



승강편의시설설치에 대한 전기분야 설계기준 검토 ①

박 동 규
건축전기설비기술사
서울특별시건설안전본부 설비부
E-mail : pedk@seoul.go.kr.



목 차

I 서론

1. 승강편의시설설치에 대한 전원공급설비 설계
2. 승강편의시설설치에 대한 전기분야설계 기준 검토의 필요성

II 본론

1. 승강편의 시설설치에 대한 전기분야 설계 기준 검토과정
2. 승강편의시설설치에 대한 전기분야 설계 기준 검토 내용
3. 승강편의시설설치의 전기분야 설계 · 시공 개요
4. 사용전선(케이블)에 대한 허용전류 전용 방법
5. 승강편의시설용 변압기용량 산출방식
6. 승강편의시설용 동력간선 굵기 산출방식

1. 서론

1. 승강편의시설설치에 대한 전원공급설비 설계
 - 가. 승강편의시설설치의 전기분야설계기준 비교 · 검토의 목적은 승강편의시설 이용자의 부상을 방지하고 시스템 부품의 손상을 최소화하며 기계고장, 인간의 실수, 또는 반자연사건(자연적인 흐름에 반하는 사건)이 시스템의 어느 부분에서 언제 일어나는지 간에 서비스 interruption의 범위와 지속시간을 제한하는 데 있다.
 - 나. 승강편의시설은 고층건물이나 도심의 아파트 · 백화점 · 지하철 등에 보편적으로 설치되어 있기 때문에 전기 기기, 기구, 배선재료 등은 직접 이용자나 시민이 항상 접촉 또는 신체에 접하는 기회가 많다. 승강편의시설에 대한 전기분야설계기준의 시스템설계시 전기안전사고의 방지가 최우선적으로 고려되어야 한다.

2. 승강편의시설설치에 대한 전기분야설계기준 검토의 필요성

가. 전기분야설계시 높은 공급전압인 특고압, 고압 부분은 정확한 전기기술검토를 세부적으로 적용하고 있으나, 승강편의시설설치와 같이 저압 부분에 대한 관심부족으로 전력설비의 산출방식에 일정한 설계기준이 불비(不備)하며, 각 상수적용의 부적합으로 전력설비용량 산출결과 오차(증·감)가 발생되어 전기안전성과 경제성이 고려되지 않음.

나. 승강편의시설에 대한 전원공급설비 전기설계는 내선규정(대한전기협회 발행)과 건설교통부발행 건축전기설비설계기준에 준한 한국승강기안전관리원의 승강기설계지침 또는 승강기제작회사의 제품설명서(manual)에 의거 설계 적용하고 있으나, 승강편의시설 기본 및 실시설계용역(전기분야)과정에서 전원공급에 필요한 사용전선에 대한 허용전류산출, 변압기용량, 동력간선 굵기산출, 차단기용량, 접지선굵기산출에 대한 기존 설계용역 계산방식에 이견(異見)이 있어, 비교 검토하였다.

- 가. 사용자재(케이블) 종류별 허용전류값에 대한 적용방법 조사분석
- 나. 승강편의시설(반송설비)의 전용 변압기용량산출방식 조사검토
- 다. 승강편의시설에 대한 동력간선 굵기 계산식의 비교·분석 적용
 - 전원의 배전선에 대한 허용전압강하 조사 분석 적용
 - 편의시설 여러대 설치에 대한 수용율(부등율)의 적정성 검토
 - 사용전선(케이블)에 대한 전기기술에서 정하는 K값의 적정성 검토
 - 사용전선에 대한 선(전압강하) 계수K값 산출 비교 적용
- 라. 승강편의시설 보호용 차단기 정격전류용량 및 정격차단용량 산출방법 조사 검토
- 마. 승강편의시설 배전선로의 지락, 단락시 인체안전을 위한 접지선 굵기 산출
- 바. 승강편의시설의 VVVF제어에 따른 고주파검토
- 사. 승강편의시설용 제어반설치 검토

II. 본론

1. 승강편의시설설치에 대한 전기분야 설계기준 검토 과정

국·내외 기술관련자료 특히 국제화시대에 승강편의시설의 전기분야설계도 국제기준에 맞도록 하고자, 고시에정인 한국산업표준규격 전기분야의 KSC/IEC 60364(건축전기설비)와 국제전기전자기술자협회[Institute of Electrical and Electronics Engineers] 및 미국전기코드(National Electrical Code)¹⁾사항 등을 조사·분석하여 기존 승강편의시설설치에 대한 전기분야 설계기준과 비교·검토한 결과를 기술하고자 한다.

