

# 모터병렬방식의 회전방지형 고파워 전동실린더의 특성 연구

김두용\*, 최현구\*, 김성진\*\*, 박현중\*\*

\*(주)팔복인더스트리

\*\* (사)캠틱종합기술원

e-mail : dykim@palbokin.com

## A study on the characteristics of high-load drive and anti-rotation electric cylinders with parallel motor

Doo-young Kim\*, Hyun-goo Choi\*, Seong-jin Kim\*\*, Hyun-joung Park\*\*

\*Palbok industry Co. Ltd.

\*\*CAMTIC

### 요약

제품의 대형화 및 검사요소가 증가하면서 측정범위와 측정정밀도를 확보하기 위해 정밀측정용 전동실린더를 이용한 검사시스템이 많이 제작되어지고 있다. 특히, 고파워를 요구하는 전동실린더에서는 회전운동을 직선운동으로 변환하는 과정에서 로드가 회전되는 현상이 발생하고 있으며, 부하인가시 로드의 회전에 의한 부하 변동이 측정의 중요한 영향을 미칠 수 있다.

본 연구에서는 로드의 회전에 의한 부하변화를 방지하기 위해 스플라인 로드를 적용하여 회전방지형 전동실린더로 제한된 공간에 설치하기에 더 적합한 모터병렬 연결방식을 적용하여 개발하였으며, 모터직결 방식의 전동실린더와 특성을 비교하였다.

### 1. 서론

전동실린더는 모터(전동기)의 회전운동을 스크류를 통하여 직선운동으로 변환시켜 산업분야의 여러 곳에서 응용하여 사용한다. 또한, 설치방법이 복잡한 유공압과 달리 전기배선 만으로 모터를 구동시켜 사용자가 필요로 하는 추력, 속도, 행정 거리등을 간단히 설정 할 수 있으며 유지, 보수가 용이하며 경제적이다. 전동실린더의 유연성으로 장비 사용자들이 변화하는 시장 상황에 맞추어 다이내믹 하게 설비를 변경하고 업그레이드할 때 빠르고 쉽게 전환할 수 있다.

현대화된 연구소의 실험실들은 실험 생산성을 높이고 연구원가를 절감하기 위해 공간절약형, 다기능 및 반복적인 작업을 자동화해주는 기기의 도입을 추진하고 있으며, 이러한 고객의 요구와 더불어 전 산업의 공통 추세인 소형화와 자동화 및 융합화 추세는 계측기기 시장에 있어서도 기존 기기의 고급화되고 있다. 제품의 대형화 및 검사요소가 증가하면서 측정범위와 측정정밀도를 확보하기 위해 정밀측정용 전동액추에이터가 검사시스템에 많이 적용되고 있다.

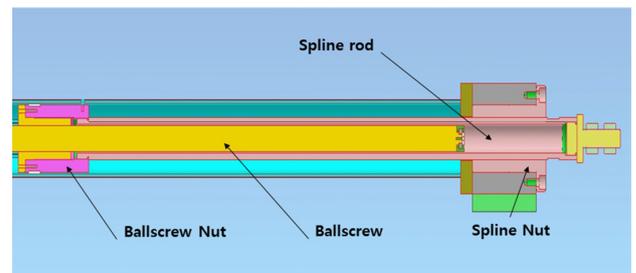
고파워를 요구하는 전동실린더에서는 회전운동을 직선운동으로 변환하는 과정에서 로드가 회전되는 현상이 발생하고 있으며, 부하인가시 로드의 회전에 의한 부하 변동이 측정의 중요한 영향을 미칠 수 있다.

본 연구에서는 로드의 회전에 의한 부하변화를 방지하기 위해 스플라인 로드를 적용하여 회전방지형 전동실린더로 제한된 공간에 설치하기에 더 적합한 모터병렬 연결방식을 적용하여 개발하였으며, 모터직결 방식의 전동실린더와 특성을 비교하였다.

### 2. 모터병렬방식의 회전방지형 전동실린더

#### 2.1 회전방지형 전동실린더 구조

실린더 로드의 회전방지를 위한 전동실린더의 구조는 스플라인로드와 스플라인 너트의 직선운동에서 회전을 억제하는 특성을 적용하여, 스플라인 로드를 중공으로 가공하여 내부로 볼스크류를 통과시켜 볼스크류 너트와 스플라인 너트를 체결하여 동작하도록 설계하였다.



