

리니어모터를 적용한 엘리베이터 도어시스템 개발

김윤현^{1*}

¹한밭대학교 전기공학과

Development of Elevator Door System with Linear Induction Motor

Youn-Hyun Kim^{1*}

¹Dept of Electrical Engineering, Hanbat University

요약 본 논문은 기존의 복잡한 구조의 전통적인 엘리베이터 도어의 문제점을 개선한 리니어유도모터(LIM)를 적용한 단순 메커니즘 구조와 직접 구동의 신개념의 엘리베이터 도어시스템의 개발에 관한 것이다. 본 논문에서는 리니어모터를 설치한 최적의 도어 구조와 리니어모터의 설계 결과를 제시하였으며 시험을 통하여 리니어모터의 설계결과와 타당성을 검증하였다. 또한 벡터제어에 의한 고성능 구동제어기 및 최적 운전 패턴을 제안하고 실제 제작되어 분석과 시험에 의해 리니어모터 적용 엘리베이터 도어시스템의 성능을 검증하였다. 본 논문에서는 제안된 리니어도어시스템의 설계와 제작과정에 대해서도 자세히 서술하였으며 시스템 주변장치 설계에 대해서도 기술하였다. 본 논문은 기존의 도어시스템의 문제점을 보완한 새로운 도어시스템의 기술적 기반을 마련하였으며 향후 신개념 엘리베이터 도어시스템 개발의 유용한 자료가 되리라 기대된다.

Abstract This paper introduces new concept elevator door system with linear induction motor(LIM) featuring simple structured and direct drive mechanism, which makes up for the weak points of the conventional complex structured door system. The optimal configuration of linear door system and the design results of linear LIM will be proposed in this paper and the validation of LIM design results will be investigated through the test. In this study, high performance of drive controller applied vector control and optimum drive pattern also are suggested. In addition, this paper describes details of designing and manufacturing process of linear door system and investigates the performance by analysis and test. The analytical and experimental results of this paper are considered as the productive data for the development of new elevator door system.

Key Words : Elevator Door System, Linear Induction Motor, Direct Drive, Vector Control

1. 서론

엘리베이터 도어는 승객과 직접적으로 접하는 부분으로서 도어의 개폐 동작은 엘리베이터 전체 제품전체의 성능을 평가하는 데 높은 비중을 차지하는 중요한 요소로 엘리베이터 도어를 조금 더 부드럽고 빨리 운전한다면 엘리베이터 사용자로부터 더 좋은 인상을 기대할 수 있다[1].

그러나 기존의 전통적인 엘리베이터 도어는 회전형 모터와 기어, 크랭크, 체인 등의 회전운동을 직선운동으로 변환하는 복잡한 기계 메커니즘으로 구성되어 간접적으

로 구동되기에 전체 시스템의 효율은 낮으며, 개폐시간의 단축과 부드럽고 낮은 진동, 소음 등의 다이내믹 성능조건을 만족시키기 어렵다. 또한 엘리베이터 사고가 2007년도 기준으로 119출동이 연간 5,000건 이상 발생하며 대부분 의 사고가 도어 고장이 원인으로 복잡한 도어기 계메커니즘에 기인되고 있다[2].

따라서 기존 회전형 모터를 대체하는 단순한 도어 메커니즘에 의한 제작비용의 절감 및 설비, 보수의 용이성과 다이내믹 성능 향상이 절실히 요구되고 있기에 대표적으로 리니어모터에 의해 직접 구동되는 새로운 도어시스템이 제안되고 있다[3].

*교신저자 : 김윤현(yhyunk@hanbat.ac.kr)

접수일 11년 06월 08일

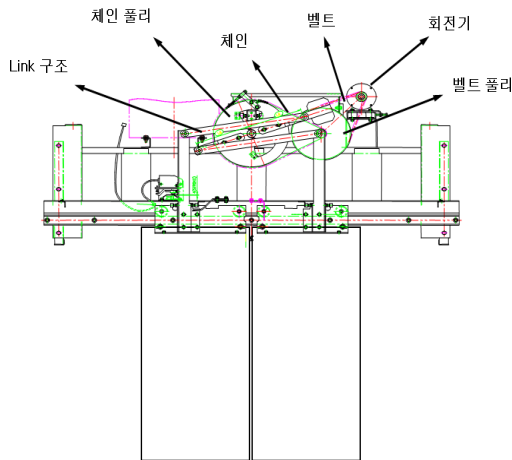
수정일 11년 07월 08일

재확정일 11년 08월 11일

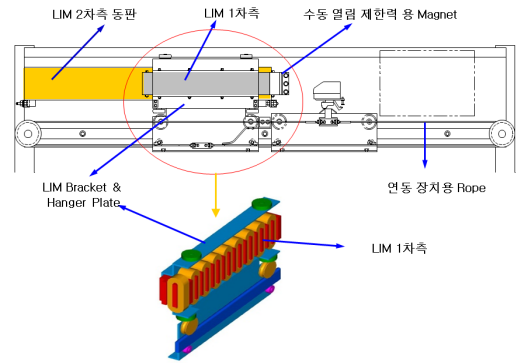
본 논문은 리니어유도모터(LIM)를 적용한 단순 메커니즘 구조와 직접 구동의 신개념의 엘리베이터 도어시스템의 개발에 관한 것으로 최적의 도어 구조와 리니어모터의 설계, 벡터제어에 의한 고성능 구동제어기 및 최적 운전 패턴을 제안하며 분석과 실험에 의해 성능을 검증하고자 한다.

