

# 사례 연구를 통한 공항의 비상전원에 관한 연구

(A Study on the Emergency Power of the Airport with the case study)

최홍규 · 최영준\*

(Hong-Kyu Choi · Young-Jun Choi)

## Abstract

While everyone who uses electric power desires perfect frequency, voltage, stability, and reliability at all times, this cannot be realized in practice. The supplying utility cannot be expected to provide a perfect power supply because many of the causes of power supply disturbances are beyond the control of the utility.

The outage happens but due to many reason. The electricity equipment requires consequently the emergency power supply. We classify the subordinate for quick supply of the emergency power supply and must grope the supply plan. We will find out in this paper through the case study about the emergency power efficient operation plan.

## 1. 서론

전기설비는 안정한 주파수와 전압을 가진 신뢰성 높은 전력공급을 필요로 한다. 그러나 태풍, 지진 등의 자연재해와 설비의 이상현상으로 인하여 전력공급이 중단될 수 있다. 따라서 이러한 상황에서 비상전원 공급은 꼭 필요하다.[1]

비상전원은 상용전원의 공급 중단시 상용전원이 다시 공급될 때까지 부하의 기능유지 및 시설의 안정을 유지하기 위하여 전력을 공급하게 된다. 비상전원의 공급은 부하의 우선순위를 파악하여 단계적으로 이루어져야 한다. 따라서 운영상 비상부하를 재분류하여 비상전원 공급방안을 수립하는 것은 부하의 전력공급 중단시 신속한 전력공급을 가능하게하고 설비의 신뢰성을 높일 수 있다.

비상발전기, UPS설비, 축전지설비 등은 비상전원을 공급할 수 있는 구성요소들이다. 사용시설의 특성을 감안하여 이들 구성요소를 적용 상용전원 공급 중단시 비상전원을 공급한다.

따라서 본 논문에서는 전력공급의 높은 신뢰성을 요하는 공항의 전력공급 중단시에 최소여객처리와 여객처리업무 중 화재가 발생하는 상황에 전력공급을 하기위한 비상전원의 공급에 대한 사례를 통하여 설비의 전력공급 중단시 비상전원의 효율적인 공급방안에 대하여 알아보는데 그 목적이 있다.

## 2. 본론

### 2.1. 설계용 전원설비

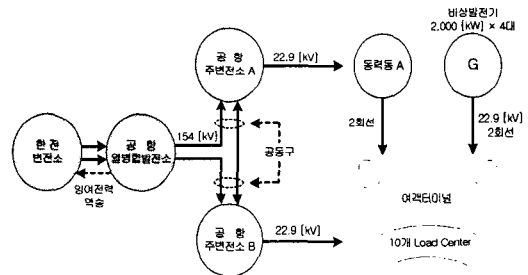


그림 1. 공항의 여객터미널 수전계통

그림 1은 사례연구 공항의 실 계통 전원설비를 보여준다. 한전변전소의 전력공급을 공항열병합발전소를 거쳐 154[kV]를 공항의 주변전소 A, B로 공급한다. 공항주변전소 A는 동력동 A, 공항주변전소 B는 여객터미널 10개의 Load Center에 22.9[kV]를 공급한다. 여객터미널의 전력공급 이상시 동력동 A의 비상전원이 공급되며, 모든 상용전원 OFF시에는 동력동 A에 설치된 2,000[kW]비상발전기 4대(2,000[kW]×4)를 통하여 비상발전전원 2회선이 여객터미널 F Group과 G Group에 공급되게 된다. 그림 2는 동력동 A 비상발전기 설비를 나타낸다. 비상발전기는 여객터미널 사용전원 공급변전소 A의 수변전 및 배전계통에 이상이 있어 여객터미널 Load Center전체 또는 일부에 전력공급

급 불가능시 A Group(G1, G2)이 기동하여 전력을 공급하고, 공급 변전소 B의 이상시 B Group(G3, G4)이 기동되어 전력이 공급된다.

