수도권 신공항의 전기시설

오 세 진
건설교통부 신국제공항 건설기획단 전기사무관

1. 공항의 전기

가. 개요

전기가 우리나라에 처음으로 어둠을 밝힌 것은 1887년 고종때 경복궁내 3kW 증기발전기 2대를 향원정 연못가에 설치하여 지금의 국립민속박물관 자리인 건청궁에 일명 도깨비불이라는 백촉광짜리의 전구가 점등되면서 시작되었다고 한다.

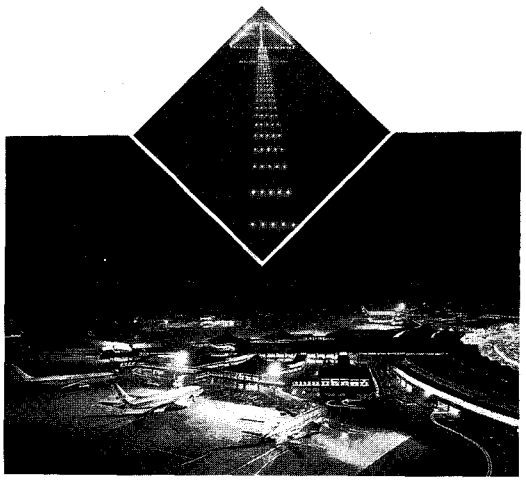
그로부터 10년후인 1897년 한성전기가 당시 농공상으로부터 전등, 전화 및 전차의 시설운영을 허가받아 최초로 회사를 설립, 상업화되면서 모든 산업원동력의 근원이 되었다.

더구나, 최근 경제의 고도성장에 따라 산업이 활발해지면서 항공기 이용의 대중화가 정착되고 국민생활에 필수불가결 고속수단으로서 또한 국제적교류의 유일한 최대의 수단으로서의 역할을 맡고 있는 우리나라의 항공산업은 국민 모두의 소득향상에 따라 가치관이 다양해지고 특히 시간가치를 중요시하는 현대사회의 수요용량으로 보아 양적인 확대와 동시에 질적인 향상이 요구되고 있다.

또한 항공의 특성은 고속이동을 가능케 하는 것이라고 말할 수 있으나 이를 위하여 항공기의 안전운항이 최우선적으로 선행되어야 한다. 이에 대한 필수적인 시설로는 항공관제, 항공통신 및 정보, 항공보안무선, 항공등화 및 항공기상시설 등이 있으며 이들 시설의 정상적인 운영을 위해서는 24시간 상시 전력공급이 가능한 완벽한 전력시설을 설치운영함으로써 공항과 항공로의 운영에 큰 역할을 맡고 있다.

공항시설을 크게 분류하면 항공기 안전운항과 직결되는 항공기의 항행지원시설과 여객터미널 등의 시설 및 공항운영에 관계되는 지원시설 등으로 고기능화한 교통의 중추라고 말할 수 있다.

