

한국기계연구원의 유공압건설기계 관련 정부과제 수행 현황 소개

Introduction of government projects of KIMM related to hydraulics, pneumatics and construction equipments

함영복 · 김홍욱 · 안병철

Young-Bog Ham, Hong-Uk Kim and Byeung-Cheol An

1. 서 론

건설기계는 대부분 큰 동력을 필요로 하기 때문에 동력을 효과적으로 발생시켜 전달하기 위한 시스템으로 주로 유압 혹은 공압 시스템을 채택한다.

유압 시스템의 대표적인 동력발생장치는 ‘펌프’이고, 공압시스템의 대표적 동력전달장치는 고압에서는 ‘압축기’. 대유량에서는 ‘블로워(blower)’, 음압에서는 ‘진공펌프’등이 있다. 예외적으로, 열에너지를 전달하는 시스템은 ‘히트펌프’라고 한다.

Table 1 한국기계연구원의 유공압 관련 과제현황

No	과 제 명	연구기간	지원기관
1	유압구동밸브 상태감시를 위한 성능시험 시스템 및 평가기술개발	2017-09-05 ~ 2020-12-31	산업통상자원부
2	20인치 이상 입구경을 갖는 대용량 극저온 고진공 펌프 개발	2017-12-01 ~ 2020-11-30	산업통상자원부
3	Hybrid형 자기베어링 구조의 대용량 터보분자펌프 개발	2020-04-01 ~ 2022-12-31	중소벤처기업부
4	디스플레이반도체 공정장비용 1.3E8mbar이하 초고진공 터보분자펌프 기술개발	2019-11-01 ~ 2020-10-31	산업통상자원부
5	에너지 15% 절감 굴삭기용 HILS 기반 전자유압 제어기술 개발	2017-05-01 ~ 2020-03-31	산업통상자원부
6	보조축 조향 축하중 10톤급 전동 유압식 동기형 조향시스템 개발	2019-06-26 ~ 2021-06-25	산업통상자원부
7	에너지 절감형 1,000HP급 VSD 터보 공기압축기 개발	2019-09-01 ~ 2020-05-31	산업통상자원부
8	실시간 에너지 모니터링 기반의 스마트 부하연동이 가능한 제조공정용 중대형 펌프 효율 극대화 기술개발	2016-05-01 ~ 2020-07-31	산업통상자원부
9	50kW급 입형 다단 스마트 소방펌프 시스템 개발	2020-04-01 ~ 2022-12-31	산업통상자원부
10	원자력/화력발전소의 터빈 스팀밸브 제어용 유압서보액추에이터	2020-01-01 ~ 2020-12-31	산업통상자원부
11	예지정비 가능한 20톤급 스마트 굴착기용 직구동식 전자제어 메인 펌프 개발	2019-05-01 ~ 2020-02-29	산업통상자원부
12	드론기반의 Water Fog 분사시스템 개발	2020-04-01 ~ 2022-12-31	국토교통부
13	액화수소 충전소용 100 kg/h, 90MPa급 극저온 왕복동 펌프 개발	2019-12-01 ~ 2020-06-30	산업통상자원부

이러한 유공압 시스템은 동력발생 및 전달이 필요한 대부분의 기계시스템의 핵심 장비이며 One Source Multi Use가 가능하여 해외기술에 잠식되지 않는 국산화 기술이 필요함과 동시에 전세계적 선두기업을 확보해야하는 분야이다. 따라서 국내 정부 출연연구소는 펌프, 압축기, 팬, 진공펌프 등의 개발을 위한 다양한 정부지원 R&D를 수행하고 기업에 기술이전을 목표로 한다.

본 기술해설서에서 저자의 소속기관인 정부출연 연구소인 한국기계연구원에서 2020년 11월 9일을 기준으로 현재 수행 중인 유공압 건설기계와 관련된 정부지원 R&D를 소개한다. 아울러 저자가 과제 책임자로 있는 과제 3건에 대해서는 요약하여 소개한다. 본 기술해설 원고는 국내 유공압 건설기계에 대한 정부출연 연구기관인 한국기계연구원의 최근 연구현황 파악에 도움이 되고자 작성되었다.

