

독립기념관 화재고찰

이경식 화인엔지니어링 대표

1986년 8월 15일 준공복표로 시공에 박차를 가하고 있던 독립기념관에 동년 8월 4일에 화재가 발생하여 전국을 벌집 쑤시듯이 벌컥 뒤집어 놓았던 때가 엇그제 일 같은데 벌써 5년 여가 지난 옛날 이야기가 되었다.

우리나라 사람들은 옛날 하도 고생을 많이 하고 살아서 고생했던 옛일은 빨리 잊어 버리고 싶어한다고 한다. 그래서인지는 몰라도 아무리 큰 사고가 나든 한 일년 정도(?)의 시간만 흐르면 다 잊어 버리고 만다고 한다.

일제 치하에서 40여 년을 그렇게 지독히 고생을 하였다고는 하지만 46년이 지난 지금에도 일본서 방영하는 TV를 꼭 시청하여야겠다는 어른들이 있고 일제라면 사족을 못 쓰는 백성이 한참 있고 더더욱이 우리 젊은이들 중에는 일본 문화에 푹 빠져 일본 유행을 뒤따르고 일본 음악 등을 즐기고 이들을 들려주는 장사꾼들도 있다고 하니 잊어도 너무 하지 않나하는 생각이 들 때가 많다. 이러다간 얼마안가 우리가 일본의 속국(?)이 되지 않을까 하는 걱정도 들고 선배 체면에 일본과 통합하자는 얘기가 나올까 걱정도 된다.

독립기념관 화재 사건만 해도 그렇다. 다 끝난 얘기를 왜 지금와서 또 꺼내냐고 따진다면 할 말은 없지만 그래도 전기인의 한사람으로 전기때문에 불났다는데 어떻게 가만히 있을 수 있느냐 하는 것이다. 같은 사고를 두번다시 내지 말고 전기인들을 보호하

여야 한다는 생각이 이 글을 쓰게 만들었는지도 모릅니다만 소는 잃어서도 소를 또 기를려면 외양간은 고쳐야 한다는 것이 제 생각이기 때문인지도 모른다.

어린이들이 저금통을 뜯어 성금을 내고, 구두땀이 소년이 피땀어린 돈으로 거국적 성금을 모아 지어왔던 독립기념관이 준공을 불과 10여일 앞두고 타버린 것이다. 독립기념관은 통상적인 일반 건축물과는 달리 전국민의 정성어린 성금을 바탕으로 건립되는 범민족적이고 국가적 사업이었을 뿐만 아니라 쓰라린 과거사를 되새겨 우리 민족의 자주성과 주체성을 드러낼 수 있는 상징물로서의 의미도 매우 컸고 앞으로는 이런 쓰라린 과거사가 우리 민족앞에 되풀이 되지 않도록 자손만대에 걸쳐 영구히 상속될 수 있도록 보존되어야 할 민족적 상속물이 되어야 하는 건물인 것이다. 그래도 천만다행이었던 것은 유물등이 전시보관되고 있는 전시관에는 피해가 없었고 본관(상징물)만이 피해를 입었다는 것이다.

독립기념관 화재시에도 어느 화재 사고와 마찬가지로 각 언론사는 물론 소방당국도 일단은 누전등의 전기 화재로 여론을 몰고 가는 상황은 마찬가지였다. 원인 조사도 하기전에 여론을 만들어 가는 주위 환경에는 정말 어안이 병병할 정도였다고 하겠다. 각 언론사에서 전기적 용어를 마음대로 사용하고 있어 전기를 전공한 사람도 무슨 말인지 모를 내용도 많았지만 모TV 방송국에서는 150V 소켓에 100V 백열구를 끼우고 380V를 인가하여 터지는 장면까지 방



전소 직후의 독립기념관 본관 전경 ▷

영하고 보니 모두 다(온 국민은) 전구나 소켓의 원인으로 화재가 발생한 것으로 알 수 밖에 없었다. 이 독립기념관 화재 사건을 다루었던 대전지방법원 천안지원에서 1986년 12월 15일 선고문에서 보면 직접적 사고 개요는 다음과 같다.

