

AC/DC 겸용 비상 및 복구등에 관한 연구

(A Study on the emergency and repairing AC/DC combination lamp)

안윤기* · 최홍규 · 최준영 · 이정열

(Youn-Ki An* · Hong-Kyoo Choi · June-Young Choi · jung-youl Lee)

(홍익대학교 · 홍익대학교 · 홍익대학교 · 홍익대학교)

요 약

본 연구는 변전소(사무실) 설비 환경 개선 차원으로 기존 비상등하에서 조도 부족으로 인한 근무자의 오조작 및 복구 시간 지연을 단축하기 위하여 현재 설치된 등기구의 형태를 백열등에서 형광등으로 대체하였으며, AC/DC 겸용 비상등 및 스위치에 관하여 연구하였다. 조도 기준 또한 상시등의 5~10[%] 가 아닌 한국 산업 조도 기준(KSA)에 따른 원자력 발전소 조도 기준 및 안전 조명에 의한 조도 기준을 참고로 정확한 변전소 각 실별 조도 기준을 책정하였고 그에 따른 변전소 내선 전기 설계를 표준화하였다. 또한 배터리 용량 산정 기준과 중요도에 따른 각 실별 등기구 설치 수량을 표준화하여 조도 부족으로 인한 2차 사고나 광역 정전 사고로 인한 대형 사고를 방지하고자 한다.

Abstract

The Study is for improvement of power plant equipment environment. Emergency lamp already installed in transformer substations has weak Illuminance. Because emergency battery is limited and incandescent electric lamps installed has low intensity of illumination and bad efficiency. It is too dark to operate many types of equipment in work. Therefore this paper proposes that we use fluorescent lamp instead of incandescent electric lamp and change the old illumination standard for evident standard from the can coup with accident rapidly

1. 서 론

발전소와 변전소는 전기의 생산과 공급이라는 차이이며 어느 한 곳이라도 이상이 생기면 수용가에게 전기를 공급 할 수 없는 심각한 문제를 발생시킨다. 이 중 변전소는 발전소에서 생산된 전력의 전압을 낮추어 수용가 측에 효율적으로 배분하는 역할을 수행하고 있으며 변전기기 감시, 기록, 순시, 조작 업무를 수행하고 있다. 조작 업무 중 복구 조작 업무는 정전사고 발생시 그 원인을 신속 정확하게 판단하여 문제를 해결하는 매우 중요한 업무이다. 그러나 현재 변전소의 복구조작 업무시 점등되는 비상등은 평상시 점등되는 상시등에 비해 5~10[%] 이하의 낮은 조도값을 유지하고 있다. 이로 인하여 사고원인 분석 및, 복구조작시간이 지연되고 있으며 오·조작에 의한 사고가 확대될 가능성을 가지고 있다. 그 원인은 과거 변전소 비상등에 대한 인식이 부족한 상황에서 설계된 비상등이 변전설비 복구 업무를 위한 비상등이 아닌 소방법의 피난을 유도하기 위한 비상등이기 때문에 매우 낮은 조도값을 유지하기 때문이다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기위해 한국 산업 조

도기준(KSA)에 의한 원자력 발전소 조도 기준 및 안전 조명에 의한 조도기준을 참고로 정확한 변전소 각 실별로 조도기준을 정하고 현재의 비상등기구의 형태를 DC 백열등에서 AC/DC 형광등으로 대체하는 것을 연구하고자 한다.

2. 본 론

2.1 비상등의 조도 부족으로 인한 문제점

2.1.1 사고 원인 및 복구조작 시간의 지연

- 1) 근무자가 갑자기 밝은 상태에서 어두워지면 순응 현상으로 심리적 공황 상태가 발생하고 일정 시간 주변 상황 판단이 안 됨
- 2) 사고 원인 파악을 위해 보조 등기구인 랜턴 필요
- 3) 랜턴을 이용하여 정확한 사고원인 판단을 위한 계전기 동작 상태 판독 시간 지연
- 4) 층별 및 실별 보행 이동 속도가 늦어짐
- 5) 동작 기기와 주변의 세밀한 관찰이 불가능

