

# 대형 2행정 디젤기관에 있어서 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 송출유량 특성에 관한 연구

배 명 환<sup>\*1)</sup> · 정 화<sup>2)</sup> · 배 창 환<sup>3)</sup>

경상대학교 기계설계학과<sup>1)</sup> · 한국폴리텍대학 진주캠퍼스<sup>2)</sup> · 호서대학교 융합대학원 메카트로닉스공학과<sup>3)</sup>

## A Study on Feed Rate Characteristics of Integrated Cylinder Lubricator System with an Accumulated Distribution by the Electronic Control in a Large Two-stroke Diesel Engine

Myung-whan Bae<sup>\*1)</sup> · Hwa Jung<sup>2)</sup> · Chang-Hwan Bae<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Mechanical Engineering for Production, Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Department of Computer-Aided Machine, Jinju Campus of Korea Polytechnic College, Gyeongnam 660-996, Korea

<sup>3)</sup>Department of Mechatronics Engineering, Graduate School of Convergence Technology, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

(Received 17 October 2011 / Revised 25 April 2012 / Accepted 30 April 2012)

**Abstract** : Minimizing the cylinder wear and the consumption rate of cylinder oil in a large two-stroke diesel engine is of great economic importance. A motor-driven cylinder lubricator for Sulzer RT-flex large two-stroke diesel engines developed by authors is in need of modifying the lubricating system to lubricate cylinder parts optimally by an electronically controlled quill device according to changes of engine load and revolution speed. In order to apply the developed accumulating distributor to an integrated cylinder lubricator by the electronically controlled system as the third research stage, the lubricating system is improved in the electronically controlled quill device with a solenoid valve. In this study, the effects of lubricator revolution speed, driving pressure and cylinder back pressure on oil feed rate, maximum discharge and delivery pressures are experimentally investigated by using the integrated cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control. It is found that the oil feed rate of the developed integral cylinder lubricator system is less than that of the motor-driven cylinder lubricator by the electronically controlled quill system equipped with an accumulating distributor because of the decrease of delivery speed by increasing the maximum delivery pressure in the same experimental condition.

**Key words** : Integrated cylinder lubricator(일체형 실린더 주유기), Large two-stroke diesel engine(대형 2행정 디젤 기관), Oil feed rate(송출유량), Accumulated distribution by the electronic control(전자제어 축압분배), Maximum discharge pressures(최대 토출압력), Driving pressure(구동압력)

### 1. 서론

금융위기의 여파로 인해 세계의 조선경기도 극도로 악화되어 우리나라 조선업은 상당기간 동안의 호황에서 벗어나 몇 개의 대형 조선업체를 제외하면 조선강국이 무색할 정도로 어려움을 겪고 있다.

여기에 중국 등 신흥개발도상국의 급속한 경제성장, 계속되는 유가상승의 불안정으로 인한 경제성장 전망의 불투명 등은 이제 단순한 부품조립이나 노동집약 산업의 단계를 벗어나 장기적으로는 기술 집약적 제품개발로 조선업의 방향을 완전히 바꾸어야 한다.

저자들은 기술집약적 조선기자재 제품 중 하나인

\*Corresponding author, [mwbae@gnu.ac.kr](mailto:mwbae@gnu.ac.kr)

대형 2행정 디젤기관의 실린더 주유기를 국산화 기술로 개발한 다음, 지속적인 연구를 통해 효율적인 윤활조건을 유지시키면서 최적의 상태로 주유되는 제품을 구현하고자 노력해 오고 있다.<sup>1-4)</sup>

대형 2행정 디젤기관은 장행정화에 의해 고출력 및 고효율을 도모하여 열효율이 이론값에 근접하고 있기 때문에 연료소비율은 개선시킬 여지가 거의 없지만, 실린더와 피스톤 링의 점동거리가 늘어나 양호한 윤활상태를 유지시키는 것이 어렵게 되었다. 따라서 디젤기관의 운전비용을 절감시키기 위해서는 연료에 비해 단가가 높은 실린더 윤활유의 저감대책이 중요한데, 윤활유의 주유량을 저감시켜 운전비용을 대폭적으로 절감시킬 수 있다고 하는 연구가 보고되고 있다.<sup>5)</sup>

그런데 기존의 실린더 주유기로서는 엔진부하에 따라 적정한 윤활상태에서 주유량을 저감시키기가 어렵기 때문에, 최근 SIP(Swirl Injection Principle) 실린더 주유시스템, 전자제어 실린더 주유시스템(Electronically Controlled Lubricating System), 펄스 제트 주유시스템(Pulse Jet Lubricating System) 등 기관부하에 따른 주유방식이 개발되어 다양한 실험을 통해 실린더 주유량을 감소시킬 수 있다고 하는 실적 데이터가 발표되었을 뿐 아니라, 실제로 선박에 탑재되어 적용되고 있다.<sup>6-8)</sup>

저자들은 2002년부터 독자적인 기술로 모터 구동 실린더 주유기를 개발해 왔는데, 1단계에서는 모형 실린더와 주유기 사이에 실제 적용되는 분배기를 설치하고 주유선의 끝단에 장착된 쉘을 전자제어에 의해 조절할 수 있도록 솔레노이드 밸브를 장착시켜 주유하였을 경우<sup>9)</sup>와 연료분사에 적용하고 있는 커먼레일 시스템을 윤활유 주유에 적용하기 위해 쉘 구조를 단순화시켜 제작한 개량 전자제어 쉘을 사용하여 주유하였을 경우<sup>10,11)</sup>에 대한 실린더 주유기의 특성을 조사하여 성능에 미치는 영향을 파악해 보았다.