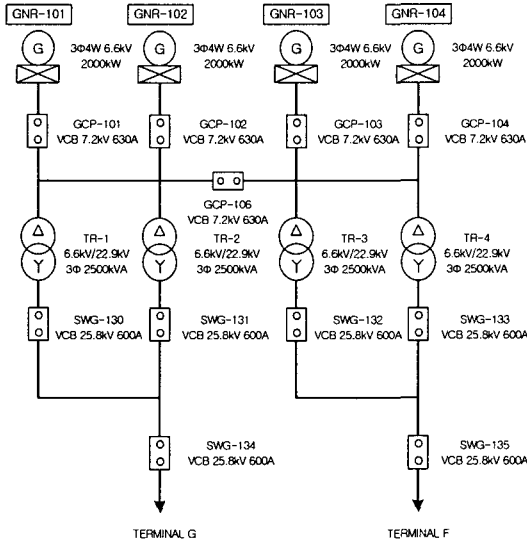


그림 2. 비상발전기 설비

여객터미널의 각 Load Center의 전원구성은 주 변전소 B로부터 공급받는 상용전원과 인접 Load Center로부터 공급받는 예비전원, 동력동 A로부터 공급받는 비상전원, 동력동 A에 설치된 발전기로부터 공급받는 비상발전전원으로 구성된다.

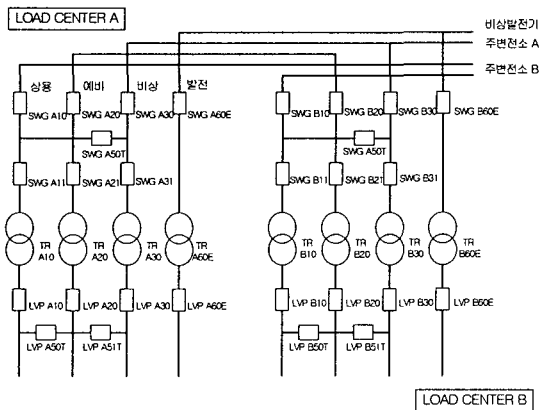


그림 3. 여객터미널 Load Center 전원구성

## 2.2. 최소운영부하 용량산정

공항의 최소운영을 위하여 고려해야할 요소는 여객터미널 실제 운영 Peak부하 전력, 일반부하에서 비상부하로 인출점을 변경해야하는 부하 전력, 2단계 건설시 관련 부하전력, 변압기 손실전력, 탐

송동 A 부하전력, 소방부하 전력이다.

### 2.2.1 여객터미널 실제 운영 Peak 전력

운영상 Peak 전력은 1년간 공항 운영 전력중 최대치를 적용하였으며, 조사 기간중 최대 Peak 전력은 6,289.8[kW]이다. 표 1은 최대 Peak전력시 각 Load Center차단기별 전력량이다.

표 1. 차단기별 Peak 전력

단위:[kW]

구 분	L/C A	L/C B	L/C C	L/C D	L/C F	L/C G	L/C H	L/C K	L/C L	L/C M
LVP - 31X	311	0.0	60.9	84.8	128.5	0.0	79.8	0.0	155.6	0.0
	312	83.1	42.3	55.0	74.2	111.6	206.8	116.3	118.9	52.6
	313	156.2	0.0	95.5	150.9	24.6	26.3	36.3	0.0	45.1
소 계	239.3	103.2	235.3	353.6	136.2	312.9	152.6	274.5	97.7	216.9
LVP - 32X	321	21.7	176.1	135.6	163.1	157.5	160.8	159.6	198.9	97.1
	322	120.9	152.5	156.3	149.1	138.1	118.6	117.0	128.3	121.1
	323	126.5	131.5	158.3	162.5	157.7	132.2	174.2	135.1	214.2
소 계	269.1	460.1	450.2	474.7	453.3	411.6	450.8	462.3	432.4	303.1
합 계	508.4	563.3	685.5	828.3	589.5	724.5	603.4	736.8	530.1	520.0

### 2.2.2 인출점 변경 부하 전력

일반부하와 비상부하간 인출점 변경에 따른 부하변동은 일반부하에서 비상부하로 변경된 용량 1,230.08[kW]와 비상부하에서 일반부하로 변경된 용량 546.84[kW]의 차인 683.23[kW]이다. 인출점 변경부하의 Load Center별 차단기 용량은 표 2와 같다.

표 2. 인출점 변경 부하전력

단위:[kW]

구 분	L/C A	L/C B	L/C C	L/C D	L/C F	L/C G	L/C H	L/C K	L/C L	L/C M
LVP - 31X	311	0.00	60.88	0.00	25.94	0.00	0.00	0.00	51.94	337.59
	312	1.32	0.00	58.46	0.00	0.00	-431.52	0.00	0.00	73.55
	313	0.00	337.59	0.00	-115.32	74.56	68.86	86.26	0.00	0.00
소 계	1.32	398.47	58.46	-89.38	74.56	-362.66	86.26	51.94	411.14	8.72
LVP - 32X	321	0.00	0.00	0.00	0.00	8.06	0.00	6.50	0.00	0.00
	322	0.00	1.86	0.00	10.40	0.00	1.71	0.00	0.00	2.86
	323	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.11
소 계	0.00	1.86	3.90	10.40	8.06	1.71	6.50	0.00	9.11	2.86
합 계	1.32	400.33	62.36	-78.98	82.62	-360.95	92.76	51.94	420.25	11.58

