

自動車 變速機에 관하여

On Automotive Transmissions

鄭 泰 亨*
Tae Hyong Chong

1. 머리말

진세계적으로 볼 때, 승용차에서부터 小型 트럭, 大型 트럭에 이르기까지 自動車 動力傳達裝置 특히 變速機(트랜스미션, transmission)에 대한 최근의 技術開發에는 많은 發展이 있었다. 일반적으로 動力傳達裝置에 대한 要求事項으로서는,

- ① 燃費의 向上
- ② 操作性的 改善, 運轉의 容易化(easy drive化)
- ③ 振動·騒音의 改善 努力
- ④ 輕量化
- ⑤ 耐久性·信賴性 向上
- ⑥ 運轉의 快適性 向上
- ⑦ 엔진 高出力化的 對應
- ⑧ 安全性 向上
- ⑨ 排出가스 規制對策
- ⑩ 對公害對策

이라고 하는 과제가 주어지고 있다. 따라서 FF (front engine, front drive)化, 콤팩트化 등에 의한 輕量化 및 트랜스미션의 多段化, 變速比幅의 廣域化(wide ratio化), 自動變速機의 록업(lock-up)化, 電子制御化 등 新機構가 많이 開發되고 있다.

自動車의 動力傳達裝置에는 클러치, 變速機,

추진축(propeller shaft), 파이널 드라이브 유니트(final drive unit), 구동축 등으로 이루어져 있으나, 여기에서는 그중에서도 가장 중요하다고 할 수 있는 변속기에 대하여 주로 설명하기로 한다.

변속기에는 手動變速機(manual transmission, MT)와 自動變速機(automatic transmission, AT)의 두 가지이고, 그중 자동변속기에는 全自動變速機, 半自動變速機, 無段變速機로 나눌 수 있다. 이하 자동차 변속기에 대하여 지금까지 발표된 文獻^{1~4)}을 종합하여 해설한다.

2. 手動變速機

手動變速機(manual transmission, MT)는 싱크로메쉬(synchromesh) 機構가 붙은 종래의 변속기로서, 자동차의 低燃費를 실현시키기 위해 變速比 幅의 廣域化(와이드化(wide ratio)), 오버 톱(over top) 附着 트랜스미션의 新設 및 탑재확대가 이루어져 왔다. 수동 변속기의 변속단수로서는 승용차는 4단에서 5단으로의 이행이 거의 完了되어 5단 트랜스미션 裝着車가 主流를 이루고 있다.

한편 副變速機를 裝着하여 5단 변속기보다 한층 더 多段化와 變速比의 와이드化를 도모하는 것도 있다. FF 裝置 構造의 4단 변속기

* 漢陽大 機械工學科

앞에 高低(high-low) 2段的 감속기어(reduction gear)를 設置하여 말하자면 4×2 段方式의 변속기가 1977年 日本의 승용차에 採用되었다. 감속기어비는 1.181과 1.526으로 高低의 스텝비가 0.774이고, 低레인지(low range)에서는 標準보다 약간 낮은 기어비(low geared)이며, 高레인지에서는 보통의 5단 변속기보다 약간 높은 기어비(high geared)로 設定되어 있다. 또 1979年 4WD(4 wheel drive)車에 디퍼렌셜 上部에 副變速機를 設置하여 싱크로메쉬식의 高低2段 變換으로 走行中에도 쉽게 변속할 수 있는 複레인지 변속기(dual range transmission)가 採用되기도 하였다.

小型 트럭에서는 副變速機 裝着이 늘고 있는 추세이나, 한편으로는 6段化함으로써 動力性能과 燃費向上의 兩立을 도모하려는 設定도 增加하고 있는 것으로 보인다. 大型 트럭에서는 多段化 傾向이 더욱 뚜렷하여 10 ton 클래스에서는 7段車가 發售되었고, 4ton 車에도 7段變速機 裝着車가 등장하였다. 한편 부분속기 裝着車에서는 高低(high-low)로 바꿀수 있는 副變速機를 設定하여 5段變速機와의 組合으로 10段變速이 可能케 한 예도 있다(1980年 이후). 高레인지(high range)는 直結된 狀態의 低(low)레인지보다 0.8정도의 오버드

라이브(over drive)이므로, 빈차일 때와 적재차일 때의 重量差가 큰 트럭에서 動力性能確保와 燃費向上을 兩立시키고 있다.

特殊한 것으로서는 電子制御副變速機 附着 트랜스미션으로 操作性·動力性能·燃費 모두의 向上을 指向하는 新手工變速機가 1985年 發售되어 注目을 받고 있다.^{6, 6)}(그림 1). 이것은 하이퍼 쉬프트란 商品名으로서, 濕式多板클러치와 一方向(one way) 클러치로 構成되어 2nd, 3rd, 4th 변속단에 각각 High-Low레인지를 만들어 車速·엔진회전수·스룸들 開放度 등에 따라 High-Low가 自動적으로 바뀌어져 4단변속기를 7단변속으로 하고 있다. 이 시스템은 승용차 뿐만 아니라 넓은 기어비가 必要한 트럭용으로 개발되는 경우 사용자의 要求에 보다 더 부응할 것으로 보인다.

實質적으로 변속(shift) 操作性 向上을 目標로 한 것으로는 電氣·空氣 制御方式의 大型 트럭용 新트랜스미션이 1983年 이후 發售되었다.^{6~8)} 小型 트럭용으로서도 파워 어시스트(power assist)의 附着에 의해 操作力의 輕減을 도모하고 있다. 승용차에서는 클러치 디스크의 慣性 모우먼트 低減, 싱크로나이즈의 再檢討, 드러스트 볼 베어링의 採用¹⁹⁾등 파워 튜닝(fine tuning)이 행해져 왔으나, 새로운 것으로는 듀얼 콘 싱크로메쉬(dual cone synchromesh)와 같은 역할을 하는 멀티 콘 싱크로메쉬(multi-cone synchromesh)가 今後 增加될 展望이다. 이 듀얼 콘 싱크로메쉬에는 습식다판 클러치의 摩擦材가 두개 콘 面に 사용되고 있다. 콘 面の 摩擦材로서는 지금까지의 銅合金의 개량에 더하여 페이퍼材나 엔지니어링 플라스틱 등의 採用도 증가될 것으로 생각된다.