1986년 8월 4일 21:30분경 독립기념관 본관 1층 서쪽 배전실앞에 K씨와 P씨가 작업중에 있었는데 경비원 K씨로부터 불을 켜 달라는 요청을 받고 스위치를 직동하게 되었는데 (중략) 이들은 먼저 작업중인 수은등 메인 스위치를 누르고 수은등이 점등되기도 전에 그 오른쪽에 위치한 간접조명등 스위치를 보고 갑자기 켜보고 싶은 호기심이 생겨 간접조명등 스위치중 좌측 상단 1번 스위치를 함부로 작동하고 전공 P씨는 전공 K씨가 위와 같이 간접조명등 1번 회로 스위치를 작동하자마자 황하는 큰 소리와 함께 섬광이 비쳤으므로 이러한 경우 전공으로서는 스위치 조작으로 인하여 전기합선 등 전기시설에 이상이 생긴 것으로 보임으로 더이상 스위치 작동을 말아야 할 업무상 주의 임무가 있는데도 불구하고 제차 같은 스위치를 작동시켜 (중략) 이로 인하여 본관 후면쪽 간접조명등 부설대가 설치된 서쪽에서 첫번째 서까래를 둘러 싸고 있는 강화프라스틱(FRP) 옆면 중간부분에 설치된 1번 회로상의 간접조명등 140개 전구에 380V의 전압이 2회에 걸쳐 인가됨으로써 위 각 전구 급구와 소켓급구 사이에 과전압에 의한 섬락현상으로 인하여 그 접촉 부위에 섬락 및 고열이 발생해서 간접조명등 부설대가 설치된 용마루쪽 강화프라스틱

부분과 그 주위에 덮힌 분진에 착화되고 그 곳에 불이 번지면서 강화프라스틱 옆에 설치된 나일론 어망 및 천장의 목판으로 확산되어 본관 건물 천정 3,000평, 시가 19억 원 상당을 소훼하였다는 것이다.

화재 후 많은 전기인들이나 언론에서 화재원인이나 상황으로 볼 때 풀리지 않는 문제들이 있었는데 이들의 주요 내용은 다음과 같다.

1. 간접조명기구(?)의 사용 전압은 110V이지만 10W 백열구의 정격전압이 110V이었다는 것 이외에는 소켓은 자기제로 정격전압이 300V이고 전선의 정격전압도 600V인데 여기에 380V를 인가하였다고 하여 그렇게 순간적으로 절연이 파괴되거나 섬락현상이 발생하겠는가?

2. 스위치(실체는 분진반의 분기회로용 배선용 차단기 50AF, 20AT)를 작동(투입)하자마자 황하는 큰 소리와 함께 섬광이 비쳤다고 하는데 황하는 폭음은 어디서(무엇 때문에) 발생하였는가?

3. 어떻게 전천장에 발화하여 그렇게 빨리 전천장이 완전히 소실될 수 있는가?

