

論 文
2-1-4

高層住宅用 昇降機의 加速電流 및 電壓降下 實測分析

A Study on the Measuring Analysis of the Elevator Motor-Accelerating Current and Voltage drop for High-Rise Residential Buildings.

鄭 址 列 *
(Chung, Chi-Yul)

요 약

本 論文에서는 기존 高層住宅團地를 대상으로 昇降機가 全負荷 상태로 上昇할 때 실제로 電動機의 入口間선에 흐르는 最大電流, 즉 加速電流와 이로인해 생기는 電壓降下를 實測分析했다.

이 결과에서 나타난 昇降機의 加速電流 許容範圍는 그 電動機의 定格電流에 대해 5.5KW가 380%이하, 7.5KW는 350%이하 11KW는 330%이하이며, 間선의 電壓降下는 5%이내로 유지되고 있음을 알 수 있었다.

Abstract

This thesis attempts to measure, analyze the actual maximum current, that is, accelerating current on the inlet feeder of the motor and voltage drop when the elevator is raised up in full load for existing high-rise apartment housing site.

Shown up the result in this study, the permitted limit is up to the values less than 380% for 5.5KW, 350% for 7.5KW and 330% for 11KW capacity on the accelerating current and 5% on the feeder voltage drop.

1. 序 論

昇降機는 高層住宅의 수직교통기관으로서 居住者를 운반하는 다른 建築設備와는 매우 특이한 機

能을 가지고 있다. 그리하여 昇降機는 安全性이 가장 엄격하게 要求되고 있으며¹⁾, 走行性能, 着床性能도 중요한 要素로 다루고 있다. 이와같은 昇降機의 安全性을 확보하기 위해서는 각 設備機器에 대한 信賴度를 보다 높이는 것과 안정된 電源을 供給하는 것 등이다.

*正 會 員 : 大韓住宅公社 住宅研究所 設備研究室 係長

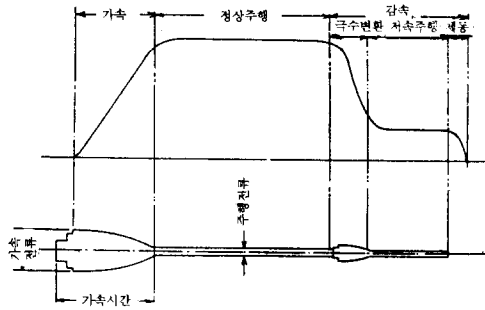


그림1. 교류승강기의 전부하상승시 가속전류곡선
Fig. 1. Accelerating Current-Curve on rising the full load of the Alternated Elevator

표 1. 昇降機用 電動機의 時間定格

Table 1. Rated operating time for the elevator motor

기	종	시 간 정 격
교 류 용	용	1시간 정격
직 류 용	용	"
유 압 용	용	연속정격

昇降機에 필요한 전기설비로는 크게 동력전원설비, 비상전원설비, 조명전원설비,信號設備, 감시제어설비의 다섯가지로 分類할 수 있으며²⁾ 이중에서도 昇降機의 安全性과 信賴度에 가장 큰 영향을 미치는 것은 動力電源設備라 할 수 있다. 따라서 昇降機의 動力電源設備은 合理的인 計劃設計에 의해 設置되어야 한다.

高層住宅의 대량건설과 더불어 昇降機가 많이 설치되었음에도 外國資料에 너무 의존한 나머지 國內에서는 이렇다할 設計基準定立이나 傳門的 研究가 이루어지지 못했다.

본 연구는 이점을 감안해 城南, 果川, 仁川地域의 高層住宅團地를 중심으로 昇降機의 加速電流 및 電壓降下를 實測調査하여 기존의 設計値와 比較分析하므로써 加速電流의 設計値設定, 電壓降下의 適正性을 검토하고 住宅用 昇降機의 動力電源 設備設計上 필요한 基礎資料를 提示하는데 큰 目的을 두었다.

