EHA의 실용화 적용 사례 (3,000톤급 사출성형기의 개발)

Practical Application Example of an Electro Hydrostatic Actuator (Development of 3000 ton Injection Molding Machine)

박성환 · 박민규 · 정영우

S. H. Park, M. G. Park, Y. W. Joung

1. 서 론

최근에는 산업의 발달과 더불어 플라스틱 및 합성 수지를 사용한 정화조, 대형 물탱크 및 자동차 범퍼 등 대형 구조물의 사용이 증가하고 있다. 그림 1에 나타낸 바와 같이, 자동차 범퍼, Door Trim, 가정용 정화조 및 지게차 Pallet 등과 같은 규모가 큰 대형 구조물도 최근에는 3,000톤급 이상의 대형 사출성형기를 사용하여 사출성형방식으로 생산하고 있다.

자동차 범퍼와 같은 대형구조물을 생산하는 대형 사출성형기의 경우, 대형화에 따라 유압시스템으로 구동되는 이동부의 관성도 증가됨에 따라 고속의 제어가 어렵기 때문에 일반적으로는 사이클 타임 80~90 sec 이상 소요되는 느린 제어를 수행하고

있어 생산성 향상이 주요 문제점으로 지적되고 있다. 예를 들어 기존의 자동차 범퍼를 성형하는 대형 사출성형기는 기하급수적으로 늘어나는 자동차 생산량에 비해 생산기술의 낙후성으로 수요대비 공급에 적절히 대응하지 못하고 있다. 이는 플라스틱 제품을 생산하는 수요자가 고효율·친환경·고정밀도를 요구함에 따라, 요구하는 성형기술의 난이도는 높아져 가는데 다양하고 복합적 동작을 필요로 하는 사출성형기와 금형 제작의 기술이 현격히 떨어지기 때문이다. 이와 더불어 대형 사출성형기에 사용되는 유압시스템은 전기시스템에 비하여 에너지 효율이 매우 낮은 것이 단점이다. 그리고 작동유의 누설, 잦은 작동유의 교체 등으로 인하여 많은 환경오염의 문제를 원천적으로 내포하고 있는 것이 현황이다.

따라서 고효율·친환경·고정밀도의 사출성형기의 개발이 매우 절실하다.

2. 기존 대형 사출성형기 시스템 문제점

일반적으로 사출성형기는 금형의 이동을 위한 이송실린더, 금형을 일정한 힘으로 체결시키는 역할을 수행하는 고압 및 로크실린더와 사출이 완료된 후 금형을 해제시키는 이젝터실린더, 금형내에 액상의 수지를 공급시키는 역할을 수행하는 사출실린더 및 액상의 수지 공급을 위한 노즐을 금형의 위치까지 이동하는 노즐터치 실린더로 그림 2와 같이 구성되어 있다.

그림 2 기존 유압식 대형 사출성형기의 액추에이터 구성

그림 1 대형 사출성형기를 이용하여 제작된 플라스틱 제품 예

사출성형기에 적용되는 각 액추에이터는 유압 펌프와 전기모터, 그리고 제어밸브로 구성되는 일반적인 유압시스템을 적용하며 다양한 액추에이터 종류와 그 용도에 따라 요구되는 압력 및 속도 사양이 각각 상이하므로 시스템 구동 시 아래와 같은 다양한 문제점들이 발생한다.

2.1 대형 사출성형기용 유압시스템의 사용자 입장에서의 문제점

대형 사출성형기용 유압 시스템의 사용자 입장에서의 문제점은 다음과 같다.

- ① 배관 작업이 복잡하다.
- ② 배관을 위한 많은 공간이 필요하다.
- ③ 기름의 누설을 피할 수 없다.
- ④ 정밀제어를 위해서 서보밸브를 사용하는 경우 제어를 위한 조정이 매우 어렵다.
- ⑤ 헌팅이 발생하기 쉽기 때문에 대책이 필요하다.
- ⑥ 제어밸브를 사용하는 경우 시스템의 에너지 전달 효율이 극히 낮다.
- ⑦ 작동유의 온도 상승이 문제가 되며, 냉각장치를 필요로 한다.