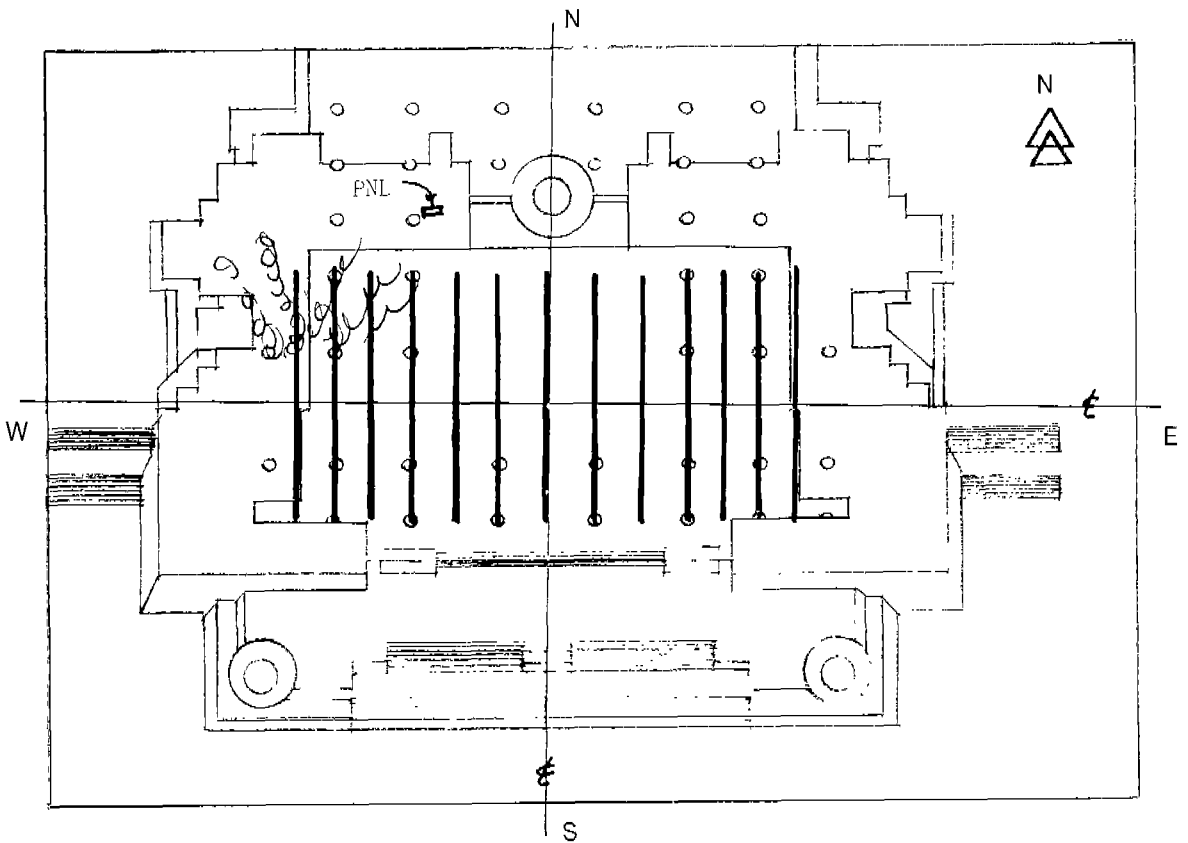
하는 것으로 짐작할 수 있다. 화재 후 현직에 있는 많은 전기인이나 학교에서 모의실험한 결과 절연과 괴현상 또는 섬락현상을 발견할 수 없었음을 입증할 수 있었다. 그건 그럴 수 밖에 없었던 것이 110V, 10W 백열구에 380V를 인가하는 경우 KSC-7501에 의해 계산 $[L_1 = L_2(\frac{V_1}{V_2})^2]$ 하면 L_2 는 0.5382초(비규격품이었다고 하니 이보다 훨씬 빠를 수 있음) 정도이고 10W 전구는 대개 진공전구로 과전압인가시 필

라멘트가 조기에 끊어지는 것 이외에 폭발의 위험성은 없으며(다만 플레쉬 현상에 의해 섬광이 발생할 수 있음) 자기제 백열구 소켓은 정격전압 300V, 6A 인 것으로 (Keyless) 시험전압이 1,500V, 1분 규격의 KS품으로 380V, 인가시 배선용 차단기가 트립할 수 있는 시간내에 절연파괴나 플레쉬오우버(섬락)가 절대 발행할 수 있는 확률이 거의 없고 기구내 배선(백열등이 설치된 배선 통로 : 현행 규정상 이 배선통로와 백열등기구 1개의 등기구로 보아야 하는지 아니면 배선덕트, 몰드와 백열등기구 2가지로 분류하여 보아야 하는지는 명확하지 않지만 백열전구용 소켓이 배선통로에 부착되어 있고 사용한 전선이 기구용 전선이므로 등기구로 보는 것이 타당하다고 보아야 함)도 단순히 380V의 과전압이 인가되어도 절연파괴현상도 있을 수 없다는 것이다. 그렇다면 어디

