

## 다양한 피스톤 운동의 카멜레온 엔진 Chameleon - like Engine with Different Stokes

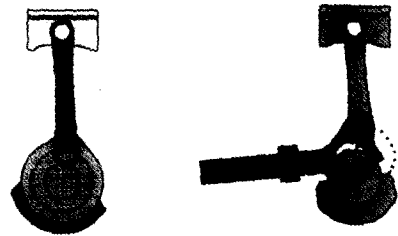


정 동 수 / 한국기계연구원 책임연구원  
Dong-Soo Jeong / Korea Institute of Machinery & Materials

자동차산업에서는 지금까지의 Power Train 형태가 더 지속적으로 사용될 수 있는 범위에서 연소형 엔진을 새로이 발명해내는 방법이 최상으로 여겨져 오고 있다. 실린더를 잘라내고 가변 밸브리프트와 가변 개폐시기와 같은 기술은 이러한 기술 흐름의 분위기 속에서 해결방법을 찾는 시작이라고 할 수 있다. 엔진의 발명지인 유럽에서는 약 100년이 지난 지금에도 그 후손들에 의해 이러한 방향으로의 기술에 대한 발명이 끊임없이 이어지고 있으며 그 중 최근에 실용화에 가장 근접된 새로운 기술 시도를 소개하고자 한다.

최근 BMW사는 4기통과 8기통의 엔진을 대상으로 양산중인 가솔린엔진에 밸브트로닉(Valvetronic) 기술을 적용하여 Throttling 없이도 작동이 가능하다는 것을 보여주고 있다. Saab사는 가변압축비(SVC)엔진 시제품을 2001년도에 발표했는데, 아직 양산과는 거리가 있지만, 양산이 될 경우 가변압축과 강제 흡입을 결합시킴으로써 엔진 사이즈를 줄일 수 있다는 장점을 새삼 상기시키고 있다. 2001년 9월말 영국의 자동차 설계 및 종합 엔지니어링 회사인 Mayflower사는 e3라는 가변운동엔진 시제품을 선보였다. e3는 3개의 e라는 뜻으로 Environment, Energy, Economy를 의미하고 있다. e3엔진은 기구학적으로는 Saab사의 SVC 시제품만큼 혁신적이지마는 압축비와 엔진의 배기량이 엔진 작동 중에 변경이 가능하다는 점에서 좀 더 유연성이 있다고 할 수 있다. 이와 같은 엔진작동 중 압축비와 엔진의 배기량 변경은 <그림 1>에서와 같이 콘넥팅 로드와 크랭크샤프트 사이

에 장착되어 피벗으로 선회 가능한 레버암을 사용함으로써 콘넥팅로드의 유효길이를 변경시키는 것이다.



Conventional Engine

Mayflower Engine

<그림 1> e3 가변운동엔진의 원리

레버암은 T자모양으로 크랭크와 로드사이에 추가 링크로서 끼워지게 되고 T자모양의 꼬리는 엔진의 한 옆으로 수평으로 놓여져 슬라이딩 Trunnion에 의해 지지되어 있다.

이 슬라이딩 Trunnion이 수직으로 이동하면, 행정의 길이는 변하지 않고 보어에 의해 상대적으로 행정의 위치가 바뀌게 되어 결과적으로 압축비가 바뀌게 된다. 또 Trunnion이 수평으로 이동하면 BDC의 위치가 변함으로써 행정의 길이가 달라지게 된다.

피스톤 운동은 기존 4행정 엔진에서 크랭크샤프트 중심선 주위로 Big-end가 원운동을 하는 것과는 달리, e3 엔진에서는 추가로 부착된 링크가 <그림 1>에서와 같이 Big-end를 타원궤도를 따라 회전하도록 한다.

영국의 Mayflower사는 피스톤이 TDC 이후 곧 바로 기존 4행정 엔진에 비하여 천천히 움직이는 특성이 있으므로 더 완전한 연소를 위해 시간적인 여유를 가질 수 있고, 또 기존엔진에서는 연소의 초기 노력이 콘넥팅로드의 수직 방향 진열로부터 약간 Offset되어 있는데 반해, e3엔진에서는 Torque 전달각도가 더 크기 때문에 훨씬 동력전달 효율이 좋아진다고 주장하고 있다.

그동안 이 기술의 개발과정에 별 문제가 없었고 순조로웠던 점으로 미루어 볼 때 이 아이디어가 기술적으로 가능성이 충분하다고 여기고 있다.

이 기술의 강점은 압축비만 조절하는 것이 아니라 엔진 사이즈를 줄일 수 있어 엔진효율을 운전자의 요구에 최상으로 부응하도록 할 수 있다는 것이다.

Mayflower사는 일반적으로 엔진이 전체 운행시간의 약 95% 동안 부분부하나 Idle로 운전되고 있다는 것을 지적하고 e3엔진으로 최소한 약 40% 정도 연비를 향상시킬 수 있다고 주장하고 있다.

NOx에 대한 결과와 레버암 피봇의 위치조절을 위한 제어 메카니즘 등에 대해서는 아직 구체적인 언급은 없지만 <그림 2>의 단기통 시험용 시제품엔진에서 과거 12개월 동안 실험한 결과 배기저감 효과 면에서 각 성분별로 평균 약 50%정도는 저감된다고 한다.