따라서 공항의 전기시설(**그림 1** 참조)은 항공기



<그림 1> 공항의 전기공급시설

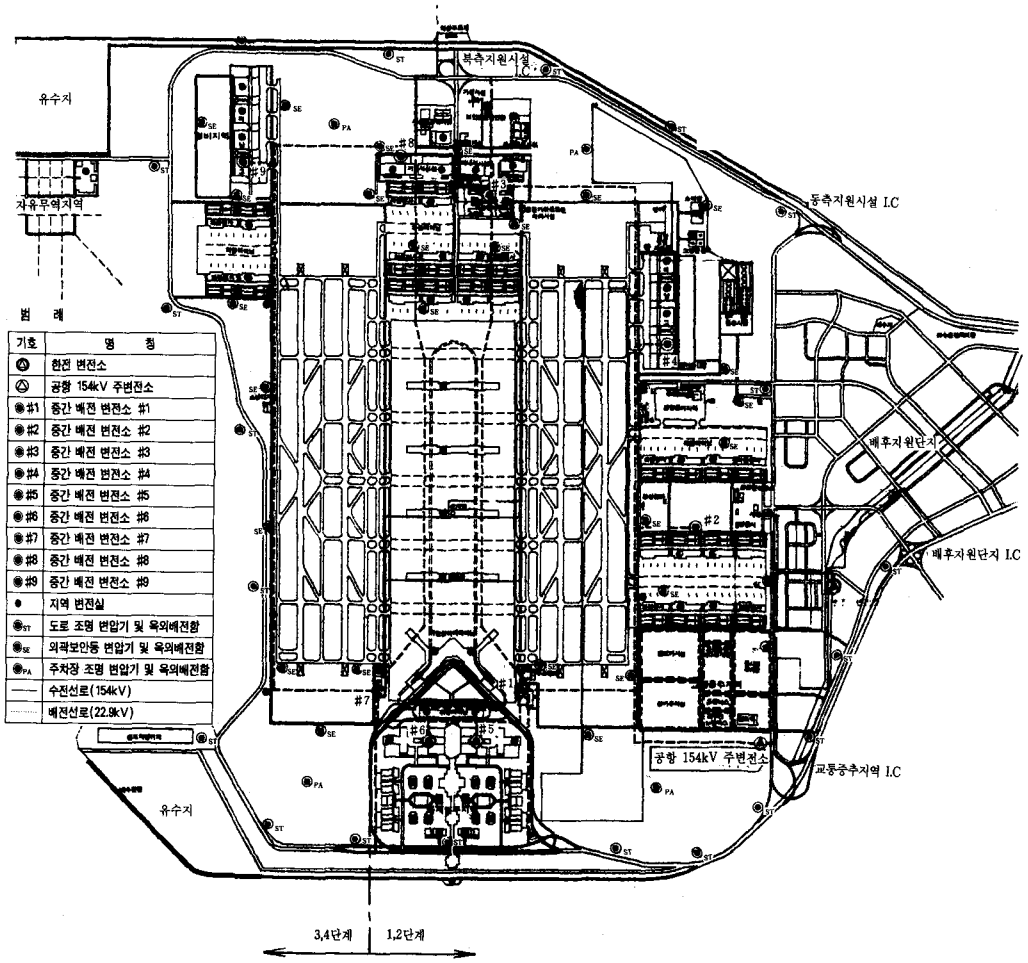
안전운항과 이용객의 서비스향상을 위하여 필수불가결한 시설이라 하겠으며 여기에서는 향후 2000년대 수도권 항공수요를 대비한 수도권신공항의 전기시설에 대하여 개략적으로 설명하고자 한다.

2. 수도권신공항의 전기시설

가. 전력공급계획

공항의 전력공급에 대하여는 한전 변전소에서 154kV 초고압 전압으로 수전받아 공항 주변전소에서 154kV를 22.9kV로 강압하여 공항의 중간배전변전소와 지역변전실을 거쳐 공항내의 각시설까지 전력케이블로 공급하는 것으로 되어 있다.

수도권신공항은 우리나라 최초로 24시간 운용하는 공항이기 때문에 전력공급시설은 고신뢰성이 요구되고 있으며 기능유지를 위한 전력은 154kV/



<그림 2> 수도권신공항 수배전시설 배치계획

22.9kV 변전소를 기점으로 하여 22.9kV 특고압계통－저압계통－각 부하설비를 연결하는 시스템으로 구성할 계획으로 있다.

신공항 수배전시설 배치계획은 **그림 2**와 같으며 전기공급 대상시설은 항공보안시설, 여객터미널시설, 화물터미널시설 및 부대시설과 기타 외곽조명시설 등으로 구분되나 여기에서는 항공보안시설과 여객터미널시설 전기공급에 대하여 설명하고자 한다.

나. 전력수요추정

수도권신공항은 우리나라에서는 유례없는 대규모 공항으로서 전력수요추정은 김포국제공항과 인접국인 일본의 나리다 및 간사이공항, 프랑스의 오를리공항 및 샬드골공항 등의 전력사용현황 등을 다각도로 검토하여 산출한 단계별 최대수요전력은 **표 1**과 같다.

