

## 승강기 산업의 비표준 승강로에 대응하는 승강기 크기 결정 방법 연구

고영준<sup>1</sup>, 김병익<sup>2</sup>, 한관희<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국승강기대학교 교수, <sup>2</sup>(주)모두솔루션 이사, <sup>3</sup>국립경상대학교 산업시스템공학부 교수

### Determination of Cage Size in Case of Non-Standard Well Size in Lift Industry

Young-joon Ko<sup>1</sup>, Byoung-ik Kim<sup>2</sup>, Kwan Hee Han<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor, Korea Lift College

<sup>2</sup>Director, Modoo Solution Co. Ltd.

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Industrial & Systems Engineering/Engineering Research Institute, Gyeongsang Nat'l Univ

**요약** 현재 승강기의 크기에 관한 공인된 표준이 존재하지 않는다. 각 승강기 제조 회사들은 EN-CODE와 국내검사기준에서 정의하는 용량대비 최대사용 카 바닥 면적을 이용하여 승강기의 용량 산출 기준에 맞는 최대 허용 바닥 면적을 설정하고 자신들의 기준으로 승강기 크기를 결정하고 있다. 본 논문에서는 승강기 크기를 보다 쉽게 결정 할 수 있는 방법을 제시한다. 이를 위해 승강로의 치수를 입력하면 승강기의 크기를 계산해주는 프로그램을 구현하였다. 이 프로그램은 건물의 이미 결정된 승강로 크기에 따라 승강기 요소들을 고려하여 현재 사용 중인 EN-CODE와 국내검사기준에 맞는 승강기의 크기를 계산해 주어 빠른 의사결정과 승강기 설치에 있어서 유용한 도구가 될 것이라 사료된다.

**주제어** : 비표준 승강로, 승강기 크기 결정, 승강기 크기 계산, 승강기 크기 결정 프로그램, 승강기 크기 최적화

**Abstract** There is currently no recognized standard for the size of lifts. Each elevator manufacturer sets the maximum allowable floor area that meets the capacity calculation standard of the elevator using the maximum used car floor area, which is defined by EN-CODE and the domestic inspection standard, and determines the elevator size based on their own standards. In this paper, we propose a method to more easily determine the elevator size. To do this, we implemented a program that calculates the size of the elevator by inputting the dimensions of the hoistway. This program will be useful method for quick decision making and elevator installation considering the elevator factors according to the already determined hoistway size of the building and calculating the EN-CODE currently used and the size of the elevator according to domestic inspection standards.

**Key Words** : Nonstandard Hoistway, Elevator Size Decision, Elevator Size calculation, Elevator Sizing Program, Optimize Elevator Size

\*This paper was supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) in 2016 by distributing manufacturing applications.

\*Corresponding Author : Kwan Hee Han(hankh@gnu.ac.kr)

Received January 9, 2019

Revised January 28, 2019

Accepted February 20, 2019

Published February 28, 2019

## 1. 서론

오늘날 대부분의 기술들은 ISO (국제 표준화 기구), IEC(국제전기기술위원회) 등 표준화 기구에 의해 표준화가 이루어진다. 승강기와 관련하여서는 우리나라를 비롯한 여러 나라들의 승강기 표준 규격과 안전 기준이 유럽 기준인 EN-CODE로 통합되고 있다[1]. 승강기에 관련된 표준은 ISO TC 178(IOC 승강기 분과위원회)에서 다루어지고 있으며 ASME(미국공업규격)와 JIS(일본 산업 표준) 등도 국제회의를 거쳐 EN-CODE의 부록으로 첨가되고 추후에는 모두 단일한 코드로 통합되어 가는 수순을 밟고 있다.

그러나 건물에 따라 설계되는 승강로의 치수는 건물의 특성에 따라 다르고 용도에 따라 특별해지는 구성을 모두 정의할 수는 없다. 따라서 승강로의 치수 역시 각 승강기 회사별 최소치만을 규정하고 있으므로 역시 표준화 되었다고는 보기 힘들다. 이렇게 표준화 되지 않은(비표준) 승강로에 대한 승강기의 크기 결정은 승강기의 용도와 이용량 평가에 의해 결정된다. 이는 승강기 설치에 있어서 빠른 의사결정을 할 수 없는 요인이 된다. 또한 승강기의 용량과 대수 크기를 선정할 때 승강기의 크기와 속도 등은 교통량 분석을 통해 이루어져야 하나 정확한 분석방법을 통하기보다 지금까지는 이미 정해진 건축 도면과 기본적인 골조가 형성된 이후에 승강기 업체가 임의로 결정하는 구조로 운영되고 있기 때문에 주어진 환경에 맞추어야 하는 어려움이 따른다. 예를 들면 필요한 교통량이 많아서 승강로가 더 필요하거나 더 큰 승강로가 필요하다더라도 이미 만들어진 건축물 안에서 최선의 선택을 해야 하는 어려움이 있다.