2.2 대형 사출성형기용 유압시스템의 구성의 문제점

그림 3에 나타난 유압회로는 대형 사출성형기에 적용되고 있는 가장 일반적인 유압시스템의 구성을 나타낸다. 전동기의 회전 에너지가 유압펌프에 의해 유압에너지로 변환되며, 그 유압에너지로 유압 액추에이터를 구동하여 기계출력을 부하에 전달하도록 구성되어 있다.

① 고정용량의 유도 전동기를 사용하는 경우, 유압 펌프는 항상 일정량의 유량을 토출하게 되며, 부하가 에너지를 필요로 하지 않고 액추에이터가 일을 하지 않는 경우에는 유압펌프가 만들어낸 유압에너지는 모두 릴리프밸브를 경유하여 저유기로 돌아간다. 따라서 일에 기여하지 않은 유압에너지는 대부분 열로 변환되므로 저유기의 온도가 급격히 상승하게 된다. 이와 같은 경우 냉각기를 사용하여 유온을 방열하게 된다. 따라서 에너지 손실이 매우 크다.

② 일반적으로 전기모터 1대에 1대의 유압 펌프를 연결하여 다수의 실린더 또는 유압모터를 구동하는 것은 유압시스템의 특징이지만, 경우에 따라서는 큰 결점이 될 수도 있다. 즉, 10개의 액추에이터

가 병렬로 연결되어 있는 경우 전기모터와 유압 펌프의 용량은 모든 액추에이터 용량의 합계에 안전율을 곱해서 결정한다. 그러나 실제로 모든 액추에이터를 동시에 사용하는 경우는 극히 드물고 일반적으로 순차적으로 사용하기 때문에 과도한 설계사양의 선정으로 인한 시스템 가격의 상승 및 에너지 손실이 발생한다.

③ 제어밸브, 릴리프밸브, 유압회로 등 유압 회로 중에 존재하는 오리피스들은 에너지 손실이 많이 발생한다.

그림 3 기존 대형 사출성형기 액추에이터의 일반적인 유압시스템 회로 구성

2.3 대형 사출성형기용 전동시스템 실용화의 문제점

그림 4는 일본 Toshiba社의 3,000톤급 전동식 사출성형기를 나타낸다. 전기모터로 구동되는 사출성형기는 유압시스템에 비하여 시스템의 구성이 매우 간단하며 작동유의 누설과 같은 오염원이 없기 때문에 매우 청결하고 소음의 발생 또한 매우 작아 편리하게 사용이 가능하다.

그림 4 형체력 3,000 Ton 급 전동식 사출성형기(일본 Toshiba社)

그러나 구동시스템이 대형화 될 경우, 전기모터를 사용하여 큰 힘이나 큰 토크의 발생 자체가 불가능한 것은 아니지만, 전기모터의 용량이 상승함에 따라 가격 이 기하급수적으로 상승하게 되며 전기모터의 제어를 위한 장치의 구성도 매우 복잡하게 되어 실용화의 큰 문제점으로 대두되고 있다.

3. 3000톤급 사출성형기의 EHA 적용

기존의 대형사출성형기는 유압시스템이 가지는 다양한 문제점을 내포하고 있기 때문에 유압시스템과 전동시스템의 장점인 고출력 특성과 고효율 특성 모두를 그대로 유지하면서, 유압시스템의 단점인 누설과 복잡한 배관을 없애거나 최소화하여 동력분산 구동방식을 실현한 새로운 개념의 전기·유압 하이브리드 액추에이터인 EHA 시스템을 대형사출성형기에의 적용하여 사출성형기의 고효율·친환경·고성능화를 실현하고자 하였다.

EHA를 적용한 3,000톤급 사출성형기는 전기식 및 유압식 액추에이터의 장점인 고출력, 고응답성, 정밀제어 특성을 겸비함과 동시에 전기모터의 속도/토크 제어를 통한 제어의 유연성이 확보될 수 있으며, 동시에 제어밸브 사용을 배제함으로써 에너지 절감 효과의 극대화를 실현할 수 있다.