2단계에서는 모형 실린더와 주유기의 사이에 축압분배기를 설치하고, 솔레노이드 밸브에 의한 전자제어 쉘을 장착시켜 주유하였을 경우, 실린더 주유기의 성능에 미치는 영향을 파악하기 위해 최대 토출압력, 최대 송출압력 및 송출유량을 측정한다

음, 기존의 순차적 정량분배기 부착 기계식 쉘 시스템과 비교하는 실린더 주유기의 특성을 조사하여 성능에 미치는 영향을 파악해 보았다.<sup>12)</sup>

본 연구는 대형 2행정 디젤기관의 부하 및 회전속도의 변화에 따라 실린더에 최적의 주유가 이루어지도록 전자제어 주유기를 개발하기 위한 3단계인데, 2단계에서 개발한 축압분배기를 전자제어 주유기에 부착하고 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템을 개발하여 솔레노이드 밸브에 의한 전자제어 쉘을 장착시켜 주유하였다. 실린더 주유기의 성능에 미치는 영향을 파악하기 위해 실제기관의 분위기에 맞도록 질소가스에 의해 모형 실린더 내의 압력을 일정하게 형성시키고 회전속도를 파라미터로 하여 최대 토출압력, 최대 송출압력 및 송출유량을 측정한다. 2단계에서 저자들에 의해 개발한 축압분배기 부착 전자제어 쉘 시스템 모터 구동 실린더 주유기와 비교하여 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 주유 특성을 조사하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 실험 장치 및 방법

### 2.1 실험장치

Fig. 1에는 실험에 사용한 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템(Integrated Cylinder Lubricator System with an Accumulated Distribution by the Electronic Control ; 이하 I.C.S.라고 칭한다)의 모형도를, Table 1에는 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 제원을 나타내고 있다.

기존에는 1개의 실린더 라인에 상하 4개씩 총 8

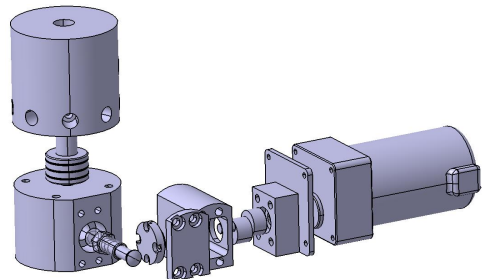


Fig. 1 Model of integrated cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control

Table 1 Specifications of the developed integral cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control

Items	Specifications
Plunger diameter (mm)	12
Stroke (mm)	20
Discharge point	8
Driving pressure of cylinder lubricator (bar)	26 ~ 46
Driving voltage (V)	12
Driving system	Electronic control

개의 주유구가 설치되어 있었는데, 주유구마다 어큐뮬레이터가 각각 장착된 퀴일이 부착되어 주유되었다. 그런데 저자들은 각 퀴일 내 축압기능을 갖는 다이어프램을 분배기 내의 피스톤방식으로 개조한 축압분배기 부착 전자제어 퀴일 시스템 모터구동 실린더 주유기(Motor-driven Cylinder Lubricator by the Electronically Controlled Quill System Equipped with an Accumulating Distributor ; 이하 E.D.S.라고 칭한다)를 개발하여 실린더 내 10~20 bar의 압력에서 전자제어 퀴일에 의해 주유할 수 있도록 하였다.<sup>12)</sup>

그런데 본 연구에서 개발한 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 축압분배기는 오일 송출구가 8개로 되어 있는데, 스프링 탄성계수와 길이의 설정에 의해 주유기에서 송출된 오일에 의해 5 bar 이상에서는 1차 스프링이 8개의 송출구로 오일을 송출할 수 있도록, 20 bar 이상에서는 2차 스프링이 축압기능을 할 수 있도록 축압분배기 내  $\phi$  40 mm, 행정 50 mm 피스톤을 설치하였다.

일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 구동은 축압분배기 내에 설치한 압전식 압력계에서 측정된 설정 구동압력(26, 31, 36, 41 bar) 이하 일 경우에는 주유기에 부착된 모터에 전자제어장치가 DC 12 V를 공급하고, 설정 구동압력 이상일 경우에는 전자제어장치에 의해 전원 공급을 중단하여 주유기가 정지하게 된다. 이 때 구동압력은 디지털 전압조절기에 의해 설정할 수 있다.

Fig. 2에는 모형 실린더 내에 배압을 걸어 준 상태에서 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시

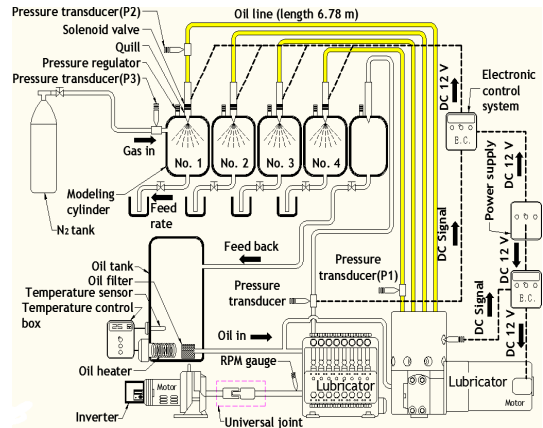


Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus

스템의 성능을 시험하기 위하여 구성된 실험장치의 개략도를 보여주고 있다.

