

범용 LPM의 운전 패턴작성에 관한 계측

김 일 중* 김 성 헌** 조 현 길*** 이 은 웅***
 주성전문대* 천안공업전문대학** 충남대학교***

The Measurement of Operation Pattern Parameter in General Purpose Type LPM

Kim, Il-Jung* Kim, Sung-Hun** Cho, Hyun-Gil*** Lee, Eun-Woong***
 Juseong Jr. College* CheonAn Jr. College** Chungnam Nat. Univ.***

ABSTRACT

In this study, the general purpose type Linear Pulse Motor(LPM) and measurement system were designed. And this LPM is tested by the experimental apparatus to write up a operating pattern parameter.

1. 서 론

최근 산업용 기기에 리니어펄스모터(LPM)을 이용하고자 하는 연구가 활발하다. LPM은 각종 자동화를 위한 시스템의 구동용 전동기로 이용될 수 있으며 반응속인 경우 가동자를 비접촉으로 직접구동(direct drive)할 수 있기 때문에 청정 룸(clean room)내 반송을 목적으로 활용되기도 한다. 특별히 LPM을 구동용 전동기로 사용하면 구동시스템의 고속화, 소형화가 가능하고 제어대상을 직접구동하기 때문에 제어성능의 향상이 가능하다. [1-3]

정밀 위치제어를 필요로 하는 경우 LPM을 제외한 기타 전동기를 사용하게 되면 전동기 스톱가 위치결정 기능을 가지지 못하기 때문에 별도의 운동변환 장치를 병용하고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 저자는 위치결정 시스템의 구동 전동기로 LPM의 효율성을 강조하였으며 자체해석에 기초한 특성해석과 시작기의 제작을 통해 설계의 기본적인 사항을 제시한 바 있다. [4-6]

용용기기의 구동시스템에 LPM을 이용하면 임의 왕복 직선 운동 구간을 개루프제어할 수 있을뿐 아니라 자기保持力を 갖고 있기 때문에 정지위치에서 부하의 保持가 가능하다. LPM은 개루프, 폐루프 제어가 모두 가능하지만 드라이브의 소형화 및 긴 스트로크의 운전을 고려하면 고정자나 가동자에 위치 검출 센서가 없는 개루프 제어가 유리하다. 그러나 LPM의 개루프 제어시 임의 부하상태에서 가동자에 부착된 부하의 가속도를 포함한 운전 패턴의 작성이 중요한 문제가 된다. 따라서 저자는 LPM의 개루프 제어를 위해 개인용 컴퓨터, 위치 및 추력 센서, 드라이버등으로 구동 및 계측시스템을 구성하여 구동 주파수를 파라미터로 한 가속레이트(rate), 감속레이트(rate)값을 측정을 통하여 구하였다. 특히 계측 데이터를 기초로 작성한 운전패턴으로 LPM을 운전한 결과 실용 가능성을 얻었다.

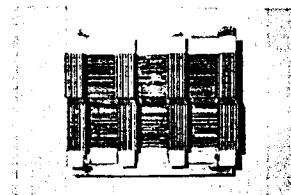
본 연구에서는 이 운전 패턴 작성에 관한 계측시스템과 측정 결과에 관하여 설명하고자 한다.

2. LPM의 제원

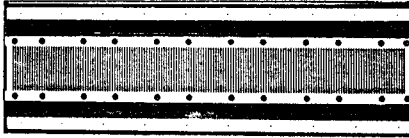
본 특성실험에 사용한 LPM의 가동자 및 고정자의 구조와 제원을 그림 1과 표 1에 각각 나타내고 있다. 그림 2는 계측 시스템의 퍼스널컴퓨터와 LPM 드라이버이다.