- 6) 오·조작에 따른 사고 확대 및 복구 시간 지연
- 7) 기기 복구 조작 불능 시 랜턴을 이용한 도면 및 기기 이면 파악에 시간 지연

2.1.2 복구조작 지연으로 광역 정전 사고 및 파급 사고 발생 우려

- 1) 사고원인을 오판하여 제2의 파급 사고 우려
- 2) 변전소 구내에 노출된 많은 시설물과의 충돌로 인해 안전사고의 위험

2.2 현재 발전소(사무실) 비상등 설계의 문제점

- 1) 비상시 전층 동시 점등으로 불필요한 장소도 점등.(소방법의 피난개념)
- 2) 평상시 비상등의 이상 유·무 점검이 어려움.
- 3) 비상등의 이상 유무 점검의 어려움으로 인한 비상시 미점등 조명등 발생 및 방치.
- 4) 배터리 설계와 운영은 변전에서 담당하고 비상조명등 설계 및 공사는 토건에서 담당하는 이원화 체제.
- 5) 막연한 비상조명등 설계 기준 조도
 - 상시등 조도의 5~10[%]로 막연함
 - 기준 조도의 30[%]이하로 설계하여 복구 조작 보다는 소방법을 우선하여 설계
 - 변전소의 대형화, 옥내화, 지하화와 변전 설비의 첨단화 등에 따른 설계 기준 미흡
- 6) 비상등용으로 부적합한 백열등 사용
 - 백열등은 국부 조명용으로 비상시 전반 조명에 부적합함
 - 백열등의 정격 전압은 110[V]임에 반해 변전소 비상전원의 정격 전압은 125[V]임(수명 70%단축)
- 7) 배터리 용량에 따른 문제점
 - 설계 시 비상조명등용으로 용량을 5[A]만 설정.
 - 비상시 전층 동시 비상 점등에 따른 배터리 과방전 발생(30~90[A])

2.3 변전소의 기본 업무

변전소의 기본 업무는 변전 기기 감시, 기록, 순시, 조작 업무로 나누어지는데 그중 조작 업무는 평상시 계획된 조작 업무와 정전 사고에 따른 복구 조작 업무로 나누어진다. 그중에 제일 중요 업무는 정전 사고 발생에 따른 복구 조작 업무이다. 복구 조작 업무는 DC 전원에 의해 점등되는 비상등하에서 이루어진다.

2.3.1 복구조작 업무의 순서

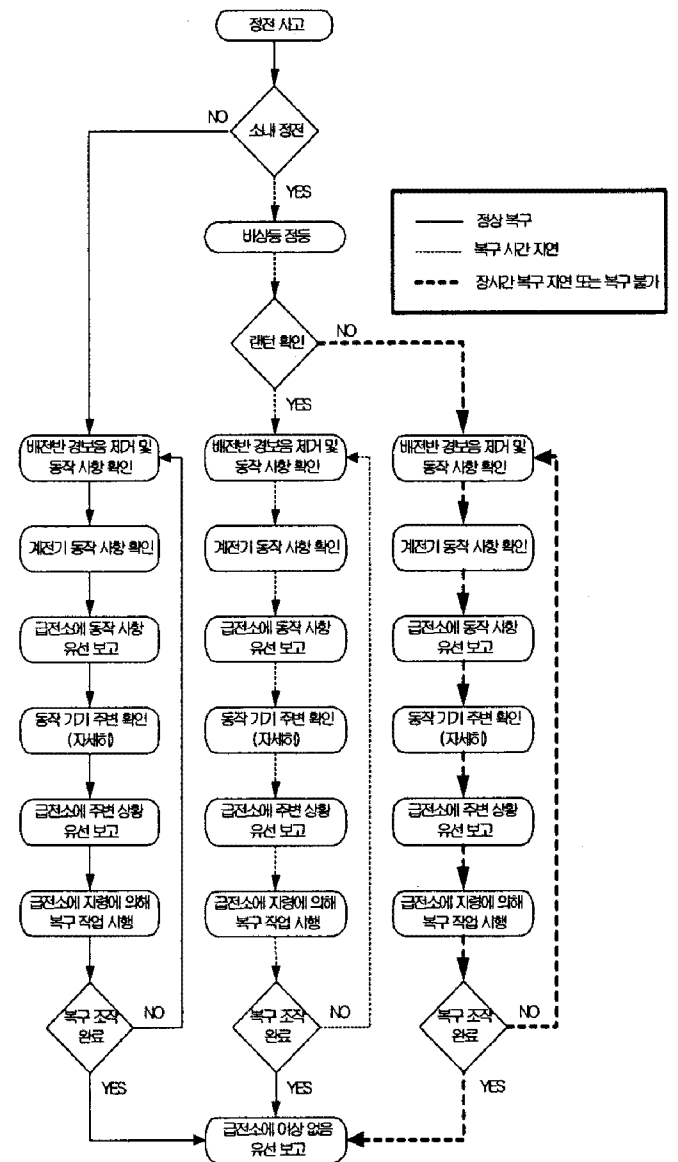


그림 1. 복구조작 업무 순서도
Fig. 1. Diagram of repair works

보통 정전 복구에 따른 이동은 계단을 이용한 층별 이동이 최소 2개 층을 이용하고, 거리는 최소 100m 이상으로 최소 6개실을 1회에서 수회까지 반복해서 이동하여야 한다. 점등되어 있는 비상등의 조도만으로는 이동 및 고장 원인 파악 및 관련 도면 검토 및 자료 수집에 많은 시간이 소요된다.