일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템에서 송출된 오일이 전자제어 퀴일에 의해 주유되는 모습을 보여주기 위해 직경 100 mm, 높이 50 mm, 두께 50 mm의 모형 실린더를 아크릴로 제작하여 설치하였는데, 이 경우에 배압은 질소가스에 의해 형성되었다. 또한, 주유기 출구로부터 관 길이 6.78 m 지점의 끝단에는 구조가 개량된 대형 2행정 디젤기관용 퀴일에 전자제어에 의해 작동되는 솔레노이드 밸브를 부착시켜 윤활유가 유효한 기간에 분사될 수 있도록 하였다.

퀴일의 전자제어장치 전원은 DC 12 V인데, 본 실험에서는 실제 디젤기관을 사용하지 않아 실린더내 압력을 측정할 수 없기 때문에, 주유개시의 압력을 파악하기 위해 기존의 기계식 주유기 주유구 끝단에서 0.03 m 떨어진 지점에 설치한 압전식 압력계로 압력을 측정하여 규정압력 이상일 경우에 전자제어장치는 퀴일에 부착된 솔레노이드 밸브에 DC 12 V가 공급된다. 이 때 규정전압은 전자제어장치에 설치된 디지털 전압조절장치에 의해 조정할 수 있다.

유량 측정시간을 제어하기 위해 퀴일에서 2.5 m 떨어진 지점의 유관에 타이머가 부착된 솔레노이드 밸브(KSO-G-2B)를 설치하였다. 주유관은 내경 6 mm인 스테인리스 강관을 사용했다.

주유기로 유입되기 전의 윤활유는 오일탱크에 저장하고, 윤활유의 온도를 높이기 위하여 코일식 전

기히터(3 kW × 2 대)에 의해 가열시켰다. 가열된 윤활유는 주유기로 공급되어지고 설정온도를 자동적으로 조절하기 위해 온도센서가 부착된 온도조절기를 탱크 내에 설치하였다. 또한, 가능한 온도차를 줄이도록 하기 위해 관 전체를 보온재로 감쌌다.

기존 주유기의 모터회전속도를 측정하기 위해 주유기 측에 설치된 광센서를 이용한 레이저 회전속도 측정장치(Pocket tachometer TESTO 465)에 의해 주유기 본체인 플런저 펌프의 회전속도를 측정하였고, 모터 측과 연결된 인버터(KC-1500A)의 주파수에 의해 회전속도를 바꿀 수 있다.

실린더 1기에 대해 상단 및 하단에서 주유하기 때문에 4 실린더용 주유기의 경우에는 전체 주유구가 8개인데, 동일한 실험조건에서는 각 주유구의 토출량이 같다고 가정하여 1번 주유구의 성능만을 측정하였다. 1번 주유구 끝단에서 0.03 m 떨어진 위치의 최대 토출압력, 퀴에서 분사되기 직전 주유관 끝단의 최대 송출압력, 질소 탱크로부터 모형 실린더 내로 주입되기 직전의 배압 형성용 질소가스 압력을 측정하기 위해 Fig. 2와 같이 압전식 압력계 P1, P2 및 P3를 각각 설치하였다.

## 2.2 실험방법

Table 2에는 측정항목의 실험조건을 나타내고 있다. 실제 운전 중인 디젤기관과 유사한 환경설정을 하기 위해 본 실험에서는 오일온도를 자동온도 조절장치에 의해 45℃로 가열하여 사용하였다. 본 연구의 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 회전속도는 실제기관 회전속도와 동일한데,

전자제어 퀴의 작동압력 과형을 과약하기 위해 이전에 개발한 축압분배기 부착 전자제어 퀴 시스템 모터구동 실린더 주유기의 회전속도를 60, 80, 100 및 120 rpm으로 변화시켜 작동압력 과형을 측정했다. 여기서 기존의 축압분배기 부착 전자제어 퀴 시스템 모터구동 실린더 주유기의 회전속도도 실제기관의 회전속도와 동일하고, 전자제어 퀴의 작동압력 과형도 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템과 동일하다. 한편, 이전연구<sup>13)</sup>에 의하면 주유관 길이는 주유기 성능에 거의 영향을 미치지 않기 때문에, 본 연구에서는 주유관 길이를 이전 연구<sup>1-3)</sup>와 동일한 6.78 m로 하였다.

실험에서 모형 실린더 내의 배압은 6, 11, 16 및 21 bar로 하였는데, 실제 대형 2행정 디젤기관은 실린더내의 공기를 압축하는 과정 중인 10~20 bar일 때 주유기에서 실린더 오일이 주유된다. 따라서 주유기에서 분출되는 압력이 실린더내의 압력보다 높을 때에만 실린더 오일이 분사되어 윤활유로서의 역할을 할 수 있다. 본 연구에서 6 bar는 실린더 오일이 주유될 때의 실린더내의 압력범위는 아니지만, 이전 연구<sup>1-3,13)</sup>와 비교하기 위해 실험조건으로 추가하였다.

주유기의 주유구 끝단에서 0.03 m 떨어진 지점에 설치한 압전식 압력계에서 측정된 압력이 설정한 배압 이상일 경우에 전자제어장치는 퀴에 부착된 솔레노이드 밸브에 DC 12 V의 전원이 공급되어 작동하게 된다. 이 때 설정된 배압에 해당되는 규정전압은 디지털 전압조절장치에 의해 0.5 V(6 bar), 1 V(11 bar), 1.5 V(16 bar), 2 V(21 bar)로 조절할 수 있다.