그림 5는 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기의 전체적인 시스템 구성을 나타내고 있다.

그림 5 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기의 구성

EHA를 적용한 3,000톤급 사출성형기는 유압회로를 폐회로로 구성하기 때문에 작동유의 외부 누설이 거의 존재하지 않는다. 또한, 전기모터의 토크와 회전수를 제어함으로써 유압 액추에이터의 최대 출력 토크와 최대 속도를 자유롭게 제어하여 릴리프 밸브를 배제할 수 있는 밸브리스 형태의 시스템으로, 전체 사출형형 시스템에 적용되는 6종의 액추에이터의 사양선정 및 설계를 수행 하였으며 사양선

정 및 설계근거를 바탕으로 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기의 시제품을 제작 하였다.

3.1 이송 실린더의 제작

이송 실린더부는 금형의 개폐 동작을 구동시키는 부분으로 약 50톤에 이르는 금형과 구조물을 고속으로 이송시키는 역할을 한다. 편로드 실린더의 특성상 일반적인 유압 회로를 구성할 경우 개폐시의 실린더 단면적의 차에 의하여 형개 속도가 형폐 속도의 절반 정도로 줄어들게 되어 공정 시간이 증가하게 되며 이러한 속도 차이를 줄이고 고속으로 형개 동작을 가능하게 하기 위하여 차동 회로를 추가 하였다.

그림 6과 7은 3,000톤급 사출성형기의 이송실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도 나타낸다 또한, 실제 제작된 이송실린더를 그림 8에 나타내었다.

그림 6 3,000톤급 사출성형기의 이송실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>

그림 7 3,000톤급 사출성형기의 이송실린더용 EHA의 유압회로도

표 1 3,000톤급 사출성형기의 이송실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kgf)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kgf/cm ²)
220	155	60,000	50/50	175/175
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
250	82	2,000	2,500	388

그림 8 3,000톤급 사출성형기의 이송실린더 시제품

3.2 고압 실린더의 제작

고압 실린더부는 금형을 체결 한 후 사출 공정 시 사출압력에 의해 체결된 금형이 벌어지지 않도록 형체력을 유지시키는 역할을 한다. 기존 형체부의 이동 플레이트는 2 플레이트 방식으로 타이바에 이동부를 체결시키는 고정 플레이트와 금형을 밀착시키는 금형 플레이트로 나누어져 있었다. 본 연구에서는 고정 플레이트를 제거하고, 금형 플레이트에 고압 실린더와 로크 실린더를 포함시켜 금형 플레이트만으로 형체부를 구성하여 이송부의 중량을 감소시켜 시스템의 경량화 및 고속동작이 가능하도록 하였다.

기존 2 플레이트 방식에서는 로크 동작시에 4개의 고압 실린더가 기계적으로 구속되어 있어 하나의 펌프와 모터로 기계적인 위치 동조가 가능하였으나, 1 플레이트 방식으로 변경 할 경우 각각의 고압 실린더가 부하 상태에 따라 변위가 다르게 나타난다. 그러므로 각 고압 실린더가 정해진 로크 위치에 도달하였을 경우 솔레노이드 밸브를 이용하여 위치를 고정 할 필요가 있다.

그림 9와 10은 3,000톤급 사출성형기의 고압실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도 나타낸다 또한, 실제 제작된 이송실린더를 그림 11에 나타내었다.

그림 9 3,000톤급 사출성형기의 고압실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>

그림 10 3,000톤급 사출성형기의 고압실린더용 EHA의 유압회로도

표 2 3,000톤급 사출성형기의 고압실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kgf)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kgf/cm ²)
675	600	10,000	0.45/2	215/70
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
200	82	2,000	2,500	388

그림 11 3,000톤급 사출성형기의 고압실린더 시제품

3.3 이젝터(Ejector) 실린더의 제작

이젝터 실린더부는 성형된 제품을 금형으로부터 밀어내어 취출하는 역할을 한다. 이동플레이트의 뒷면에 장착되어 이젝터 실린더를 통해 전/후 동작을 하며 제품을 취출하는데 있어 제품 및 금형의 손상을 가져올 수 있으므로 사양선정 및 설계에 주의해야 한다

그림 12와 13은 3,000톤급 사출성형기의 이젝터실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도 나타낸다 또한, 실제 제작된 이젝터실린더를 그림 14에 나타내었다.