위에서 언급한 문제점을 개선하기 위해 본 논문에서는 교통량이 계산되지 않은 승강로에 어떤 승강기를 넣을 지에 대한 효율적이고 빠른 의사결정을 돕는 프로그램을 제안하고자 한다.

## 2. 본론

### (비표준 승강로에 대응하는 승강기의 크기결정 방법)

비표준 승강로에 대응하는 승강기의 크기를 결정하는 방법을 제시하기 위해, 1) 먼저 현재 사용 중인 승강기 용량 산출 방식과 연구를 알아보고, 2) 사각기둥 형태의 승강기 메커니즘을 설명하고 승강기 크기의 기준과

이를 바탕으로 표준화되지 않은 승강로에 대응하는 승강기의 크기를 결정하는 프로그램을 제시하고자 한다.

### 2.1 선행 연구

Fig. 1은 승강기의 플랫폼 및 승객 당 평균 공간을 측정하기 위한 제이 프루인의 연구로 소개된 결과이다. 이 연구는 The Vertical Transportation, FOURTH EDITION Page 33에 소개되어 있다[2]. 이 연구에서는 보통사람이 안락하게 느끼는 데는 약  $3ft^2$  ( $0.28m^2$ )의 바닥면적을 필요로 한다. 그러나 이 경우 최소  $2ft^2$  ( $0.19m^2$ )까지 밀집될 수도 있다고 제시하였다. 이를 기반으로 산출된 승객 당 평균 공간이란 승강기 용량 즉 카가 만차 될 경우 정격 하중을 초과하지 않도록 파운드 또는 킬로그램으로 표현되고 평방피트로 환산된, 사람의 형태를 수용할 수 있는 최적의 공간으로 표현되고 있다. Fig. 1의 (a)는 사람의 동체 타원의 모습이고 (b)는 붐비는 경우를 표현한 것이고 (c)는 명목상의 일반적인 경우를 표현하고 있다.

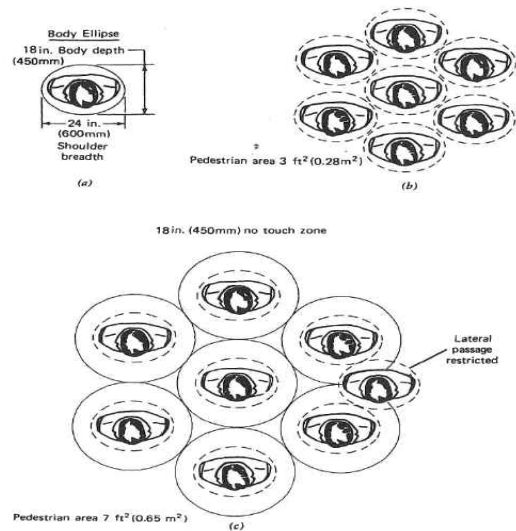


Fig. 1. Pedestrian queuing : (a) body ellipse, (b) crowded, (c) nominal (Courtesy Pedestrians, by J. Fruim, currently published by Elevator World Magazine)

이 연구는 승강기의 용량 및 인승을 결정짓는 하나의 연구로 평가받고 있다. 또한 이 연구에서는 승강기에 승객이 타고 내리는 과정에서 혼잡 등을 물리적으로 예측하였고, 연구의 결과는 승강기의 제원(용량 및 도어의 위치 및 사이즈)을 결정짓는 기초 자료로 사용되고 있다. Table 4는 제이 프루인의 연구를 기반으로 설계된

유럽 표준의 용량 대비 승강기의 유효 면적을 보여주고 있다. 승강기 카 안에 실을 수 있는 최대용량을 kg으로 정의하고, 각 용량 대비 카의 유효면적의 최대값을  $m^2$ 으로 정의하여 유럽표준인( $\frac{\text{정격하중}}{75} \times 0.28m^2 \pm \text{변수}$ )의 산식을 기초로 최저 용량과 용량의 증대에 따라 변수를 차등 적용하여 유효바닥면적의 최댓값을 표로 정의한 것이다. 우리나라도 최근 승강기안전 검사 기준<제 2018-22호, 2018.3.23.>개정으로 1인당 인적 하중을 75kg으로 상향 조정하여 유럽 기준과 같아졌다[3]. Table 1, Table 2, Table 3에서 보는 바와 같이 한국 및 유럽, 중국의 1인당 인적 하중 산출 기준이 같아짐을 알 수 있다.