振動·騒音에 대한 改善技術로서는 齒車 騒音 對策으로서 파워 피치(fine pitch)化, 齒車의 浮動音 防止를 위해 카운터 기어 및 3rd 기어의 中間에 鐵系統結合金の 브러쉬를 附加한 것, 카운터 기어의 側面에 프리 쿠션 기어(free cushion gear)를 장치하여 메인 드라이브 기어間的 백래쉬를 제거한 機構, 2速의 同

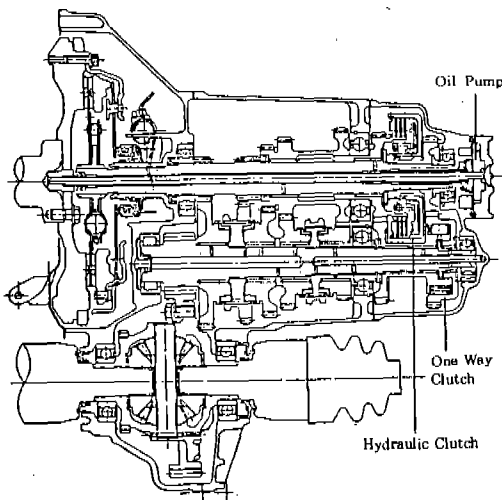


그림 1. 하이퍼 쉬프트 手工變速機

期裝置를 이용하여 入力軸의 回轉에 制動을 거는 後進 기어 올림 방지기구, 形狀記憶合金을 이용하여 高溫時에만 싱크로나이저링에 끌려들어가는 기어의 때림(충돌) 방지기구 등이 開發 採用되었다.

3. 自動變速機

輕四輪車を 包含하여 自動變速機(automatic transmission, AT)를 裝着한 乘用車은 미국에서 1982년 統計로 84% 이상이며, 일본에서는 1977년 겨우 14.7%였던 것이 1982년에 35.1%, 1985년 49%정도이다. 현재는 각각 90%와 50%를 훨씬 넘어설 것으로 생각된다. 小型트럭·大型트럭·버스에서는 자동변속기 裝着 比率이 아직은 낮으나 운전자의 고령화와 도시내에서 작은 배달업무 增加 및 교통번잡의 惡化와 함께 자동변속기 사용에 대한 요구가 강하여질 것이고, 今後 裝着率 增加 템포는 빨라질 것이다. 이와 같이 급격하게 늘어나고 있는 이유중의 하나는 최근 자동변속기 기술의 급속한 진보를 들 수 있다. 특히 燃費性能의 改善이 현저하고, 이것이 자동변속기 본래의 特徵인 安全性·快適성과 함께 사용자의 要求에 적합한 결과라고 할 수 있을

것이다.

3.1 全自動變速機(流體式 自動變速機)

流體 토오르크 컨버터(fluid torque converter)와 遊星齒車 機構로 구성된 流體式 自動 트랜스미션(여기에서는 편의상 全自動 變速機라고 名稱을 붙임)은 유연한 발전과 뛰어난 변동 토오르크의 댐핑특성을 가지고 있으며, 또 높은 信賴度와 합치되어 오랫동안 자동변속기의 主流를 차지하여 왔다.

그러나 대형차가 主流인 미국을 모체로하여 발달하여온 이 변속기 裝着車은 종래의 수동식변속기 裝着차보다 動力性能·燃費效率 등에서 열등한 점이 결점으로 되어 있었고, 또 무단변속기로부터 오는 변속 쇼크의 해소가 기술과제로 되어 있었다. 따라서 近年 動力性能·燃費效率·快適性 向上에 힘을 기울여 이러한 전자동변속기는 대단히 完成度가 높은 변속장치로 발전하여 왔다. 특히 燃費의 改善에는 動力性能을 犧牲시키지 않고 어떻게 하면 燃料消費效率를 向上시킬 수 있는가에 힘을 쏟아 시뮬레이션에 의해 그 效果를 推定¹⁰⁻¹²⁾ 하여 改善에 이어가는 방법도 있다.

이러한 性能向上 努力의 구체적인 방법 3

表 1. 自動變速機에서의 燃費向上

減速比 \ 트랜스미션	A	A'	B	B'	C	D	E
1 速	2.84	←	2.87	←	3.42	2.87	3.42
2 速	1.60	←	1.60	←	1.78	2.52	2.91
3 速	1.00	←	1.00	←	1.00	2.21	2.47
4 速			0.68	←	0.57	1.94	2.10
5 速						1.70	1.78
6 速						1.49	1.52
7 速						1.31	1.29
8 速						1.15	1.09
9 速						1.01	0.93
10 速						0.88	0.79
11 速						0.78	0.67
12 速						0.68	0.57
直 結 段	—	3 速	3, 4 速	1, 2, 3, 4 速	1, 2, 3, 4 速	全 段	全 段
燃 費 向 上 率(%)	베이스	6.7	14.3	18.0	19.7	18.0	21.0

가지를 말하면, 첫째는 토오크 컨버터의 直結化(록업(lock-up) 클러치의 장착), 둘째는 기어比 幅의 廣域化(wide ratio化), 셋째는 이 두 가지를 組合시켜 最適으로 制御함으로써 效果를 얻을 수 있는 電子制御化이다. 물론 이외에도 燃費向上策을 여러가지로 개선시킨 方法도 있고 그 效果도 몇몇 보고되고¹²⁻¹⁴⁾ 있으나, 여기에서는 이상의 3가지에 대하여 설명한다.

예를 들면 表1은 GM의 시뮬레이션 예이다.¹³⁾ 0~60 마일/時的 加速性能을 13.5秒로 고정하고, 기어比, 變速段數, 토오크 컨버터의 록업 領域을 바꾸어가면서 燃費向上率을 비교한 것이다. 基本 A의 3速 자동변속기에 대하여 기어比를 와이드化함으로써 또 토오크 컨버터의 직결영역을 증가시킴으로써 燃費가 向上되고 있음을 알 수 있다. 그러나 4速으로부터 12速(表中 B, C와 D, E의 비교)으로 變化시켜도 그 複雜性에 비추어 燃費向上效果는 그렇게 크지 않다. 더우기 20단으로 하여 보아도 E와 비교하여 0.16%만이 向上된다는 것을 알 수 있었고, 또 E는 실질적으로 무단변속기와 같다고 간주하여도 무방할 것이다.

(1) 토오크 컨버터의 直結化(록업 클러치의 裝着)

토오크 컨버터에 內裝된 록업 클러치(lock-up clutch)에 의해 中高速時에 直結驅動으로 바꾸어 토오크 컨버터의 미끌림(슬립, slip)에 의한 損失을 없애려는 것이다. 직결시의 토오크 變動을 吸收하는 방식에 따라, 手動變速機와 같이 댐퍼 스프링을 이용하는 재래식(conventional) 타입^{12,15)}, 약간의 슬립을 許容함으로써 토오크 變動을 吸收하는 슬립制御 타입¹⁶⁾, 또 이 兩者를 組合한 타입¹⁷⁾이 있다. 슬립制御 타입은 엔진回轉, 기어位置, 스로틀 開放度 등에 따라 록업 클러치의 負荷壓力을 조정하여 항상 조금씩 슬립시키고 있다.¹⁶⁾ (그림 2, ELOC Electronic Lock-up Clutch). 兩者를 組合한 타입은 댐퍼 스프링에 더하여 VAM(Vibration Absorbed Mechanism) 機構

