A10

밸브의 개폐 제어를 위한 I/P Positioner 용 Magnet Unit 의 해석

승실대학교 김성재*, 김진배, 정선태, 조순철
금성하니웰(주) 진중화, 김동철

AN ANALYSIS OF THE MAGNET UNIT OF THE I/P POSITIONER USED FOR CONTROLLING THE OPENING AND CLOSING OF VALVES

Soong Sil University S.J. KIM*, J.B. KIM, S.T. CHUNG, S.C. JO
Goldstar-Honeywell Co. J.H. JIN, D.C. KIM

1. 서 론

밸브의 개폐를 정밀 조정할 수 있는 콘트롤 밸브는 Body, Actuator, I/P Positioner 로 구성되어 있다. 현재 Body, Actuator 는 국산화 되었지만 가장 중요한 I/P Positioner[1] 는 부품을 수입하여 조립 시판하고 있는 실정이다. I/P Positioner 에서 중요한 전기-기계 변환기(Electric-to-mechnical converter)인 Magnet unit를 개발하기 위하여 먼저 기존 제품의 특성을 분석하였다. 본 논문은 Magnet Unit 의 자기 회로를 분석하였고 입력 전류 대 기계적 변위의 특성을 측정하고 컴퓨터 시뮬레이션과 비교하였다.

2. 이 론

Magnet Unit의 개략도는 그림 1 과 같다. 자석과 요크의 결합체는 솔레노이드형 Moving Coil 에 자기장을 가해주는 역할을 하고 Coil 에 전류가 흐르면 Coil이 상하로 움직여서 Actuator 의 공기압을 조절하여 개폐의 정도를 조절하는 것으로서 스피커의 작동원리와 매우 비슷하다. Moving Coil 이 받는 힘은 Moving Coil 의 단면적을 n개의 요소(element)로 분할하고 각 요소가 받는 Lorentz 힘을 합하는 방법으로 구하였다.

$$F=2\pi\frac{N}{A}\left(\sum_{i=0}^{n}B_r r_i \Delta A_i\right) I$$

F : 코일이 받는 힘 N : 코일의 권선수

B_r : 요소에서의 *radial* 성분 자기장 A : 코일의 단면적 n : 요소의 갯수

r_i : 요소가 이루는 원의 반경 I : 코일에 흐르는 전류, ΔA_i : 요소의 면적

$2\pi\frac{N}{A}\left(\sum_{i=0}^{n}B_r r_i \Delta A_i\right)$ 를 α 라고 할때 $F = \alpha I$ 가 되고 α는 *Newton/Ampere* 단위를 갖는다. 전류 대 기계적 변위가 선형적인 특성을 가질려면 먼저 부하($F = kx$)로 작용하는 스프링의 스프링 상수가 동작 구간에서 일정하다고 가정하고 α 가 Coil 이 움직이는 구간에서 일정값을 유지하면 된다. 즉, $x = \frac{\alpha}{k} I$ 에서 α 와 k 가 상수이어야

한다. 또한 Magnet unit 는 피이드백 스프링을 구동시키기 위해 α 값이 어느 정도 커야 되는데 이를 위해서 코일에 가해지는 자기장을 최대로 하여야 하므로 자석의 동작점을 BH_{max} 점으로 이동시키는 것이 중요하다.[2]

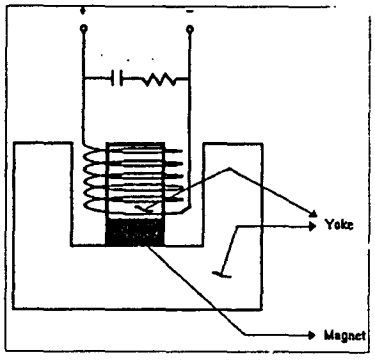

Fig.1. Schematic diagram of the Magnet Unit

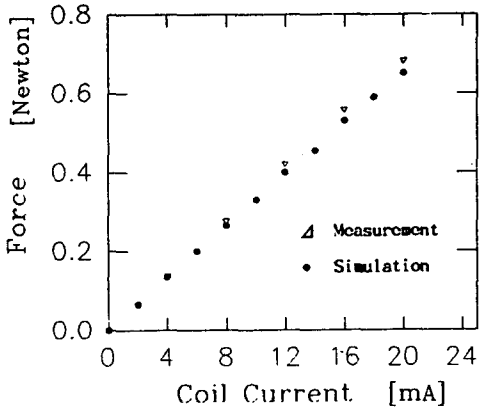

Fig.2. Coil Current vs. Force characteristics

3. 결과 및 고찰

Magnet Unit 의 코일 전류 대 힘 특성을 측정하였으며 힘은 광학 지레(Optical Lever)와 스프링을 이용하여 스프링 변위와 스프링상수를 곱해서 측정하였다. 컴퓨터 시뮬레이션(전자장 시뮬레이터 Maxwell 2D)은 자석을 $SmCo_5$(보자력 600 KA/M ,투자율 1.2 , 잔류자기 1.2 T)로 요크를 철(투자율 5000)로 하여 계산하였다. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 전류 대 힘 특성과 실제 측정한 것과 비교한 것이 그림 2 에 나타나 있다. 직선의 기울기를 뜻하는 α 값은 33 N/A 임을 알 수 있다. 본 시뮬레이션 값과 측정값이 비교적 일치하는 것으로 보아 시뮬레이션을 새로운 디자인의 Magnet Unit 의 설계를 위한 지침으로 유용하게 사용할 수 있으리라 사료된다.

4. 결 론

컴퓨터 시뮬레이션과 실제 측정치 사이에 5 % 정도의 차이가 발생하는 것으로 보아 시뮬레이션 방법이 상당히 타당함을 알 수 있다. Magnet Unit 는 정확성뿐만 아니라 높은 신뢰성이 필요한 부품이다. 따라서 기계적 진동으로 인한 특성 변화와 온도 변화에 의한 자석의 탈자로 인한 동작점 이동도 조사할 계획이다.

5. 참고문헌

① The manual of CV3000 I/P Positioner, Yamatake-Honeywell
② B.D. Cullity , Introduction to Magnetic Materials, Addison Wesley ,(1972)