각 실험조건에서 측정된 압력과형을 디지털스트리지 오실로스코프(Yokogawa DL9240, 8 bits, 2.5 MW/CH)에 저장하고, 저장된 압력과형에서 최대 토출 및 송출 압력을 구하였다.

I.C.S.의 경우에는 플런저 펌프를 사용하지 않기 때문에 플런저 행정에 따른 최대 토출 및 송출 압력과 송출유량을 구할 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 이전 연구<sup>6)</sup>인 E.D.S.의 연구결과와 비교하기 위하여 E.D.S.의 배압 16 bar 및 모터회전속도 120 rpm에서 플런저 행정 2, 4, 6 및 8 mm일 경우의 최대 토출압력으로 측정된 약 26, 31, 36, 41 bar를 본 연구의

Table 2 Experimental conditions of measuring items

Cylinder lubricator motor speed (rpm)	60, 80, 100, 120
Back pressure (bar)	6, 11, 16, 21
Oil pipe length (m)	6.78
Measured spot of maximum discharge pressure (m)	0.03
Measured spot of maximum delivery pressure (m)	6.76
Driving pressure of cylinder lubricator (bar)	26, 31, 36, 41
Control pressure of quill (bar)	6, 11, 16, 21

I.C.S.를 구동시키는 압력으로 설정하였다.

송출유량은 타이머 부착 솔레노이드 밸브를 이용하여 120초 동안의 유량을 전자저울(Precisa XT 1220M, 최소 측정단위 0.001 g)로 계량하여 단위시간당 질량 값으로 나타내었다. 실험에 사용된 실린더 오일은 Mobil Gard 570으로 주요한 물리적 및 화학적 특성은 저자논문<sup>2)</sup>을 참고하기 바란다. 본 연구의 실험에서 주유기 회전속도 변동률은 1 rpm 미만 이었고, 실린더오일 온도 변동률은 2℃ 미만이었다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 송출유량

Fig. 3에는 오일온도 45℃에서 이전 연구<sup>4)</sup>의 플런저 행정을 파라미터로 한 E.D.S.의 경우와 E.D.S.의 플런저 행정에 해당하는 I.C.S.의 구동압력을 파라미터로 한 경우에 대해 기존 E.D.S.의 회전속도 60, 80, 100 및 120 rpm로 변화시켜 배압에 대한 송출유량 특성을 나타내고 있다. 그림에서는 E.D.S.의 플런저 행정을 2, 4, 6 및 8 mm로 변화시켰을 때, 동일한 개념의 I.C.S. 구동압력을 26, 31, 36 및 41 bar로 하여 데이터를 비교했다.