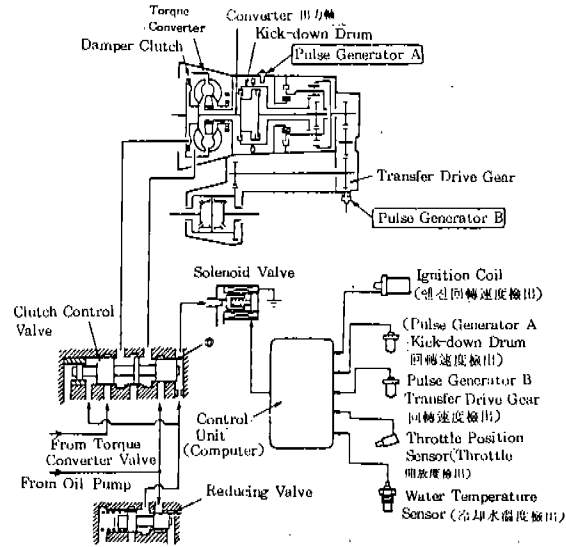


그림 2. 록업 클러치의 슬립 制御시스템 (ELC)

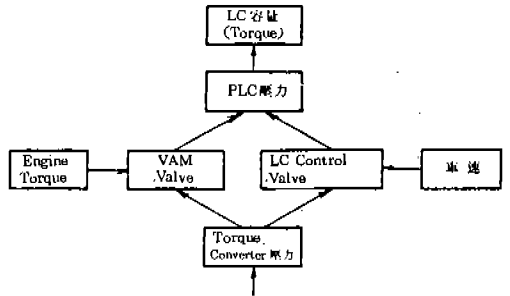
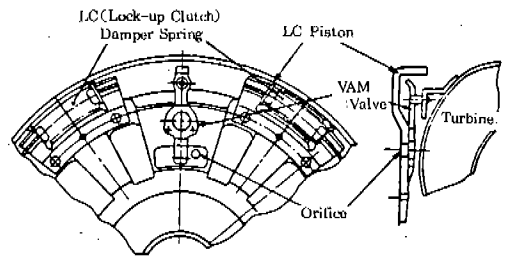


그림 3. 록업 클러치의 슬립 制御機構

를 설치한 것이 있다. 이 VAM은 록업 클러치 피스톤에 장착되어 토오크 컨버터의 허브(hub)와의 位相差에 의해 VAM 오리피스의 開閉로 엔진 토오크가 낮을 때에는 VAM 오리피스를 열어놓고, 엔진 토오크가 높을 때에는 位相의 差異로 오리피스를 닫는 可變오리피스로 되어 토오크 變動을 吸收한다(그림 3).¹⁷⁾

이상의 세 가지 타입은 기본적으로 油壓을

바꾸어 록업 클러치를 制御하는 방식이다. 여기에 비하여 이것과 다른 방식으로는 토오크 컨버터터에 附着된 遠心式 클러치에 의해 엔진回轉과 토오크에 따라 록업 클러치를 直結시키는 방식이 있다. 이 방식에 따르면 外部로부터의 制御는 不必要하게 되고, 종래의 自動變速機의 토오크 컨버터터와 置換하는 것이 비교적 용이하다.

(2) 기어比 幅의 廣域化(기어比의 와이드化) 및 多段化

기어比 幅을 넓게 하여 最終 減速比와의 組合으로 動力性能을 犧牲시키지 않고 高기어比 (high gear ratio)化함으로써 燃費를 向上시키려는 것이다. 구체적으로는 第一速의 기어比를 크게 하고 최종 감속비를 작게 하는 方法과, 自動變速機의 변속단을 多段化(3 단으로부터 4 단화로 段數 증가)하는 方法으로 이때 4速째는 오버 드라이브(over drive)로 하는 수가 많다. 前者는 重量, 코스트, 스페이스 등 制約이 적으므로 비교적 쉽게 적용한 예가 많다. 기어比로서는 종래 2.4前後인 것에 비해 2.7~2.9 부근으로 設定하는 경우가 많다.

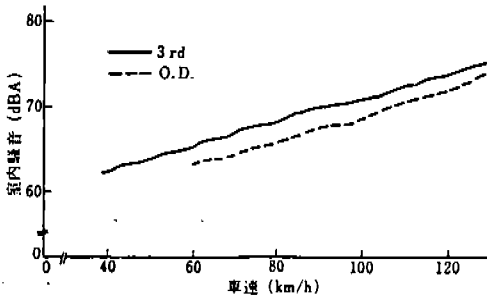


그림 4. 車內騒音

表2에 대표적인 자동변속기의 변속비를 나타낸다. 後者は 燃費改善效果가 크고, 또 高速走行時에 엔진騒音減少의 장점을 얻을 수 있어서 차량의 정속성 向上에도 큰 역할을 해내고 있다¹⁰⁾(그림 4). 그러나 스페이스상의 制約이 嚴格하므로 어떤 方法에 의해 콤팩트한 구조로 만들 수 있을까 하는 것이 커다란 기술적 과제중의 하나이다.

4速제가 오버 드라이브 타입으로서 1976년 처음 출현하여¹⁰⁾ 그후 많은 개량이 되었다. 즉 車幅의 制約이 심한 엔진 橫置型 FF車에 탑재시키기 위해 3速 自動트랜스미션을 기본으로 오버 드라이브 기구를 카운터軸上에

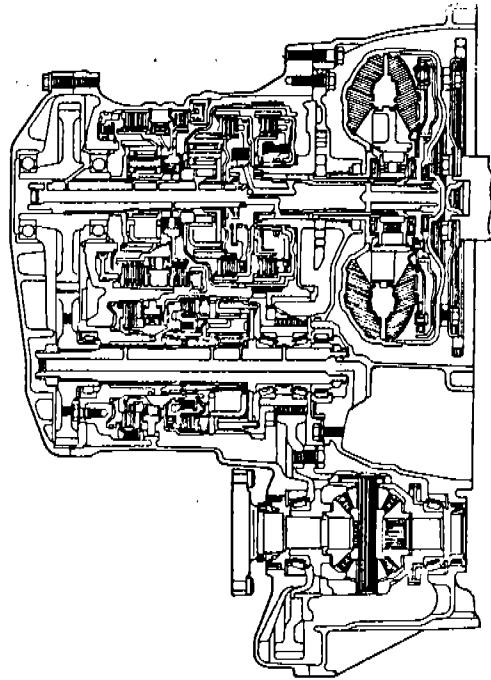


그림 5. FF車用 自動變速機(ECT-S)

表2. 自動變速機 기어比

	FORD ATX 型	GM THM 125 型	TOYOTA A 140 E 型	NISSAN E 4 N 71 B 型	MITSUBISHI KM 175 型
1 速	2.793	2.84	2.810	2.842	2.846
2 速	1.605	1.60	1.549	1.542	1.581
3 速	1.000	1.00	1.000	1.000	1.000
4 速	—	—	0.706	0.686	0.685
後進	1.966	2.07	2.296	2.400	2.176

