

준정상힘전자석의 흡인특성에 대한 연구

장 경 훈

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《인민경제의 현대화, 정보화실현의 전략적목표는 모든 생산공정을 자동화, 지능화하고 공장, 기업소들을 무인화하는것입니다.》《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 48페이지)

전자석은 생산공정의 자동화를 실현하는데서 매우 중요한 역할을 하는 자동조종요소이다.[1]

논문에서는 전체 행정거리에서 비교적 일정한 흡인력을 보장할수 있는 새로운 구조의 전자석모형을 제기하고 유한요소해석도구인 ANSYS[2, 4]를 리용하여 이 전자석의 흡인특성을 평가하였다.

일반적으로 전자변에 쓰이는 플란자형전자석에서 흡인력의 크기는 선류으로 흐르는 전류의 세기와 선류의 권회수에 비례하며 루설자속량에 거꾸비례한다.[3]

플란자형전자석의 동작과정을 보면 가동철심이 이동하는데 따라 작업공극의 길이가 줄어들면서 루설자속량이 점차 작아지고 흡인력은 점차 커지게 된다. 따라서 작업공극의 길이가 령으로 되는 최종상태에서는 가동철심이 고정철심에 세계 부딪치면서 전자석에 큰 력학적충격을 일으키게 된다. 이것은 고정나사들과 반력용수철을 비롯한 전자석장치부분품들의 특성에 큰 영향을 미치게 되며 결국 전자변의 안정성과 믿음성, 수명을 떨구는 결과를 가져온다. 만일 전자석의 가동철심이 이동할 때 작업공극이 줄어들면서 작아지는 루설자속량만큼 전자석의 다른 부분에서 자속루설이 있게 된다면 가동철심이 받는 흡인력은 변하지 않을것이다.

논문에서는 이러한 원리에 기초하여 가동철심의 뒤부분에 조절공극이 있는 새로운 플란자형전자석구조를 제기하였다.

일반플란자형전자석모형과 논문에서 제기한 새로운 구조의 전자석모형을 그림 1에 보여 주었다.

그림 1에서 보는바와 같이 새로운 구조의 전자석에는 작업공극외에 가동철심의 뒤부분에 조절공극이 있다. 이러한 조절공극이 있으면 전자석의 동작과정에 작업공극의 길이는 줄어들지만 그대신 조절공극의 길이가 늘어나면서 전자석의 전체 루설자속변화가 작아지며 결국 전 행정에서 흡인력이 비교적 일정해지게 된다.

플란자형전자석은 축대칭구조로서 축방향과

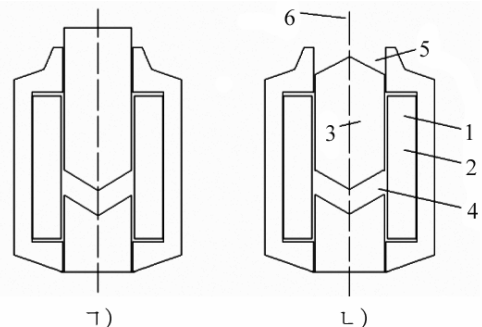


그림 1. 일반플란자형전자석모형(Г)과 조절공극이 있는 전자석모형(Л)

1-계철, 2-선류, 3-가동철심, 4-작업공극,
5-조절공극, 6-전동축

동경방향으로는 전류가 흐르지 않고 원둘레방향으로만 전류가 흐른다.

그러므로 플란자형전자석의 흡인특성에 대한 문제를 2차원적으로 취급할수 있으며 대칭성으로부터 그 절반만을 고려하면 된다.

론문에서는 ANSYS의 2차원정자기마당해석도구를 리용하여 조절공극이 있는 새로운 전자석의 자기적특성과 흡인특성을 평가하였다.

요소형으로는 4마디점 4변형요소인 PLANE13을 선택하였으며 요소의 자유도(DOF)로는 Z방향의 자기벡토포텐셜성분인 AZ를 선택하였다. 또한 전자석모형의 대칭성을 고려하여 요소의 속성을 AXISYMETRIC로 설정하였다. 재료속성으로서 제철과 가동철심의 상대투자률을 다같이 2 000으로 설정하였으며 공기층과 선류구역의 상대투자률은 1로 설정하였다. 집에 대한 특성량으로는 선류으로 흐르는 전류밀도를 주었다. 2차원정자기마당해석에서는 Z방향의 전류밀도성분만이 유효하다.

전자석선류의 경우 전류는 일반적으로 모든 점에서 균일하다고 볼수 있으므로 전류밀도는 다음과 같이 계산하였다.

$$J_z = \frac{NI}{hb}$$

여기서 h 는 선류의 높이이고 b 는 선류의 너비, N 은 선류의 권회수, I 는 선류으로 흐르는 전류의 세기이다.