2. 리니어 도어시스템의 구성과 사양

그림 1은 기존의 엘리베이터 도어시스템의 형상과 구성을 보여주고 있다. 기존의 도어는 회전형 모터와 기어, 벨트, 체인 및 링크와 암으로 구성되어 구조가 복잡하고 회전형 모터의 속도와 도어 속도의 관계식 유도가 복잡하여 최적의 속도패턴으로 운전하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 회전이 아닌 직선운동하는 리니어유도모터(LIM)가 직접 도어를 구동하는 새로운 구조의 리니어 도어시스템을 그림 2와 같이 제시한다. 리니어 도어시스템은 회전운동을 직선운동으로 변환하는 복잡한 기계 메커니즘이 제거된 리니어모터와 연동로프만으로 구성되어 도어의 직접구동이 가능하고 벡터제어의 효과를 최대한 발휘할 수 있으며 고장도 소음 및 개폐시간 등의 기존의 도어의 문제점을 해결할 수 있는 최적 구조로 고려될 수 있다. 다만 리니어 도어 시스템은 기존에 무게추를 이용한 수동개폐장치를 대체할 별도의 장치가 필요하여 그림 2와같이 자석을 이용한 장치를 부가적으로 개발하였다.



[그림 1] 기존 도어시스템의 구성
[Fig. 1] Conventional Door System



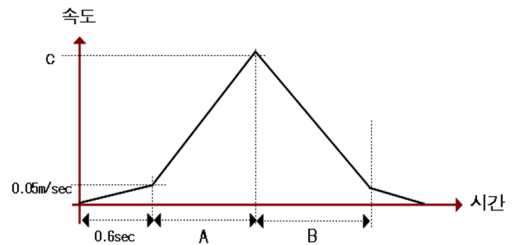
[그림 2] 리니어 도어시스템의 구성
[Fig. 2] Configuration of Linear Door System

3. 도어용 리니어모터의 개발

3.1 도어 및 리니어모터의 사양 결정과 설계

도어용 리니어모터의 최적 설계를 위해서는 적용하려는 도어시스템의 사양을 결정한다.

본 논문에서는 가장 많이 설치되어있는 60m/min급 엘리베이터의 도어 사양, 즉 표준높이 2,100[mm], 폭 700~1,100[mm], 도어 최대 총 무게 190kg의 2매 중앙개폐방식의 도어를 기반으로 선정하며 그 결과는 그림 3의 도어 속도 패턴 및 표 1의 사양과 같다.



[그림 3] 도어 속도 패턴
[Fig. 3] Door Speed Pattern

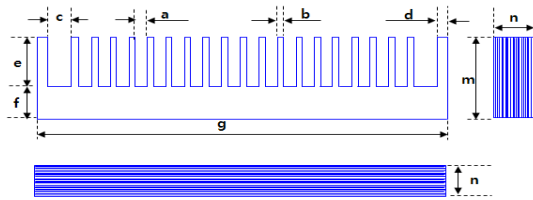
[표 1] 마찰 계수(=0.04G)의 도어 속도패턴 사양
[Table 1] Spec. of Door Speed Pattern

OP [mm]	700		1100	
도어 무게[kg]	114	150	140	190
마찰력[N]	45	59	55	75
가속력[N]	95	81	85	65
A [sec]	0.577	0.697	0.862	1.114
B [sec]	0.577	0.697	0.862	1.114
C [m/sec]	0.53	0.43	0.57	0.43
총 Open Time	1.75	1.994	2.324	2.828

따라서 리니어 도어에 적용되는 리니어모터의 사양은 추력 150[N]이상, 최대속도 0.6[m/sec]이상이 요구된다.

리니어모터의 설계는 등가회로를 기반으로 하는 최적 설계 과정과 유한요소해석(FEA)의 검증은 반복하여 최적 설계치를 도출하였다.

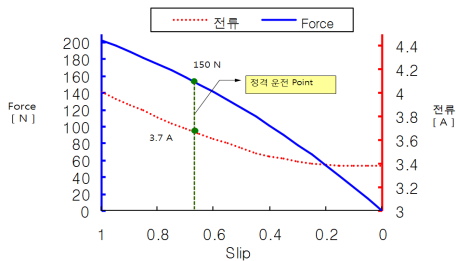
그림 4는 설계 결과의 리니어유도모터(LIM)의 형상을 보여주며 치수와 사양 그리고 최대 정격 동작 점은 표 2와 그림 5와 같다.