Table 1. Code of Lift Inspection in Korea<sup>1)</sup>

Korea			
「Guide to Standards for Elevator Inspection」			
[Attached Table 1] Structure of Electric Lift			
[Attached Table 2] Structure of a Hydraulic Lift			
8.2.3 Number of Passengers			
Number of Passengers shall be the value that is calculated by the following equation and is rounded off to the nearest whole number. The effective area of the minimum car is to comply with Table 1.2.			
$= \frac{\text{Rated Load}}{75}$ [ Table 1.2 ]			
Number of Passengers	Minimum Available Car area $m^2$	Number of Passengers	Minimum Available Car area $m^2$
1	0.28	11	1.87
2	0.49	12	2.01
3	0.60	13	2.15
4	0.79	14	2.29
5	0.98	15	2.43
6	1.17	16	2.57
7	1.31	17	2.71
8	1.45	18	2.85
9	1.59	19	2.99
10	1.73	20	3.13
If the capacity exceeds 20 persons, an additional area of 0.115 $m^2$ per additional passenger is required.			

Table 2. Code of Lift Inspection in EU<sup>1)</sup>

Europe			
EN81-1, EN81-2			
8.2.3 Number of Passengers			
The number of passengers shall be obtained from :			
a) either, the formula, $\frac{\text{rated load}}{75}$ , and the result rounded down to the nearest whole number, or			
b) table 1.2 which gives the smaller value.			
Table 1.2			
Number of Passengers	Minimum available car area $m^2$	Number of passengers	Minimum available car area $m^2$
1	0,28	11	1,87
2	0,49	12	2,01
3	0,60	13	2,15
4	0,79	14	2,29
5	0,98	15	2,43
6	1,17	16	2,57
7	1,31	17	2,71
8	1,45	18	2,85
9	1,59	19	2,99
10	1,73	20	3,13
Beyond 20 passengers add 0,115 $m^2$ for each extra passenger.			

Table 3. Code of Lift Inspection in China<sup>1)</sup>

Chine			
GB 7588			
8.2.3 乘客數量			
乘客數量應取按下述方法獲得的最小值：			
a) 按公式 $\frac{\text{額定載重量}}{75}$ 計算的結果向下圓整到最近的整數；或			
b) 表3 中的數值。			
表3			
乘客人數	轎廂最小有效面積 $m^2$	乘客人數	轎廂最小有效面積 $m^2$
1	0.28	11	1.87
2	0.49	12	2.01
3	0.60	13	2.15
4	0.79	14	2.29
5	0.98	15	2.43
6	1.17	16	2.57
7	1.31	17	2.71
8	1.45	18	2.85
9	1.59	19	2.99
10	1.73	20	3.13
注：乘客人數超過20人時，每增加人，增加 0.115 $m^2$			

1) 2018.3.23. 행정안전부 보도자료 - 행정안전부, 승강기 안전기준 강화한다.

인간공학적으로 1인당 최적 바닥면적의 크기를 0.28  $m^2$ 로 구성하여 응용한다. 하지만 이 수치는 절대적인 것은 아니다. 예를 들면, Table 4.의 300-0.9의 의미는 4인승의 승강기이고 바닥면적은 0.9 $m^2$ 을 초과할 수 없다는 뜻이다.

Table 4. Volume Contrast Bottom Area (EN-81[1])

Rated Load, Mass kg	Maximum Available Car Area $m^2$	Rated Load, Mass kg	Maximum Available Car Area $m^2$
100	0.37	900	2.20
180	0.58	975	2.35
225	0.70	1000	2.40
300	0.90	1050	2.50
375	1.10	1125	2.65
400	1.17	1200	2.80
450	1.30	1250	2.90
525	1.45	1275	2.95
600	1.60	1350	3.10
630	1.66	1425	3.25
675	1.75	1500	3.40
750	1.90	1600	3.56
800	2.00	2000	4.20
825	2.05	2500	5.00

1) Minimum for 1Person lift.  
 2) Minimum for 2Person lift.  
 3) Beyond 2500 kg add 0.16 $m^2$  for each extra 100 kg. For intermediate loads the area is determined by linear interpolation.

승강기의 용량산출의 또 다른 일반적 방법으로는 건물의 용도에 따라 유동인구의 해석과 승강기의 수송능력이 고려되고 이에 따라 승강기의 속도와 대수를 결정하는 방법이 있다[4]. 일반 오피스빌딩을 예로 보면 거주인구를 산출하기 위해, 층별인구 =  $\frac{\text{층별유효면적}(m^2)}{\text{1인당점유면적}(m^2/\text{인})}$  를 가정하고, 여기서 층별 유효면적은 정확히 산출하기 어려운 것으로 층별 총 면적과 랜탈비(층별 총 면적 × 랜탈비)에서 구해지는데 랜탈비는 주차장 등을 제외한 2층 이상의 건물일 경우 80%를 적용하고 초고층 건물일 경우 75% 정도이다. 1인당 점유면적은 기업의 성장과 더불어 거주인구의 증가를 고려하여 다음과 같이 정한다. 대규모 빌딩 : 7~8  $m^2$ /인, 중소 사무실 빌딩 : 6~7 $m^2$ /인 으로 가정한다. 승강기의 교통수요는 건물의 피크시간(출근시간)을 고려하여 승객수를 가정한다. 즉, 승강기 이용자수는 건물 내 상주하는 인구의 80%가 승강기

를 이용하는 것으로 계산하고 적정 용량과 적정승강기 대수를 산출 한다.

