

LIM을 이용한 전자기 펌프의 특성해석

차재걸, 전문호, 이종웅, 김창엽
호서대학교

Characteristics Analysis of Electromagnetic Pump using LIM

Jea-Keul Cha, Mun-Ho Jeon, Jong-Ung Lee, Chang-Eob Kim
Hoseo University

Abstract - This paper presents the characteristics analysis of an electromagnetic pump using a linear induction motor(LIM). The characteristics of the pump for three molten metals is analyzed by the magneto hydro dynamics: flow velocity, flow mass and etc. The result of the analysis is that the flow velocity for three molten metals is over 0.3[m/s] at the center of duct.

1. 서론

선형유도전동기(LIM)는 초고속 운송용 전철, 자동 반송장치, 정밀기기 산업에 널리 이용되고 있다[1]. 본 논문에서는 LIM을 용융금속 이동용 전자기 펌프에 이용하여 그 특성과 성능을 해석하였다. 그림 1은 LIM을 사용한 용융금속(주석, 아연, 알루미늄)을 이송시키는 전자기 펌프이다.

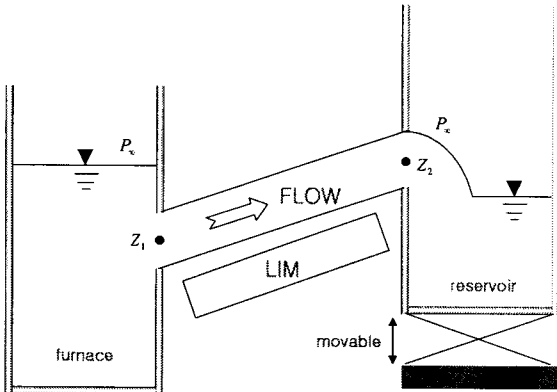


그림 1. LIM을 이용한 전자기 펌프

2. LIM 특성해석

2.1 LIM 모델

그림 2는 LIM의 해석모델로 L은 일차측 길이, d_s 는 슬롯깊이, W_s 는 슬롯폭, Z_t 는 치폭, h는 적층 폭이다. 전자기 펌프에 사용된 LIM의 설계 사양은 표 1과 같다.

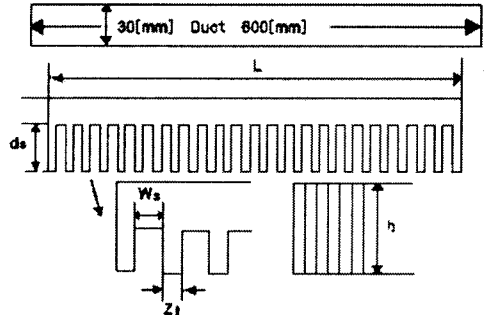


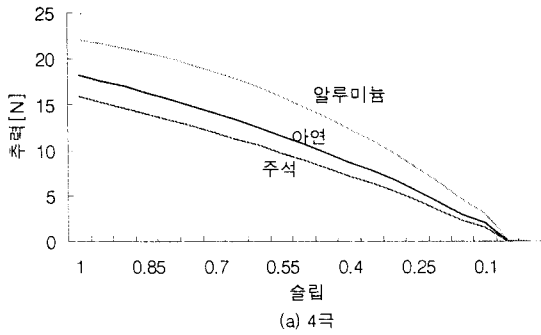
그림 2. LIM 해석모델

표 1. LIM 설계사양

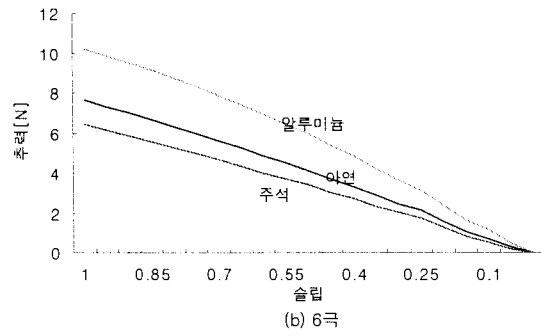
항목	설계모델1	설계모델1
설계모델1	4	6
선간 전압[V]	220	220
주파수[Hz]	60	60
극간격[mm]	108	72
슬롯깊이[mm]	47	47
슬롯폭[mm]	8.8	8.8
치폭[mm]	3.2	3.2
1차측길이[mm]	519.2	495.2
기계적 공극[mm]	20	20
1상의 직렬턴수	480	480
반코일의 길이[mm]	206	190
1차 저항 [Ω]	3.3575	3.0967
적층폭[mm]	80	100
1차측 중량 [Kg]	18.99	22.96
단절율	7/9	5/6

2.2 LIM 특성해석

표 1에서 보는 바와 같이 LIM 모델을 4극과 6극 두 개로 나누어 특성해석을 하였다. 공극을 20mm로 주었을 때, 용융금속의 슬립 변화에 따른 추력의 결과를 보면 슬립이 높을수록 추력이 커짐을 그림 3에서 보여준다.