[그림 4] 리니어모터 코어 형상과 치수
[Fig. 4] Core Shape and Size of LIM

[표 2] 리니어 모터 설계 결과
[Table 2] Design Result of LIM

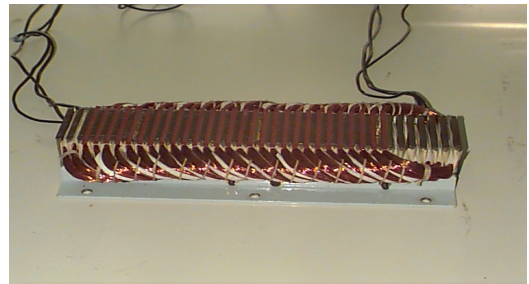
모터 폭(n)	80mm	Coil 직경	0.65F*3
모터 길이(g)	488 mm	점적율	38%
극 간격	70.5mm	슬롯깊이(e)	45mm
기계적 공극	1.5mm	선간 전압	150[V]
총 Slot 수	18*2	주파수	13.8[Hz]
Slot Pitch	11.75mm	Slip	0.66
치 폭(b)	4mm	극 수	6
Slot 폭(a)	7.75mm	상전류	3.72[A]
Turn 수	66	속도	0.66[m/sec]
Coil 단면적	1.0mm ²	힘	159[N]
EndWnd 길이	30mm	역률	58.5%
2차 동판	2mm	효율	18.6[%]



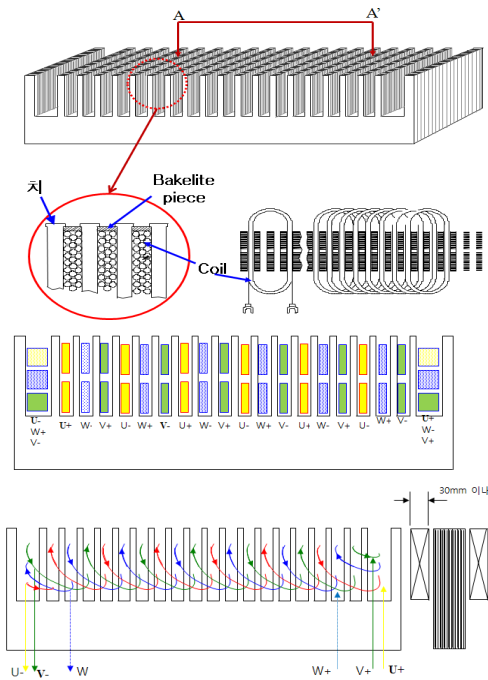
[그림 5] 리니어유도모터의 Slip 특성 곡선
[Fig. 5] Slip Characteristics of LIM

3.2 리니어모터의 제작 및 해석과 실험결과

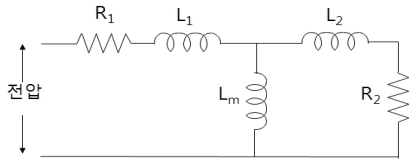
설계된 리니어모터의 제작형상을 그림 6에 보여주었다. 모터의 코어는 S20 규소강판을 0.5T 두께로 적층하였으며 금형 제작하였다. 코일은 EIW F종 0.65Φ 3개를 1턴으로 하여 각 슬롯당 66턴, 2층 구조, 분포권으로 감았으며 NOMEX지로 절연하여 에폭시수지로 바니시 작업을 하였다. 설계된 리니어모터는 매극매상당 슬롯수 2로 제작하였으므로 그림 7의 슬롯하나가 실제로는 두 개로 보아야 하고 실제 제작된 리니어모터의 사진을 그림 6에 보여주었다.



[그림 6] 리니어유도모터의 제작 결과 사진
[Fig. 6] Figure of the Manufactured LIM



[그림 7] 리니어유도모터의 제작 형상
[Fig. 7] Manufacturing Drawing of LIM

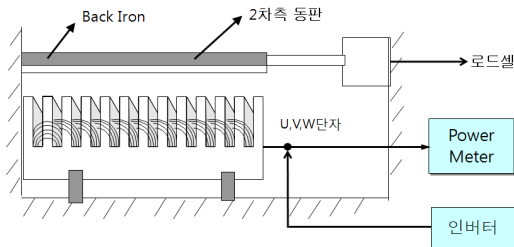


[그림 8] 리니어유도모터의 등가회로
[Fig. 8] Equivalent Circuit of LIM

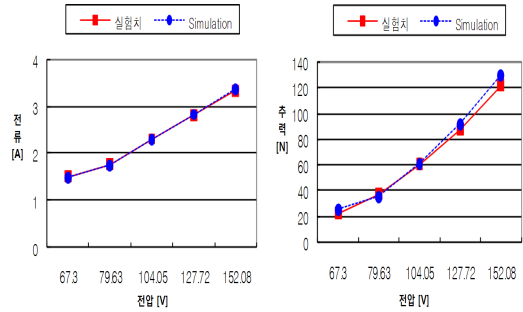
[표 3] 리니어 모터 파라미터의 결과치
[Table 3] Parameters of LIM

	FEA 해석	등가회로 해석	실험
R ₁	-	5.85 [Ω]	5.8[Ω]
L ₁	75.5 [mH]	77.17 [mH]	75.6 [mH]
L _m	204.7 [mH]	205.69 [mH]	218.0 [mH]
L ₂	-	6.41 [mH]	-
R ₂	-	19.76[Ω]	18~21[Ω]