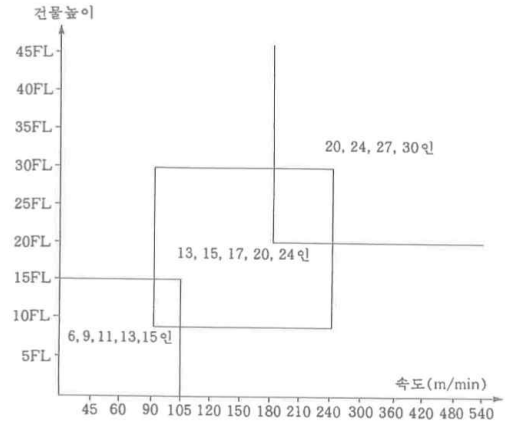


Fig. 2. Initial Selection of Economic Capacity[4]

Fig. 2는 이러한 계산 방식을 기초로 만든 경제적 정원 초기 값을 표현한 것이다. 하지만 이 자료를 제시한 책에서는 2001년 서울시 대형빌딩 상주인구조사결과를 12~20 $m^2$ /인으로 표시하고 있다[4]. 그러므로 건물의 기능의 확대와 경제의 성장을 고려하여 건물 내 상주인구의 유효한 검증 방법이 필요하다. 또한, 이러한 방법에도 불구하고 대부분의 경우 교통 수요 분석이 이루어지지 않은 채 건축물이 먼저 지어진다. 현재 엘리베이터 계획과 관련하여 전문 업체에서 사용하는 시뮬레이션 프로그램이 있는데 이 프로그램의 가장 큰 문제점은 일단 엘리베이터 계획을 구체적으로 수립한 이후에 이를 검증하는 프로그램이라고 최재필의 논문에서 소개하고 있다[5]. 이는 건축물이 지어지기 전에 승강기의 적절한 용량 산출이 이루어지지 않고 있음을 말해 준다. 그리고 최재필의 또 다른 연구에서는 초고층 건축물의 승강기의 교통량 분석을 통한 저층부와 고층부의 조닝을 연구하고 코아(승강로) 구획의 방법을 설명하고 설계단계에서 유효한 승강로 구성이 중요함을 제시하고 있으며 엘리베이터 설치 구성요소에 따른 공간해석을 자세히 하지 않은 부분은 아쉽다[6]. 그러므로 임의로 설정된 승강로에 최적의 용량의 승강기를 일관성 있게 정의 하는 RPA(Robotic Process Automation)[7] 도구가 필요하다.

그 외 승강기 또는 승강로에 대한 연구는 주로 안전 또는 관리 차원에 대한 연구, 승강기 구성요소에 대한 기술적 연구, 승강기 제어에 대한 연구가 진행되고 있다.

조영준은 승강기 사고 및 구조 관련체계를 조사하여 승강기 인수 이후 승강기 법적 책임 규명과 관리체계개선 방안을 제시하였다[8]. 김운용의 연구에서는 각 승강기 제조사별로 다른 승강기 관리 모델을 안드로이드 기술을 적용하여 통합 관리할 수 있는 설계 방안을 제시하였다[9]. 승강기가 피난에 이용될 수 있도록 승강로의 유량 계수 산정 연구도 진행 되었다[10]. 이와 같이 대부분의 연구가 제어와 안전에 치중되고 있는 실정이다.

### 2.2 승강기 카의 구조

현재 승강기의 모습은 국외든 국내든 그 형상이 ‘원기둥이어야 한다.’ 혹은 ‘사각기둥이어야 한다.’ 와 같은 공인된 기준은 없다. 하지만 승강기의 용량 산출 기준에 의해 결정된 용량에 따라 최대 허용 바닥 면적을 정의하고 있을 뿐이다.

승강기의 외부 형상을 사각으로 구현하는 것에는 특별한 이유가 없다. 다만 승강기의 출입문 구조와 출입문 대비 공간의 크기 및 설치 작업의 효율 등을 고려하여 사각형 구조를 유지하고 있다. 때로는 원형구조 등 특수한 형태의 승강기가 만들어지기도 한다.