표 1. LPM의 제원

	항 목	제 원 [단위]
가동자	치 형태	wedge head
	치 피치(τ)	3.5[mm]
	치 폭(a)	1.5[mm]
	슬롯 폭(b)	2.0[mm]
	슬롯 깊이(h)	2.0[mm]
	극 피치($9+1/4$) τ	32.375[mm]
	여자권선 턴수	0.8t, 260[회]
	권선저항	1.35[Ω /상]
	영구자석 (Nd-Fe-B)	110.8x28x4[mm] Br = 1.1[T] Hc = 830[kA/m]
	공 극 길 이	0.1[mm]
고정자	치 피치(τ)	3.5[mm]
	치 폭(a)	1.5[mm]
	슬롯 폭(b)	2.0[mm]
	슬롯 깊이(h)	2.0[mm]
	스트로크	445[mm]
지지기구(LM가이드)	465[mm]	



(a)가동자



(b) 고정자

그림 1. LPM의 구조

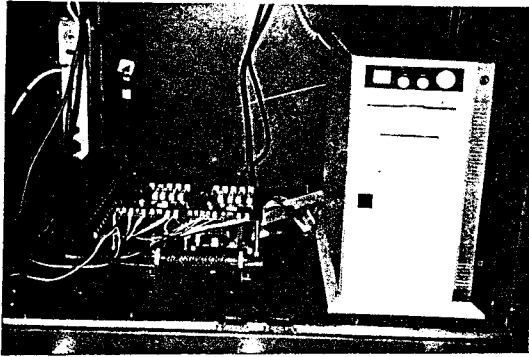


그림 2. 계속시스템의 PC와 driver

3. LPM의 운전패턴 작성을 위한 실험

3-1 계속구동시스템

그림 3과 4는 계속구동 시스템의 개념도와 블록도를 보이고 있다. 이것은 개인용 컴퓨터, LPM 드라이버, 계속센서, LPM으로 구성되며 각 부분의 역할은 다음과 같다.

- (1) 개인용 컴퓨터
 - 구동프로그램의 수정과 관리
 - 드라이버에 구동방법 전송
 - 계속 데이터의 기록, 그래프출력
- (2) LPM 드라이버
 - 계속 시스템의 제어
- (3) 계속센서
 - 계속 데이터 취득

최근 컴퓨터의 데이터 처리 속도 고속화, 신뢰도 향상, 대용량의 메모리를 가질 수 있게 되면서 컴퓨터에 탑재된 데이터 수집 및 제어 시스템(data acquisition & control system)을 광범위하게 사용할 수 있게 되었다. 또한 컴퓨터를 이용하여

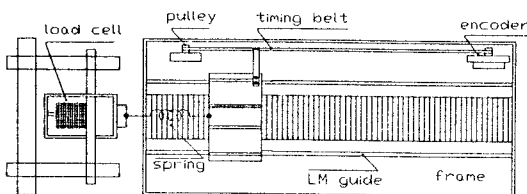


그림 3. LPM의 운전패턴 작성을 위한 계속시스템

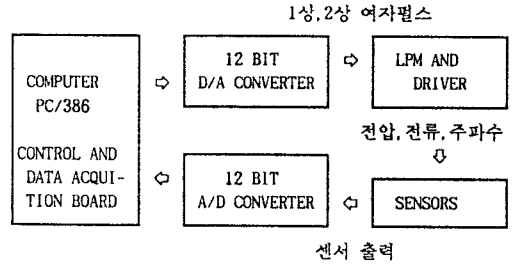


그림 4. LPM의 계속 및 구동시스템 블록도

데이터의 처리 결과를 다양한 형태로 출력할 수 있으며 디지털 제어 및 통신에도 이용할 수 있다. 일반적으로 컴퓨터를 이용한 데이터 수집 및 제어시스템의 구성은 PC-Bus와 직접 인터페이스 시키는 방법과 RS232, RS422, IEEE488등 표준통신 채널을 이용하는 두 가지 방법이 있으나 본 연구에서는 PC-Bus Interface 방식으로 하였다.

3-2 계속구동 방법

LPM의 구동방식으로 1상, 2상 여자방식을 사용한다. 이와 같은 여자방식에서는 치 피치 3.5[mm]에 대하여 1 여자펄스에 0.875[mm]의 스텝구동이 된다.