그림으로부터 I.C.S.의 구동압력이 증가할수록, E.D.S.의 플런저 행정이 증가할수록 송출유량은 증

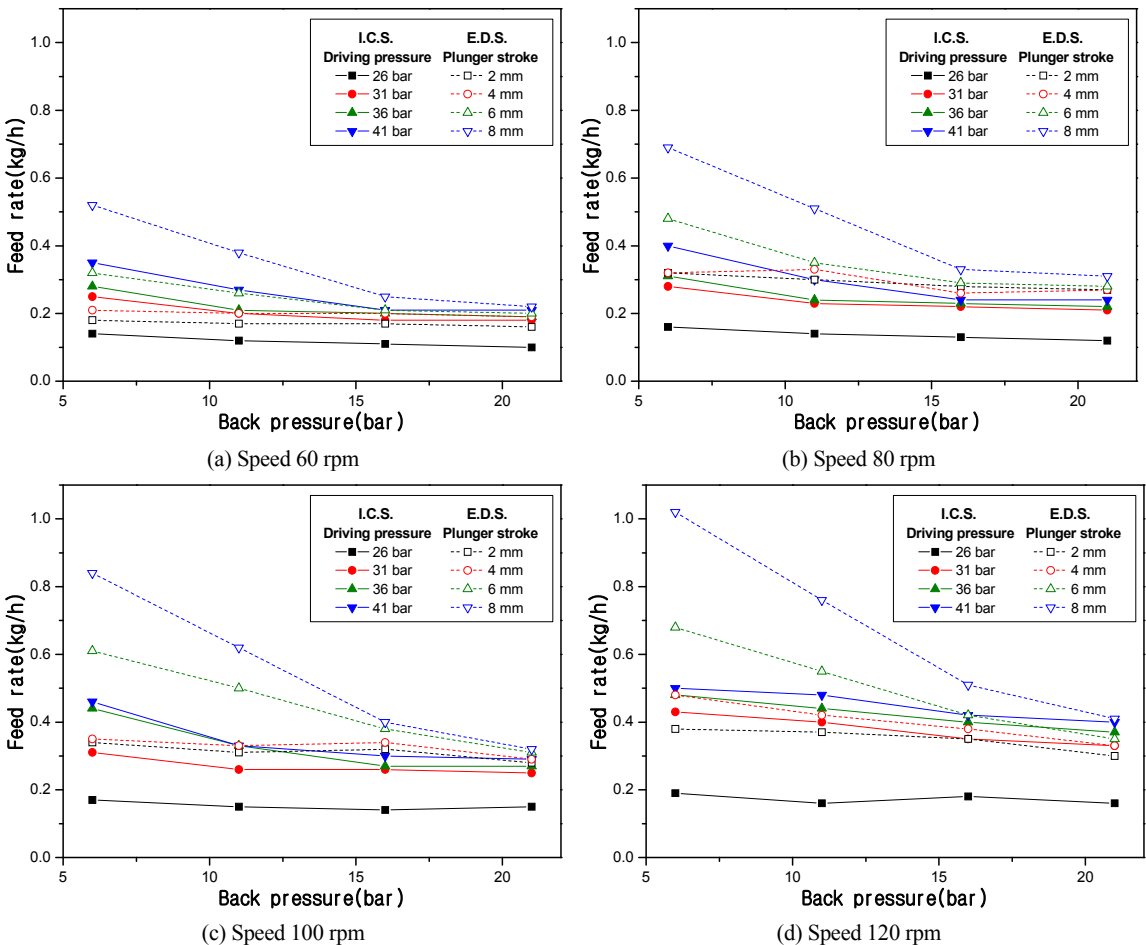


Fig. 3 Comparison of feed rate relative to back pressure between the integrated cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control and the motor-driven cylinder lubricator by the electronically controlled quill system equipped with an accumulating distributor for four kinds of cylinder lubricator speed as a parameter of driving pressure or plunger stroke (oil pipe length = 6.78 m, oil temperature = 45℃)

가하였다. 또한, 실험조건 범위 내에서 I.C.S.와 E.D.S.의 회전속도가 증가할수록 송출유량이 증가함도 알 수 있다.

I.C.S.의 구동압력이 26 bar에서는 배압에 따른 송출유량의 변화가 크지 않아 배압의 영향이 적음을 알 수 있고, 회전속도의 증가에 따라 송출유량은 약간 증가하고 있지만, 증가율이 크지는 않았다. 그러나 나머지 파라미터에 대한 송출유량은 I.C.S. 및 E.D.S. 모두 실린더 내의 배압이 증가할수록 감소하였는데, I.C.S.보다는 E.D.S.의 경우가 배압증가에 따른 감소율이 플런저 행정이 증가할수록 아주 크게 나타났다. 실제 대형 2행정 디젤기관의 주유압력 범위인 10 ~ 20 bar에서 배압의 변화에 대한 I.C.S.의 송출유량의 변동폭은 크지 않음을 알 수 있다. 이것은 본 연구에서 개발한 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템의 주요특징으로 최적 송출유량인지는 검토가 필요하지만, 배압이 높을수록 송출유량이 감소하는 단점이 보완되었다.

한편, 본 연구에서 시도한 I.C.S.는 E.D.S.보다도 동일한 실험조건에서 어느 경우에서나 송출유량이 적게 나타나고 있는데, 송출유량이 적은 것은 바람직하지만, 최적의 윤활조건에 맞는 송출유량인지에 대한 검토는 필요하다.

그림에서 E.D.S.의 경우에 배압이 증가할수록 송출유량이 감소하는 것은 송출속도가 작아지기 때문이고, 플런저 행정이 커질수록 송출유량이 증가하는 것은 송출체적이 증가되기 때문이다.<sup>10,11)</sup> 그러나 I.C.S.의 경우에는 토출압력인 주유기 구동압력이 축압분배기 내의 압력과 동일하고, 이 압력이 바로 쿨에 전달되고 있기 때문에 배압에 따른 압력손실이 적어 송출유량의 감소율이 상대적으로 아주 낮게 나타났다.

### 3.2 최대 토출압력

Fig. 4에는 주유관 길이가 6.78 m일 때, 회전속도를 60, 80, 100 및 120 rpm로 변화시켜 주유기 출구로부터 0.03 m 정도 떨어진 지점에서 플런저행정을 파라미터로 한 E.D.S.의 경우와 축압분배기 출구에서 구동압력을 파라미터로 한 I.C.S.의 경우에 대해 배압에 따른 최대 토출압력을 나타내고 있다.

그림에서 I.C.S.는 회전속도 및 배압에 관계없이 일체형 주유기의 구동압력인 26, 31, 36 및 41 bar에서 오일이 축압분배기로부터 토출되는 반면, E.D.S.의 경우는 최대 토출압력이 배압의 증가에 따라 직선적으로 증가되고 있지만, 플런저 행정과 회전속도의 영향은 아주 미미하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

E.D.S.의 경우에는 최대 토출압력이 각 배압보다 3 ~ 5 bar 정도 높게 나타나고 있고, 플런저 행정 및 주유기 회전속도에 관계없이 10 ~ 22 bar사이에서 토출되고 있다. 이것은 축압분배기 부착 전자제어 쿨 시스템 모터구동 실린더 주유기의 축압분배기 내에 설치된 어큐물레이터의 역할에 의한 것으로, 기존 순차적 정량분배기 부착 기계식 쿨 시스템의 쿨 내부에 있는 어큐물레이터에 장착된 다이어프램 방식이 아닌 피스톤 방식의 축압기를 사용하여 축압기능이 증대되었기 때문이다. 한편, 배압이 커질수록 E.D.S.의 경우에 최대 토출압력이 커지고 송출속도는 감소되어 송출유량이 작아졌다.

I.C.S.의 최대 토출압력이 배압과 회전속도에 관계없이 주유기 구동압력인 26, 31, 36 및 41 bar로 일정하게 유지되는 것은 축압분배기 내에 동일한 압력으로 설정된 전자제어장치가 설치되어 있기 때문이다. 그런데 주유기로부터 구동압력 이상으로 토출되는 경우에는 축압분배기 내의 축압기능에 의해 일정한 압력으로 제어되어 구동압력과 같은 압력으로 유지된다.