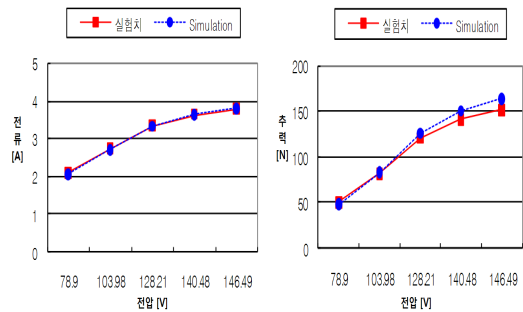
그림 8은 리니어모터의 등가회로 정수를 나타내며 등가회로 특성식과 유한요소해석(FEA) 그리고 실험에 의한 측정 결과를 표 3과 같으며 해석과 실험치가 오차가 적어 해석의 정밀도를 신뢰할 수 있음을 알 수 있다. 회전형 모터의 발생 토오크의 측정은 토오크메터를 구비한 부하시험장치에서 측정이 가능하나 속도운전 중 리니어모터의 발생 추력은 측정이 불가능하고 모터를 구속시킨 상태에서 그림 9와 같은 장치를 기반으로 구속시에서의 추력만 측정가능하다. 본 연구에서는 그림 9와 같이 리니어모터 1차축을 고정하고 2차축을 로드셀에 연결하여 모터에 전압을 가변시키면서 로드셀로 추력, Power Meter로 전력량, 선간전압, 전류, 주파수를 측정하였으며 해석결과와 비교하여 해석의 신뢰도를 검증하고 이를 근거로 운전 중의 특성을 해석을 기반으로 추정하였다. 그림 10는 시험과 해석결과의 특성 비교를 보여주고 있다. 시험과 해석은 은 전압 50V에서 150V까지 주파수는 10Hz, 15Hz, 20Hz에 대해서 수행하였으며 그림으로부터 해석과 시험이 잘 일치하며 설계결과가 전류 3.7A에 150N이 발생하여 3.1절의 요구조건을 만족함을 알 수 있다.



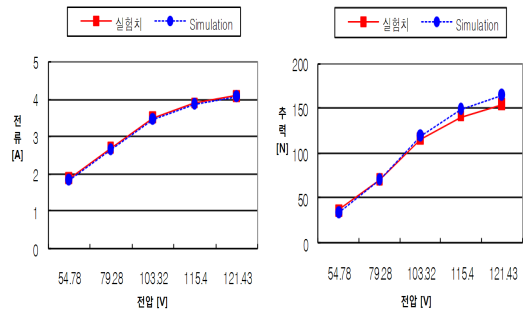
[그림 9] 리니어유도모터의 구속시험장치 구성
[Fig. 9] Setup for Lock Test System of LIM



[a] 20Hz 시 전류와 추력 구속시험 결과



[b] 15Hz 시 전류와 추력 구속시험 결과



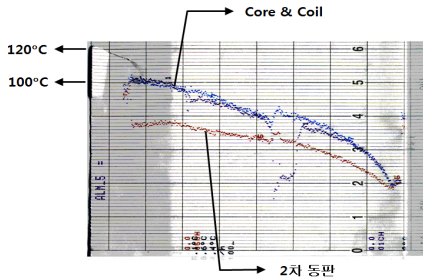
[c] 10Hz 시 전류와 추력 구속시험 결과

[그림 10] 리니어유도모터의 구속시험 결과
[Fig. 10] Lock Test Results of LIM

[표 4] 운전 특성 해석 결과
[Table 4] Results of Operation Analysis

OP [mm]	도어무계 [kg]	속도 [m/sec]	주파수 [Hz]	Slip	전류 [A]	전압 [V]	힘 [N]
700	114	0.53	12.6	0.70	3.72	139	157
	150	0.43	12.1	0.75	3.71	134	158
1100	140	0.57	12.7	0.68	3.72	141	156
	190	0.43	12.1	0.75	3.71	134	158

표 4는 설계결과에 대한 각각의 운전 특성을 해석을 통하여 분석하여 정리하였다. 표로부터 도어 운전거리 700~1,100mm까지 본 논문에서 설계한 리니어모터가 적용이 가능하며 표 1의 사양에 부합함을 알 수 있다. 본 논문에서는 리니어모터를 도어시스템에 적용하기 위한 환경시험도 함께 수행하였다. 절연저항 측정은 모터의 u상,v상,w상 중 하나와 프레임 또는 접지를 DC 500V용 절연저항계로 측정하여 절연저항이 10MΩ 이상을 확인하였고, 절연 내전압 시험은 모터의 u상,v상,w상 중 하나와 프레임 또는 접지를 내전압 시험계로 AC 1500V에서 1분간 측정하여 누설전류가 10mA 이하를 확인하였다. 또한 선간저항 측정은 주위 온도 측정을 측정하고 각 선간 저항 측정하여 측정 저항을 25°C의 값으로 환산하였으며 그 평균값은 표 3에 나타난 것 같이 5.8Ω이다. 환경 시험 중 가장 중요한 온도 측정은 전류 4.5A를 인가한 상태에서 1차측 코어와 코일 그리고 2차동판에 대해서 타점온도계로 온도 측정도 수행하여 100°C로 포화되는 것을 확인하여 과부하 상황에서도 과열 문제가 없음을 확인하였고 그 결과 파형을 그림 11에 보여주었다.