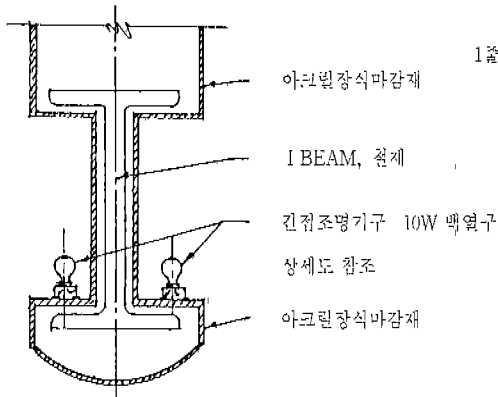
서 발화(착화)가 시작되었는지를 하는 것이다. 물론 화재는 발화와 인화물(착화물)이 있어야 하고 연소에 필요한 공기(산소)가 있어야 한다. 이들 중 어느 한가지만 없어도 화재는 발생하지 않는다.

화재의 원인은 대개의 경우 발화의 원인을 제공한 것(또는 사람)에 주어지며 인화물등에도 2차적 책임을 지우는 것이 일반적인 예인 것이다. 그러면 우선 이 간접등기구의 시설현황을 <그림 1> 내지 <그림 5>를 보면서 살펴 보기로 한다. 소위 간접등은 본관보에 남북 방향으로 1개 길이가 14m 정도씩 설치되었고, <그림 2>에서와 같이 한보에 2줄씩 양쪽에 설치되어 있었다. 1줄에는 110V, 10W 백열구가 약 10cm 간격으로 140개가 설치되었고 한보에 2줄씩 26줄이 설치되어 있었다(<그림 1 참조>).

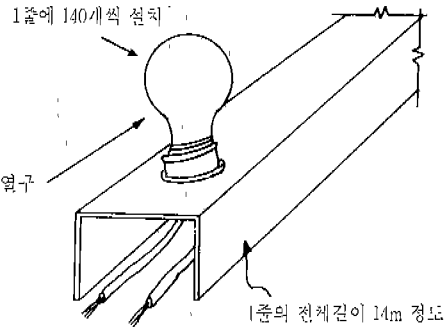
이 등기구(편의상 배선통로와 등기구를 합쳐서 이



<그림 1> 본관 평면도



〈그림 2〉 간접등 설치 단면도



〈그림 3〉 간접등의 모양

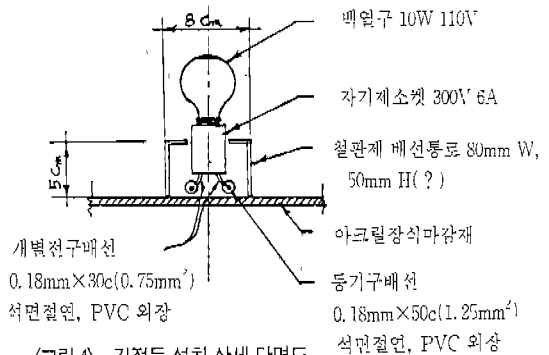
렇게 부르기로는 길이가 14m에 달하므로 2m 길이에 백열구 20개씩을 설치하는 이런 것을 한줄에 7조씩 직렬연결 설치하여 1줄(등기구 한개라고 보아도 된다)이 구성되도록 설치하였다. 2m짜리 1개를 1개 유니트라고 보면 1줄을 구성하고 있는 7개는 전부 사용한 전선의 규격을 포함하여 같은 것이었다. 이 한줄은 전부 1개 회로식으로 구성시켜 분전반으로 귀로시킨 상태이다.

여기서 관심 있게 보아야 하는 것은 1개 유니트의 구성이다. 10W 20개라고 해야 200W밖에 안되니 110V시 부하전류는 1.824밖에 안되어 내부 배선이 1.25mm²라도 충분하다. 화재 당시는 8월 4일 여름이었으므로 밤 9시경이니 어느 정도 냉각되어 주위 온도가(동기와를 얹어놓은 지붕 바로 밑) 30°C 정도라고 가정하면 1.25mm²의 제특성은 다음과 같다.