그림 1은 정전 사고가 발생시 근무자의 복구 조작 업무에 대한 순서도이다. 그림 1에 나타난 바와 같이 정전 사고가 발생하면 변전소 내 정전의 유무에 따라 복구시간에 차이가 있다. 변전소 내 정전이 발생하고 랜턴이 준비되어 있으면 복구 작업 시간은 정상 복구 작업에 비해 지연이 이루어지고 만약 변전소 내 정전이 발생하고 랜턴이 준비되어 있지 않다면 장시간 복구 시간 지연 또는 복구 작업이 불가능하다.

2.3 변전소(사무실)의 비상등

그림 2.에서와 같이 변전소(사무실)의 상시 전원은 소내 변압기를 통해 분전반에 공급되고 있다. 만약 사고 등으로 상시 전원이 상실되면 무전압 계전기가 동작하고 DC 공급 장치(배터리)에 의해 전층에 설치된 비상등(백열등)이 작업이나 사람의 유·무와 상관없이 동시에 점등되도록 설계되어 있다.

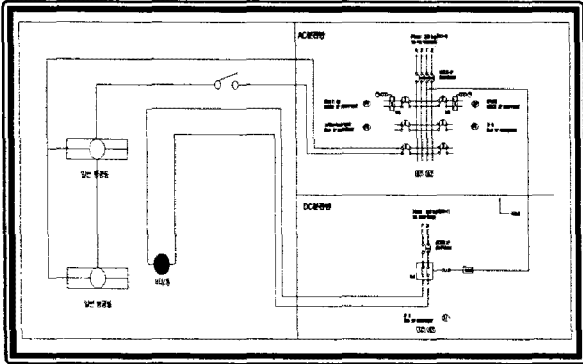


그림 2. 비상등의 점등 회로도
Fig. 2. Circuit of emergency lamp

표 1.과 표 2.는 변전소 Type 별 비상조명등 설치 현황 및 비상조명등의 규격을 나타낸다.

표 1. 변전소 Type 별 비상조명등 설치 현황
Table 1. Specification base on the type of substations

변전소 TYPE	표준 철골	복합 지하	단독 지하
비상등 설치등수	45~60	80~150	80~150

표 2. 비상조명등의 규격
Table 2. Standard of emergency lamps

비상등	정격전압	공급전압	정격용량	사용용량
백열등	110V	125V	60W	77W

표 2.에 나타난 바와 같이 백열등의 정격 전압은 110[V]인데도 불구하고 공급 전압이 125[V]이다.

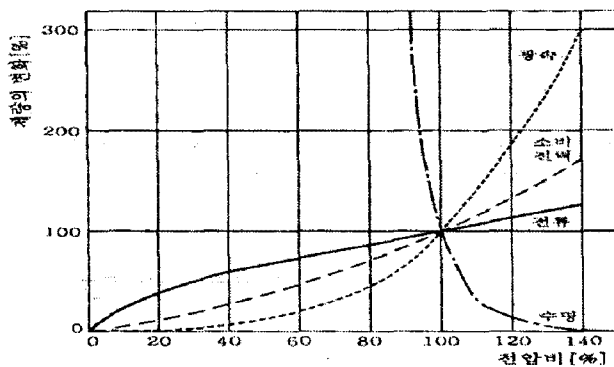


그림 3. 전압에 따른 백열등의 수명 특성
Fig. 3. Life characteristics of incandescent based on the voltage

또한 그림 3.에 나타난 바와 같이 정격 전압 110[V]를 100으로 할 때 공급 전압이 125[V]이면 113.6으로 나타난다. 이 때 백열등의 수명은 정격 전압에서 사용할 때보다 70[%]가 줄어든다[1].

그리고 표 3.은 2002년에 용역 설계된 철골조 표준 변전소를 근거로 작성한 것인데 변전 설계 기준에 의한 비상조명등 설치는 218등이나 용역 설계 결과물인 표준 설계도면에는 48등이 설계되어 있다.

상시등에서 비상등으로 바뀌어 점등되었을 때 조도 변화가 없는 것이 최적이거나 표 3.에 나타난 바와 같이 복구 작업시 중요한 장소인 감시실, 계전기실 통신실을 살펴보면 비상조명등의 조도는 상시등의 조도의 2.2~2.8[%]이다. 이는 변전 설계 기준에도 미치지 못하며, 상시등의 조도와 비상조명등의 조도 차이가 매우 큼을 알 수 있다.