### 3.3 최대 송출압력

Fig. 5에서는 회전속도를 60, 80, 100 및 120 rpm로 변화시켜 최대 토출압력의 경우에서와 같은 실험조건에 대해 E.D.S.의 주유기 출구 및 I.C.S.의 축압분배기 출구로부터 6.76 m 정도 떨어진 지점에서 플런저 행정을 파라미터로 한 E.D.S.의 경우와 구동압력을 파라미터로 한 I.C.S.의 경우에 대하여 배압에 따른 최대 송출압력을 보여주고 있다.

그림에서 I.C.S.의 경우에는 배압이 증가할수록 최대 송출압력이 약간 증가하였다. 구동압력의 증가에 따라서는 앞에서 고찰한 최대 토출압력도 증가할 뿐만 아니라, 최대 송출압력도 증가하였다. 회

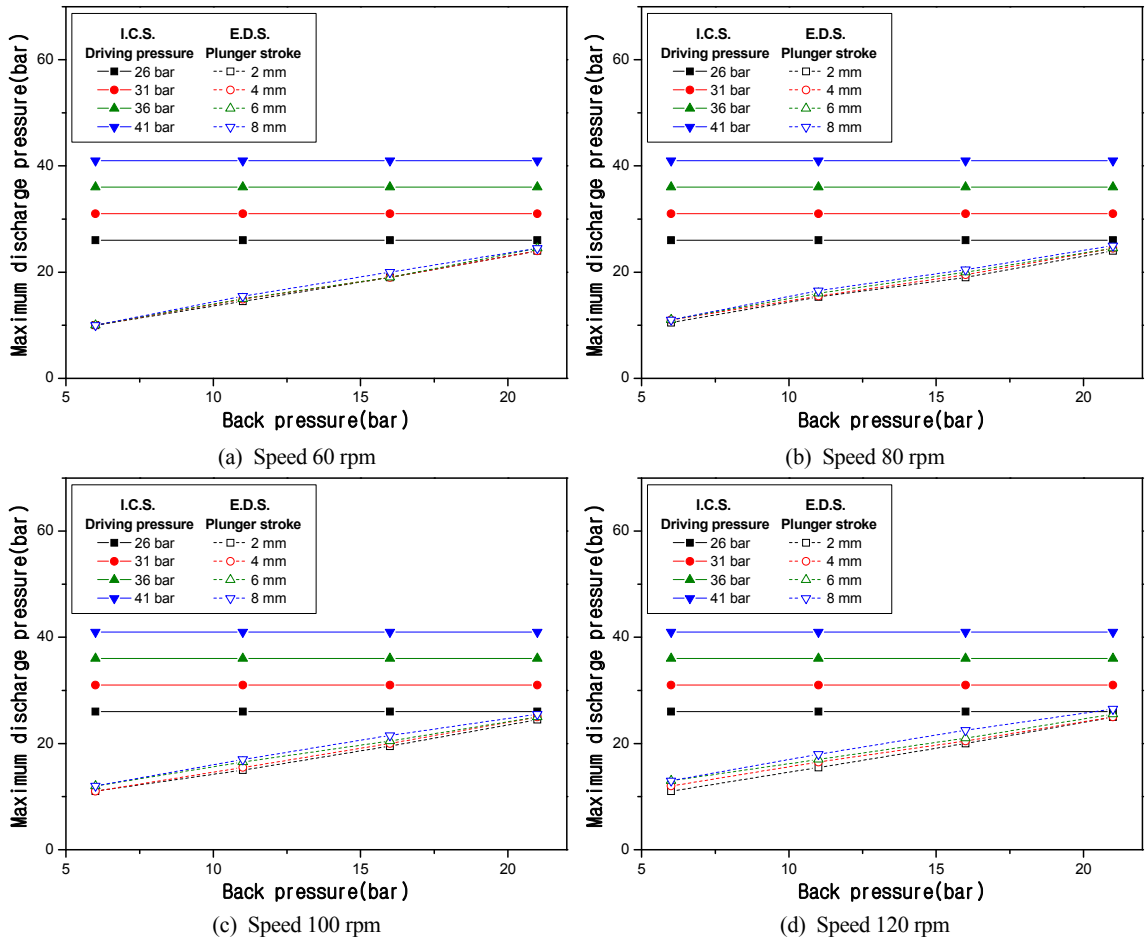


Fig. 4 Comparison of maximum discharge pressure relative to back pressure at an exit of accumulating distributor in the integrated cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control and a spot of 0.03 m away from the end of lubricating slot in the motor-driven cylinder lubricator by the electronically controlled quill system equipped with an accumulating distributor for four kinds of cylinder lubricator speed as a parameter of driving pressure or plunger stroke (oil pipe length = 6.78 m, oil temperature = 45 °C)

전속도의 증가에 따라서도 최대 송출압력은 증가하였다. Fig. 4에서 배압이 증가하여도 최대 토출압력은 변화하지 않고 일정하였지만, 최대 송출압력은 배압의 증가에 따라 약간 증가하는데, 이것은 배압이 높을수록 손실압력이 작아지기 때문이다.