(1.25mm² 기구용 전선의 전류 특성)

1. 단시간 허용 전류(개략치)

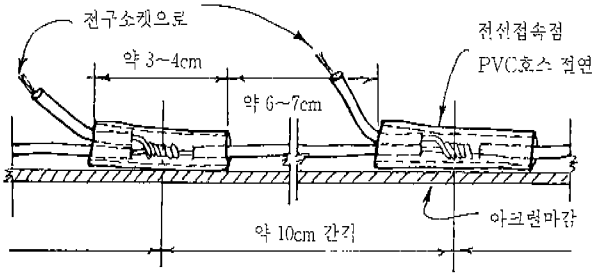
0.05초-500~600A.	1초-100~150A.
0.1초-350~450A.	2초-80~100A.
0.2초-200~300A.	5초-50~90A.
0.5초-150~200A.	10초-35~75A.
2. 허용전류(30°C) : 12A~15A
 유효온도 1,083°C



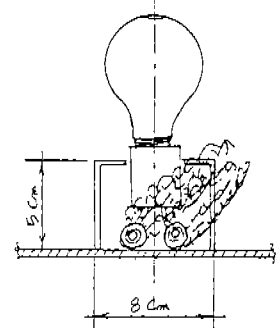
〈그림 4〉 간접등 설치 상세 단면도

3. 용단전류(포리스식에 의한) : 113.1A 정도(등가직경 1.26mm)
4. 전기저항(20°C) : 1km당 14.2Ω~14.9Ω, 28m시 0.3976~0.4172Ω

그런데 이 유니트를 7개(전부를 다 똑같이 만들어) 직렬로 연결하였으니 1줄에는 1,400W의 부하가 걸리게 되고 110V시에는 12.72A가 흐르게 되어(불론 정상시 운전시에도 과부하 상태였다고 볼 수 있고 전압강하는 1m당 0.35V 정도이니 28×0.35=9.8V로 파도함) 그래도 견딜 수 있었으나 380V 인가시에는 문제가 달라진다. 부하는 백열구와 배선의 저항부하임으로 〈그림 7〉에서와 같이 각 구간별(유니트별) 연



〈그림 5〉 배선통로내 전선연결상태



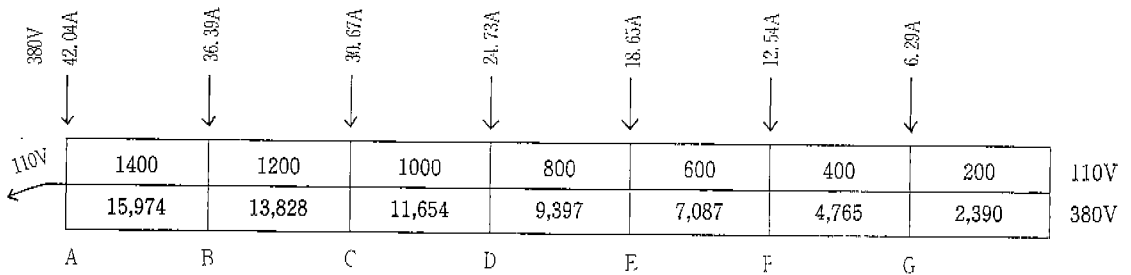
〈그림 6〉 배선통로내 발화 예상도



△ 소손된(용해된) 문제의 간접등

결점에서의 소비전력 발열량등은 〈표 1〉의 값과 같다 (개략 계산, 전도, 대류손 등 무시함).

표에서 알 수 있듯이 전 구간에 걸쳐 과부하상태가 되었고 특히 위험 상태는 A지점으로부터 심하고 G 지점으로 가면서 완화되는 상태가 된다(이 상태는 화재 후 이들 간접등이 설치되었던 복측의 소손상태가 남측에 비하여 매우 심하였다는 것으로도 입증 가능하다. 판결분에도 본관 후면쪽 간접조명 부설대(배선통로를 말함)라는 표현이 나옴). 여기서 발화(착화) 상태를 가상하면 1차로 개폐기를 투입하였을 때에는 투입순간의 과전류에 의해 전선 연결부위의 PVC 튜브 절연체, 기구용 전선 외피의 PVC 외장, 이에 근접해 있는 아크릴 마감재등이 파열에 의해 녹