계속시스템으로 가동자의 변위 데이터는 물론 전압, 전류, 주파수, 정추력, 동추력 및 수직력의 계속도 가능하다. 위치 센서는 회전형 엔코더와 포텐쇼미터를 사용하였다. 회전형 엔코더의 분해능은 1000[pulse/회전]이며 가동자의 변위에 따라 0.055[mm/pulse]로 계속된다.

계속시스템은 회전형 엔코더와 포텐쇼미터의 출력을 카운트하여 위치 데이터로 기록한다.

4. 운전패턴 작성을 위한 동특성시험

전항의 구동시스템을 이용하여 운전패턴 작성에 중요한 동특성을 시험하였다. 여자방식은 1, 2상여자를 사용하였다.

4-1 동추력특성

동추력 측정시 여자전류는 모든 주파수에서 2.0[A/상]로 일정하게 하였다. 그림 5에서 1상여자시 최대 동추력은 80

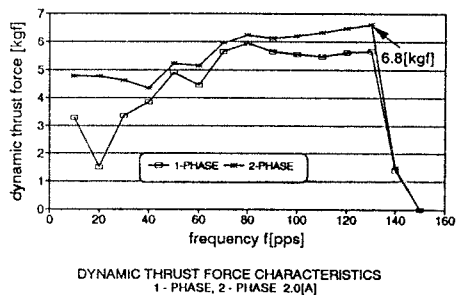


그림 5. 스프링을 이용한 LPM의 동추력 특성

[pps]에서 5.7[kgf]이고 2상여자시에는 130[pps]에서 6.8[kgf]이다. 그러므로 이 시작 LPM의 안정운전 주파수 영역은 70[pps]에서 130[pps] 범위이며 이것은 일정 부하에서 LPM의 안정운전 속도의 범위가 존재한다는 것을 알 수 있다. 그리고 특정 주파수에서 동추력이 낮아지는데 이것은 시작 LPM의 구동 주파수와 기계적 진동주파수의 공진에 의한 것으로 판단된다.

4-2 가감속특성

계속시스템이 위치센서로 부터 기록한 위치정보를 구동시스템의 퍼스널컴퓨터에 기록하여 가속을 행한다. 그림 6에 실험결과와 시간-속도 특성을 나타냈다. 시간-속도 특성을 최소자승법을 이용하여 다항근사하면 2차계수가 기타의 계수에 비해 대단히 크고, 시간-속도 특성이 2차함수로 근사될수 있음을 알 수 있다. 2차함수를 Kt^2 이라고 하면 $2K$ 는 가속도를 표시하며, 2차계수 K 로 부터 가속도의 크기를 검토할수 있다고 생각된다. 안정된 게루프 구동을 위해 시간-변위 특성의 근사식을 구하였다. 근사식을 작성하면서 공극과 전류값을 일정하게 하고 부하를 변화시켰다. 그 결과 공극 0.1[mm], 구동전류 2.0[A], 부하중량이 2-5[kg] 범위에서의 시간-속도 특성은 (1)식과 같이 근사된다.

$$x = Kt^2$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d(Kt^2)}{dt} = 2Kt$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(2Kt)}{dt} = 2K \quad (1)$$

$$K = 2037.2 \times \text{EXP}[-0.2201 \times (M+5.0)]$$

K : 2차계수, M : 부하중량[kg], t : 시간[sec], x : 변위[mm]

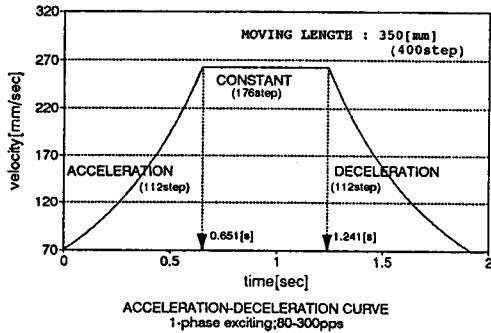


그림 6. LPM의 시간-속도특성

4-3 과도특성

LPM의 변위는 단위 입력펄스수와 치피치에 의해 결정되는 스텝량의 누적으로 이루어진다. 따라서 매 스텝 마다 발생하고 있는 응답특성을 알면 연속운전에서의 진동 및 소음의 원인을 정확히 파악할 수 있다.