2 昇降機의 理論的考察

2. 1. 昇降機用 電動機의 特性

승강기용 전동기는 全負荷에서 上昇·下降하거

나 無負荷 상태로 上昇·下降하는 등 負荷變動幅이 클 뿐 아니라 각층에 정지해야 되기 때문에 起動頻度는 1시간당 150~200회 정도에 이른다.⁷⁾ 그러므로 승객에게 不快感을 주지 않고 起動·加速·正速·減速·停止를 반복할 수 있어야 하므로 승강기용 전동기는 일반용과 다르게 다음條件을 만족해야 한다.⁷⁾

① 起動토크는 크며, 速度變化에 대해 토크變化는 적을 것

② 起動電流가 적을 것

③ 溫度上昇에 충분히 견딜 것

그러나 條件에 준하여 電動機를 제작하면 부피가 크고, 비경제적이 된다. 실제 정상적인 승강기아 필요로 하는 起動토크는 起動·加速중 수초에 불과하기 때문에 電動機의 時間定格을 표1처럼 적절히 정해서 제작하면 定格出力을 줄일 수 있다.⁴⁾

이것은 일반용과 승강기용 전동기가 같은 容量이라 하더라도 時間定格 및 實效토크가 틀리다는 것을 의미하며, 全負荷加速電流가 흘렀을 때 전선로내의 電壓降下는 크게 되고, 加速토크가 발생되지 않아 起動불능인 상태가 될 수 있음을 나타낸다.

2. 2. 加速電流

加速電流는 昇降機室에 定格負荷, 즉 全負荷를 적재하고 上昇方向으로 加速하고 있을 때 전동기에 흐르는 最大電流를 말한다.³⁾ 일반용전동기의 경우 전동기를 가동하기 위해 電源을 인가하면 全負荷電流에 대해 5~7배 정도의 큰 起動電流가 흐르고 회전속도가 上昇하면서 電流는 감소되어 同期速度에서 最小로 된다.

그러나 승강기용 전동기는 그림1과 같이, 승강기용 전동기는 加速·走行·減速·停止 등 運轉條件에 의해 定格電流의 3~5배까지 크게 變化하는 것을 알 수 있다.⁴⁾

현재 고층주택에 설치되는 昇降機의 경우 加速時間이 매우 짧아서 전동기가 起動하는 시간과 구별하기 어려우나 개념적으로는 일반용 전동기의 起動電流와는 차이가 있다고 하겠다.

이 加速電流는 승강기 동력 설비에 있어서 變壓器 및 電源線路등의 電壓降下와 밀접한 關係가 있

표 2. 昇降機の 電壓降下配分

Table 2. Distributed voltage drop for the elevator

기종	변압기	전원선	합계
교류용	5%	5%	10%
직류용	4%	3%	7%

표 3. 實測對象의 團地別 現況

Table 3. The survey object in each housing site

실측대상 단지	건설규모		승강기				
	총세대수	층수	용량 (인승)	설치 대수	정속 속도	종류	제어 방식
과천 A 단지	1,400	14,15	8	24	60 m/min	교류용 (승용)	ACW 방식
성남은행B단지	2,010	15	8 17	19 4	"	"	"
성남신흥C단지	2,208	15	8 13 17	15 4 7	"	"	"
인천만수D단지	1,920	15	8 17	15 9	"	"	"

표 4. 昇降機用 電動機의 定格容量

Table 4. Rated capacity for the elevator motor

KW	5.5	7.5	11
인승	6, 8, 9	10, 11	13, 15, 17

으며, 電動機의 引入線 굵기를 결정하는데 필요한 要素이다. 그런데 이 전류치는 제조업체, 制御方式 등에 따라 차이가 있기 때문에 실재 적용시에는 해당업체의 技術資料에 의존하고 있는 실정이다.