표 3. 철골조 표준 변전소 A Type
Table 3. A Type of Standard Steel Frame Substation

설치 장소	상시 조도 [Lux]	요구 수량	변전설계기준		현재설치기준		
			실수량	실조도	실수량	실조도	
공통	계단실 1	75	0.9	9	4-7	0	0
	제어케이블 PIT	75	0.7	1	4-7	0	0
지하층	MTR기초실	75	13.7	16	4-7	0	0
	170kV 케이블처리실	75	7.3	8	4-7	5	5
	25.8kV 케이블처리실	75	8.5	9	4-7	5	5
1층	MTR실	100	18.1	20	5-10	8	4
	170kV 케이블처리실	100	3.3	4	5-10	0	0
	25.8kV GIS실	300	26.4	27	15-30	8	9
	NAF실	100	1.4	2	5-10	0	0
	STR 실	100	1.3	2	5-10	0	0
	배터리실	100	0.7	1	5-10	0	0
	공기구실	75	0.4	1	4-7	0	0
	다용도실	75	0.6	1	4-7	0	0
	감시실	500	21.4	22	25-50	6	14
2층	170kV GIS실	100	15.6	16	5-10	8	5
	계전기실	500	18.5	20	25-50	4	11
3층	통신실	500	18.5	20	25-50	4	11
4층	물탱크실	75	3.0	3	4-7	0	0
	S.C 실	75	23.5	24	4-7	0	0
	풍도	75	11.2	12	4-7	0	0
총 설치 수량				218		48	

표 4.는 철골조 표준변전소의 배터리 사용 전류를 배터리 설치 기준을 기반으로 비교 작성한 것이다. 표 4.에 나타난 바와 같이 배터리 용량 산정 및 충전기 용량 산정의 기본이 되는 전류를 보면 비상조명등 전류로는

5[A]가 반영되어 있다. 이에 맞게 비상조명등을 설치하면 비상조명등을 8등 이하로 설치하여야 한다. 또한 변전 설계 기준에 조도를 맞추어 비상등을 설치하면 비상등의 설치 개수는 218등으로 134.3[A]의 전류가 필요하다. 현재 실제 설치된 비상등은 48등으로는 29.6[A]의 전류가 필요하다. 이는 현재 변전 설계 기준과 현재 비상등의 설치 기준이 되는 표준설계도면과도 많은 차이가 있다는 것을 뜻한다.

표 4. 철골조 표준변전소의 배터리 용량 비교
Table 4. Comparison of battery capacity in standard steel frame substations

항 목	배터리 설계치 전류(시간별: 분)		DC 조명 설계치 전류(시간별: 분)		실제사용 전류(시간별: 분)	
	0~1	1~120	0~1	1~120	0~1	1~120
변전 설비용(A)	200.06	55.06	200.06	59.06	200.06	59.06
비상 조명용(A)	5	5	134.3	134.3	29.6	29.6
합 계 (A)	205.06	60.06	334.36	193.36	229.66	88.66

이와 같은 사실로 미루어 보아 비상등은 변전소 설계 및 건축시 건축직공에서 담당하며 단순히 소방 개념으로 인식하고 있고 비상 전원 공급 장치인 배터리 및 충전기를 설계하는 변전직군도 비상등에 대한 관심 부족으로 인하여 변전기기의 배터리 용량 산정은 정확성을 기하나 비상등에 대한 배터리 용량은 과거의 설계 기준에 따라 5[A]를 현재까지 적용하고 있다. 설치에 있어서 비상등은 변전 설계 기준의 5~30[%]정도를 설치하고 있으며, 배터리 용량 산정 기준의 600~1850[%]를 사용함에도 불구하고 낮은 조도로 인해 복구 조작 시 여러 가지 문제점이 발생한다.

2.4 제안 방법 및 개선 내용

2.3절에서의 원인 분석과 그에 따른 문제점들을 해결하기 위하여 다음과 같은 방법을 제안한다.

2.4.1 설계 방법 개선

설계시 실별 용도에 따라 구분하여 설계한다. 표5와 같이 실별 용도에 따라 설계를 나눈 이유는 실별 용도에 따라 조도와 점등방법을 다르게 하기 위함이다.