1) 미국전기코드(National Electrical code)제 620항

2. 승강편의시설설치에 대한 전기분야 설계기준 검토 내용

3. 승강편의시설설치의 전기분야 설계·시공 개요

"승강기"라 함은 승강기 제조 및 관리에 관한 법률에 의하면 건축물 기타 공작물에 부착되어 일정한 승강로를 통하여 사람이나 화물을 운반하는데 사용되는 시설로서 엘리베이터, 에스컬레이터, 휠체어리프트 등을 말한다.

가. 편의시설 개요 및 사양

1) 편의시설 개요

- ㉠ 엘리베이터 : 8인승, 11인승, 15인승
- ㉡ 에스컬레이터 : 800형, 1200형
- ㉢ 휠체어리프트 : 1인승
- ㉣ 수평자동보도
- ㉤ 경사형 엘리베이터(계단식 의자 승강기)

2) 편의시설 사양

- 가) 사용전원 : 3Φ4W AC 380/220V, 주파수 60Hz
- 나) 제어방식 : VVVF(인버터제어방식) 또는 일반 제어방식
- 다) 동력용량 : 7.5kW ~ 15kW(정격장별로 상이)



함)

라) 제어회로(단상 220V) : 제어용 전력 500[VA]

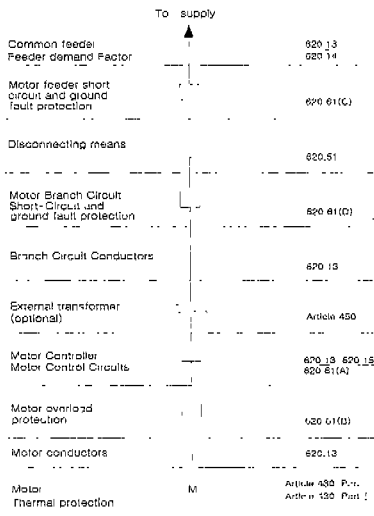
마) 기타설비

- 카(car)내 콘센트 및 조명부하 : 1[kVA],
- 배수 펌프 : 1/2[HP]
- 히터 부하 : 3[kVA]

나. 승강편의시설설치 현황

도심의 아파트 · 고층건물이나 백화점 · 지하철 등에 엘리베이터나 에스컬레이터의 설치가 보편화되었기 때문에 승강설비의 잦은 기동과 정지로 인한 전압변동이 심하여 전원의 안정적 공급과 기계설비의 재기능을 정상적으로 유지하도록 하기 위해서는 전기설비의 적절한 용량선정은 필수적이다.

다. 승강편의시설설치에 대한 전력공급 시스템 현황



[그림-1] 승강편의시설 Single-line Diagram²⁾

2) NEC2002 핸드북 제 620호 발취

4 사용전선(케이블)에 대한 허용전류 적용 방법

가. 관련법에 따른 전선의 허용전류 적용

1) 전력케이블의 허용전류값에 대한 설계는 다음 사

항이 고려되어야 한다.

전기설비기술기준 제198조 및 한국산업표준규격 KSC/IEC 60364-523에 의하면 저압 옥내 배선의 허용전류에 준한 절연전선의 허용전류에 각 전선(케이블)설치상태에 따라 적정 허용전류 보정계수와 전류감소계수를 보정하여 사용한다.

2) 사용전선(케이블)에 대한 허용전류 선정은 다음과 같이 산출 적용한다.