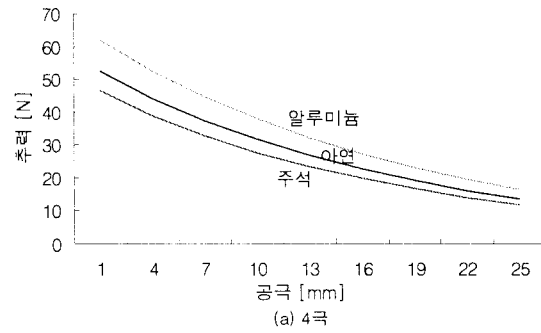
(a) 4극



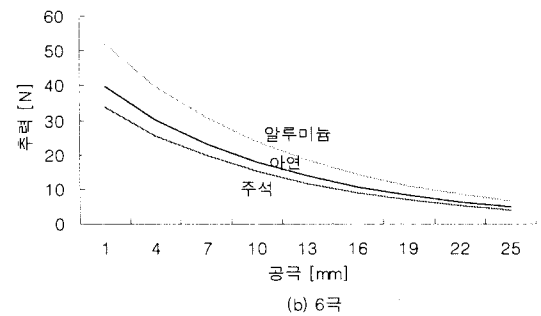
(b) 6극

그림 3. 슬립에 따른 추력

그림 4는 공극 변화에 따른 추력 특성이다. 공극의 길이가 줄어들수록 추력은 커지는 결과를 알 수 있다.



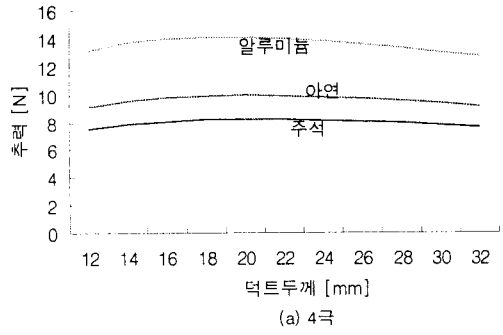
(a) 4극



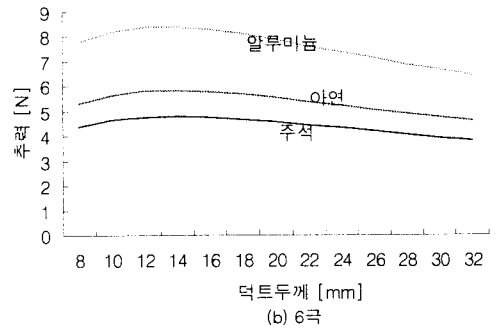
(b) 6극

그림 4. 공극의 변화에 따른 추력

그림 5는 덕트의 두께를 변화시키면서 추력의 변화를 알아보았다. 덕트의 두께가 20mm일 때 가장 좋은 추력을 가짐을 보여준다.

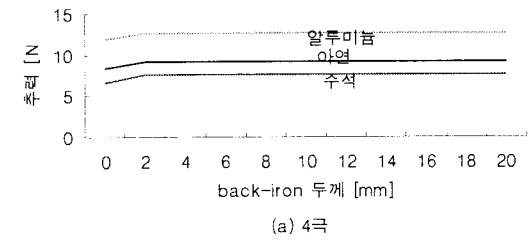


(a) 4극

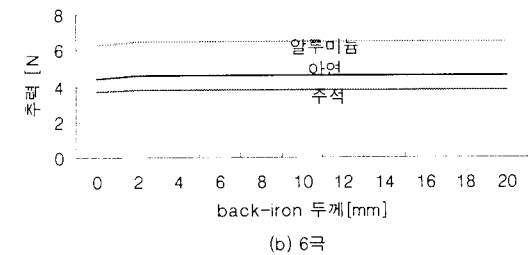


(b) 6극

그림 5. 덕트 두께에 따른 추력



(a) 4극



(b) 6극

그림 6. Back-iron 두께 변화에 따른 추력

그림 6은 back-iron 두께의 변화에 따른 추력을 보여준다. back-iron의 두께가 3mm를 넘어가면 두께 변화에 대한 추력의 변화가 없음을 알 수 있다.

2.3 자기유체역학(MHD)

MHD는 전기 전도성을 지니는 유체의 전자기장 속에서의 운동으로 유체가 자기력선을 가로지르는 방향으로 운

동하면, 전류가 흘러 새로운 자기장이 발생하고, 또 자기장속에 전류가 흐르면 유체에 힘이 작용하여 운동 상태를 바꾸는 것으로 1937년 J.하르트만으로부터 시작 되었고, H.알벤이 본격적으로 발전시켰다. 본 논문에서는 이 MHD를 사용한 프로그램인 FLUENT를 사용하여 덕트 내에서의 용융금속의 특성을 구하였다[2].

