절하는 장치이다.

이 방법은 비례 전자 감압 밸브만을 사용했을 때의 압력 조절 시작 시점에 대한 불확실성을 해소하여 적극적으로 압력 기용기를 조절할 수 있

는 장점이 있다.

그림 6의 위 부분은 비례 전자 감압 밸브이며, 아래 부분은 스톱 밸브로써 스톱 한쪽에 위치감지 센서 28이 붙어 있어 압력의 변화에 따라 스톱이 움직이면 이 신호가 밸브 제어기로 피드백된다.

압력은 유압 라인 10을 통해 위쪽의 비례 전

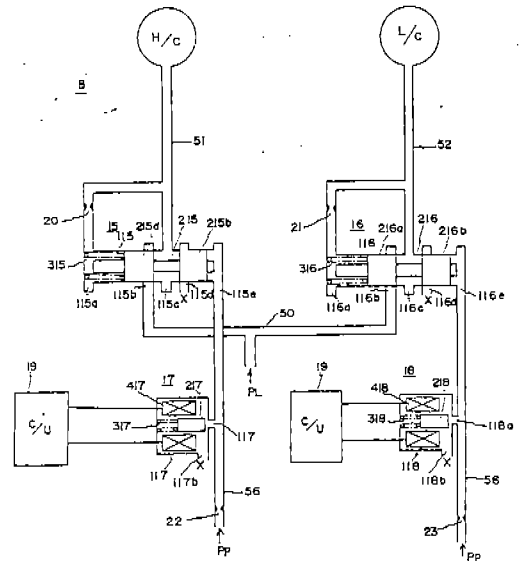


그림 5. 방향 변환 밸브와 고속 on/off 밸브를 조합한 유압 밸브

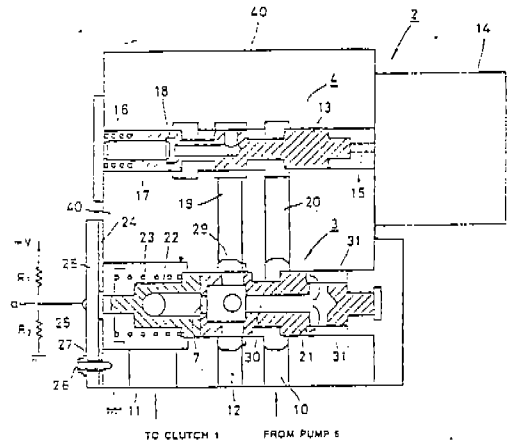


그림 6. 위치 감지 센서를 내장한 비례 전자 감압 밸브

자 감압 밸브에 전해진다. 솔레노이드 14에 전류가 인가되면 스플 13이 왼쪽으로 움직이고, 유압 라인 20과 19를 통해서 스플 내부의 오리피스 7을 지나 라인 11에 유압이 전달되어 클러치를 조작한다. 클러치 조작용 피스톤이 자유 이동 구간 만큼 움직인 후에 클러치 체결이 시작되면 클러치 조작용 실린더 내의 압력이 상승하기 시작하며, 이 때의 유압이 스플 22에 작용하면 스플 21과의 단면적 차이에 의해 스프링 23을 압축시키고 스플 22가 오른쪽으로 움직인다. 이 때 외부의 위치 감지 센서에서 신호가 검출되고 이 신호가 검출된 시점으로부터 솔레노이드 14로 보내지는 전류 신호를 적극적으로 제어하여 클러치 조작용 실린더 내의 압력 변화 패턴을 원하는 형태대로 제어하게 된다.

이상의 설명에서, 스플 22의 역할은 클러치 조작용 피스톤 변위를 실린더 내로 공급되는 유량의 변화를 통하여 감지해내는 데에 있음을 알 수 있다.

2.3.5 기계식 압력 조절 장치를 사용하는 방법

① 대상 변속장치의 개요

유압 굴삭기와 같은 건설 차량용 변속장치에서는 종래에는 변속 충격 완화를 위한 특별한 고려가 그다지 이루어지지 않았다. 그 이유는 유압 굴삭기와 같은 건설 차량의 경우, 승용차 혹은 상용차에 비하여 운행중 변속의 빈도가 낮다는 점과, 운전자가 느끼는 쾌적한 승차감이 차량 설계에 그다지 중요한 요소로서 인식되지 못했던 점 등을 들 수 있다¹³⁾.