□ 전선의 허용전류[A] = 절연전선의 허용전류 기준 값[A] × K

여기서, K : 절연물에 따른 주위온도보정계수 × 전류감소계수

② 사용전선(케이블)의 보정계수(Derating Factor)를 적용하는 방법

- ▷ 전기설비기술기준과 KS규격에 규정되어 있는 전선의 허용전류값을 적용
- ▷ 주위온도 · 일반건축물의 전기설비(지상정거장) 30~35°C적용
 - 지하정거장 대합실, 전기실 최대치 40~45°C적용
 - 햇빛에 노출된 케이블에 대해서는 50°C적용

④ 전선관내 전선의 허용전류를 구하여 적용

종류 SIZE(mm ²)	공중·암거포설		전류감소계수		선 정 [A]	IEEE835의 40°C, 전선관 ³⁾
	40°C 기준	적용(0.95)	적용(0.7)			
5.5	58	55	39	39	38	
8	72	68	48	48	48	
14	100	95	67	67	67	
22	130	124	87	87	87	
38	190	181	127	127	121	
60	255	242	169	169	161	
100	355	337	264	264	228	

[표-1] 600V CV CABLE의 허용전류표[단위[A]]

※ 주기사항

A : 허용 전류치는 전선 1가닥을 공중·암거 포설시 를 기준.

B : 전선관에 수용되는 전선의 가닥수는 3선을 기준. (국내 CV에 온도보정계수 적용 비교한 결과임 - 기저온도보정계수 45°C 0.95)³⁾

3) 내선규정 130-1

나. 미국전기코드(NEC)의 경우 케이블의 허용전류는 IEEE S-135에서 유도되는 값을 NEC표에 사용되고 있다.⁴⁾

[예] 실외: 40℃의 주위 온도는 보통, 셰이드에 장착된 케이블에 대한 최대량으로서 사용되며 sun에 장착된 케이블에 대해서는 50℃가 사용된다.

4) IEEE Std 902-1998

다. 전선관내전선의 허용전류를 구하는 일반적 방법⁵⁾

- 1) 각 전선의 도체의 전류밀도가 동일할 경우 : 각 전선의 굵기가 동일할 때 허용전류
- 2) 각 전선의 도체의 전류밀도가 다를 경우 : 간단한 방법은 없다.
- 3) KSC/IEC 60364-523.5(부하도체의 수)에 의하면 도체 3개에 관해 표기된 허용전류값은 평형 3상4선 회로(평형 3상 + 중성선)에도 적용한다.
- 4) 전기설비기술기준 제198조의 부표29에 근거하여 전류감소계수(동일관내의 전선수 3이하 0.7, 4-0.63, 5 또는 6-0.56)를 적용한다.

라. 중성선의 단면적⁶⁾ 적용

- 1) 중성선의 단면적은 상전선과 동일한 규격으로 할 것.
- 2) 다상회로에서 각 상전류가 구리에서 16[mm²]초과하고 다음 조건이 적합한 경우 그 중성선의 단면적을 상전선보다 작게 할 수 있다.
 - ㉠ 일반 공급시(고조파 전류가 있는 경우는 이를 포함해서) 중성선에 흐르는 예상 최대전류는 감소한 단면적으로 도체 허용전류를 초과하지 않을 것.
 - ㉡ 중성선은 KSC/IEC 60364-473.3.3(중성선의 보호)규정에 따라 과전류 보호되고 있을 것. 또한 중성선 크기는 구리로 16[mm²] 이상일 것.

5. 승강편의시설용 변압기용량 산출방식

가. 엘리베이터용 변압기용량 계산식⁷⁾

1) 전 부하상승 전류에 의한 변압기 용량산출

$$\bullet \text{ 변압기용량}[KVA] \geq \frac{\sqrt{3} \times V \times I_r \times Y \times N}{1000} + (P_c \times N)$$

2) 전 부하가속 전류에 의한 변압기 용량산출

$$\bullet \text{ 변압기용량}[KVA] \geq \frac{1}{\epsilon} \times \frac{\sqrt{3} \times V \times I_s \times Y \times N}{1000} + (P_c \times N)$$

여기에서 · λ: 사용변압기의 정격출력에 있어서 전압변동율

- V: 변압기의 2차 정격전압[V]
- Y: 엘리베이터 적용되는 수용율
- I_r: 엘리베이터 정격전류[A]
- N: 엘리베이터 대수
- I_s: 엘리베이터 전 부하상승전류[A]
- ε: 허용 전압 변동율(5%)
- P_c: 제어용 전력