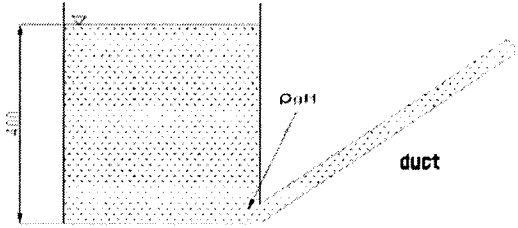


그림 7. 전기로와 덕트

그림 7은 전기로와 덕트의 모습을 나타낸다. 전기로 안에 용융금속이 차 있다고 가정하면 그 전기로내의 용융금속 양과 대기압을 고려하여 덕트의 각도를 정해주어야 한다. 만약 400mm의 용융금속이 노에 차 있다고 하면 덕트의 각도는 41.9°의 각도를 가져야 용융금속이 흐르지 않는다. 본 논문에서는 공극자속밀도를 0.2[T]로 놓고 FLUENT로 시뮬레이션 한 결과를 그림 8에서 나타내었고, 그림 9에서는 덕트 중간부분에서의 벡터 도를 나타내었다. 또 그림 10과 11에서는 입구단과 출구단에서의 속도분포를 보여준다.

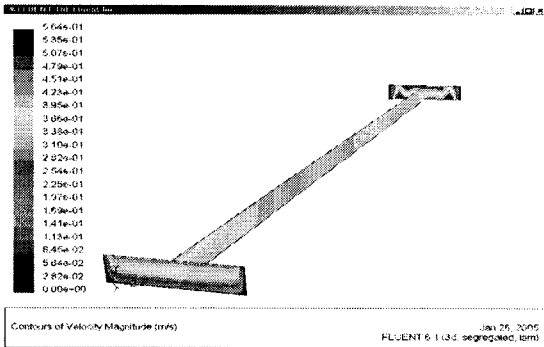


그림 8. MHD를 사용한 해석

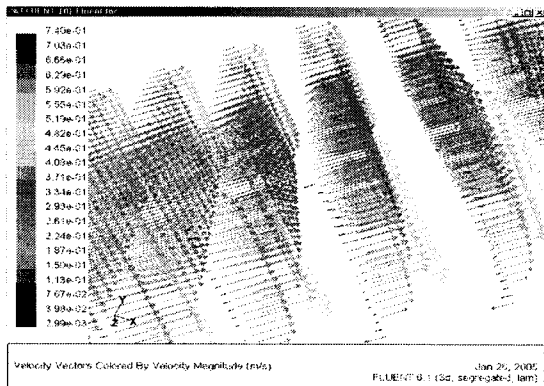


그림 9. 덕트 중간부분에서의 벡터도

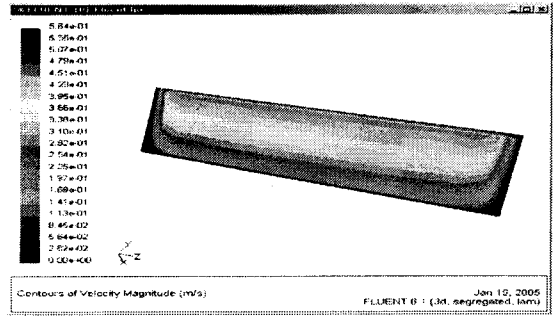


그림 10. 입구단에서의 속도분포

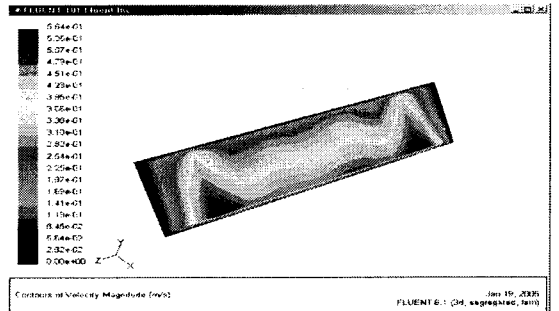


그림 11. 출구단에서의 속도분포

표 2에서 MHD를 이용한 3가지 용융금속의 특성해석 결과를 나타내었다.

표 2. MHD를 이용한 용융금속 특성

	아연	주석	알루미늄
최고 유속(m/s)	0.74	0.64	2.76
DUCT중양부 유속(m/s)	0.34	0.32	1.48
유량(kg/s)	3.449	2.945	6.68

3. 결 론

본 논문에서는 리니어 모터를 이용한 전자기 펌프에 대한 해석을 하였다. 용융금속으로는 주석, 아연, 알루미늄을 사용하였고, 슬립의 변화, 덕트 두께의 변화, 공극 길이의 변화, 백아이온 두께의 변화에 대한 추력을 알아 본 결과 슬립이 1에 가까울수록 추력은 커졌고, 덕트 두께는 20mm일때 최대추력을 가졌으며, 공극은 작을수록 추력이 커지고, back-iron 두께는 3mm 이상 일 때 최대 추력을 가졌다. MHD를 이용하여 공극자속밀도를 0.2[T]로 주고 해석한 결과 덕트 중앙부에서 0.3[m/s]이상의 용융금속 유속을 얻을 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] Jacek F. Gieras, Linear Induction Drives, Oxford, 1994.
- [2] Fluent Inc, Magnetohydrodynamics(MHD), 2003.