

사축식 유압 피스톤 모터 개발 Development of a bent-axis type hydraulic piston motor

차순용
Sun Yong Cha

1. 서 론

휠 굴착기의 주행 구동원으로 적용되고 있는 사축식 유압 피스톤 모터는 전량 수입에 의존하고 있으며, 국산화가 시급히 요구되고 있다.

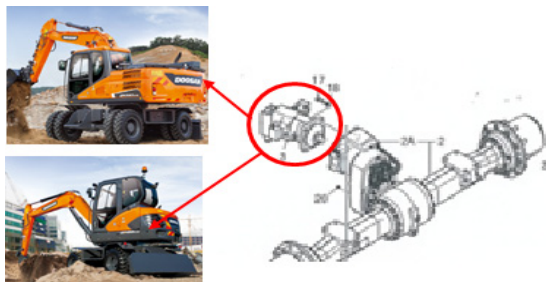


Fig. 1 사축모터 실차 적용 예

5~8톤 휠 굴착기에 적용된 80cc급 가변용량형 사축식 유압 주행모터 국산화 개발을 위해서는 고속, 고압, 고효율 작동을 위한 로타리파트 개발과 부하에 따른 배제용적 가변제어를 위한 제어기구 (Regulator) 개발과 사축식 주행모터 신뢰성 평가 및 시험평가가 요구된다.

사축식 유압 모터의 국산화 개발을 위한 과제 소개 및 개발 현황을 소개하고자 한다.

2. 사축 유압모터의 사양 및 주요 기술

2.1 사축식 유압모터의 주요 사양

사축식 모터는 아래 그림과 같이 Casing, Shaft, Regulator, Relief Valve, Counter Balance Spool Block 으로 구성되어 있다.

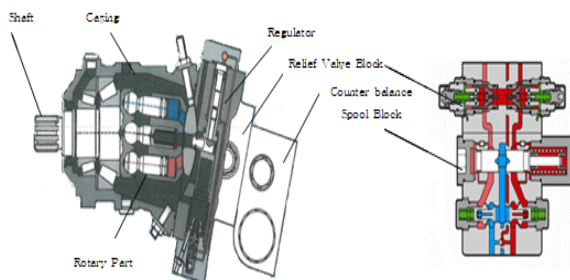


Fig. 2 Structure of motor

개발 유압 사축모터의 외형 Size와 주요 사양은 아래 표와 같다.

Table 1 사축모터의 주요사양

용 적 : 32~80 cc/rev. 압 력 : 350 bar(최대 400 bar) 회전수 : 2,750 rpm @ 80cc/rev 토 크 : 445 Nm @ 80cc/rev

상기 사축식 가변 유압주행모터의 개발의 최종 목표는 고속, 고압, 고효율 사축식 주행모터를 개발 하는 것으로써, 이를 위해서는 고속 회전용 Rotary Group 개발, 에너지효율 및 제어 성능향상을 위한 사축 레귤레이터 구조 개발, 외부 충격 및 발열 문제 대응을 위한 핵심부품 소재 및 형상 개발, 제어 성능 향상을 위한 정밀가공과 연마, 열처리 기술 개발, 제품 품질 확보와 적시 시장공급을 위한 검증 평가기술 개발이 이루어져야 한다.

기술개발 내용은 고속, 고압, 고효율 가변용량형 유압모터의 최적 설계기술 확보와 연속 가변용량 제어를 위한 사축 레귤레이터 구조 설계 및 제작과 1차, 2차 시작품 제작 및 벤치 성능시험, 작동 조건 별 토크, 회전수, 하중, 속도 입출력 관계해석을 통한 사축식 주행모터 동역학 해석, 연속내구, 정역 전환 내구, 유압 임펄스, 초과 압력, 초과 속도, 내진 동등 시작품시제품 시험평가 (내구, 안전, 환경), 핵심 컴포넌트의 특성과 구조적 안정성 및 피로 내구의 사축식 주행모터 유압 및 구조해석과 레귤레이터, 릴리프밸브의 성능, 정격압력, 용적효율, 기동효율, 무부하 압력손실등 성능과 고온, 저온, 습도등

내환경 평가를 포함한 시제품시제품 시험평가, Proving Ground를 활용한 실차 평가 이다.

3. 기술개발 추진 체계 및 년차별 개발 내용

사축식 유압모터의 개발은 3기관이 협력하여 개발을 진행하고 있으며 각 기관별 주요 개발내용은 아래 표와 같다.

Table 2 기관별 주요 개발 내용

기관명	주요개발 내용
성보P&T	-사축모터, 레귤레이터 설계, 제작 -소재, 주요 부품 및 치공구 개발 -벤치 성능시험
한국생산기술연구원	-동역학 해석 -시험평가(안전)
건설기계부품연구원	-주요 부품 유압 및 구조해석 -시험평가(성능)



Fig. 3 사축모터 개발품 외형 및 주요부품

성보P&T는 경쟁사 제품에 대한 상세지표를 도출하여 설계 최적 제원을 확보한다.