### 2.2.3 단위방화구역 최대 소방부하전력

단위 방화구역에서의 최대 가동 소방부하전력은

기존 소방부하 용량에 여객터미널 전체 등에 화재가 일어나지 않는다는 전제조건하에 각 부하의 특성에 맞는 부하 가동율 Factor를 적용하여 산출하였으며 용량은 785.38[kW] 이다.

표 3. 단위 방화구역에서의 최대가동소방부하전력  
단위: [kW]

구분	L/C A	L/C B	L/C C	L/C D	L/C F	L/C G	L/C H	L/C K	L/C L	L/C M
LVP - 31X	311	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	312	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.80	0.00	85.80
	313	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	257.40
소계	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.80	0.00	85.80	343.20
LVP - 32X	321	22.74	11.94	3.08	9.00	15.62	16.36	27.20	10.50	12.04
	322	3.08	3.08	23.84	8.58	8.58	8.58	3.08	3.08	3.08
	323	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	8.58	3.08
소계	28.89	18.09	29.99	20.65	27.27	28.01	33.35	22.15	18.19	43.99
TR30 용량	28.89	18.09	29.99	20.65	27.27	28.01	119.15	22.15	103.99	387.19

### 2.2.4 최소운영을 위한 소요부하전력

표 4. 공항의 최소운영을 위한 비상발전전원 소요부하 전력

구분	산정방법	전력 [kW]
실제운영부하전력	1년간의 Peak 용량의 최대치 적용	6,289.80
공항의 최소운영을 위한 인출점 변경부하전력	각 운영부서별 최소운영을 위한 필수부하 산정내용 적용	683.23
2단계 건설관련 중설설비에 필요한 비상발전전원 부하전력	2단계 설계팀 자료 적용	404.92
변압기 손실 전력	$(10[\text{kW}] \times 10\text{대}) + (27[\text{kW}] \times 5\text{대}) = 235[\text{kW}]$	235.00
탑승동 A 발전전원 부하전력	2단계 설계팀 자료 적용 (04.09.16 자료기준) $1,735.69[\text{kW}] \times 0.7 = 1,214.98[\text{kW}]$	1,214.98
여객터미널과 탑승동 A 정전시		8,827.93
단위 방화구역에서의 최대가동 소방 부하 전력	최악의 화재상황시의 부하가동율을 선정하여 적용	785.38
여객터미널(정전+화재)와 탑승동 A 정전시		9,613.31

최소운영을 위한 소요부하 전력중 2단계 건설관련 증설부하 전력은 404.92[kW]로 발전전원에 모두 포함되며 각 차단기에 균등분포 된다고 가정하였다. 또한 탑승동 A 부하전력의 경우 화재발생시 고려하지 않는다는 조건하에서 소방부하를 제외한 1735.69[kW]를 적용하고 운영률 70[%]를 적용하였다.

### 2.3 비상발전전원 공급용량 검토

공항 여객터미널의 상용전원 공급 중단시 공급해야 할 부하전력은 여객처리에 필요한 최소운영부하 및 탑승동 A 부하전력을 고려한 8,827.93[kW]이며, 여객터미널과 탑승동 A 정전시 여객터미널의 최소운영중 화재가 발생하여 요구되는 부하전력은 여객터미널과 탑승동 A 정전시 부하용량에 소방부하를 포함한 9,613.31[kW]가 된다. 이 두 부하용량은 동력동 A에 설치된 비상발전기 용량 8,000[kW] (2,000[kW]×4)를 초과하므로 공급용량 확보방안이 요구되었다. 따라서 2단계 탑승동 A의 비상발전기 1대를 추가하여 총 10,000[kW] (2,000[kW]×5)의 전력을 확보 공급하여 정전과 최소여객처리중 화재발생 상황에 대처할 수 있도록 하였다.

### 2.4 비상발전전원 공급방안

비상발전전원 공급 방안으로는 그림 4와 같이 저압차단기를 설치하는 방안과 특고압차단기를 설치하는 방안, 부하의 인출점 변경하는 방안이 제시되었으나, 저압차단기 설치방안이 현장 운영상 및 경제성 면에서 가장 적절한 방안으로 사료되었다. 저압차단기 설치방안의 경우 부하의 인출점 변경 없이 전원을 공급할 수 있으며 시설 공간확보와 경제적 면에서도 운영상 가장 적절하였다. 비상부하와 발전부하가 동시 투입될 경우 비상발전기 동실패의 문제점이 발생할 수 있으므로 발전부하를 먼저 투입하고 저압차단기를 통하여 비상부하에 전원을 투입하는 절차가 요구된다.