표 5. 실별 용도에 따른 구분
Table 5. Classification by each room purpose

용 도	설치 장소
소방용 및 안전 이동용	계단, 복도
사고원인파악 및 복구조작용	감시실, MTR실, 계전기실, 170kV 및 25.8kV GIS실, 통신실
육안점검확인용	S.C실, 케이블처리실 및 기타실

2.4.2 조도 개선

1) 실별 조도 기준 표준화

현재 변전소에 적용되는 변전 설계 기준의 비상조명등 조도를 한국 산업 규격 조도 기준[2]의 비상조명등 조도인 60~150[Lux](발전소)와 안전조명등 22~54[Lux]에 의거 표 6.과 같이 조도를 개선하고자 한다.

사고의 원인 파악 및 복구 조작을 목적으로 하는 장소는 50~200[Lux], 소방법 적용 및 복구 조작을 위해 이동하여야 할 장소와 육안 점검 확인용은 25[Lux]이상으로 개선하고자 한다.

표 6.은 철골조 표준변전소의 실별 조도를 개선 전(현재 설치기준)과 개선 후(제안 설계기준)로 비교한 표이다.

표 6. 철골조 표준변전소의 실별 조도 개선 전, 후 비교표

Table 6. Comparison Chart of illuminance in each Room in Standard Steel Frame Substations

설치 장소		비상조명등		
		개선 전 조도(Lux)	개선 후 조도(Lux)	
공통	계단실 1	0	25	
	케이블케이블 PIT	0	25	
지하층	MTR기초실	0	25	
	170kV 케이블처리실	11	25	
	25.8kV 케이블처리실	5	25	
	MTR실	4	50	
1층	170kV 케이블처리실	0	25	
	25.8kV GIS실	9	100	
	NAF실	0	50	
	STR 실	0	50	
	배터리실	0	50	
	공기구실	0	50	
	다용도실	0	25	
	감시실	14	200	
	2층	170kV GIS실	5	50
		계전기실	11	200
3층	통신실	11	200	
4층	물탱크실	0	25	
	S.C 실	0	25	
	풍도	0	25	

2) 등기구 TYPE의 변경

표 7.은 표 6.과 같이 조도를 25~200[Lux]로 개선한 후, 백열등기구와 형광등기구의 설치 수량 및 소비 전류를 비교한 표이다. 표 7.에 나타난 바와 같이 비상등을 백열등기구로 사용하였을시 762개가 필요하며 형광등기구로 사용하였을시 158개가 필요하다. 또한 백열등

기구의 경우 소비 전류는 469.4[A]가 소요되므로 별도의 배터리와 충전기가 필요하고, 형광등기구의 경우 소비 전류는 469.4[A]의 8.6%인 40.4[A]가 소요된다. 이러한 결과로 인해 비상등의 등기구를 백열등기구에서 형광등기구로 교체하고자 한다.

표 7. 동일 조도에 대한 등기구 형태별 설치 수량 및 소비 전류.

Table 7. Quantity and current of lamps base on same illuminance conditions

설치 장소	조도 (Lux)	등기구 형태				
		백열등 (IL60W)		형광등 (FL32W)		
		설치 수량	소비 전류	설치 수량	소비 전류	
공통	계단실 1	25	18	11.088	9	2.304
	제어케이블 PIT	25	3	1.848	1	0.256
지하층	MTR기초실	25	44	27.104	8	2.048
	170kV 케이블처리실	25	24	14.784	5	1.280
	25.8kV 케이블처리실	25	28	17.248	5	1.280
1층	MTR실	50	92	56.672	20	5.120
	170kV 케이블처리실	25	9	5.544	2	0.512
	25.8kV GIS실	100	88	54.208	18	4.608
	NAF실	50	8	4.928	2	0.512
	STR 실	50	8	4.928	2	0.512
	배터리실	50	4	2.464	1	0.256
	공기구실	50	3	1.848	1	0.256
	다용도실	25	2	1.232	1	0.256
	감시실	200	86	52.976	16	4.096
	170kV GIS실	50	78	48.048	15	3.840
2층	계전기실	200	74	45.584	14	3.584
	통신실	200	74	45.584	14	3.584
4층	불탱크실	25	10	6.160	2	0.512
	S.C 실	25	74	45.584	14	3.584
풍도	25	35	21.560	8	2.048	
총 설치수량 및 소비전류			762	469.39	158	40.448

3) 백열등기구를 AC, DC 겸용 형광등기구로 교체

일반적인 32[W] 형광등기구에 설치되는 안정기는 AC 220[V]에 의해서만 점등되도록 설계 되어져 있다. 그래서 비상조명등의 공급 전원인 DC 125[V]에서도 작동될 수 있도록 AC/DC 겸용 안정기를 개발하였다.

