

융합기술로 고도성장한 롯데월드타워 불꽃쇼의 가치혁신 사례

KICEM



안명석 지앤비건설가치연구원 원장, 공학박사

1. 서론

불꽃쇼는 화약류를 연소·폭발시켜서 빛, 소리, 열, 형태, 연기, 연막, 시간지연, 운동에너지 등을 조합하여 예술적인 감각을 연출시키는 공학으로써, 디자인, 조명 등 예술학과 스토리텔링 각색 연출 등 방송영상영화 분야와 인문학 분야를 종합 융합한 공예술인문학으로 불려질수 있으며 일종의 공학 + 인문학 + 예술작품이다.

2. 불꽃축제의 기원과 현재

2.1 대한민국의 불꽃축제 발전과정

1) 불꽃축제의 역사

7세기 수나라 양제 때 불꽃놀이 원료인 연화(煙火)의 원시적 형태가 나타났다. 화약제조술의 발달로 더욱 발전한 연화는 13세기 말 유럽으로 전파된다. 중세 유럽의 도시국가에서 불꽃놀이(연화)는 국력의 상징이기도 했다.

우리나라는 고려시대에 최무선에 의해 중국으로부터 화약제조법을 전수받았으며 조선시대 세종대왕 때 크게 발전하였으며 임진왜란 때 경상도 좌병사 박진에게 투항한 일본 큐수 지방 출신 항왜 김충선에 의해 조총과 화약 제조법 및 총포술을 조선군에게 전수하였다. 이 때 조선군이 사용했던 비격진천뢰는 시한 폭탄 같은 무기로서 오늘날의 연화와 아주 흡사한 모양과 기능을 갖추었다.

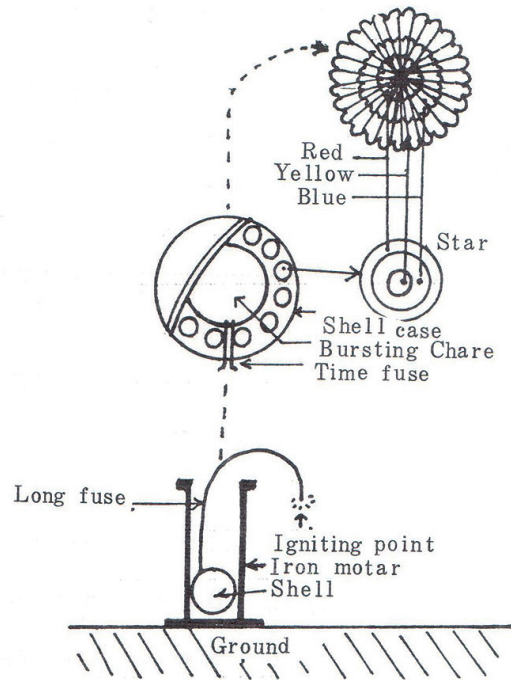


그림 1. 불꽃축제의 연화발사 시스템 설명도

2) 산업화시대의 개발과정과 융합 고도기술시대의 불꽃축제

해방이후 한국화약(주)에서 이종원, 안명석 등에 의해 1977년부터 약 10년간 꾸준한 연구개발로 순수한 한국인의 기술로써 완구연화, 타상연화, 장치연화, 특수효과연화(꽃불) 개발이 완료되었으며, 그 이후 1988 서울올림픽, 부산광안대교 불꽃축제, 최근의 롯데월드 불꽃쇼 등 30여년간 대형행사를 성공적으로 치렀으므로 손무열, 이정철 등에 의해 고도기술의 융합시대를 맞이하게 되었다.