[그림 1] 전동실린더 단면도

[표 1] 회전방지형 전동실린더 주요사양

항목	규격
Stroke	600mm
Ball screw	FSH-3210D
Spline	LF50UU-852L

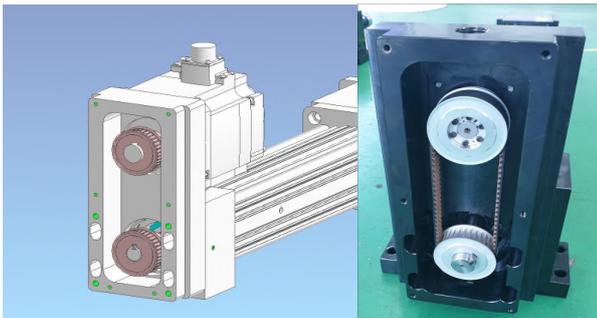


[그림 2] 스플라인로드와 볼스크류 체결

### 2.2 모터병렬식 모터체결구조

전동실린더의 설치공간에 따른 모터취부방식을 구성하기 위해 볼스크류와 평행하게 모터를 부착하는 모터병렬방식 전동실린더를 설계하였다.

동력손실을 최소화하기 위해 구동모터와 볼스크류에 타이밍풀리를 체결하고 타이밍벨트를 연결하여 설계하였으며, 장력조절을 위해 조절구조를 적용하였다.



[그림 3] 모터체결부

[표 2] 모터병렬 방식의 전동실린더 설계 사양

항목	규격
Stroke	600mm
Timing Pulley	HTPT24S8M250-B-N20
Timing Belt	HTBN600S8M-250
Gear Ratios	1:1



[그림 4] 모터병렬방식의 회전방지형 전동실린더

### 3. 모터병렬방식의 회전방지형 전동실린더 동작특성

개발한 모터병렬식 전동실린더의 특성을 분석하기 위해 회전각, 최대추력과 반복위치정밀도를 평가장치에서 측정하였다.

### 3.1 실험구성

모터병렬식 전동실린더의 특성을 분석하기 위해 대조군으로 모터직결식 전동실린더의 최대추력과 반복위치정밀도를 동일한 조건으로 실험하여 결과를 비교하였다.

최대추력은 Festo사의 EMMS-AS-140-L-HS-RM (4.4KW) 모터를 체결하여 전동실린더를 구성하였으며, 추력 측정은 로드셀(LS-5T-EXP, 측정범위 5ton)을 사용하였다.

반복위치정밀도는 Mitsubishi사의 HG-KR43 (400W) 모터를 체결하여 전동실린더를 구성하였으며, 구동속도 100mm/s로 스트로크 600mm 위치에 변위센서(DP-S4, 측정범위4mm)를 설치하였다.

[표 3] 실험장치 구성 및 평가기준

항목	측정자	측정범위	개발사양
최대추력	로드셀(LS-5T-EXP)	5ton	≥35kN
반복위치정밀도	변위센서(DP-S4)	4mm	±0.02mm



[그림 5] 평가장치

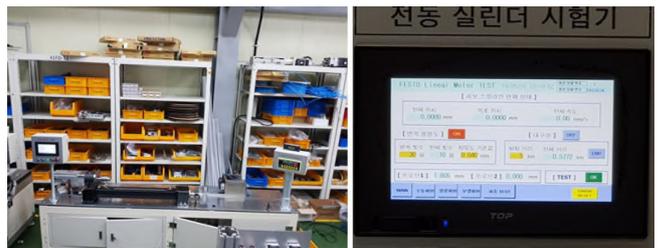
### 3.2 모터직결식 전동실린더의 실험결과

대조군인 모터직결식 전동실린더의 최대추력은 3,851kgf (3,851kgf × 9.8 = 37,739.8N)을 확인하였다.