AC/DC 겸용 형광등 안정기는 평상시에 상용 AC 220[V], 비상시에는 비상 배터리 DC 125[V]의 전원으로 형광등을 점등할 수 있으므로 추가적인 비상등의 설치가 필요하지 않다. 또한 현재 설치되어 있는 상시등인 일반형광등기구의 형광등 안정기를 AC/DC 겸용 안정기로만 교체하고 비상 전원인 DC 전원을 연결하면 되므로 공사가 쉽고, 평상시 형광등의 점등 상태를 확인할 수 있어 비상등의 불량 여부를 파악하기가 용이하다.

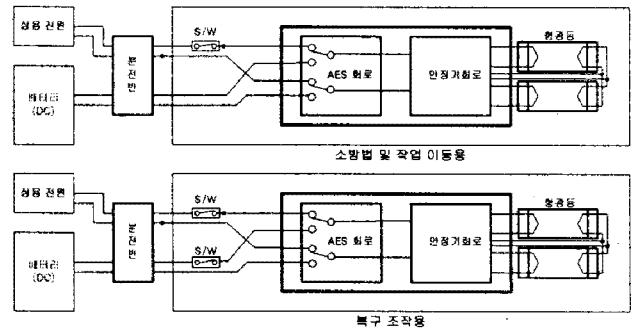


그림 4. AC/DC 겸용 형광등 안정기

Fig 4. The fluorescence lamp Controller in both AC and DC use

그림 4의 AES(Automatic Electronic Switch)회로는 만일의 경우 AC 상용 전원과 DC 비상 전원이 동시에 공급될 경우로부터 형광등 안정기를 보호하는 스위치이다.

2.4.3 점등 방법 개선

1) 배터리 용량에 맞는 초기 1분 이내 점등 가능한 비상조명등의 수량을 산출

표 8. 각 부하에 대한 시구간(분)별 방전 전류량 Table 8. Load Currents base on the time

부 하	시구간별 부하(분)					비 고
	0~1	1~30	30~60	60~119	119~120	
[154kV계통 부하]						
GIS LOCAL PNL	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	0.5A/Bay×13Bay
T/L PRO PNL	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	=6.5[A]
BUS PRO PNL	5.36	5.36	5.36	5.36	5.36	1.15A×8T/L=9.2[A]
CB TRIP	130					1.34A×4PNL=5.36[A]
(BUS PRO 동작)						10A×13CB=130[A]
CB CLOSE					10	
[23kV 계통 부하]						
GIS PNL	19	19	19	19	19	0.5A/Bay×38Bay
CB TRIP	25					=19[A]
CB CLOSE					4	5A×5CB=25[A]
비상등	5	5	5	5	5	
기타	5	5	5	5	5	
소 계	205.06	50.06	50.06	50.06	64.06	

현재 비상조명등의 수량은 전원 공급원인 배터리에 의해 정해진다. 따라서 154[kV] 옥내 GIS 변전소의 배터리 및 충전기 용량 중 비상조명등이 사용할 수 있는 전류를 확인하여 보면 표 8.과 같다.

$$C = \frac{1}{L} [K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1})] \quad (1)$$

C : 25[°C]에서의 정격방전율 환산용량[AH]

L : 보수율 0.8적용

K : 방전시간 T, 축전지의 최저온도 및 허용된 최저 전압에 따라 결정되는 용량환산시간[H]
 I : 주기별 최대 방전전류

표 8.과 위 식(1)을 이용하여 배터리 용량을 구하면 120분 중 0~1분 사이가 307.59 [AH]/10[HR] 로 가장 크게 나타난다. 또한 온도보정계수(18[°C]기준)를 적용하면 $C = 307.59 \times 1.059 = 325.74$ [AH]/10[HR]이다. 따라서 고정 연축전지 표준규격(ES208-082~100)에 의거 배터리의 용량은 330[AH]/10[HR]로 선정된다.

또한 충전기의 용량을 식(2-2)에 의하여 계산하면

$$I = L + \frac{1.1 \times AH}{T} \quad (2)$$

L : 부하 DUTY CYCLE의 연속방전전류 => 50.06[A]
 1.1 : 축전지 손실에 대한 보정율
 T : 축전지용량의 95[%]까지 재충전되는 시간 (10시간)
 AH : 축전지 용량