그림 12 3,000톤급 사출성형기의 이젝터실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>

그림 13 3,000톤급 사출성형기의 이젝터실린더용 EHA의 유압회로도

표 3 3,000톤급 사출성형기의 이젝터 실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kg _f)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kg _f /cm ²)
190	135	1,000	22/44	175/70
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
200	64	2,500	3,000	300

그림 14 3,000톤급 사출성형기의 이젝터 실린더 시제품

3.4 사출(Injection) 실린더의 제작

사출 실린더부는 금형의 형폐가 완료되고 노즐 터치의 동작이 완료되면 스크류가 피스톤 역할을 하여 전진하고 스크류 실린더내의 용융플라스틱을 금형안으로 사출한다. 사출시의 사출압력은 매우 높기 때문에 사출실린더를 전진 시켜 금형안에 사출된 용융플라스틱이 고체화 될 때 까지 일정압력으로 유지시키는 역할을 한다.

플라스틱 사출물을 금형내에 충전 시 플라스틱 사출물이 냉각되면서 수축하게 되는데 수축된 상태로 고화시키면 제품의 표면에 싱크마크(Sink Mark)와 내부기포에 의해 제품불량이 발생하게 된다. 이와 같은 현상을 방지하기 위하여 고화하지 않은 상태에서 사출압력을 유지해 주면서 플라스틱 수지가 수축한 만큼 수지공급 압력을 유지해 주는 것을 보압제어라고 하며 사출실린더를 제어함에 있어 중요한 부분이다.

그림 15와 16은 3,000톤급 사출성형기의 사출실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도 나타낸다 또한, 실제 제작된 사출실린더를 그림 17에 나타내었다.

그림 15 3,000톤급 사출성형기의 사출실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>
그림 16 3,000톤급 사출성형기의 사출실린더용 EHA의 유압회로도

표 4 3,000톤급 사출성형기의 사출실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kgf)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kgf/cm ²)
370	180	5,000	9.4/7.9	210/70
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
200	82	2,300	2,800	388

그림 17 3,000톤급 사출성형기의 사출 실린더 시제품

3.5 노즐터치(Nozzle Touch)실린더의 제작

노즐터치 실린더부는 용융된 수지를 금형에 주입하기 위해 노즐과 금형을 밀착시키거나, 후퇴시키는 역할을 하며 노즐터치 실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도, 실제 제작된 사출실린더는 그림 18~20에 나타내었다.

그림 18 3,000톤급 사출성형기의 노즐터치 실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>
그림 19 3,000톤급 사출성형기의 노즐터치 실린더용 EHA의 유압회로도

표 5 3,000톤급 사출성형기의 노즐터치실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kgf)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kgf/cm ²)
155	100	10,000	28/16	140/140
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
100	22	2,000	2,500	104

그림 20 3,000톤급 사출성형기의 노즐터치 실린더 시제품

3.6 로크(Locking Unit)실린더의 제작

로크 실린더부는 이동플레이트와 고정 플레이트 사이의 금형에 고압의 형체력으로 가압시 이동 플레이트의 후퇴를 방지하기 위하여 이동 플레이트를 타이바에 로크시키는 기능을 한다.

본 연구에서는 4개의 액추에이터를 1세트의 파워 유닛으로 묶는 통합구성 방식을 적용 하였으며 로크 실린더용 EHA의 개략도와 유압회로도, 실제 제작된 사출실린더는 그림 21~23에 나타내었다.