특고압 차단기 설치 방안은 저압차단기 시설시 문제가 될 수 있는 XFR-60E가 소손되어도 전원 공급이 가능하고 XFR-60E보다 XFG-A30이 공급용량 및 신뢰성 면에서 장점을 가지지만 시설시 정전이 불가피하고 고가의 시설비가 요구된다.

인출점 변경 방안의 경우 비상전원과 발전전원 계통을 연결하는 계통선로 및 고압 차단기의 설치 없이 부하의 인출점을 변경하여 비상전원을 공급할 수 있으나 변경이 어려운 부하가 존재하며 부하의 인출점 변경시 향후 부하 불균형 문제가 발생할 소지가 있다.

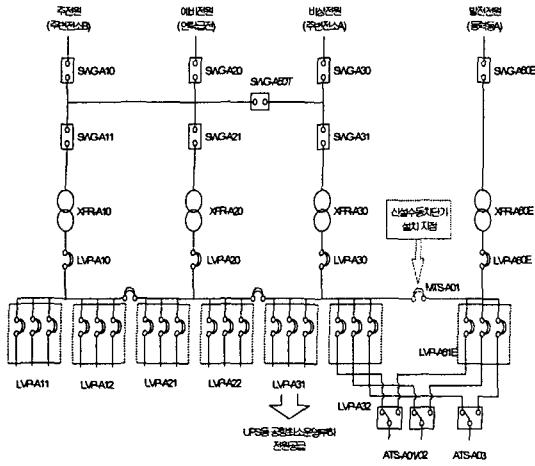


그림 4. 비상발전전원 공급 방안(저압 차단기 설치)

## 2.5 시뮬레이션

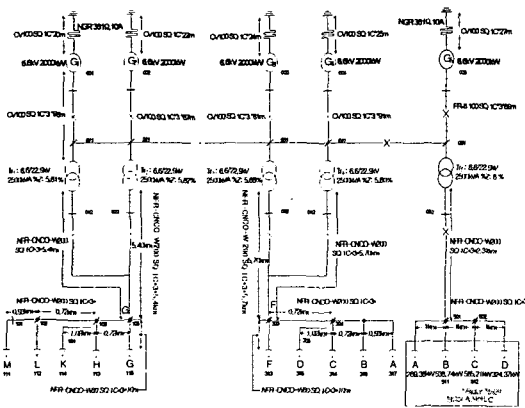


그림 5 여객터미널과 탑승동 A 전력공급 계통

그림 5는 동력동 A에 설치된 비상발전기 4대와 탑승동 A 비상발전기 1대를 병렬운전하여 여객터미널과 탑승동 A에 전력을 공급하는 계통을 나타낸다. 비상발전기 5대 공급으로 여객터미널과 탑승동 A에 정전이 발생했을 때와 여객터미널과 탑승동 A 정전시 최소운영중 여객터미널에 화재발생시에 대하여 시뮬레이션 하였다. 탑승동 A 화재시에는 여객처리업무를 중단하는 것으로 가정하였다.

여객터미널과 탑승동 A 정전시 소요부하전력은 여객터미널 소요부하전력 7,612.95[kW]와 탑승동 A 소요부하전력 1,214.98[kW]를 합한 8,827.93[kW]이다.

표 5. 여객터미널과 탑승동 A 정전시

	전압[kV]	용량[kVA]	부하용량[kVA]	부하율[%]
TR-1	6.6/22.9	2500	1874.73	75
TR-2	6.6/22.9	2500	1875.72	75
TR-3	6.6/22.9	2500	1991.58	80
TR-4	6.6/22.9	2500	1992.69	80
TR-5	6.6/22.9	2500	1892.53	76
TR-A60	22.9/0.38	1000	533.75	53
TR-B60	22.9/0.38	1000	881.79	88
TR-C60	22.9/0.38	1000	900.81	90
TR-D60	22.9/0.38	1000	778.92	78
TR-F60	22.9/0.38	1000	846.12	85
TR-G60	22.9/0.38	1000	614.74	61
TR-H60	22.9/0.38	1000	851.63	85
TR-K60	22.9/0.38	1000	818.79	82
TR-L60	22.9/0.38	1000	867	87
TR-M60	22.9/0.38	1000	559.11	56
TR-CA60	22.9/0.38	1000	311.7	31
TR-CB60	22.9/0.38	1000	581.33	58
TR-CC60	22.9/0.38	1000	631.71	63
TR-CD60	22.9/0.38	1000	349.47	35

여객터미널과 탑승동 A 정전시 여객터미널에 화재가 발생했을 경우 소요부하전력은 여객터미널 소요부하전력 8,398.33[kW]와 탑승동 A 소요부하전력 1,214.98[kW]를 합한 9,613.31[kW]이다.