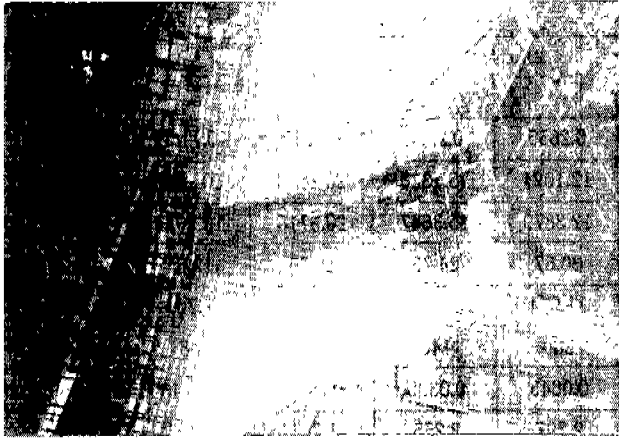
〈그림 7〉 연결도

(표 1) 각 연결점에서의 소비 전력, 발열량, 전류 등

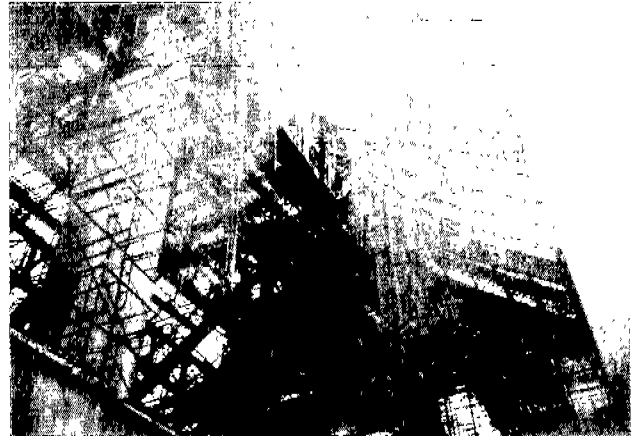
요소 \ 구단	A	B	C	D	E	F	G
전선저항(개략 Ω)	0.3997	0.3426	0.2855	0.2284	0.1713	0.1142	0.0571
전구저항 (Ω)	8.6390	10.1000	12.1024	15.1363	20.2003	30.1896	60.3792
합계 (Ω)	9.0387	10.4426	12.3879	15.3647	20.3716	30.3038	60.4363
380V.시전류(A)	42.04	36.39	30.67	24.73	18.65	12.54	6.29
380V.시전력(kW)	15.974	13.828	11.654	9.397	7.087	4.765	2.390
전선자체소비전력(W)	706	454	269	140	59	18	2.5
전선자체발열량(kcal/s)	0.1695	0.1089	0.0645	0.0335	0.0143	0.0043	0.0005
발열량(kcal/s)	3.834	3.319	2.797	2.255	1.701	1.144	0.574
110V시 부하량(W)	1,400	1,200	1,000	800	600	400	200
110V시 전류(A)	12.73	10.9	9.09	7.27	5.45	3.64	1.82

아버리면서 많은 가연성 증기가 밀폐된 배선용 덕트 내에 가득차게 되고 전구는 과전압에 의해 동시 용단 되면서 섬광을 발하게 되고 전선류는 철골재 또는 접촉에 의해 절연체가 용해되버림으로 인해 단락 상태가 되면서 가연성 증기에 착화되어 밀폐된 배선 덕트 내의 인화성 가스가 급격히 증가 팽창하면서 인화 폭발하게 되어(배선 덕트는 밀폐된 공간이 되어) 폭발음을 발생시키면서 아크릴 마감재 지붕의 잘 건조된 목판등에 인화되어 전 천장이 타게 된 것으로 추정되는 것이다. (그림 5)에서도 알 수 있듯이 덕트내의 전선은 매 10cm마다 연결되었고 약 3~4cm의 PVC 호스를 절연체로 끼워놓은 형태로 실질적으로 불 때 전 길이의 30~40%는 이 PVC 호스로 절연된 전선이었고 이 전선은 배선용 덕트의 하부가 없었기 때문에 직접 FRP 마감재에 접촉되어 있어 전선이 발열하게 되면 이들 PVC 제품은 용해되면서 다량의 인화성 가스를 유출하게 되며 FRP 마감재가 녹아 버리면 전선은 I Beam에 접촉하게 되어 단락 현상은 자연히 발생할 수 있다는 것이다. 이 외에서 배선덕트내의 배선은 공중에 떠 있는 상태로 늘어 지기도 하고 서로 매우 근접한 상태도 있어 절연체가 녹아 버리면 자연히 선간 단락을 일으킬 수도 있음을 상상할 수 있다. 이런 상황들은 밀폐된 공간 내에 PVC

