

2020년 11월 창간호



# BOMB REVIEW

대한민국 폭발물 기술자 협회지

데이터베이스 기반의 폭발물 처리반 활동 제언  
폭발물 처리 출동차량 개선방안 제언  
Bomb Suits에 대한 NiJ 인증은 무엇이고, 왜 그것이 중요한가?

대한민국 폭발물 기술자 협회

세계최고의 기술! 최상의 서비스!

사람과 환경을 생각하는 기업  
**(주)삼영필텍**

## 다목적 오일 컨디셔너

① 오일청정화-오염입자 및 수분제거 ② 배관속 오염물질 제거

- 1. 이중 고진공 기술
- 2. 전기필터 기술
- 3. 정밀여과필터 기술
- 4. 마이크로버블 기술



- 1 각종 설비 및 기계장치의 **가동효율성** 향상
- 2 설비 국산화 및 원유 수입 감소에 따른 **외화절감 효과**
- 3 폐유 감소, 재생에 따른 **경제 및 환경보전 효과**

땅과 바다 그리고 하늘의 평화

# 누가 지켜갈까?

## POONGSAN

우리 육해공군이 사용하는  
다양한 탄약을 자체 개발·생산하는 풍산  
대한민국의 평화와 국가 경제에 기여하고 있습니다.  
국내 유일의 일관생산시스템을 갖춘 종합탄약 생산기업  
풍산이 평화의 가치를 지켜가고 있습니다.

**POONGSAN** | 서울특별시 서대문구 충정로 23 풍산빌딩  
TEL : 02)3406-5114 FAX : 02)3406-5400



본사:공장 경기도 부천시 석천로 453번길 86, 1, 2층  
TEL 02-837-5333 FAX 02-863-8898 HOMEPAGE [www.cleanoil.co.kr](http://www.cleanoil.co.kr)

# 목차

---

## Part 1 IABTI KOREA 출범

발간사 .....	7
IABTI KOREA 소개 .....	8
2020년 주요 활동 .....	10

## Part 2 기획 특집

한국군 EOD 약사(略史) I .....	14
데이터베이스 기반의 폭발물 처리반 활동 제언 .....	18
폭발물 처리 출동차량 개선방안 제언 .....	31
화약의 역사 .....	35
Bomb Suits에 대한 NIJ 인증은 무엇이고, 왜 그것이 중요한가? .....	74
항공보안장비, 국내 제도 및 시험 인프라 구축으로 산업발전 기대 .....	81
폭발물 확인 X-Ray 시스템 .....	90
모두의 안전을 지키기 위한 아이디어들 .....	96

## Part 3 인문 산책

성공하는 삶을 위한 조언 .....	101
인간삼락(人間三樂) .....	104
코로나19와 최상의 면역력 키우기 .....	107
꽃잎 잠들다 .....	112
아버지의 길 .....	114
영화 이야기 .....	115
꽃잎은 왜 다섯 개일까? .....	117

## Part 4 생활의 지혜

건강한 생활 .....	120
알아두면 유용해요 .....	124
웃으면 복이 와요 .....	126

## Part 5 공지 사항

투고 안내 등 .....	128
---------------	-----

# Part 1

## IABTI KOREA 출범



## 발 간 사



대한민국 폭발물 기술자 협회(IABTI KOREA)는 2019년 12월에 창립하여 대한민국 국방부로부터 2020년 6월 1일부로 사단법인 설립허가를 받아 금번에 정기총회 및 세미나를 실시하게 되었습니다. 이를 기념하여 협회 창간호를 발간하게 됨을 진심으로 기쁘게 생각하고 축하합니다.

오늘날 전 세계적으로 하루에도 20~30여 건의 테러가 발생하고 있으며 이중 70% 이상이 폭발물에 의한 테러이며, 세계화의 중심에 서 있는 우리 대한민국도 테러 위협으로부터 더 이상 안전지대라 할 수 없습니다.

테러로부터 안전한 대한민국을 만들기 위해서는 다양한 노력이 필요합니다. 폭발물 및 사고 현장 최일선에서 임무를 수행하는 군인, 경찰, 소방관 및 대테러 업무 담당자들에게 최신의 폭발물 처리 관련 기술 정보와 폭발물 처리 관련 대응 방법을 제공하고, 신규 장비 및 물자에 대한 다양한 정보를 제공하여 폭발물 처리반 요원들을 훌륭한 장비·물자로 무장시켜야 합니다.

이러한 노력의 일환으로 금번에 협회 창간호를 발간하게 되었으며, 이중 일부 내용은 세미나를 통하여 정보를 제공하고 공감대를 확산하고자 합니다. 또한, 전문잡지의 특성을 고려하여 가독성을 높이기 위해 폭발물 관련 내용 이외에도 건강 및 일반상식 등 유익한 생활정보도 포함 하였습니다.

협회에서 발간하는 창간호가 안전한 대한민국을 만들어가는 밑거름이 될 수 있기를 기대하며, 귀한 글을 써주신 집필진 여러분께 진심으로 감사드립니다.

2020. 11. 27

대한민국 폭발물 기술자 협회 협회장 이 정 근

## IABTI KOREA 소개

### 설립 근거

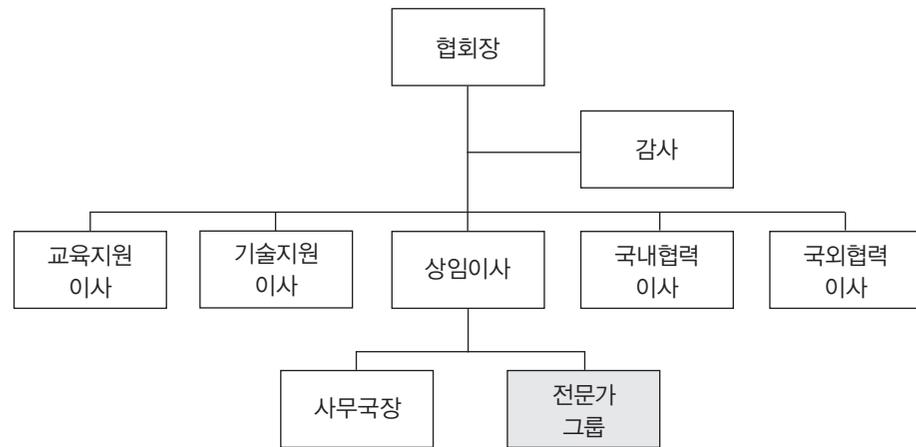
국방부령 제853호에 근거하여 각종 폭발물 위험에 효율적으로 대응하기 위해 유관 기관과 상생 협력관계 속에서 전문가적인 역할 수행 및 관련 분야 발전에 기여하기 위해 설립

▶ 국방부 비영리법인 설립 허가(2020. 6. 1)

### 설립 목적

대한민국 폭발물 기술자 협회는 비영리단체로서 폭발물 처리 관련 기술정보 제공과 교육 훈련, 최신 장비 및 물자에 대한 정보제공 등으로 협회 회원들의 전문성 향상을 통해 각종 폭발물 위협으로부터 국가·국민의 생명과 재산을 보호하고 관련 기관의 지속적인 발전에 기여하기 위함

### 조직도



▶ 연구용역, 기술자문, 교육, 평가에 대하여 권위 있는 지원을 위한 「IABTI KOREA 전문가 그룹」 편성·운영

### 활동분야

#### 1 폭발물 처리 관련 기술정보 지원

- IABTI 제공자료 중 국내 상황에 부합된 것 선별 지원
- 폭발물 종류별 처리사례 분석 지원
- 국내·외 EOD 세미나 자료 게재 등

#### 2 최신 장비·물자 정보제공

- 주요 장비·물자의 국내·외 개발추세에 대한 정보제공
- 생산업체의 최신 개발제품 정보제공(성능, 장·단점 등)
- 상황별 장비 운용 및 처리 방안(사례) 지원 등

#### 3 폭발물처리 대응방법 연구 및 교육 훈련지원

- 폭발물처리 관련 자료 체계적 구축 및 활용지원
- 폭발물 처리기술 및 장비 운용 안전 분야 연구 및 자문
- 최신 장비·물자에 대한 교육지원 등

#### 4 유관기관 정보교류 및 협력 증진

- IABTI 세미나, 연수 참석 등 유관 기관과 교류 협력 증진
- 폭발물처리(대테러) 서적, 장비·물자 정보, 회보 등 발간
- 훈련, 시범 참석 등 상호 정보교류 활성화 등

#### 5 목적사업과 연계한 사회공익 활동 발전

- 공공기관, 학교 등의 폭발물 안전 예방교육 지원
- 사회 취약계층 봉사활동, 보훈대상자 위문 등
- 회원복지 향상(임무간 재해·사고지원, 장학금 지원 등)

## 2020년 주요 활동

### 협회 창립총회(2019. 12. 20)



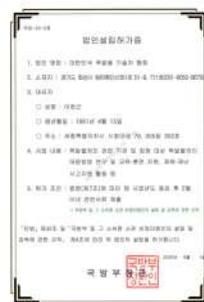
서울 워커히 호텔 코스모스홀에서 회원 및 초청 인사들이 함께한 자리에서 협회 창립에 대한 공감대를 가졌다.

### 협회 사무국 개소(2020. 5. 11)



경기 화성 동탄 엠타워에 협회 운영을 총괄할 사무국을 많은 축하 속에 개소하였다.

### 협회 설립 승인(2020. 6. 1)



국방부 설립 승인으로 폭발물 위협대응 및 관리능력 발전을 위한 힘찬 출발을 하였다.

### 첫 이사회 개최(2020. 6. 23)



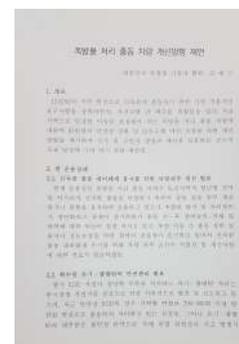
감사(1명), 이사(5명)에 대한 임명장 수여 및 '20년 주요 사업추진 방안을 토의하였다.

### 대외기관 교육 및 기술자문



- ① 특수전학교 「부서관 초급 리더반 IED대응」 교육(1. 17)
- ② 한국산업기술시험원(KTL) 「탄약 및 폭발물 특성」 교육(7. 23)
- ③ 국방기술품질원 「폭발물 처리장비(물포총) 기술자문(10. 16)
- ④ 종합행정학교 「특임대 지휘자반 폭발물 대응」 교육(11. 2)

### 연구 활동 및 협회 창간호 발간



다양한 계층에서 활동하고 있는 회원들이 바쁜 업무중에도 폭발물처리 대응 등에 대한 다양한 연구활동을 통해 다수의 논문류를 저술하는 성과를 모아서 협회 창간호를 발간(11. 27) 하였다.

## 회원 의사소통 및 복지 향상 활동



협회 홈페이지를 개선(8~11월) 하여 접근성 및 활용성을 높이고, 협회 밴드를 개설(7. 14) 회원 상호간 의사소통의 장을 마련하였으며 임무완수에 매진하는 회원 격려를 위해 국방과학연구소를 먼저 방문(10. 15) 하였다.

## 사회 공익활동 추진



협회 사무국 지역에 있는 가족관계 단절 아동 보육시설인 “신명 아이마루” 를 방문(10. 19)하여 관심과 사랑을 담은 후원금을 전달하였으며, 연말에 1개소를 추가 위문할 예정이다.

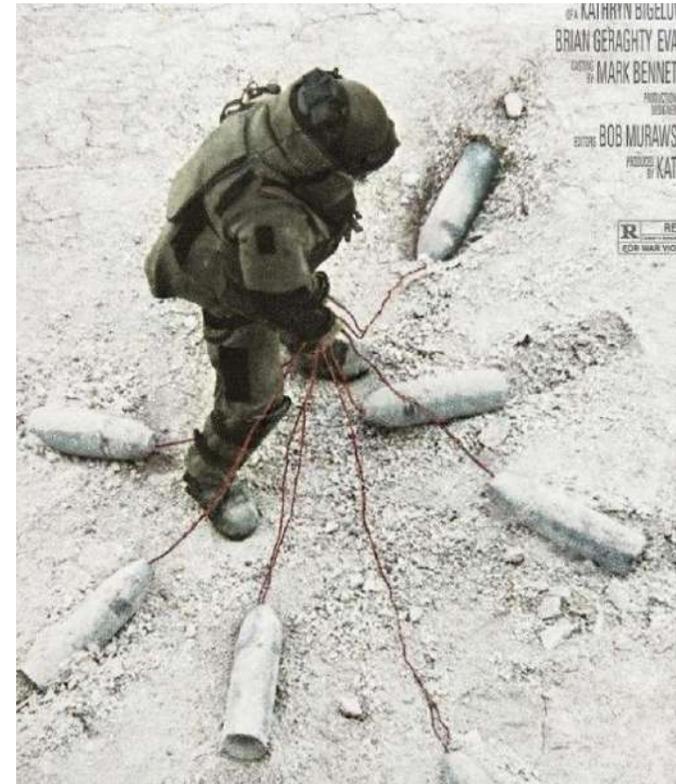


출처 : <http://blog.daum.net/say112/183252>

협회 설립 목적에 맞는 다양한 활동으로 관련분야 발전에 기여하는 의미 있는 성과를 위해 같이 갑시다!!

# Part 2

## 기획특집



출처 : <https://nydpdctistory.com/2241>



## 한국군 EOD 역사(略史) |



대한민국 폭발물 기술자 협회 **고세현**

현) 대한민국 폭발물 기술자 협회 이사  
 현) (주)한화 방산본부 생산품질관리팀 부장  
 전) 3군 사령부 처리통제장교  
 전) 제72보병사단 탄약장교, 제25사단 72연대 병기관  
 전) 탄약지원사령부 기능시험반 시험담당

### 1. 개요

근대사회로 이끈 3대 발명품의 하나인 화약이 수백 년 동안 전쟁에 유용한 폭탄류로 발전하면서 불발탄 또는 최근의 IED 형태의 위협에 이르기까지 이것을 처리하는 기술 또한 매우 중요한 임무로 대두되었다.

초기에는 용감한 군인정신을 기반으로 갑옷류를 입고 곡괭이 또는 단순한 도구를 사용하여 기폭장치를 제거하던 형태에서 현대에는 첨단 슈트와 처리 로봇 등 다양한 장비가 개발되어 EOD 요원의 안전성 강화와 함께 상당한 수준의 처리기술에 도달하게 되었다.

따라서 전·평시 대테러 및 전투현장에서 가장 위험한 임무를 수행하는 일원중의 하나인 EOD에 대하여 한국군은 언제 창설되어 어떤 모습으로 변화되어 왔는지 그 과정을 한번 정리해 보는 것이 큰 의미가 있다고 판단하여 이번 창간호에서는 육군 EOD 역사(略史)부터 먼저 다루고 이후 해·공군 및 각 기관의 EOD 역사(略史)를 시리즈로 다루기로 하겠다.

### 2. 육군 EOD 역사

#### 2.1. 처리반 창설기(1950 ~ 1953년)

육군 처리반은 한국전쟁이 한창이던 1950년 초부터 1953년 1월까지 1·2군사령부 예속부대로 총 9개 반이 창설되어 운용되었다. 1군사령부 예하에는 6개 처리반(61, 62, 63, 65, 66, 67처리반)이 주 전장(戰場) 지역에서 처리 임무를 수행하였고, 2군사령부 예하에는 3개 처리반(561, 562, 563처리반)이 후방지역의 안정유지를 통해 전쟁 지속 능력을 보장하는데 크게 기여 하였다. 한국전쟁이라는 특수한 상황에서 창설된 9개 처리반은 열악한 장비와 부족한 훈련 속에서도 부여된 임무를 책임감 있게 수행하며 현재의 발전된 모습을 갖추는 토대가 되었다.

#### 2.2. 휴전 후 ~ 1970년대

휴전 후에는 군사령부에서 예하 처리반을 조정 통제할 부서의 필요성이 대두되어 1954년에 원주에 있던 1군 사령부에 소령급 반장, 준위급 통제장교, 통제부사관, 통제병, 운전병 등 9명으로 509 처리통제반이 먼저 편성되었고, 이어서 1955년에 대구에 있던 2군사령부에 동일한 조직 규모로 515처리통제반이 편성되었다.

1·2군사령부 처리통제반 편성 이후 9개 처리반에 대한 책임지역 부여와 함께 1군의 2개 처리반을 2군으로 예속 변경 하였다. 먼저, 1군사령부 예하 4개 처리반 중에서 61처리반은 3군단을, 62처리반은 2군단을, 63처리반은 5군단을, 65처리반은 1군단을 지원하는 임무를 부여하였으며 66·67처리반은 2군 사령부로 예속변경 되었다. 2군사령부의 예하 기존 3개 처리반 중에서 561처리반은 전라도 지역을, 562처리반은 경북 및 강원도 지역을, 563처리반은 충청도 지역을 지원하는 임무가 부여되고, 1군 사령부에서 예속 변경된 2개 처리반 중에서 66처리반은 수도권 및 경기도를 67처리반은 경남 지역을 지원토록 하였다.

#### 2.3. 1970년 ~ 현재

1970년 이후 변화된 주요 모습은 군사령부의 처리통제반 편성 조정과 3군사령부와 탄약지원사령부 창설에 따른 예속변경 및 처리반의 명칭 변경 등이 있었다.

1군사령부 509처리통제반은 1954년에 편성된 후 1967년 9월에 전시부대로 조정되어 평시에는 운용하지 않다가 2004년에 3군사령부, 2005년 1군사령부에 처리통제장교 각 1명씩 편성하여 운용되었다. 2018년 지상작전사령부로 통합된 후에는 소령급 처리통제장교 1명으로 조정되고, 2007년 탄약지원사령부에도 준위급 처리통제장교 1명이 편성되어 현재에 이르고 있다. 2군사령부 515통제반은 1967년 9월에 해체 및 전시부대로 조정되어 현재까지 유지되고 있다.

3군사령부 및 군단 탄약대대가 창설되면서 1969년 9월부터 처리반 명칭과 예속변경이 되었는데 1군의 61처리반은 59탄약대대 처리반으로, 62처리반은 52탄약대대 처리반으로, 63·65처리반은 56·51탄약대대 처리반으로 명칭 변경 및 3군으로 예속변경 되었으며 2군의 561·562·563·67처리반은 탄약지원사령부 예하 4개 탄약창으로 조정되고 66처리반은 50탄약대대로 명칭 변경 및 1군에서 3군으로 예속변경 되었다.

이후 1·3군 예하에 1980년 4월~1990년 12월까지 53·55·57·58탄약대대 처리반을 신편 하였고, 탄약지원사령부 예하에는 1973년 6월~1991년 12월까지 4개 탄약창에 처리반이 신편 되어 현재까지 운용되고 있다.

### 2.4. 해외파병(1965 ~ 현재)

첫 해외파병은 월남전으로 1965년 파병 초기부터 1973년 파병 철수 때까지 102탄약중대와 53탄약중대에서 각 6명씩 2개 처리반이 맹호부대와 백마부대를 지원 후 해체 되었으며, 이후 이라크에 파병된 서희부대(2003년 5월~2004년 4월) 작전과에 육군과 공군 혼성으로 6명이 편성되어 달리공항에 위치하여 지원하였으며, 자이툰사단(2004년 8월~2008년 12월)에서는 민사여단 EOD 소대에 육군과 공군 혼성으로 12명을 편성 아르빌에 위치하여 지원하였으며, 레바논 동명부대 파병(2007. 7월~현재) 때에는 육군 5명이 편성되어 티르에 위치하여 책임감 있게 임무를 완수하고 있다.

### 2.5. 폭발물처리 휘장

EOD 휘장은 2001년 9월에 3군사령부에서 육군본부로 “폭발물 처리 휘장 부착” 건의 후 2002년 3월에 참모총장 결재(복제발전 MASTER PLAN)와 2002년 12월에 국방부장관 결재(군인복제 제정 결과 시달) 후 2004년 6월에 휘장 3종이 군수계통으로 조달 납품되어 부착 활용하고 있으며 휘장의 구성 및 의미는 아래표와 같다.

	기본장	숙련장	완숙장
구 분			
수여대상	기본교육 4주이상 수료자	기본교육 수료 후 5년 이상 임무수행	기본교육 수료 후 15년 이상 임무수행

※ 폭탄(폭발물), 태극 문양(대한민국), 방패(책임지역 안전처리), 번개(폭발되는 강력한 이미지), 월계관(병기병과 최고의 명예), 황금별(EOD 기술의 최고 정점에 도달한 것에 대한 명예)

### 4. 결 언

육군 EOD는 한국전쟁의 험난한 상황 속에서 열악한 장비와 부족한 기술 수준에도 불구하고 투철한 사명감과 임무 완수의 굳은 의지를 표명하며 창설된 이후 각종 대테러 작전 수행과 GOP작전, 국내에서 개최된 정상회담과 각종 국제회의, 그리고 올림픽 등 국제경기 경호작전을 포함하여 세계 분쟁지역의 위험속으로 파병되어 남다른 능력과 책임감으로 국위를 크게 선양하고 있으며, 여러번의 국제회의 지원 및 해외파병 등을 거치면서 보유중인 처리장비와 물자도 많은 발전이 있었다. 그러나 다양한 형태의 위협에 대비한 기술 능력과 더불어 장비·물자의 세대교체 및 충분한 확보에 대한 어려움 해소와 더불어 군 EOD 전체를 조정 통제할 수 있는 컨트롤 타워 역할의 제대편성 등 발전시킬 사항이 많다고 생각되며 주요 전투현장의 핵심 전투원으로 거듭 성장할 수 있도록 더 많은 관심과 지원이 요구된다.

# 데이터베이스기반의 폭발물처리반활동제언



국방과학연구소 **이운엽**

- 현) 국방과학연구소 5본부 총포·탄약업무 수행
- 전) 육군 소령으로 전역(2015년)
- 전) 육군 종합군수학교 탄약근무 교관
- \* 육군 소위 임관(1994년, 병기장교, 학군 32기)
- \* 금오공대 졸업

## 1. 서론

한반도는 전 세계에서 유일하게 첨예하게 남·북한이 대치하고 있고, 군사적으로 국지도발이나, 전면전을 대비하여 평시에 많은 준비를 해야 한다. 준비해야될 요소 중 폭발물 처리를 원활하게 하기 위해서 현장에서 폭발물 처리를 하는 인원들에게 행정적인 요소를 최소화하고, 현장에서 안전하고 즉각적으로 폭발물 처리를 하기 위해 데이터를 쉽고 간편하게 이용할 수 있어야 한다. 또한, 입력은 최소화하고, 입력된 자료는 다양한 형태대로 검색할 수 있게 시스템이 구축되어야 행정적인 요소를 줄일 수 있다.

ICT분야는 세계 최정상급으로 인터넷에는 군에서 활용할 수 있는 다양한 데이터가 많이 있다. 건물이나, 도로, 위성지도 등 인터넷과 GPS를 연계하여 활용할 수 있는 다양한 데이터가 축적되어 있는데, 이러한 데이터를 군사적으로 활용할 필요가 있다. 필자는 '08~'09년 탄약지원사령부 00장에서 00과장으로 보직 시 전술훈련을 계획하면서 초소, 건물, 울타리 쪽문, CCTV 등 10계단 군사좌표 활용하여 전술훈련 간 부대 지휘절차에 적용하여 활용하였다. 가민(Garmin) 회사의 지형도와 군사지도를 대조하면서 활용하여 지휘통제를 하는데 많은 도움이 되었다. 그때의 경험을 바탕으로 폭발물 처리반 활동에 대한 제언을 하였다. 아래의 개념을 참고하여 적용한다면 폭발물 처리반과 부대 지휘관에게도 많은 도움이 되리라고 생각한다. 기초데이터는 MS OFFICE

ACCESS 프로그램(데이터베이스 관리 프로그램)을 이용하여 작성하였다.

## 2. 본론

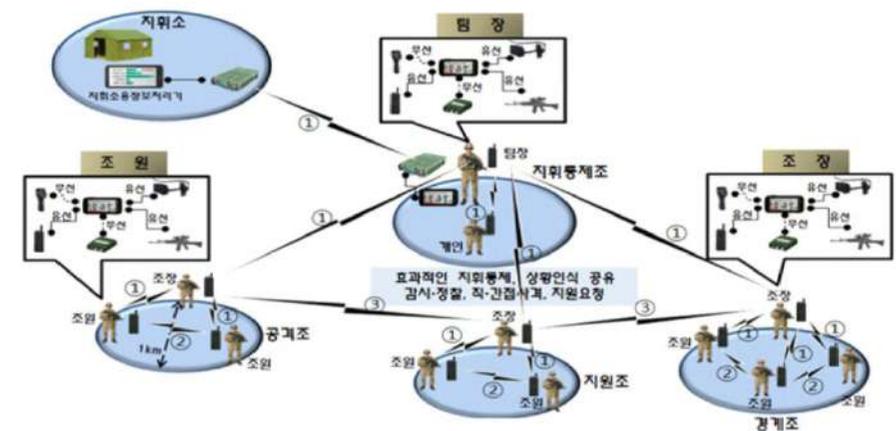
### 2.1 네트워크 구성방안



〈그림 1, 네트워크 구성방안〉

폭발물 처리 현장에서는 폭발물 처리전 사진 촬영 / 데이터 작성후 갤럭시 S20을 활용하여 국방망이나 ATCIS, KJCCS로 전송하고, 전송된 자료는 각 부대에서 폭발물 처리현황을 실무자가 필요한 자료를 실시간으로 활용한다. 특히, 전시에 유기탄이나, 불발탄, 급조폭발물 현황을 실시간으로 입력한다면, 상급부대에서는 관련자료를 참고하여 작전에 활용하면 많은 도움이 되리라고 생각된다.

또한, 4차 산업혁명을 군에서 적용하기 위해 군에서 적용하여 전장상황인식체계와 연동이 되면, 활용분야는 많을 것이다.



〈그림 2, 전장상황 인식체계<sup>1)</sup>〉

## 2.2 휴대용 전자장비 개발방향(폭발물 처리반과 관련하여)

### 2.2.1 미군의 갤럭시 스마트폰 활용 실태

미군은 갤럭시 S20 TE<sup>2)</sup>를 (이하 S20) 삼성전자에 의뢰하여 군사용으로 활용 중이다. 현재 특수부대에서 팀별로 사용하고 있으며, 한국군에서 활용한다면 각 병과에서 필요한 앱을 개발하여 활용 가능할 수 있을 것이다. S20에 폭발물처리용 애플리케이션을 개발하여 적용하여 활용한다면, 군 폭발물 처리반이나, 주요시설을 경계하는 공항의 폭발물 처리반 등에서 다양하게 활용할 수 있을 것이다.



〈그림 3, 미군의 갤럭시 S20 TE 활용모습〉

1) 출처 : 국방논단(전장상황인식체계, 4차 산업혁명 기반 국방혁신의 좋은 예)  
2) 출처 : [http://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b\\_bbs\\_id=10164&num=225](http://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b_bbs_id=10164&num=225)



〈그림 4, 미군의 갤럭시 S20 TE 주요화면〉

#### 2.2.1.1 갤럭시S20 TE 사양<sup>3)</sup>

15.7cm(6.2인치) 올레드(OLED) 디스플레이, 퀄컴 스냅드래곤 865 모바일 프로세서(AP), 1200만 화소 광각카메라, 6400만 화소 망원카메라, 1200만 화소 초광각카메라, 4000mAh 배터리, 12기가 바이트(GB) 램, 128GB 저장공간, 밤에 야간 투시경을 착용할 경우 디스플레이를 켜거나 끌 수 있는 ‘야간투시경 모드’, 롱텀에볼루션(LTE)을 비활성화하고 무선 신호를 완벽히 차단하는 ‘스텔스 모드’도 지원한다. 군용에 걸맞게 높은 수준의 보안시스템을 갖췄다. 이중 암호화를 특징으로 하는 DualDAR 아키텍처를 지원해 데이터를 안전하게 보관할 수 있으며, 보안 솔루션인 삼성 녹스(KNOX)를 채용했다.

## 2.3 탄약식별 및 기본제원 구축 방안

국방탄약정보체계에서는 탄약에 대한 다양한 제원을 관리하고 있으며, 폭발물처리에 관련된 항목을 몇 가지 추가한다면, 현장에서 즉각적으로 폭발물 식별, 처리시 많은 도움이 되리라고 판단된다.