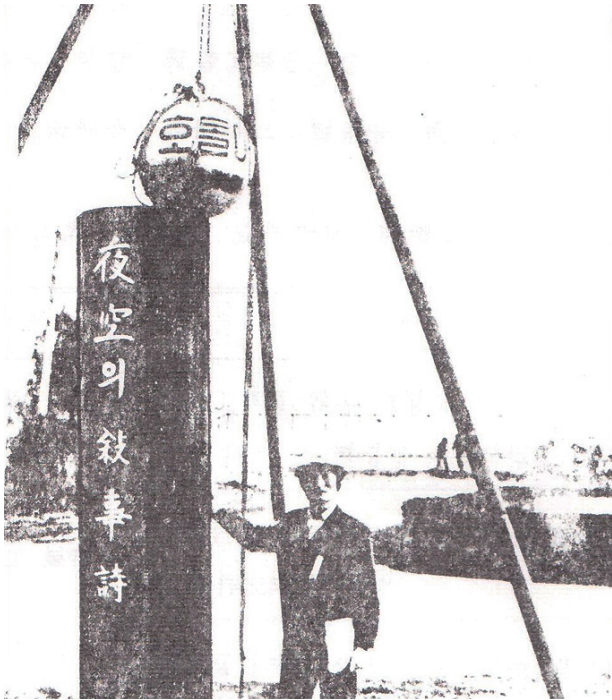


그림 2. 1987년 서울 불꽃축제에 사용된 12' 연화발사장치

3) 꽃불(연화) 제조의 기본 원리와 I.V.C.S

- 연화제조의 기본원리

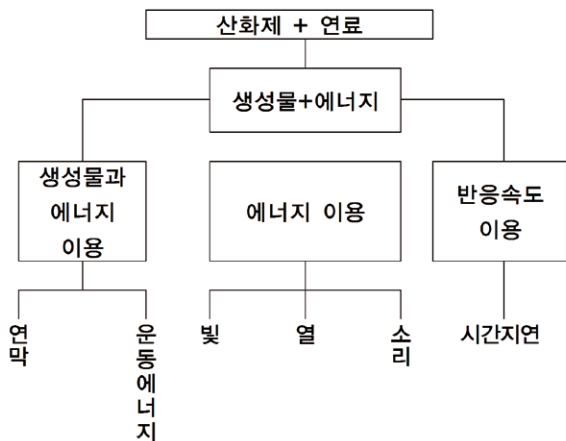


그림 3. 꽃불(연화)용 화약의 기본 제조원리

불꽃축제는 한국명 '연화'(煙火), 중국명 '폭죽'(爆竹), 일본명 '하나비'(花火), 영어명 '파이어웍스 디스플레이'(Fireworks display)로 표기되며 꽃불 제조의 원리는 산화제와 연료를 혼합한 산화·환원 반응원리가 기본 이론이며 이렇게 혼합된 화약류를 기폭·점화, 연소·폭발시켜서 빛, 소리, 열, 형태, 연기, 연막, 시간지연, 운동에너지 등을 조합하여 예술적인 감각을

연속시키는 공학으로써 공예술학으로 불리며 일종의 예술작품이다. 부산광안대교 불꽃축제 이후 레이저 빔, 스토리텔링과의 융합 등으로 공학 + 인문학 + 예술학으로 종합 혹은 융합학과 기술로 발전하였다. 광안대교 불꽃축제 행사비는 약 20억, 롯데월드타워 불꽃쇼는 약 40억 원이 사용된 공예술학의 극치이며 지식가치창출샘(I.V.C.S) 시대에 학문과 기술간 그리고 영역을 넘나드는 완전한 협력과 융합의 창조물로서 꽃을 피우고 있는 CVS, CVC-P 분야에서의 대표적인 우수한 사례였다.

- I.V.C.S 용어해설

Intelligent: 지적인, 총명한의 뜻을 가진 선진 지식산업을 뜻한다.

Value: 가치, 값어치(Worth)의 의미를 가진다

Creation: 창조(창의력)으로 가치(Worth)를 혁신(Innovative)적으로 향상시킨다는 의미를 가지며, Generate(생산하다)의 의미를 포함함.

Saem(샘) : * 1. 샘물(Spring Water)의 약어이며, 샘에서 나오는 물 혹은 힘차게 솟아 나오는 우물(a well)을 뜻하고, * 2. 제 2의 지식 창조 새마을운동(The Saemaul Movement)을 말한다. * 3. 새마을운동 : 근면, 자조, 협동의 새마을 정신을 바탕으로 생활환경개선과 소득 증대를 목적으로 한 범국민적인 지역사회 개발 운동이며, 1970년에 박정희 대통령의 제창으로 시작되었다.[통합사전] 즉, 혁신적 사고를 지속적으로 발굴하고 적용시켜서 대한민국의 3만불 이상 일류선진국 진입을 위한 지식가치창조운동의 견인 역할을 하자는 의미이다.