배치하여 小型化를 도모하고 있다¹⁹⁾ (그림 5). 또한 二軸式 齒車減速機를 오버 드라이브 附着 4速으로 발전시킴과 동시에 록업 클러치를 장착하여 全自動化를 도모한 것도 있다.¹⁷⁾ 또 3速 자동트랜스미션을 기본으로 後端部에 엔드 클러치(end clutch)를 추가하는 것으로 간단한 구조로서 電子制御를 병용함으로써 輕量 콤팩트한 4速 自動變速機로 한 것도 있다²⁰⁾ (그림 6). 한편 이와는 달리 4速째를 오버 드라이브로 하지 않고 기어比 1.0으로 하는 타입도 그대로 사용되기도 한다.²¹⁾

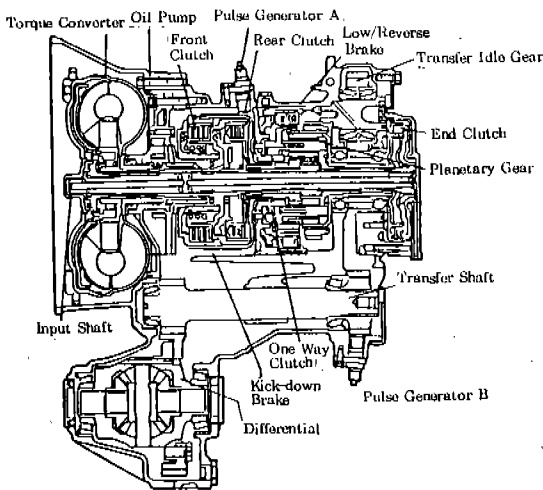


그림 6. FF車用 自動變速機(ELC4段)

일반적으로 多段化는 小型大衆車種에서는 기본차종에 3단 자동변속기, 高價格車種에 4단 자동변속기라는 設定이 증가하고 있다. 보통 승용차에서는 대개 4단 자동변속기가 標準裝着으로 되고 있으며 앞으로도 이 경향은 증가할 것으로 보인다. 단지 승용차종에서 5단화는 4단에 비하여 燃費性能 및 動力性能의 向上率이 별로 크지 않은 점²²⁾과 5단화에 따른 高價格 등 단점이 있는 것으로 보아 앞으로 主流로 등장하기는 어렵다고 보여진다. 그러나 超低기어比(extra low)나 超高出力엔진 탑재차용 2nd 오버 드라이브 등의 특수한 것에서는 實現化될 가능성도 보인다.

트럭의 경우에는 차량 총중량이 큰 차량일

수록 多段이 必要하다. 大型트럭용으로서 6단이 실용화되기도 하였으나²³⁾, 4단 또는 5단이 일반화하고 있다. 小型트럭에서는 현재 3단 또는 4단이 主流이나 장차 5단도 출현할 것으로 보인다.

또한 기어비의 와이드化로서는 前記 多段化時 오버 드라이브 기어 追加에 의한 기어비幅의 와이드化와 同一段數로서 기어비幅의 와이드化를 도모하는 방법이 있으나, 어느 것이라도 發進性·登坂性能 向上과 燃費의 向上을 兩立시켜야 하며 採用車種은 늘어나고 있다.

(3) 電子制御化

컴퓨터 시뮬레이션에 의해 多樣한 走行條件下에서도 動力性能·燃費性能 등을 간단히 해석할 수 있게 되었고, 設計段階에서부터 合理的인 기어比, 理想的인 變速點, 理想的인 록업點 등을 推定할 수 있게 되었다.²⁴⁾ 따라서 自動變速機에서도 이와 같은 점에 對應할 수 있도록 하는 것이 바람직하지만, 종래의 油壓制御로서는 한계가 있으며 충분히 對應할 수 없다는 것이 알려져 있다. 한편 電子技術(electronics)의 눈부신 발전과 함께 低코스트化 및 信賴性 向上이 뚜렷하며 카일렉트로닉스(car electronics)化가 급속히 진행되고 있다.²⁵⁾ 이와 같은 환경에서 자동변속기에도 電子技術이 적용되기 시작하고 있으며 여기에 따른 效果로서는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

① 變速點의 最適化: 燃費 및 動力性能에 最適인 變速패턴을 임의로 설정할 수 있다.

② 록업 領域의 擴大: 록업點을 精密度 높게 설정하기 위해서 낮은 엔진回轉에서부터, 또 더욱 더 低速段기어로부터 록업시키는 것이 가능하며 燃費向上에 效果가 있다.

③ 다른 시스템과의 結合(도킹) 容易: 예를 들면 엔진과 信號를 共通化함으로써 코스트低減, 一體制御에 의한 變速쇼크의 低減, 排出가스 低減 등이 가능케 된다.

電子制御式 自動變速機로서 초기의 것은 1960年代末에 實用化되었지만, 당시는 록업 클러치가 없는 3速이고 또 아날로그 컴퓨터를 사용하였던 점 때문에 前述한 電子制御化에 의

●印은 Engine Sensor 와 兼用

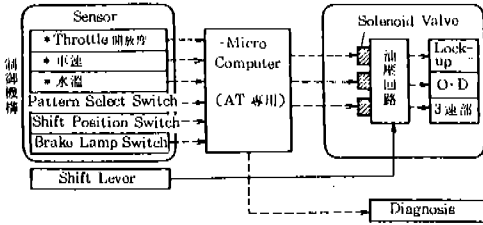


그림 7. 電子制御式 自動變速機시스템 (1)

한 利點을 充分하게 얻을 수 없었다. 마이크로 컴퓨터를 사용한 최초의 본격적인 전자제어식 자동변속기가 1981년 ECT(Electronic Controlled Transmission)로 등장했다²⁶⁾ (그림 7). 이것은 走行狀態(車速, 스로틀 開放度, 水溫 등)에 따라서, 변속비 및 록업을 細密하게 制御하는 것으로서, 4速 록업에 비하여 市內走行에서 7.6%의 燃費向上을 보였다.²⁷⁾ 또 세가지 變速패턴(Economy: 燃費重視, Power: 動力重視, Normal: 兩者의 中間)이 設定되어 있으므로²⁶⁾, 운전석에 만들어진 스위치에 의해 운전자의 취향에 따라서 임의로 選擇할 수 있도록 되어 있다. 여기에 덧붙여 새로이 수동(manual)패턴을 설정한 것도 있다. 즉, D(drive)레인지에서는 변속 빈도를 적게 하여 고속도로등에서 매끄러운 주행이 가능케 하고, 또 2레인지에서는 2速에 고정되어지기 때문에 매끄러운 눈(푰)길 등에서 발진할 때에도 쉽게 할 수 있는 등, 車에 매력을 추가한 것이다.¹⁹⁾