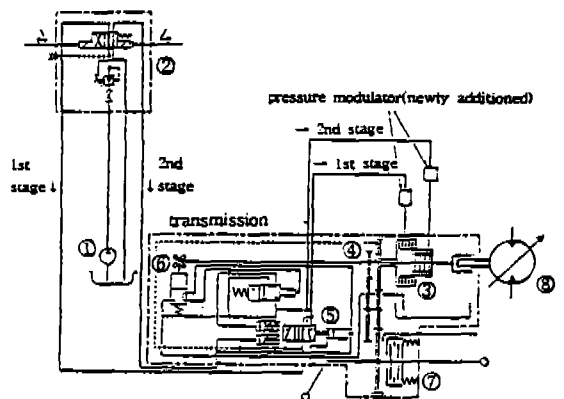
그림 7은 대상 변속장치의 클러치 제어 유압 회로도를 나타낸 것이다. 이 변속장치는 가변용량형 유압펌프와 가변용량형 유압모터 및 제어밸브로 구성되는 HST와 반자동 변속기를 직렬로 조합한 형태로 사용되며, 반자동 변속기는 2단 변속기로서 다판 클러치 조작용 유압 실린더에 선택적으로 기름을 공급함으로써 변속이 이루어진다. 이 변속장치에서는 HST가 갖는 변속 특성에 의하여 유연한 무단 변속이 가능하고, 여기에 2단 변속기를 병용함으로써 더욱 넓은 범위의 속도 변화가 가능한 장치이다¹⁴⁾. 또한, 이 변

속기는 2단으로부터 1단으로의 변속이 일정한 속도 이내에서만 이루어지게 하는 쉬프트 록(shift lock)장치로서, 원심식 거버너⑥ 및 유압 제어 밸브 기구⑤를 내장하고 있어, 운전자의 실수로 고속 주행 도중에 2 → 1단 변속 신호가 입력된다 하더라도 안전한 속도 영역이 아니면 변속이 일어나지 않도록 되어 있다. 그러나 이 변속기에는 변속시 충격 발생을 억제하는 기능 즉, 변속 조절(shift modulation) 기능을 수행하는 장치가 없어서 변속시 경우에 따라서는 큰 충격이 발생하는 문제점이 있었다.

이러한 변속장치에 사용하기에 적합한 비교적 간단한 구조의 압력조절장치(pressure modulator)가 개발되었으며¹³⁾, 그 구조 및 기능을 아래에 설명한다.

② 기계식 압력조절장치의 구조

기존의 클러치 조작용 유압제어 기법들의 장·단점들을 고려하여 유압 굴삭기와 같은 건설 차량에 사용하기에 적합한 장치로서, 비교적 압



- ① hydraulic pump
- ② directional control valve and pressure reducing valve
- ③ wet type clutch and hydraulic cylinder for clutch actuating
- ④ reduction gear
- ⑤ shifting valve
- ⑥ centrifugal governor
- ⑦ multi disc brake for parking
- ⑧ hydraulic motor

그림 7. 변속장치의 클러치 제어 유압 회로도

력 상승을 제어 기능이 우수하면서 구조가 간단하여 고장의 우려가 적고, 제조 가격이 저렴한 새로운 형식의 기계식 압력조절장치로서 그림 8과 같은 장치를 개발하였다.

이 기계식 압력조절장치는 크게 입구 오리피스, 포핏 밸브, 균압용 오리피스, 체크 밸브로 이루어져 있다. 이 압력조절장치에서 입구 오리피스는 주로 클러치 체결 초기 단계 즉, 피스톤 자유 이동 도중에 실린더내 압력과 클러치 체결 소요 시간(그림 2(a)의 ①)을 제어하며, 포핏 밸브와 균압용 오리피스는 주로 클러치 체결 종료시의 압력 상승 소요 시간(그림 2(a)의 ②)을 제어하게 된다.

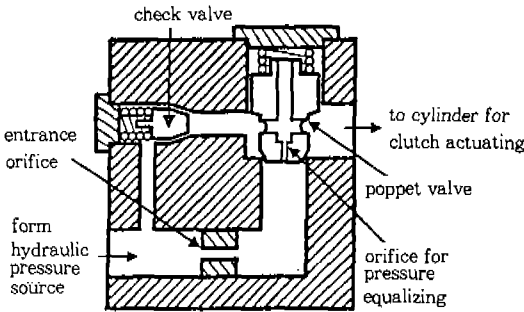


그림 8. 기계식 압력조절장치의 구조도

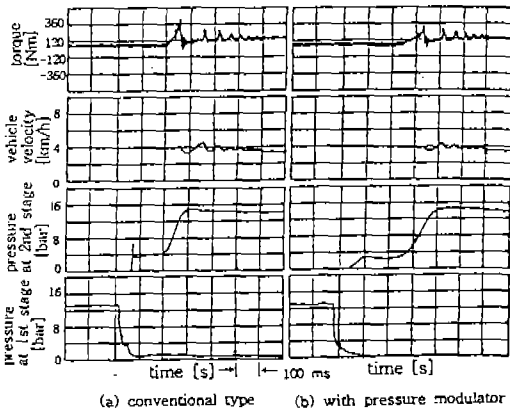


그림 9. 변속장치의 변속 특성
(변속 : 1단→2단, 초기 차량 속도 : 4km/h, 구동 토크 : 50Nm)

한편, 클러치 조작용 실린더로부터 작동유가 빠져 나올 때는 체크 밸브를 통한 자유 흐름이 되도록 설계하였다. 여기서 사용한 체크 밸브 지지용 스프링은 매우 부드러운 것이므로 작동유가 체크 밸브를 거쳐서 탱크로 흐를 때의 유동 저항은 매우 작다.