2. 3. 電壓降下

昇降機의 機能을 정상적으로 유지하기 위해서는 전원전압변동을, 변압기 전압변동을 및 간선의 전압강하 등에 대해 적절한 配分이 필요하다. 전원전압변동은 전기사업법에 의해 10% 이내로 하는 것을 전제로 하고 있으므로 건물인 입구로부터 승강기의 配電系統에 대한 電壓降下는 10%로 유지해야 한다.¹⁾

변압기용량은 사용 가능한 最大電動機容量과의 關係에서 부하기의 電壓變動 許容限度에 의해 결정되기 때문에 전동기의 기동시를 포함해 電壓變動率 10%로 할 경우 變壓器내에서의 電壓變動率 5%로 정해도 충분하다. 그리고 승강기는 부하 전류의 변화가 심하고 계속 사용되고 있기 때문에 내선규정상 간선의 전압강하를 일률적으로 적용하

는 것은 있다.²⁾

또한, 전동기의 全負荷電流가 交流用 昇降機의 경우는 定格電流의 약 4~5배 정도가 되기 때문에 일반옥내배선의 電壓降下보다도 더욱 엄격하게 制限하고 있다.

표2는 昇降機의 電壓降下에 대한 配分을 나타낸다.^{5,6,7)}

3. 實測調査

3. 1. 實測對象 및 方法

實測은 果川, 城南, 仁川地域을 중심으로 昇降機가 설치된 高層住宅 4개 단지를 대상으로 했으며, 각 단지별로 1개동씩을 선정, 昇降機의 加速電流와 電壓降下에 대해서 實測調査를 實施하였다. 표3에 實測對象의 團地別現況을 나타낸다.

實測方法是 均衡鍾에 의한 測定과 실제 運行時의 測定 등 크게 두가지로 구분해서 실시했다. 첫째 昇降機室에 均衡鍾을 싣고 全負荷상태에서 上昇·下降別로 起動·走行·制動時 간선에 흐르는 最大電流値와 電壓降下를 3회 반복해서 측정했으며, 이어서 昇降機室을 無負荷로 한 다음 동일한 순서와 방법으로 測定하였다.

둘째로는 昇降機가 실제 運行상태에서 起動·走行·制動時 간선에 실제로 흐르는 電流의 最小·最大値와 電壓降下에 대해 1회 30분씩 測定하였다.

3. 2. 實測結果

국내의 高層住宅에는 定格速度가 60m/min인 8인승, 17인승의 昇降機를 설치하고 있으며, 昇降機用 電動機의 定格容量은 표4를 기준으로 하고 있다. 이에 따라 본 實測對象團地의 昇降機規模別로 加速電流와 電壓降下에 대해 實測한 結果値는 표5, 표6과 같다.

3. 3. 結果分析

3. 3. 1. 加速電流에 대한 比較分析

1) 定格電流와 加速電流比較

표 5. 加速電流에 대한 實測值

Table 5. Surveyed value for accelerating current

(단위 : 암페어)

정원 (인승)	전동기 정격용량 (KW)	대 상 단 지	전 동 기 정격전류	균형추에 의한 실측기				실제운행 중 실 측 기		제조업체 의설계치
				무 부 하 시		전 부 하 시		최대치	최소치	
				상 승	하 강	상 승	하 강			
8	5.5	C	14	45	48	50	44	57	48	64.4
	5.5	B	13.3	55	60	60	55	60	54	52.6
	5.5	D	14	33	54	43	42	47	43	41
	7.5	A	18	44	60	70	45	65	45	74
13	11	C	27	60	75	70	65	76	65	91.3
17	11	C	27	60	70	75	60	83	70	91.3
	11	B	24.7	65	65	65	65	75	67	97.9
	11	D	24.5	50	89	91	53	88	82	102
	11	A	25	-	-	-	-	-	-	102