다. 전기시설계획

(가) 수전설비

수도권신공항은 동북아의 중심공항으로서 24시간 운영 가능한 공항으로 전기시설의 신뢰도 향상을 도모하고 무정전 점검보수가 가능한 시설을 위해 공항부근의 한전변전소로부터 공항수전변전소까지 2회선 수전방식을 채택하고 전압은 3Ø3W 154kV로 계획하고 있다.

<표 1> 공항주요시설의 단계별 예상 최대수요전력

구 분	단계별 (MW)			
	1단계 (개항시)	2단계 (2010년)	3단계 (2020년)	4단계 (최종)
여객터미널시설	14	33.5	61.5	77.5
화물터미널시설	8	14.5	21	27
항공기정비시설	6	8.5	11	15.5
항공보안시설	1.5	3	5	5
기내식시설	4	4	7	10
기타시설	6.5	10.5	15.5	17
계	40	74	121	152

(나) 변전설비

주 변압기용량은 표 1에 의한 수요를 감안하여 1단계(개항시)에 3Ø 154kV/22.9kV, 30/45MVA 2대를 설치하고 3단계(2020년)에 또다시 2대를 설치 계획하고 있다.

(다) 구내배전설비

공항에서 산재된 각종 부하에 전력을 공급하기 위한 시설로서 신공항의 시설배치계획상 부하의 중심부에 주변전소를 두고 각 개별 9개의 중간배전변전소를 거쳐 54개의 지역변전실로 전력을 공급토록 하며 배전전압은 22.9kV로 계획하고 있다.

(라) 비상전원설비

비상전원설비는 주로 예비발전기로 구성하고 항공보안시설과 컴퓨터 등의 시설에는 순간정전도 허용하지 않는 무정전전원장치(UPS)를 필요로 하기 때문에 이 두가지를 계획하고 있으나 설치 및 운영 등에 대하여 좀더 구체적으로 검토하여 선정할 예정이다.

(마) 전력계통 통합 자동화설비

공항은 넓은 지역에 배전시설이 산재해 있고, 복잡한 계통이 형성되어 있어 이러한 배전계통을 관리, 운영하기 위해서는 중앙집중제어에 의한 지역별관리제어가 적정할 것으로 판단되며 또한 전력계통의 배전설비 운용 효율성제고와 공항전력시설의 고도화, 첨단화 및 부하관리의 혁신으로 에너지 절감을 기하기 위하여 제어대상기기에 원격감시기능을 부여하고 종합제어소에서 일괄제어토

록 하는 스카다(SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition)시스템을 계획하고 있다.

라. 열병합발전소 건설계획

수도권신공항지역은 대량의 에너지를 사용하는 시설들이 밀집되어 있어 에너지이용률을 극대화시키고 에너지 사용비용을 최소화하기 위하여는 열병합발전소를 건설하여 생산되는 전력을 공항에 공급하고 발전과정에서 부수적으로 발생되는 열은 공항지역의 냉·난방용으로 활용할 계획으로 있다.

(1) 건설방안

공항지역에 건설될 열병합발전소의 규모, 에너지공급범위, 사업주체 등은 **표 2**의 에너지수요를 기초로 하여 경제성, 공공성 및 건설비 조달 등 관련사항을 면밀히 검토·분석하여 결정할 예정이다.

(2) 해외 주요공항 열병합 발전현황

해외 주요공항의 열병합 발전현황은 **표 3**와 같으며 뮌헨공항의 열병합발전소는 **그림 3**와 같다.