결국 클러치 조작용 실린더에 작용하는 압력에 큰 영향을 미치는 인자로는 압력조절장치내의 입구 오리피스 직경, 포핏 밸브 수압부의 단면적, 포핏 밸브 지지용 스프링력, 균압용 오리피스의 직경이며, 이들 인자들의 값을 적절히 선정함으로써 우수한 제어 성능을 갖는 압력조절장치를 설계할 수 있다.

③ 실험 결과 및 고찰

그림 9는 대상 변속장치가 설치된 변속 특성 실험 시설에서 수행한 실험 결과의 대표적인 예를 나타낸 것이다. 그림에는 1단측 및 2단측 클러치 조작용 실린더 입구 압력과 차속 및 변속장치 구동 토크의 변화를 나타내었다. 각 그림에서 (a)는 기존 변속장치를, (b)는 기존 변속장치에 기계식 압력조절장치를 부가했을 때의 실험 결과를 나타낸 것이다.

실험 조건은 1단으로부터 2단으로 변속시의 실험 결과이며, 변속 직전의 차속 및 구동 토크는 4km/h, 50Nm이다. 2단측 클러치 조작용 실린더 입구 압력을 비교할 때, 그림 (b)에서는 클러치 급속 체결 시간(그림 2(a)에서 ②의 구간)이 약 150ms로서 그림 (a)의 경우보다 2배 정도 길어졌음을 알 수 있다. 이와 같이 클러치 급속 체결 시간을 증가시켜 줌에 따라 변속 구동 토크의 충격치도 그림 (a)에서 450Nm 정도이던 것이 그림 (b)의 330Nm정도로 대폭 감소하였으며, 차속의 과도적인 변화폭도 현저히 감소하였음을 알 수 있다. 그리고 1단측 클러치 조작용 실린더 입구 입력은 기계식 압력조절장치내의 체크 밸브의 기능에 의하여 신속히 하강함을 알 수 있다.

3. 결 언

차량용 자동 변속기 유압 제어계의 발전 동향

을 크게 (1) 유로에 오리피스와 어큐뮬레이터를 설치하는 방법, (2) 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법, (3) 방향 변환 밸브(directional control valve)와 파일럿 밸브를 사용하는 방법, (4) 감지 센서를 내장한 비례 전자 감압 밸브를 사용하는 방법으로 나누어 간단하게 소개하였으며, 마지막으로 저자들이 개발한 (5) 기계식 유압조절장치에 대하여 소개하였다.

전자 및 제어 분야의 비약적인 발달은 모든 산업 분야에서 기술 발전을 유발하고 있으며, 차량용 자동 변속기에도 마이크로 프로세서 및 전자 계측 장치의 응용이 이 분야 기술 발전을 주도하고 있는 실정이다.

향후에도 변속시의 충격 감소에 의한 승차감 개선과 자동 변속기의 제조 경비 절감, 변속기 제어 기구의 단순화 및 부품수 감소를 위하여 전자 및 계측 장치를 보다 적극적으로 활용한 기술 개발이 계속될 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. 김응서, "새시(I)", 集賢社, pp. 1/20~1/42, 1992.
2. T. P. Neal, "Electrohydraulic Control of Hydrostatic Transmission", SAE760787, 1976.
3. P. L. Nine, "Electronic Control of Hydraulics for Earthmoving Equipment", SAE840787, 1984.
4. K. B. Harmon and R. H. Schaefer, "Shift Modulation of Allison Automatic and Powershift Transmissions", SAE730839, pp. 2781~2790, 1973.
5. K. Rosenbecker and G. Scott, "A Hydrostatic Transmission for Medium Power Application", SAE861289, pp. 1

- ~4, 1986.
6. E. Mann, "New Technology for Powershift Transmissions in Hydrostatic Driven Wheel Excavator and Wheel Loaders", SAE901555, pp. 1~10, 1990.
7. Hansjorg Dack and 5 others, "Valve construction for Controlled Pressure Buildup in Fluid-Operated Brake or Clutch", United States Patent 3583422, 1971.
8. James C. Protter, Dearborn Heights, "Control Valve for Timed Clutch Engagment", United States Patent 5129500, 1992.
9. 柴山尚士, "自動變速機의 클러치壓力制御裝置", 日本國特許廳 昭62-66046, 1987.
10. Yoshio Asayama and 3 others, "Apparatus for Controlling Hydraulic Pressure for Clutch", United States Patent 5035312, 1991.
11. Y. Asayama and 4 others, "Research into Electronically Controlled Transmission-Report No.2 : Application to Dump trucks-", Komatsu Technological Trans., Vol.34, No.122, pp.193~202, 1988
12. Y. Katoh and H. Tanaka, "Electro-Hydraulic Pressure Control of an Automatic Transmission Using a PWM Switching Valve", Oil Hydraulics & Pneumatics in Japan, Vol.21, No.2, pp. 63~68, 1989.
13. 윤소남, "건설차량용 유압식 반자동 변속장치의 동특성 개선에 관한 연구", 부산수산대학교 박사학위논문, pp. 9~66, 1994.
14. 삼성중공업(주), "휠골삭기 MX6W-2 정비지침서", pp.15~195, 1991.