임의로 설계된 승강로에서 가장 중요한 요소는 승강기를 구동시키는 요소들의 적절한 배치와 더불어 육면체의 무게 중심을 유지해주는 공간의 크기 결정이다. 그래서 각 승강기 제작사들은 자신들의 표준을 설정하여 무게 중심을 고려한 X좌표와 Y좌표의 이동 메커니즘을 자체적으로 구현하고 있다. 현재 중국회사의 경우 X좌표와 Y좌표의 이동 메커니즘을 이용하는 과정을 생략하고 무게 중심을 확보한 상태에서 Y축만 이동시키는 방법을 사용하고 있다.

여기서 우리는 무게 중심을 쉽게 잡아낼 수 있는 정사각형을 기준으로 정하여 비표준 승강로의 경우에 승강기 카 크기를 결정하는 방법을 제시하고자 한다.

### 2.3 승강기 크기 결정 시의 고려 사항

승강기 크기를 결정할 때, 우선 고려해야할 사항들로 는 1) 승강기의 크기 및 이에 따른 적정용량, 2) 균형추의 크기, 3) 승강기 및 균형추 레일 및 브래킷, 4) 승강기 및 승강장의 도어 타입 및 크기 및 5) 기타 최소 설치 오차 및 안전거리 등을 들 수 있다. 실제로 국내는 적용하고 있지 않지만 EN-Code에서는 5%의 공차를 허용한다. Fig. 3은 승강기 카 사이즈 평면도이다. 본 논문의 제안

방법에서는 Fig. 3에서 보는 것과 같이 X좌표와 Y 좌표의 교차점인 C점을 중심으로 승강로의 크기에 따른 승강기 크기 변화를 X축과 Y축을 같은 비율로 조정한다.

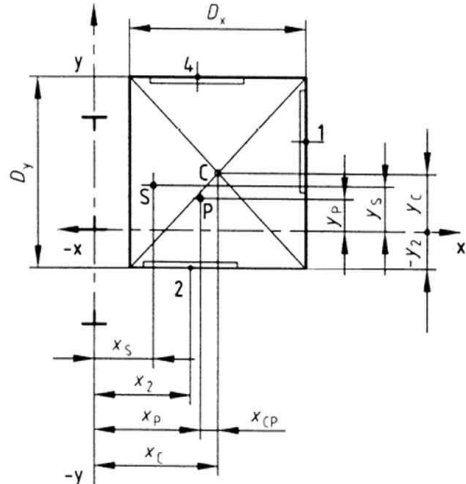


Fig. 3. Change in Size of Elevator Relative to Hoistway Size

또한, 균형추의 공간은 Y축 후면에 배치하고 유효 공간을 직사각형 형태의 공간으로 변수 처리하며, 가이드 레일 및 브래킷의 구성 또한 X축의 좌우측에 일정한 값으로 설정하여 변수처리하고 이를 기반으로 승강로의 크기에 따라 승강기 최적의 크기를 자동으로 결정하는 범용 승강기 크기 결정 모델링 소프트웨어를 구현하였다.

본 논문에서 개발된 소프트웨어를 사용하면, 1)교통 영향 평가 이전에 승강로의 사양만으로 승강기의 최적 크기를 예측함으로써 영업 설계의 초기 작업을 신속하게 진행할 수 있고, 2) 교통 영향 평가 후 승강기의 크기 결정과 변화된 스펙에 알맞은 승강기 크기를 결정하는 데 도움을 줄 것으로 기대한다.

### 2.4 구현

#### 2.4.1 소프트웨어 UI

비표준 승강로에 대응하는 승강기 크기 결정 소프트웨어 구현을 위하여 승강기 업체 영업기술자 측면에서 어떤 기능이 고려되어야 될지를 도출하기위해 Fig. 4처럼 Use Case Diagram을 작성하였다. 도출 기능은 크게 1) 현장 실측 데이터 입력하고 2) 승강기 크기 계산 버튼을 클릭 하여 3) 계산된 승강기 크기를 확인하는 것이다.

우선 승강기 크기 결정 소프트웨어의 초기 시범적 구현을 위해 엑셀로 간단히 구성하였고, 사용자 편의를 위해 UI(User Interface)는 승강로의 가로 세로 규격만 입력하며, 크기 결정 값 또한 인승 구분 없이 용량으로만 표현하기로 한다. 이는 현재 국내 기준이 개정되어 유럽 기준과 동일하기 때문이다. 여기서 입력은 승강로의 높이를 제외한 평면도상의 가로와 세로이며 출력 값은 승강기의 최적용량과 승강기 카 바닥의 최대 면적이다.