주요 성능지표 확인을 위한 시험을 통한 성능분석, 주요 부품 설계 데이터 도출 및 구조분석을 통한 구조분석, 주요 부품의 소재의 화학적, 물리적 특성분석을 통한 소재분석으로 사축식 유압모터의 설계기술을 확보하고 고효율 로터리파프, 캐스팅 및 주요 기능 부품을 설계, 시제품을 제작한다. 또한 시제품 제작에 필요한 소재, 부품, 치공구 및 단품 성능Jig류를 제작하여 시제품 제작을 진행하고 자체적으로 벤치성능시험을 수행한다.

한국생산기술연구원은 3D 통합 모델 동작 특성분석, 구성요소별 기준 좌표계 및 경계 조건 설정, 작동 조건별 토크, 회전수, 하중 및 속도 입출력 관계 해석, 구조해석을 위한 구성 요소별 부하맵 도출, 유압모터 가변용량 제어를 위한 사축 제어력 도출을 통한 사축식 주행모터 동역학 해석모델 개발을 수행한다.

그리고 국내, 외 신뢰성 시험 관련 규격조사 및

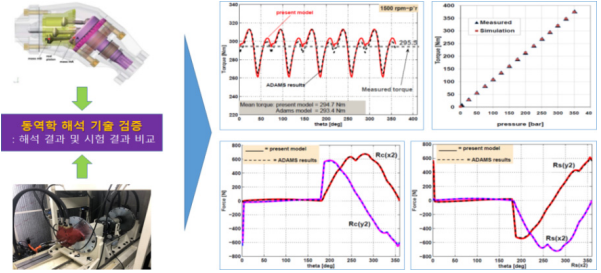


Fig. 4 사축식 피스톤모터 동역학 해석 모델 검증 예

분석과 내구, 안전, 환경 관련 시험절차서 개발, 임펄스, 초과압력, 초과속도 시험을 수행하고 공인 시험기관 및 수요처 입회 확인등 시제품 시험평가를 수행한다.

건설기계부품연구원은 사축식 주행모터 주요부품의 유압 및 구조해석을 담당한다.

AMESim을 활용한 핵심 컴포넌트의 특성 해석, 유압 해석 기반의 주요 구성품에 따른 제어 성능 분석, 생산기술연구원의 동역학 해석 결과를 바탕으로 부하맵을 활용한 구조해석, 구성 요소별 (샤프트, 피스톤, 실린더블록 등) 구조적 안정성 해석을 진행한다.

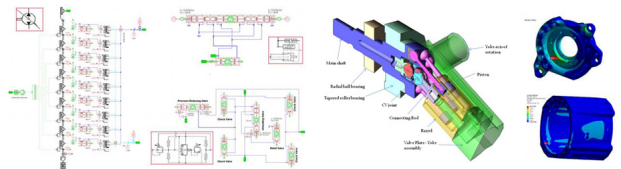


Fig. 5 사축식 피스톤모터 동역학 해석 모델 예

해석과 더불어 사축식 주행모터의 시험평가 기준안 도출 및 시험 평가를 위한 유압 회로 구성 및 평가 지그 설계 및 제작, 배제용적, 정격압력, 정격속도, 용적효율, 기계효율, 기동효율, 무부하압력손실, 맥동 시험 평가를 실시하게 된다.



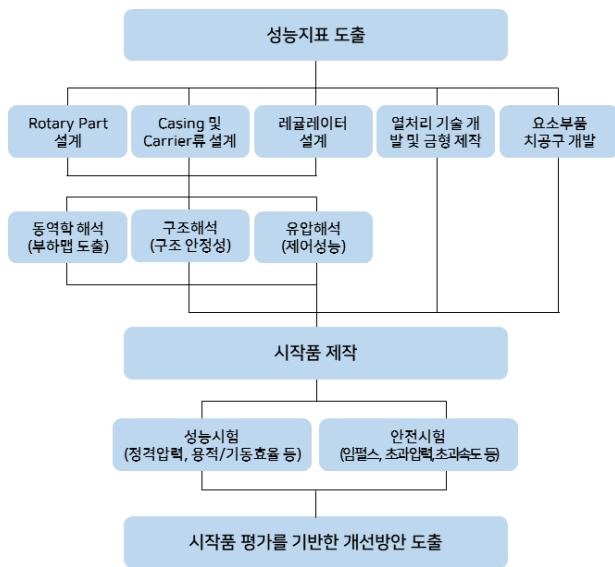
Fig. 6 주요시험 기준 및 시험 장치

사축식 유압모터의 개발은 3차년으로 진행되고 있으며 년도별 주요개발 내용은 아래와 같다.