- CVS(국제공인VE전문가) : 미국 SAVE에 응시하여 시험과 경력, 실무를 인정받아서 인증되는 자격이며, 평생동안 미국에서 재인증 등의 절차를 거쳐 계속 관리하고 있는 국제공인 가치공학 전문가 자격증임.

- CVC-P(가치혁신전문가) : 한국VE협회에 응시하여 시험과 경력, 실무를 인정받아서 인증되는 국내공인 가치공학 전문가 자격증임.

2.2 연화발사(불꽃놀이)에서 사고사례 분석

1) 일본의 경우 과거(1902~1963년)사고 분석

화약류 제조 중 폭발사고는 1902~1962년 사이 총 768건 중 연화사고가 349건 중 사망 579건, 부상 795건으로 가장 높았으며, 사용 중 폭발사고로는 동기간에 총 2,217건 중 150건으로 사망 78명, 부상 719명으로 대체로 타 산업과 비교할 때 높은 편이었다.

2) 연화 제조공정과 사용행사에서 꼭 지켜야 할 기본적인 사고 방지 대책(3E)

화약류에 대한 사고방지 대책으로는 H.W. Heinrich가 제안한 300:29:1의 법칙이 적용될 수 있다. Near Accident 현상 등 사고는 우연히 있을 수는 없다. 그러므로 기술적 대책, 관리적 대책의 확립이 요구되며 또한 교육적 훈련은 더욱 필수적이다. 이들 기본 안전대책을 더욱 효율적으로 운영하기 위한 기구와 조직의 구성도 필연적으로 요구된다.

결론적으로 기술(Engineering), 교육(Education), 규제(Enforcement)의 3E를 효율적으로 운영관리 할 때 불꽃놀이 행사장에서의 안전사고도 제로화 할 수 있다(We can do Zero in Safety).

2.3 외국의 불꽃축제 현황

1) 일본의 하나비(花火) 축제

일본의 불꽃놀이는 1613년 영국의 제임스 1세의 사신인 존 셀리스가 도쿠가와 이에야스 앞에서 펼쳐 놓은 것이 처음이다. 이를 계기로 도쿠가와 가문은 물론 전국의 제후들이 전문 장인인 '하나비시' 양성에 힘을 쏟았으며 장인들은 매년 스미다가와에 모여 후원자의 명예를 걸고 솜씨를 겨루었습니다. 이는 곧 서민들 사이에서도 유행했고 전국 주요 도시에서 전문적으로 놀이용 '불꽃'을 만드는 민간업자들이 잇따랐다. 이처럼 에도시대부터 시작된 오랜 전통의 하나비 축제는 요즘은 불꽃을 쏘아 올리는 단순한 축제에 한정 되지않고 각양각색의 이벤트와 함께 치러지는데 디즈니랜드에서 열리는 하나비 축제 등은 현대적 감각으로 꾸며지는 기술과 예술, 영상 등이 잘 융합된 훌륭한 행사의 한 사례가 되었다.

2) 스페인의 불렌시아 축제

발렌시아에서 열리는 '불꽃축제'는 세계적으로 유명하다. 매년 3월 12일부터 3월 19일까지 일주일간 행해지는 불꽃축제는 중세시대부터 전해진 오래된 전통을 가지고 있다. 봄이 되면 이 지방 목수들은 겨울의 끝을 기념하기 위해서 나무잔재들을 태웠는데 나중에 발렌시아 사람들은 마분지와 천조각으로 그 지방 사람을 상징하는 인형을 만들어 오래된 가구들과 함께 불에 태우게 된다. 그것이 지금의 불꽃축제의 유래라고 한다. 축제가 간 중에는 매일 밤 불꽃놀이와 댄스파티가 벌어지고 광장에 세워진 세태를 풍자한 우스꽝스러운 600여개의 조형물은 이 지방 목수들의 수호성인 산 호세의 날, 3월 19일 자정에 불태워 지며 축제를 마무리 한다. 불 태워지는 조형물 중에는 높이가 수십 미터에 이르는 것들도 있어 축제의 마지막 날은 도시전체가 커

다란 불꽃에 휩싸이는 열정적인 분위기를 연출하기도 한다.