즉, 현장에서 필요한 제원을 처리반 개개인이 핸드북을 휴대하지 않고 미군이 운용하는 갤럭시 스마트폰 형태의 플랫폼을 휴대하여 폭발물 처리 앱을 가동함으로써, 폭발물을 식별하고 조치하는 방법이다. 군에서 운용하는 TICN 체계와 연동되면, 현장

3) 출처 : <https://www.donga.com/news/Economy/article/all/20200522/101167790/1>

에서 처리한 결과가 체계에 자동으로 통합되고, 상급부대에서는 각 부대별, 탄종별 처리결과 등 각종 통계를 실시간으로 확인함으로써 필요시 지휘관의 부대지휘에 많은 도움이 될 것이다.

전면전이나 국지도발 작전에서는 한국군의 탄약뿐 아니라, 북한, 중국, 러시아 등 다양한 탄약 제원이 필요하며 평시 서버에 데이터를 지속적으로 관리함으로써 더욱 풍부한 데이터를 바탕으로 현장에서 즉각 활용할 수 있다.

특히, 폭발물의 안전거리 판단 등 다양한 데이터를 구축하면, 처리반은 현장에서 필요한 탄종과 발수를 선택하면 체계에서 자동으로 안전거리를 환산함으로써 폭발물 처리시 필요한 안전통제에 도움이 될 것이다.

필요시 폭발물 처리전 교통을 통제해야하는데, 최근에는 군용 지도 못지않게 민수용 지도의 데이터도 많은 도움이 된다. 예를 들어 특정지역에서 탄약이 발견되어 처리를 해야될 상황에서, 경찰과 협조하여 폭발물을 처리전에 교통통제와 안전통제를 해야하는데, 위치선정시 자동으로 계산된 폭발물의 안전거리를 참고하여 최기지역의 경찰서가 어디인지 플랫폼에서 확인할 수 있으면 불필요한 시간낭비도 막을 수 있는 등 효율적으로 활용할 수 있다. 아래의 내용은 폭발물 처리반의 임무수행에 소요되는 D/B현황과 이를 바탕으로 활용할 수 있는 예를 들어 작성됐다.

### 2.3.1 국방탄약정보체계내 폭발물 처리 관련 추가 D/B 소요현황

#### 2.3.1.1 폭발물 처리시 안전조치를 위해 추가되어야 할 내용

##### 2.3.1.1.1 탄약제원

탄약안전거리(반경, m/1발), 폭풍압력(psi), K-factor, TNT 기준 폭발비율

01_탄약기본제원 추가												
제고번호	구분	DODIC	품명(한글)	품명(영문)	모델명	구경(mm)	탄두무게(kg)	탄약안전거리(반경, m)/1발	W(순폭약량(l/b))	폭풍압력(psi)	K (K-factor)	폭발비율(TNT기준)
13451234567891230	포탄	D544	155mm 고풍탄	155mm HE	HE	155	45.0	25	80.00	0.07	300	1.26
13531564654689156	로켓탄두	A175	130mm 다관장 연습탄	130mm TP	HE	130	35.0	0	0.00	0	0	0.00
13451234567891230	포탄	D544	155mm 연습탄	155mm TP	HE	155	45.0	25	80.00	0.07	300	1.26
13531564654689156	루하탄	F352	대전차 확산탄	대전차 확산탄	DP-ICM	0	300.0	300	350.00	1.2	0.03	1.30
13531564654689156	루하탄	F352	대전차 확산탄	대전차 확산탄	DP-ICM	0	300.0	300	350.00	1.2	0.03	1.30
15641345967963163	포탄	D279	105mm 고풍탄	105mm HE	HE	105	25.0	25	50.00	1.3	0.07	1.30
13531564654689156	로켓탄두	A175	130mm 다관장 연습탄	130mm TP	TP	130	35.0	0	0.00	0	0	0.00

##### 2.3.1.1.2 폭발물 성분 / TNT 비율

품명	성분1	성분1 비율	성분2	성분2 비율	성분3	성분3 비율
아마톨 70 / 30	AN	70.0%	TNT	30.0%		0.0%

### 2.3.1.1.3 안전거리(폭풍압, 파편) 자동계산

구분	제고번호	DODIC	품명(한글)	품명(영문)	모델명	구경(mm)	탄두무게(kg)	W	K	폭풍압력(psi)	폭발비율(폭풍압)	안전거리FT(폭풍압)	안전거리FT(파편)
포탄	15641345967963163	D279	105mm 고풍탄	105mm HE	HE	105	25.0	50.00	0.07	1.3	1.30	0.2	0.3
포탄	1563666986498889	C125	105mm 백연탄	105mm SMOKE WP	WP	105	25.0	50.00	0.07	1.3	1.30	0.2	0.3

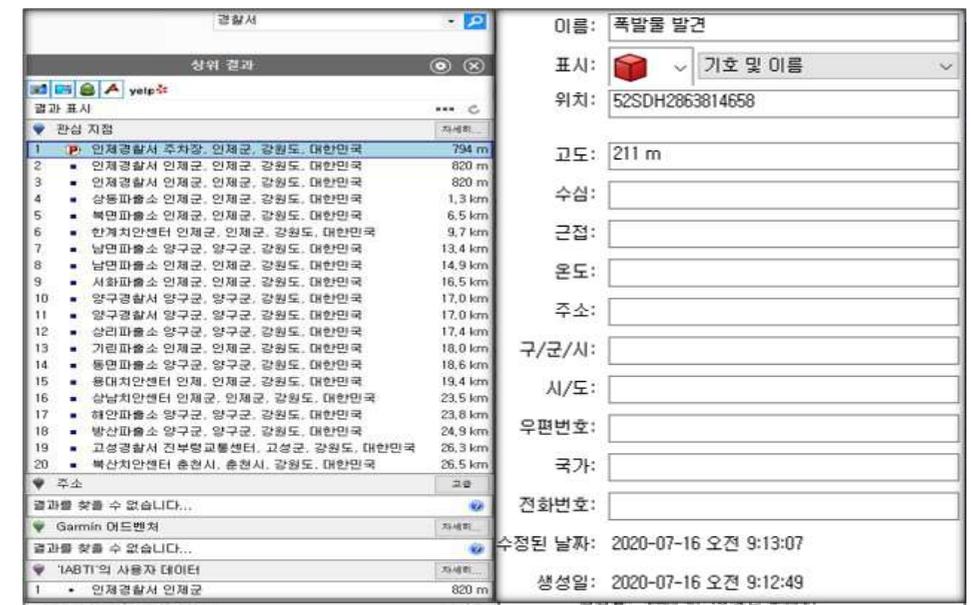
### 2.4 현장에서 휴대용 전자장비 활용방안(식별, 조치)

#### 2.4.1 상황 : 00지역에 00밀리 고풍탄 불발탄 발견시 조치

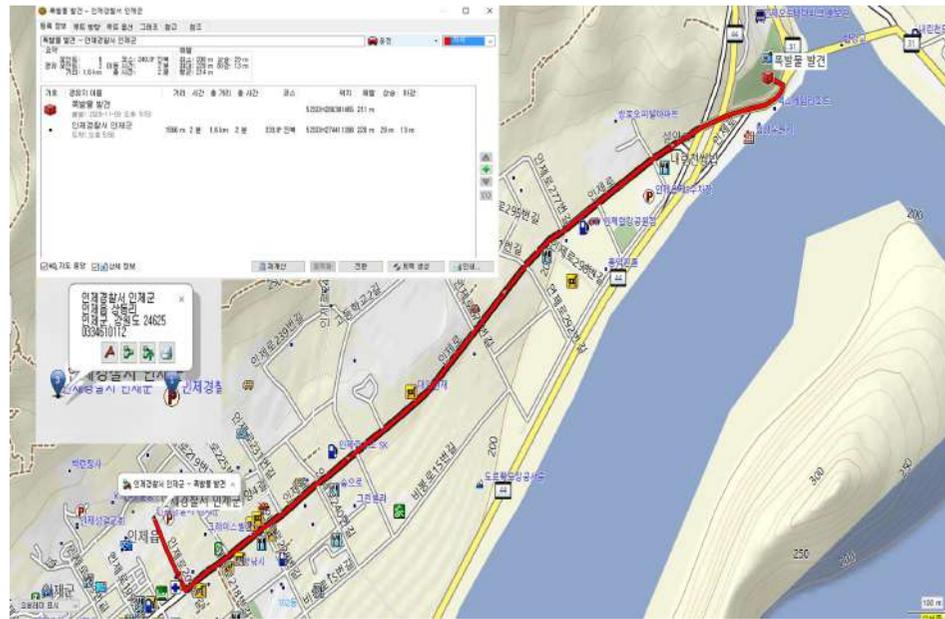
##### 2.4.1.1 폭발물 위치를 확인한 결과 강원도 인근



〈그림 5, 폭발물 발견위치〉



〈그림 6, 최단거리 위치의 경찰서의 거리, 군사좌표〉



〈그림 7, 폭발물 발견 위치부터 교통통제 협조를 위한 경찰서의 최단거리 계산결과〉



〈그림 8, 경찰과 협조하여 위험지역 교통통제 현황도〉

2.4.1.2 폭발물의 종류를 조회하여 폭발물의 성격을 확인하다.

폭발물의 살상반경, 위험반경, 통제되어야 할 위치 등 사전에 판단 후 경찰과 협조

를 한다.

지도에 경찰서를 입력하면 폭발물을 기준으로 최기지역의 경찰서의 이름과 거리, 좌표를 확인하고, 경찰과 교통통제를 협조한다.(가민회사의 지형도를 기반으로 작성함.)

2.5 데이터베이스 구축 / 분석 / 활용방안

2.5.1 미식별된 탄약 처리시 데이터관리 방안 제언

군은 전·평시에 전쟁의 승리를 위해 평시에 많은 준비를 한다. 폭발물 처리반도 한국군 탄약뿐 아니라 적성탄약(북한, 러시아, 중국 등)을 포함하여 다양한 종류의 탄약 데이터를 구축한다면, 폭발물 처리반은 현장에서 망설임 없이, 현장에서 안전한 탄약 처리를 하는 등 시간단축을 할 수 있다. 그림 8과 표1과 같은 기능이 S20에 포함된다면, 현장에서는 많은 도움이 되리라고 생각된다.



탄약식별을 위한 카메라 조정

탄약식별 후 제원자동산출

〈그림 9, S20 카메라로 탄약을 촬영시 직경, 길이 기본제원 산출/데이터 자동저장〉

신고일시	신고자	신고자 전화번호	출동일시	출동원인	도착일시	처리완료 일시	발견장소 지명	지명 좌표	탄종명	직경(mm)	길이(mm)	수량	관련자료
2020-08-01 오후 8:00:00	김길동	010-1234-5678	2020-08-01 오전 9:00:00	나가요 동 3명	2020-08-01 오전 10:00:00	2020-08-01 오후 12:00:00	강북 포항시 북구 포항조곡계룡리슈빌아파트공사현장	525EE3010 394572	155mm 고폭탄	155	970	5	관련자료

〈표 1, 탄약 자동식별 후 현황관리 프로그램에 자동저장〉

폭발물 처리반이 미식별 탄약을 카메라로 찍으면, 카메라는 폭발물을 스캔하여 직경과 길이를 자동으로 식별하고 미식별 됐다면 유사한 탄종을 선택할 수 있게 전시되면 그 중 한개의 탄종을 선택한다. 선택이 완료되면 현장의 지명과 좌표와, 탄약의 사진이 자동으로 데이터베이스로 업로드 한다. 폭발물 처리반이 적성탄약 등 미식별된 탄약을 현장에서 발견하고 식별이 불가능하여 처리가 되지 않는다면, 현장에서 생성한 데이터를 바탕으로 본부인원은 국방탄약관리시스템과 기타 보유한 기록을 찾아 전송한다면, 안전사고 없이 처리를 하는데 많은 도움이 될 것이다.

## 2.5.2 데이터 활용방안

### 2.5.2.1 최초입력(폭발물 처리반에서 입력)

02_폭발물 처리현황																	
처리 형태	구분	재고번호	품명(한글)	발수	처리완료 일자	지역 그룹 1	지역 그룹 2	장소(지명)	장소(좌표)	신고일자	신고자 성명	신고자 전화번호	처리 부대명	계급	성명	출동 인원	비고
현지 처리	투하탄	4864893133 6888132	대전차 확산탄	5	20/01/02 (목)	광주	광산구	광주시 광산구 00원구	525BD99230 89927	20/01/02 (목)	김금열	010-873-9875	03탄약장 처리반	준위	나최고	3	
현지 처리	포탄	1345123456 7891230	155mm 고폭탄	1	20/08/21 (금)	경원도	인제군	경원도 인제군 인제읍 협강읍 협강정유계소	525DH28638 14658	20/08/21 (금)	나수상	010-873-8965	05탄약대대 처리반	준위	김삼순	3	
현지 처리	포탄	1345123456 7891230	155mm 고폭탄	5	18/03/07 (수)	울산시	울주군	울산시 울주군 삼남면 신화리 00상사	525EE109399 3441	18/03/07 (수)	수상해	010-859-9874	02탄약대대 처리반	상사	이말년	3	
회수	로켓탄두	1353156465 4689156	130mm 다련장 연습탄	3	20/09/03 (목)	전북	남원시	전북 남원시 금지면 신월리 00지점	525CE454011 0759	20/09/02 (수)	한상해	010-785-8745	03탄약장 처리반	준위	나최고	3	
회수	포탄	1345123456 7891230	155mm 연습탄	7	20/07/03 (금)	전북	전주시	전북 전주시 덕진구 성천동 2가 00하우스	525CE309687 1798	20/07/02 (목)	한상해	010-785-8745	03탄약장 처리반	준위	나최고	3	
현지 처리	투하탄	1353156465 4689156	대전차 확산탄	5	20/03/03 (화)	전북	전주시	전북 전주시 완산구 경원동 2가 00점	525CE328826 5375	20/03/03 (화)	한상해	010-785-8745	03탄약장 처리반	준위	나최고	3	

〈표 2, 폭발물 처리현황 / 입력화면〉

### 2.5.2.1.1 년도별, 분기별 탄종별 처리현황 : 자동계산

Q_03_년, 분기별 탄종별 처리현황			
처리 년월	품명(한글)	재고번호	발수
2018년 - 3월	105mm 백린탄	13531564654689156	5
2018년 - 3월	155mm 고폭탄	13451234567891230	5
<b>2018년 - 1분기</b>			<b>10</b>
2018년 - 4월	대전차 확산탄	13531564654689156	5
2018년 - 6월	105mm 백린탄	15636666986498889	4
<b>2018년 - 2분기</b>			<b>9</b>
2018년 - 7월	130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	4
2018년 - 8월	대전차 확산탄	15631687613168874	3
<b>2018년 - 3분기</b>			<b>7</b>
<b>2018</b>			<b>26</b>
2019년 - 8월	130mm 다련장 연습탄	13531564654689156	2
2019년 - 8월	105mm 고폭탄	15641345967963163	6
2019년 - 9월	130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	4
2019년 - 9월	130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	4
<b>2019년 - 3분기</b>			<b>16</b>
2019년 - 12월	대전차 확산탄	48648931336988132	2
<b>2019년 - 4분기</b>			<b>2</b>
<b>2019</b>			<b>18</b>
2020년 - 1월	130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	3
2020년 - 1월	대전차 확산탄	48648931336988132	5
2020년 - 3월	대전차 확산탄	13531564654689156	5
<b>2020년 - 1분기</b>			<b>13</b>
2020년 - 7월	155mm 연습탄	13451234567891230	7
2020년 - 8월	155mm 고폭탄	13451234567891230	1
2020년 - 9월	130mm 다련장 연습탄	13531564654689156	3
<b>2020년 - 3분기</b>			<b>11</b>
<b>2020</b>			<b>24</b>
<b>총 합계</b>			<b>68</b>

〈표 3, 년도별, 분기별 탄종별 처리현황〉

### 2.5.2.1.2 처리형태별 현황(자동계산)

Q_05_처리형태별					
품명(한글)	재고번호	처리 분기	처리 년월	처리완료 일자	발수
105mm 고폭탄	15641345967963163	2019년 - 3분기	2019년 - 8월	19/08/07(수)	6
<b>105mm 고폭탄</b>					<b>6</b>
105mm 백린탄	13531564654689156	2018년 - 1분기	2018년 - 3월	18/03/05(월)	5
105mm 백린탄	15636666986498889	2018년 - 2분기	2018년 - 6월	18/06/11(월)	4
<b>105mm 백린탄</b>					<b>9</b>
130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	2018년 - 3분기	2018년 - 7월	18/07/09(월)	4
130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	2019년 - 3분기	2019년 - 9월	19/09/11(수)	4
130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	2019년 - 3분기	2019년 - 9월	19/09/12(목)	4
130mm 다련장 고폭탄	13531564654689156	2020년 - 1분기	2020년 - 1월	20/01/03(금)	3
<b>130mm 다련장 고폭탄</b>					<b>15</b>
155mm 고폭탄	13451234567891230	2018년 - 1분기	2018년 - 3월	18/03/07(수)	5
155mm 고폭탄	13451234567891230	2020년 - 3분기	2020년 - 8월	20/08/21(금)	1
<b>155mm 고폭탄</b>					<b>6</b>
대전차 확산탄	13531564654689156	2018년 - 2분기	2018년 - 4월	18/04/06(금)	5
대전차 확산탄	15631687613168874	2018년 - 3분기	2018년 - 8월	18/08/09(목)	3
대전차 확산탄	48648931336988132	2019년 - 4분기	2019년 - 12월	19/12/25(수)	2
대전차 확산탄	48648931336988132	2020년 - 1분기	2020년 - 1월	20/01/02(목)	5
대전차 확산탄	13531564654689156	2020년 - 1분기	2020년 - 3월	20/03/03(화)	5
<b>대전차 확산탄</b>					<b>20</b>
<b>현지 처리</b>					<b>56</b>
130mm 다련장 연습탄	13531564654689156	2019년 - 3분기	2019년 - 8월	19/08/08(목)	2
130mm 다련장 연습탄	13531564654689156	2020년 - 3분기	2020년 - 9월	20/09/03(목)	3
<b>130mm 다련장 연습탄</b>					<b>5</b>
155mm 연습탄	13451234567891230	2020년 - 3분기	2020년 - 7월	20/07/03(금)	7
<b>155mm 연습탄</b>					<b>7</b>
<b>회수</b>					<b>12</b>

〈표 4, 처리형태별 현황〉

2.5.2.1.3 처리 경과 일수(자동계산)

Q_06_처리 경과일별							
품명(한글)	재고번호	처리 분기	처리 년월	처리 부대명	계급	성명	발수
105mm 백린탄	15636666986498889	2018년 - 2분기	2018년 - 6월	05탄약창 처리반	준위	김정호	4
<b>105mm 백린탄</b>							<b>4</b>
130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	2019년 - 3분기	2019년 - 9월	01탄약창 처리반	준위	한상병	4
130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	2019년 - 3분기	2019년 - 9월	01탄약창 처리반	준위	한상병	4
<b>130mm 다연장 고폭탄</b>							<b>8</b>
<b>현지처리</b>							<b>12</b>
<b>3일</b>							<b>12</b>
대전차 확산탄	15631687613168874	2018년 - 3분기	2018년 - 8월	01탄약대대 처리반	준위	김기수	3
<b>대전차 확산탄</b>							<b>3</b>
<b>현지처리</b>							<b>3</b>
<b>2일</b>							<b>3</b>
130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	2018년 - 3분기	2018년 - 7월	01탄약대대 처리반	준위	김기수	4
<b>130mm 다연장 고폭탄</b>							<b>4</b>
대전차 확산탄	13531564654689156	2018년 - 2분기	2018년 - 4월	05탄약창 처리반	준위	김정호	5
<b>대전차 확산탄</b>							<b>5</b>
<b>현지처리</b>							<b>9</b>
130mm 다연장 연습탄	13531564654689156	2020년 - 3분기	2020년 - 9월	03탄약창 처리반	준위	나최고	3
<b>130mm 다연장 연습탄</b>							<b>3</b>
155mm 연습탄	13451234567891230	2020년 - 3분기	2020년 - 7월	03탄약창 처리반	준위	나최고	7
<b>155mm 연습탄</b>							<b>7</b>
<b>회수</b>							<b>10</b>
<b>1일</b>							<b>19</b>
105mm 고폭탄	15641345967963163	2019년 - 3분기	2019년 - 8월	05탄약창 처리반	준위	김정호	6

〈표 5, 처리 경과 일수〉

2.5.2.1.4 처리부대별 현황(자동계산)

Q_07_처리부대별현황						
처리 년월	처리 분기	처리형태	품명(한글)	재고번호	발수	
2018년 - 7월	2018년 - 3분기	현지처리	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	4	
2018년 - 8월	2018년 - 3분기	현지처리	대전차 확산탄	15631687613168874	3	
2019년 - 12월	2019년 - 4분기	현지처리	대전차 확산탄	48648931336988132	2	
2019년 - 8월	2019년 - 3분기	회수	130mm 다연장 연습탄	13531564654689156	2	
<b>01탄약대대 처리반</b>					<b>11</b>	
2019년 - 9월	2019년 - 3분기	현지처리	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	4	
2019년 - 9월	2019년 - 3분기	현지처리	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	4	
<b>01탄약창 처리반</b>					<b>8</b>	
2018년 - 3월	2018년 - 1분기	현지처리	105mm 백린탄	13531564654689156	5	
2018년 - 3월	2018년 - 1분기	현지처리	155mm 고폭탄	13451234567891230	5	
<b>02탄약대대 처리반</b>					<b>10</b>	
2020년 - 1월	2020년 - 1분기	현지처리	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	3	
2020년 - 1월	2020년 - 1분기	현지처리	대전차 확산탄	48648931336988132	5	
2020년 - 3월	2020년 - 1분기	현지처리	대전차 확산탄	13531564654689156	5	
2020년 - 7월	2020년 - 3분기	회수	155mm 연습탄	13451234567891230	7	
2020년 - 9월	2020년 - 3분기	회수	130mm 다연장 연습탄	13531564654689156	3	
<b>03탄약창 처리반</b>					<b>23</b>	
2020년 - 8월	2020년 - 3분기	현지처리	155mm 고폭탄	13451234567891230	1	
<b>05탄약대대 처리반</b>					<b>1</b>	
2018년 - 4월	2018년 - 2분기	현지처리	대전차 확산탄	13531564654689156	5	
2018년 - 6월	2018년 - 2분기	현지처리	105mm 백린탄	15636666986498889	4	
2019년 - 8월	2019년 - 3분기	현지처리	105mm 고폭탄	15641345967963163	6	
<b>05탄약창 처리반</b>					<b>15</b>	
<b>총 합계</b>					<b>68</b>	

〈표 6, 처리부대별 현황〉

2.5.2.1.5 처리 지역별 현황

Q_08_처리지역별							
지역 구분 2	장소(지역)	처리년월	처리 부대명	장소(좌표)	계급	성명	품명(한글)
인제군	강원도 인제군 인제읍 합강을 합강정류계소 앞대	2020년 - 8월	05탄약대대 처리반	525DH2863914658	준위	김삼순	155mm 고폭탄
<b>강원도</b>							<b>1회</b>
광주시	경기도 광주시 곤지암읍 오창리 00차원	2018년 - 4월	05탄약창 처리반	525CG5652936559	준위	김정호	대전차 확산탄
광주시	경기도 광주시 조밀읍 선동리 00이 푸드시스템	2018년 - 6월	05탄약창 처리반	525CG5097138695	준위	김정호	105mm 백린탄
광주시	경기도 광주시 곤지암읍 오창리 00막곡수	2019년 - 8월	05탄약창 처리반	525CG5598135821	준위	김정호	105mm 고폭탄
<b>경기도</b>							<b>3회</b>
북구	광주시 북구 대한민국 00%	2020년 - 1월	03탄약창 처리반	525CD0647590036	준위	나최고	130mm 다연장
광신구	광주시 광신구 00안구	2020년 - 1월	03탄약창 처리반	525BD9629089927	준위	나최고	대전차 확산탄
<b>광주시</b>							<b>2회</b>
달성군	대구시 달성군 구지면 내리 00역	2018년 - 3월	02탄약대대 처리반	525DE4758443688	상사	이말년	105mm 백린탄
<b>대구시</b>							<b>1회</b>
대덕구	대전시 대덕구 상서동 00사연소	2019년 - 9월	01탄약창 처리반	525CF5866632601	준위	한상병	130mm 다연장
서구	대전시 서구 도마동 00월인마드	2019년 - 9월	01탄약창 처리반	525CF5492420776	준위	한상병	130mm 다연장
<b>대전시</b>							<b>2회</b>
울주군	울산시 울주군 삼남면 신화리 00상사	2018년 - 3월	02탄약대대 처리반	525EE1093933441	상사	이말년	155mm 고폭탄
<b>울산시</b>							<b>1회</b>
전주시	전북 전주시 완산구 경원동 2가 00관	2020년 - 3월	03탄약창 처리반	525CE3288265375	준위	나최고	대전차 확산탄
전주시	전북 전주시 덕진구 성천동 2가 00하우스	2020년 - 7월	03탄약창 처리반	525CE3096871798	준위	나최고	155mm 연습탄
남원시	전북 남원시 금지면 신월리 00지성	2020년 - 9월	03탄약창 처리반	525CE4540110759	준위	나최고	130mm 다연장
<b>전북</b>							<b>3회</b>
아산시	충남 아산시 광곡동 00마드 식자재 전용관	2018년 - 7월	01탄약대대 처리반	525CF2300373250	준위	김기수	130mm 다연장
<b>충남</b>							<b>1회</b>
청주시	충북 청주시 흥덕구 송철동 00 낚시터	2018년 - 8월	01탄약대대 처리반	525CF6166158725	준위	김기수	대전차 확산탄
양동군	충북 영동군 심천면 초량리 00중학교	2019년 - 12월	01탄약대대 처리반	525CF8443709225	준위	김기수	대전차 확산탄
청주시	충북 청주시 흥덕구 송철동 00 급속	2019년 - 8월	01탄약대대 처리반	525CF6289458799	준위	김기수	130mm 다연장

〈표 7, 처리 지역별 현황〉

2.5.2.1.6 처리자별 현황

Q_09_처리자별 현황									
계급	성명	처리 부대명	출동인원	처리 년월	구분	품명(한글)	재고번호	처리형태	발수
준위	김기수	01탄약대대 처리반	3	2018년 - 7월	로켓탄두	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	현지처리	4
준위	김기수	01탄약대대 처리반	3	2018년 - 8월	투하탄	대전차 확산탄	15631687613168874	현지처리	3
준위	김기수	01탄약대대 처리반	3	2019년 - 12월	투하탄	대전차 확산탄	48648931336988132	현지처리	2
준위	김기수	01탄약대대 처리반	3	2019년 - 8월	로켓탄두	130mm 다연장 연습탄	13531564654689156	회수	2
<b>김기수</b>									<b>11</b>
준위	김삼순	05탄약대대 처리반	3	2020년 - 8월	포탄	155mm 고폭탄	13451234567891230	현지처리	1
<b>김삼순</b>									<b>1</b>
준위	김정호	05탄약창 처리반	3	2018년 - 4월	투하탄	대전차 확산탄	13531564654689156	현지처리	5
준위	김정호	05탄약창 처리반	3	2018년 - 6월	포탄	105mm 백린탄	15636666986498889	현지처리	4
준위	김정호	05탄약창 처리반	3	2019년 - 8월	포탄	105mm 고폭탄	15641345967963163	현지처리	6
<b>김정호</b>									<b>15</b>
준위	나최고	03탄약창 처리반	3	2020년 - 1월	로켓탄두	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	현지처리	3
준위	나최고	03탄약창 처리반	3	2020년 - 1월	투하탄	대전차 확산탄	48648931336988132	현지처리	5
준위	나최고	03탄약창 처리반	3	2020년 - 3월	투하탄	대전차 확산탄	13531564654689156	현지처리	5
준위	나최고	03탄약창 처리반	3	2020년 - 7월	포탄	155mm 연습탄	13451234567891230	회수	7
준위	나최고	03탄약창 처리반	3	2020년 - 9월	로켓탄두	130mm 다연장 연습탄	13531564654689156	회수	3
<b>나최고</b>									<b>23</b>
상사	이말년	02탄약대대 처리반	3	2018년 - 3월	포탄	105mm 백린탄	13531564654689156	현지처리	5
상사	이말년	02탄약대대 처리반	3	2018년 - 3월	포탄	155mm 고폭탄	13451234567891230	현지처리	5
<b>이말년</b>									<b>10</b>
준위	한상병	01탄약창 처리반	3	2019년 - 9월	로켓탄두	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	현지처리	4
준위	한상병	01탄약창 처리반	3	2019년 - 9월	로켓탄두	130mm 다연장 고폭탄	13531564654689156	현지처리	4
<b>한상병</b>									<b>8</b>
<b>총 합계</b>									<b>68</b>

〈표 8, 처리자별 현황〉

### 2.5.2.1.7

폭발물 처리반에서 입력하는 현황과 요소는 가상의 데이터를 입력하였다. 위의 자료는 폭발물 처리반이 최소의 자료를 입력하고, 다양한 형태의 검색화면을 조회할 수 있는 예를 든 것이다. 입력은 최소화하고 조회화면을 다양하게 작성하여 활용한다면, 행정을 최소화할 수 있고, 폭발물 처리반을 효율적으로 운용할 수 있다.