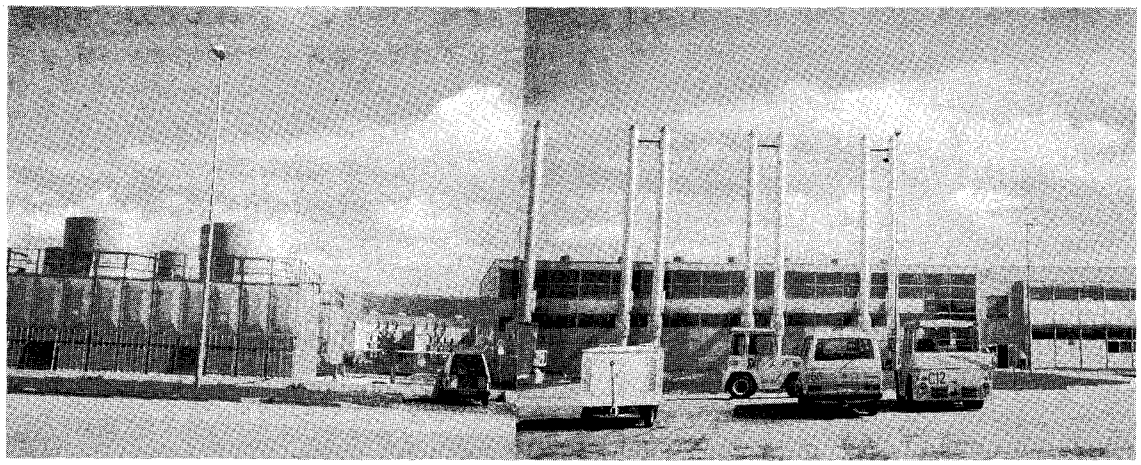
3. 항공보안시설에 대한 전기공급

가. 서론

항공보안시설은 전파로서 항행하는 항공기의 이·착륙을 도와주는 항공무선시설과 불빛으로 항공기의 이·착륙을 도와주는 항공등화시설로 구분된다. 항공기의 안전운항과 정시성을 확보하기 위한

<표 2> 수도권신공항 단계별 에너지 수요예측

구 분		단계별				비고
		1단계 (2000년)	2단계 (2010년)	3단계 (2020년)	최종단계 (2040년)	
최대 전요 (MW)	공항시설	40	74	121	152	
	국제업무지역	5	11	16	21	
	배후지원단지	74	170	251	251	
	계	119	255	388	424	
최대 열수요 (Gcal/h)	공항시설	79	119	176	214	
	국제업무지역	15	30	45	60	
	배후지원단지	142	365	365	365	
	계	236	514	586	639	



<그림 3> 뮌헨공항의 열병합발전소

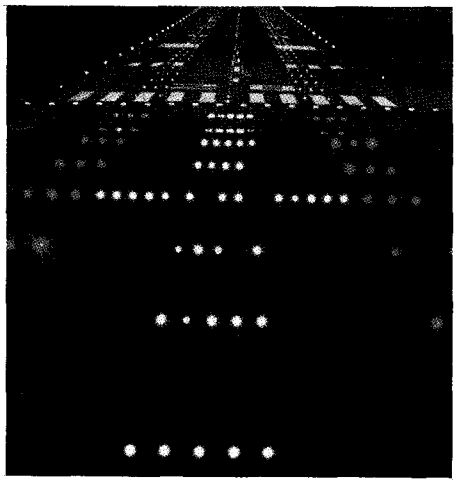
<표 3> 해외 주요공항의 열병합 발전현황

구 분	로스엔젤레스	샌프란시스코	파 리	뮌 헨	히 드 로
○형 식	가 스 터 빈	복합(가스+증기터빈)	가 스 터 빈	디 젤 엔 진	가 스 터 빈
○정격출력					
-전기	8MW	33MW	8MW	11MW	13.5MW
-열	11Gcal/h	25Gcal/h	13Gcal/h	10Gcal/h	15Gcal/h
○운전형태	24시간 연속	24시간 연속	24시간 연속	24시간 연속	24시간 연속
○주 연 료	천 연 가 스	천 연 가 스	천 연 가 스	천 연 가 스	천 연 가 스
○건설 및 운영	LA공항부	UA항공사	ADP	공항공단	히드로공항사

항공보안시설은 최근 항공수요의 증대에 대응하는 대형화, 고속화에 대하여 고신뢰도가 요구되고 있어 이 시설에 공급하는 전력시설도 고품질 및 고신뢰도가 요구되고 있다.