표 6. 電壓降下에 대한 實測值

Table 6. Surveyed value for voltage drop

정원 (인승)	전동기 정 격 용 량 (KW)	대 상 단 지	균형추에 의한 실측치				실제운행중 실측치					
			변압기 2차측 실측전압(V)	기동시		정지시		변압기 2차측 실측전압(V)	기동시		정지시	
				전 압 (V)	전압강하 율 (%)	전 압 (V)	전압강하 율 (%)		전 압 (V)	전압강하 율 (%)	전 압 (V)	전압강하 율 (%)
8	5.5	C	390	375	4.0	389	0.257	390	374	4.278	389	0.257
	5.5	B	390	366	6.557	380	2.631	390	365	6.849	380	2.631
	5.5	D	390	374	4.278	382	2.094	390	372	4.839	380	2.631
	7.5	A	380	350	8.571	360	5.555	380	348	9.195	360	5.555
13	11	C	390	375	4.0	380	1.036	390	375	4.0	387	0.775
17	11	C	390	373	4.557	387	0.775	390	374	4.278	388	0.515
	11	B	390	364	7.142	382	2.094	390	363	7.438	382	2.094
	11	D	390	364	7.142	380	2.631	390	369	5.691	380	2.631

주 : 기동 및 정지시의 전압은 승강기의 기계실 제어반 1차측의 실측치이며, 전압강하율은 식 $e = V_s - V_r / V_r \times 100\%$ 에 의해 계산한 값임

昇降機전동기의 定格電流와 昇降機 안에 균형추를 싣고 全負荷上昇時 실제 흐르는 最大電流, 즉 加速電流를 비교하면 그림2와 같다.

加速電流가 定格電流에 대해 8인승이 3.8배, 13인승 2.6배, 17인승은 3배 정도 크게 나타났다. 전체적으로는 加速電流가 定格電流보다 最小2.6배, 最大4.5배로 나타나며 全體平均은 3.1배가 되는 것으로 分析되었다.

2) 無負荷·全負荷時의 上昇·下降別 電流比較
昇降機가 無負荷 또는 全負荷 상태에서 上昇·下降할 때 흐르는 電流值를 비교해 보면, 그림3과

같이 나타난다. 對象團地에 따라 약간의 差異는 있지만 대부분의 昇降機는 無負荷의 경우 下降時 電流值가 上昇時보다 크고, 반대로 全負荷의 경우에는 上昇時 電流值가 下降時보다 큰 것으로 나타났다.

따라서 昇降機는 全負荷上昇時에 最大電流가 흐르며, 결국 이것이 電壓降下와 밀접한 關係가 있음을 알 수 있다.

3) 實測值와 設計值比較

여기서 實測值는 昇降機室에 균형추를 싣고 全負荷상태로 上昇할 때의 電流值와 昇降機를 실제

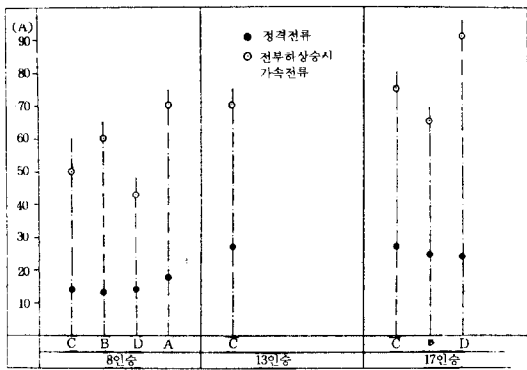


그림 2. 定格電流와 全負荷上昇時 加速電流比較
Fig. 2. Comparison of Rated Current and Accelerating Current on rising in the full load

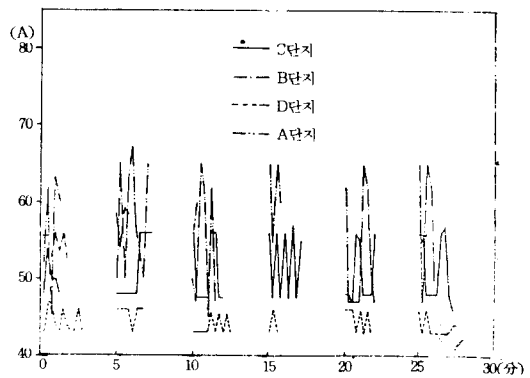


그림 5. 실제運行中 實測電流値의 變動狀況 (8인승)
Fig. 5. Variation condition of measured current value on actual running