86.36[A] 이 된다. 여유분을 고려하여 100[A]의 충전기 용량을 결정한다. 이러한 결과에 의해 330 [AH]/10 [HR]의 배터리의 경우 온도보정계수, 보수율, 방전시간을 고려하면 208[A]의 용량으로 산정되며 표 8.에 나타난 바와 같이 초기에 비상등으로 설계된 전류량은 5[A]이므로 산정된 배터리 용량 - 초기(1분내)의 부하 용량을 산출하게 되면 $208 - 205 + 5 = 8[A]$ 가 된다. 이는 비상조명등으로 사용할 수 있는 전류는 초기에 8[A]라는 결과를 얻게 된다. 즉, 정전 발생 초기(1분 이내)에는 소비 전력이 77[W]인 60[W] 백열등을 13등 점등할 수가 있다. $(8[A] \times 125[V] / 77[W] = 13\text{등})$ 또한 비상조명등을 백열등보다 효율이 좋은 32[W] 형광등을 사용하는 경우에는 정전 발생 초기(1분 이내)에 32등을 점등할 수 있다 $[3].(8[A] \times 125[V] / 32[W] = 32\text{등})$

2) 전층 동시 점등에서 실별 점등으로 개선

현재 설치되어 있는 비상등은 정전 사고 발생 시 전층이 동시에 점등된다. 이는 소방법에 의해 설계되어 정전과 동시에 즉시 점등되기 때문이다. 이러한 이유로 복구작업이 마무리가 되기도 전에 배터리의 과방전 현상이 발생하거나 비상등의 조도가 점점 떨어지는 현상이 발생한다. 따라서 배터리의 용량을 선정한 것으로 고정하고 조명 효율이 좋은 AC/DC 겸용 형광등 안정기와 AC/DC 겸용 스위치를 이용하여 필요 개소에만 비상등이 점등되도록 한다. 비상등을 32[W] 형광등을 사용하는 경우에는 정전 발생 초기에는 32등을 점등할 수 있고, 1분 후부터

는 배터리의 용량에 38.5[A]에 의해서 152등을 점등할 수 있고, 표 6.에 나타난 바와 같이 조도를 개선하면 비상등으로 형광등을 158등을 설치하여야 한다. 그러나 배터리의 용량에 의해 158등을 동시에 점등할 수가 없다. 따라서 실별 용도에 따라 다음과 같은 점등방법을 제안한다.

표 9. 실별 용도에 따른 비상조명등 설치 대수
 Table 9. Installed emergency lamp applications based on a purpose of each room

용도	설치 장소	설치 수량		비고
		즉시 점등	스위치 점등	
소방용 및 작업 이동용	계단, 복도	9	0	
사고원인 파악 및 복구조작용	감시실, MTR실, 계전기실, 170kV 및 25.8kV GIS실	23	74	
육안점검확인용	S.C실, 케이블처리실 및 기타실	0	52	
		32	126	총158

계단, 복도등과 같이 소방용 및 작업 이동용으로 사용하는 비상등과 근무자의 심리적 안정 등 및 사고 원인 파악 및 복구 조작용으로 사용하는 비상등을 중심으로 32등을 중점 설치하고 나머지 126등(158 - 32 = 126)은 세밀한 복구 조작용을 위한 장소와 육안점검확인용으로 사용하는 비상등으로 구분하여 필요할 때만 점등하게끔 스위치를 설치한다. 아래 그림5.은 AC/DC 겸용 스위치를 설치한 도면이다.

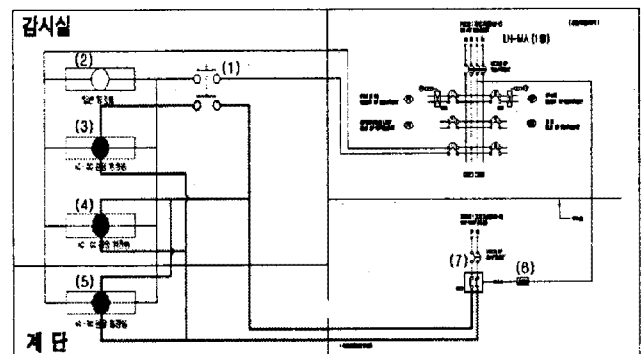


그림 5. AC/DC 겸용 형광등 안정기 및 스위치 설치 도면

Fig 5. Controller and switch of the fluorescence lamp in both AC and DC use

그림 5.의 설치도면 동작 원리를 살펴보면

가. (1)번 스위치를 ON 하면 AC, DC가 동시에 ON되며 감시실의 일반형광등(2)번과 AC, DC 겸용 형광등(3),(4)번, 계단의 AC, DC 겸용 형광등(5)번이 AC전원에 의해 점등된다.

나. 구내 정전으로 AC 전원이 OFF 되면 (6)번 NVR에 의해 (7)번이 여자되어 DC전원이 공급되므로 감시실의 (2)번 일반형광등은 꺼지고 (3),(4)번의 AC, DC 겸용 형광등과 계단의 (5)번 AC, DC 겸용 형광등은 DC 전

원에 의해 계속 점등된다. 만일, 스위치가 OFF되어 있는 경우라도 감시실의 (4)번과 계단의 (5)번 AC, DC 겸용 형광등은 소방법과 근무자의 심리적 안정감을 위하여 스위치의 ON/OFF에 관계없이 DC 전원에 의해 점등이 된다.