한편 電子制御에 의한 록업 制御, 오버 드라이브(OD) 制御, 다운 쉬프트(down shift) 制御를 추가하여 1速에서 4速까지 全段에서 록업시킴으로써 燃費向上을 도모하는 것도 있다²⁸⁾ (그림 8). 더우기 여기에 「中間(Normal) 패턴」과 「動力(Power) 패턴」의 두 가지 변속 스케줄(shift schedule)을 설정하여, 이것을 차량의 走行狀態(액셀러레이터 開放度, 車速, 액셀러레이터 페달 밟는 속도)에 따라서 자동적으로 변환하는 쉬프트 스케줄 自動變換機構를 추가하였다.²⁹⁾

變速點 및 록업點의 制御에 추가하여 變速

時의 關聯要素에의 供給油壓을 制御하는 것도 출현하였다. 즉, 록업 클러치의 슬립制御를 하면서 변속시의 각 클러치에 걸리는 油壓을 각종 운전조건(스로틀 개방도, 액셀러레이터 페달 위치, 차속 등)에 따라서 미리 설정된 油壓패턴으로 制御하여 매끄러운 변속 品位(shift quality)를 確保하고 있는 것도 있다.²⁰⁾ 또 변속시에 關聯裝置에의 供給油壓의 調整 및 나아가 엔진 토오르크를 制御함으로써 변속 品位를 향상시킨 것도 있다.^{30, 31)}

이상과 같은 電子制御를 통하여 燃費의 向上, 運轉의 容易化(easy drive), 운전의 즐거움 등 여러가지에 副應할 수 있도록 되었다. 또 변속점 制御外에도 변속할 때의 느낌(feeling)을 좋게 하기 위해 변속시의 關聯要素에 주는 供給油壓을 制御하기도 한다. 이와 같이 여러가지 向上效果가 클 뿐만 아니라, 今後의 마이크로 컴퓨터의 低價格化와 엔진용 마이크로 컴퓨터와의 共用化 및 엔진과의 綜合制御 推進에 의해 보다 싸고 성능이 우수한 자동변

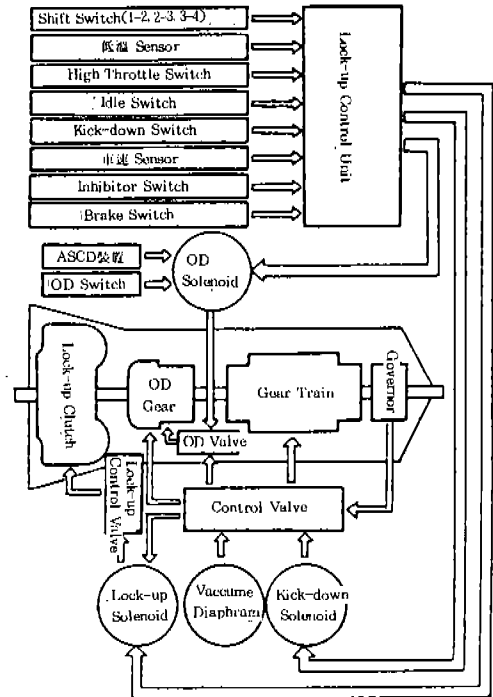


그림 8. 電子制御式 自動變速機시스템 (2)

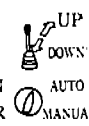


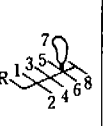
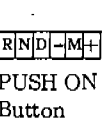

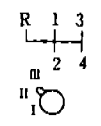
속기로 改良시켜가게 될 것이다. 승용차용 토 오크 컨버터터 附着 자동변속기로서는 전자제 어식 록업 클러치 장착 오토매틱 트랜스미션 이 主流가 될 것으로 豫測된다.

3.2 半自動變速機

運轉의 容易化(easy drive化)는 輕自動車나 小型大衆車에서도 예외는 아니어서 자동변속 기가 요구되어지고 있다. 그러나 현재로서는 全自動變速機가 重量, 價格 등의 點에서 문제 가 있으므로 半自動變速機가 主流로 되어 있다.

半自動變速機는 유럽을 중심으로 많은 발매 가 있었으나 현재는 大型트럭용으로만 남아있 다. 表3에 최근 유럽의 各社의 半自動變速機 에 대하여 열거한다. 半自動變速機의 경우는 최종적으로는 운전자에 의한 변속의 판단과 지 시가 요구되기 때문에 자동변속기의 裝着率이 높은 나라에서는 보급이 한정될 것으로 보인 다. 한편 일본에서는 클러치 조작 自動化式 半 自動變速機가 있었으나 현재는 電磁粉 클러치 式의 半自動變速機가 있는데³²⁾, 이것은 磁粉 의 帶磁制御에 의해 클러치의 斷接을 한다.

表3. 유럽의 半自動變速機

Maker 名	SCANIA	MAN		ZF			RENAULT	EATON
名 稱	CAG	AMS	SAMT	ES	AVS	SES	CMO	TWIN SPLITTER
Gear 選擇	AUTO & UP/DOWN	AUTO & UP/DOWN	UP/DOWN	MANUAL	AUTO & UP/DOWN	UP/DOWN	不明	UP/DOWN
Clutch 發進 變速	MANUAL	LOCK UP T/C	MANUAL	MANUAL	MANUAL	LOCK UP T/C	(推定)	MANUAL
	MANUAL	AUTO CLUTCH	AUTO CLUTCH	MANUAL	MANUAL	AUTO CLUTCH	"	MANUAL
Actuat or 動力原	空氣壓	←	←	←	←	←	←	←
變速段數	10 段	8 段(?)	9~16 段	8 段	←	←	9 段	手動 4 段 × 自動 3 段
Select 型式							不明	
Accelerator	○	○	○		○		不明	不要로 생각됨
車 速	○	○	○	○	○	○		
Input shaft		○				○		
Engine 回轉數		○	○			○		
Throttle 開放度			○					
Gear Position	○	○	○	○	○	○		
Clutch pedal switch	(○)		○	○	○			
關聯: Control		Exhaust brake	Engine control			Exhaust brake		
備 考	1984 年發賣 開始 16 t truck	ZF-AS 와 同一	EATON TWIN SPLITTER의 改良	來年發賣可能 M/T 比 20~30% Cost up				

이외에도 流體기플링과 摩擦클러치를 조합시켜 클러치 制御에는 負壓을 이용하는 것도 있다. 또는 토오크 컨버터와 2단 내지 3단의 기어를 조합시켜 변속을 수동으로 하는 것이 있다. 이와 같은 방식에서는 통상 토오크 컨버터의 스플 토오크比를 약 3배로 함으로써 急發進 이외의 동상 주행시에는 手動變換操作을 不必要로 하여, 操作을 簡略化하고 있다.