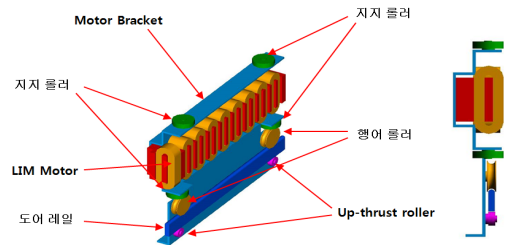
[그림 11] 리니어유도모터의 온도측정시험 결과
[Fig. 11] Temperature Test result of LIM

4. 리니어도어 시스템 주변장치 설계

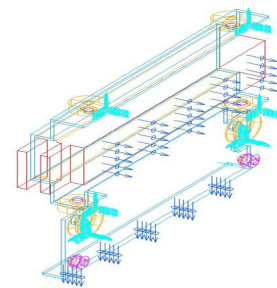
4.1 브래킷 구조 해석 및 설계

그림 12은 리니어모터의 브래킷 구조를 보여주고 있다. 이 구조는 Door Hanger, Motor Bracket 그리고 갭조절이 일체화를 위한 구조로, LIM 1차측과 2차측 사이의 공극 (Air Gap)조절이 용이하고 LIM 1차측이 방수 구조가 되며 E/L Car Size에 독립적인 Compact 구조 및 설치 및 보수가 용이한 구조로 설계함을 특징으로 하고 있다. 이 모터 브래킷은 리니어모터의 qck측과 2차측 동판의 BackIron사이 모터의 흡입력이 발생하고 도어무게에 의한 중력방향의 힘이 작용하여 모터 브래킷과 2차동판 지지 플레이트가 변형이 발생할 수 있어 구조 해석이 필요

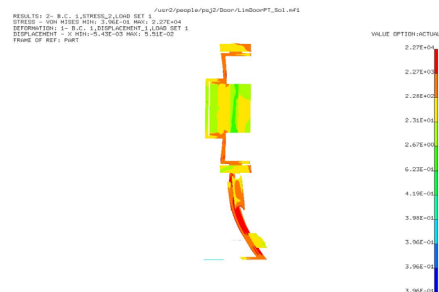
하다. 그림 13은 모터 브래킷의 경계조건 상황을 나타낸 그림으로 재질은 Steel, Mass Density는 7.82×10^6 [kg/mm³], Modulus of Elasticity는 2.608×10^8 [mN/mm²], Poissons Ratio는 2.91×10^{-1} , Yield Stress는 2.48×10^5 [mN/mm²]의 재질 조건과 모터의 흡입력은 400×10^3 [mN], 도어 무게에 의한 힘은 3×10^5 [mN] 그리고 Hanger Rail과 접하는 부분 및 모터 지지 롤러와 base가 접하는 부분의 Displacement Restraint의 경계조건에서 Stress 분포와 Deflection 해석 결과를 그림 14에 보여주었다. 해석 결과 최대 Stress는 2.27×10^4 [mN/mm²], 최대 Deflection은 6.07×10^{-2} [mm]로 안전계수가 10.93으로 상당히 높아 설계한 모터 브래킷이 적합함을 알 수 있다.



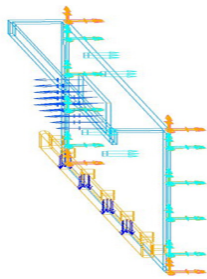
[그림 12] 리니어유도모터 브래킷 구조
[Fig. 12] Bracket Structure of LIM



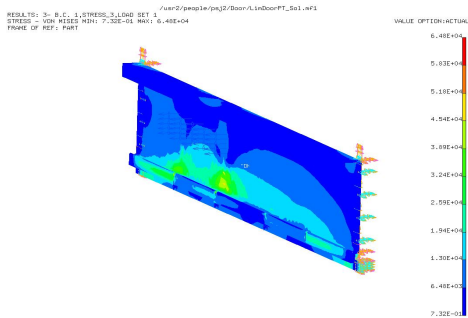
[그림 13] Motor Bracket의 경계조건
[Fig. 13] Boundary Condition of Motor Bracket



[그림 14] Motor Bracket 해석 결과
[Fig. 14] Analysis Result of Motor Bracket



[그림 15] Supporting Plate 경계 조건
[Fig. 15] Boundary Condition of Supporting Plate



[그림 16] Supporting Plate 해석 결과
[Fig. 16] Analysis Result of Supporting Plate

그림 15는 2차동판 지지 플레이트의 경계조건 상황을 나타낸 그림으로 재질과 모터의 흡입력은 모터 브래킷의 조건과 같으며 도어 무게에 의한 힘은 구동도어 69×10^4 [mN], 종동도어 36×10^4 [mN] 그리고 Car Frame에 고정되는 부분 및 모터 지지 롤러와 접하는 부분의 Displacement Restraint의 경계조건에서 Stress 분포와 Deflection 해석 결과를 그림 16에 보여주었다. 해석 결과 최대 Stress는 6.48×10^6 [mN/mm²], 최대 Deflection은 6.42×10^{-2} [mm]로 안전계수가 3.83으로 브래킷보다는 낮지만 2차동판 지지 플레이트의 설계가 적합함을 알 수 있다.

