

초초고층빌딩의 전기설비 성능중심 설계 및 시공기술개발에 관한 연구

이종은*, 김세동**, 권형석*, 정건기*, 이호중*, 박용덕***, 김인규***, 정의석***, 장영길****, 류기현****, 김대식****

*(주)삼진일렉스, **두원공과대학, ***한국건축전기설비기술사회, ****한국전기공사협회

A study on the Performance based Design and Construction Technology of Electrical Installations in the Skyscraper

J.E. Lee*, S.D. Kim**, H.S. Kwon*, K.K. Jeoung*, H.J. Lee*, Y.D. Park***, I.K. Kim***,
Y.S. Jeoung***, Y.G. Jang****, K.H. Yoo****, D.S. Kim****

*SamjinElex Co., Ltd., **Doowon Technical College, ***Korean Professional Engineer Association, ****Korean Electrical Constructors Association

Abstract - 복잡 다기능화 사회를 효율적으로 운영하기 위한 각종 관련 산업이 발전하면서 초초고층빌딩의 건설이 확대될 예정이다. 일반적으로 1,000 ft를 넘는 빌딩을 ‘초초고층 빌딩’이라 하며, 고부가가치 시설인 초초고층빌딩 전기설비의 국내 기술수준은 기본설계 자료 외국 의존, 기본 성능보증을 위한 여건 미흡, 초초고층빌딩 건설 관련 전기설비시공 경험의 부족 등으로 인하여 선진국의 의존도가 높다. 따라서, 초초고층빌딩 전기설비 성능 중심의 시공기술 개발 등이 절실하게 필요하다. 본 연구에서는 국내·외 초초고층 빌딩의 전기설비 성능 중심 기준 현황, 시공기술의 로드맵 작성을 위한 기술동향 및 환경을 조사, 분석하였으며, 또한 전기설비공사 성능 중심 로드맵 작성 및 요소기술을 도출하였다. 향후 국내의 성능관련 법규 및 기준을 마련할 필요성이 있으며, 기법 개발과 더불어 실용 시스템에 구축하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

1. 서 론

본 연구에서는 국내·외 초초고층 빌딩의 전기설비 성능 중심 기준 현황, 시공기술의 로드맵 작성을 위한 기술동향 및 환경을 조사, 분석하였으며, 또한 전기설비공사 성능 중심 로드맵 작성 및 요소기술을 도출하였다.

2. 본 론

2.1 초초고층빌딩의 성능중심 국내외 기준 및 현황 분석.

국내에서 시행되고 있는 성능평가 관련 제도로는 주택성능등급표시제도, 건물에너지효율등급인증제도, 초고속정보통신인증제도, 지능형건물인증제도 등이 있으며, 미국 그린빌딩협회의에서 1998년부터 시행중에 있는 LEED(지속가능한 건축물 인증프로그램)에서는 4등급으로 구분하고 있다.

2.2 국내 초초고층빌딩의 건설 수요

통상 높이가 304.8 m(1,000 ft)를 넘는 빌딩을 ‘초초고층 빌딩’이라 하며, 표 1에서 보는 바와 같이 국내에서도 10개 정도의 초초고층 빌딩의 건설이 추진 중에 있다.

<표 1> 초초고층빌딩의 국내 건설 수요

프로젝트	높이 및 층수	추진 현황
부산 롯데월드	510 m(107층)	2001년 착공
서울 제2롯데월드	555 m(115층)	건축여기결자 진행
서울용산지구	620 m(150층)	지구단위계획중
서울DMC랜드마크	540 m(130층)	용역중
서울세운상가재개발	960 m(220층)	검토 단계중

2.3 초초고층빌딩의 전기설비 요구특성 분석

초초고층 빌딩은 생애주기(Life Cycle)를 통하여 환경 부하를 최소화하도록 배려하여야 하며, 다음과 같은 전기설비의 요구 특성을 검토하여야 한다.