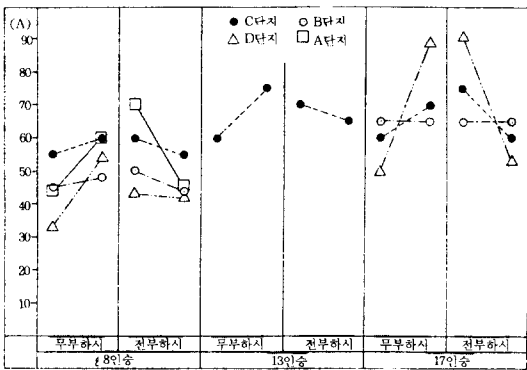


그림 3. 無負荷·全負荷時의 上昇·下降別電流比較
Fig. 3. Comparison of up and down current on no and full load

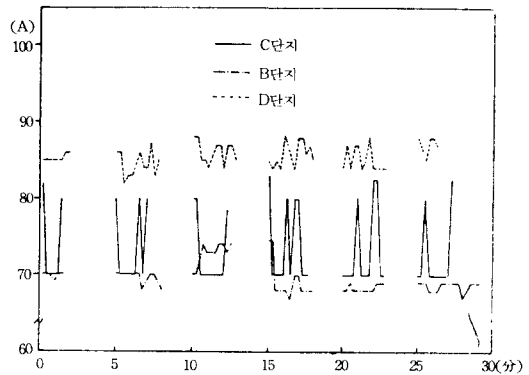


그림 6. 실제運行中 實測電流値의 變動狀況 (17인승)
Fig. 6. Variation condition of measured value on actual running

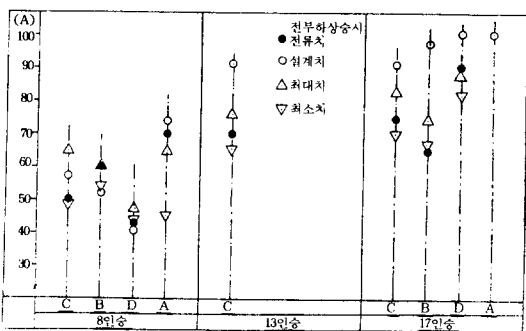


그림 4. 實測電流値와 設計値比較
Fig. 4. Comparison of measured current and designed value.

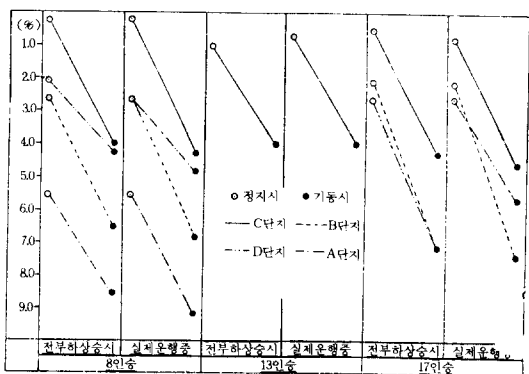


그림 7. 全負荷上昇時와 실제 運行中の 電壓降下比較
Fig. 7. Comparison of voltage drop on actual running time and rising in full load.

상태로 運行할 때 實測한 電流值이며, 設計値는 製造業體에서 電動機를 設計할 때에 最惡의 條件下에서 熱的으로 견딜 수 있도록 설정한 電流值이다.

그림4에서 보는 바와같이, 8인승의 경우 設計値와 實測值에는 큰 差가 없으나 17인승에서는 設計値가 實測值에 비해 약1.1~1.4배 정도 큰 것으로 나타났다. 그러므로 昇降機가 起動할 때 실제로 흐르는 最大電流는 17인승처럼 승강기 규모가 클수록 設計値에 미치지 못하고 있음을 알 수 있다.