순간의 정전은 항공보안시설에 많은 영향을 주고 나아가서는 항공기 사고와 직결되므로 운영에 대해서는 고도의 유지관리가 필요하다.

또한 항공보안시설은 국제민간항공기구(ICAO)의 국제기준 및 권고 등에 의하여 설치되며 이 시설에 대한 예비전원인 발전기와 무정전전원장치(UPS) 등을 설치하여 신뢰성 및 보전성을 높이는 시스템을 요구하고 있다.



<그림 4> 항공등화시설

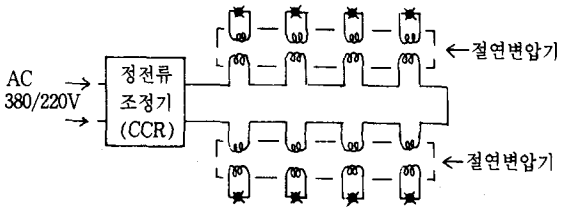
따라서 공항의 항공보안시설에 공급하는 전기시설은 부하 성격상 신뢰성이 높고 공항의 운영면에서도 전기시설의 보수관리 등에 제약을 받지 않는 방법이 필수불가결의 요건으로 되어 있다.

항공보안시설 중 항공등화는 초기 활주로 노면과 비행장 위치를 조종사에게 쉽게 표시할 목적으로 횃불을 이용하였다. 과거 모든 비행기는 시계가 양호한 주간비행에만 의존해 왔으나 현재는 주야간은 물론 악기상상태에서도 이착륙이 가능토록 충분한 시각정보를 조종사에게 제공할 수 있도록 발전되어 왔다.

특히, 인간은 자기 눈으로 확인되지 않는 것에 대한 불안감을 갖게 되며 더더욱 많은 승객을 태운 조종사는 확실한 정보획득이 없는 한 한치의 긴장도 풀 수 없는 상태이므로 이착륙과 지상활주시 조종사에게 등화시설을 이용한 시각정보를 제공함으로써 어두운 밤하늘의 북극성과 같이 항공기의 등불이 되고 있다. 항공등화시설은 **그림 4**를 참고하기 바란다.

나. 1차전원(상용전원)

공항의 154kV 주변전소에서 22.9kV로 강압하



<그림 5> 항공등화시설 직렬회로 구성도

여 배전변전소를 거쳐 항공보안시설의 부하중심에 저압으로 각 부하에 전기를 공급한다.

항공등화시설은 항공보안무선시설과는 달리 부하차단기에서 직접 전기를 공급해 주는 것이 아니라 거의 대부분 정전류조정기(CCR : Constant Current Regulators)를 거쳐 부하에 전기를 공급한다.

이 정전류조정기의 2차회로는 항공기 조종사에게 다른 불빛과의 혼동되는 것을 방지하고 또한 활주로의 넓은 지역에 동일한 광도를 요구하기 때문에 일반적인 전기회로와는 달리 **그림 5**와 같이 직렬회로로 구성되어 있다.

이 회로는 전기의 부하 및 전압이 변해도 전류를 일정하게 해주는 정전류 조정기 전원의 입력지점에서부터 그 지점이 끝나는 1개의 연속된 루프이며 부하에 접속되어 있는 입력전압이 일정한 경우에는 회로의 부하에 관계없이 긴 회로 및 짧은 회로에도 일정한 전류를 가진다.

단순한 직접접속의 직렬회로는 1개의 전구가 끊어지면 회로가 개로되어 점등되지 않지만 공항의 항공등화시설은 이것과는 달리 절연변압기라는 고무변압기가 각 전구마다 설치되어 있어 몇 개의 전구가 끊어져도 다른 전구에는 아무런 영향을 주지 않도록 되어 있으며, 또한 2회로 이상으로 구성하여 1회로의 돌발적인 장애발생으로 소등될시 나머지 회로의 등화가 점등되어 있어 이 착륙중인 항공기의 대형사고를 사전예방할 수 있다.