- 1) 수직형태의 초고층빌딩이며 밀폐된 공간으로서 무정전의 고신뢰도화
- 2) 기상(최대풍속, 풍압 등)조건을 고려한 에너지 고효율화 대책
: 지상 70m 지점에서 순간 최대풍속이 최고도에 달한 후 위로 갈수록 약화되었다가 170m, 250m 지점에서 재차 풍속이 강해지는 특

- 성이 있다. 이러한 특성을 고려하여 냉난방부하 계산이 필요하다.
- 3) 빌딩의 구조, 안전성, 경제성 등을 고려한 변전소의 설치장소 선정 : 초초고층빌딩으로서 주변전소 및 지구변전소의 위치 선정은 매우 중요하다.
 - 4) 주요 전기기기의 이동 및 반출입 대책
: 주요 전기기기의 수명은 15 - 20년이며, 향후 교체에 대비하여 전기기기의 반·출입 대책이 중요하다.
 - 5) 전력공급시설인 간선설비의 시공방법(무게, 건축물 수평면위 고려) : 폭풍 등의 기상조건으로 인하여 발생하는 건축물의 변형 및 지진 등으로 인한 건축물의 변형에 대비하여 간선설비의 시공방법은 매우 중요하다.
 - 6) 내진을 고려한 시공방법
: 우리나라도 지진발생횟수가 증가하고 있으며, 건축법규에서 3층이상의 건축물 및 연면적 1,000 m² 이상의 건축물은 내진 설계하도록 하고 있다.
 - 7) Building Shortening에 대한 대책
: 수직형태의 초초고층빌딩으로서 Building Shortening을 고려한 간선설비 및 통신설비, 엘리베이터설비의 시공방법이 필요하다.
 - 8) 전기기기의 개보수 용이화 시공방법
: 항공장애등과 같이 옥외에 시설되는 기기 등은 개보수가 용이하도록 시공하여야 한다.
 - 9) 빌딩 상부의 연간뇌격수 증가에 대응한 낙뢰 대책
: 상층부의 높이가 높아지면 빌딩 옥상부근의 연간 뇌격수가 현저하게 증가하게 되므로 외·내부의 뇌보호 대책이 중요하다.
 - 10) 수직교통수단인 엘리베이터 계획에 대한 대책
: 수직교통수단으로서 매우 중요하며 소음, 풍압, Wind Sway 등의 대책이 필요하다.
 - 11) 신재생에너지 이용 대책
: 초초고층빌딩으로서 자연에너지를 최대한 이용할 수 있는 방법을 검토하는 것도 중요하다.
 - 12) 친환경 대책
: 친환경 전기설비의 구축은 중요하며, 대기오염에 대한 대책이 필요하다.
 - 13) 소음, 진동, 화재 안전대책
: 지구변전실의 전기기기 및 냉난방설비에 대한 소음, 진동 대책이 필요하며, 특히 화재 발생시는 제압으로 연결될 수 있으므로 방재안전 대책은 매우 중요하다.

2.4 생애주기비용(LCC) 이론의 전기설비설계에 적용을 위한 접근 방법

2.4.1 LCC의 이론 해석

- 1) LCC의 개념과 목적
시스템이나 기기의 제작을 위한 기획, 연구, 개발에서 시작되어 제조, 조립, 시운전, 조정을 거쳐 실용으로 이용되며, 장기 사용기간을 거쳐 최후에 폐각되기까지의 필요한 비용을 생애주기비용(Life Cycle Cost : LCC)라 말한다. 이와 같이 LCC를 분석함으로써 총 비용의 관점에서 가장 경제적인 대안을 선택하기 위한 일종의 경제성 평가방법을 의미한다.
- 2) LCC의 주요 구성 인자
설비 기기의 LCC는 앞에서 기술한 바와 같이 설비기기를 설치하는 것을 기획하고, 실현하기 위한 연구, 개발에서 제작 조립되어 시운전, 조정을 거쳐 설치되며, 장기간 운전 사용 후에 폐각되기까지의 모든 비용을 총칭하는 사항이다. 이러한 비용을 세분화하면 다음과 같다.
① 기획, 설계비용

- ㉠ 제작 설치비용
- ㉡ 운전비용
- ㉢ 보전비용
- ㉣ 폐기 처분비용

그리고, LCC에 영향이 미치는 주요 인자는 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

- ㉤ 에너지 소비량
- ㉥ 고장률
- ㉦ 내용 연수
- ㉧ 이자율
- ㉨ 물가 상승률
- ㉩ 실질 이자율

3) 대체 안에 대한 각종 평가방법

대체 안 경제 평가에 사용되는 대표적인 방법으로 이니셜 코스트 비교에 의한 방법 이외에 회수 기간법, 투자 이익률법, 내부 수익률법, 현가법(現價法), 연평균 코스트법 등이 있다. 여기에서는 현가법에 대해 소개한다.