그림 21 3,000톤급 사출성형기의 로크 실린더용 EHA의 개략도

※ DONGSHIN HYDRAULICS <http://www.dongshin.net/>

그림 22 3,000톤급 사출성형기의 로크 실린더용 EHA의 유압회로도

표 6 3,000톤급 사출성형기의 로크실린더 사양

실린더 직경 (mm)	로드경 (mm)	하중 (kgf)	이송 속도 (cm/sec)	사용 압력 (kgf/cm ²)
80	55	2,000	15/30	140/140
펌프 배제용적 (cc/rev)	모터 용량 (kW)	정격 속도 (rpm)	최대 속도 (rpm)	정격 토크 (N-m)
80	18.5	2,500	3,000	88

그림 23 3,000톤급 사출성형기의 로크 실린더 시제품

4. EHA를 적용한 3,000톤급 사출성형기의 성능평가

3,000톤급 사출성형기의 형체, 고압, 이젝터, 사출, 노즐터치, 로크실린더에 각각 적용 가능한 EHA를 개발 및 적용 하였으며 완성된 3,000톤급 사출성형기의 성능평가 주요항목인 형체력 및 사이클타임 성능시험을 수행하였다.

4.1 형체력

사출성형기 설계 시 가장 먼저 고려해야 하는 요소 중의 하나로서 사출파트의 사출압에 대응하여 금형의 피팅이 벌어지지 않도록 대응하는 힘이라 할 수 있다. 표 7은 본 연구를 통해 개발한 3,000톤급 사출성형기의 형체력 정량적 목표이며 형체력 시험 수행 결과 고압 실린더 설계 210 Bar 기준 3,000ton의 추력을 발생하므로 그림 24의 고압실린더 압력 시험결과 210Bar 이므로 정량적 목표 3,000ton을 만족한다.

표 7 형체력 정량적 목표

평가 항목	단위	연구개발전 국내수준	최종 기술개발 결과
형체력	(ton)	3,000	3,000

그림 24 형체력 시험 결과

4.2 사이클 타임

사출성형기의 사이클 타임은 1제품을 생산하는데 소요되는 1공정의 시간을 말한다. 제품 생산의 효율성과 원가절감에 까지 영향을 미치므로 사출성형기의 중요한 성능지표라 할 수 있다. 표 8은 본 연구의 사이클타임 정량적 목표를 나타내며 사이클 타임 시험결과 목표 40~50 sec 대비 44.9 sec 이므로 목표성을 만족한다.

표 8 사이클타임 정량적 목표

평가 항목	단위	연구개발전 국내수준	최종 기술개발 결과
사이클 타임	(sec)	80	44.9

금 행 명 : 1

통계공정관리

성형 수량	공정 시간	형개완료 위치	사출 시간	보압절환 위치	쿠션 위치	계량 시간	계량완료 위치	NOZ
number	sec	mm	sec	mm	mm	sec	mm	°c
9550	44.9	808.3	7.4	49.7	49.6	0.0	46.8	28
9549	44.9	808.7	7.4	49.5	49.4	0.0	46.5	28
9548	44.9	807.6	7.4	49.8	49.5	0.0	46.7	28
9547	44.9	807.6	7.4	49.5	49.3	0.0	46.5	28
9546	45.0	808.0	7.5	49.5	49.1	0.0	46.5	28
9545	44.9	808.0	7.4	49.6	49.3	0.0	46.5	28
9544	44.8	808.3	7.5	49.4	49.1	0.0	46.3	28
9543	45.0	807.6	7.4	49.4	49.3	0.0	46.5	28
9542	44.9	808.5	7.4	49.6	49.3	0.0	46.5	28
9541	44.9	808.0	7.4	49.6	49.5	0.0	46.6	28
최대값	45.1	810.4	7.5	49.8	49.6	0.0	46.9	28
최소값	44.8	807.6	7.4	49.2	49.1	0.0	46.2	28
평균값	44.9	808.0	7.4	49.6	49.3	0.0	46.5	28

그림 25 사이클 타임 결과(공정시간 평균 44.9초)

4.3 이젝터력

이젝터 실린더 설계 175bar 기준 50Ton의 추력을 발생하므로 그림 26의 이젝터 압력 시험결과 180bar 이므로 정량적 목표 50ton 대비 50ton 이상 이므로 만족한다.