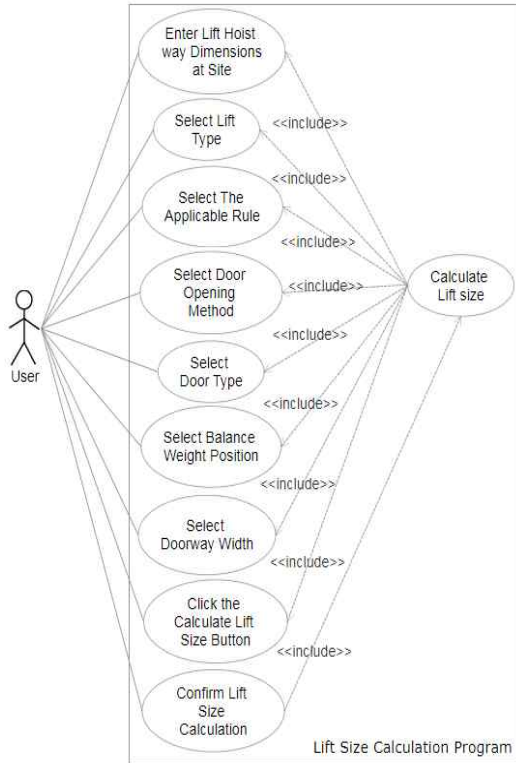


Fig. 4. Use Case Diagram for Determining Lift Size

초기 프로그램은 승강로 규격에 대한 카의 최적 용량과 바닥 면적을 Table 4의 규정에 맞게 자동 산출되도록 엑셀로 구현한 계산기이다. Fig. 4는 현재 EN-81의 분류표를 따르고 있으며, 승강기 크기를 산출하는 계산식은  $0.28m^2 : 75kg = ( ) : x$ 로 구성되며, 용량이 커지면 몇 가지의 변수들이 추가 된다. 대표적으로 승강기의 돌출된 출입구 면적이 해당된다. 개발된 소프트웨어는 EN-81의 규정을 따르고 있다. 균형추의 포지션 가이드 레일의 위치와 공간 배치 등을 일정한 값으로 변수 처리하였지만, 승강기와 기구의 배치만을 고려하였으므로 작업 공간 등 다른 공간에 대한 고려가 치밀하지 못하

다. 하지만 공차 등을 감안하여 일반적인 작업공간을 고려하여 만들었다. 이를 토대로 Fig. 5는 승강로 사이즈에 대한 승강기의 최적용량과 최대 승강기 바닥 면적을 제시하는데 Use Case Diagram에서 작성한 기능 도출을 반영하여 실제 개발한 프로그램의 UI를 표현한 것이다.

Fig. 5. LORMP(Lift Optimal Rated-Load Modeling Program)

Fig. 5에서 사용한 UI는 승강로 사이즈에 대한 승강기의 최적용량을 계산하기 위해 엘리베이터 기종, 도어 종류, 적용 물(감사 기준), 균형추의 위치, 문 열림 방식, 출입구 폭을 고려하였다. 각 항목들은 승강로 공간 활용과 승강기 카 크기에 영향을 주기 때문이다. 엘리베이터 기종은 기계실이 있는 형식과 없는 형식 표현한 것이다. 기계실의 유무에 따라 승강기 카 크기의 유효 면적이 달라진다. 도어 종류에 따라서 공간 활용 달라지는데 중앙 개폐식 문인 경우 승강로 출입구의 좌우 공간이 필요하지만 측면 개폐식 문인 경우 승강로 출입구의 한쪽 공간만 필요하기 때문이다. 균형추는 설치 위치에 따라 승강기 카 크기에 영향을 준다. 승강기 카 측면에 설치 될 경

우 카의 후면과 승강로 사이 공간을 활용 할 수 있다. 출입구 폭을 정하게 되면 출입구 폭에 맞는 최소 승강로 카 크기를 결정 할 수 있다. 적용 룰의 경우는 승강기 크기 산출 시 룰에 따라 추가 보정 계산이 이루어진다.

**2.4.2 승강기 크기 결정 로직 및 절차**

본 논문에서 개발된 소프트웨어는 승강기 기종여부에 상관없이 선택한 국내 기준(KN) 또는 유럽 기준(EN)에 맞게 승강로의 치수, 승강기의 정격용량 대비 균형추의 크기 변화, 레일 브래킷의 변화, 도어 타입과 도어크기에 따른 승강장 문턱의 크기를 반영하였다. 그리고 그 외 다양한 변수를 반영하여 비표준 승강로에서 최적의 승강기의 크기를 산출한다.

프로그램의 승강기 용량 크기 계산 절차는 다음과 같다:

1) 사용자가 승강로의 폭과 깊이, 고려사항(엘리베이터 기종, 도어 종류, 적용 룰, 균형추의 위치, 문열림 방식, 출입구 폭)을 입력하면 내부 수식에 의해 최대 승강기 크기를 결정하게 된다.

2) 이때 결정된 승강기의 폭과 깊이를 설치를 위해 100 mm 혹은 50 mm 단위로 보정한다. 개발된 프로그램에서는 1)에서 결정된 최대 승강기 크기 중에서 폭은 100 mm 단위 버림을 통해 보정하고, 깊이는 50 mm 단위 버림 하였다.