## 3. 결론

현대의 전장은 과거에 비해, 전쟁의 속도는 지속적으로 빨라질 것이며, 불확실성은 증대될 것이다. 따라서 평시에 필요한 자료를 다양하게 입력하여 관리한다면 현장에서 빠른 판단과 신속한 조치가 가능해서 작전에도 많은 도움이 될 것이다.

## 폭발물 처리 출동 차량 개선 방향 제언



대한민국 폭발물 기술자 협회 **강재구**

현) 대한민국 폭발물 기술자 협회 이사  
 전) 국방과학연구소 전문위원  
 전) 육군 탄약지원사령관  
 전) 육군 군수사령부 정비처장  
 전) 육군 종합군수학교 병기교육단장

## 1. 서 언

폭발물이 발견된 현장으로 EOD팀이 신속하게 출동하여 탄을 안전하게 회수하기 위해 꼭 필요한 장비가 폭발물 처리 출동차량이다. 이러한 폭발물 처리 출동 차량은 기동성과 더불어 회수된 폭발물을 임의 처리지역으로 안전하게 이동할 수 있는 장치들이 구비되어 있어야 한다. 여기서는 EOD팀의 안전성 강화 및 임무수행 여건 보장과 궁극적으로 국민의 생명과 재산을 보호하는 군의 목표 달성에 기여하기 위한 폭발물 처리 출동 차량 개선 방향을 제시하였다.

## 2. 현 운용실태

### 2.1. 신속한 출동 대비태세 유지를 위한 차량내부 개선 필요

현재 운용중인 폭발물 처리 출동 차량은 도심지역과 험난한 산악 및 야지로의 신속한 출동을 보장하기 위하여 상용 짚을 일부 개조하거나 원형을 유지하여 운용하고 있으나 폭발물 탐지 및 처리장비가 첨단화되고 중량이 증가하면서 출동 전·후 장비들의 적재 및 하역에 대한 부담이 점점 커지고 있고, 또한 이동 간 출동 장비 및 물자의 성능보장을 위한 결박의 중요성이 요구되고 있어서 신속한 출동 대비태세 유지를 위해 차량 내부 공간의 적절성 및 개선사항에 대한 검토가 필요하다.

## 2.2. 회수된 유기·불발탄의 안전관리 필요

평시 EOD 작전의 상당한 부분을 차지하는 유기·불발탄 처리는 한국전쟁 격전지를 중심으로 연중 지속적으로 발견 및 신고되고 있으며, 육군 탄약창 EOD의 경우 지역 별 연평균 200~300회 이상 불발탄이 발견된 현장으로 출동하여 처리하고 있는 실정이다. 그러나 유기·불발탄의 대부분은 불안정 탄약으로 자체 폭발 위험성과 사고 발생시 대형 피해가 예상되고 있을 뿐만 아니라 현재 운용중인 차량은 비방폭 구조로 되어 있어 차량 내부에서 폭발물이 폭발할 경우에 탑승인원 뿐만 아니라 국민 및 시설물의 피해를 예방하기에는 대단히 취약한 것이 현실이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 이동식 챔버 트레일러를 보급하여 운용하고 있으나 3톤 내외의 무거운 중량으로 출동 차량인 상용 짚에 견인시 60km/h 이상 주행속도 유지가 어려워 작전지역으로 신속한 이동이 제한되고, 또한 야지 기동간 이동식 챔버 트레일러의 무게중심으로 인해 전복사고에 대한 우려와 회전반경 증가로 도심지역 및 좁은 공간에서의 운용이 제한되어 각 부대에서 상시 운용에 대한 부담이 가중됨에 따라 활용을 기피하는 사례가 많아서 이에 대한 개선이 필요하다.

## 3. 개선 방향

폭발물 처리 출동 차량에 대한 개선 방향은 먼저 전·평시 임무 수행에 제한이 없도록 안전성, 기동성, 활용성, 편의성이 기본적으로 충족되어야 하겠다. 그리고 EOD 요원은 임무수행 능력을 갖추기까지 교육훈련과 많은 현장경험 등 양성 기간이 오래 소요되는 전투원으로 전·평시에 인명 손실이 발생 되면 적시적인 보충이 제한되는 현실적인 문제가 있으므로 작전 현장에서 임무수행에 필요한 장비·물자의 안전성 분야에 대한 보강뿐만 아니라 회수한 유기·불발탄을 운반시에 우발적인 폭발 상황에서도 방폭 기능 등에 의한 적절한 보호를 통해 인명피해가 최소화 되도록 개선이 되어야 하겠다.

### 3.1. 출동 차량

우리나라 작전지역의 특성을 고려할 때 도심지역 다중시설 위주의 대테러 작전뿐만 아니라 공사현장과 작전지역에 산재 되어 있는 유기·불발탄 처리를 위해서 산악 및 야지로 출동하는 사례가 많은 것이 현실이다. 따라서 비포장도로를 극복할 수 있는 주행 능력을 갖추어야 하고, 작전지역으로의 신속한 출동을 위해 시속 100km/h 이상 주행 속도를 유지할 수 있어야 하겠다. 또 한 적재한 첨단 출동 장비 및 물자의 성능보장과

함께 회수한 유기·불발탄에 대한 유동과 충격을 최소화하기 위해 무진동 차량에 대한 필요성도 요구되고 있다.

그리고 전시 여러 가지 우발적인 작전환경에서도 현장으로 신속하게 출동할 수 있는 여건을 보장하고, 출동 장비·물자의 적재 공간 소요를 고려해볼 때 최소한 1.4톤 이상의 벤형 방탄 차량에 방폭 타이어를 장착하고 험로 지역을 극복할 수 있는 4륜 구동 방식을 갖춘 차량이 필요하다.

### 3.2. 유기·불발탄 보관용기함

보관용기함의 규격은 기폭챔버 및 이동식 챔버 트레일러의 방폭기준인 155mm 고풍탄 1발을 고려하여 보관용기함의 내부 크기는 100cm(가로)×30cm(세로)×30cm(높이)가 적절하며 방폭 능력은 내부 탄약 폭발(TNT 5kg)시 폭압 및 파편으로부터 1차 보호가 되어야 하겠다. 이때 보관용기함을 직육면체로 제작시 용접된 부분이 폭압에 의해 찢겨 저서 보관용기함으로 제 기능 발휘가 제한될 수 있으므로 가능한 원형형태로의 제작을 고려해야 한다.

또한 보관용기함의 상부를 제외한 기타면은 동일한 방폭 능력을 갖추도록 하고 상부는 하단 및 옆면보다 방폭 능력을 낮게 설계함으로써 보관용기함 내부의 유기·불발탄이 폭발시에 폭압이 상부로 방출되도록 하여 운전자 및 주변 인원들의 보호가 되어야 하겠다. 보관용기함은 2명이 도수로 충분한 운반이 가능한 재질로 제작하여 운반 무게에 대한 부담을 줄여야 하고 하중을 견딜 수 있는 운반 손잡이를 양옆에 설치하도록 설계해야 한다.

백린탄약 저장상황에 대비하여 물을 채운 상태에서 뚜껑을 닫았을 때 외부로 유출 되지 않아야 하며, 회수된 유기·불발탄을 이중으로 견고하게 고정할 수 있는 벨트식 장치뿐만 아니라 바닥 부분의 충격을 흡수할 수 있는 충격흡수제가 부착되어 있어야 한다.

### 3.3. 출동 차량 적재함

차량 적재함은 출동 장비·물자의 하역과 성능보장을 위한 견고한 결박 능력뿐만 아니라 충분한 적재 공간과 함께 회수한 유기·불발탄이 폭발했을 때 피해 최소화를 위한 보호장치와 함께 적재함 내부를 관리할 수 있는 시스템이 있어야 한다.

먼저 차량 적재함 후면은 중량이 나가는 장비 및 회수한 유기·불발탄의 안전한 하역을 위해 리프트 게이트를 구비하고 도심지역 및 취약지역 이동 간 불순 세력에 의한

침입이 차단되도록 유압식으로 상·하 개폐 장치가 장착되어야 하겠다. 적재함 내부에서 우발적인 폭발 발생시에 외부로 금속파편에 의한 2차 피해 최소화를 위해 기폭챔버 설계기준 carbon steel 40mm를 준용한 파편 보호막을 설치하고, 또한 TNT 5kg의 폭약량을 견딜 수 있고 폭압은 상부로 배출될 수 있도록 기폭챔버 설계기준 carbon steel 75mm를 준용한 방호막을 설치하여 차량 탑승자 및 내부 중요 장비 등의 손실을 예방할 수 있도록 2중으로 설치되어야 한다.

또한 유압식 로프는 차량위로 올려진 유기·불발탄 보관용기함을 차량 내부로 자동 안착시키는 기능을 하는 것으로 기본사항에 포함되어야 하며 출동장비·물자 및 기타 공구 등을 세트화 적재 및 효율적으로 관리할 수 있는 적재대 또는 적재함을 설치해야 한다. 마지막으로 방폭기능을 갖춘 CCTV를 적재함에 설치 운용하여 차량 적재함 내부 상태를 상시 확인할 수 있어야 하겠다.

#### 4. 결 언

EOD의 안전성 강화와 임무수행 능력 향상을 위해 그동안 정책부서 및 통제부대 등에서 노력한 결과 최신 탐지 및 처리장비로 교체가 진행되고 있고 물자 또한 신형으로 도입되는 등 작전 현장에서의 임무 수행 여건은 상당 부분 개선이 이루어졌으나, 상대적으로 출동차량 및 유기·불발탄을 회수 후 안전한 이동관리에 대한 진지한 논의는 있어 왔지만 실질적이고 구체적인 사업으로 추진되는 성과는 미흡 하였다.

이번에 제시한 개선 방향은 그동안 개진되었던 여러 의견들과 현장에서 직접 임무를 수행하는 EOD 요원들의 솔직한 목소리를 정리한 것으로 폭발물 출동 차량 개선사업으로 반영되는데 작은 도움이 되길 바란다.

끝으로 이러한 개선 의지가 전력지원체계 사업으로 반영되고 전력화 되기까지 몇 년의 시간이 소요될 뿐만 아니라, 한번 배치되고 나면 개량에 많은 어려움이 있는 만큼 저자의 제언을 참고할 뿐만 아니라 장차 전장 환경을 충분히 고려하여 전투현장 최전선에서 생명을 담보하며 임무 완수에 매진하고 있는 EOD 요원들이 만족할 수 있는 폭발물 출동 차량이 연구 및 보급될 수 있기를 소망한다.

## 화약의 역사

### 대덕대학교 이원주



1997-2004 대전대학교 화학과 학사  
 2004-2006 한양대학교 화학과 석사  
 2006-2009 한양대학교 화학과 박사  
 2010-2011 한국과학기술연구원(KIST) 박사후과정  
 2011-2013 삼성전자 종합기술원 전문연구원  
 2013-현재 대덕대학교 군사학부 조교수  
 2020-현재 대한민국 폭발물 기술자 협회 교육이사

화약의 역사에 대해 논의하려면 역사를 건전하고 합리적으로 바라보는 시각이 필요하다. 예를 들어 역사관은 역사를 바라보는 관점에 따라 실증주의사관, 유물사관, 식민사관, 민족주의사관 등으로 구분될 수 있다. 하지만 필자는 역사가로서 풍부한 경험과 지식을 갖추고 있지 않다. 이 때문에 화약의 역사를 설명하는 부분은 기존에 전문 서적의 내용을 그대로 인용하되 독자의 이해를 돕기 위해 공학적 관점에서 그 내용을 일부 수정·편집하여 기술하였다. 사용된 참고문헌은 한국의 화약 역사: 염초에서 다이너마이트까지(민병만, 아워크북, 2009), 산업화약개론: 총단법과 함께 보는(민병만, 아이워크북, 2014), 화약과 산업응용(강추원, 구미서관, 2014) 등이다. 화약의 역사에 대해 공부하고 싶은 독자는 위에 언급된 참고문헌을 이용하기 바란다.

### 1. 화약의 기원과 발달

화약(火藥)이란 마찰, 타격, 열, 불꽃, 전기 스파크 등과 같은 외부의 충격으로 급격한 화학반응이 일어나면서 고온의 열과 함께 다량의 가스를 발생시키는 폭발물 중 공업적으로 이용 가치가 있는 것을 말한다.

역사적 관점에서 최초의 화약은 오늘날 흑색화약과 유사한 조성을 가진 물질이었다. 오늘날의 흑색화약은 초석(질산칼륨,  $KNO_3$ ), 유황, 숯으로 구성된 혼합물이다.

### 1.1. 불과 화약

화학의 기원을 정확히 이야기하기는 어려운 일이다. 하지만 각종 기록물을 살펴보면 인류는 오늘날의 흑색화약과 유사한 가연성 혼합물을 오래전부터 사용하고 있었다. 화약의 단어를 살펴보면 불화(火)와 약약(藥)로 구성되어 있다. 화학의 단어에서 알 수 있듯이 화약은 불과 밀접한 관계를 갖고 있다. 어떻게 보면 인류가 불을 사용하기 시작한 것이 화학의 기원이라고 할 수 있을 것이다.

인간이 다른 동물과 다른 것 중 하나는 불을 사용할 줄 안다는 것이다. 그리스 로마 신화에 의하면 인간이 불을 사용하게 된 것은 프로메테우스(Prometheus) 때문이다. 제우스에게서 불을 훔쳐 인간에게 건넨 것이다. 프로메테우스가 인간에게 불을 준 이유의 두 가지 이야기로 나뉜다.

먼저 첫 번째 이야기이다. 프로메테우스(Prometheus)는 먼저 생각하는 자로 오늘날 머리말을 의미하는 프롤로그이다. 먼저 생각하는 자인 만큼 미래를 내다보는 예지를 가진 인물로 무엇가를 알고 행동하는 인물이다. 또한 남자 인간을 만든 창조주이다. 에피메테우스(Epimetheus)는 나중에 생각하는 자로 오늘 날 꼬릿말을 의미하는 에필로그이다. 미래를 내다보는 능력이 없다 보니 행동을 하고 난 후에 시간이 지난 후에 알게 되는 인물이다. 또한 여자 인간을 만든 창조주이다. 행동의 결과를 반성하게 되는 경우가 많은 인물이다. 제우스는 프로메테우스와 에피메테우스 형제에게 이 세상을 살아갈 동물들을 만들어 그들에게 특별한 재능을 부여하게 했다. 에피메테우스는 자신의 능력대로 지금은 알지 못하기에 최대한의 상상력을 발휘하여 다양한 형태의 동물들을 만들어 특별한 능력을 발휘할 수 있도록 했다. 어떤 동물에게는 빨리 뛸 수 있는 다리를, 어떤 동물에게는 날 수 있는 날개를, 어떤 동물에게는 아름다운 꼬리를, 어떤 동물에게는 스스로 보호할 수 있는 딱딱한 껍질을... 이렇게 되는 대로 나누어 주다보니 더 이상 나누어 줄 수 있는 재료는 떨어졌는데, 형상도 재능도 부여 받지 못한 동물이 있었다. 그것은 바로 남자 인간이었다. 에피메테우스는 이 일을 어떻게 해결해야 할 지를 형인 프로메테우스에게 의논했다. 프로메테우스는 인간 남자를 신처럼 두 발로 걸을 수 있도록 하고는 태양으로부터 불을 훔쳐와 주었다. 인간 자체에 부여할 재능이 없어서 불을 이용하여 스스로 보호하고 살아갈 수 있도록 한 것이다. 한편, 제우스는 불을 훔쳐간 사실을 알고 크게 분노하여 프로메테우스를 코카서스 바위에 묶어 매일 독수리에게 간을 파 먹히는 고통을 준다. 파 먹힌 간은 다음 날 재생되어 고통이 반복된다.

다음으로 두 번째 이야기이다. 프로메테우스는 남자 인간을 만든 창조주이자 인간

들을 매우 사랑했다. 프로메테우스는 인간들이 제우스의 제단에 제물을 올릴 때마다 먹음직한 살코기를 올리는 것을 보고 아깝게 여겼다. 인간들에게도 좋은 음식을 먹고 싶은 프로메테우스는 한가지 계락을 꾸민다. 신과 인간 사이에서 음식의 몫을 결정할 때 분배를 맡은 프로메테우스는 거대한 소를 둘로 나누어 한 쪽은 살코기와 내장을 소 껍질로 싸서 맛있게 보이게 만들고, 다른 한 쪽은 뼈다귀를 윤기 흐르는 기름 덩어리로 싸서 먹음직스럽게 만들었다. 그리고는 제우스에게 어느 쪽을 선택할 것인지 결정하게 했다. 제우스는 얼핏 보기에 맛있어 보이는 기름 덩어리로 포장된 것을 선택했다. 제우스는 자신을 속인 것에 대해 크게 분노했다. 제우스는 분풀이로 인간에게 평온을 빼앗아 고통을 주기 시작했다. 이를 안타깝게 여긴 포로메테우스는 불을 훔쳐 인간이 불을 활용하여 더욱 편리한 생활을 할 수 있도록 하였다. 먼저 생각하는 프로메테우스는 제우스가 분노할 것을 알고 있었음에도 불을 훔칠 수 있었던 것은 제우스의 미래를 알고 있었기 때문이다. 제우스가 어떤 여인과 결합하여 낳은 아들이 제우스의 권위를 찬탈할 것이라는 예언이다. 제우스는 그 여인이 누구인지를 알지 못했다. 그것은 프로메테우스만이 알고 있는 비밀이다. 비밀을 알아내야 하는 제우스는 코카서스 바위에 묶어 매일 독수리에게 간을 파 먹히는 고통을 주었다. 파 먹힌 간은 다음날 재생되어 반복되었지만 굴복하지 않았다.



[그림 1-1] 불을 훔치는 프로메테우스 (Prometheus Carry Fire), Jan Cossiers, 1637, Prado National Museum



[그림 1-2] 프로메테우스의 간을 파 먹는 독수리(귀스타브 모로, Gustave Moreau)

두 가지의 이야기는 다르지만 공통된 내용은 프로메테우스가 인간이 감히 넘볼 수 없는 신의 도구 불을 인간에게 선물했다는 것이다. 신화 속에서 불은 연은 인간은 어둠을 밝혔고, 만물을 통제하기 시작했고, 비로소 인간이 '만물의 영장'으로 우뚝 선 순간이다.

공학적 관점에서 살펴보면, 인류는 불을 처음으로 발견하고 음식의 조리, 겨울철 난방, 야간 조명, 맹수로부터 보호 등에 사용하였을 것이다. 시간이 지나면서 인류는 불을 때는 데 쓰이는 재료마다 그 특성이 다르다는 것을 다르다는 것을 알 수 있었을 것이다. 즉, 재료마다 불이 붙는 특성, 불이 지속되는 특성 등이 다르다는 것을 알 수 있었을 것이다. 다시 시간이 지나면서 인류는 여러 가지 가연물 중에 불이 쉽게 꺼지지 않고 오랫동안 타는 유황을 발견하였을 것이다. 이후 인류는 초석을 발견하였고, 유황에 초석과 숯을 섞으면 급속한 연소가 수반되는 강력한 불꽃을 발견하였을 것이다. 이것이 원시 화약의 기원이라 할 수 있을 것이다.



[그림 2] 구석기시대 '활비비'와 '부싯돌'로 불을 지펴 사용하던 상상도  
(출처: www.dolmen.or.kr)

### 1.2. 화약의 기원설

화약이 어디에서 처음 만들어졌는지는 몇 가지 주장이 있다. 중국에서 처음 만들어졌다는 주장, 유럽 또는 인도에서 처음 만들어졌다는 주장이 있다. 이는 화약을 어떻게 정의하느냐에 따라 발생하는 이견들이다.

일부 역사가들은 화약의 기원을 논의하면서 화약을 일종의 '불(火)'로 정의하고 해석하였다. 이런 정의를 사용하면 화약은 실생활에서 사용하는 불 보다는 조금 강한 '불(火)'로 해석이 가능하다. 즉, 보통의 '불'보다 화력은 세고, 잘 꺼지지도 않

으며, 급격히 연소하는 강한 '불'을 화약의 범위에 포함시킬 수 있다. 하지만 공학적 관점에서 살펴보면 이러한 강한 '불'은 화약의 범위에 포함될 수 없다. 현대적 관점에서 화약과 연료의 가장 큰 차이점은 산소공급제를 가연물에 포함하고 있는지의 여부이다. 즉, 어떤 물질이 산소공급원으로 공기를 사용하면 연료로, 산소공급원을 물질 자체에 포함하고 있다면 화약으로 구분할 수 있다. 이 때문에 화약의 기원을 논할 때 강한 '불' 보다는 물질에 산소공급제가 사용되었는지가 더 중요하다. 흑색화약을 화약의 시발점으로 해석하는 것은 가연물로 유황과 탄소를 사용하고 산소공급제로 초석을 사용했기 때문이다.



[그림 3] 흑색화약  
출처: ko.wikipedia.org

일부 역사가들이 '강한 불'을 화약의 기원으로 해석하여 자기 역사 속에 포함시키려는 것은 역사를 민족주의사관으로 바라보고 있기 때문이라 생각된다. 이러한 역사가들은 만약 원시의 화약이 유황이나 목탄이 아닌 어떤 다른 가연제를 초석과 함께 사용했다면 그 가연물이 화약의 시초라고 주장했을지도 모른다. 하지만 앞서 논의하였듯이 유황, 석유, 목탄 등의 혼합물에 화약의 역사에 포함시키는 것은 공학적 관점에서는 합리적이지 않다. 공학적 관점에서 역사를 바라본다면 '보다 강한 불'이 아니라 초석을 사용한 '강력한 불'이 나온 시점부터 화약의 시발점을 논의하는 것이 합리적인 판단이라 생각된다. 다만 화약의 발명과 발전은 어느 한 개인의 노력에 의해 이루어진 것이 아니고 오랜 기간 여러 사람들의 노력에 의해 이루어진 것에는 별다른 의견이 없을 것이다.

### 1.3. 화약과 무기

인류가 화약과 비슷한 혼합물로 '강력한 불'의 존재를 알아냈다고는 하지만 처음부터 '강력한 불'를 제어하지는 못하였을 것이다. '강력한 불'이 오늘날의 흑색화

약으로 발전하고 동시에 제어하는 방법까지 같이 터득하면서 화약의 실용화가 가능해졌을 것이다.

불행하게도 화약은 전쟁용 무기로 처음 실용화 되었다. 화공법(火攻法)에 사용된 것이다. 하지만 화공법도 처음에는 적진에 단순히 불을 지르는 정도로 시작하였을 것이다. 이후 화약의 강력한 추진력을 이용한 방법을 터득하고 구축물 파괴나 인마살상이 가능한 무기로 발전되었을 것이다. 화약은 전쟁에서 적을 제압할 수 있는 강력한 무기로 사용되었을 것이고 화약병기의 기술은 급속한 발전을 거듭하였다.

과거에도 현대에도 화약병기에는 화약이라는 물질이 있어야만 한다. 이 때문에 과거 선조들은 보다 강력한 화약병기를 만들기 위해 병기자체를 개발하는 한편 그에 적합한 화약 생산 방법을 찾아 노력 했을 것이다. 초기의 화약들은 화약병기에 적합한 형태로 발전할 수 없었고 결국은 화약의 역사는 무기 또는 전쟁 역사의 일부가 되었다.

역사적 기록물에는 화약을 사용했다는 문구들이 많이 존재한다. 하지만 오늘날 공학적 관점에서의 화약의 정의에 부합되는 가연물과 산소공급제를 함께 사용하면서 추진적 역할 또는 파괴적 역할을 하는 화약은 중국 당(唐)대에 실용화된 것으로 알려져 있다.

## 2. 중국의 화약의 발명

### 2.1. 연단술과 화약

18세기 말 프랑스 화학자 라부아지에(Antoine Laurent de Lavoisier, 1743~1794)를 현대 근대 화학의 아버지라 부른다. 라부아지에는 연소에 관한 새로운 이론을 주장하여 플로지스톤설을 폐기하면서 화학을 크게 발전시켰고, 산화 과정에서 산소의 작용, 산화나 호흡 간의 정량적인 유사점 등을 발견하기도 하였다. 또한 화학 반응에서 질량 보존의 법칙을 확립하였으며 원소와 화합물을 구분하여 근대 화합물 명명법의 기초를 마련하였다. 화학에 정량적인 방법을 처음으로 도입한 학자 중 한 명이기도 하다. 하지만 라부아지에 이전에도 화약적 지식을 연구하는 사람들은 많이 있었다. 대표적으로 서양의 연금술사(鍊金術師)과 중국의 연단술사(煉丹術師)가 있다. 특히 화약은 중국 4대 발명의 하나로서 연단술을 구사하는 연단술사의 매우 중요한 업적 중 하나였다.

중국의 도가사상(道家思想)은 우주의 절대적 존재를 무(無)라고 하는 무위자연설(無爲自然說)을 주장하는 사상을 말한다. 도가사상의 대표적인 학자는 노자(老子)와 장자(莊子)가 있다. 이러한 도가사상은 육조시대(六朝時代) 노장(老莊)사상을 바탕으로 했

던 도교가 신선사상과 어우러져 발전한 것이다. 신비적 도가사상속에서 합리주의적 사고와 신비주의적 사고가 공존하면서 여러 가지 과학적 업적이 생겨났다. 도가사상을 바탕으로 신선술(神仙術)을 연구하는 사람들을 방술가(方術家) 또는 연단술사라고 하였다. 당시로는 마법사와 같은 존재였을 것이다.



[그림 4-1] 고대 중국 방술가의 상상도  
출처: kr.people.com.cn



[그림 4-2] 유럽 연금술사의 상상도  
출처: commons.wikimedia.org

유럽의 연금술사들은 납을 황금으로 만들려고 노력했던 반면 중국의 신선술을 연구하던 연단술사들은 불로불사(不老不死)의 선약(仙藥)을 만들기 위해 노력했다. 즉, 연단술은 훌륭한 단약을 만들고자 했던 기술이다. 선약의 중심이 되는 것이 단(丹)이라고 하는 수은(Hg) 화합물이었기 때문에 유럽의 연금술과 비교하여 중국에서는 연단술이라고 한 것이다. 연단술사들은 단사(丹砂, H<sub>2</sub>S)나 금과 함께 초석과 황을 매우 귀중한 것으로 생각하였다. 연단술사들은 선약을 만들기 위한 연단술의 한 과정에 초석이 혼합된 가연물에 점화원이 가해지면 맹렬한 연소반응을 일으킨다는 것을 알아냈을 것이다. 즉, 우리가 훗날 화약이라 부르게 되는 ‘강력한 불’의 존재를 연단술의 한 과정에서 알아냈을 것이다.

### 2.2. 화약의 발견과 인식

초기의 연단술에 관한 흔적은 BC 220년경 위백양(魏伯陽)이 저술한 주역참동계(周易參同契)에서 찾을 수 있다. 이 서적은 오늘날 가장 오래된 연단술서(煉丹術書)로 일컬어지고 있다. 이 서적에는 유교의 역(易), 도교의 철학, 그리고 단약을 만들려고 했던 연단술을 포함하여 삼위일체론(三位一體論)으로 구성되어 있다. ‘삼동계(三同契)’란 삼자(三者)가 같은 도(道)라는 의미이다.