2. 한국기계연구원 유공압 관련 국책과제

Table 1은 한국기계연구원에서 수행 중인 대표적인 정부지원 연구과제 15건을 소개한다. 유압, 공압, 공기압, 펌프, 압축기 등의 키워드로 검색된 결과들이다. 검색은 한국기계연구원의 인트라넷 연구관리 서비스(PMS)를 사용하였다. 범용적으로 사용되는 범용적인 유공압 시스템의 특성상 검색에 포함되지 않은 과제가 있을 수 있다. 2020년도 정부지원으로 수행 중인 연구과제는 15건으로 유공압 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있다. 유공압 시스템 관련 기술은 그 규모가 크고, 연구비 소요가 많아 정부지원 없이는 수행이 어려운 것이 현실이다.

유공압 시스템의 연구개발 트렌드로 스마트 지능화-자동화를 추진 중이지만, 여전히 펌프나 압축기 등 기자재를 개발하는 연구도 수행되고 있다. Table 1에 나타나듯 성능시험이 1건(1번), 전자기술과 융합한 제어/정비 기술이 3건(7번, 10번, 13번)이며 나머지 11건은 유공압 기자재 혹은 시스템 개발에 관련된 것이다. 최근 트렌드가 기자재의 지능화-자동화로 운영시스템을 하나의 패키지로 만드는 것이지만 여전히 소재, 부품, 장비와 같은 산업 핵심 기술에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 1은 각 과제의 연구기간을 나타낸 것이다. 연구기간의 경우 정산기간은 반영하지 않은 실제 연

구기간만으로 표기하였다. 가장 많은 연구기간은 2~3년으로 중·단기과제는 많지만 5년을 초과하는 장기과제가 없는 것을 알 수 있다.

Fig. 2는 과제의 전담기관을 나타낸 것이다. 15건 중 13건이 산업통상자원부의 지원으로 수행 중인 과제이다. 위에서 설명한 것과 같이 산업핵심기술인 유공압 기자재에 대한 연구가 활발하기 이루어지고 있어 산업통상자원부의 지원이 가장 많은 것으로 보인다.

결론적으로 유공압건설기계에 대한 연구의 경우, 2020년도 총 15건의 정부지원 과제가 수행되는 있고, 지능-자동화가 트렌드라고 하지만 여전히 산업핵심기술인 기자재나 시스템 개발이 주를 이루고 있으며, 연구기간은 2~3년의 중·단기과제가 주로 수행되고 있고, 산업통상자원부의 지원이 가장 많은 것을 확인할 수 있다.

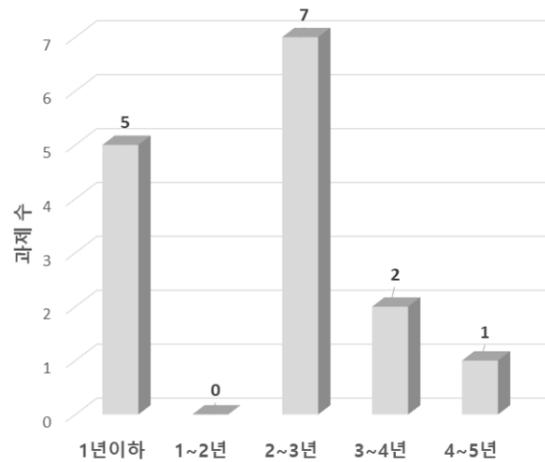


Fig. 1 The number of projects according to the research period

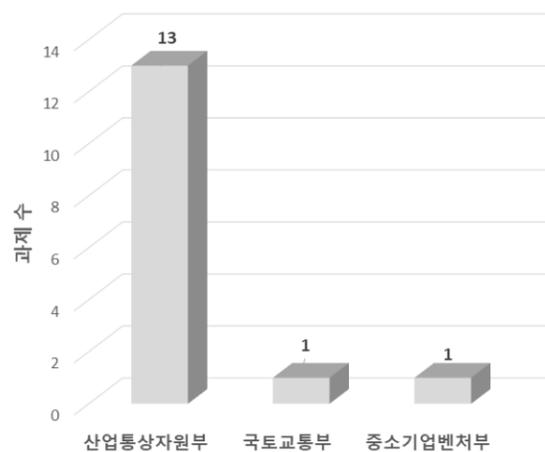


Fig. 2 The number of projects according to the agency in charge

3. 세부과제 소개

3.1 예지정비 가능한 20톤급 스마트 굴착기용 직구동식 전자제어 메인 펌프 개발

최근 건설현장에서의 인력수급 및 안전사고 부담, 건설기계로 인한 환경오염 문제에 대한 해결방안으로 스마트 건설기계 관련 기술개발에 대한 필요성이 증대되고 있다.