다. 예비전원

항공보안시설은 국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)의 국제기준 및 권고 등에 의하여 한전의 정전 및 자가용 수전설비의 장애 등을 고려하여 관리운영에 필요한 최소한의 예비전원을 확보하여야 하며 공급전환(교체)시간 및 시설기능은 **표 4, 표 5**와 같다.

표 4에서 보면 기상악화 등으로 인하여 활주로 시정이 좋지 않아 활주로운영등급이 카테고리-Ⅱ (항공기 조종사가 전방으로 400m까지 눈으로 보고 식별할 수 있는 등급) 이상이 되고 상용전원공급이 중단될 경우에는 예비전원이 1초 이내로 전환, 전기를 공급해야 하므로 각 시설별로 무정전전원장치(UPS)를 설치하여야 한다.

항공보안무선시설이나 항공통신 및 관제시설 등은 주파수나 전압 변동폭이 작으므로 반드시 무정전전원장치(UPS)가 필요하지만 항공등화시설은 주위밝기에 의하여 전류를 조정해야 하므로 예비전원확보에는 부하특성에 따라 신중히 고려해야 하기 때문에 좀 더 검토가 필요한 실정이다.

왜냐하면 발전기는 부하조정에 따라 전기를 공급하는데는 크게 문제가 되지 않으나 예비전원 교체시간에는 이상이 있으며, 반면에 무정전전원장치(UPS)는 순간정전도 없이 즉시 예비전원이 투입되나 전류부하의 조정에는 민감하기 때문에 파형이 일그러지는 현상이 있으므로 유의해야 한다.

항공등화시설에 대한 예비전원을 발전기로 사용하고 있는 외국의 공항은 활주로 운영등급이 카테고리-Ⅱ 이상이 되면 정전을 대비하여 한전의 상용전원을 차단하고 사전에 발전기를 가동하여 전기를 공급하고 상용전원은 예비전원으로 전환하는 등 정전으로 인한 항공기 사고예방에 만전을 기하고 있는 공항이 많다.

<표 4> 예비전원 공급 최대교체시간

구분			활주로운영등급별				
			비계기	비정밀	정밀진입 카테고리-Ⅰ	정밀진입 카테고리-Ⅱ	정밀진입 카테고리-Ⅲ
항공보안시설	항공등화시설	진입각지시등	2분	15초			
		활주로등	2분	15초	15초	15초	15초
		활주로말단등	2분	15초	15초	1초	1초
		활주로종단등	2분	15초	15초	1초	1초
		진입등		15초	15초	1초	1초
		활주로중심선등				1초	1초
		접지대등				1초	1초
		정지선등				15초	1초
	항공보안무선시설	전방향표지시설		15초			
		무지향표지시설		15초			
		방위각시설			10초	0초	0초
		활공각시설			10초	0초	0초
		내측(I/M)마커				1초	1초
		중간(M/M)마커			10초	1초	1초
		외측(O/M)마커			10초	10초	10초

※ 주) 1. 활주로운영등급은 항공기 운항조건(항공보안시설의 종류, 공항주위의 장애물 및 활주로 길이 등)에 따라 구분됨
2. 항공등화시설 종류는 27여종이 있으나 여기에서는 예비전원이 필요한 등화만 기재