Saab사는 SVC 엔진에 대해 약 20년 이상 연구를 해왔으나 1997년에서야 비로소 충분한 출력을 내는



<그림 2> e3 단기통 시험용 시제품엔진

제대로 된 첫 시제품을 제작하게 되었다. e3엔진의 설계는 마모나 마찰, 그리고 엔진의 견고성 등에 관해 염려가 되지 않는 한, 엔진의 강제 흡기만이 아니라 다양한 밸브, 인젝터, 점화사, 그리고 크랭크샤프트와 콘넥팅로드의 개발품들과 함께 종합적으로 고려되고 있다고 주장하고 있다.

이 기술의 적용가능 범위는 다양하다. 소형차뿐만 아니라 대형 트럭과 이륜차까지도 적용이 가능하며, 수입의 내연기관에도 적용이 가능하다고 할 수 있다.

실제로 전자제어와 기계장치의 결합이 이루어진 경우, 경제성 면에 있어서 기존엔진에 뒤처지지 않을 무리가 없다면 아주 놀랄만한 기술임에는 틀림없는 것 같다.

e3엔진은 영국의 Joe Ehrlich박사가 과거 약 11년 동안에 걸쳐 연구 개발한 것이다. 전 Formula One 경주의 챔피언인 Sir Jack Brabham이 처음으로 Ehrlich 박사와 e3엔진을 Mayflower사 CEO인 John Simpson에게 소개를 하였다. 그 결과 Mayflower사는 현재 이 엔진에 대한 기술권리의

33%를 소유하고 있고 향후 5년 동안 51%까지 증가 가능하도록 되어있다.

이 기술은 가솔린이나 디젤엔진의 2행정과 4행정 엔진에 모두 적용이 가능하므로 이 회사는 기술사용 권을 팔 수 있다고 자신하고 있다.

지금은 엔진관련 기업이 어떻게 반응하는가 하고 주시하고 있는 실정이다. e3엔진기술은 확실히 흥미 있는 기술임에는 틀림없으나 이 방면에서 독보적으로 유망한 것은 아니다.

이 기술을 팔려는 것은 배기가스를 줄이고자하는 전 세계에서는 필수적인 무기가 될 수 있지만 Saab사의 경우나 e3기술의 중요한 장점은 어떤 차종에서는 고출력을 내고 다른 차종에서는 저출력, 고효율을 낼 수 있는 카멜레온 같은 능력이라고 할 수 있다.

이 기술을 출력이 문제가 되는 고급차종에는 큰 관 심거리가 될 수 있지만 Mayflower사는 e3 기술이

저출력을 요구하는 차종에서도 개발단가와 기술사용 료 등을 따져 볼 때, 투자 가치가 있다는 것을 증명해 야만 할 것이다.

엔진 생산에 있어서 가장 중요한 점은 저렴하고 가 법고 고효율인 것인데, 향후 몇 년 동안은 기존엔진이 현재와 같이 잘 생산될 것이다.

현재 이 기술을 위하여 이미 많은 투자가 이루어졌 다. Ford-PSA 뿌조 시트로엔의 커먼레일 디젤엔진 들이 C3, 307, 그리고 New Fiesta 용으로 장착되고 있는 것처럼 기존의 최신 엔진설계 기술은 이미 Euro4 배기가스 기준을 만족시키고 있다.

역설적으로, e3 기술이 이러한 기존 첨단기술들과 경쟁에서 이기기 위한 가장 큰 장애물은 단순하고 확 실한 기술로 놀랄만한 성능을 발휘할 수 있어야 한다 는 것이다.

(정동수 책임연구원 : dsjeong@mailgw.kimm.re.kr)

## 잠 상 식

### 차 뒷좌석 안전띠 안매면 앞사람 사망률 높다!

뒷좌석 승객이 안전띠를 매지 않으면 자동차 사고시 앞좌석 승객의 사망률이 5배나 높아지는 것으로 조사됐다.

일본 도쿄대 이치카와 마사오 교수는 1995년부터 5년동안 뒷좌석에 2명 이상이 탔던 10만여건의 자동차 사고를 조사한 결과 이같은 결과가 나타났다고 의학학술지 '랜싯' 최근호에 발표했다. 이 조사에서 211명의 운전자와 173명의 앞좌석 탑승자가 사망했다.

자동차 사고가 일어나면 안전띠를 매지 않은 뒷승객은 빠른 속도로 앞으로 튕겨나간다. 특히 뒷승객의 몸에는 자동차가 달리는 속도가 그대로 실려 있어 앞 승객이 받는 충격은 엄청나게 커진다.

연구팀의 조사 결과 만일 뒷승객이 안전띠를 댄다면 그렇지 않은 경우보다 자동차 사고가 일어났을 때 앞승객의 사망률이 80% 나 준 것으로 분석됐다. 또 사망과 심한 부상 등 큰 사고가 거의 절반으로 줄었을 것으로 추정됐다.

이치카와 교수는 "뒷좌석 승객이 안전띠를 안매면 만일의 사고시 앞좌석 승객을 죽일 수도 있다"며 "뒷좌석 승객도 안전띠를 꼭 매도록 법을 정해야 한다"고 밝혔다.

한국은 지난해부터 승용차 앞좌석 승객의 안전띠 착용을 의무화 했으나, 뒷 승객은 고속도로에서만 매면 된다. 그러나 실제로는 뒷 승객은 거의 안전띠를 매지 않는 편이다. 1991년부터 뒷자리 승객이 안전띠를 매도록 법을 제정한 영국에서도 99년 조사에 서 10명중 6명은 이 법을 지키지 않는 것으로 나타났다. 영국왕립협회의 로저 빈센트 박사는 "뒷 승객이 쉽게 안전띠를 찾을 수 있도록 차를 설계해야 하며, 뒷자리 안전띠의 필요성을 지속적으로 홍보해야 한다"고 주장했다.