3) 이렇게 구해진 승강기 크기에 기반 하여 유효 면적을 계산 한다. 유효면적을 계산할 때에도 출입구 쪽의 작은 면적을 포함하느냐 포함하지 않느냐에 따라 2 가지 방식으로 계산한다. 그리고 선택한 검사 기준에 따라 유럽 기준일 경우 EN-81의 분류표에 따른 선형 보간법이 적용되어 정격 중량이 결정된다.

4) 정격 중량이 결정되면 이를 이용하여 인승을 계산 한다. 이때 Table 1과 같이 국내 검사 기준의 경우도 유럽 기준과 마찬가지로 1인당 인적 하중을 75kg로 적용 한다.

5) 인승이 구해지면 다시 EN-81의 인승 당 최소유효면적 표를 참조하여 승강기의 최소 면적을 계산한다.

6) 3)에서 구해진 면적과 비교, 정격 인승 비교 등 검증이 이루어지며 보정 계산을 통한 최종 승강기의 크기가 결정된다.

아래 Fig. 6은 승강기 크기 결정 절차를 보여주는 순서도이다.

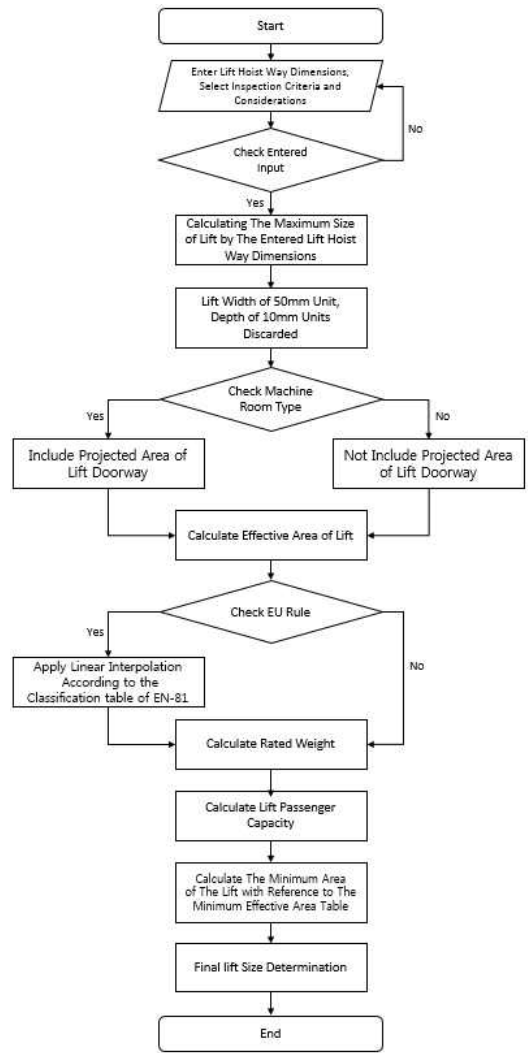


Fig. 6. Lift Sizing Procedure

**3. 결론**

본 논문에서는 기존에 사용 중인 승강기 용량 산출 기준을 분석하여 비표준 승강로의 경우 승강기 크기를 결정하는데 있어서의 현행 문제점들을 개선하기 위해 사각기둥의 형태를 이루고 있는 승강기 모형의 매커니즘과 크기의 기준을 제시하였다. 또한, 이를 근거로 하여 비표준 승강로에 맞는 승강기의 크기를 결정하는 프로그램 개발하였다. 이 프로그램은 영업설계 초기 단계에서 건축 도면에서의 제약 조건을 쉽게 해석 하는데 도움을 줄 수 있다. 또한, 도면 해석을 통한 각 부품과 요소들의 공간배치를 미리 구성하여 그 상황에 맞는 모델을

제시하고 다수의 제약조건들을 사전에 검토 할 수 있다. 이는 설계의 빠른 접근과 오류를 피할 수 있는 장점이 될 수 있다. 또한, 비표준 승강로에 대응하여 최적의 승강기 크기를 계산해줌으로써 어떠한 형태의 승강로를 접하더라도 안전 검사 기준안에서 승강기의 최적 용량을 산출할 수 있도록 한다. 이는 곧 균형점의 변화 없이 결정된 크기 안에서 레이아웃을 구성할 수 있게 한다. 즉, 입력 값은 승강로의 폭과 깊이, 기타 변수로 단순하지만 새로 생성되는 승강로의 X축 값과 Y축 값은 모두 최적의 값으로 변할 수 있다. 그리고 현장의 제약 조건 하에서 무게 중심을 고려한 승강기의 최적 크기를 자동으로 구성할 수 있어 영업설계 단계에서 유용한 도구가 될 것이다. 이는 최근 융복합 시대에 비즈니스 프로세스의 자동화로 정의되고 있는 RPA(Robotic Process Automation)에서 승강기 산업 분야의 영업설계 RPA 모델의 한 유형이 될 것으로 사료된다.