여자방법별로 1-스텝 구동시 가동자의 과도응답 특성을 2가지 모드로 측정하였다. 측정방법은 측정데이터를 기록하기 전 1초 동안 가동자가 안정점에 위치하도록 예비 전류펄스를

인가한 후 1스텝을 위한 구동펄스를 인가한다. 이 때의 센서 출력을 데이터 수집 및 제어 시스템이 기록하게 된다. 첫번째 실험 모드는 샘플링 주파수를 비교적 낮게(1, 2, 3, 4, 5 kHz) 취하여 측정 가능한 모든 데이터를 수집하는 방법이며, 두번째 실험 모드는 샘플링 주파수를 높여(1, 5, 10, 12, 15 kHz) 1스텝 구간을 고속으로 샘플링 하기 위해 엔코더와 포텐쇼메타의 출력만을 기록하도록 하였다. 시작 LPM의 과도응답 특성은 그림 7과 같다. 샘플링 주파수를 3[kHz]로 실험한 결과 시작기는 0.875[mm]의 스텝량을 이동하는데 약 80[ms]동안 과도현상을 나타내고 있음을 알 수 있다. 샘플링 주파수를 변화시키면서 동일한 실험을 한 결과도 같았다. 따라서 이와 같이 매 스텝 마다 발생하는 과도현상에 의한 진동과 소음을 제거할 수 있는 보정최로의 보완이 요구된다.

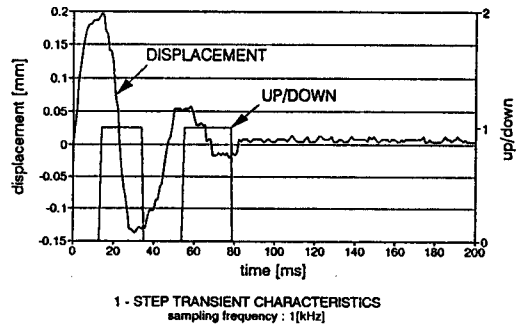


그림 7. LPM의 과도응답특성

5. 결 론

범용LPM의 운전패턴 작성을 위해 계속 및 구동시스템을 구성하고 동특성을 중심으로 특성값을 계속하여 운전패턴을 작성하였다. 가속, 감속특성으로 부터 LPM의 가속패턴과 감속패턴이 규명되고 안정된 가감속 영역이 존재하며 특정 운전패턴의 운전이 가능함을 알 수 있다. 또 센서 없는 게루프제어로 일정 부하에서 특정 주파수 범위가 존재하고 이 영역에서는 안정된 운전이 가능하다.

특히 고정밀도의 운전과 안정된 고속주행이 가능하도록 페루프제어를 응용할 필요가 있다고 생각된다.

참고문헌

1. 山田 一 外, 리니어펄스모터를 이용한 대동맥 내 balloon pump, 일본전기학회논문지-D, Vol.113-D, No.4, pp532-538
2. M. Nirei, Y. Yamamoto, H. Yamada, S. Yamaura, "Magnetic Pole Position Detection using Exciting Winding of Linear Pulse Motor", IEEJ, Vol.113-D, No.3, pp.387-393, 1993
3. T. Yokozuka, E. Baba, "Force-displacement Characteristics of Linear Stepping Motors", IEE Proc.-B, Vol.139, No.1, Jan. 1992
4. 이은용, 김일중, "直線形 펄스 電動機(Linear Pulse Motor)", 大韓電氣學會誌, 39권 9호, pp.39-45, 1990. 9.
5. 이은용, 김일중, "LPM의 磁氣回路 解析을 위한 解析 方法", 大韓電氣學會秋季學術大會proceedings, pp.32-36, 1990. 11.
6. 김일중, 이은용, "하이브리드형 리니어펄스모터(LPM)의 구동 특성", 대한전기학회 논문지 42권 6호, pp.1-8