이상과 같이 가지 가지의 방법으로 운전의 용이화를 도모하고 있으나 今後에는 全自動變速機로의 요구가 높아질 것으로 예상된다. 따라서 輕量·コンパクト하면서 低價格의 全自動變速機의 출현이 기다려진다. 이러한 狀況에 대처하기 위해 手動式變速機의 自動變速化에 대한 개발이 이루어진 예도 많다. 이하 여기에 대하여 설명하기로 한다.

手動變速機의 自動變速化는 기본적으로 운전자가 수동변속기에서 하고 있는 조작을 自動化시키려는 것이다. 즉 齒車式 變速機의 自動變速機化를 뜻한다. 목표는 수동변속기의 기본장치를 이용함으로써 低コスト와 效率의 향상 및 토오크 컨버터 부작 자동변속기 보다 燃費가 좋은 특성을 살리려고 한 것으로 近年 注目を 받고 있다.³³⁾ 여기에는 電子技術의 발전이 크게 기여하고 있으나, 과제로서는 發進制御 및 變速時의 쇼크制御이고 얼마만큼 현재의 전자동변속기 레벨까지 가까이 갈 수 있는가 하는 전일 것이다.

制御로서는 상당히 고도의 것이 요구되기 때문에 電子制御에 의해 制御技術의 향상이 必然的이라고 생각된다. 지금까지 발매된 것을 살펴보면, 트윈 클러치 시스템(twin clutch system)³⁴⁾, 自動機械式 變速機(Automated Mechanical Transmission)³⁵⁾ 등이 있다.

트윈 클러치 시스템은 그림 9에 나타낸 대로 두 개의 클러치를 사용하는 시스템으로 변속에 걸리는 시간은 두 개 클러치의 각각 斷接時間뿐이다. 변속기내의 작동을 간단히 설명하면, 하나의 클러치(A)는 1st, 3rd 齒車의 動力傳達을 맡고, 다른 한쪽의 클러치(B)는 2nd, 4th 齒車의 動力傳達을 하도록 構成되어 있다. Automated

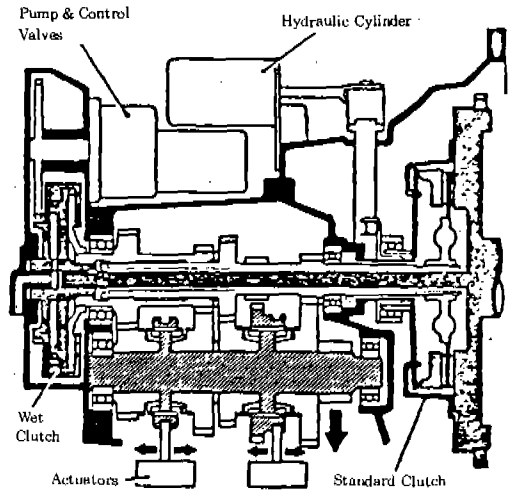


그림 9. Twin Clutch System

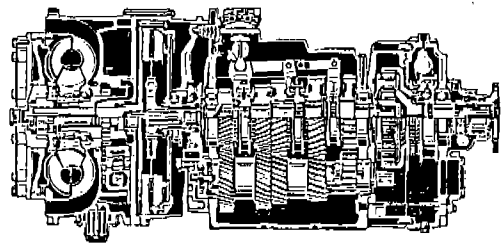


그림 10. Auto Shift Transmission

Mechanical Transmission은 手動變速車의 클러치 및 변속기를 사용하고 조작을 전자제어로 자동화한 것이다. 發進時에는 액셀러레이터 조작만으로 밟는 정도에 對應하여 클러치가 空氣壓에 의해 비묘하게 제어된다. 走行時에는 그때 그때의 조건에 對應하여 자동적으로 변속된다. 이외에 AS(Auto Shift)라고 불리는 시스템³⁶⁾(그림 10)으로 8단(2×4)의 레인지 체인지 트랜스미션(range change transmission)과 變速用 진식 단판 클러치 앞에 發進用 獨逸 클러치 附着 토오크 컨버터를 장착한 것이다(表 3의 SES를 自動化한 것).

한편, 既存의 수동변속기와 클러치를 사용하여 엔진, 클러치, 변속기, 브레이크를 종합적으로 電子制御하여 자동변속화한 것도 있다.³⁷⁾ 特徴으로서, ①자동변속, 수동변속의 모드變換 運轉可能, ②燃費가 좋고, 分散率

이 낮다. ③初心者라도 熟練運轉者와 같은 運轉이 可能, ④熟練運轉者일지라도 운전의 즐거움을 느낄 수 있는 시스템, ⑤정지시 크리프 현상이 없고 엔진 브레이크 성능도 좋다, ⑥登板路 발진이 용이하다 등의 特徵을 가지고 있으며, 각종 制御를 相互綜合함으로써 매끄러운 발진과 신속하면서도 쇼크가 적은 변속을 할 수 있다. 또 트럭용으로서 電子制御機械式 자동트랜스미션 시스템이 있다.³⁸⁾ 이것은 습식 단판 클러치, 트랜스미션, 엔진을 컴퓨터로 종합제어하여, 발진과 변속시의 클러치 조작 및 기어 체인지를 자동화시킨 것이다. 습식 클러치에 의한 長壽命化, 非接觸型 센서에 의한 信賴性 향상을 들 수 있다.

이상과 같이 수동변속기의 자동변속화가 이루어지고 있으며, 토오크 컨버터 附着, 자동변속기보다 코스트, 연비, 動力性能에 대하여 유리한 면을 가지고 있으므로 中型트럭 以上에서 급후 보급이 예상된다.

3.3 無段變速機

엔진 特性을 燃費特性과 動力特性面에서 有效하게 活用하기 위해서는 無段變速機(continuously variable transmission, CVT)의 採用이 바람직하다는 것은 예전부터 알고 있었다. 토오크 컨버터 부착 자동트랜스미션이 美國을 중심으로 발전하여 온 것에 비해 摩擦(또는 粘着)에 의해 動力을 전달하는 이 CVT는 유럽을 중심으로 이전부터 연구개발되어 왔다. 그러나 현재 자동차용으로 실용화된 것은 소수일 뿐이다. 그 이유는, CVT가 갖추어야 할 條件으로서, ①변속비 제어가 자유로울 것, ②변속비 범위가 충분하고, 정속하면서도 傳達效率가 뛰어난 것, ③装着上 다른 변속기와 호환성이 있을 것, ④충분한 信賴性을 가질 것 등이나, 현재로서는 이 모든 조건을 갖추지 못하고 價格, 重量, 耐久性, 스페이스, 制御 등의 면에서 아직 만족할만하지 못하다는 것이다. 그러나 최근의 전자제어, 材料, 潤滑油 및 加工技術의 진보에 따라 실용화가 차츰 이루어지고 있다.

무단변속기에는 크게 나누어 油壓式, 롤러식(트랙션 드라이브, traction drive), 벨트식의 세 가지 형식이 있으나, 그 구조는 여러가지이고 산업용으로는 상당히 이전부터 活用되어 왔다.