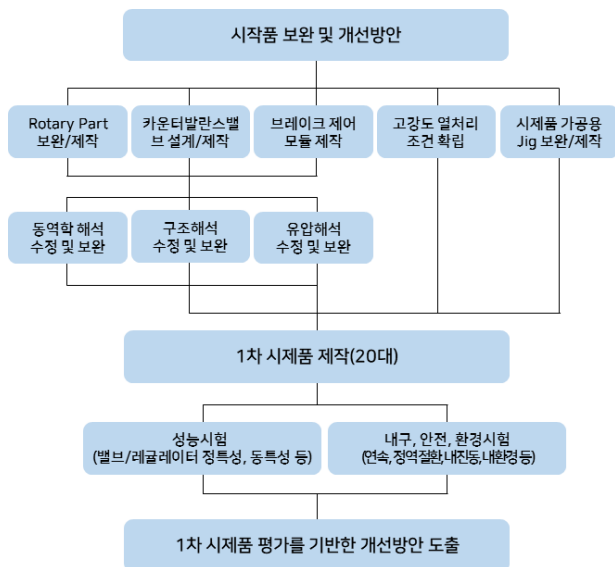
Table 3 년차별 개발내용

년도	주요개발 내용
1차년	- 경쟁사 제품 벤치마킹 - 유압 모터 설계/시제품 제작 - 동역학 해석, 구조해석, 시험평가
2차년	- 시제품 개선한 1차 시제품 제작 - 1차 시제품 성능, 환경, 내구 평가 - 동역학 해석, 구조해석 수정/보완
3차년	- 개선 2차 시제품 제작 - 2차 시제품 성능, 내구, 환경 평가 - 동역학 해석, 구조해석 검증 - 실차시험 평가

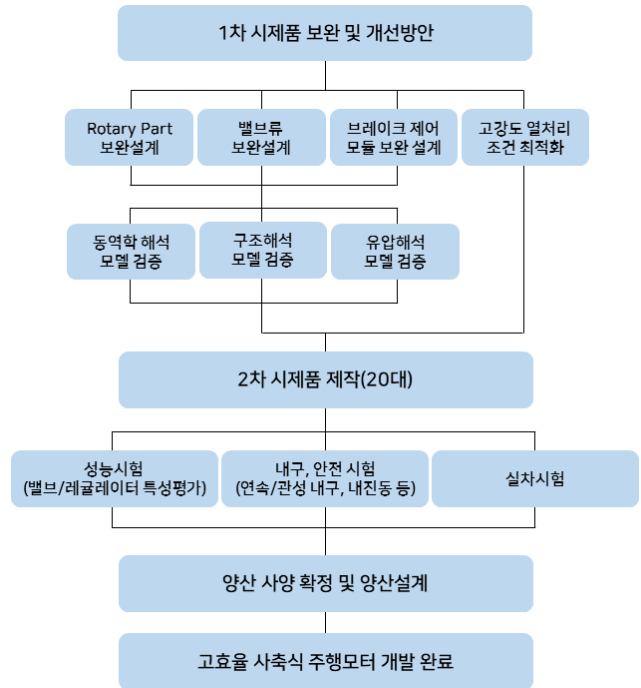
1차년도 기술개발 추진체계는 다음과 같다.



2년도 기술개발 추진체계는 다음과 같다.



3년도 기술개발 추진체계는 다음과 같다



Proving Ground를 활용한 실차시험은 사축식 모터 관련 시험으로 시험안 구성하여 경사지 상승/하강, 요철 주행, 회전 주행 등 작업모드로 구분하여 실시할 예정이다.



Fig. 7 사축식 피스톤모터 실차시험 예시

4. 향후 계획

개발하고 있는 사축식 유압주행모터는 국내 건설기계 완성차 업체 3사의 구매의향서를 받아 개발을 진행하고 있으며, 완성차 업체의 요구사항을 반영한 설계를 통해 고객맞춤형 제품이 양산 가능하도록 진행할 계획이다.

국내 판매는 국내 건설기계 제조사 공급을 기반으로 적극적인 사업화를 진행할 계획이다.

해외 판매는 일본 건설기계사와 중국 건설기계사에 당사의 중국, 일본 현지법인 및 딜러를 통한 판매를 추진할 예정이며, 해외 사업화를 위하여 적극적인 홍보에 나설 계획이다.

해외 사업화를 위한 전략으로 현지 판매를 위한 A/S시장 공략 매출 증대 및 전략적 기술 제휴, 국내외 주요 장비메이커업체 기술개발 내용 적극제안 및 맞춤형 개발, 해외 전시회 참가 및 영업망을 통한 기술교류 확대를 추진할 계획이다.

개발 완료 후, 3년내에 국내 시장점유율을 50%까지 확대할 예정이며, 수요가 증가되고 있는 중국시장을 적극적으로 공략하여 매출을 증대코져 한다.

5. 결론

5~8톤 휠 굴착기에 적용된 80cc급 가변용량형 사축식 유압 주행모터 국산화 개발을 통하여 사축 모

터의 기술을 확보하고, 휠굴착기의 중요부품의 수입 의존도를 탈피함으로써 국내 건설기계의 경쟁력을 증진시키고고져 한다.

향후, 중국 및 동남아시아 진출을 통하여 매출증대와 국내 유압기술의 우수성을 알려 나갈 계획이다.

[저자 소개]

차순용

E-mail : sycha@sbpnt.co.kr

Tel : 031-8055-6026

부산대학교 하이브리드소재 석사.

2018.12~현재 성보P&T 기술연구소 소장