2.4 모범적인 한국의 최근 불꽃축제 현황

한국의 대표적인 예로는 서울 세계불꽃축제가이며, 이어서 부산 광안대교불꽃축제는 2006년 부산 APEC 정상회의 축하행사로 시작한 이후 국제적인 대형행사로 정착하게 되었다. 2007년부터는 정례화 해 매년 광안대교를 배경으로 100만명 이상이 참가하는 대형축제로 발전하게 되었다. 불꽃축제의 성공은 부산광역시의 적극적 의지와 접근성·관광객 유치측면에서도 인기가 많은 스토리텔링, 조명기술, 레이저 쇼 등의 기능을 충분히 연출할 수 있는 광안리해수욕장의 입지와 (주)한화 기술진의 주도로 진행하고 있으며, 이를 배경으로 하여서 '나이아가라 폭포'와 마인, 코멧 등 장치연화와 무궁화, 버드나무, 갈채, 혜성 그리고 초대형 24" 타상연화의 발사기술로 더욱 웅장하고 역동적인 콘텐츠가 조화를 이룬 공학과 예술학 그리고 인문학과 영상영화 분야 까지 결합, 융합된 결과라고 할 수 있다.



그림 4. 2016년 부산 광안대교 불꽃축제의 한 장면



그림 5. 2016년 부산 광안대교의 24" 연화발사장치

3. 롯데월드타워의 불꽃쇼

3.1 융합의 완성단계의 불꽃쇼, 매스컴에서바라본 시각

1) 신문

2017년 4월 3일 롯데월드타워의 공식 개장을 앞두고 2일 밤 9시부터 약 11분간 진행된 '타워 불꽃쇼'는 국내 최초로 볼 수 있다. 총 750여개의 발사 포인트에서 3만여 발의 불꽃이 서울 하늘을 수놓았다. 이는 새해맞이 타워 불꽃쇼로 유명한 대만 타이베이 '101타워(5분)', '두바이 부르즈할리파(10분)' 보다 불꽃 연출시간이 길며, 투입된 화약의 무게만으로도 4톤이 넘는 대규모 불꽃쇼이다. 여기에 타워 외부 조명을 활용한 미디어 쇼, 레이저 쇼까지 더해지면서 축제는 절정에 다다랐다. 조명 기술 또한 빛난 행사라 할 수 있다.

2) M신문

123층 555m의 국내 최고층 건물인 서울 잠실 롯데월드타워에서 2017년 4월 2일 열린 불꽃쇼는 카운트다운 끝에 타워 750여 곳에서 3만여 발의 폭죽이 치솟았고, 인근 석촌호수 서호(西湖)에서는 음악과 어우러진 불꽃쇼도 함께 열렸다. 타워 외부 조명을 활용한 미디어 쇼, 레이저 쇼까지 더해지면서 축제는 절정에 이르렀다. 이번 행사에 사용된 화약의 무게만 4톤이 넘고 화약가격만 40억원에 이른다. 불꽃놀이 시간이 11분인 만큼 거의 1분에 4억 원 짜리 공연이었다.

* 추신 : 롯데월드타워의 불꽃놀이는 사전공연, 축하콘서트 등 식전행사에 이어 20:00부터 1시간 11분 동안 사전불꽃쇼와 롯데월드타워 불꽃쇼가 벌어졌으며, 축하콘서트2, 클린캠페인 등 식후행사로 마무리 되었다. 236m의 남산타워보다 높이 발사(350m)되는 12인치의 타상연화가 사용되었으며, 나야아라, 스트로브 등 7종의 장치연화도 동시에 사용되었다. 주최는 롯데물산이었고, (주)한화에서 시행하였다. "잠정집계 결과로는 롯데월드타워와 석촌호수 일대에 약 40만 명이 모였으며, 서울 전역에서는 100만명이 불꽃 쇼를 즐긴 것으로 추정되었다"

3.2 안전사고 방지대책

한편 행사전 일각의 우려에 대해 롯데물산 측은 "무대공연 특수효과로 활용하는 '장치불꽃'을 사용해 낙진 등의 우려가 없을 것"이라며 "장치불꽃은 공중에 쏘아올리는 타상 불꽃과 달리 주재료가 폭발하면 대부분 연소되는 흑색화약이라 유해물질 등이 발생할 가능성은 낮다"고 말했다. 앞서 말과 같이 타워에 설치되는 모든 불꽃쇼 자재는 낙하 위험이 없도록 분리가 되지 않

는 부품을 사용했으며, 만일의 안전사고 예방을 위해 보행자 통행이 적은 시간(오후 10시부터 오전 7시까지)에 타워 반경 40m를 별도 안전관리자들이 통제하였다.