이후 연단술의 기록은 회남왕 유안(淮南王 劉安)이 저술하였다는 연단술서 회남자(淮南子)에서 찾을 수 있다. 이 서적에서는 단약을 만들기 위해 금과 은의 제조방법으

로 황백술(黃白術)이라는 기술을 소개하고 있다. 소(消, 초석), 류(流, 황), 탄(炭, 숯)을 섞어 만든 니물(泥物)로 금을 만들었으며, 납으로는 은을 만들었다고 한다. 물론 비과학적이긴 하지만 금을 만들려고 했던 원료들이 오늘날 흑색화약의 3가지 성분과 동일하다는 점에서는 화약의 기원을 연상해 볼 수 있다.

이후 송(宋)나라의 이방(李昉) 등이 편집한 태평광기(太平廣記), 서진(西晉)의 정사원(鄭思遠)(264~322)이 저술한 진원묘도요략(眞元妙道要略), 후한(後漢)에서 삼국시대 사이에 성립된 본초서(本草書) 신농본초경(神農本草經), 남조(南朝) 양(梁)나라의 도가(道家) 학자였던 도홍경(陶弘景, 456~536)이 저술한 의서 신농본초경집주(神農本草經集註), 동진(東晉) 시대의 갈홍(葛洪, 283~343)이 저술한 포박자(抱朴子), 당 초기 명의이자 신선가였던 손사막(孫思邈, 581~682)이 저술한 단경 내복유황법(丹經內伏硫黃法), 송대(宋代, 960~1279)에 집대성된 고대 중국의 도교 경전을 모은 책 도장경(道藏經), 당 헌종(唐 憲宗) 3년 청허자(淸虛子)가 저술한 연홍신진지보집성(鉛汞申辰至寶集成)에서 연단술과 흑색화약에 관련된 기록들을 찾을 수 있다.

이 중 송대(宋代, 960~1279)에 저술된 도장경(道藏經)에서는 화약(火藥)이란 단어가 처음으로 발견된다. 다만 당시는 물론이고 고대 중국에서 오랫동안 화약이라고 부르던 것은 오늘날 우리가 말하는 추진적 또는 폭발적 용도로 사용되는 화약이 아니고 병을 치료하기 위한 일종의 약(藥)으로 인식되어 있었다. 약은 약이되 불을 붙이면 타는 약, 불(火)이 되는 약, 불이 되는 재료로 만든 약, 불로 만든 약, 불 같은 약이었기 때문에 화약(火藥)이라 했을 것이라 추측된다.

병을 치료하기 위해 또는 신선이 되기 위해 사용되던 화약이 추진적 또는 폭발적 용도로 발전한 것은 무기에 사용되기 시작한 이후였다. 초석, 유황, 목탄의 혼합물이 폭발성과 함께 추진력을 가지고 있다는 사실을 발견한 것은 의학자들이었지만, 이 기술이 군사 기술자들에게 전해지면서 화약기술은 획기적으로 발달하게 된 것이다. 이렇게 발달한 폭약으로서의 화약제조법은 송(宋)나라 인종(仁宗)이 1040년에 명하여 1044년 발간된 병서 무경총요(武經總要)에서 각종 병기류와 함께 발표되기에 이른다.



[그림 5-1]  
회남왕 유안  
(淮南王 劉安)  
출처: chinesewiki.uos.ac.kr



[그림 5-2]  
회남자(淮南子)  
출처: www.sohu.com



[그림 5-3]  
손사막(孫思邈)  
출처: ko.wikipedia.org



[그림 5-4]  
바곳  
(부자, 초오, 투구꽃)  
출처: namu.wiki

화약의 기원과 관련된 고대 중국 저서

	서명	시대	주요내용
1	회남자 (淮南子)	회남왕 유안(淮南王 劉安)이 저술하였다는 연단술서	초석, 유황, 숯을 섞어 금을 만들었다.
2	태평광기 (太平廣記)	송(宋)나라의 이방(李昉) 등이 편집한 후한 순제(後漢 順帝, 125~144) 시대 설화	단약로에서 폭연현상이 일어난 사실을 기술하고 있다.
3	진원묘도요략 (眞元妙道要略)	서진(西晉)의 정사원(鄭思遠)(264~322)이 저술한 연단서	목탄에 초석을 대었더니 화염을 내며 연소했다.
4	신농본초경 (神農本草經)	후한(後漢)에서 삼국시대 사이에 성립된 본초서(本草書)	초석에 대한 언급을 하였다. 다른 연단술사와 의술가들에게 초석의 존재를 인식시키는 계기가 되었다.
5	신농본초경집주 (神農本草經集註)	남조(南朝) 양(梁)나라의 도가(道家) 학자였던 도홍경(陶弘景, 456~536)이 저술한 의서	
6	포박자 (抱朴子)	동진(東晉) 시대의 갈홍(葛洪, 283~343)이 저술한 불로장수의 비법	단약 제조에 유황과 초석을 사용하였다.
7	단경내복유황법 (丹經內伏硫黃法)	당 초기 명의이자 신선가였던 손사막(孫思邈, 581~682)이 저술한 의서	초석, 유황, 목탄 등으로 복화(伏火)를 제조하였다.
8	도장경 (道藏經)	송대(宋代, 960~1279)에 집대성된 고대 중국의 도교 경전을 모은 책	'화약'이란 단어를 최초로 사용하였다.
9	연홍신진지보집성 (鉛汞申辰至寶集成)	당 헌종(唐 憲宗) 3년 청허자(淸虛子)가 저술	초석과 황의 혼합물을 바곳(부자, 附子)을 넣고 가열했더니 발화되었다.

10	무경총요 (武經總要)	송(宋)나라 인종(仁宗)이 1040년에 명하여 1044년 발간된 병서에 명하여 1044년 발간된 병서	군사기술로 흑색화약 제조법을 기술하였다.
----	----------------	--	------------------------

이후 11세기 중엽에는 화약제조술이 발달함으로써 폭발성 화기인 벽력화구(霹靂火毬)와 벽력포(霹靂炮)가 제작되었다. 최초의 관형(管形)화기로 볼 수 있는 죽통으로 발사하는 화창(火槍)도 제작되었다. 13세기 금나라와 남송은 철화포(鐵火炮), 진천뢰(震天雷), 비화창(飛火槍) 등을 만들어 사용했다. 죽통으로 자과(탄환)를 발사하는 돌화창(突火槍)도 사용하였다. 이처럼 8세기경 화약을 무기에 처음 사용하기 시작한 중국에서는 원나라와 명나라를 거치면서 더욱 발전되었는데, 특히 원나라에서는 기존의 죽통 대신 대포의 효시라 할 수 있는 금속 동(銅)제 관형화기도 만들어 사용하였다.

한편, 화약이 전쟁물자로 사용되고 있을 무렵 중국에서는 관상용 폭죽(연화, 煙火, 불꽃놀이용 화약)에도 화약을 사용하였다. 이러한 폭죽은 7세기 초 수(隨)나라에서 시작하여 당나라를 거치면서 송·금 대에 널리 보급되었다고 한다.

### 3. 유럽의 화약 발명설

일부 사람들은 화약이 유럽에서 처음 만들어졌다는 주장을 하고 있다. 이 주장은 화공(火攻)과 관련된 기록들이 유럽에서 발견되고 있기 때문이다.

- 기원전 1190년경 트로이 전쟁에서 트로이군이 ‘꺼지지 않는 불’로 그리스 함대를 격파
- 기원전 850년경 서남아시아 메소포타미아의 고대국가에서 일종의 연소가열제를 병기에 사용
- 기원전 431~404년경 피치와 유황 및 마대껍질을 섞어 화살에 발라 적진에 방화(放火)를 하는데 사용
- 기원전 410~302년경 스파르타 동맹군이 시라쿠사(Syracusa, 시실리) 전투에서 황, 피치, 송진을 혼합한 소이제(燒夷劑) 사용
- 226년 로마제국의 알렉산더 6세가 페르시아군과의 메소포타미아 전쟁에서 생석회와 아스팔트를 사용한 자동화(自動化)라는 화기사용
- 275년 아프리카누스(Julius Africanus) 초석과 황의 혼합물 소개
- 380년 베게테우스(Vegeteus) 석유와 피치를 포함한 연소물 소개
- 667년 카리니코스(Kallinikos)가 ‘희랍의 불(Greek fire)’를 발명

- 7세기 비잔틴 제국이 사라센군으로부터 공격을 받을 때 ‘희랍의 불’을 사용, 수도 콘스탄티노플 사수
- 813년 사라센군이 ‘희랍의 불’과 유사한 발화제로 바그다드 공격
- 904년 사라센군이 그리스를 공격할 때 피치, 황, 생석회 혼합물을 도자기통에 넣어 투사
- 941년 비잔틴군이 콘스탄티노플 전투에서 나프타, 생석회, 황의 혼합물로 만든 ‘바다의 불(sea fire)’을 사용, 러시아 함대 소각



[그림 6] 희랍의 불(그리스의 불)을 사용하는 비잔티움 해군(11세기)  
출처: ko.wikipedia.org

이러한 기록들은 기원전부터 유럽에서 화약이 사용되었던 것처럼 기술하고 있다. 특히 ‘희랍의 불’에 대해서는 정확히 그 실체가 밝혀진 바가 없음에도 몇몇 중세에 쓰인 자료들을 보면 ‘희랍의 불’은 피치에 유황과 초석을 섞어 만들었던 것으로 흑색화약의 원형이라고 기록하고 있다. 흑색화약의 성분과 정확하게 일치하지 않지만 유사한 성분으로 되어있었다는 것이다. 하지만 기원전의 기록들은 신화적인 측면이 강하여 실제로 존재하였다고 믿기 어려운 점이 있다. 또한 나머지 기록들도 단순한 발화제 또는 가연체들로 현대적 관점에서 화약과는 거리가 먼 것들이었다.

#### 3.1. 로저 베이컨(Roger Bacon)의 화약 발명

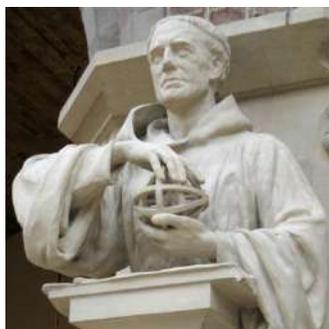
유럽에서 화약이 아닌 발화제가 화공의 주요 수단으로 사용되고 있을 때, 이미 중국은 각종 화약 병기에 화약을 사용하고 있었다. 그럼에도 불구하고 유럽의 일각에서는 르네상스 초기에 1249년 영국의 로저 베이컨(Roger Bacon, 1241~1294)이 최초로 흑색화약을 발명했다고 주장하기도 한다.

베이컨은 중세 프라체스코(Francesco) 교회 소속의 수도승이었다. 하지만 자연과학 분야에서도 뛰어난 재능을 보였던 과학자이기도 하다. 특히 베이컨은 당시 유럽 사회

와 문화에 깊이 자리잡고 있는 비과학적인 연금술에 도전하여 과학적 접근 방법으로 현대과학의 기초를 확립하는데 크게 기여한 과학자였다.

베이컨은 과학이 진정한 학문으로 성립하려면 허구에서 벗어나 사실 자체를 객관적으로 증명해야 한다고 주장했다. 이와 같은 과학철학에 기반하여 베이컨은 전설로만 전해 오던 고대의 소이제나 ‘희랍의 불’을 과학적으로 재현하려고 노력했다. 하지만 균용으로만 사용하던 발화제의 조성과 사용법은 어느 곳이나 비밀로 취급되고 있었기 때문에 참고할 만한 자료를 쉽게 구할 수가 없었다. 이 때문에 베이컨의 실험실은 항상 연기와 불꽃으로 가득 차 있었다고 한다. 수많은 실험의 결과로 베이컨은 발화제의 비밀을 알아낼 수 있었다.

베이컨에 의하면 ‘희랍의 불’을 비롯한 고대의 소이제나 발화제는 가연성 피치나 타르와 같은 물질에 생석회를 배합한 혼합물이었다고 한다. 하지만 중요한 사실은 발화제의 비밀을 알아내는 과정에서 목탄과 황의 혼합물에 초석을 배합하면 연소성이 증가하며, 배합비율에 따라서 폭발적으로 연소한다는 사실을 발견했다는 것이다. 현대적 관점에서 보면 흑색화약의 제조방법을 발견한 것이다.



[그림 7-1] 로저 베이컨(Roger Bacon)  
출처: en.wikipedia.org



[그림 7-2] 일체스터(Ilchester) 성 메리 (St. Mary Major) 교회에 있는 베이컨을 기념하는 현판  
출처: en.wikipedia.org

정리하면 베이컨은 전설로만 전해지던 ‘희랍의 불’을 재현하는 과정 중에 초석, 황, 목탄의 세 가지 성분을 적절히 배합함으로써 종래의 발화제나 희랍의 불보다 연소성능이 뛰어난 물질을 만들어 낸 것이다. 여기에 흑색화약(black powder)이라는 이름을 붙이게 된다. 이는 목탄가루가 배합되어 있어 혼합물의 색이 검은색이었기 때문이었다.

베이컨은 자신이 발명한 흑색화약의 비밀과 초석의 정제법을 1249년에 저술한 Operikus Artis et Magiao에 수수께끼식으로 기록했다고 한다. 베이컨이 흑색화약

을 발견한 당시에는 종교의 교리 부합되지 않거나 상반되는 내용을 발표하는 것이 엄격하게 금지되어 있었다. 현대적 관점에서 보면 흑색화약의 발견은 과학적 내용이지만 당시에는 과학적이건 비과학적이건 상관없이 종교적 관점이 더 중요했다. 만약 이를 위반하면 종교재판에 회부될 수도 이었다. 이 때문에 베이컨은 자신이 발현한 실험내용을 아무나 읽을 수 없도록 철자의 순서를 바꾼 수수께끼식 라틴어로 표기했다는 것이다. 한편, 일설에 의하면 베이컨은 자신이 발견한 흑색화약이 전쟁이나 살인과 같은 죄악의 수단으로 사용될 것을 우려하여, 훗날 정의로운 목적에만 사용되기를 바라면서 제조방법을 수수께끼로 기록한 것이라고 한다. 이 때문에 일부 사람들은 베이컨에 존경을 표하면서 중세적 신화의 하나로 해석하기도 한다. 이 대목이 사실이건 사실이 아닌건 상관없이 오늘날 화약이 전쟁터에서 파괴와 살상용으로 대량으로 사용되고 있다는 것을 감안하면, 화약을 공부하는 사람로서 학문적 철학에 대해 다시 한번 생각하게 만든다.

베이컨의 고향인 잉글랜드 남서부 서머셋주(Somersetshire)의 일체스터(Ilchester)에 있는 성 메리(St. Mary) 교회에는 베이컨을 기념하는 현판이 있으며, 여기에는 베이컨이 세계 최초의 흑색화약 발명가라고 기도록 되어 있다. 하지만 역사적 관점에서 살펴본다면, 흑색화약이 베이컨에 의해서 최초 발명되었다는 주장은 받아들여질 수 없다. 베이컨이 흑색화약을 처음 제조했던 시기보다 수백년 앞서 중국은 이미 전쟁용으로 흑색화약을 사용하고 있다는 사실이 입증되었다. 또한 베이컨의 화약발명과 같은 시기에 몽고군이 서방원정을 할 때에도 본격적인 화약병기를 가지고 유럽 공략에 사용했다는 기록도 있다. 그러므로 베이컨은 자신만의 독자적인 연구를 통해 흑색화약을 만들었지만 아쉽게도 세계 최초가 아닌 영국 또는 유럽 최초의 화약 발명가라고 해야 하는 것이 타당할 것이다.

한편, 베이컨이 아랍의 연금술사로부터 흑색화약의 제조법을 직접 배웠거나 스페인의 마드리드에 있는 에스코리알(Escorial) 수도원이 소장하고 있는 도서의 기록을 통해 제조법을 터득했다는 주장도 있다. 베이컨의 경력으로 미루어 이러한 주장도 상당한 설득력이 있다고 보인다. 하지만 베이컨의 흑색화약 발명과 관련된 초기 자료에는 전설적인 성격이 강하기 때문에 확인하기는 어렵고, 베이컨 이후 유럽에서는 장기간에 걸쳐 흑색화약에 관한 자료가 거의 발견되지 않는다.

### 3.2. 독일의 수도사 베쉴드 슈바르츠

14세기 초 독일의 수도사였던 베쉴드 슈바르츠(Berthold Schwarz, ?~1384)가 베이

권의 수수께끼를 풀면서 유럽 흑색화약의 역사는 다시 시작하게 된다. 이 때문에 일부 사람들은 슈바르츠를 흑색화약의 발명자라고 주장하고 있다. 하지만 슈바르츠는 아랍의 라틴어 서적 역사서에서 얻은 지식을 활용하여 베이컨의 수수께끼를 푼 것일 뿐 발명가는 아니다.

한편, 슈바르츠는 1380년 금속제 관형 대포를 발명한 사람이다. ‘화약의 오용’을 걱정하며 “정의로운 목적에 사용할 훌륭한 과학자가 나타나 해독할 수 있도록 화약 제조법을 수수께끼화했다”라는 베이컨의 입장에서 본다면 자신의 수수께끼를 풀고 이를 전쟁의 무기로 사용한 슈바르츠는 정의롭지 못한 과학자일 것이다.



[그림 8] 베솔드 슈바르츠(Berthold Schwarz, ?~1384)의 초상화  
출처: en.wikipedia.org

## 4. 산업용 화약의 발달

화약을 분류하는 기준은 매우 다양하다. 만약 화약을 용도로 구분한다면 크게 군사용과 비군사용으로 나눌 수 있다. 이 중 채광이나 토목공사를 위한 암석발파용 화약이나 불꽃놀이용 화약 등의 비군사용 화약을 일반적으로 산업용 화약이라 한다. 현대적 관점에서 살펴보면 군용 화약도 국방산업을 위한 화약으로 분류할 수 있음에도 불구하고 언제부터인가 우리나라는 산업용 화약을 비군사용 화약을 표현하는 단어로 사용하게 되었다. 따라서 이 책에서도 산업용 화약을 비군사용 화약을 의미하는 단어로 사용하였다.

### 4.1. 폭약의 발달

흑색화약은 처음 발견되고 나서 채광, 군사용, 불꽃놀이 등 다양한 용도로 사용되기 위해 다양한 제조방법(입상화약, 구형화약 등)이 개발되었다. 그러나 흑색화약은 물

질 자체가 갖고 있는 단점이 있어 암석발파용으로는 한계에 도달할 수밖에 없었다. 이를 해결하기 위해서 새롭게 등장한 물질이 염소산칼륨(KClO<sub>3</sub>)이다.

#### 4.1.1. 염소산염 폭약의 발명

프랑스의 베르톨레(Claude Louis Berthollet)는 1786년 염소산칼륨(KClO<sub>3</sub>)를 발견하였다. 이 염소산칼륨이 산소공급제 역할을 할 수 있다는 것을 착안하여 베르톨레는 라부아지에(Antoine Laurent Lavoisier)와 함께 일종의 염소산폭약을 만들고자 시도하였다.

염소산칼륨은 마찰과 충격에 예민해 잘 폭발한다. 이 때문에 염소산폭약의 제조는 공업화에 실패하였다. 하지만 이들의 시도는 화약 역사상 최초의 폭굉 물질을 발견하였다는 점에서 커다란 의의가 있다고 생각된다. 염소산칼륨을 사용한 염소산염 폭약은 산업적으로 성공을 거두지 못하였지만, 이 후 1896년 스웨덴의 칼슨(Oscar B. Carlson)이 과염소산염(MClO<sub>4</sub>)을 폭약에 사용하면서 산업용 폭약은 한단계 더 발전을 하게 된다. 칼슨은 폭약의 주원료로 과염소산암모늄(NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>)을 사용하였는데, 이는 일제 강점기 ‘카리트(Carlit)’라는 이름으로 우리나라에서도 사용되었던 폭약이다.



[그림 9-1] 클로드 루이 베르톨레  
(Claude Louis Berthollet)  
출처: ko.wikipedia.org



[그림 9-2] 앙투안로랑 드 라부아지에  
(Antoine-Laurent de Lavoisier)  
출처: ko.wikipedia.org

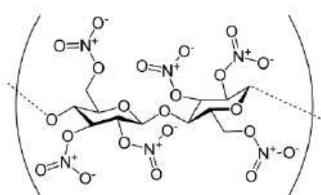
과염소산염은 양이온에 따라 물질의 특성이 달라진다. 이 때문에 갱외의 노천발파에서는 과염소산암모늄이 70~80%까지 사용되었고, 갱내용에는 초안(KNO<sub>3</sub>)이나 질산나트륨(NaNO<sub>3</sub>)이 40~60%정도 첨가되었다. 갱내의 탄광용 폭약의 경우 과염소산암모늄이 10% 이내로 적게 사용하고 발파 온도를 낮추기 위해 감열소염제로 소금이 사용되었다. 하지만 카리트는 과염소산염이 갖고 있는 단점 때문에 여러 가지 문제점을 발생시킨다. 예를 들어 과염소산 폭약은 발파 후 유독성 가스 발생이 발생하고, 내습성이 취약하여 장기저장이 불가능하고, 마찰과 충격에 민감하여 취급상의 불편하

다. 한편, 과염소산염 폭약의 단점과는 별개로 화학 제조 기술의 발전으로 우수한 폭약들이 개발되면서부터 과염소산염폭약은 사용량이 감소되다가 현재는 거의 사용되지 않고 있다.

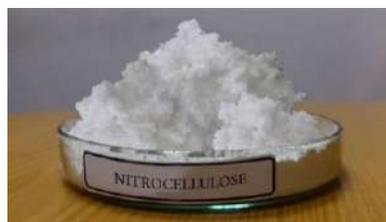
#### 4.1.2. 니트로셀룰로오스(면약)의 발명

산업화학의 근대기는 다이내마이트의 개발 이후라고 할 수 있다. 하지만 다이내마이트가 만들어질 수 있던 배경에는 니트로셀룰로오스(면약, nitrocellulose, NC)와 니트로글리세린(nitroglycerine, NG)의 발명이 있었다. 따라서 산업화학의 근대기를 논의하려면 니트로셀룰로오스와 니트로글리세린에 대한 내용을 먼저 논의해야 한다.

1845년 스위스의 쇤바인(Christian Friedrich Schönbein)과 독일의 보트거(R. Böttger)는 면(綿, Cotton)에 초화(硝化, nitration)를 시도하였다. 쇤바인과 보트거는 니트로셀룰로오스의 생산 가능성에 대해 개별적 실험을 하였지만, 니트로셀룰로오스를 폭약의 용도로 활용하는 방안은 서로 협력하여 실험을 하였다. 이 때문에 쇤바인과 보트거 두 사람을 니트로셀룰로오스의 공동 발명자라고 한다.



[그림 10-1] 니트로셀룰로오스(면약)의 구조식



[그림 10-2] 면약(nitrocellulose)의 모습  
출처: www.indiamart.com



[그림 11-1] 쇤바인(Christian Friedrich Schönbein)  
출처: ko.wikipedia.org



[그림 11-2] 보트거(Rudolf Christian Böttger)  
출처: de.wikipedia.org

한편, 셀룰로오스(cellulose)에 대한 초화는 쇤바인과 보트거에 의해 처음 시도된 것은 아니었다. 1833년 브라콩(Henri Braconnot)이 녹말(Starch)을 초화하였고, 또 1838년에는 페로우즈(T.J. Pelouze)도 종이와 면을 비롯하여 다양한 물질에 대해 초화를 했다. 이는 쇤바인과 보트거의 발표가 있기 전에 발간된 문헌에서 셀룰로오스의 초화에 대한 페로우즈의 논문이 발견되면서 확인된 사실이다. 이 때문에 오늘날의 페로우즈를 니트로셀룰로오스 발명자라고도 한다. 하지만 그 당시에 페로우즈는 단순히 초화만 했을 뿐, 자신이 면약을 만들었다는 것을 명확히 인식하지 못하고 있었다고 한다.

이 후 영국에서 톰킨스(Tompkins)가 ‘Pulped Guncotton’이라는 제목으로 특허를 받았으며, 1866년 아벨(Fredric Augustus Abel)은 “Improvements in the Preparation and Treatemtn of Guncotton”이란 제목으로 특허를 받았다. 아벨의 특허 이후 니트로셀룰로오스는 공업적 생산이 가능해졌다. 한편, 아벨은 화학의 내산 안전도 시험법인 아벨 테스트(Abel Test)법을 고안한 사람이기도 하다.

이 후 1868년 브라운(E.A. Brown)은 압착시킨 건면약(乾綿藥)이 뇌홍(雷汞, mercury fulminate) 뇌관에 의해 기폭된다는 사실을 발견하였다. 얼마후 브라운은 압축된 습면약(濕綿藥)은 소량의 건면약에 의해 기폭된다는 사실을 발견하였다. 현대적 관점에서 보면 전폭약(booster explosive)의 원리를 발견한 것이다.

이 후 1873년 미국의 한 의과대학생이던 메이나드(Eduard Maynard)는 니트로셀룰로오스가 에테르와 알코올의 혼합용액에 용해된다는 사실을 발견하고 이를 콜로디온(collodion)이라 명명하였다. 콜로디온의 발견은 공업용 락카(lacquer) 등으로 발전하면서 니트로셀룰로오스의 응용범위를 한층 더 넓혀 주는 계기가 되었다.

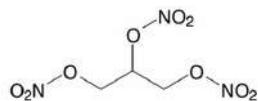
이와 같이 화학에 대한 여러 가지 폭발 특성이 발견되면서 니트로셀룰로오스는 군사용과 산업용 분야에서 다양한 용도로 화학제조에 사용되기 시작하였다.

#### 4.1.3. 니트로글리세린의 발명

니트로셀룰로오스가 만들어진 직후 니트로글리세린(nitroglycerine, NG)이 만들어졌다. 1847년 이탈리아의 소프레로(Ascanio Sborero, 1811~1888)은 유럽의 여러 과학자들의 지식을 바탕으로 니트로글리세린의 제조기술을 완성시켰다. 이 때 만들어진 니트로글리세린을 피로글리세리나(Piroglycerina)라고 명명하였다.



[그림 12-1] 소프레로(Ascanio Sborero)  
출처: en.wikipedia.org



[그림 12-2] 니트로글리세린(nitroglycerin)의 구조식

#### 4.1.4. 규조토 다이내마이트의 발명

산업용 화약의 역사에서 다이내마이트만큼 확고한 위치를 차지하고 있었던 폭약은 없었다. 그만큼 다이내마이트의 발명은 획기적이었다고 할 수 있는데, 이런 다이내마이트의 발명은 우연한 계기에서 시작되었다.

1847년 이탈리아의 소프레로가 니트로글리세린을 제조하고 폭발 성질을 확인하였으나 제조과정에서 수차례에 폭발사고가 발생하였다. 이 때문에 니트로글리세린은 공업적으로 이용되지 못하고 사람들의 주목을 받지 못하게 된다.

스웨덴의 노벨(Alfred Bernhard Nobel)은 1850년 파리에 갔을 때 3년 전에 니트로글리세린을 발명한 소프레로를 만난다. 이때 소프레로는 니트로글리세린을 폭약에 사용하면 폭약의 위력이 강력해질 것이라고 노벨에게 조언한다. 이를 계기로 노벨은 니트로글리세린을 이용한 화약 제조에 관심을 가지게 된다. 이 후 1862년 노벨은 니트로글리세린을 공업적으로 생산하기 시작했다. 니트로글리세린이 산업용 발파에 사용되기 시작한 것이다.

노벨은 니트로글리세린을 글로니온 오일(glonion oil)이라는 상품명으로 세계 각지로 수출하였다. 당시 니트로글리세린을 사용하는 방법은 액체상태의 니트로글리세린을 천공 구멍에 부어 넣고 폭발시키는 방법이었다. 하지만 이와 같은 원시적인 취급 방법은 많은 인명과 재산 피해가 발생하는 폭발 사고를 수반할 수밖에 없었다.