물가 상승률, 인건비 상승률, 에너지비용 상승률 등 여러 상승률이나 금리를 고려해서 전체 건물 사용 기간 중에 발생하는 총비용 “생애 코스트”를 현재 가치로 환산하고, 이 수치의 대소에서 대체안에 대해 경제성을 비교 판단하는 사항이다. 이 방법은 금리나 가격 상승률 비용에 영향을 미치는 시간적인 요소가 고려되어 있으므로 LCC나 사업 계획 평가에 널리 사용되고 있다. 현가법은 모든 대체안에 대해 사용연수를 동일하게 한 다음 비교 평가해야 한다. 사용연수가 1년 차이이면 비교 평가는 할 수 없다.

사용연수가 다른 부재의 집적물인 건물을 비교 평가하는 경우, 사용연수를 합산하기 위해 부재 갱신 또는 수선에 의하거나, 경우에 따라 여러 가지 연구가 필요하다. 현가(現價)는 다음 식과 같다.

$$Y = Y_o + \sum \frac{Y_m}{(1+i)^m} + \frac{Y_E}{(1+i)^m} + \sum (a \times b \times \frac{Y_q}{(1+i)^q})$$

여기에서, Y : 현가(원)

Y_o : 취득비(원)

Y_m : m 년에 대한 비용

Y_q : q년에 대한 법정 상각비

Y_E : 잔가(원)

a : 상각 후 이익에 대한 세율

b : 상각 전 이익/법정 상각비, 단 $0 \leq b \leq 1$

i : 금리

n : 사용연수(년)

위 식에서 제4항은 상각비를 평가하는 식이다. 상각비의 LCC 평가에는 해당 기업의 이익 정도가 영향을 미치며, 또한 법인의 경우 과거 누적 적자에 대한 규제 조치에 의해 단년도 단위는 생각할 수 없는 면이 있어 번잡하다. 그런데, 실제 주식을 배당하고 있는 기업은 $b=1$ 이며, 상각 전 이익의 계산은 필요없다. 따라서, 대부분의 경우는 $b=1$ 이라고 여기고 현가 Y를 구하면 된다. 다만, 신규 사업의 경우, 단년도 결산이 적자 기간 이전과 비교해서 길어지는 경향이 있으므로 유의해야 한다.

2.4.2 신설 전기기기 및 갱신 전기기기의 생애주기비용 비교 접근 방법

그림 1은 신설되는 전력용변압기의 생애주기를 20년으로 하였을 때의 변압기의 종류별 LCC를 비교한 것이며, 생애주기 동안의 총비용(기회, 설계비용, 제작 설치비용, 운전비용, 보전비용, 폐기 처분비용, 에너지 소비량-손실 포함, 이자율, 물가 상승률, 실질 이자율 등)을 분석하여 상대 비교하여 나타낼 수 있다.

구분	고효율 저소음 몰드형	K-Factor 몰드형	아몰퍼스 몰드형			
외관						
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 자구미세화강판 절점사용 • 고효율, 저소음 • 부하를 50% 이상에서 운전 시 아몰퍼스형보다 손실 	<ul style="list-style-type: none"> • 고조파 분석 및 예측을 통한 고조파 내량에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> • 아몰퍼스 절점을 사용 • 무부하 손실을 기존 규소강판 대비 75% 이상 절감 			
비교	LCC	1.00	LCC	1.05	LCC	1.10

〈그림 1〉 신설되는 전력용변압기의 LCC 비교 예

그러나, 갱신하고자 할 경우에는 구성기기의 각각 고유 수명을 확인하

고 수명에 도달할 때까지 부분 수선 또는 정밀검사(overhaul)를 가하면서 수명연장이 최후의 수명 전체 갱신이 되기 때문에 이는 기기설비 환경, 운전 실태, 보전 실태 등의 특성을 고려하여 분석하여야 한다.