油壓式은 자동차에서는 아직도 미해결 문제가 많아 특수용도의 대형차를 제외하고는 큰 보급을 기대할 수 없는 狀態이다.

롤러식은 圓環面上에 홈을 만든 2장의 회전원판을 對向시켜 中間에 배치한 數個의 롤러로 相互接觸시켜 摩擦力(粘着力)에 의해 힘을 전달하는 기구이다. 최근에는 전부 트랙션 드라이브(traction drive)라고 불리워지고 있으며 摩擦面 사이에 潤滑油(트랙션 오일)를 넣어 金屬接觸이 아니고 EHL(Elasto-Hydrodynamic Lubrication)의 效果로서 얇은 油膜의 전달력에 의해 토오크를 전달한다. 현재 롤러 接觸面에서의 힘의 전달기구 해석의 진전과 함께 특수 潤滑油 開發, 材料, 加工技術의 발전에 따라 급속하게 信賴性을 높여가고 있다. 한가지 예(大型트럭 및 버스용으로서)로서 그림 11에 나타낸 바와 같이 롤러를 複列로 배치하여 傳達容量을 確保하고 유성치차와의 조합으로 기어비는 4.3~0.55를 얻을 수 있으며, 燃費는 22% 향상되었다는 보고가 있다.^{39, 40)}

벨트식 CVT는 1958년 Variomatic 이라는 이름으로 실용화되었으나, 이것은 고무벨트를 쓰고 있었기 때문에 내구성에 난점이 있었다. 이것은 入出力軸에 可動풀리를 설치하여 그 사이에 걸려진 V벨트에 의해 動力을 전달하는 것으로서, 변속제어는 入力回轉速度를 검출하는 遠心重錘와 스프링의 힘에 의해 가동풀리

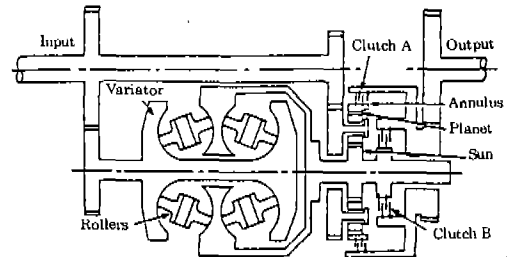


그림 11. 롤러식 CVT 例

의 V속 幅을 變化시키는 방식이다. 현재 실용화가 가장 有望時되고 있는 것은 네델란드 Van Doorne社가 개발한 금속벨트를 사용한 것이다.⁴¹⁾ 이 금속벨트는 얇은 層의 金屬벨트 위에 금속의 블록을 이어붙인 것으로, 금속 블록의 側面과 풀리와의 사이의 摩擦力으로 풀리와 벨트간의 動力을 전달하고, 벨트상은 금속블록을 눌러줌으로써 動力을 전달한다. 따라서 벨트의 크기에 비하여 動力傳達容量을 크게 취할 수 있는 特徵이 있다. 해결해야 할 문제로서는 騒音, 變速時間, 耐久性 등을 들 수 있으나, Fiat, Ford, GM, 富士重工業 등에서 많은 연구 끝에 실용화시켰다.⁴²⁾ 그림 12는 하나의 예로서 금속벨트와 可變 幅을 가진 풀리로 된 CVT기구를 油壓式 제어에 의해 變速시키는 것이다. 발전 클러치로서는 전자제어식의 電磁클러치를 사용하고 있다.⁴³⁾ 이외의 벨트식으로서에는 금속블록 중에 체인을 통과시켜 체인의 인장에 의해 動力을 전달하는 체인식이 있고⁴³⁾, 接觸面에 프리 쿠션 패드 (free cushion pad)를 배치하고 벨트 심(芯) 材料에 케블러 코드(kevlar code)를 배치한 것⁴⁴⁾, 그의 특수고무벨트 등이 발표되고 있다.

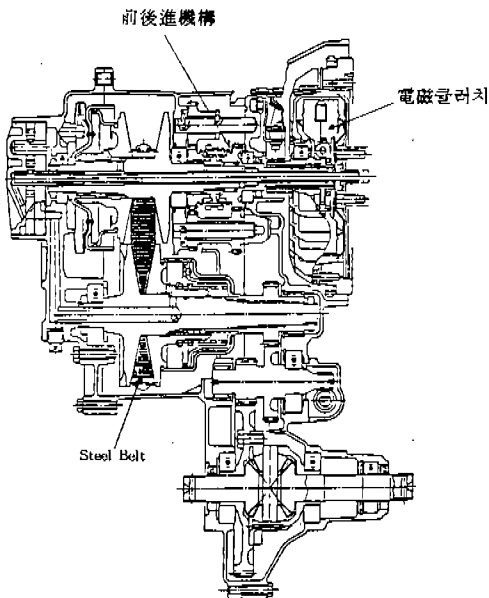


그림 12. 벨트식 CVT 例

3.4 自動變速機의 장래

今後에도 자동차의 燃費性能, 動力性能에 대한 요구가 증대되어지는 가운데 安全性·快適性에 대한 向上要求도 더욱 더 커질 것으로 예상된다. 따라서 승용차의 자동변속기 裝着率은 더욱 더 높아질 것이다. 특히 小型大衆車에서 요구가 강해져 小型, 輕量, 低價格의 자동변속기 출현이 기대된다. 또 한편에서는 使用者의 多樣化와 高度化하는 기호와 요구에 對應하는 高度의 驅動系 시스템 개발도 서둘러야 할 것이다.

이와 같은 요구에 부응하기 위해, 현재 主流를 이루고 있는 토오르크 컨버터와 유성치차 장치로 구성된 자동변속기에 대하여는 3速에서 4速으로의 置換이 進行되리라 예상된다. 단지 스페이스, 重量, 價格面에서 制約이 많다. 현재 일부 개발중인 토오르크 피이드 백 변속제어⁴⁵⁾는 變速性能 향상 뿐만 아니라 변속기의 小型化의 가능성을 지니고 있어 기대된다.

이 외에도 前述한 바와 마찬가지로 무단변속기(CVT)의 採用, 齒車式 變速機(手動變速機)의 自動變速化 등의 연구 개발에 의해 다양성 있는 자동변속기의 출현이 있을 것으로 보인다.

4. 結 語

以上 自動車의 變速機에 대하여 주로 설명하였다. 당분간은 현재 사용중인 형식의 변속기 개량이 주가 될 것이나, 토오르크 컨버터와 유성치차장치를 기본으로 한 시스템의 보급 및 개량이 活潑히 이루어질 것이고, 變速制御技術의 高度化가 進行될 것이다. 한편 가까운 장래에 CVT 등의 실용화도 이루어질 것이고, 이런 것들에 의해 자동변속기는 더욱 더 보급되어 갈 것이다. 그러나 어떤 변속기 시스템에서도 今後에는 단순히 구동계의 한가지 요소로서가 아니라 車輛 全體시스템의 일부로서 전자기술을 중심으로 高度의 技術活用に 의해 보다 더 燃費性能 및 動力性能의 向上, 快適, 安全하고 한층 더 運轉의 容易化가 이루어

어질 것이다.