4) 실제運行중 電流值의 變動

그림 5, 그림 6은 昇降機가 실제상태로 運行되고 있을 때 起動·停止時에 흐르는 最小·最大電流值의 30分間 變動狀況을 살펴본 것으로서 8인승의 경우 따라서 昇降機가 실제운행시에는 電流의 變動幅이 8인승보다 17인승이 더 적다는 것을 보이고 있다.

3.3.2 電壓降下에 대한 比較分析

1) 全負荷上昇時와 실제 運行중의 電壓降下比較
昇降機가 정지하고 있을 때 電線에 생기는 電壓降下는 規模別로 약간의 差異를 보이고 있으나 거의 3%이내로 유지되고 있으며, 승강기가 起動할 때 加速電流에 의한 電壓降下는 最小40%, 最大9.19%의 電壓降下率을 보이고 있다.

그림7에서 나타난 바처럼, 全負荷上昇時와 실제 運行중 일 때의 電壓降下比較에서는 미미한 差가 있기는 하지만 실측에 따른 誤差를 감안하면 거의 一致하는 것으로 볼 수 있다.

2) 實測電壓降下와 設計値比較

그림8 에서 알 수 있는 바와같이 實測電壓降下가 設計時 計算式에 의해 算出한 電壓降下보다는 크지만 許容電壓降下率 5%範圍內에 있음을 보이고 있다.

3.3. 檢 討

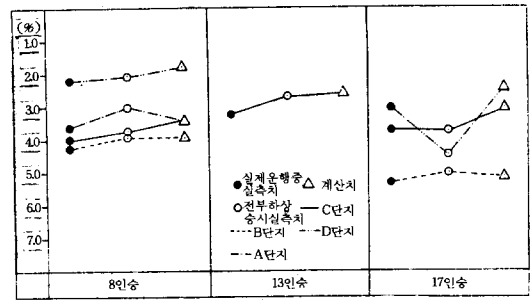
3.3.1. 加速電流의 許容範圍

1) 定格電流와 實測值比較

昇降機의 全負荷上昇時 실제로 흐르는 最大電流는 定格電流에 대해 약 3배가 되는 것으로 나타났다.

2) 設計値와 實測值比較

設計値와 實測值를 比較한 결과 8인승의 경우



주: 실측치는 기동시에서 정지시의 전압강하율을 나타냄

그림 8. 實測電壓降下率과 設計値의 比較
Fig. 8. Comparison of measured voltage drop rate and designed value

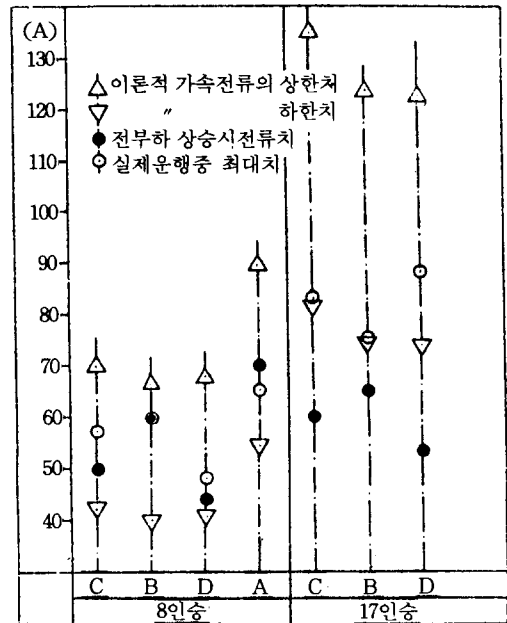


그림 9. 理論的加速電流值와 實測值
Fig. 9. Comparison of theoretical accelerating current value and measured value

거의 近似值를 이루고 있으며 17인승에서는 약 11~29%정도 적게 흐르는 것으로 나타났다.

3) 이론적加速電流와 實測值比較

昇降機가 加速時에는 定格電流의 약 3~5배의 큰 電流가 흐르게 되는데 이를 편의상 이론적 加速電流로 정의했다.