본 논문은 개발된 프로그램을 이용한 실증 데이터가 부족하다. 향후 승강기 산업의 영업 설계 단계에 개발 프로그램을 적용하여 사례 분석을 통해 프로그램의 효율성을 향상시키고 실용성 제고와 우수성을 검증하도록 할 예정이다. 더 나아가 MRL(기계실 없는 엘리베이터) 타입과 MR(기계실 있는 엘리베이터)타입의 최적 선정에 관한 연구에 적용할 수 있다. 현재 상부 여유거리의 검사 기준상 규정과 설치 현장의 층고 측정 및 최상층에서 승강로 천정까지의 확정 값 등을 몇 가지 변수로 적용할 수 있다면 가능하다. 따라서, 승강로 크기만으로도 MRL타입과 MR타입 중 최적타입의 결정에도 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

[1] British Standards Institution (2015). *BS EN 81-1:1998+A3:2009 Safety Rules for the Construction and Installation of Lifts: Electric*. British : British Standards Institution.

[2] G. R. Strakosch & R. S. Caporale. (2010). *The vertical transportation handbook 4th edition*. Hobokon, NJ US : John Wiley & Sons, Inc.

[3] Ministry of The Interior and Safety. (2018). *Elevator Safety Inspection Standard*. Jinju Korea : Korea Elevator Safety Agency.

[4] Korea Elevator Business Design. (2007). *Guide to standards for elevator inspection*. Jinju Korea : Korea Elevator Safety Agency.

[5] J. P. Choi, J. K. Kang, D. Y. Kim, E. S. Jeong & J. W. Lee. (2012). A Study on Estimation of Coverage Area Per Elevator for High-rise Office Buildings. *Journal Of The Architectural Institute Of Korea Planning & Design*, 28(10), 131-138.

[6] J. P. Choi, J. W. Lee, J. K. Kang, D. Y. Kim & E. S. Jeong. (2011). A Study on Deriving the Optimal Elevator Vertical Zoning Method for Office Use of High-rise Buildings. *Journal Of The Architectural Institute Of Korea Planning & Design*, 27(12), 181-188.

[7] Y. G. Hyun & J. Y. Lee. (2018). Trands Analysis and Future Direction of Business Process Automation, RPA(Robotic Process Automation)in the Times of Convergence. *Journal of Digital Convergence*, 16(11), 313-327.

[8] Y. J. Cho. (2016). Improvement of Elevator Management System after Completion. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 16(5), 455 - 461.

[9] W. Y. Kim & S. G. Park. (2013). A Design and Implementation of the Integrated Framework linked Manufacturer-Specifications of the Elevators based on Android System, *The Korea Navigation Institute*, 17(6), 785 - 791.

[10] H. J. Kim. (2012). An Experimental Study on the Estimation for the Flow Coefficient of Elevator Hoistway. *Journal of Korean Institute of Fire Science and Engineering*, 26(1), 43 - 48.



고 영 준(Ko, Young joon)

[정회원]



- 1999년 2월 : 안양대학교 전기공학과 (공학사)
- 2010년 10월 : 연세대학교 경제대학원 (금융공학석사)
- 2016년 2월 : 국립경상대학교 대학원 산업시스템공학부(공학박사수료)

- 2013년 4월 ~ 현재 : 한국승강기대학교 승강기공학부 교수
- 관심분야 : 승강기, 산업공학, IT설계, 승강기 설계 자동화, 스마트 승강기, 프로세스 혁신, 스마트 제조
- E-Mail : yjoonko@kic.ac.kr

김 병 익(Kim, Byoung ik)

[정회원]



- 1997년 2월 : 건국대학교 산업공학과 (공학사)
- 1997년 ~ 2002년 : (주)성우시스템 기술지원팀
- 2015년 10월 : PMP
- 2017년 11월 : 정보관리기술사

- 2004년 6월 ~ 현재 : (주)모두솔루션 정보기술연구소 수석연구원
- 관심분야 : IT기획, 개념설계, 빅데이터
- E-Mail : bikim@modosol.com

한 관 희(Han, Kwan hee)

[정회원]



- 1982년 : 아주대학교 산업공학과 (공학사)
- 1984년 : 한국과학기술원 산업공학 (산업공학석사)
- 1996년 : 한국과학기술원 자동차 및 설계공학과(공학박사)

- 2003년 3월 ~ 현재 : 국립경상대학교 산업시스템공학부 교수
- 관심분야 : 비즈니스프로세스관리, 스마트 팩토리, 제조시스템모델링/시뮬레이션
- E-Mail : hankh@gnu.ac.kr