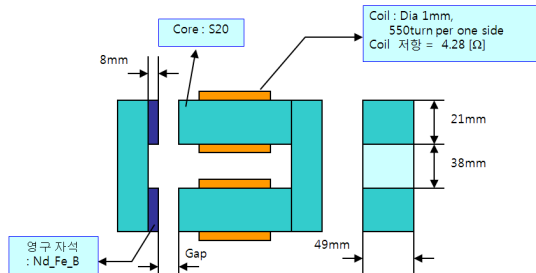
4.2 수동 개폐장치 설계

엘리베이터 도어는 국내 법규 상 전원On 시에는 20kgf 이상, 전원 Off 시에는 5~30kgf의 힘이 작용하여 운전 중이나 또는 고장 시에도 도어가 함부로 열리지 않고 고장 시에만 초등학교 고학력학생이상의 힘으로 열림이 가능한 수동개폐장치(Manual Opening and Shutting Equipment)가 설치되어야 한다. 기존의 도어는 링크암 구조에 무게추를 달아 중력의 힘으로 이 기능을 구현하였으나 리니어도어는 링크암이 제거되면서 새로운 수동개폐장치가 요구되어 그림 17과 같이 전자석 구조의 수동개폐장치를 제안하였으며 이 구조는 리니어모터와 일체형으로 제작하여

비용 및 단순 구조의 리니어도어의 장점을 유지하였다. 전자석 구조의 수동개폐장치는 공극을 조절함으로써 법규를 만족하는 수동 열림 제한력 조절이 가능하며 전원 Off시의 수동 열림 제한력을 200[N]으로 맞추고 전원 On 시에는 약 간의 힘만 모터가 부과하여 도어 운전중에는 전자석을 이용 수동 열림 제한력을 0으로 만들 수 있으므로 E/L 운전중 리니어모터가 부담하는 부하는 줄어들게 된다. 표 5는 그림 17의 전자석 수동개폐장치의 유한요소 해석 결과와 시험결과를 나타낸 것으로 공극을 5mm로 하였을 때 영구자석에 의한 흡입력이 210[N]으로 설계요구치에 만족하며 표 6에 나타난 것과 같이 도어가 열리는 순간에만 5.5[A] 전류를 흘려 흡입력을 0이 되도록 하면 리니어모터에 부하 부담이 없으면서 전력소비가 적은 수동개폐장치의 구현이 가능할 수 있었다. 이때 영구자석의 힘만 작용하는 무여자 시와 전류 5.5[A]를 인가한 여자 시의 유한요소해석 자속분포도를 그림 18에 보여주었다.

[표 5] 흡입력 해석 및 시험 결과
[Table 5] Analysis and Test Results of MOSE

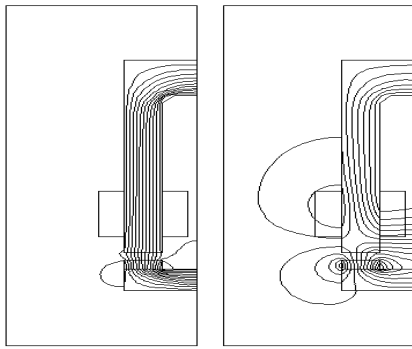
Gap	해석치[FEM]			실험치 [N]
	흡입력 [N]	공극자속 [T]		
		Pick	중앙	
4 mm	261	0.89	0.62	270
5 mm	212	0.87	0.56	215
6 mm	170	0.74	0.51	173
7 mm	140	0.73	0.47	145



[그림 17] 수동개폐장치의 구조와 설계치
[Fig. 17] Configuration of MOSE

[표 6] 흡입력 해석 및 시험 결과
[Table 6] Analysis and Test Results of MOSE

Air Gap x = 5 [mm]			
전류[A]	해석[FEM]		실험[N]
	공극자속	흡입력	
0	0.56	212	215
1.0	0.50	154	168
3.0	0.39	70	75
5.0	0.29	7.7	7.7
5.5	0.26	-4.4	2
6.0	0.23	-7.55	0.0

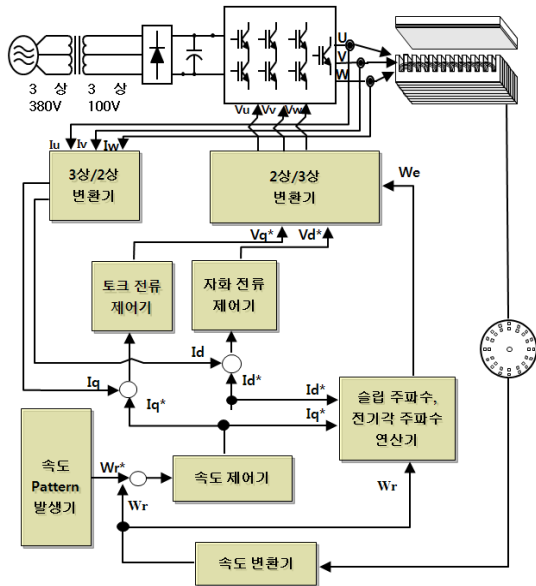


[a] 무여자 시 (b) 여자 시

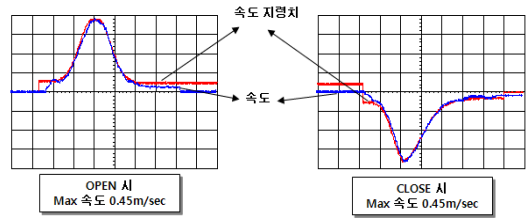
[그림 18] 수동개폐장치 해석 결과
[Fig. 18] Analysis of MOSE