건물 외벽에는 불꽃쇼를 완벽히 연출하기 위한 필요장치를 설치하기 위하여 프랑스 'GroupeF팀' 외벽타기 전문가 29명이 26층과 73층 부터 123층 까지 일정한 간격으로 25개 층에 불꽃을 고정시키기 위한 Fin에 Clamp를 고정하였으며, Aluminum Flat의 Pyro-rack을 Clamp에 연결하여 설치하는 리깅작업을 거의 야간에 실시하였다. 만일의 사고에 대비해서 안전관리요원, 지원인력, 경호인력 등 1,000여 명의 인력과 송파구청 자원봉사인력 500여 명 등 모두 1,500여 명을 현장에 배치하였다.



그림 6. 2017년 서울 롯데월드타워 불꽃쇼의 한 장면

4. 미래 지향적인 정리

불꽃축제는 연화 제조기술과 응용 및 발파(연출)기술을 기초로 하여서 음향·조명·디자인·영상영화 등의 영상예술을 조합한 공예술학이다. 이러한 조화롭고 성숙된 창의적 발상과 가치창출을 위해 노력하고 연구하는 학문과 기술이 함께 협력하고 융합되는 미래지향적인 발전을 위해서는 첨단인 나노·생명·영상 전문가들이 함께 참여하는 종합 공예술인문학으로 계속 발전되어야 한다. 부산광안대교 불꽃축제에 이어서 서울롯데월드타워 불꽃쇼는 세계적 이목을 집중시킨 공학+인문학+예술학+조명디자인학 등의 기술의 융합으로써 지식기치창출(I.V.C.S) 시대에 걸맞게 아름다운 꽃을 활짝 피운 긍정적·발전적인 자랑스러운 모범 사례이었다.

참고문헌

1. 허진, 안명석 "안전한 불꽃놀이를 위한 고찰", (사)한국기술사회, 1987.3.30., 기술1, VOL.20, NO.1

2. 안명석, "Pyrotechnics 제조의 발전방향"
(사)대한화약기술학회, 1988.6.30
3. 안명석, "불꽃축제의 현황과 향후 발전방향", (사)대한화약발파공학회, 2008.10.31
4. 박주한, 안명석, 유현민, "화약의 기원에 대한 스토리텔링과 건설사업(가치창조공학)에 대한 적용방안", (사)대한화약발파공학회 2013.6.30.
5. 안명석, 박주한, "생활복지 건설사업에서 스토리텔링을 기초로한 가치창조경영" (사)대한토목학회, 2013.10.25
6. 안명석, 박주한, "CM, VE 조기정착을 위한 사례 연구"
(사)한국건설관리학회, 2014.11.7
7. 안명석, 박주한, "건설사업에서 가치창조 경영" (사)대한화약발파공학회, 2015.4.2
8. 안명석, 유현민, 박주한, "발파CM, VE사례 분석 및 새마을지식운동화 방안" (사)한국건설관리학회, 2016.6.30
9. 안명석, 박주한, 안정욱, 박호경, "건축토목현장에서 화약발파CM과 융합" (사)대한화약발파공학회, 2016.10.26
10. 안명석, "건설발파CM, VE 적용으로 공사비 절감 및 공사기간 단축" (사)월간 한국인, 2016.10월호
11. 안명석, 유현민, "건축토목에서 VALUE CREATION[VCE] 적용 및 실시사례" (사)CVS자격공인위원회 VE/VM 특별 세미나" 2017.3.4
12. 안명석, 안정욱, 전영정, "암판정 사례와 사전건물 안전진단 요령" (사)한국구조물진단유지관리공학회, 2017 봄 학술 발표회 및 포럼"2017.4.13
13. MHN/J신문, " '롯데월드타워 불꽃놀이' 40만 명 관람, 11분간 40억 원 태웠다" 2017.4.3
14. 뉴스데스크, "앵커의 눈, 관광객 부르는 불꽃축제"
MBC, 2016.10.7

■ 안명석 E-mail : amspeoff@chol.com

C,P : 010.5190.2593