<표 5> 항공보안시설 기능

구분		명칭	기능
항공보안시설	항공등화시설	○진입각지시등	○착륙하는 항공기에 착륙각도를 알려주는 등화
		○활주로등	○이·착륙하는 항공기에 활주로형태를 알려주는 등화
		○활주로말단등	○이·착륙하는 항공기에 활주로말단을 알려주는 등화
		○활주로종단등	○이·착륙하는 항공기에 활주로종단을 알려주는 등화
		○진입등	○착륙하는 항공기에 활주로 진입로를 알려주는 등화
		○활주로중심선등	○이·착륙하는 항공기에 활주로중앙선을 알려주는 등화
		○접지대등	○착륙하는 항공기에 착륙위치를 알려주는 등화
		○정지선등	○이륙하는 항공기가 유도로에서 활주로로 진입할 때 멈춤위치를 알려주는 등화
	항공보안무선시설	○전방향표지시설	○항공기에 자북을 기준으로 한 방위각정보를 제공
		○무지향표지시설	○항공기에 시설위치에 대한 방향정보를 제공
		○방위각시설	○활주로에 접근중인 항공기에 수평유도정보를 제공
		○활공각시설	○활주로에 접근중인 항공기에 수직유도정보를 제공
		○내측(I/M)마커	○활주로에 착륙중인 항공기의 통과지점(300m)에 대한 정보제공
		○중간(M/M)마커	○활주로에 착륙중인 항공기의 통과지점(1,000m)에 대한 정보제공
		○외측(O/M)마커	○활주로에 착륙중인 항공기의 통과지점(7,200m)에 대한 정보제공

4. 여객터미널에 대한 전기공급계획

공항터미널이 24시간/일, 연중무휴로 운영되기 때문에 전기공급시스템은 높은 공급 신뢰도확보에 중점을 두어 계획하고 있다.

가. 전력인입설비

전력인입은 공항의 154kV 주변전소에서 중간배전 변전소를 거쳐 터미널 빌딩에 설치되는 지역변전실에서 22.9kV를 수전한다.

나. 전력분배시스템

전력분배시스템은 공급신뢰도를 확보하기 위하여 터미널빌딩에 시설되는 각 부하중심에서 22.9 kV를 수전하여 각 부하에 공급하며 사고시 또는 유지보수시에도 상시전력이 가능한 시스템으로 한다.

다. 터미널 빌딩의 부하중심

터미널 빌딩은 연면적 약 346,000㎡(105,000평)로서 대단히 광범위하고 전력시설용량이 14MW로서 부하중심의 거리에 따른 전압강하, 시설운영관리 및 장차 확장성 등을 검토하여 22.9kV 지역변전실 10여개소를 시설토록 계획하고 있다.

라. 비상전원시스템

터미널 빌딩의 비상전원은 22.9kV 루프시스템에 의한 비상전원공급방법으로 부하측에 자동전환스위치(ATS)를 시설공급토록 계획하고 있으며 비상부하 용량은 총시설용량의 15~20% 정도에서 공급 가능토록 계획하고 있다.

마. 중앙감시시스템

설비의 종류와 용량 등이 대규모, 대용량으로서 설비의 단순한 중앙집중은 비상시 운영상의 애로가 예견되므로 관리의 집중, 제어의 분산을 기본방침으로 하여 시스템을 구성토록 하고 각 시스템은 부하중심을 구역으로 하여 제어의 분산을 기하고 중앙에서 관리할 수 있는 모든 데이터의 중앙집중과 통합관리를 계획하고 있다.

5. 맺음말

공항의 전기시설에 있어서 여객터미널 및 부대시설과 기타 외곽조명시설 등은 일반전기시설과 같이 국내의 기술기준에 의하여 설치운영하면 되지만 항공기 안전운항과 밀접한 관계가 있는 항공보안시설은 국제민간항공기구(ICAO)의 국제기준 및 권고 등에 의하여 설치 및 운영하여야 하기 때문에 일반전기와는 달리 순간 정전도 허용되지 않는 보다 높은 신뢰성 및 고품질의 전기가 필요하다.

이를 위해 수도권신공항은 열병합발전소 건설을 통하여 신공항 전용전원을 확보, 수전선로장애시 공항운영에 가장 중요한 항공보안시설 등의 첨단장비와 비상전원 공급계통에 전기를 안정적으로 공급함으로써 항공기 안전운항 확보와 공항이용객에게 최대한의 서비스를 제공함은 물론 동북아 중심공항으로서의 이미지를 제고할 수 있다.

따라서 공항의 전기시설은 그 부하의 성격상 가능한 전기공급의 신뢰성이 높고 또한 공항운영면에서 전기시설의 유지보수 및 관리 등에 제약을 받지 않는 방식이 가장 좋은 최선의 방법이라 하겠다.