발파현장의 사고와 별개로, 니트로글리세린은 수출을 하기 위한 이동 중에도 폭발 사고가 발생하였다. 이 때문에 니트로글리세린을 수출하기 위한 포장 방법에도 많은 신경을 써야 했다. 노벨은 니트로글리세린을 배에 선적할 때 위험성을 감안하여 2중으로 포장을 하였다. 양철 같은 금속제 통에 니트로글리세린을 담은 후 이를 다시 나무 상자에 포장했는데 수송 중에 흔들리는 것을 방지하고 외부의 충격으로부터 니트로

글리세린을 보호하려는 목적으로 금속통과 나무상자 사이에 완충제를 채워 주었다.



[그림 13-1]알프레드 베른하르트 노벨  
(Alfred Bernhard Nobel)  
출처: ko.wikipedia.org



[그림 13-2] 규조토(珪藻土, Diatomite)  
출처: en.wikipedia.org

노벨이 처음 완충제로 사용하던 것은 톱밥이었다. 한편, 당시의 니트로글리세린은 세척 방법이 불완전하여 금속과 반응하는 질산이나 황산 같은 불순물이 포함되어 있었다. 이 때문에 경우에 따라서 금속통이 부식되면서 구멍이 뚫리는 일도 발생하였다. 구멍이 뚫린 철통에서 니트로글리세린이 밖으로 새어나오면 톱밥에 흡착되어야 하지만, 새어나오는 양이 많을 경우 톱밥에 모두 흡착되지 못하고 결국 나무상자 밖으로 흘러나오게 된다. 이 때문에 발파현장의 사고와 별개로 니트로글리세린에 의한 폭발 사고가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자 노벨은 더욱 흡착력이 좋은 완충제를 찾고 있었으며 마침내 규조토(Kieselguhr, diatomite, diatomaceous earth)라는 물질을 발견하고 완충제를 톱밥에서 규조토로 변경하였다. 다행히 노벨의 함부르크 공장에는 규조토가 대규모로 매장되고 있었기 때문에 얼마든지 값싸게 규조토를 얻을 수 있었다. 하지만 규조토를 사용하면서 수송이나 취급 중의 폭발 위험은 크게 줄었으나 니트로글리세린이 액체이기 때문에 생기는 폭발 사고는 여전히 막을 수가 없었다.

당시의 여론은 니트로글리세린의 폭발 사고에 대해 대단히 부정적이었다. 특히 새로운 폭약의 등장에 불만을 품고 있던 사람들의 여론을 더욱 악화시켰다. 이에 각국 정부에서는 액체 니트로글리세린의 사용을 금지하는 규제 조치를 취하기도 하였다. 그러던 어느 날 노벨은 금속통에서 흘러나온 니트로글리세린이 완충제인 규조토에 흡수되는 것을 보고 한 가지 아이디어를 구상하게 된다. 노벨은 과학적 실험을 통해 규조토가 자기 중량의 약 3배나 되는 니트로글리세린을 흡수한다는 사실과 규조토에 흡수된 니트로글리세린은 액체 상태의 니트로글리세린에 비해 안전하고 취급하기 편하다는 사실을 발견한다. 1867년 노벨은 규조토에 흡수시킨 니트로글리세린을 발파 현장에서 사용하기 편리하도록 약포(paper cartridge)로 만들었고, 이를 '다이내마

이트(dynamite)' 라고 명명하였다. 이후 구조토 다이너마이트는 교질 다이너마이트(gelatin dynamite)로 발전하게 된다.

#### 4.1.5. 초안과 폭약

초안(ammonium nitrate, 질산암모늄, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)은 니트로글리세린 만큼 산업화학의 발전에 크게 기여한 물질이다. 니트로글리세린 빼고 산업용 폭약을 논의하는게 무의미하듯이, 초안을 빼고 산업용 폭약을 논의하는 것은 무의미하다고 생각된다.

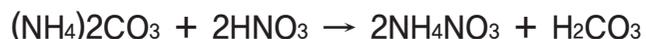
초안은 1659년 독일의 글라우버(Johann Rudolph Glauber, 1604~1670)에 의해 최초로 발견되었다. 글라우버는 탄산암모늄과 질산을 반응시켜 흰색 결정이 만들어졌는데 그때 만들어진 염(salt)을 'nitrum flammans' 라 명명하였다. 이것이 바로 초안의 최초 발견이었다. 그 이름에서 알 수 있듯이 발견 당시부터 초안은 그 연소성이 확인되고 있었다. 19세기에 들어 그멜린(L. Gmelin)은 'flammender saltpeter' 라 부르기도 하였다.



[그림 14-1] 요한 루돌프 글라우버  
(Johann Rudolph Glauber)  
출처: en.wikipedia.org



[그림 14-2] 초안(ammonium nitrate, 질산암모늄, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)  
출처: en.wikipedia.org



초안을 화학에 처음 사용한 사람은 19세기 초 그린델(Grindel)과 로빈(Robin)이다. 이들은 흑색화학의 초석을 초안으로 대체하려고 시도하였다고 한다. 그 후 1840년 라이스(Reise)와 밀론(Millon)은 초안과 목탄의 혼합물을 170℃로 가열하면 폭발하다는 사실을 발견하였다.

1867년 스웨덴의 올손(Johan Ohlsson)과 노르바인(John Norrbein)이 초안에 소량의 가연성 물질을 혼합한 폭약을 발명하고 '암모니아크루트(Ammoniakkrut)' 라는

이름으로 특허등록을 하였다. 구조토 다이너마이트가 발명된 같은 년도였다. 이들 두 사람은 화학이 폭발할 때 발생하는 열량과 가스량을 계산해 내는 이론도 전개했으며, 산소공급제에 대한 연구를 통해 화학성분 중에 탄소는 CO<sub>2</sub>로 수소는 H<sub>2</sub>O로 변화한다는 사실도 밝혀냈다. 그뿐만 아니라 폭약이 완전연소할 수 있도록 산소 과부족량을 계산하여 원료의 배합비율을 결정하는 방법을 고안하기도 하였다. 이들은 폭약에 대한 이론적 기초를 확립함으로써 산업용 폭약의 발전에 크게 기여한 과학자들이다.

올손과 노르바인이 처음 만들었던 암모니아크루트 폭약은 초안과 목탄을 80:20의 비율로 혼합한 것이었다. 하지만 초안은 물질 특성상 흡습성을 갖고 있다. 이 때문에 암모니아크루트 폭약도 흡습성이 크고 기폭감도가 낮아 발파를 위한 기폭에 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 올손과 노르바인은 초안의 비율은 그대로 두고 목탄을 6~10%로 줄이는 대신 니트로글리세린을 10~14% 추가한 새로운 폭약을 만들게 된다. 현대적 관점에서 보면 암모니아 다이너마이트(ammonia dynamite)를 개발한 것이다. 이들 바탕으로 데이비스(Davis)는 가연성 물질로 목탄 이외에 톱밥, 나프탈렌, 피크린산, 니트로벤젠 등을 배합하여 다양한 암모니아크루트의 조성들을 발표하였다. 초안은 글라우버에 의해 발견된 후 200년이 지나서야 산업화학의 원료로 각광받기 시작한 것이다. 이후에도 초안에 관한 연구는 계속되었다. 1880년 대에는 베르텔롯(M. Berthelot)은 초안의 분해에 대한 이론 방정식을 발표하였고, 20세기 초에는 카스트(Kast)와 네이움(Naoum)이 기폭·충격 및 열 감도와 폭발속도 등 초안의 화학적 성질을 규명하기도 하였다.

#### 4.1.6. 젤라틴 다이너마이트의 발명

흔히 사람들은 다이너마이트는 노벨이 발명하였다고 한다. 하지만 젤라틴 다이너마이트의 발명은 노벨 혼자만의 공적으로 보기 어렵다. 정확히 이야기하면, 노벨이 구조토 다이너마이트를 발명한 이후 젤라틴 다이너마이트까지 만들게 된 것은 다른 과학자들의 공적이 더 크다고 해야할 것이다.

젤라틴 다이너마이트는 올손과 노르바인이 원조라 해도 좋을 것이다. 왜냐하면 노벨이 올손과 노바인으로부터 'Ammoniakkrut' 특허권을 사들이고, 이를 개량하는 과정에서 젤라틴 다이너마이트를 만들었기 때문이다.

당시 스웨덴에서는 올손과 노르바인이 발명한 니트로글리세린이 첨가된 암모니아크루트가 널리 사용되고 있었다. 하지만 이 폭약은 흡습성과 장기 보관할 때 니트로글리세린이 침출하는 문제점 등이 있었다. 1870년 노벨이 올손과 노르바인으로부터 특허

권을 사들이고 암모니아크루트의 가장 큰 단점이었던 흡습성과 니트로글리세린의 침출현상을 보완할 수 있는 연구에 착수하였다.

노벨이 암모니아크루트 폭약의 문제점을 해결하기 위해 처음 시도한 것은 초안 입자를 파라핀, 스테아린, 나프탈렌 등으로 코팅하는 것이었다. 하지만 성공적인 실험결과를 얻지는 못했다. 도리어 실험 과정에서 손가락을 다치게 된다. 노벨은 다친 손가락에 콜로디온을 바르게 된다. 당시 콜로디온은 외상치료에 널리 사용되고 있었다. 콜로디온은 니트로셀룰로오스를 에테르와 알코올에 용해시켜 만든 투명하고 끈기 있는 액체로 외상 부위에 바르면 용매는 휘발하고 상처 부위를 얇은 피막으로 덮어 주었기 때문에 상처를 치료하는 데 매우 효과적이었다. 요즘으로 본다면 페인트(락카)를 바른 것이다. 다친 손가락에 콜로디온을 바른 노벨은 콜로디온이 니트로글리세린과 접촉하면서 서로 용해되는 것을 발견하게 된다. 노벨은 이 현상을 무심하게 넘어가지 않았고, 다이내마이트에 응용할 수 있겠다는 생각을 하게 된다. 니트로글리세린과 콜로디온의 혼합 실험을 하게 된다. 그 결과 콜로디온은 니트로글리세린에 잘 용해되며 콜로디온의 원료인 니트로셀룰로오스도 니트로글리세린에 용해되어 껌(gum)과 같은 교질(gelatine) 상태로 변화되는 것을 발견한다. 그는 이렇게 만들어진 물질이 구조도 다이내마이트보다 폭발력은 강력하면서도 충격이나 마찰에는 둔감하다는 사실도 추가로 발견하게 된다. 교질 상태의 새로운 물질은 고성능 폭약으로 생산되었고, ‘다이내마이트 껌(dynamite gum)’이라는 상품명으로 시판을 시작하였다.

얼마 후 노벨은 기존의 다이내마이트와 구별하기 위해 ‘블라스팅 젤라틴(blasting gelatin)’이라 이름을 바꾼다. 이어서 1870년 울손과 노르바인으로 부터 특허권을 사들였던 암모니아크루트 기술과 블라스팅 젤라틴 기술을 접목하여, 초안을 블라스팅으로 코팅하는 실험을 1875년에 성공하게 된다. 이 기술은 구조도 다이내마이트의 단점, 초안의 단점, 암모니아크루트의 단점까지 일시에 해결하게 된다.

노벨이 만들었던 다이내마이트의 조성들

	초안(NH4NO3)	Carcoal(C)	NG	Collodion Cotton
I	23 %	2 %	71%	4%
II	62 %	12 %	25%	1%

콜로디온을 이용한 폭약의 개발에 성공하자 노벨은 이 제품을 ‘엑스트라 다이내마이트 (extra dynamite)’ 또는 ‘암몬젤라틴 다이내마이트(ammongelatin

dynamite)’라 명명하고 블라스팅 젤라틴과 함께 특허등록을 하였다. 이 때문에 사람들은 흔히 블라스팅 젤라틴은 “시험관이 아니라 노벨의 손가락에서 탄생했다”는 말을 하기도 한다.

블라스팅 젤라틴의 등장으로 광산과 토목공사 분야는 획기적으로 발전하게 된다. 더하여 노벨은 엄청난 부와 명성을 갖게 된다. 하지만 1888년 알프레드의 형 루드비그(Ludvig)가 질병으로 사망하자 프랑스 신문은 동생 알프레드 노벨(Alfred Nobel)이 사망한 것으로 착각하고, “죽음의 상인이 죽다(Merchant of death is dead)”라는 제목으로 기사에서 “알프레드 노벨박사는 예전 그 어느 때보다, 가능한 한 가장 짧은 시간에 많은 사람을 죽이는 방법을 찾아내서 엄청난 재산을 만든 사람이다”라고 썼다. 이 기사를 읽은 노벨은 상당한 충격을 받았고, 사후 끔찍한 묘비명으로 역사에 남겨지기를 원하지 않았다. 노벨은 1895년 11월 27일 “인류복지에 공헌한 사람들에게 나누어 주라”는 유언과 함께 스웨덴 왕립과학아카데미에 거액을 기부하였고, 이 기금을 바탕으로 노벨 재단이 설립되어 1901년부터 매년 노벨상이 수여되고 있다.



[그림 15-1] 노벨의 부고 신문  
출처: Nobel, A to Suttner, B in Memoirs of Bertha Von Suttner, The Records of an Eventful Life(1910) p. 298



[그림 15-2] 노벨상 메달  
출처: ko.wikipedia.org

#### 4.1.7. 다이내마이트의 발달

젤라틴 다이내마이트가 만들어진 후, 블라스팅 젤라틴 기술은 전 세계로 퍼져 나갔다. 이 후 니트로셀룰로오스, 질산암모늄 등의 사용 여부, 감열소염제의 사용 여부, 제품의 형태와 용도 등에 따라 다른 명칭으로 불리면서 발전을 거듭하게 된다. 특히, ‘Ammonia Dynamite’ 또는 ‘Ammonium Nitrate Dynamite’라 하기도 하고 ‘Ammonia Gelatin’은 ‘Ammonia Gelatin Dynamite’ 또는 ‘Ammonium Nitrate Gelatin Dynamite’라고도 한다.

다이너마이트(dynamite)의 분류

혼합 다이너마이트 (composite dynamite)	규조토 다이너마이트 (kieselguhr dynamite)	NG 70~75%, 규조토 25~30%
	스트레이트 다이너마이트 (straight dynamite)	
	암모니아 다이너마이트 (ammonia dynamite)	
교질 다이너마이트 (gelatin dynamite)	블라스팅 젤라틴 (blasting gelatin)	NG 20~60%, 질산나트륨 (NaNO3), 목분, 황 등
	젤라틴 다이너마이트 (gelatin dynamite)	
	젤리그나이크 (gelignite)	
분말 다이너마이트 (powdery dynamite)	암석용 다이너마이트 (coal dynamite)	NG 10~20%, 질산나트륨(NaNO3), 질산암모늄(NaNO3), 목분, 황 등
	질산암모늄 다이너마이트 (ammonium dynamite)	

4.1.8. 탄광용 폭약의 출현

초안을 기재로 하는 폭약(Ammonium Nitrate Blasting Explosive)이 가장 많이 사용된 곳은 탄광이었다. 초안을 기재로 하는 폭약이 발명되기 전까지는 흑색화약이 탄광용 폭약으로 사용되어 왔다. 하지만 흑색화약은 발파시 화염이 강하게 발생해 가연성 가스와 석탄 먼지가 가득한 탄광에서는 2차 폭발위험이 있어 사용하기가 부적합했다. Ammonium Nitrate Blasting Explosive은 산소공급제 및 3차 폭약으로 질산암모늄을 사용하기 때문에 폭발온도가 낮고, 유독가스 발이 낮으며, 가격도 저렴하다는 장점을 갖고 있다.

Ammonium Nitrate Blasting Explosive를 탄광발파에 처음으로 적용하여 시도한 것은 1885년 프랑스의 파비에르(Favier)였다. 그는 니트로 화합물을 폭약의 예감제로 사용할 수 있다는 연구결과를 발표한 사람이기도 하다. 당시에 니트로글리세린이나 니트로셀룰로오스 외에 Ammonium Nitrate Blasting Explosive에 사용되던 니트로 화합물로는 MNN, DNN, TNN 등 니트로나트탈렌 종류와 MNT, DNT, TNT 등 니트로톨루엔 종류 그리고 TNX, Picric Acid 등이 있었다. 파비에르 이후 각국에서는 Ammonium Nitrate Blasting Explosive의 조성을 약간씩 변경하면서 다양한 중

류의 탄광용 폭약을 개발하였다. 이러한 폭약은 미국에서는 ‘permissible’로 영국에서는 ‘permitted’라고 분류되었으며, 탄광발파에 사용하는 것이 허용되었다. 독일에서는 화약의 명칭 자체를 ‘갱내 폭발성 가스에 안전한 화약(schlawettersichere sprengstoffe)’이라고 하였고, 프랑스, 벨기에 등의 다른 유럽나라들도 Ammonium Nitrate Blasting Explosive을 탄광에서 사용하게 되었다.

초기의 탄광용 폭약들은 니트로글리세린을 사용하지 않았지만, 그 위력을 높이기 위해 점차 니트로글리세린을 사용하기 시작하였다. 니트로글리세린을 사용하지 않았던 Ammonium Nitrate Blasting Explosive와 구분하여 니트로글리세린을 사용하는 다이너마이트는 ‘Ammonium Nitrate Gelatin Dynamite’로 구분하기도 하였다. 이후 1887년 독일의 로블리트(Robulit)가 감열소염제로 소금을 배합한 제품을 만들면서 탄광용 폭약의 발전 기술은 일단락되었다.

초창기 탄약용 폭약의 조성

국가	제품명	조성							비고
		AN	NG	DNN	Resin	DNB	CC	기타	
미국	Monobel	80.0	10.0	-	-	-	-	-	Dupont
영국	Ammonite	88.0	-	12.0	-	-	-	-	
	Westfalite	95.0	-	-	5.0	-	-	-	
	Bellite	83.5 93.5	-	-	-	16.5 6.5	-	-	
프랑스	Grisounaphthaliteroche	91.5	-	-	-	-	-	-	
	Grisoudynamitre	70.0	29.0	-	-	-	1.0	-	
	Grisoudynamitecouche	87.5	12.0	-	-	-	0.5	-	

4.1.9. 초안 폭발 사고

초안이 폭약의 원료 사용된 이후 여러 폭약의 주원료로 사용되고 있었지만, 초안 자체는 화약으로 간주되지 않고 있었다. 하지만 1921년 독일의 오파우(Oppau)에서 대규모 초안 폭발 사고가 일어난다. 창고에서 비료용 초안이 고화되어 사용이 곤란해지자 이것을 파쇄하기 위해 폭약을 장전하여 파쇄시키다가 약 4,500톤의 초안이 동시 폭발하는 대형 사고가 발생하였다. 사망자와 행방불명자가 669명, 부상자가 1,952명에 달했던 것에서 사고의 크기를 짐작할 수 있다.

이 폭발 사고 후 초안의 성질에 대한 정밀한 연구가 진행되기 시작하였다. 초안에 대한 다양한 연구결과 논문들이 발표되었으나 초안의 폭발 성질에 대해서는 두 가지 주

장이 엇갈리고 있었다. 초안은 단단히 밀폐상태에서 매우 강력한 기폭약을 사용해야만 폭발될 수 있다는 주장과 밀폐된 상태에서는 기폭약이 없어도 고온으로 가열될 경우 초안이 분해되면서 발생하는 가스가 1차 폭발하고 이 충격으로 나머지 용융상태의 초안도 폭발될 수 있다는 주장이 대립하였다. 한편, 오파우의 폭발 사고는 초안도 폭발할 수 있다는 것을 보여줬지만 이후에도 초안의 화재나 폭발 사고는 소규모지만 곳곳에서 계속 발생되었다.

제2차 세계대전이 끝난 후 미국은 유럽으로 초안을 수출하기 시작하였다. 이는 FGAN(Fertilizer Grade Ammonium Nitrate)이라고 부르던 비료용 초안으로서 0.75%의 왁스로 초안을 코팅하고 3~5%의 점토가루를 혼합한 것이었다. 이 초안은 화약으로 간주되지 않고 있었기 때문에 선적작업 중 흡연도 허용되었을 정도로 취급의 제한을 받지 않고 있었다. 하지만 1947년 텍사스에서 다시 초안의 폭발 사고가 발생하였다. FGAN을 싣고 항구에 정박해 있던 두 척의 증기선 ‘그랜드 캠프(grand camp)’호와 ‘하이 플라이어(high flyer)’호가 4월 16일, 17일에 연쇄적으로 폭발한 것이다.

4월 16일 아침 8시 FGAN 2,300톤을 적재한 프랑스 화물선 그랜드 캠프호에서 화재가 발생, 9시 12분 폭발하였다. 수 톤씩이나 되는 배의 파편들이 사방으로 비산되었고 항구는 물론 인근 시가지와 몬산토(Monsanto)사의 화학공장 등으로 화재는 대규모로 확산되었다. 설상가상으로 그랜드 캠프호 폭발의 충격이 채 가시기도 전인 밤 11시경, FGAN 1,000톤을 싣고 그랜드 캠프호 부근에 정박해 있던 미국 화물선 하이 플라이어호에서도 화재가 발생, 17일 새벽 1시 10분 폭발하고야 말았다. 그랜드 캠프호보다 더욱 강력한 폭발이었다고 한다. 이 두 건의 사고로 사망 568명(행방불명 100명 포함), 부상 3,500명 이상의 인명피해가 발생했는데 이는 그 당시 텍사스 전체 인구 16,000명의 25%에 해당하는 숫자로 미국 역사상 최악의 폭발 사고였다. 이 사고 후 미국에서는 사고 원인에 대한 정밀조사를 실시하였고 동시에 초안뿐만 아니라 초안과 유기 또는 무기물들의 혼합물에 대한 폭발성질에 관한 연구도 병행하였다.



[그림 16-1]

그랜드 캠프(grand camp)호  
출처: www.dieselpunk.info



[그림 16-2]

텍사스 항구 화재 모습  
출처: www.dieselpunk.info



[그림 16-3]

텍사스 재난에 대한 신문  
출처: www.dieselpunk.info

초안을 ‘oxidizing material’ 이자 ‘an explosive ingredient’ 로 분류하여 제조, 저장, 수송 등을 ‘광무국(bureau of mines)’ 이 관장하는 ‘Federal Explosive Act’ 로 규제하였으며 철도 운송 시에는 ‘ammonium perchlorate’ 와 동일한 수준인 ‘yellow label’ 로 관리하기 시작하였다.

1947년 사고 이후 대규모 초안 폭발이라는 중대사고가 없는 것은 다행한 일이다. 하지만 불행하게도 한반도 내에서 다시 한 번 대규모 폭발 사고가 일어났다. 2004년 4월 22일 북한의 평안북도 용천군 용천역 구내에서 일어난 대폭발이다. 북한 당국의 발표로는 이 사고로 150여 명이 사망하고, 1,300여 명이 부상 당했으며 8,000여 명의 이재민이 발생하였고, 3~4억 유로의 재산피해를 입었다고 한다. 당시 언론들은 여러 가지 정황을 들어가며 사고 원인을 추측하여 보도하였는데 초안을 적재한 열차가 유조차와 충돌하면서 폭발하였다는 것은 석유와 LP가스를 실은 화물열차들이 충돌하였다는 보도가 있었고, 김정일을 목표로 한 테러였을 것이라는 추측이 제기된 바 있었다. 그뿐만 아니라 시리아로 수출하려던 스킵드 미사일(노동 1호)이 폭발한 것이라는 주장이 제기되기도 하였다.

한편, 가장 최근에 일어난 대규모 초안 폭발사고는 2020년 8월 4일 레바논의 수도 베이루트에서 일어난 폭발사고이다. 레바논 당국은 베이루트 항구 창고에 6년 동안 보관된 약 2750ton의 질산암모늄이 폭발해 벌어진 것으로 발표했다. 그리고 이 사고로 157명 이상의 사망자가 발생하였고, 약 5,000명 이상의 부상자가 발생한 것으로 발표했다. 집을 잃은 사람은 약 30만 명으로 추산되고, 피해액은 150억 달러(약 17조 7,000 억원)에 달하는 것으로 보고 되었다. 이는 레바논 국내총생산(GDP)의 4분의 1이 넘는 금액이다. 텍사스 초안 폭발사고와 함께 최악의 폭발사고이다.



[그림 17] 레바논의 수도 베이루트 폭발 사고 현장  
출처: www.yna.co.kr

#### 4.1.10. 초유평약의 등장

1867년 노벨에 의해서 발명된 다이너마이트는 100년 이상 산업용 화약 분야에서 독보적 위치를 차지하고 있었다. 하지만 니트로글리세린은 마찰과 충격에 극히 예민하여 다이너마이트의 사용은 항상 폭발 사고의 위험성이 내포될 수 밖에 없었다. 공장을 건설하는데도 많은 자금과 넓은 공장 부지도 필요하며, 니트로글리세린 제조과정 중에 다량으로 발생하는 폐산과 폐수는 환경문제를 수반할 수밖에 없었다. 그뿐만 아니라 제조과정 중에 발생하는 니트로글리세린의 증기는 작업자들에게 두통, 현기증, 구토 등을 일으키게 하는 등 보건문제도 발생하게 되었다. 따라서 많은 화약 연구자들은 좀 더 안전하고 저렴한 폭약에 관심을 기울일 수밖에 없었다.

이 후 1921년 독일 오파우 폭발사고와 1947년 미국의 텍사스 폭발사고를 겪으면서 미국의 화약기술자들은 초안이 예감제 없이도 폭발할 수 있다는 기폭성에 깊은 관심을 두고 초안으로 폭약을 만드는 연구를 시작한다. 초유평약(Ammonium Nitrate Fuel Oil, ANFO)에 연구가 시작된 것이다.

1955년 미국의 아크레(R.L Akre)는 비료용 초안에 목탄과 기름 등을 섞어 만든 폭약을 개발하고, 이것에 아크레마이트(Akremite)라 이름을 붙였다. 1953년 아크레마이트 폭약의 첫 발파가 시도되었다. 인디애나의 한 노천탄광에서 다이너마이트 20파우드를 부스터(booster)로 사용하여 기폭시키는 실험이 성공되었는데, 이 실험의 책임자가 바로 아크레였다. 1955년 실험결과가 미국에서 발표되었고, 이 폭약은 ‘프릴(prill) 초안’에 디젤유를 섞는 제품으로 발전하고 ANFO라는 이름으로 실용화되어 전 세계로 급속히 퍼지게 되었다.

한편, 프릴 초안이 ANFO에 처음부터 사용된 것은 아니었다. 1921년 독일에서 폭발되었던 초안은 입자형(cystal)이었다. 입자형의 초안은 흐름성이 나빠 취급하기에 불편할 수밖에 없었다. 이 때문에 취급이 용이하도록 초안의 입자크기를 증가시키려는 시도가 있었고 그 과정에서 프릴 초안이 만들어진 것이다.

프릴 초안은 1943년 캐나다에서 개발되었는데 흡습성이 강한 초안의 고화방지를 위해 코팅제로서 소량의 규조토를 첨가하였다. 이로써 프릴 초안은 화약제조과정 중에서의 취급이 보다 용이하게 되었을 뿐 아니라 발파 작업을 할 때 천공 내에 충전하는 작업까지도 편리하게 되자 ANFO의 원료로 널리 사용될 수가 있었다.

이 후 ANFO는 작업의 편리성을 위해 ‘Bagged ANFO’로도 포장되기 시작했으며, 1958년 캐나다의 Canadian Industrial Limited와 Iron Ore Company에 의해 기계식 현장 충전방법이 고안되었고, 1960년 미국에서는 공업식(Pneumatic) ANFO 충

전 트럭도 개발되었다. 이처럼 ANFO는 원료 확보의 용이성, 저렴한 가격, 사용상의 편리성, 취급상의 안전성 때문에 세계 산업용 폭약 수요의 70%를 점유할 정도로 성장하게 되었다.

하지만 공학적 관점에서 본다면 아크레가 만든 초유평약은 1867년 스웨덴의 올손과 노르바인이 초안에 소량의 목탄을 혼합하여 만들었던 암모니아크루트(Ammoniakkrut)와 비슷한 조성을 갖고 있다. 올손과 노르바인이 가연제로 목탄이라는 고체원료를 사용했다면 아크레는 경유라는 액체 가연제를 사용한 것이 다를 뿐이다. 이 때문에 ANFO의 원조는 암모니아크루트라고 이야기 할 수 있을 것이다.