표 6. 여객터미널(정전+화재)와 탑승동 A 정전시

	전압[kV]	용량[kVA]	부하용량[kVA]	부하율[%]
TR-1	6.6/22.9	2500	2180.27	87
TR-2	6.6/22.9	2500	2179.19	87
TR-3	6.6/22.9	2500	2044.80	82
TR-4	6.6/22.9	2500	2045.18	82
TR-5	6.6/22.9	2500	1892.53	76
TR-A60	22.9/0.38	1000	549.61	55
TR-B60	22.9/0.38	1000	900.16	90
TR-C60	22.9/0.38	1000	931.26	93
TR-D60	22.9/0.38	1000	799.84	80
TR-F60	22.9/0.38	1000	873.76	87
TR-G60	22.9/0.38	1000	643.02	64
TR-H60	22.9/0.38	1000	904.99	90
TR-K60	22.9/0.38	1000	841.27	84
TR-L60	22.9/0.38	1000	972.54	97
TR-M60	22.9/0.38	1000	950.65	95
TR-CA60	22.9/0.38	1000	311.70	31
TR-CB60	22.9/0.38	1000	581.33	58
TR-CC60	22.9/0.38	1000	631.71	63
TR-CD60	22.9/0.38	1000	349.47	35

시뮬레이션 결과 여객터미널과 탑승동 A 정전시 공급전력의 여유율은 약 11.72[%]로서 각 Load Center 별로 적절한 전력공급이 가능하였고 변압

기 용량을 초과하는 경우는 발생하지 않았다.

여객터미널과 탑승동 A 정전운전시 여객터미널에 화재가 발생하는 상황의 경우 전력공급량의 여유율은 약 3.87[%]로 약간의 여유율은 존재하나 상황에 따른 부하증가나 기타 상황을 가정하여 비상부하를 줄이는 방안이 요구되었다. 각 변압기 부하율을 초과하는 경우는 발생하지 않았다.

### 3. 결 론

전기설비에 상용전원의 공급이 중단됨에 있어 신속한 비상전원의 공급과 상용전원이 재공급될 때까지 부하의 기능과 안전성을 유지하는 것은 매우 중요한 일이다.

본 논문에서는 공항의 모든 상용전원 OFF시 비상발전기를 통하여 공항의 최소운영을 유지할 수 있도록 운영사항을 고려하여 비상부하를 재분류하고 비상전원의 공급방안에 대하여 알아보았다. 향후 비상전원 자체의 안전성 및 신뢰도를 확보하여 어떠한 상황에서도 공급이 원활할 수 있도록 비상전원시스템의 보호에 대한 연구가 필요하겠다.

비상전원은 가능한 모든 부하에 전력을 공급할 수 있도록 확보하는 것이 신뢰성 및 안전성면에서 필요하지만 동시다발적으로 발생하는 경우가 빈번하지 않으므로 비상부하를 분류하고 그 운영방안을 수립하는 것이 운영상 장점을 가진다고 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] IEEE Recommended Practice For Emergency And Standby Power Systems For Industrial And Commercial Applications IEEE Std 446-1995 [The Orange Book]
- [2] Paul G. Cardinal "Applicability of co-generation equipment as a source of standby or emergency power"
- [3] James M. Daley "Application of emergency and standby generation for distributed generation."
- [4] Umberto Grasselli, "Comparison between different procedures of reliability analysis for emergency and stand-by power systems"
- [5] INDEPENDENT GENERATION OF ELECTRIC POWER, DAVID STEPHEN
- [6] Power Systems in Emergencies, U.G. Knight
- [7] 최홍규외, "전력사용시설물 설비 및 설계", 성안당, 2001
- [8] 최홍규외, "전원설비 및 설계", 성안당, 2001
- [9] 신석하외, "전기설비설계", 도서출판 세화
- [10] 이원교외, "신 전기설비", 동일출판사
- [11] 한찬호외, "전원계통 시스템의 핵심기초기술", 의제