한편, E.D.S.의 경우에는 배압의 증가에 따라 최대 송출압력이 각 배압보다도 1~2 bar 정도 높게 나타났다지만, 플런저 행정 및 주유기 회전속도의 영향은 나타나지 않고 거의 동일한 최대 송출압력을 보여주었다. 이와 같은 결과는 어큐물레이터를 제거한 이전연구<sup>3)</sup>의 경우와 유사한 것으로 쉘내 어큐물

레이터 역할이 크게 좌우되고 있음을 나타낸다.

#### 4. 결론

독자적 기술로 개발한 대형 2행정 디젤기관용 실린더 주유기에 대해 단계적으로 구조를 개선시켜 성능을 향상시켜 왔는데, 본 연구에서는 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템을 개발하여 모형 실린더에 배압을 걸어 주유시스템의 송출유량, 최대 토출 및 송출 압력의 특성을 조사하고 기존 축압분배기 부착 전자제어 쉘 시스템 모터구동 실

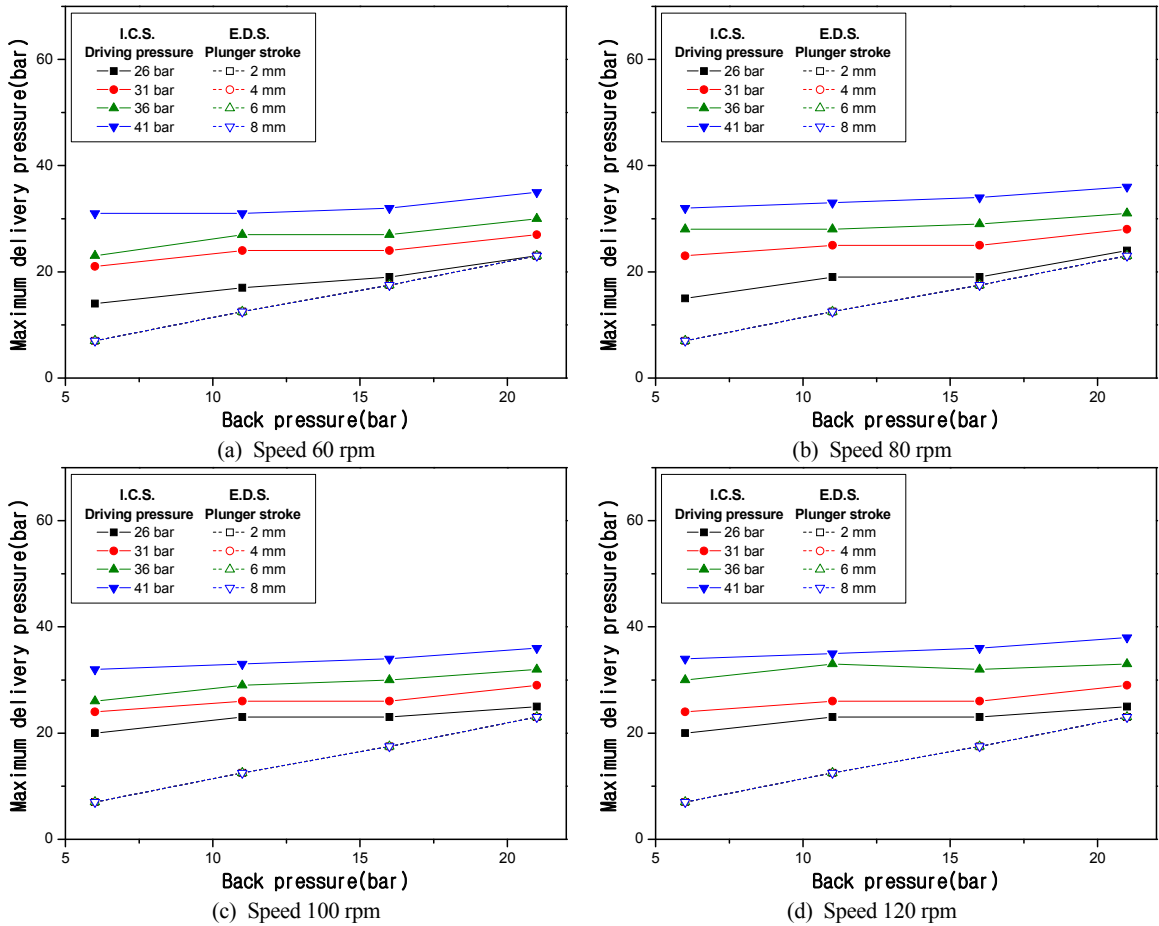


Fig. 5 Comparison of maximum delivery pressure relative to back pressure at a spot of 6.78 m away from an exit of accumulating distributor in the integrated cylinder lubricator system with an accumulated distribution by the electronic control and the end of lubricating slot in the motor-driven cylinder lubricator by the electronically controlled quill system equipped with an accumulating distributor for four kinds of cylinder lubricator speed as a parameter of driving pressure or plunger stroke (oil pipe length = 6.78 m, oil temperature = 45 °C)

린더 주유기와 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 동일한 배압, 회전속도 및 구동압력(플런저 행정)의 실험조건에서 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템(I.C.S.)은 축압분배기 부착 전자제어 쥘 시스템 모터구동 실린더 주유기(E.D.S.)보다 송출유량이 적게 나타났다. 또한, 송출유량은 I.C.S. 및 E.D.S. 모두 실린더 내의 배압이 증가할수록 감소하였는데, I.C.S.보다는 E.D.S.의 경우가 플런저 행정이 증가할수록 배압증가에 따른 감소율이 상당히 컸다.