5) 전기공사 실무데이터 북

6) KSC/IEC 60364-524.2, 524.3참조

7) 한국승강기안전관리원[전기설계지침]

$$\bullet I_r(\text{전부하상승전류}) = I_n \times K[A]$$

여기서 K : 여유율 125%(일반적 적용)

- 안전계수 K값 : - 인버터제어E/V에서는 전동기용량이 25kW이하인 경우
 - 기어드형은 정격전류의 70%범위(rms)
 - 기어레스형은 정격전류의 110%범위의 값을 적용



엘리베이터 대 수	부동율		엘리베이터 대 수	부동율	
	사용빈도(대)	사용빈도(보통)		사용빈도(대)	사용빈도(보통)
1	1.0	1.0	4	0.80	0.72
2	0.91	0.85	5	0.76	0.67
3	0.85	0.78	6	0.72	0.68

[표-2] 엘리베이터가 여러 대일 때의 수용율을 고려한 운전대수⁸⁾

Elevators Single Feeder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 or more
Demand Factor	1.00	0.9	0.90	0.85	0.82	0.79	0.77	0.75	0.73	0.72

[참고[표-3] Feeder Demand Factors for elevators⁹⁾

※ 승강편의시설의 설치여건(전기안전과 경제성)에 따라 수용율을 적용하도록 한다.

8) 내선규정(한국)

9) NEC 제620호-14절의 간선의 수용율

3) 전 부하 가속전류에 대한 전압변동을 반영방법

$$e = \lambda \times \text{대당가속전류} \times \text{대수} \times \text{부동율} \times \sqrt{3} \times 380 / \text{변압기용량}$$

① 교류 E/V에 5%, 직류 또는 인버터 E/V에서 4% 이내

② 전 부하 가속전류에 대해서 전선로내에서의 전압강하는 속도 105[m/min]이하시 5%이하, 속도 120[m/min]이상시 3%이하 적용

③ 보통 변압기는 한시간 정격을 사용함

변압기 용량[kVA]	50	75	100	150	200	250	300	350	400
전압변동율 [%]	2.8	2.6	2.4	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7

[표-4] 변압기 전압 변동율 허용치 (6.6kV 몰드 변압기-L제작사)

나. 에스컬레이터 변압기 용량계산식

$$\bullet \text{ 변압기용량 [KVA]} \geq \frac{\sqrt{3} \times V \times I_r \times N}{1000} + (P_c \times N)$$

여기에서 · N: 전원을 공용하는 에스컬레이터 대수

- V: 변압기의 2차 정격전압 [V]
- I_r: 에스컬레이터 정격전류 [A]
- P_c: 제어용 전력 5.2[kVA](단상 → 삼상 환산하여 적용)
- 히터부하: 3[kVA]
- 배수펌프: 1/2HP(0.7kVA)
- 에스컬레이터제어 및 조명부하: 1.5[kVA]

※ 특히 승강편의시설용 전동기의 기동, 가속시의 전류치는 제작회사의 제어방식 등에 따라 차가 있기 때문에 제작회사의 기술자료를 기준으로 하여야 한다

6. 승강편의시설용 동력간선 굵기 산출방식

가. 동력간선 굵기 산출시 검토할 사항

한국의 전기설비기술기준 제195조에 의거 저압 옥내 간선의 시설에 준하여 저압 동력간선의 굵기는 계통의 전압강하, 간선의 포설 조건별 보정계수를 적용한 허용전류 및 간선의 단락전류에 따라 결정된다.

나. 승강편의시설의 동력간선(전동기회로) 굵기 산출방법

- ① 케이블의 허용전류에 의한 계산방식
- ② 전원 계통의 단락전류에 의한 계산방식
- ③ 전원의 배전선에 대한 허용전압강하에 의한 계산방식: 필요한 데이터
 - 사용전선의 선 계수 K값
 - 전압강하의 표준 e값
 - 케이블의 선로정수 R값, X값
 - 전원계통의 단락전류 I_값 등

다. 위와 같은 동력간선 굵기 산출을 위한 3가지 방식에 대하여 설명하면.