國內에서의自動車 및 트랜스미션 工業界에서도 이와 발맞추어 많은 努力을 기울이고 있으나, 현재 승용차 이외의 자동차에서 자동트랜스미션 装着이 거의 없는 狀態이고, 승용차에서도 數 %以內를 감안해 볼 때, 또 輸出指向을 생각해 볼 때, 自動트랜스미션의 自體開發 및 技術蓄積은 시급한 과제라 할 수 있다. 이에 대처하기 위한 한 가지 방법으로서 현재 主流를 이루고 있는 토오크 컨버터 附着 자동 트랜스미션은 齒車가 대부분의 要素를 차지하고 있다는 점을 감안해 볼 때, 齒車에 대한 기본적인 연구, 즉 기하학적 형상, 強度·信賴性, 振動·騒音, 設計·製作 등의 연구와 齒車를 둘러싼 部品에 대한 연구에 힘을 기울여야 할 것으로 생각한다. 예를 들면 현재까지 개발되어 있는 齒車裝置 強度·信賴性 및 振動·騒音에 관한 시뮬레이션 프로그램^{46, 47)}을 積極적으로 이용할 수도 있을 것이다. 또 電子技術을 中心으로 보다 高度의 制御技術, 新材料, 新加工技術 등을 積極적으로 導入·活用·開發하여 나가야 할 것이다.

끝으로 다소 重複되는 설명 또 불충분한 설명이 많으리라 생각합니다. 독자 여러분의 양해를 구하면서, 이 작은 解説이 자동차 트랜스미션을 이해하는데 조금이라도 도움이 되기를 바랍니다.

參 考 文 獻

1. 岡山久, 動力傳達裝置의 現狀及 將來의 動向, 自動車技術, Vol.40, No.1, p.51, 1986.
2. 岡山光彦, 動力傳達裝置, 自動車技術, Vol.41, No.6, p.150, 1987.
3. 谷口孝男, 三木修昭, 自動變速機技術의 現狀及 展望, 自動車技術, Vol.38, No.1, p.72, 1984.
4. 兒玉昌行, 森永鎭, 鄭泰亨, 乘用車의 驅動方式·驅動機構의 動向, 自動車工學會誌, Vol.7, No.3, p.11, 1985.
5. モータービークル, Vol.35, No.7, p.105, 1985.
6. Car Graphic, No.291, p.136, June, 1985.
7. モータービークル, Vol.34, No.10, p.10, 1984.
8. モータービークル, Vol.35, No.10, p.40, 1985.
9. 安西, トランスミッション의 低溫時操作力解析, 自動車技術會學術講演會前刷集, No.841, p.152, 1984.
10. Porter, F. C., Design for Fuel Economy-The New GM Front Drive Cars, SAE Paper 790721, 1979.
11. 柳原規高, 燃費·排出ガス·動力性能總合評價シミュレータ, 自動車技術, Vol.34, p.113, 1980.
12. 繩田, 江口, ロックアップトルクコンバータ付自動變速機의 開發, 日産技報, Vol.16, p.113, 1980-12.
13. 井ノ川, 自動車의 燃費低減について, 自動車技術, Vol.33, No.5, p.330, 1979.
14. 細野晃, 自動車의 燃料消費低減について, 自動車技術會, 自動車의 燃費低減に關するシンポジウム, 1977-7.
15. 多賀, 牛島, 渡邊, 西川, 2ウエイオーバードライブ付4速オートマチックトランスミッション, 技術の友, Vol.32, No.3, p.22.
16. 日刊自動車新聞, 1982-3-18.
17. 自動車工學, Vol.32, No.4.
18. 久保, 新藤, 倉持, 伊藤, A40D オートマチックトランスミッション, トヨタ技術, Vol.27, No.4, p.160, 1978.
19. 揚妻, 齊藤, 今井, 新型カローラ, 新型スプリンター의 紹介, 自動車技術, Vol.37, No.8, p.940, 1983.
20. カーグラフィック, p.87, 1983-11.
21. 石原, 動力傳達裝置, 山海堂自動車工學全書, No.9, p.158.
22. Chana, H. E., et al., An Analytical Study of Transmission Modifications as Rela-

- ted to Vehicle Performance and Economy, SAE Paper 770418, 1977.
23. Automotive Engineer, Vol.9. No.5. p.65. 1984.
 24. 伊藤, 安藤, 遠藤, 電子制御式自動變速機制御方法の開発, 自動車技術學會學術講演會前刷集 822, p.381, 1982.
 25. 壺井, 自動車電磁品における IC, LSI の開発とその動向, 自動車技術, Vol.37, No.2, 1983.
 26. Taga, Y., Nakamura, K., Ito, H., Toyota Computer Controlled Four-Speed Automatic Transmissions, SAE Paper 820740, 1982.
 27. 沼澤, 自動變速機における電子油壓制御, 油壓, Vol.25, No.3, 1982.
 28. モーターファン, p.140, 1982-9.
 29. モーターファン, p.123, 1983-9.
 30. Automotive Engineering, Vol.91. No.1. 1983-1.
 31. ATZ 85, No.6. p.393, 1983.
 32. 岡村, レックスオートマチック車の開発経緯, スバル技報, 第12號, p.51, 1982.
 33. Automotive Engineering, Vol.89. No. 9. p.104, 1981-9.
 34. Automotive Engineering, Vol.88. No.6. p.87. 1980-6.
 35. Holmes, R. C., et al., Automated Mechanical Transmission Controls, SAE Paper 831776, 1983.
 36. Truck & Bus Transportation, p.81, 1985-6.
 37. 窪田, いすゞアスカ用イーゼドライブシステムの開発, いすゞ技報, No.72. p.1, 1984.
 38. モータービークル, Vol.35. No.10. p.10. p.40. 1985.
 39. Automotive Engineer, Vol.8. No.3. p.28. 1983.
 40. Automotive Engineering, Vol.91. No.7. p.57. 1983.
 41. Automotive Engineering, Vol.88. No.2. p.136. 1980.
 42. Automotive Engineer, Vol.9. No.1. p.47. 1984.
 43. WARD'S Engine Update, p.3. p.6. 1985-3-15.
 44. Stieg, R. F., et al., A Rubber Belt CVT for Front Wheel Drive Cars, SAE paper 820746, 1982.
 45. Miller, A. L., Micro Computer Controlled Automatic Transmission, SAE paper 820394, 1982.
 46. 정태형, 久保愛三, 치차 운전상태 시뮬레이션 프로그램, 한양대학교 기계공학과 설계공학연구소, 1987.
 47. 梅澤清彦, トランスミッションの振動の計測とシミュレーション技術, 自動車技術, Vol.41, No.12. p.1439, 1987.