2.5 전기설비공사 성능중심 로드맵 수립

2.5.1 로드맵수립 기본 방향

- 1) 수직형태의 초고층빌딩이며 밀폐된 공간으로서 무정전의 고신뢰도화
- 2) 기상(최대풍속, 풍압 등)조건을 고려한 에너지 고효율화 대책
- 3) 빌딩의 구조, 안전성, 경제성 등을 고려한 변전소의 설치장소 선정
- 4) 주요 전기기기의 이동 및 반·출입 대책
- 5) 전력공급시설인 간선설비의 시공기법(부재, 건축물 수평면위 고려)
- 6) 내진을 고려한 시공방법
- 7) Building Shortening에 대한 대책
- 8) 전기기기의 개보수 용이화 시공방법
- 9) 빌딩 상부의 연간뇌격수 증가에 대응한 낙뢰 대책
- 10) 수직교통수단인 엘리베이터 계획에 대한 대책
- 11) 신재생에너지 이용 대책
- 12) 친환경 대책
- 13) 소음, 진동, 화재 안전대책

2.5.2 미래 시장 예측

□ 전기설비공사 성능중심의 기술 환경 변화

□ 초초고층빌딩의 건설 수요 증가 예상

□ 초초고층빌딩의 건설 특성을 고려한 전기설비공사 기술력 확보 필요

□ 고품질 친환경 건설공사 문화 정착

2.5.3 핵심 요소기술 및 기술개발 영역 제시

□ 신리도성능 향상기술

□ 에너지성능 향상기술

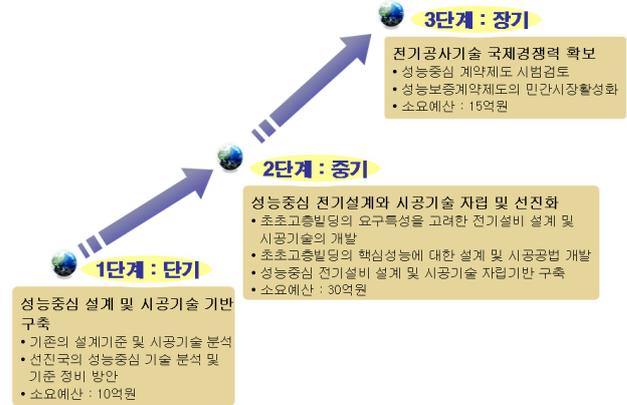
□ 친환경성능 향상기술

□ 내진성능 향상기술

□ 생애주기비용 향상기술

□ 성능보증 중심의 제도도입 방향

2.5.4 단계별 추진계획 및 로드맵 개요



3. 결 론

본 연구에서는 국내·외 초초고층 빌딩의 전기설비 성능 중심 기준 현황, 시공기술의 로드맵 작성을 위한 기술동향 및 환경을 조사, 분석하였으며, 또한 전기설비공사 성능 중심 로드맵 작성 및 요소기술을 도출하였다. 향후 국내의 성능관련 법규 및 기준을 마련할 필요성이 있으며, 기법 개발과 더불어 실용 시스템에 구축하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] “성능 중심의 건설기술기준 개발 기본계획 수립”, 한국건설기술연구원, 2006. 11
- [2] “建築設備設計基準”, 일본공공건축협회, 2006
- [3] “Green 廳舎基準 및 解説(관청시설의 환경보전성에 관한 기준 및 해설)”, 일본공공건축협회, 2006
- [4] Alphonse J. Dell’Isola and Stephen J. Kirk, LIFE CYCLE COSTING FOR DESIGN PROFESSIONALS, McGraw-Hill, 1981
- [5] 池守 正, 電源設備のLCC, 日本電氣設備學會誌, Vol.24, No. 2, 2005
- [6] 황희두, 초고층건축물의 전력시스템, 2007하계학술대회, 대한전기학회