[그림 18-1] 초유평약 사진  
출처: www.hanwhahistoricalmuseum.co.kr



[그림 18-2] (주)한화의 초유평약  
출처: www.hanwhacorp.co.kr

#### 4.1.11. 슬러리(slurry) 폭약의 출현

ANFO가 세계 산업용 폭약 수요의 70%를 점유할 정도로 성장하지만 초안이 지닌 고유의 성질 때문에 한계에 직면한다. 다이너마이트와 비교하여 위력이 약하고, 내수성이 취약했다. 뇌관만으로는 완벽하게 기폭시킬 수도 없었기 때문에 전폭약(booster)도 필요하였다. 따라서 다이너마이트와 같은 완전한 ‘explosive’ 라기 보다는 ‘blasting agent’로서의 한계를 넘을 수가 없었다. 그뿐만 아니라 ANFO는 비중이 0.8~0.9로서 물보다 가벼운 특성을 갖고 있다. 이 때문에 수공에는 충전하기가 곤란하였으며 장전 후에도 장전비중이 낮아 경암 발파용으로 부적당하다는 문제점을 갖고 있었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 1956년 12월 미국 유타 대학의 쿡(M.A. Cook)교수와 캐나다의 파르남(H.E. Farnam)이 슬러리 폭약을 발명한다. 초안이 물을 흡수하여 용해되는 것을 방지하고 수공바닥까지 쉽게 들어가도록 ANFO에 물과 가교제(guar gum)을 혼합하였다. 이 혼합물을 슬러리(slurry)상태로 만들고 발열제로 알루미늄 분말과 예감제로 TNT를 배합하였다. 이를 상품화하기 위하여 쿡은 아이레코(Ireco)사를 창립하였고, 아이레코사에서 만든 슬러리 폭약은 캐나다와 미국 중서 북부의 메사

비와 마르케트 지역의 철광석 발파에 사용되며 큰 호응을 얻어 냈다.

슬러리 폭약의 출현은 폭약이 물과 공존할 수 있다는 것을 보여줬으며 화학은 물과 상극이라는 전통적인 관념을 깨뜨려 버렸다. 화학 기술을 한 단계 도약시킨 것이었으며 산업용 화학의 개발에 있어 다이너마이트에 이은 또 다른 혁명이라 할 수 있었다.

이 후 아이레코사는 1963년 예감제로 비금속 가연제를 사용한 슬러리 폭약을 개발하였으며 'Field Slurry Mixing System' 을 발표하기도 했다. 또한 1969년 미국의 듀퐁(Dupont)사에서는 예감제로 MMAN(mono methylamine nitrate)을 사용한 슬러리 폭약(water gel)도 생산하기 시작하였다.

슬러리 폭약의 발전은 70년대에 절정을 이루었으며 비화학 예감제를 사용하는 기술과 함께 뇌관 기폭성 제품이 개발되어 소구경 발파도 가능하게 되었다. 특히 1964년 개발된 'chemical gassing' 방법에 따른 예감화 기술개발은 슬러리 폭약의 특성을 더욱 보강했고, 후에 이 'chemical gassing' 기술은 에멀전 폭약도 응용되었다.

#### 4.1.12. 에멀전(Emulsion) 폭약의 등장

1956년 쿡(M.A. Cook)과 파르남(H.E. Farnam)이 개발한 슬러리 폭약이 화학은 물과 상극이라는 전통적인 관념을 깨뜨리면서 다이너마이트에 이은 또 다른 혁명으로 격찬을 받았지만, 슬러리 폭약 역시도 다이너마이트나 ANFO와는 또 다른 단점을 갖고 있었다. 슬러리 폭약은 O/W(oil in water)형의 폭약으로서 물 층이 대기와 노출되어 있어 겨울철에는 동결로 인해 기폭성이 감소되는 치명적인 결점이 있었다. 보통 4℃이하에서는 기폭성이 현저히 떨어져 불폭현상이 발생하는 것이다. 슬러리 폭약의 또 다른 약점은 낮은 폭속이었다. ANFO에 비해 폭속이 높아졌지만, 발파 현장에서는 계속해서 다이너마이트와 유사한 수준의 높은 폭속을 요구하고 있었다.

에멀전 폭약은 이러한 슬러리 폭약의 단점을 개선하는 과정에서 만들어졌다. 1961년 미국의 커머선 솔벤트사(Commercial Solvents Corp.)의 어글리(R.S. Egly)가 최초로 W/O(water in oil)형 에멀전과 O/W형 슬러리를 혼합한 형태의 폭약을 만들었다. 이어서 1963년 미국의 아틀라스사(Atlas Chemical Industrial Limited)의 게릭(N.E. Gerhig)이 슬러리플 포함하지 않는 에멀전을 개발하였다. 그러나 에멀전 폭약 기술을 완성한 사람은 미국 아틀라스 화학공업의 블럼(H.F. Bluhm)이었다. 1969년 6월 블럼에 의해서 에멀전 폭약의 기술이 처음 특허 공개되었다. 초기의 에멀전 폭약은 뇌관 비기폭성 폭약으로서 부스터를 사용하여 기폭시켰으며, 소구경의 발파공에는 사용되지 못하고 대구경에만 사용되었다.

많은 폭약 제조회사에서는 새로운 에멀전 폭약에 관심을 갖게 되었고, 에멀전 폭약을 제조하기 위한 새로운 장치와 기술, 그리고 유화제 등에 많은 연구를 기울이기 시작하였다. 1972년 듀퐁사의 카터몰(G.R. Gatemole)은 Aminenitrates(MMAN)을 사용하여 폭굉감도를 증가시켰으로써 직경 25mm의 소구경 천공 내에서도 완폭이 가능한 에멀전 폭약을 개발하였다. 1973년 미국 ICI사(Imperial Chemical Industries American Incorp.)의 찰스 웨이드(Charles G. Wade)는 에멀전 폭약의 기폭감도를 향상시키기 위해 가스를 포함하는 에멀전 폭약과 스트론튬 이온을 폭발 촉매로 사용하는 에멀전 폭약 2가지를 개발하였다. 그해 12월 듀퐁사의 토믹(A. Tomic)은 유화제로 Alkali Stearate 또는 Ammonium Stearate를 사용하여 유동성이 좋은 에멀전 폭약을 개발하였다. 여기서 특징은 Stearate를 유화제로 사용한 것이라 할 수 있는데 Stearate는 HLB가에 따라 O/W용 유화제가 되기도 하는 물질이었지만 토믹이 그것들이 가지고 W/O형 에멀전 폭약을 만들어낸 것이다.

1977년 아틀라스 파우더사(Atlas Powder)의 웨이드는 예감제로 화학 종류나 organic amine nitrate를 사용하지 않고도 6호 뇌관으로 기폭시킬 수 있는 에멀전 폭약을 개발하여 특허를 출원하였다. 이 폭약의 특징은 뇌관 기폭성을 갖고 있다는 점이라 할 수 있는데 바로 속이 빈 미세한 유리공, 즉 미소중공구체(hollow microballoons)를 사용함으로써 기폭감도를 증가시킬 수가 있었다. 이것이 바로 오늘날 보편적으로 사용되고 있는 GMB(glass microballoons)를 사용한 에멀전 폭약이다. 1978년 웨이드는 다시 에멀전 폭약의 연속식 제조기술을 개발하여 특허 등록하였고, 제4회 'US Conference on Explosive and Blasting Techniques' 에서 'Wade's paep' 라고 하는 'emulsion vivala difference' 를 발표하였다. 이를 계기로 에멀전 폭약은 많은 사람들 사이에 커다란 반향을 불러일으키면서 새로운 내수성 산업용 폭약의 대량 생산 시대가 시작되었다.

이 후 에멀전 폭약은 발전을 거듭하여 비중조절 기술, 유화제와 유화기 등 유화기술을 비롯하여 field loading bulk 에멀전 폭약, 내수성 에멀전 폭약, 에멀전 ANFO 폭약 등 수많은 특허가 등록·발표되었다.

미국의 아틀라스 파우더사는 소구경 뇌관기폭성 에멀전 폭약과 지포장(paper cartridge) 에멀전 폭약의 상업생산을 시작하였고, 이제 에멀전 폭약은 전 세계에 걸쳐 다이너마이트, 슬러리 폭약의 수요를 대부분 대체해 가고 있다.

향후 에멀전 폭약을 대체할 수 있는 새로운 폭약이 나오지 않는다는 보장은 없다. 아직은 에멀전 폭약도 개선할 점들이 많이 남아 있으며, 과거에도 그랬듯이 이러한 문

제점을 개선하는 과정에서 새로운 아이디어를 가미한 새로운 폭약이 나올 수 있는 것이기 때문이다. 하지만 현재의 일부 문제점들이 어느 정도 개선만 된다면 에멀전 폭약은 다이너마이트보다도 오랫동안 산업용 폭약으로 유지될 수 있을 것이다.

## 4.2. 화공품의 발달

면약과 니트로글리세린의 발명은 산업용 화약 근대기의 시발점이라고 할 수 있다. 하지만 화공품 또한 산업용 화약의 역사에서 빼놓을 없는 부분이다. 화공품을 사용하지 않고 폭약을 효율적으로 사용한다는 것은 불가능한 일이기 때문이다.

1867년과 1875년, 노벨에 의해 구조도 다이너마이트와 젤라틴 다이너마이트가 연이어 발명되면서 각종 토목공사와 채광작업 등 산업용 발파작업은 눈부신 발전을 이룰 수가 있었다. 이 후 100여 년간 다이너마이트는 산업용 폭약의 대명사로 자리 잡으며 독보적인 존재로 전성기를 보냈다. 이에 따라 흑색화약은 오랫동안 지켜오던 산업용 화약의 왕좌를 다이너마이트에 넘겨주게 되고야 말았다.

하지만 다이너마이트가 만들어지기 전 흑색화약이 산업용 화약으로 사용되고 있을 때에도 발파를 위해서는 화공품이 필요했다. 따라서 화공품은 다이너마이트 이전에 이미 개발되고 있었다. 만약 화공품의 개발이 선행되지 않았더라면 단순히 화염에 의해서도 점화되던 흑색화약에 비해 기폭시키기가 훨씬 어려운 질산암모늄 폭약나 다이너마이트는 상용화되기에 오랜 시간이 걸렸을 것이다. 기폭 방법이 불확실한 물질을 폭약으로 사용해 보겠다는 아이디어는 시작부터 착상이 불가능했을지도 모르기 때문이다. 따라서 산업용 화약의 발달에 화공품이 기여한 바는 결코 폭약류에 뒤지지 않는다고 할 수 있는 것이다. 실제로 현재의 발파 효율성, 경제성, 안전성 등을 좌우하는 것은 폭약보다 화공품의 역할이 우선되고 있다.

### 4.2.1. 화약 발파의 유래

고대의 채광 방법은 광석 표면을 불로 뜨겁게 가열한 다음 물을 부어 급랭시켜 암석에 균열을 일으키는 방법이었다. 즉, 물질의 열팽창을 이용한 방법이었다. 우리나라도 조선시대에 화홍법(火洶法)이라고 하는 이와 유사한 방법을 사용한 적이 있다고 한다.

하지만 이러한 방법은 시간, 인력, 목재 등이 너무 많이 필요했다. 17세기에 들어와서 목재 대신 흑색화약을 사용하면서부터 이러한 문제점은 해소되었다. 군사용으로만 사용되던 흑색화약이 산업용 발파에 사용되기 시작한 것이다. 17세기 말에는 유럽 대부분의 광산에서 흑색화약을 사용하였다.

흑색화약이 토목공사에 처음 사용된 것은 1548~1572년 네만(Neman)강 준설공사였다고 한다. 1613년 독일의 광산사업가 바이겔(Weigel)이 프라이스베르크(Freisberg)의 한 광산에서 흑색화약을 사용하였다. 1627년 헝가리의 바인들(Kasper Weindle)은 최초로 석탄광산에서 흑색화약을 사용하였다. 문헌상 확실한 최초의 기록은 1665년 모레이(R. Moray)가 발표한 영국 학술원의 논문 「A way to break easily and speedily the hardest rock」이라 할 수 있는데, 이 논문에 따르면 당시 흑색화약을 이용한 발파방법은 프랑스의 뒤 종(du Son)이 발명한 것이라고 한다. 1643년 모겐스트린(Morgenstrn)이 고안한 천공발파법과 1687년 줌베(Znumbe)의 진흙 전색법이 널리 보급되면서 흑색화약을 약포에 넣어 장전하는 아이디어가 추가되었다. 17세기 말 발파기술이 크게 향상되자 18세기에 들어서는 광산 뿐만 아니라 토목공사에도 화약이 사용되는 등 유럽 전역에서 널리 활용되기 시작하였다. 19세기 말 노벨의 다이너마이트 발명과 함께 대부분의 광산과 토목 현장에서 화약 발파는 특별한 일이 아닌 아주 보편적인 일이 되어 오늘에 이른다.

흑색화약의 사용이 증가하면서 그에 따른 안전사고도 증가하였다. 사고의 대부분은 불안전한 점화방법 때문이었다. 그 당시 흑색화약을 점화하는 방법은 갈대나 밀집, 골풀(등심초) 등과 같은 속이 빈 식물 줄기나 종이 또는 나무로 만든 가는 대롱 속에 흑색화약 가루를 넣어 만든 일종의 도화관을 사용하는 것이었다. 도화선의 원시적 형태라고 볼 수 있다. 한편, 학계에서는 불안전한 점화방법을 개선하려는 노력은 꾸준히 진행되었다.

우리나라 조선시대에도 유사한 사례가 있다. 1812년 홍경래의 난(亂)을 진압할 때 손가락 굵기의 대나무를 반으로 쪼개어 중간 중간에 있는 마디들을 파낸 다음 그 안에 종이로 감싼 흑색화약을 넣고 두 조각을 다시 맞대어 묶은 일종의 도화선을 만들어 사용하였다. 그뿐만 아니라 조선시대에는 약선(藥線) 또는 화승(火繩)이라고 부르던 일종의 도화선도 만들어 사용하였는데 도화선의 기능뿐만 아니라 요즘의 속화선(速火線)이나 착화선(着火線)의 기능으로도 사용되었다.

현재와 같은 형태의 도화선은 1831년 영국의 윌리엄 빅포드(William Bickford)에 의해 최초로 개발되었다. 그는 흑색화약을 가늘고 길게 황마사(黃麻絲) 등으로 감싼 도화선을 만들고 ‘Miner’s Safety Fuse’라 명명하였다. 미국 코네티컷(Connecticut)의 카파 힐 마인(Copper Hill Mine)의 책임자였던 리처드 베이컨(Richard Bacon)이 빅포드 도화선을 미국으로 가지고 와 1836년 제조공장을 세웠는데 그 회사가 바로 현재의 엔자인 빅포드(Ensing Bickford Co.)이다.

도화선의 목적은 점화 후 주장약(main charge)이 폭발하기 전 작업자들이 안전한 지역으로 대피할 수 있는 시간을 확보하기 위한 장치로서 말 그대로 'safety fuse' 이다. 흑색화약의 연소시간을 매우 느리게 했기 때문에 완연 도화선이라고도 한다. 초기의 도화선은 흑색화약에 직접 점화하는 용도로 사용되었으나 1864년 노벨이 뇌홍(mercury fulminate) 뇌관을 만들어 사용하게 되면서 도화선을 점화시키기 위한 장치로서 역할을 수행하게 된다.

#### 4.2.2. 공업뇌관(blasting cap, plain detonator)

뇌관의 역사를 이야기하려면 1803년 하워드(E. Howard)가 개발한 뇌홍[mercury fulminate, 폴민산수은, Hg(OCN)<sub>2</sub>]을 먼저 이야기 해야 할 것이다. 뇌홍은 뇌관의 기폭약으로 사용된 첫 번째 물질이다.

흑색화약을 대신하여 니트로글리세린을 암석발파용으로 사용해 보려고 시도하고 있을 때였다. 흑색화약은 도화선의 미약한 불꽃으로도 쉽게 점화가 되었지만 니트로글리세린은 도화선만으로는 쉽게 기폭할 수가 없었다. 다시말해, 니트로글리세린을 기폭할 수 있는 장치가 별도로 필요하게 되었다. 이러한 배경 때문에 뇌관이 탄생하게 된다. 뇌관의 개발을 처음 시도한 사람은 노벨이었다. 뇌관을 개발하기 위해 첫 번째 시도한 방법은 흑색화약을 가지고 니트로글리세린을 기폭하는 방법이었다. 하지만 니트로글리세린을 기폭하려면 기폭약으로 사용해야 하는 흑색화약의 양이 너무 많이 소요되는 문제가 발생하였다. 따라서 작은 양으로도 니트로글리세린을 기폭할 수 있으면서 도화선의 미약한 불꽃으로도 점화가 가능한 예민한 폭약이 필요하였다. 이 때문에 당시에 개발되어 있는 화약 중에 가장 적합한 화약으로 뇌홍이 선정되었다.

노벨이 뇌관에 실험을 착수했을 당시 뇌홍은 이미 총탄의 퍼쿠션 캡(percussion cap)으로 사용되고 있었다. 뇌홍을 기반으로 하는 뇌관의 개발은 성공적이었고 1864년 노벨은 주석 관체에 뇌홍을 장전한 'fuse blasting detonator' 를 발명하게 된다. 1867년 영국에 특허가 등록되었다. 만약 뇌홍 뇌관이 없었다면 니트로글리세린이 산업용 화약으로 사용되기까지는 오랜 시간이 걸렸을 것이다. 또한 니트로글리세린 이후 개발되는 Ammonium Nitrate Blasting Explosive나 다이내마이트와 같은 제품들도 산업용 화약으로 등장하는데 오랜 시간이 걸렸을 것이다.

1890년 쿠르티우스(Curtius)가 아지화연(Lead Azide)을 발명하고, 1907년 독일의 벨러(Wöhler)가 아지화연을 사용하는 뇌관의 특허를 등록한 후 뇌홍은 아지화연로 대체되기 시작하였다. 하지만 이때까지의 뇌관은 아지화연 등 한 종류의 기폭약만 사용하

는 단일 기폭약 시스템 뇌관(single compound cap)이었다. 제2차 세계대전 이후 뇌관은 기폭약(primary charge)과 침장약(base, main or secondary charge)으로 구분되는 두 가지 폭약을 사용하는 구조로 발전하게 되는데, 두 가지 폭약을 사용하였기 때문에 2중 기폭약 시스템 뇌관(composite or compound cap)이라고 한다.



[그림 19-1] 퍼쿠션 캡(percussion cap)  
출처: thewiki.kr



[그림 19-2] 미국의 남북전쟁 당시 사용했던 머스킷(Musket)  
출처: ko.wikipedia.org

처음 단일 기폭약 시스템 뇌관은 No. 1~No. 8로 분류되어 8가지가 있었다. 이 중 No. 8 뇌관은 기폭약으로 뇌홍 1.6g과 KClO<sub>3</sub> 0.4g을 사용하였는데 이 뇌관으로는 고폭약을 확실히 기폭시키기에는 어려웠다. 따라서 부스터의 사용이 필요하게 되었으며, 뇌관 자체에 부스터의 기능을 부여한 것이 바로 2중 기폭약 시스템 뇌관이다. 이후로 폭약의 종류가 다양해져서 부스터 기능의 침장약으로 TNT, Teteryl, PETN, RDX 등이 사용되었다. 기폭약 또한 다양하게 개발 되었다. 뇌홍을 시작으로 아지화연, DDNP, 테트라센, 뇌산염류, 디아조화합물류, 니트로화중금속염류와 그 혼합물 또는 염소산염 등 산화제를 혼합한 것까지 수 많은 기폭약이 개발되었다. 현재는 주로 아지화연, DDNP 등 몇 가지만 사용되고 있으며 나라별, 제조회사별 다양한 구조를 가진 특징 있는 뇌관들이 만들어지고 있다.

#### 4.2.3. 전기뇌관(electric detonator)

공업뇌관을 점화시키는 방법은 도화선을 사용하는 것이다. 하지만 여기에는 여러 가지 문제점들이 내포되어 있다. 먼저 발파 효율 측면에서 본다면 도화선의 길이와 연소속도를 가지고 발파 시간을 조절하는 것으로는 정밀한 발파를 할 수가 없는 것이다. 더하여 사람이 직접 도화선에 점화하는 방법으로는 여러 개의 폭약을 동시에 점화하는데도 한계가 있다. 안전성 측면에서는 도화선의 불규칙한 연소속도, 특히 속연현상과

작업자들의 실수 등으로 작업자가 대피도 하기 전에 폭약이 폭발되는 사고가 발생하는 문제도 있다. 이러한 도화선 발파의 문제점을 해결하게 된 것이 바로 전기식 점화 시스템을 적용한 전기뇌관이다.

전기뇌관에 대한 개발 가능성은 뇌홍 뇌관이 나오기 120년 전에 확인되었다. 1745년 영국의 왓슨(Watson)은 화약이 전기 스파크로도 점화된다는 사실을 발견한다. 당시 흑색화약을 취급하는 과정에서 종종 화재가 발생하였는데 화재원인을 조사하다 보면 현장에는 흑색화약의 분진과 전기스파크가 있다는 공통점을 발견할 수 있었다. 당시 이러한 발견은 흑색화약을 취급할 때 화재 예방을 위한 주의사항을 알아낸 정도에 불과했을지 모르지만 뇌관의 역사로 바라보면 전기 스파크로도 화약이 폭발된다는 것을 발견했다는 데 의의가 있는 것이다.

1749년 벤저민 프랭클린(Benjamin Franklin)은 압착한 소량의 흑색화약에 약간 간격을 두고 두 가닥의 전선을 꼽은 뒤, 전기를 통하면 두 전선 사이에서 발생하는 전기 스파크에 의해 흑색화약이 점화되고 그때 발생하는 화염으로 다른 흑색화약까지 점화시킬 수 있다는 사실을 확인하였다. 뇌관으로 장약을 기폭시키는 원리와 동일한 방법을 개발한 것이다. 하지만 이 장치는 흑색화약에 점화를 할 수 있을 정도였을 뿐 다이너마이트 등 고폭약을 기폭시킬 수 있는 것은 아니었다. 프랭클린의 아이디어는 더 이상 발전되지 못하고 잊히고 말았다.

1830년 모시스 쇼(Moses Shaw)는 프랭클린과 유사한 장치를 만들었다. 뇌산은(Fulminating Silver, AgCNO)과 흑색화약의 혼합물을 기폭약으로 사용하고 여기에 전기를 통하면 그 기폭약이 폭발하면서 동시에 장약인 흑색화약을 폭발시킬 수 있는 장치를 만든 것이다.

전기뇌관은 전기로 화약을 기폭시키는 방법에 따라 크게 두 가지로 구분한다. 하나는 두 전기 사이에 간격을 두고 그 간격에 화약을 채워 넣은 다음 전류를 흘려 두 전극 사이에서 발생하는 스파크를 이용해서 화약을 기폭시키는 방법이고, 다른 하나는 두 전극 사이에 저항이 큰 와이어(wire)를 연결해서 전류를 흘릴 때 발생하는 열로 화약을 기폭시키는 방법이다. 전자의 경우는 고압전류가 필요하기 때문에 'high tension caps' 이라 하고 후자의 경우를 'low tension cap' 이라 한다. 오늘날 우리가 보편적으로 사용하고 있는 전기뇌관이 바로 'low tension cap' 이다.

1830년 모시스 쇼가 개발한 장치는 'high tension cap' 로서 실용화에는 크게 불만족스러운 상태였다. 하지만 1832년 쇼가 다시 미국 펜실베이니아 대학의 로버트 헤어(Robert Hare)와 협력하여 최초로 'low tension cap' 을 만들어냈다. 배터리를 사

용해서 저항이 큰 가느다란 전선(bidge wire)을 고온으로 발열시켜 화약을 기폭시키는 장치였다. 당시 사용한 점화약은 염산칼륨에 비소(As)나 유황을 배합한 혼합물이었는데 오늘날 사용하고 있는 전기뇌관의 기본 아이디어라고 할 수 있다. 하지만 이때는 아직 공업뇌관이 만들어지기 전으로서 역시 하나의 아이디어였을 뿐이고 본격적으로 전기뇌관이 구성되고 만들어진 것은 1864년 노벨에 의해 뇌홍뇌관이 만들어진 이후라고 할 수 있다.

노벨에 의해 전기뇌관과 전기점화장치가 개발되었지만 배터리를 이용한 전기뇌관의 발파작업은 또 다른 문제가 있었다. 오늘날의 비해 배터리의 성능에 한계가 있었기 때문이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 1850년 오스트리아의 에브너(Baron Von Ebner)가 'Electric Friction Machine' 이라는 발파기를 개발한다. 하지만 이 발파기도 현장에서 널리 사용할 수 있는 수준은 아니었다. 발파 현장에서 실용 가능한 발파기는 1869년 스미스(H. Julius Smith)가 에브너의 장치를 개선하면서 만들어졌다. 스미스는 자기가 만든 발파기를 후삭 터널(Hoosac Tunnel)공사에 처음으로 적용하여 발파작업을 성공적으로 마칠 수가 있었다고 한다. 그 후 모우브레이(Mowbray)가 다시 스미스의 발파기를 개량하여 'Power Keg' 라는 발파기를, 1871년에는 모시스 파머(Moses G. Farmer)가 Hand-cranked 발파기를 만들었다. 이 후에 스미스가 다시 Hand-crank 대신 Rack and pinion을 사용하는 새로운 아이디어를 추가하면서 전기뇌관의 사용이 더 편리해졌고 널리 보급될 수 있었다.



[그림 20-1] 연습전기뇌관(KM752)  
출처: kpyro.com



[그림 20-2] KOBLA사 발파기  
출처: kobla.co

#### 4.2.4. 지발 전기 뇌관(delay electric detonator)

h전기뇌관의 등장으로 발파 현장에서는 안전성과 생산성이 획기적으로 향상되었지만, 당시의 전기뇌관은 도화선의 장점인 뇌관을 터뜨려 주는 시간을 조절하는 기능은 없었다. 도화선은 정밀하지도 못해도 그 길이를 가지고 연소시간을 조절할 수

가 있었지만, 당시의 전기뇌관은 순발전기뇌관(瞬發電氣雷管, instantaneous electric detonator)으로서 여러 개의 뇌관을 동시에 점화시킨 후 순차적으로 기폭시키는 다단 발파는 할 수가 없었다.

이를 해결하기 위해 방법은 1910년 영국에서 처음 시도되었다. 도화선 한쪽에 전기 점화장치를 결합하고 다른 한쪽에는 공업뇌관을 결합하여 전기점화를 하면서 기폭시간까지 조절이 가능하도록 한 것이다. 오늘날 지발전기뇌관의 시초라 할 수 있다. 하지만 이 전기뇌관은 도화선의 양단이 모두 밀폐되었기 때문에 도화선이 연소할 때 발생하는 연소가스에 의해 내부 압력이 증가와 속연 현상이 발생하는 문제점이 있었다. 이를 예방하기 위해 가스 방출용 배기구(Vent Hole)를 뚫기도 하였으나 폭약의 조기폭발 문제점을 완전히 해결하지는 못하였다. 이 후 에쉬바흐(Eschbach)는 가스 발생이 매우 적은 연시약(延時藥, delay powder)을 연구하고 배기구(Vent Hole)가 필요 없는 전기뇌관 전용 연시 도화선이 개발되었다. 이러한 ‘gasless delay powder’의 등장으로 밀리초 단위의 매우 다양한 지연초시를 가진 지발 전기뇌관 생산이 가능하게 되었다. 이 연시도화선은 우리나라에서도 오랫동안 사용되었으나 현재는 지연초시가 더욱 정밀한 알루미늄이나 아연 또는 납과 같은 금속관에 연시약을 충전한 일명 금속관식 연시장치가 사용되고 있다.