이와 같은 추세에 따라 해당기술은 미래형 스마트 굴착기에 적용을 목표로 하고 있으며, 메인펌프의 기계식 레귤레이터를 직구동식 전자제어 사판작동기로 대체하여 굴착기의 성능개선이 가능한 기술이다.

이를 위해 부하감응 방식의 빠른 응답과 낮은 히스테리시스의 제어기와 구동 메커니즘을 Fig. 3, 4와 같이 개발하여 적용할 계획으로 시스템의 빠른 동특성은 메인펌프의 효율이 좋고 엔진의 연료소비율이 낮은 영역까지 작동범위를 확장하여 굴착기의 연료소비율을 EPPR 시스템과 비교하여 25% 이상 개선될 것으로 보인다. 또한, 센서 다중화를 통한 Fault Tolerance 시스템을 구축하여 전자식 작동기 고장 시에 기계식 작동기가 백업하여 기능안전과 신뢰성을 향상시킬 계획이다.

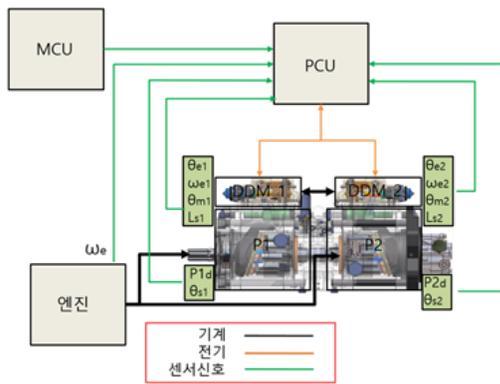


Fig. 3 Direct drive electronic control main pump system configuration

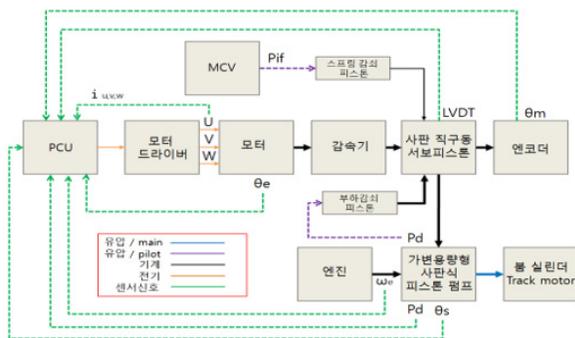


Fig. 4 System configuration and signal flow

3.2 드론기반의 Water Fog 분사시스템 개발

미세먼지에 대한 범국민적 관심이 증가하면서 미세먼지 제거 기술에 대한 연구개발이 활발히 이루어지고 있다. 미세먼지 제거에는 주로 물을 분사하여 미세먼지를 제거하는 Mist Eliminator를 연돌에 설치한다. 하지만 건설 현장은 넓은 영역에 물을 분사해야 하기 때문에 대형 dust suppression system이 사용된다. 그러나 건설현장 미세먼지 규제 대상에 포함되지 않는 소규모 현장이 전체 건설현장의 70% 이상을 차지하고 있어 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

드론은 기존에도 방제용 드론으로 넓은 영역에 농약을 살포하고 있다. 해당기술은 이를 응용한 기술로 소규모 건설현장의 미세먼지를 억제하기 위하여 드론에 Water Fog 분사장치를 탑재하여 분무하는 기술로 Water Fog 분사장치는 미분무수를 분사하기 위한 고압펌프와 노즐 및 배관조립체, 유체탱크 등으로 구성하여 Fig. 5와 같이 시작품이 제작되었다. 해당기술의 분사장치는 미분무수 분사가 가능한 조건을 실험을 통하여 확인하고, 구성품을 선정하여 적용하였다. 또한 Fig. 6과 같이 현장테스트를 통하여 비행 안정성, 분무효과 및 비행시간을 확인하였고, 차후 미세먼지 억제 효과를 확인하는 연구를 수행할 계획이다.