2) 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템(I.C.S.)의 최대 토출압력은 회전속도와 배압에

관계없이 주유기의 구동압력인 26, 31, 36 및 41 bar 과 동일한 압력으로 토출되었다. 한편, 축압분배기 부착 전자제어 쥘 시스템 모터구동 실린더 주유기(E.D.S.)의 경우에는 최대 토출압력이 배압의 증가에 따라 직선적으로 증가되었지만, 플런저 행정과 회전속도의 영향은 미미하였다.

3) 일체형 전자제어 축압분배 실린더 주유기 시스템은 배압이 증가할수록 최대 송출압력은 약간 증가하였고, 회전속도 및 구동압력의 증가에 따라서도 최대 송출압력이 증가하였다. 그러나 축압분배기 부착 전자제어 쥘 시스템 모터구동 실린더 주유기의 경우에는 배압의 증가에 따라 최대 송출압



력이 각 배압보다도 1 ~ 2 bar 정도 높게 나타났지만, 플런저 행정 및 주유기 회전속도 영향은 아주 미미하여 최대 송출압력이 거의 일정하게 나타났다.

## 후 기

본 연구는 2단계 BK21 사업 및 공학연구원의 지원을 받아 수행되었기에 도움을 주신 관계자 여러분께 감사드린다.

## References

- 1) M. W. Bae, H. Jung and H. J. Ok, "A Study on Effect of Cylinder Back Pressure upon Feed Rate and Delivery Characteristics of Motor-Driven Lubricator in a Large Two-Stroke Diesel Engine," Transactions of KSAE, Vol.13, No.5, pp.19-28, 2005.
- 2) M. W. Bae, H. Jung, H. J. Ok and Y. Mochimaru, "The Effect of Back Pressure on Performance of Motor-driven Cylinder Lubricator in a Large Two-stroke Marine Diesel Engine," Proceedings of the 7th International Symposium on Marine Engineering ISME TOKYO 2005(ISME 2005-32-4), pp.1-7 (CD), 2005.
- 3) M. W. Bae, H. Jung, H. J. Ok, I. D. Kim and Y. Mochimaru, "Effect of Quill Accumulator upon Performance of Motor-driven Cylinder Lubricator in a Large Two-stroke Diesel Engine," Proceedings of the 18th Internal Combustion Engine International Symposium (Society of Automotive Engineers of Japan, Inc. JSAE ), pp.1-6(CD), 2005.
- 4) M. W. Bae, H. J. Ok and H. Jung, "A Study on Effect of Quill Accumulator upon Performance of Motor-driven Cylinder Lubricator Cylinder in a Large Two-stroke Diesel Engine," Transactions of KSAE, Vol.15, No.2, pp.115-125, 2007.
- 5) S. Baba, H. Tanaka and T. Kobayashi, "Electronically Controlled Cylinder Lubrication System," Journal of the Japan Institution of Marine Engineering, Vol.37, No.12, pp.29-33, 2002.
- 6) T. Jensen, "Swirl Injection Lubrication Low Cylinder Oil Consumption without Sacrificing Wear Rates," Journal of the Japan Institution of Marine Engineering Vol.37, No.2, pp.41-50, 2002.
- 7) M. Tanaka, "Improved Cylinder Lubricator," Journal of the Japan Institution of Marine Engineering, Vol.37, No.2, pp.32-40, 2002.
- 8) K. Sakaguchi and T. Yamamoto, "Latest Developments in Cylinder Lubricating Systems," Journal of the Japan Institution of Marine Engineering, Vol.40, No.2, pp.72-77, 2005.
- 9) M. W. Bae, H. Jung, I. D. Kim and C. H. Kang, "Feed Rate Characteristics of Motor-driven Cylinder Lubricator with Distributer and Electronic Control Quill in a Large Two-stroke Diesel Engine," 2006 Spring Conference Proceedings of the KSAE, Vol.I, pp.426-432, 2006.
- 10) M. W. Bae, H. Jung, Y. H. Jung, I. D. Kim and C. H. Kang, "Performance Characteristics of Motor-driven Cylinder Lubricator with Distributer and Improved Electronic Control Quill in a Large Two-stroke Diesel Engine," 2006 Fall Conference Proceedings of the KSAE, Vol.I, pp.213-219, 2006.
- 11) M. W. Bae, H. Jung and C. H. Bae, "A Study on Feed Rate Characteristics of Motor-driven Cylinder Lubricator by the Electronically Controlled Quill System Equipped with an Accumulating Distributer in a Large Two-stroke Diesel Engine," Transactions of KSAE, Vol.19, No.4, pp.91-98, 2011.
- 12) M. W. Bae, H. Jung and C. H. Bae, "Characteristics of Lubrication Inequality Rate for a Motor-driven Cylinder Lubricator by the Electronically Controlled Quill System Equipped with an Accumulating Distributer in a Large Two-stroke Diesel Engine," Proceedings of the Third International Symposium on Mechanics, Aerospace and Informatics Engineering 2009 (ISMAI-03 2009), pp.442-450, 2009.
- 13) M. W. Bae, H. Jung, M. H. Ahn, K. H. Kyung, Y. K. Kim and Y. Mochimaru, "Feed Rate Characteristics of Cylinder Lubricator Driven by Motor in a Large Two-Stroke Marine Diesel Engine," Proceedings of the Korea Conference on Liquid Atomization and Spray Systems 2003, pp.102-111, 2003.