[그림 6] 모터직결식 전동실린더의 최대추력 실험결과

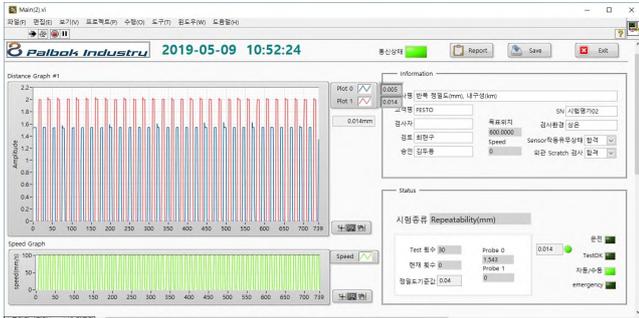
반복위치정밀도는 30회 반복측정하여 최대값과 최소값의 편차로 산출하였으며, 그 결과 ±0.014mm를 얻었다.



[그림 7] 모터직결식 전동실린더의 실험구성(반복위치정밀도)

[표 4] 반복위치정밀도 실험결과(모터직결식 전동실린더)

측정위치	Min(mm)	Max(mm)	편차(mm)
P0	1.805	1.808	±0.003
P1	2.354	2.364	±0.014



[그림 8] 반복위치정밀도 실험결과(모터직결식 전동실린더)

### 3.3 모터병렬식 전동실린더의 실험결과

회전각은 최대스트로크로 전동실린더를 동작하였을 때 실린더 로드의 회전각을 측정하였다. 그 결과 회전각의 변화가 없음을 확인하였다.



[그림 9] 회전각 실험결과

실험군인 모터병렬식 전동실린더의 최대추력은 3,599kgf (3,599kgf × 9.8 = 35,270.2N)을 확인하였다.

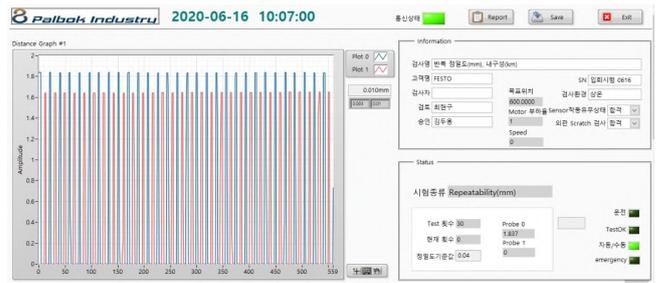


[그림 10] 모터병렬식 전동실린더의 최대추력 실험결과

반복위치정밀도는 30회 반복측정하여 최대값과 최소값의 편차로 산출하였으며, 그 결과±0.010mm의 결과를 얻었다.

[표 5] 반복위치정밀도 실험결과(모터병렬식 전동실린더)

측정위치	Min(mm)	Max(mm)	편차(mm)
P0	1.835	1.838	±0.003
P1	1.639	1.649	±0.010



[그림 11] 반복위치정밀도 실험결과(모터병렬식 전동실린더)

## 4. 결과 및 고찰

로드의 회전으로 인한 부하변화를 방지하기 위해 스플라인 로드를 적용한 회전방지형 전동실린더로 제한된 공간에 설치 적합한 모터병렬 연결방식을 적용하여 개발하였다.

모터직결 방식의 전동실린더와 특성을 비교한 결과 최대추력에서 2,469N 차이가 발생하였으나, 개발사양을 만족한 것을 확인하였다.

[표 6] 실험결과

항목	모터병렬식 (실험군)	모터직결식 (대조군)	개발사양
최대추력	35,270.2N	37,739.8N	≥ 35kN
반복위치정밀도	±0.010mm	±0.014mm	±0.02mm

### 후기

본 연구는 2019년 기술이전사업화 사업(과제명 : 스플라인 로드를 적용한 회전방지형 고퍼워 전동실린더 개발)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] 김두용, “스플라인 로드를 적용한 회전방지형 고퍼워 전동실린더의 제어특성 연구”, 한국정밀공학회 2019년도 춘계 학술대회논문집, pp. 195, 5월, 2019년
- [2] 김성진, “평면전극을 이용한 베이스어셈블리 용접부의 치수검사 연구”, 한국정밀공학회 2016년도 춘계학술대회논문집, pp. 88, 5월, 2016년