가동철심이 받는 자기힘을 계산하기 위하여 그물분할한 가동철심의 마디점들에서 자기적가상변위를 1로 설정하였으며(MVDI=1) 가동철심과 린접한 공기층(공극)요소들에는 막스웰결면표식(MXWF)을 설정하였다. 또한 조절공극과 철심주위에서의 자속루설을 고려하기 위하여 전자석의 바깥쪽에 공기층구역을 설정하고 이 공기층의 결면에 무한경계요소를 설정해줌으로써 충분한 두께의 공기층효과를 고려할수 있도록 하였다.

일반플란자형전자석구조와 조절공극이 있는 전자석구조에 대하여 작업공극의 길이에 따르는 흡인력의 변화를 그림 2에 대비적으로 보여주었다. 여기서 원추형으로 된 가동철심의 앞머리부분의 각도는 75° 이며 기자력은 3 580A이다.

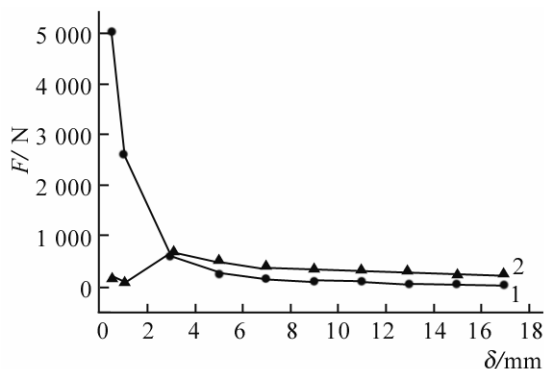


그림 2. 일반플란자형전자석(1)과 조절공극이 있는 전자석(2)에서 작업공극의 길이에 따르는 흡인력의 변화

서는 흡인력이 작업공극의 길이가 줄어드는데 따라 증가하다가 공극길이가 3mm정도보다 작아지면 반대로 감소한다는것을 알수 있다.

그림 2에서 보는바와 같이 일반플란자형 전자석의 흡인력은 작업공극의 길이가 줄어드는데 따라 지수함수적으로 급격히 커진다. 작업공극의 길이가 17mm일 때와 1mm일 때 흡인력의 크기는 각각 48.9, 2 615.1N으로서 공극의 길이가 1mm일 때의 흡인력은 공극의 길이가 17mm일 때의 흡인력의 53.5배나 된다. 그것은 일반플란자형전자석에서는 가동철심이 이동할 때 작업공극의 길이가 줄어들면서 전자석자기회로의 전체 자기저항이 작아지고 결과 자기회로로 흐르는 자속이 커지기때문이다.

조절공극이 있는 새로운 구조의 전자석에

또한 작업공극의 길이가 17mm일 때와 3mm일 때의 흡인력의 크기는 각각 219.5, 685.6N으로서 그 비는 3.1정도밖에 안된다. 그것은 새로운 구조의 전자석에서는 가동철심이 이동할 때 작업공극의 길이는 줄어들지만 반대로 조절공극의 길이가 늘어나면서 전자석자기회로의 전체 자기저항값이 크게 변하지 않으므로 자기회로로 흐르는 자속의 크기가 크게 변화되지 않기 때문이다. 다시말하여 작업공극에서의 루설자속량이 줄어든 대신에 조절공극에서의 루설자속량이 많아져 전자석의 작업과정에 전체 루설자속량이 크게 달라지지 않으며 따라서 가동철심이 받는 힘이 전체 작업행정에서 비교적 균일해지기 때문이다.

따라서 조절공극이 있는 새로운 구조의 전자석에서는 전자석의 작업과정에 발생하는 강한 충격을 감소시킴으로써 고정나사들과 반력용수철을 비롯한 전자석장치부분품들의 안정성과 수명을 늘일뿐만 아니라 나아가서 력학적진동과 소음을 줄이고 작업환경을 크게 개선할 수 있다.

맺 는 말

플란자형전자석의 흡인특성을 개선할 수 있는 새로운 전자석구조를 제기하고 유한요소 해석도구인 ANSYS를 리용하여 새로운 구조의 전자석에서 작업공극의 길이에 따르는 흡인력의 변화를 평가하였으며 흡인력이 비교적 일정해진다는것을 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김상현; 전기자동화요소, 고등교육도서출판사, 264~286, 주체95(2006).
- [2] C. Yamada et al.; IEEE Trans. Mag., 34, 5, 2996, 1998.
- [3] 李文林; 磁力应用工程, 兵器工业出版社, 52~63, 1991.
- [4] 付文智 等; 农业机械学报, 36, 2, 100, 2010.

주체105(2016)년 10월 5일 원고접수

On the Attraction Characteristics of Quasi-Constant Force Electromagnet

Jang Kyong Hun

It was proposed a new electromagnet model that can improve the attraction characteristics of plunger type electromagnet.

The change of attraction with the gap width for new electromagnet model was evaluated by ANSYS, and it was proved that the attraction is relatively constant.

Key words: electromagnet, ANSYS, attraction