1) 케이블 허용전류에 의한 계산식

$$\bullet I = K_i \times I_r + I_c \text{ [A]}$$

- 여기서 · I : 허용전류 [A]
- I_r : 전동기의 정격전류 [A]
 - I_c : 승강편의시설 제어 및 조명부하

· K: 전기기술에서 정하는 허용전류의 계수

가) 국내 전기설비기술기준 제195조에 의하면 전동기 또는 이와 유사한 기동전류가 큰 전기 기계기구의 정격전류의 합계가 다른 전기사용 기계기구의 정격전류의 합계보다 큰 경우 위식으로 계산하며, 단, 간헐사용 기타 특수한 사용방법에 의한 경우 제외한다.¹⁰⁾

● K₁는 ΣI_{N1}이 50A 이하일 때 1.25, ΣI_{N1}이 50A 넘을 때 1.1

나) 외국의 경우 NEC규정을 조사한 바에 의하면 다음과 같다.

사용구분	적용*	명판 전류 정격의 배분율			
		5분 정격 전동기	15분 정격 전동기	30,60분 정격 전동기	연속 정격 전동기
단속기동	화물, 승객	85	85	90	140
주기적 기동	취급기계	85	85	90	140
가변기동	-	110	120	150	200

[표-5] 전동기 전선정격의 배분율¹¹⁾

10) 한국내선규정 참조

11) NEC430-22(a)

다) NEC규정에 승강편의시설중 엘리베이터의 사용은 간헐용, 에스컬레이터와 움직이는 보도의 사용은 연속적, 헬체어 승강기와 계단식의 자 승강기의 사용은 간헐성으로 분류되나, 현재 승강편의시설인 에스컬레이터는 자동 운전되므로 간헐용으로 구분하여 산출할 필요가 있다.

라) 따라서 단시간, 단속, 주기 또는 가변기동을 위한 전동기의 전선은 [표-6, 다음호]에 나타난 전동기 명판 전류정격의 배분율 보다 큰 전류 용량을 가져야 한다.

2) 전원계통의 단락전류에 의한 간선 계산식

단락, 지락 등의 고장전류가 흐르는 시간이 2초 이하로 매우 짧은 시간인 경우, 이 전류에 의한 케이블은 모두 도체 속에 축적되어 절연체에는

지장이 없다고 보고 아래 식으로 계산한다.(일반적으로 계산에 의해 세밀하게 구하지 않고 그림에서 개략값을 구할 때가 많다)

$$\bullet A = \frac{\sqrt{I t}}{0.141} \text{ [mm]} \quad \text{【 IEC ST-502 참조】}$$

여기서 · A: 케이블 단면적 [mm²]
· I: 단락전류 [kA]
· t: 고장 제거시간 [sec]

3) 전원의 전압강하에 의한 동력간선 계산식¹²⁾

$$\bullet e = \frac{36.6 \times \{I_{sh} + I_N \times (N-1) + I_c \times N\} \times L \times K}{1000 \times A} \text{ [V]}$$

여기서

- I_{sh}: 가속전류[A]
- I_N: 정격전류
- A: 전선의 단면적 [mm²]
- L: 배선의 거리[m]
- I_c: 제어전류(제어용+전동 등) [A]
- N: 전원을 공용하는 편의시설 대수
- K: 전선의 선 계수(전압강하계수)

$$\therefore \text{여기서 } K = \left(\frac{R \cos\theta + X \sin\theta}{R} \right)$$

□ 전원 배전방식에 따른 사용전선에 대한 계수 K₀

전선 종류	IV(동)	HIV(동)	CV(동)	비 고
전선 종류별 계수 K ₀	34.2	35.5	36.6	3상3선식 기준

12) 건축전기설비설계기준(신식 응용) - 건설교통부발행

4) 승강편의시설용 동력간선 굵기 허용전류의 적용 관계

단락시, 단시간 및 상시의 허용전류는 그 계산근거가 되는 계산식도 다르고, 방열을 다루는 방법도 각각 다르고, 또 허용되는 온도에도 차이가 있다. 그렇지만 사이즈(굵기)를 결정할 때에는 보호협조나 변압기의 과부하란 점에서 반드시 케이블 굵기는 상시부하에 의한 연속허용전류, 단락시 허용전류 및 전압강하를 고려한 전선 굵기의 검토결과 모두 허용범위 이내에 들어야 한다.

다음호에 계속됩니다.