(용점은 120°C~140°C 이하)를 넣고 400~700W(A, B구간) 정도의 전기 히터를 켜 놓은 셈인 것이다. 물론 전선의 발열 온도등은 전도, 대류, 방사 등에 저감될 수 있지만 밀폐된 공간으로 순간별 열에는 큰 영향을 주지 못했을 것으로 보이고 주위 온도가 그리 낮지 아니하였으리라는 가정을 한다면(여름밤 9시 30분경, 쾌청) 전선의 표피온도 상승은 이론상(물론 모의시험을 해 보아야 정확히 알 수 있지만)으로 계산할 때 $[\theta = Q/C(^\circ\text{C})]$, Q 는 1초간 발생열량 (kcal/s), $C = c\delta\pi r^2 l$ (kcal/°C), $c = 0.0919$, $\delta = 8.890$, $r = 0.00063$, $l = 0.2$ 로 계산] A점 10cm구간(왕복 20cm)의 1초당 온도 상승이 800°C 정도, B점이 500°C 정도, C점이 300°C 정도, D점이 160°C 정도되어 A에서 D점까지의 모든 PVC 재료는 녹으면서 탈 수 있게 되는데 이 기간중 분기 배선용 차단기는 50AF, 20AT짜리로 1.25배 전류에 60분, 2배 전류에 2분까지 견딜 수 있어 380V, 42A 정도는 2분까지 트립하지 않고 있어 충분히 발화할 수 있는 시간을 갖게 되었다고 하겠다. 판결문에도 나와 있듯이 배선용 차단기를 1차 투입했을 때 트립하지 아니한 것도 2분여 가까이 시간이 있었다는 것이고 2차 투입시에도(트립했으면 재투입이 안되었을 테니까) 별 무리없이 재투입되었던 것은 배선용 차단기 규격에



◁ 전면(남측) 천장의 전소 상태



후면(북측) 천장의 전소 상태 ▷

비하여는 과전류의 크기가 그리 크지 않았고 1차 투입과 2차 투입시간의 시간차는 잘 모르겠지만 몇 10초 이내이었을 것으로 보아 1차 투입시에는 이미 발화된 상태였을 것으로 보이며 2차 투입시에는 거의 단락된 상태가 되어 인화성 가스에 점화를 다점에서 촉진하는 결과가 오지 않았나 추정된다. 이것은 재 투입했던 차단기들이 화재후에는 트립되어 있었기 때문에 추정이 가능하다. 그리고 몇 개 회로를 투입했었는지에 대하여는 알 수가 없지만 관습상으로 볼 때 특특특 수 개 이상의 회로를 투입하지 않았나 하는 것인데 투입 회로수에 비례하여 발화개소수, 발화속도, 폭발음의 정도가 결정되었으리라 추정한다.

끝으로, 설계도서상에서는 이들 간접 등기구 14m 1조를 1개 회로의 1개 등기구로 보아 설계되어 있었

는데 그 내부 배선에 문제가 있었고 배선용 덕트(등기구의 몸체) 하부가 개방되어 있어 인화물과 배선이 직접 접촉될 수 있었다는 점, 전선 연결 부위의 절연체가 직설치 못했다는 점 등으로 인하여 화재가 발생할 수 있었다고 보며 이들만 완전하였다면 110V 회로에 비록 380V를 인가하였다 하더라도 화재까지는 가지 아니하였으리라 추정한다.

* 필자는 내무부 위촉으로 1986년 9월 1일부터 약 1주일에 걸쳐 독립기념관의 특별방화진단을 실시하였음. ☹