표 9 이젝터력 정량적 목표

평가 항목	단위	연구개발전 국내수준	최종 기술개발 결과
이젝터력	(ton)	50	50

그림 26 이젝터력 시험 결과

4.4 이젝터 속도

이젝터 속도 시험결과 정량적 목표 170mm/sec 대비 220mm/sec 이므로 만족한다.

표 10 이젝터 속도 정량적 목표

평가 항목	단위	연구개발전 국내수준	최종 기술개발 결과
이젝터력	(mm/sec)	170	220

그림 27 이젝터 속도 시험결과

4.5 드라이 사이클

드라이사이클 타임(Dry cycle time)은 사출성형기의 능력을 나타내는 성능 지표로서 성형재료를 공급하지 않고 성형기를 공운전 하였을 경우 1사이클에 소요된 최소작동 시간을 말한다.

본 연구의 사출성형기 설계지침은 EUROMAP 규격 및 지침을 준수하였으며 EUROMAP 기술위원회의 드라이사이클 관련 지침 기준은 아래와 같다.

※ EUROMAP : 유럽의 플라스틱 및 고무기계 제조업체 연합으로 모든 관련 산업제품은 EUROMAP 규격을 준수한다.

- ① 드라이 사이클타임은 사출 계량동작 없이 작동한다.
- ② 드라이사이클타임은 형폐시간, 형개시간, 딜레이 타임 등을 포함한 형체측의 한 사이클 시간이 말한다.
- ③ 형폐시간은 최대형체력의 70%를 적용하여 이동 다이플레이트의 형폐동작 시작에서부터 완료까지의 시간이다.
- ④ 형개시간은 이동 다이플레이트의 형개동작 시작에서부터 완료까지의 시간이다.

- ⑤ 딜레이타임은 드라이사이클 동안에 발생하는 유지시간 모두를 포함한다.
- ⑥ 최대형체력의 70%, 형개폐 스트로크의 70%, 동작들 사이에 대기시간들이 필요할 수 있으나 이 시간들은 드라이사이클에 포함하지 않는다.

표 11은 드라이사이클의 정량적 목표를 나타내며 시험결과 목표 11.5sec 대비 8.8sec이므로 만족하며 그림 28은 결과를 나타낸다.

표 11 드라이 사이클 정량적 목표

평가 항목	단위	연구개발전 국내수준	최종 기술개발 결과
드라이 사이클	(sec)	11.5	8.8

그림 28 드라이 사이클 정량적 목표

4. EHA를 적용한 3,000톤급 사출성형기

그림 29~32는 최종적으로 개발된 EHA를 적용한 3,000톤급 사출성형기의 3D 도면과 제작된 시제품을 나타낸다.

그림 29 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기 3D도면

그림 30 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기 구성

그림 31 3,000톤급 유압식 사출성형기 시제품 주요 파트

그림 32 제작된 EHA를 적용한 3,000톤급 유압식 사출성형기 시제품

4. 결 론

최근에 각광 받고 있는 산업의 키워드는 신재생 에너지 또는 에너지 절감이라 할 수 있으며 EHA 또한 기존의 유압시스템과 비교하여 소형이며 매우 컴팩트한 유압식 액추에이터의 구성이 가능하며 특히 유압시스템의 에너지 전달효율을 획기적으로 개선하여 에너지 절감 효과를 극대화 할 수 있으므로 많은 관심이 증폭되고 있다.

본 연구에서는 소형, 경량화와 유압시스템의 에너지 전달 효율을 극대화한 EHA를 독자적으로 개발하여 3,000톤급 사출성형기의 형체실린더, 사출실린더, 노즐터치실린더, 이젝터실린더에 각각 적용함으로써 사출성형기용 액추에이터의 소형 컴팩트화를 실현하고, 유압식 사출성형기의 특성을 그대로 유지하면서, 최근 일본과 유럽을 중심으로 개발이 진행되고 있는 전동식 사출성형기의 특성을 추가하여 사출성형기의 고효율 고성능화를 실현 하였다.