다. 근무자가 복구 조작을 위하여 (1)번의 스위치를 ON하면 감시실의 (3)번 AC, DC 겸용 형광등은 복구 조작용 비상등으로 DC 전원에 의해 점등이 된다.

2.5 모의실험 및 고찰

정전 사고 발생 시 비상조명등인 백열등의 조도가 낮아 근무자의 불만이 많아 이를 개선하고자 다음과 같은 모의실험을 하였다.

2.5.1 모의실험 1

백열등의 수를 증가시켜 조도를 측정하는 실험을 하였다. 즉, 기존에 설치되어 있는 백열등에 매회 추가로 3등을 설치하여 조도를 측정하였다. 7회 실시 후 백열등은 총 40개가 설치되었으며 기존의 변전소 평균 조도인 4.3[Lux] 보다 증가된 15.3[Lux]로 측정되었다. 그러나 목표치인 54[Lux]에는 미달하였고 배터리의 전류 부담이 19.2[A]로 크게 증가하였다. 5층 전층의 경우 96[A]가 소비되어 배터리 전류의 부담이 매우 크게 증가하였다. 이러한 결과로 인해 조도를 목표치까지 향상시키고자 모의실험 2를 하였다.

2.5.2 모의실험 2

기존에 설치되어 있는 비상 백열등 19개를 AC/DC 겸용 2등용 안정기로 교체하여 조도를 측정하였다. 이 경우 모의실험 1과 동일한 전류를 소비하여 전류 소비량에 대한 개선은 없었으나 평균 조도는 64.9[Lux]가 증가하였다. 이는 목표 조도인 54[Lux]에 비해 124[%] 달성하였다. 이러한 결과로 인해 배터리의 전류 부담을 줄이기 위해 형광등 안정기의 수를 줄여서 모의실험 3을 하였다.

2.5.3 모의실험 3

AC/DC 겸용 2등용 안정기의 수를 19개에서 14개로 줄여서 조도 및 전류를 측정하는 실험을 하였다. 실험 결과 평균 조도는 57.2[Lux]로 측정되었고 전류는 36[A]가 측정되었다. 기존에 비해 평균 조도의 향상 및 배터리의 전류 부담 감소에도 불구하고 등기구 간격이 일정치 않아 밝고 어두운 장소의 차이가 심하게 나타났다.

2.5.4 모의실험 4

모의실험 3 결과로 인해 AC/DC 겸용 2등용 형광등 안정기 14를 AC/DC 겸용 1등용 안정기 28로 교체하여 등기구의 간격을 줄이는 모의실험 4를 하였다. 실험 결과 동일한 전류인 36[A]를 소모하면서 평균 조도는 59.6[Lux]로 증가 하였다. 그러나 배터리 부담 전류량이 목표치인 7[A]를 크게 초과하여 부담 전류량의 목표치에 근접하기 위한 실험 5를 하였다.

2.5.5 모의실험 5

정전 사고 발생시 전층 비상등이 동시 점등으로 발생하는 전류의 부담을 줄이고자 사용 장소에만 점등이 되도록 층별로 스위치를 설치하여 전류의 부담을 줄이는 실험이다. 이 경우 비상등을 층별로 스위치를 설치함으로써 근무자가 있는 장소에만 비상등이 점등되도록 기존의 설비를 변경한 결과 동일 조도인 59.6[Lux]를 가지면서 배터리의 전류 부담은 6.7[A]로 낮출 수 있었다. 따라서 직류에서도 점등할 수 있는 AC/DC 겸용 형광등 안정기와 AC/DC 겸용 스위치를 현재 설치되어 있는 비상등을 대체하면 높은 조도와 배터리의 전류 부담을 줄일 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 현재 변전소 및 사무실에 설치된 비상등의 표준화를 제안하고, 조도를 높이기 위해 백열등을 형광등으로 대체하였다. 이때 전원부에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 AC/DC 겸용 형광등 안정기를 개발·연구하였지만 비상용 배터리 용량의 한계에 부딪치게 되었다. 이를 다시 극복하고자 AC/DC 겸용 형광등 스위치를 연구·개발 하였다.

참 고 문 헌

- [1] 최홍규 외 7명, 조명 설비 및 설계, p 245, 2000
- [2] 한국 산업 규격 조도 기준(KSA 3011 : 1998)
- [3] IEEE 485-1997