5. 구동제어기 설계와 성능시험 결과

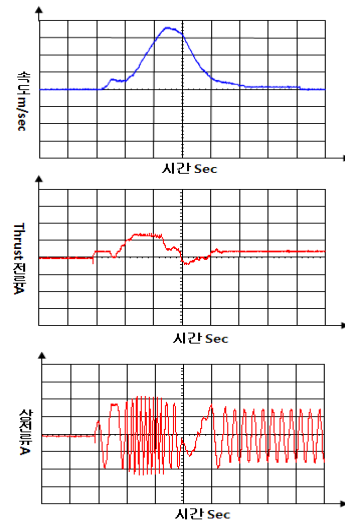
본 연구의 제어기는 고성능의 제어성능을 실현하기 위하여 기존의 V/F 제어가 아닌 벡터제어 기반 속도제어를 구현하였으며 그 구성은 그림 19과 같다. 속도제어기와 전류제어기는 PI제어기로 구성하였고 속도제어 파형은 그림 20에 보여주었으며 그림과 같이 속도제어가 원활히 수행되고 있음을 알 수 있다.



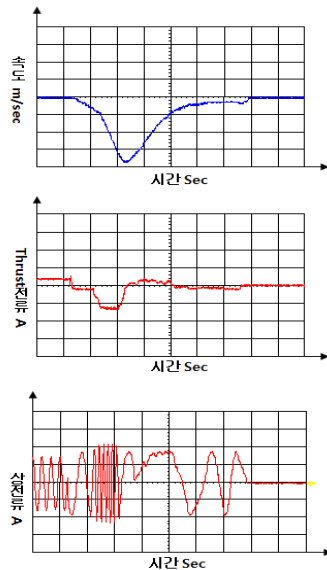
[그림 19] 리니어도어 시스템의 제어기 구성
[Fig. 19] Control Block Diagram of Linear Door



[그림 20] 속도제어 파형
[Fig. 20] Speed waveform of Linear Door



[a] 도어 Open 시 속도, 전류 파형

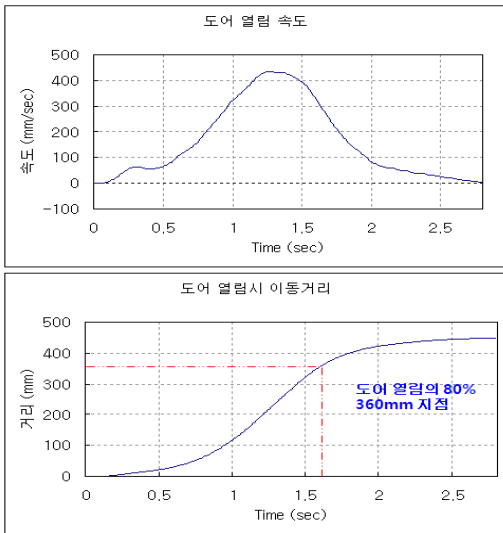


[b] 도어 Close 시 속도, 전류 파형

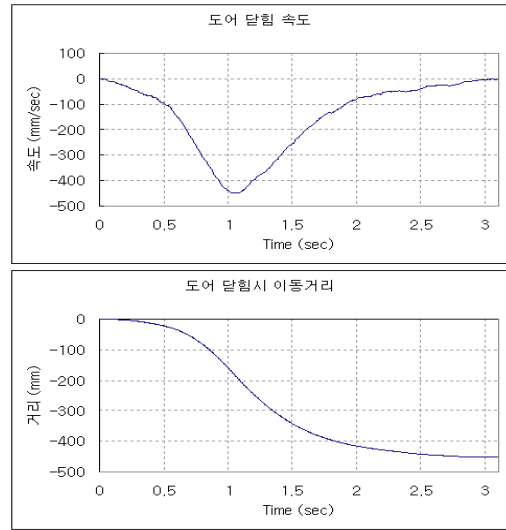
[그림 21] 리니어도어 시스템의 도어 운전 시험
[Fig. 21] Drive Test of Linear Door

그림 21는 본 제어기로 구동한 도어의 개폐시 속도와 리니어모터의 전류 파형을 보여주고 있다. 그림에서 시간 축은 칸 당 0.5초이며 속도는 칸 당 0.125[m/sec], 전류는 칸 당 2.5[A]를 나타내고 있다. 그림 (a)는 도어 열림 시 속도파형으로 계합시간은 0.5초, 추가속시간과 감속시간은 각각 0.9초로 총 열림시간이 2.5초를 넘지 않음을 알 수 있다. 전류는 자화전류를 실효치로 3.18[A]를 지령하였으며 추력전류는 그림과 같이 가속 시에 피크치가 3[A], 실효치는 2.12[A]가 흐르고 상전류치로 피크치 5.5[A], 실효치로 3.8[A] 그리고 주파수는 13.5[Hz]로 흐르며 추력이 150[N]이 발생하고 있다. 그림 (b)는 도어 닫힘 시 속도파형으로 추가속시간 0.9초, 총감속시간은 1.3초 그리고 계합시간 0.9초로 닫힘시간은 3.1초를 넘지 않음을 알 수 있다.