향후 EHA와 같은 전기모터와 유압시스템의 장점만을 결합한 전기·유압 하이브리드 액추에이터를 적용하여 고성능 및 고정밀 제어성능 뿐만 아니라 소프트웨어의 변화만으로 다양한 액추에이터의 요구조건 변화시킬 수 있는 유연성을 확보와 에너지의 절감을 실현할 수 있다면 세계시장에서 사출성형기 산업을 한국이 주도할 수 있을 것으로 사료되며 기술적 파급효과는 매우 클 것으로 사료 된다.

참고문헌

- 1) M. Pachter, C. H. Houppis and K. Kang, "Modelling and Control of an Electro-hydrostatic Actuator," International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 7, pp. 591-608, 1998.
- 2) Jean de Lafontaine and Yvon Desjardins, "Sliding-Mode Control of a Servomotor-Pump in a Position Control Application," Electrical and Computer Engineering, pp.1287-1291, 2005.
- 3) K. Kang, M. Pachter and C. H. Houppis and S. Rasmussen, "Modeling and Control of an Electro-Hydrostatic Actuator," Aerospace and Electronics Conference, vol. 1, pp. 545-556, 1995.
- 4) M. Pachter and C. H. Houppis, "Electro-pneumatic and Electrohydraulic Instruments: Modeling of.", CRC press, 2000.
- 5) Hans Svensson, Johan Andersson and Karl-Erik Rydberg, "Modeling of Losses and Temperature calculations in fluid power systems,"Scandinavian international conference on fluid power, pp. 569-581, 1999.
- 6) Andersson, J., Krus, P., Nilsson, K. and Storck, K., "Modelling and Simulation of Heat Generation in Electro-Hydrostatic Actuation Systems," In proc. of the 4th JHPS Int. Symposium on Fluid Power, Tokyo, Japan, November 15-17, 1999.
- 7) Nilsson K., Andersson J. and K. Petter, "Method for Integrated Systems Design - A study of EHA systems," Recent Advances in Aerospace Hydraulics, November 24-25, 1998.
- 8) Habibi, S. R., Pastrakuljic, V. and Goldenberg, A. A., "Model Identification and Analysis of a High Performance Hydrostatic Actuation System," Society of Automotive Engineers Inc., vol. 109, pp. 367-376, 2000.

[저자 소개]

박성환(책임저자)

E-mail : shpark01@pusan.ac.kr

Tel : 051-510-3053

1990년 부산대학교 정밀기계공학과 학사, 1992년 동대학원 석사, 1996년 동대학원 박사, 1998년-2000년 Tokyo Institute of Technology Post-Doc., 2001년-2002년

University of Bath Royal Society Post-Doc. 2002년-2005년 Tokyo Institute of Technology Researcher, 2005년 Tokyo Institute of Technology 대학원 이공학연구과 기계제어시스템전공 박사, 2005년-현재 부산대학교 산학협력중점 교수. 관심분야는 전기·유압서보시스템의 설계 및 제어, 수압시스템의 설계 및 제어, 철도차량브레이크 시스템.

대한기계학회, 한국정밀공학회, 유공압건설기계학회, 한국철도학회, 한국마린엔지니어링학회, 일본 Fluid Power System 학회 회원, 현재 현대로템 기술정책 자문위원

박민규

E-mail : pmg80@pusan.ac.kr

Tel : 051-510-3077

2009년 부산대학교 기계공학부대학원 석사 졸업, 동년 동대학원 박사과정 입학, 유압제어시스템 및 철도차량 제동 시스템에 관한 연구 업무에 종사, 현재 유공

압건설기계학회 학생 회원

정영우

E-mail : ywjoung@pusan.ac.kr

Tel : 051-510-3077

1992년 부산대학교 기계공학부대학원 석사 졸업, 동년 동대학원 박사과정 입학, 유압제어시스템 및 전기·유압서보시스템의 설계 및 제어, 에너지 절감형 유압 시

스템에 관한 연구 업무에 종사, 현재 유공압건설기계학회 학생 회원