[그림 21] 전기뇌관 단면도  
출처: www.koryoexp.co.kr

#### 4.2.5. 비전기 뇌관(non-electric detonator)

전기뇌관의 사용으로 도화선 사용에서 발생하는 사고는 어느 정도 막을 수 있었으나 다른 유형의 사고가 발생하기 시작하였다. 전기뇌관은 전기를 이용하여 화약을 기폭시키는 것이기 때문에 원치 않는 전기가 인입되어도 폭발은 일어나고 결국 사고로 연결될 수 밖에 없다. 이러한 사고의 원인이 되는 전기의 유형에는 누설전류, 정전기, 무선전파에너지, 낙뢰 등이 있다.

1967년 스웨덴의 NNAB사에서는 이러한 전기뇌관의 단점을 보완할 수 있는 전기를 사용하지 않는 새로운 점화시스템을 개발하게 되는데 그것이 바로 시그널 튜브

(signal tube, shock tube)이다. 시그널 튜브는 내경 약 1mm, 외경 3mm의 튜브 내면에 HMX(octogen, high melting point explosive)와 알루미늄(Al) 분말을 혼합한 화약을 미량 코팅한 장치이다. 기능은 전기뇌관에 버금가면서도 안전성은 도화선 수준의 기폭시스템이라고 할 수 있다.

이 시그널 튜브식 비전기뇌관은 그 효능이 인정되어 1990년대 전 세계로 전파되었고 현재 가장 발전된 형태의 산업용뇌관으로 자리 잡고 있다. 물론 이 비전기시뇌관도 일부 단점은 있지만 유럽 등에서는 안전성 측면을 중시하여 시그널 튜브식 비전기뇌관의 사용이 매우 활성화되어 이미 상당 부분 전기뇌관을 대체하였으며, 우리나라에서도 점차 그 사용량이 증가하고 있다.



[그림 22] 노넬 비전기뇌관 단면도  
출처: www.koryoexp.co.kr

## Bomb Suits에 대한 NIJ 인증은 무엇이고, 왜 그것이 중요한가

Dr. Aris Makris, Ph.D.

기계공학 박사 학위를 보유하고 있으며 총격파, 폭발, 관련 보호 기술 분야에서 30년 이상의 전문지식을 가진 전문가. 폭발물 처리(EOD)를 위한 여러 세대의 고급 개인 보호 장비를 개발하는 등 수많은 연구개발 프로그램을 이끌었으며 또한 산업 표준 및 NATO 작업 그룹 개발에도 참여

Dr. Jean-Philippe Dionne, Ph.D

기계공학 박사 학위를 보유하고 있으며 폭파, 폭풍파 및 연소 분야에서 20년 이상의 경험을 쌓은 전문가. 폭발물에 대한 보호 장비와 테스트 방법론 및 보호 표준 개발과 관련된 수 많은 프로젝트에 참여

역사적으로 방폭보호의 제조업체는 EOD 슈트 설계를 정량화하고, 특성화하기 위해 여러 개의 성능 표준 혹은 시험 절차에 의존하거나, 관련 기술 분야에서 영감을 얻곤 했다. 테스트 방법은 많은 실험과 그 결과값이 서로 일관되지 않았으며, 실험에 대한 표준화 및 문서화 된 세부 사항이 없어 테스트 결과가 일관되게 재현되거나 비교되지 않아 신뢰할 수 없었다. 때때로 슈트 공급자는 스스로의 기술적 오해로 인해 제품 성능에 대한 입증에 되지 않은 주장을 하거나, 승인된 테스트 방법을 엄격하게 준수하지 않은 실험데이터를 제공했다. 당연히 최종 사용자가 실험의 적합성, 절차 준수, 결과의 정확성 또는 실험실 인증에 대한 다양한 테스트 보고서를 평가하기는 어려웠다.

10년 이상의 개발 끝에 2016년 공공 안전 방폭보호의에 대한 미국 NIJ 0117.01 표준이 발표되면서 표준화된 EOD PPE(Personal Protective Equipment) 평가에서 기존 평가의 어려움이 해소되었다. 이는 EOD 슈트가 공인 기관에 의해 공식적으로 인증되면서, 사용자에게 객관적인 증거와 신뢰도를 제공하기 위함이었다. EOD 슈트에 대한 NIJ 표준의 필요성은 NIST (National Institute of Standards and Technology)가 지원하는 NBSCAB (National Bomb Squad Commanders Advisory Board)에 의해 시작되었으며, NIJ (National Institute of Justice)의 후원으로 DoD (전문가들이 상주하는 다양한 국방부 실험실) 및 산업계 참가자들의 지원을 받았다.

NIJ 인증은 NIJ가 승인한 인증 기관을 통해서만 획득할 수 있으며, 공인된 제3의 실험실에서 표준 테스트 방법을 준수해야 한다. 이 조직은 초기 테스트는 물론 연간 테스트 절차와 슈트 제조 시설에 대해 감사를 시행하여 전체 인증 과정에 대해 긴밀하게 관여한다. 이러한 제3자 감독 활동은 표준과 규정에 따라 제조된 방폭보호의를 인증함으로써 최종 사용자에게 신뢰를 주기 위한 것이다. 방폭 보호의의 설계는 최소한 NIJ 0117.01에 규정된 것을 충족해야 한다. 최소 기준 내에서 명시적으로 규정되지 않은 많은 추가 기능 및 특성을 최종 사용자가 인지해야 하며, 조명, 통신, 냉각, 기능 환경 설정, 배터리 전원 수명, 그리고 전자 서명 관리 등과 같은 사항들은 현재 사용 가능한 대부분의 최신 방폭보호의를 구매할 때 고려해야 한다.

따라서 NIJ 표준은 모든 공학 분야 (예 : 모든 폭발 위협, 인적 요소, 광학, 시야, 전자 장치, 제조 품질, 라벨 표시 등)에서 방폭보호의를 적절하게 평가하고 확인하기 위해 광범위한 전문지식 없이도 정부 기관이 EOD PPE(Personal Protective Equipment)를 선택하고 조달하는 데 도움을 줄 수 있다.

### 공공 안전 방폭 보호의에 대한 NIJ 0117.01 표준의 하이라이트 보호

NIJ 0117.01 V50 파편 측정법은 MIL-STD-662에서 영감을 얻었다. 합격 불합격의 기준은 발사체를 시뮬레이션하는 세 가지 파편을 기반으로 한다 (17, 44, 207 - 그레인, 그림 1 참조).

207-그레인 (13.4g)의 큰 파편으로 슈트에서 고도로 보호되는 영역 (가슴 전면부, 목 및 사타구니 판)에 대해 신뢰할 수 있는 V50 등급을 결정한다. 이 보호 영역에 대해 실제 위협을 나타내는 고에너지 207-그레인파편을 기반으로 V50 파편보호 등급을 획득하는 것은 당국이 권고하는 실용적인 접근법이다.

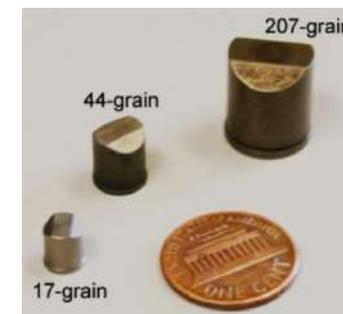


그림 1 : NIJ 0117.01 파편 발사체 시뮬레이션 (17, 44, 207 - 그레인)

과거에는 17-그레인 파편 시뮬레이터를 기반으로 한 V0 등급이 슈트 파편보호 영역 특성으로 사용되는 경우가 있었다. 그러나 STANAG 2920을 기반으로 한 보호 등급인 17-그레인 V0 등급은 추정된 V0 속도의 1.5 배로 파편을 발사해야 하는 요구 사항을 감안 할 때 사실상 불가능 하다.(현재 알려져 있는 공인 실험실에서 이 속도로 파편을 발사할 수 없다)



그림 2 : NIJ 0117.01 폭발 과압 시험에 대한 고속 비디오 이미지. 무릎꿇고 마주하여 2 ft (0.6m) 거리에서 1.25 lbs (0.567kg)의 C-4 폭발. 더 많은 데이터를 위해 2개의 마네킹을 이용.

기준에는 슈트의 폭발 후 무결점에 대한 질적 평가가 포함되는데 이는 무릎을 꿇은 자세의 Hybrid III 마네킹과 2 ft (0.6m) 떨어진 거리에서 구체 모양의 C-4 폭발물 1.25 lbs (0.567kg)를 터트렸을 때의 폭발에 대한 것이다 (그림 2).

여기에는 제자리를 유지하는 보호력, 폭발 후 노출된 틈이 생기지 않아야 하는 등 많은 질적 요건이 포함된다. NIJ 표준은 현재 폭발압력의 감소를 명시하지 않기 때문에, ASTM 작업 그룹 WG22759는 Bomb Suits의 정량적 폭발압력 평가를 위한 시험 방법의 표준화 작업을 시작했다. 이 방법론은 NIJ 슈트 폭발 후 무결점 시험을 보완할 것이다. 이 새로운 ASTM의 작업은 최종 사용자들, NIST 및 업계 전문가들의 지원을 받는다.

NIJ 방폭 보호의 표준이 발표되기 전에는, 여태껏 초점이 충격에 대한 내용보다는 폭발압력과 파편 방호에 맞춰져 있었다. 실제 폭발 사건의 현장 경험을 통해서 폭발 또는 직접적인 충격으로 인하여 매우 흔하게 발생하는 외상성 뇌손상 발생을 줄이기 위해 헬멧 충격 보호의 필요성이 강조되었다. 따라서 NIJ 0117.01 표준은 EOD 헬멧이 높은 충격 보호를 제공하는지 확인하기 위해 엄격한 헬멧 테스트가 요구된다. 테스트 방법은 9개의 헬멧을 각각 8번씩 떨어뜨려 총 72회의 충격을 가한다 (그림 3).



그림 3 : 헬멧 드롭타워에서 외상성 뇌 손상에 관한 테스트 실시. 3가지 온도에서 72번 실시. - 지반 및 기타 장애물에 대한 폭발물 기술자의 충격을 나타내는 드롭타워 테스트

충격 에너지 및 합격 / 불합격 기준치는 머리 충격 보호의 중요성을 인식하여 외상성 뇌 손상의 위험을 완화하기 위해 EOD 작업에 맞게 맞춤화 되어있다. 테스트는 세 가지 온도에서도 수행된다. (68° F / 14° F / 131° F 또는 20° C / -10° C / +55° C). 이러한 온도는 폭발물 기술자가 극도의 고온 및 저온 조건에서 작업 시에도 헬멧에 의한 보호를 보장한다. 이 표준에는 슈트를 위해 특별히 개발된 다중 온도 척추 보호 테스트(특정 슈트 제조업체가 때로는 사용하는 오토바이 표준 테스트와는 다른 테스트)도 적절한 기준치를 적용하여 포함한다.

이 유형의 테스트는 기술자가 폭발력에 의해 강제로 날아가게 되는 경우 척추에 대한 충격 보호에 대한 필요성을 실험한다.

NIJ 표준에는 ASTM D6413-99를 기반으로 한 슈트 외피 및 헬멧 셀에 대한 내화성 테스트가 포함된다. 합격 / 불합격 요구 사항은 EOD 애플리케이션에 맞게 맞춤화 되어 IED가 폭발할 때 발생 되는 순간적인 고온의 열 위험으로부터 보호를 보장한다.

### 인적 요소

Bomb Suits의 주요 목표는 주요 폭발 위협으로부터 사용자를 보호하는 것이지만, EOD 슈트는 폭발물 처리 작업에 대한 방해도 최소화해야 한다. 따라서 NIJ 표준에는 엄격한 시야 요구 사항이 포함된다. 정적 시야 테스트 (그림 4)는 헤드폼과 레이저 시스템으로 수행되어 실제 폭발물 기술자의 요구 사항에 따라 결정된 기준치로 객관적인 측정을 보장한다 (예 : 장치를 조작할 때 하향 시야, 주변 시야를 위한 수평 시야).



그림 4 : 헬멧을 헤드폼에 장착하고 다양한 각도에서 시험된 NIJ 정적 FOV 장비

동적 시야 테스트 (그림 5)는 헬멧과 보호 플레이트가 적절하게 결합이 되는지를 평가한다. 이러한 테스트는 옷깃 또는 전면 플레이트와 같은 슈트 구성 요소에 의해 시야가 차단되지 않도록 한다. 왜곡 수준, 빛 투과, 굴절력 및 안개 저항 수준을 평가하는 바이저 광학 테스트도 세심하게 수행하여 명확한 가시성을 보장하고 시각적 산만함을 방지한다. 마지막으로 NIJ 0117.01의 규정에 따라 바이저 김서림을 방지하는 까다로운 헬멧 시스템의 능력을 평가하기 위한 런닝머신 테스트를 수행한다.



그림 5 : NIJ Dynamic FOV 테스트 - 머리 및 신체 움직임

추가로, NIJ 0117.01에는 인체 공학과 관련하여 EOD 작업 운동에 대한 요구 사항이 있다. 예를 들어, 장애물 극복과 관련된 장애물 코스를 비롯하여, "뒤로 놓고 일어서기"와 "무릎 꿇었다가 일어나기"와 같은 다른 테스트도 포함된다. 이러한 시험을 통해 착용자는 자신의 작업에 필요한 중요한 동작을 쉽게 수행할 수 있다.

크기 치수, 최대 무게 및 라벨 가독성도 명시적으로 규정되어 있다. 따라서 NIJ 표준 인증은 EOD와 관련한 광범위한 테스트 방법을 통해 방폭보호의에 대한 명확하고 독립적인 평가를 제공한다. 모든 테스트는 NIJ의 후원하에 수행되며, 자격을 갖춘 제

3자 및 공인 실험실의 공인 표준 기관이 감독한다. 따라서 최종 사용자와 해당 조달 기관은 더이상 공급 업체의 신뢰성, 주장 또는 서로 다른 실험실 및 테스트 방법에 따른 많은 시험 성적서들에 전적으로 의존하지 않아도 된다.

### NIJ 표준을 넘어서

EOD 커뮤니티를 위한 중요한 진전이지만 NIJ 0117.01은 "최소 표준"으로 남아 있는데, 이는 최종 사용자가 요구할 수 있는 가능한 모든 보호 및 기능 요구 사항을 다루지 않기 때문이다. 따라서 조달 기관은 방폭 보호의를 선택할 때 다른 요구 사항도 고려해야 한다. 머리의 가속도, 귀 및 가슴 압력을 포함하여 통계적으로 유의미한 데이터 샘플을 기반으로 한 폭발압력양 측정이 필요하다. 보호와 직접적으로 관련되지 않은 기타 슈트 기능들도 신중하게 고려해야 한다. 예를 들어 폭발물 기술자는 안전한 방식의 원격 통신이 (음성, 데이터, 이미지) 필요할 수 있다.

방폭 보호의와 헬멧 내의 모든 전자 장치는 비교적 덜 엄격한 산업 표준 (EN, FCC) 과는 달리 전자파 적합성 (MIL-STD 및 DEF-STAN에 따른 방출 및 민감성)은 보다 관련성이 높고 엄격한 군사 표준을 충족해야 한다. EOD 슈트는 어두운 영역에서 작업할 수 있는 적절한 조명을 제공해야 하며 다양한 신체 크기와 모양에 맞아야 한다 (여성 5 백분위 수에서 남성 95 백분위 수 권장). 또 한 고온의 환경에서 작업을 수행할 때에는 개인 냉각 또는 환기 장치가 필요할 수 있다. 인체 공학적 측면 또한 시뮬레이션 된 시나리오에서 기본 기능만 보장하는 NIJ 요구 사항 이상으로 평가되어야 한다.

또한, 구매 대행사는 방폭보호의 제조업체가 확실한 고객 지원과 함께 오래 지속되고 품질 및 신뢰성이 높은 제품을 제공하여야 한다. NIJ의 제조 시설 감사는 이러한 측면에서 중요한 역할을 한다.

CE 인증이나 RoHS 준수, 그리고 일부 지역 표준과 같은 제품에 대한 기타 인증은 특정 국가에서 조달하여 사용할 방폭 보호의에도 적용될 수 있다. 끝으로 보호의에 대한 NIJ 인증은 일정 기간이 경과하거나 다수의 보호의가 제조된 후 정기적인 재 인증을 받아야 하므로 품질과 성능에 대한 지속적인 확인과 감독을 해주어야 한다.

### 결론

NIJ 0117.01 표준에 대한 방폭보호의 인증은 관련 EOD 위협에 대해 완전히 독립적이고 포괄적이며 신뢰할 수 있는 성능 검증을 보장하는 방법이다. 이는 문서화 된 제조 공정을 공식 임명 및 인가된 조직에 의한 정기적 독립 감사를 통해 수행된다.

NIJ 0117.01에 대한 자체 인증 또는 근거 없는 "NIJ 기준 충족"에 대한 주장은 허용되지 않는다.

최종 사용자는 NIJ 표준에 공식 인증된 슈트를 소유하는 것을 넘어, 기준상에는 명시적으로 언급되지 않았지만 중요할 수 있는 슈트의 추가적인 기능들을 지정해야 한다.

## 항공보안장비, 국내 제도 및 시험인프라 구축으로 산업 발전 기대

한국산업기술시험원 항공국방신뢰성센터장 **유상우**



1996-2002 고려대학교 전기전자전파공학 학사

0000-2015 한양대학교 기술경영학 석사

2017-현재 산업부 신뢰성 인증 지정평가센터 센터장

2017-현재 국방기술품질원 무기체계 시험평가 실무 위원

2017-현재 합동참모본부 무기체계 시험평가 전문위원

2017-현재 국토교통부 항공보안장비 시험센터 센터장

2017-현재 국토교통부 항공보안장비 인증심사위원

### [목차]

1. 제도의 도입 배경
2. 항공보안장비 성능인증제 소개
3. 충남 서천군에 '항공보안장비 시험인증센터' 구축
4. 향후 과제

2018년 10월부터 항공보안장비 성능인증제가 시작되었다. 2019년 10월부터 철도 보안검색장비도 인증 의무화가 시행되었으며 항만분야에서도 관련 법안이 발의되었다. 한편, 제도의 원활한 운영을 위해 시험인프라가 충남 서천군에 들어서는 가운데 2021년 착공을 시작으로 2023년에 본격 운영될 예정이다. 그동안 외산 장비에 잠식되었던 보안검색장비 시장이 국내 기업에 개방되면서 국산화 촉진 및 관련 산업 활성화가 기대된다.

### 1. 제도의 도입 배경

최근 국제 테러 위협은 그 빈도와 규모가 날로 증가하고 있으며, 테러에 사용하는

표 61 항공보안장비 성능인증제 관련조항

구분	관련 조항
항공 보안법	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 제27조(항공보안장비 성능 인증 등)</li> <li>▶ 제27조의2(항공보안장비 성능 인증의 취소)</li> <li>▶ 제27조의3(인증업무의 위탁)</li> <li>▶ 제27조의4(시험기관의 지정)</li> <li>▶ 제27조의5(시험기관의 지정취소 등)</li> <li>▶ 제27조의6(수수료)</li> </ul>

제도의 세부 운용방안에 대해서는 다음과 같은 하위규정에 근거하여 시행되고 있다.

표 62 항공보안장비 성능인증제 하위규정

구분	관련 조항
항공 보안법 시행규칙	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 제14조의2(성능 인증의 신청 등)</li> <li>▶ 제14조의3(성능 평가시험 등의 면제)</li> <li>▶ 제14조의4(내용연수 도래 장비의 성능검사)</li> <li>▶ 제14조의5(제조사의 품질시스템 수시·정기점검)</li> <li>▶ 제14조의6(관련기록 관리 등)</li> <li>▶ 제14조의7(인증기관의 업무)</li> <li>▶ 제14조의8(시험기관의 업무)</li> <li>▶ 제14조의9(시험기관의 지정기준 등)</li> <li>▶ 제14조의10(시험기관 지정취소 및 업무정지의 기준 등)</li> <li>▶ 제14조의11(수수료)</li> </ul>
고시	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 항공보안장비의 종류, 운영 및 유지관리 등에 관한 기준</li> <li>▶ 항공보안장비 성능인증 및 성능 검사 기준</li> <li>▶ 항공보안장비 시험기관 지정 및 운영 등에 관한 규정</li> </ul>

## 2.2 인증대상

인증대상은 항공보안장비 종류, 운영 및 유지관리 등에 관한 기준(국토교통부고시 제2020-455호)에 따라 다음과 같이 구분된다.

기술과 수법이 다양화되고 있는 가운데, 이를 차단하기 위한 보안검색기술과 상호 추격전이 전개 중이다. 우리나라의 경우 상대적으로 안전한 지역으로 여겨져 왔으나, 이슬람국가(Islamic State, IS)가 우리나라를 테러 대상 60개국 내 포함하고 있고, 항공기내 불법행위 및 국내 불법체류자가 지속적으로 증가하는 등 위협요소가 상존하고 있다.

세계주요국(미국, 유럽 등)은 9.11 테러 이후 테러 위협을 차단하기 위한 보안검색절차를 강화하는 한편 항공보안장비를 항공기 안전을 저해하는 잠재적 위협요소를 차단하기 위한 최전선으로 인식하면서 항공보안장비 성능인증을 의무화하고 있다. 미국과 유럽은 이러한 인증 제도를 통해 테러 위협을 효과적으로 대응하는 동시에 보안검색 신기술 개발 및 실용화를 유도하고 있으며, 세계 보안검색장비 시장 역시 미국, 유럽을 중심으로 양분되어 있는 형태로 후발주자인 중국이 선진 기술을 확보하면서 가파르게 성장하고 있다.

국내 항공보안장비는 약 99% 이상 해외 수입에 의존하고 있다. 국내에서 개발된 항공보안장비의 경우, 국내 제도의 부재로 인해 미국 교통보안국(TSA) 인증, 유럽 민간항공위원회(ECAC) 인증을 획득해야 상용화가 가능하나, 인증기준 비공개 등 항공보안장비 인증의 특수성으로 인해 인증 획득이 어려워 국내 산업기반이 전무한 상태이다.

이에 따라 국토교통부는 항공보안기본계획(2017~2021)을 통하여 보안 산업 활성화 및 보안통제 강화를 주요 정책목표로 설정하고, 2013년부터 관련 분야 연구개발(R&D) 사업과 제도 도입을 위한 관계기관 전문가 협의체 운영 등을 통해 항공보안장비 성능인증제의 도입을 준비하였다. 2017년 10월 「항공보안법」 개정을 통해 제도적 기반을 마련하고, 그간 「항공보안장비 성능인증 및 성능검사 기준」 등 하위 규정을 제·개정하면서 2018년 10월부터 본격적으로 시행하게 되었다.

## 2. 항공보안장비 성능인증제 소개

### 2.1 법적근거

국내 공항에 설치·운영되는 항공보안장비 인증을 강제화한 제도로 항공보안법 제27조에 근거하고 있다. 항공보안법의 관련조항은 다음과 같다.

표 63 항공보안장비 종류

종류	정의
엑스선 검색장비	▶ 엑스선 방식을 통해 검색 물체의 내용을 모니터에 영상으로 표시하는 검색 장비로 용도에 따라 소형(휴대물품용), 중형(위탁수하물용), 대형(화물용)으로 구분
폭발물 탐지장비	▶ 이온분석, 엑스선 검색, 중성자검색, 기타 탐지방법 등에 의하여 폭발물 및 폭약성분을 탐지하는 장비
폭발물흔적 탐지장비	▶ 검색대상물에 묻어있는 화학성분을 흡입하여 화학적인 이온분석 방법 등을 이용하여 폭발물 및 폭약성분의 흔적을 탐지하는 장비
액체폭발물 탐지장비	▶ 폭발성이 높거나 연소성이 높은 액체류 위험물 및 액체상태의 폭약성분을 탐지하는 장비
금속탐지장비	▶ 전기 자기장을 이용하여 금속물체를 탐지하는 장비로 문형과 휴대형으로 구분
신발검색장비	▶ 금속탐지장비로 검색이 어려운 신발 아래쪽과 발목 등에 은닉한 금속물체를 탐지하는 장비
원형검색장비	▶ 금속탐지장비에 의하여 탐지하기 어려운 무기 또는 폭발물 등 위험성이 있는 물건을 신체에 대한 접촉 없이 탐지하여 그 내용을 모니터에 영상으로 표시하는 검색장비

엑스선검색장비	폭발물탐지장비	폭발물흔적탐지장비	액체폭발물탐지장비
			
문형금속탐지장비	휴대용금속탐지장비	신발검색장비	원형검색장비
			

### 2.3 업무절차와 수행체계

항공보안장비 성능인증제의 주요 업무에는 공항의 보안검색에 사용하기 위한 장비의 최초인증인 성능인증(법 제27조의제1항)과 내용연수 도래 장비의 연장사용을 위한 성능검사(법 제27조의제2항)가 있다. 성능인증 수행을 위한 업무절차는 다음과 같다.

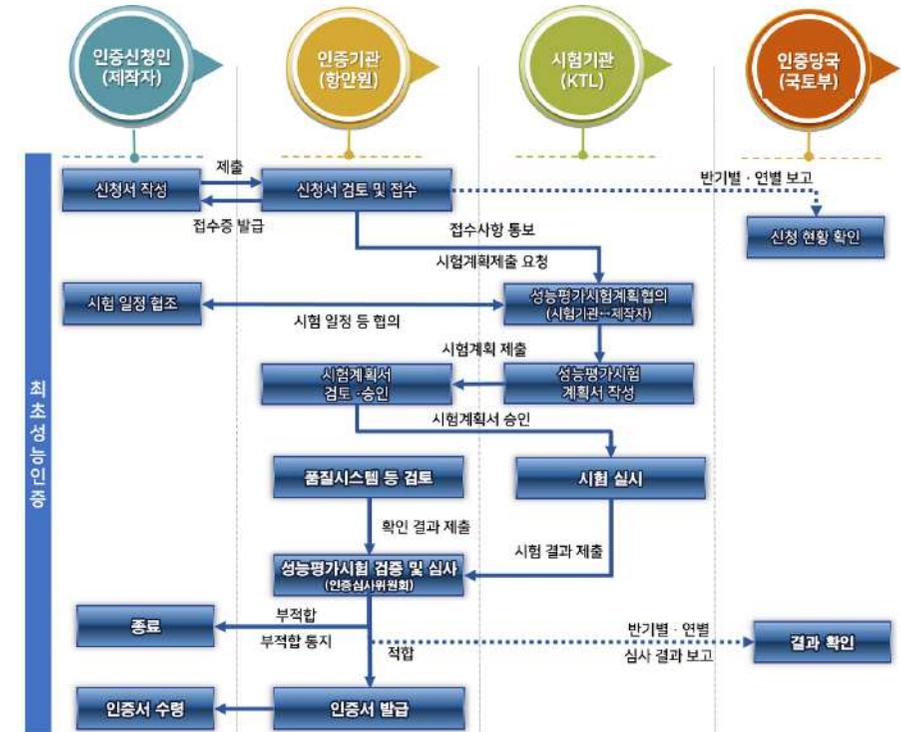


그림 295 성능인증 업무 수행절차

성능검사는 신청인, 성능검사기준, 소요기간 등에 차이가 있을 뿐 상기 성능인증 업무 절차의 흐름과 대동소이하게 진행된다.

한편 인증업무의 수행체계는 객관성 및 공정성 확보를 위해 인증기관과 시험기관이 분리 운영하도록 구성하였다. 인증기관은 인증업무의 전문성과 신뢰성 확보를 위해 대통령령으로 항공안전기술원(항공보안법시행령 제19조의2)에 위탁하였다. 인증기관의 주요 업무는 성능인증 및 성능검사 신청서 접수, 성능인증시 제작사의 품질시스템 평가, 최종적으로 성능인증 및 성능검사 기준의 적합성 여부를 확인하고, 성능인증서 및 성능검사 확인서 발급 등을 수행한다. 시험기관의 경우 항공보안법에 시험기관 지정기준을 제정하였고, 관련 규정에 따라 심사하여 지정하도록 되어있는데, 현재까지 한국산업기술시험원(2019년 5월 지정)이 단독으로 지정되어 운영하고 있다. 시험기관의 주

요 업무는 성능인증시 제작자가 의뢰한 장비가 성능인증기준에 충족하는지 확인하기 위한 성능평가시험, 성능검사시에는 장비가 성능기준을 유지하고 있는지 확인하기 위한 성능검사시험 등을 수행한다.

## 2.4 인증기준

항공보안장비 성능을 확인할 수 있는 기준은 하위고시인 항공보안장비 성능인증 및 성능검사 기준(국토교통부고시 제2020-456호)의 별표 1과 2에 나와 있다.