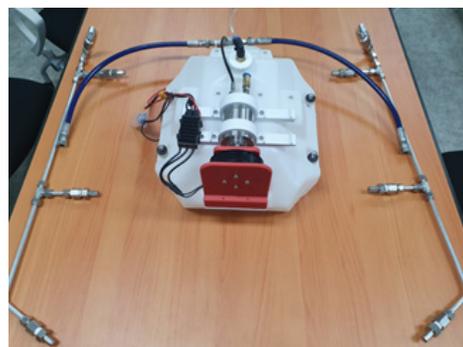


Fig. 5 Water fog spray system



Fig. 6 Field test of drone-based water fog injection system

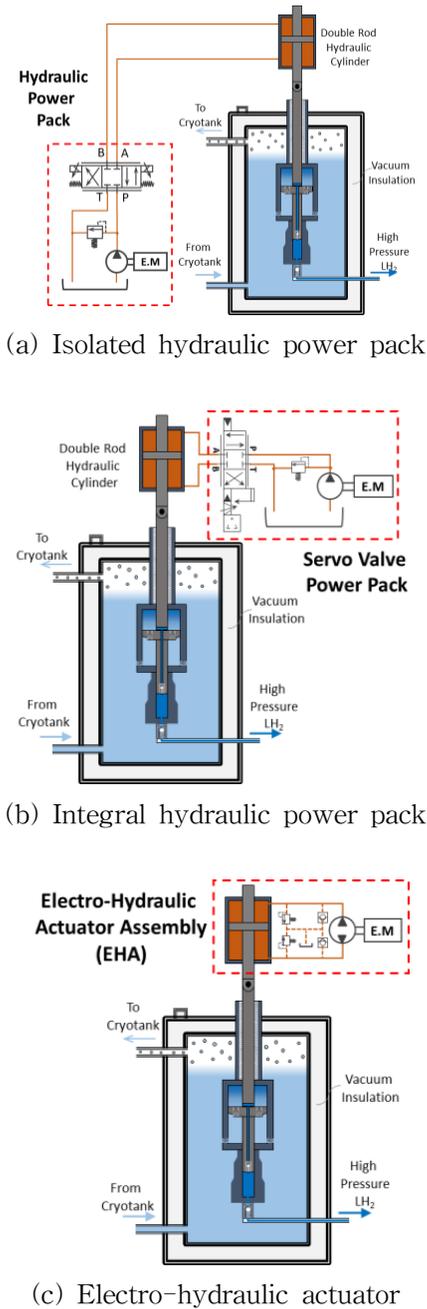


Fig. 7 Hydraulic power pack for warm end of liquid hydrogen pump

3.3 액화수소 충전소용 100 kg/h, 90MPa급 극저온 왕복동 펌프 개발

왕복동 펌프의 경우 동력 구동부를 Power end, 펌핑부를 Liquid end라고 한다²⁾. 반면 극저온 왕복동 펌프의 경우 구동부인 Power end를 Warm end라고 하고, Liquid end를 Cold end라고 한다³⁾. Fig. 7는 액화수소펌프용 3가지 Warm end 용 파워팩의 구성방안을 나타낸 것이다. Warm end는 상온에서 유압시스

템을 통해 극저온 왕복동 펌프를 고출력밀도로 구동할 수 있도록 한다. 액화수소 충전소에 방폭안전성을 이유로 전기모터보다 유압모터방식을 선호할 수 있다.

참고 문헌

- 1) American Petroleum Institute Standard 674, Positive Displacement Pumps-Reciprocating (2014)
- 2) Industrial Gas Council Document 159/14/E, Reciprocating Cryogenic Pumps and Pump Installations, European Industrial Gases Association (2014)

[저자 소개]

함영복

E-mail : hyb665@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7157

2003년 금오공과대학교 기계공학과 박사. 2004년 일본 동경공대 및 야마나시대 객원연구원. 1990년~현재 한국기계연구원 에너지기계연구본부 책임연구원.



유압 피스톤 펌프 및 모터, 수압 피스톤 펌프, 압전 액추에이터를 적용한 펌프, 디스펜서, 극저온 고압 왕복동 펌프 연구에 중사. 대한기계학회, 한국정밀공학회, 한국동력기계학회, 유공압건설기계학회 회원.

김홍욱

E-mail : good8463@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7512

2011년 광운대학교 환경공학과 석사. 2013년~현재 한국기계연구원 에너지기계연구본부 선임기술원. 곤돌라형 고압도자기, 유압 피스톤 펌프, 소형 고압펌프



드론 탑재 연구에 중사. 유공압건설기계학회 회원.

안병철

E-mail : abc8@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7168

2015년 경북대학교 기계공학과 학사졸업. 2020년 현재 UST 대학원 박사과정. 고압 워터 젯, 액화수소, 극저온 왕복동 펌프 연구에 중사. 대한기계학회, 수소 및



신에너지학회, 한국동력기계공학회, 유공압건설기계학회의 회원