따라서 그림9에서 나타났듯 모든 實測值가 이 範圍內에 있으며 이때의 實測值는 電動機의 定格電流에 대해 平均으로 8인승의 경우 3.6배, 17인승

표 7. 內線規程上 電流值와 實測值比較

Table 7. Comparison of current value on code and measured one

구 분	8 인 승				17 인 승		
	C단지	B단지 ²⁾	D단지	A단지	D단지	B단지 ²⁾	D단지
내선규정상 전류치(A)	86.6	86.6	86.6	112.5	156.5	85.9	156.5
실측치 ¹⁾	103.7	109.2	85.5	118.3	151.1	74.5	160.1

주 : 1) 실측치는 승강기 2기 1회선으로 기준, 부등율(0.91×2)을 적용하여 계산함.

2) 17인승의 B단지는 내선규정, 실측치 모두가 승강기 1기 1회선으로 계산함.

표 8. 昇降機用 電動機의 加速電流 許容範圍

Table 8. The limit on accelerating current for the elevator motor

전동기 용량	가속전류의 허용범위	비 고
5.5KW	380%이하	전동기의 정격전류에 대한 %임
7.5KW	350%이하	
11KW	330%이하	

은 3배인 것으로 分析되었다.

4) 內線規定上 電流值와 實測值比較

표7에 나타낸 것처럼, 8인승의 일부 對象圍地를 우는 대상단지에 따라 4~20A로 매우 크게 나타났으나, 17인승은 8~13A 정도로 變動幅이 약간 적은 것으로 나타났다.

제외하고 內線規定上의 電流值와 實測值는 거의 一致하는 것으로 나타났다.

이처럼 각각의 側面에서 檢討한 結果昇降機用전동기에 대한 加速電流의 許容範圍를 設定해 提示하면 표8과 같이 나타낼 수 있다.

3. 3. 2. 電壓降下의 適正性

昇降機가 起動할 때에 加速電流에 의해 생기는 電線路內의 순수한 電壓降下率은 2.68~5.3%로서

거의 規定值인 5%를 만족시키고 있으며, 처음의 設計值에 비해서도 近似值를 보이고 있어 測定上의 誤差를 감안하면 현재의 昇降機에 대한 電壓降下配分은 적정한 것으로 判斷된다.

4. 結 論

이상과 같이, 高層住宅에 設置하고 있는 住宅用 昇降機의 加速電流와 電壓降下에 대해서 實測調査하여 分析한 結果로 얻어진 結論은 다음과 같다.

(1) 高層住宅에 설치하는 昇降機의 加速電流許容範圍는 그 電動機의 定格電流에 대해 5.5KW인 경우 380%이하, 7.5KW 350%이하, 그리고 11KW는 330%이하로 하는 것이 적합하다.

(2) 현재 設計時 적용하고 있는 電壓降下率 5%는 적정한 것으로 分析되었다. 다만, 現場여건상 電線길이가 늘어나는 경우에 電壓降下도 따라서 變하게 되므로 이에대한 충분한 檢討가 要求된다.

(3) 선로의 電壓降下는 주로 加速電流에 의해 생기므로 이를 輕減시키기 위한 技術改善이 계속해서 이루어져야 한다.

參 考 文 獻

- 1) 전기사업법 시행규칙 (제20조)
- 2) 공업진흥청, 승강기 안전설계 기준 (II) KS-CP-1027, 1979
- 3) 李準雄의1, 電氣設備핸드북, 韓國理公社, 1973
- 4) 國內G社의 技術資料
- 5) 日本 |レベ-タ協會, 建築設計施工をため○昇降機設 計指針, 1985
- 6) 日本電設工業協會, 電設工業, 1987. 8월
- 7) " 電設工業, 1976. 1월

☆ 문헌초록

- 조명분야
- 전기설비분야

☆ 문헌정보

- 조명분야
- 전기설비분야

☆ 학회소식

☆ 저자소개