전류는 열림 시와 동일한 상황으로 운전되고 있어 열림 시나 닫힘 시 모두 발생 표 2의 리니어모터 요구 설계를 만족하며 속도제어와 전류제어가 잘 수행되어 도어운전이 원활히 구동됨을 알 수 있다. 그림 22은 도어 개폐 시험의 속도와 이동거리를 보여준 파형으로 도어 열림 시간은 총 열림거리의 80% 지점은 1.7초를 나타내며 완전히 열린 때까지의 시간은 2.8초가 소요되어 도어 열림 시간 80% 기준값 2.2 ± 0.3 [sec]를 만족하며 도어 닫힘 시간은 완전히 닫힐 때까지의 시간은 3.1초가 소요되어 도어 닫힘시간 기준값 3.0 ± 0.3 [sec]를 만족하고 있음을 알 수 있다.

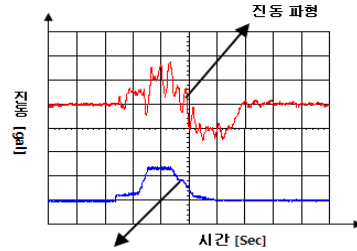


[a] 도어 Open 시 속도, 이동거리 파형

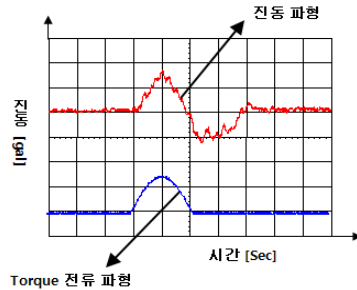


[b] 도어 Close 시 속도, 이동거리 파형

[그림 22] 리니어도어 시스템의 이동거리
[Fig. 22] Moving Distance of Linear Door



Torque 전류 파형
[a] 구형파 토크전류지령의 진동 파형



[b] sin 토크전류지령의 진동 파형

[그림 23] 도어 진동 측정 시험
[Fig. 23] Vibration Test of Linear Door

본 논문에서는 리니어도어의 개폐 성능 시험 외에 도어의 진동 특성 시험을 수행하였다. 그림 23은 토크 전류

패턴에 따른 진동 특성을 나타낸 진동 파형으로 진동센서는 가속도센서를 이용하여 측정 보드를 제작, 도어의 상부 1.2m에 취부하여 측정하였다. 도어의 진동은 추력의 변화분이 클수록 크게 발생하므로 그림과 같이 구형과 토크전류패턴보다 사인파 토크전류패턴이 진동이 현저히 감소함을 확인할 수 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 리니어유도모터(LIM)를 적용한 단순 메커니즘 구조와 직접 구동의 신개념의 엘리베이터 도어시스템의 개발과 결과에 대해서 서술하였다. 본 연구에서 리니어도어용 최적의 리니어모터 설계와 제작 기반 그리고 시험을 통한 설계 결과의 타당성을 검증하였으며 벡터제어 LIM 구동제어기를 구현하였다. 또한 수동개폐장치, 리니어모터 브래킷 구조 해석 등 리니어모터 적용한 최적의 리니어도어 구조를 제시하였다. 본 논문에서는 리니어도어 시스템의 구동 성능 시험을 수행하여 요구사항을 만족함을 확인하였으며 기존의 도어시스템의 문제점을 보완한 새로운 도어시스템의 생산이 가능한 단계의 기반을 마련하였다.

References

- [1] Shizuo MAGOTA, "The Opening-and-Closing Speed Control of an Elevator Door by Frequency-Shaping ILQ Design Method," Proc. of 2006 American Control Conference, pp 1960-1991, June 14-16, 2006
- [2] JongSun Lee, "Behavior Analysis of Elevator Door", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol 8, no 5, pp. 991-994, 2007.
- [3] Xiao Liu, "A Novel Tubular Permanent Magnet Linear Synchronous Motor Used for Elevator Door," Proc. of Intern. Conf. on Electrical Machines and Systems, pp 801-804, Seoul, Korea, Oct. 8~11, 2007
- [4] N.C. Park, et al., "Development of Induction Motor Drive system for the Elevator door using Vector control", 2008 Annual Summer Conference of Power Electronics, pp.171 - 173, 2008

김 윤 현(Youn-Hyun Kim)

[정회원]



- 1987년 2월 : 한양대학교 일반대학원 전기공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 : 한양대학교 일반대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1989년 1월 ~ 1999년 8월 : LG 산전연구소 책임연구원
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 전기공학과 교수

<관심분야>

전기기기, 전력전자, 모터드라이브