항공보안장비 8종에 대한 성능인증기준은 성능, 기능, 운용성, 안전성 등의 항목으로 구성되어 있으며, 일부항목에 대해서는 테러 위협에 노출될 수 있으므로 비공개로 관리하고 있다.

표 65 성능인증기준 항목 구성

구분	성능	기능	운용성	안전성
엑스선검색장비	1개	9개	8개	2개
폭발물탐지장비	3개	3개	5개	3개
폭발물흔적탐지장비	3개	3개	5개	-
액체폭발물탐지장비	3개	1개	4개	-
문형금속탐지장비	2개	6개	7개	1개
휴대형금속탐지장비	1개	2개	5개	1개
신발검색장비	2개	1개	2개	-
원형검색장비	2개	3개	3개	3개

항공보안장비 8종에 대한 성능검사기준 역시 성능, 기능, 운용성, 안전성 등의 항목으로 구성되어 있으며, 내구연한 도래 장비의 연장사용을 위한 검사로 성능유지를 확인하기 위한 최소한의 항목으로 구성되어 있다.

표 65 성능인증기준 항목 구성

구분	성능	기능	운용성	안전성
엑스선검색장비	1개	9개	3개	2개
폭발물탐지장비	2개	1개	1개	3개
폭발물흔적탐지장비	2개	3개	3개	-
액체폭발물탐지장비	2개	1개	2개	-
문형금속탐지장비	2개	3개	4개	-

휴대형금속탐지장비	1개	2개	2개	1개
신발검색장비	2개	1개	-	-
원형검색장비	2개	2개	-	-

## 3. 충남 서천군에 ‘항공보안장비 시험인증센터’ 구축

국토교통부의 본격적인 제도 시행에 따라 국토교통과학기술진흥원에서는 제도의 원활한 추진과 국제수준의 제도 고도화를 위해 성능인증기술 연구 및 시설인프라 구축을 위한 240억원 규모(정부 100억원, 지방비 140억원)의 사업에 착수하였다. 사업개요는 다음 표와 같다.

표 65 성능인증기준 항목 구성

구분	내용
사업명	항공보안장비 성능인증제 추진을 위한 시험인증기술 개발
사업기간	2019년 4월 ~ 2023년 12월
사업비	240억원(정부 100억원, 지방비 140억원)
연구기관	한국산업기술시험원(주관), 경기대학교, 대덕대학교, 항공안전기술원, 한국항공우주산업진흥협회
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 항공보안장비 성능인증 시험기술 고도화</li> <li>▶ 항공보안장비 성능인증제 정착 및 운영체계 발전방안 연구</li> <li>▶ 항공보안장비 성능인증 인프라 구축 및 시험가동</li> </ul>

사업의 목표 중 하나인 항공보안장비 시험인증센터 구축을 추진하기 위해 주관기관인 한국산업기술시험원은 지난 2019년 7월부터 10월까지 구축 대상지역 선정을 위한 전국 지방자치단체를 대상으로 유치기관 공모를 추진하였고 그 결과 충청남도 서천군이 최종 선정되었다.

충남 서천군 장항국가생태산업단지에 구축될 항공보안장비 시험인증센터는 연면적 4,900㎡, 건축면적 3,000㎡ 규모로 총 4개동(연구동, 시험동, 옥외저장소 등)이 건립된다. 현재 설계를 진행하는 가운데 2021년 착공을 시작으로 2022년에 준공될 예정이며, 2023년부터는 본격 시험인증센터가 운영된다.

표 65 성능인증기준 항목 구성

구분	내용
위치	충남 서천군 장항국가생태산업단지
면적	13,297㎡ (연면적/건축면적 : 4,900㎡ / 3,000㎡)
건축규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 총 4개동</li> <li>- 연구동 : 일반 기술/정책 연구 등 사무공간, 신청자를 위한 고객센터, 회의실 등</li> <li>- 시험동 : 항공보안장비 성능평가시험 공간</li> <li>- 저장소 : 시험평가에 사용되는 화학물질 저장공간</li> <li>- 지원시설</li> </ul>
조감도(안)	

시험인증센터는 한국산업기술시험원이 운영할 예정으로, 제도 운영을 위한 시험기관 업무를 수행함과 동시에 국제수준의 성능인증 시험기술 확보를 위해 지속적인 성능인증기준 연구 및 시험기술 개발 등을 수행할 계획이다. 또한 항공보안장비 시험인증센터는 국내 개발된 장비의 검증을 위한 필수 인프라로 항공보안장비의 개발 및 인증에 필요한 종합기술지원을 할 것이다. 시험인증센터는 국내 개발기업의 유인 효과도 있어 향후 보안검색장비 클러스터를 주변에 형성할 수 있을 것으로 기대 된다.

#### 4. 향후 과제

국내 제도의 시작과 시험인증센터의 구축은 그동안 전적으로 해외 제품 및 기술에 의존하던 항공보안장비의 국내 생산을 위한 시발점으로 그동안 인증제 보유국가만이 독식한 국내외 항공보안장비 시장에 국내 업체도 진출할 수 있는 발판을 마련하였다

는 점에서 중요한 의의가 있다. 또한, 현재 구축 중이 시험인증센터는 제도 운영을 위한 주요 기반시설로 항공보안장비의 성능인증 및 검사, 관련 연구개발, 정책연구, 기술 컨설팅 등의 중심이 될 것으로 기대된다.

이처럼 제도 정비가 완료되었고, 시험인증센터의 구축이 원활히 진행되는 가운데 앞으로의 과제는 국제수준의 제도 고도화와 산업 활성화라 할 수 있다.

국내외 항공보안장비 시장을 점유하고 있는 미국, 유럽, 중국 등과 항공보안 교류협력 강화를 통해 항공보안장비 상호인증을 단계적으로 추진하고, 국산 장비의 해외 시장 진출 기반을 마련해야 한다. 그러기 위해서는 시작 단계인 국내 제도를 활성화시키고, 국산 장비의 기술경쟁력 확보하는 등 국내 제도 고도화를 위한 지속적인 노력이 필요하다.

국내 제도가 시작되었다고는 하나, 국내 항공보안장비 시장이 아직은 크지 않기 때문에 국내 기업들의 시장 진입을 위한 투자가 쉽지 않은 현실이다. 다행인 것은 항공분야 뿐 아니라 철도 보안검색장비 성능인증제가 시행이 되었고, 최근 국제항해선박 및 항만시설의 보안법과 테러방지법 등 입법 발의로 항만 및 국가중요시설에 운용되는 보안검색장비의 인증이 법적 의무화 되면서 국내 보안검색장비 시장 육성을 위한 기반이 마련되어 향후 시장 성장이 예상 된다. 이에 최근 AI 기술을 접목한 장비, 스마트 보안검색절차, UAM(Urban Air Mobility) 과 같은 새로운 교통수단에 대한 보안검색 시스템 구축 등 장비의 첨단화·최신화가 요구되면서 국내 기업의 관심도 높아지고 있다.

국토교통부에서는 제도 정비와 함께 2013년부터 첨단 검색기술 개발과 실용화를 위한 투자를 지속해왔다. 국내 기업을 주도로 하여 해외 인증에 대한 다수 경험을 축적해 오면서 기술력을 확보했으며, 조만간 가시적인 성과도 기대된다.

국내외 테러위험은 지속되고 있고, 항공보안 뿐 아니라 사람이 많이 보이는 교통인프라 및 중요시설 등의 보안과 안전이 더욱더 강조되고 있는 가운데, 세계적으로도 보안검색장비 시장은 가파른 성장세를 보이고 있다.

이러한 시대적 요구에 따라 우리나라도 제도의 본격적인 시행과 함께 그동안 각계에서 노력한 투자와 기술력을 집적화시킨다면 국산 장비의 실용화 및 안정적 생산기반 구축, 해외시장 진출 등도 실현할 수 있다.

# 폭발물 확인 X-Ray 시스템



대한민국 폭발물 기술자 협회 **박우홍**

현) 대한민국 폭발물 기술자 협회 이사  
 전) 한국공항공사 부산지역본부 EOD 반장  
 전) 특전사 707 특수임무대대 폭발물처리 담당관

## 1. 개요

세계 곳곳에서 폭발물을 이용한 테러의 위협이 증가되고 있으며 그 대상이 이해관계에 따른 특정 단체나 인원만 아니라 불특정 다수의 소프트 타겟에 대한 테러가 자행되고 있다. 이러한 테러는 일상용품을 사용하여 제작이 용이하고 파괴력과 살상력이 높은 급조폭발물(이하 IED)을 이용하는 것이 대부분이다.

X-Ray 시스템은 IED로 의심되는 물체에 X선을 투과시켜 내부 이미지를 판독, 구성 요소 등을 확인하여 폭발물 여부를 확인할 수 있는 폭발물 처리 확인 장비이다. 폭발물 처리 임무수행 시 핵심장비인 X-Ray 시스템에 대해 알아 보고자 한다.

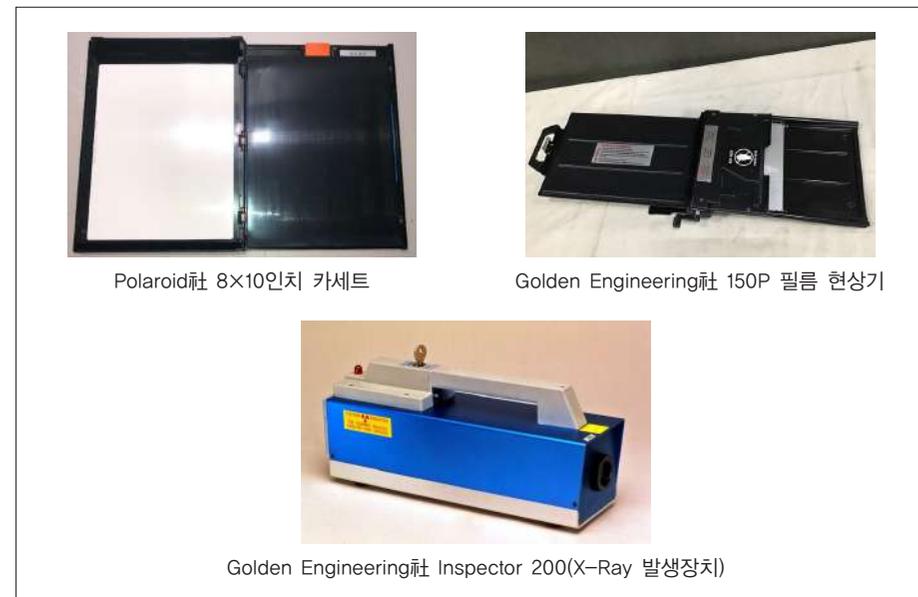


<그림 1. 아날로그 필름, CR, DR 각각의 작업 흐름도>

출처 : <https://m.blog.naver.com/vatechblog/220092265130>

X-Ray 시스템은 과거 아날로그(AR)에서부터 CR·DR 이렇게 세가지 방식으로 구분 할 수 있다. 이 세가지 방식에 대해 각각의 특징 및 장·단점에 대해 서술해 보겠다.

## 2. AR(Analog Radiography)



<그림 2. AR 방식의 참고형상>

출처 : <https://www.google.com/search?q=Polaroid+Radiographic+8x10+Film+Cassette+for+Golden+XR150>  
 출처 : <https://www.govplanet.com/Golden+Engineering+PULSED+X-RAY+TECHNOLOGY+TRUTHS+AND+MYTHS>

초기에 X-Ray 시스템은 아날로그 방식으로 필름, 롤러를 이용한 현상기를 통해 의심물체의 내부 이미지를 판독한다.



<표 1. 이미지 판독 절차>

필름을 카세트에 장착하고, 필름을 빛으로부터 보호하기 위한 봉투를 제거한 후 촬영 대상물체 뒷면에 카세트를 설치한 다음에 X-Ray 발생장치로 X선을 조사한다. 카세트를 회수하여 현상기에 인화지 및 카세트를 삽입하여 현상기의 롤러를 통과시켜 인화지의 현상액을 필름과 인화지 전면에서 골고루 도포시키면 필름에 맺혀 있던 상이 인

화지에 나타나게 된다. 해상도가 높은 것이 장점이다.

그러나 필름은 일회용으로 재사용이 불가하고 사용하지 않은 필름 및 인화지의 장기간 보관이 어렵다. 또한, 촬영한 자료 확보를 위해 현상된 인화지를 보관해야 하는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위해 CR 방식과 DR 방식이 현재 주를 이루어 사용되고 있다.

### 3. CR(Computed Radiography)



〈그림 3. CR 시스템 현상기(스캐너) 참고형상〉  
출처 : <http://allpro-eod.com/en/downloads/index.html> Logos Imaging社 "Evry"

1990년대 초반 개발된 CR 시스템은 기존의 필름 대신 휘진성 형광체를 도포시킨 Image Plate(이하 IP)를 사용하여 피사체를 투과한 X선에 노출될 때 들어오는 방사선의 에너지는 특수 형광체 층에 저장되고, IP를 현상기(스캐너)에 삽입하여 레이저빔을 주사하면 방사선 에너지에 비례하는 강도로 청광색을 방출한다. 이 청광색의 광신호를 집광장치를 통해 광전자 증배관(PMT : photomultiplier)에서 빛을 감지하여 아날로그 신호로 출력되고 이를 다시 아날로그-디지털 변환기(ADC : Analog-to-Digital Converter)에서 디지털 신호로 변환하여 컴퓨터 모니터로 표출하는 방식이다.

운용 절차는 AR(Analog Radiography)방식과 거의 동일하나, 일회용 필름 대신 IP를 사용하여 약 1000회 이상 재촬영이 가능하고 모니터를 통해 영상이 표출된다는 점, 소프트웨어에서 이미지 확대, 이미지 회전, 거리 측정, 대비 향상, 스티치(Stitch) 등 다양한 기능을 사용하여 판독의 효율성을 높이는 장점이 있다.

단점으로는 AR방식과 같이 촬영에서 영상표출까지의 시간이 다소 소요된다는 점, 촬영 후 IP의 Tube 면이 직사광선이나 밝은 조명에 노출되었을 때 스캔 시 정상적인 영상이 표출되지 않는 점, 스캐너에서 IP의 Eraser 기능이 정상적으로 실행되지 않았을 시 기존에 촬영된 물체의 상과 중첩되어 영상이 표출될 수 있다.

### 4. DR(Digital Radiography)



〈그림 4. DR 시스템 참고형상〉

출처 : [http://www.logosimaging.com/industries/security/gallery\\_product.html](http://www.logosimaging.com/industries/security/gallery_product.html)  
출처 : <https://www.jinnervisionsecurity.com/complete-systems.html>

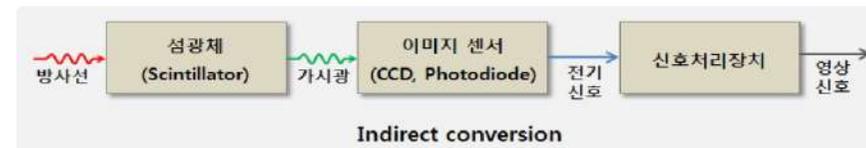
앞에 설명한 CR 시스템은 IP에 저장된 정보를 현상기(스캐너)를 통해 검출과정을 거쳐야 하지만 DR 시스템은 별도의 검출과정 없이 방사선 에너지를 전기적인 신호로 변환하여 컴퓨터 모니터로 표출하는 방식이다.

DR 시스템은 유·무선촬영이 가능한 인터페이스 또는 컨트롤러, 디스플레이(노트북 또는 태블릿), Flat panel detector(이하 FPD : 영상기), X-Ray 발생장치와 이를 연결하는 케이블 등으로 구성된다.

DR 시스템에 사용되는 FPD는 작동(변환)방식에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 입사된 방사선 에너지를 별도의 변환과정 없이 바로 전기적인 신호로 변환하는 직접 변환방식(Direct conversion method), 중간매체를 통해 방사선 에너지를 빛으로 변환한 후 전기적인 신호로 다시 변환하는 간접변환방식(Indirect conversion method)으로 구분된다.



〈그림 5. 직접변환방식 방사선 검출 원리〉  
출처 : <https://tech.keit.re.kr/> "KEIT PD ISSUE VOL. 11-9"



〈그림 6. 간접변환방식 방사선 검출 원리〉  
출처 : <https://tech.keit.re.kr/> "KEIT PD ISSUE VOL. 11-9"

#### 4.1 직접변환방식(Direct conversion method)

위 <그림 5>와 같이 FPD에 방사선 에너지를 전기적 신호로 직접 변환하는 물질인 광전도체(Photo-conductor : a-Se, CdZnTe, HgI2등)를 사용하여 X선이 FPD에 입사되면 일시적으로 광전도체 내부에서 전자-정공의 쌍(Electron-hole pair)이 생성된다. 이때 생성된 전기적인 신호를 검출하여 신호처리장치를 통해 영상화한다.

공간 분해능\*(spatial resolution)이 우수하여 해상도가 높은 장점이 있다. 구동을 위해 높은 전압이 필요하고 재촬영 시 일정 시간이 필요하며, 가격이 비싼 것이 단점이다.

※ 공간 분해능(spatial resolution)

- 디지털화된 화상을 검출할 수 있는 최소 식별 입자의 크기
- 어떤 상 내에서 겨우 분리될 수 있는 상세 부분 간의 거리

#### 4.2 간접변환방식(Indirect conversion method)

위 <그림 6>과 같이 FPD에 방사선 에너지를 가시광선으로 변환해주는 섬광체(Scintillator)를 사용하여 X선이 FPD에 입사되면 방사선 에너지에 비례하여 섬광체에서 가시광선으로 변환되고, 이 가시광선을 TFT(thin film transistor), CCD(Charge Coupled Device), CMOS(complementary metal-oxide semiconductor)등을 이용한 이미지센서에 기록하고 전기적 신호로 변환하여 신호 처리장치를 통해 영상화한다. 여기서 사용되는 섬광체는 필름 형태의 GADOX 섬광체와 마이크로기둥형(Micro-column type) 또는 바늘구조형인 CsI 섬광체가 주로 사용되고 있다.

간접변환방식은 현재 대테러 현장에서 주로 운용되고 있다. 직접변환방식보다 X선의 흡수량이 높아 전기적신호를 향상 시켰고, 가격이 저렴한 것이 장점이다.

섬광체의 구조 때문에 변환된 빛의 퍼짐 현상이 발생하여 공간분해능이 저하되는 단점이 있다.

앞서 살펴본 것과 같이 DR 시스템의 장점은 촬영부터 판독까지 시간을 단축할 수 있고, 장비의 부피가 작아져 휴대성이 향상되었다. 또한, DR장비를 구성하는 모든 요소(FPD + 인터페이스 또는 컨트롤러 + X-Ray 발생장치)를 유·무선으로 연결할 수 있기 때문에 노트북 또는 태블릿으로 원격통제가 가능하여 작업환경에 따라 유동적으로 운용할 수 있다는 점과 CR 시스템과 마찬가지로 모니터로 영상이 표출되어 소프트웨어에서 다양한 기능을 사용하여 판독의 효율성을 높이는 장점이 있다.

그리고 이중 에너지 모듈을 사용하여 의심물체 내부의 유기물과 무기물을 구분하여 판독할 수 있다. 보통의 폭발물은 유기물로 표출되기 때문에 IED 식별이 용이하다는 장점이 있다.

단점으로는 무선 연결시 주변 전파의 간섭으로 원격통제 및 영상 전송시 신뢰성을 보장하기 어렵고, 유선 연결시 케이블의 무게 등으로 인해 휴대성이 낮아지는 등 작전 효율이 낮아질 수 있다.

또한, FPD의 두께 때문에 좁은 공간에 설치가 제한될 수 있다. 하지만, 최근에 개발되는 장비의 추세는 FPD의 두께가 얇아지고 있기 때문에 단점을 보완하고 있다.

### 5. 결 언

지금까지 AR, CR, DR 시스템의 동작 방식 및 장·단점에 대해 살펴보았다.

AR 방식보다는 현장에서 주로 사용되고 있는 CR, DR 시스템 장비 중 CR 시스템은 현상기(스캐너)의 한계 해상도가 5 lp/mm이하, 픽셀피치는 100 $\mu$ m 이상일 때 선명한 영상을 획득할 수 있고, 현상기(스캐너)는 레이저를 사용하므로 인체(안구)에 미치는 영향을 감안하여 레이저 안전등급(FDA, IEC등)중 1등급을 득한 장비를 고려해서 선정해야 현장에서 사용하는 작업요원의 안전을 확보할 수 있을 것이다.

DR 시스템은 FPD의 한계해상도가 4 lp/mm이하, 픽셀사이즈는 120 $\mu$ m 이상, 다양한 작업환경을 감안하여 IPXX등급(방진·방수등급), 1m이상 Drop Test(낙하시험)등을 고려하여 선정하여야 선명한 영상획득과 내구성을 보장받을 수 있을 것이다.

또한, X-Ray 시스템의 발전이 의료 진단향상을 중심으로 발전되어 왔기 때문에 소프트웨어도 의료용이 아닌 EOD전용 소프트웨어가 사용되어야 판독의 효율성 증대, 이중 에너지 모듈 사용시 유·무기물 판독도 가능할 것이다.

폭발물 처리시 핵심장비라고 할 수 있는 X-Ray 시스템에 대해 서술해 보았다. 다양한 폭발물 처리환경에 맞게 CR, DR 시스템을 이용하여 부피가 큰 대상 물체에는 IP(Image Plate)를 여러장 덧대어 촬영하는 방법, 좁은 공간에서 공간 확보를 위해 리지드 카세트 없이 IP의 Tube면을 빛으로부터 보호하여 촬영하는 방법, DR 시스템과 로봇을 연계한 원거리 촬영 방법 등을 상황에 맞게 활용하여 소중한 인명과 재산을 폭발물의 위협으로부터 보호하고 아울러 EOD요원의 안전을 확보해야 할 것이다

## 모두의 안전을 지키기 위한 아이디어들

Matt Taylor Lt.

“본 자료는

미 디트로이트 경찰 폭발물 처리반의 책임자인

Matt Taylor 부서장의 글을 협회에서 편집한 내용임.

각급부대 EOD 요원들이 통합훈련이나

관련기관 교육지원시 참고하기 바랍니다.”

EOD 임무를 수행하면서 어떻게 해야 우리 공동체의 경각심을 높일 수 있을까? 어떻게 하면 응급 대원과 시민들이 의심스러운 소포, 폭약, 또는 무기를 마주한 상황에서 올바른 결정을 내릴 수 있도록 그들을 교육할 수 있을까? 라는 고민을 하게 된다.

저자는 디트로이트에서 있었던 폭발물과 폭약 위협에 대한 한 인식 훈련 프로그램에서, 순찰 중인 경관들이 실제 상황에 맞닥뜨렸을 때 더 조사를 진행할 것인지, 그리고 더 중요한 것은, 언제 작업을 중지하고 물러나서 전문가의 도움을 요청할 것인지에 대한 올바른 결정에 대하여 바로 대답을 할 수 있지만, 공동체로부터 받은 질문들은 사건 자체에 대한 어떤 구체적인 질문보다는 어떻게 하면 사회 공동체 요원들이 위험을 인지하고 대처할 수 있는지? 그리고 적절한 교육 프로그램에 관한 것이었다고 쓰고 있다.

폭발물 처리반과 디트로이트 경찰국은 폭발물뿐만 아니라 테러 같은 잠재적 위협에 대한 경각심 문화를 조성하기 위해 지난 수년간 노력해왔다. 단순히 조직이 “이것은 우선 순위다.” 라고 말하는 것과 결정권자가 모든 구성원이 제대로 교육을 받을 수 있도록 시간과 예산을 짜내는 것은 전혀 다른 일이다. EOD에서는 교육 아카데미를 통해 매년 의무적으로 실시하는 재인증 훈련 프로그램의 하나로 폭발물과 폭약 위협에 대한 2시간짜리 인식 훈련 과정을 개설하였고, 새로 승진한 관리자들에게 대해서도 비

슷한 과정을 진행하고 있다. 의사 결정권자들은 일부 사건들이 잘못 처리된 후 교육의 필요성을 깨닫고 교육 프로그램에 참여하였다.

시간이 흐르면서 폭발물 처리반이 효과를 내고 있다는 것이 분명해짐에 따라 이 과정은 구조원, 사설 보안 요원, 심지어 민간인을 위한 수업으로까지 확대되었다. 한 가지 예로, 디트로이트는 낡은 빈 건물들로 악명이 높으며 우리는 최근에 철거 공사를 맡은 건설업자들을 대상으로 브리핑을 실시했다. 왜냐하면 그들은 지난 수십 년 동안 방치된 건물을 정리할 때 종종 오래된 폭발물이나 다른 잠재적인 위협을 발견하기 때문이다. 모든 처리반은 고유한 임무, 책임 영역, 지휘 체계 및 다양한 예산을 가지고 있다. 이러한 가용능력을 잘 활용하여 필요한 인원들에게 교육을 실시함으로써 보다 안전한 생활을 할 수 있다.

**교육훈련에 있어서 몇 가지 일반적인 원칙은 다음과 같다.**

1. 단계적으로 교육하라.

훈련 프로그램이 규모가 작거나 혹은 아예 없는 경우, 처음부터 완벽한 훈련을 지향하는 것은 신중하게 고려해야 한다. 처음에는 작게 시작하라. 10분짜리 브리핑이나 심지어는 점심에 파트너와 대화하는 것처럼 간단한 훈련도 효과적일 수 있다. 사람들의 욕구를 자극하고, 의사 결정권자에게 신뢰를 주어 공식적인 교육이 되도록 하라. 2~4시간의 기본교육을 시행하고, 심화과정으로 전체 훈련 과정을 이수할 수도 있다.

2. 팀원이 참여하는 모든 활동에서 동료들과 서로의 경험을 공유하라.

3. 고객 서비스 마인드를 가져라. 모든 사람이 똑같은 프레젠테이션을 받아야 한다고 고집하지 마라. 교육받는 대상에 따라 교육내용과 시간을 조정해야 한다.

4. 대답할 수 없는 질문에 대해 도움을 줄 수 있는 보다 진보된 지식을 가진 다른 전문가에게 자문을 구하라. 교육인원에 따라 수준 이상의 질문을 받을 수도 있다. "모르겠습니다. 하지만 알 만한 사람을 알고 있으니 나중에 다시 알려드리겠습니다."라고 말하는 편이 바람직하다.

5. 폭발물 처리 기술자로서 항상 모든 사람을 위한 정책과 절차를 실시할 수는 없으

며 모든 사람이 우리가 원하는 방식으로 정확하게 조치를 수행하지 못할 수도 있다는 것을 명심해라. 지식을 제공하고 경험사례를 권고할 수 있지만 궁극적으로 인식, 위험 관리 및 위협 평가에 대한 많은 결정은 우리 손에서 벗어난다. 비록 그들이 우리가 원하는 대로 모든 것을 하지 않더라도 교육받은 인원들은 이전보다 더 안전하게 행동할 것임을 기억하라.

6. 다른 사람들을 훈련시키기 전에, 먼저 스스로 훈련에 참여하라. 만약 연방 정부 관계자나 이웃 EOD팀이 진행하는 테러 또는 폭발물 관련 교육 과정에 참여할 기회가 있다면, 그렇게 하라. 이미 알고 있는 내용일지도 모르지만, 교육 과정을 설정하는 법이나 정책 및 절차가 여전히 우수 사례들과 일치하는지 확인할 수 있다. 이는 발표 기술과 무대 자신감을 기르는 데 도움을 줄 것이다.

7. 참을성을 갖고 꾸준히 교육하라. 로마는 하루아침에 만들어지지 않았다. 발전하는 데에는 시간이 걸리는 법이다.

#### 교육훈련시 추가적으로 고려할 사항은 다음과 같다.

1. 사람들은 경험담을 좋아한다. 특히 각자의 경험과 연결할 수 있다면 더 좋다. 9·11 테러와 같은 일반적인 언급 대신, 대규모 인명 사고가 아니더라도 본인이나 본인의 팀 또는 인접 처리반에서 경험한 사건 및 장치들에 대해 청중들에게 간략하게 설명하라.

청중들이 공감할 수 있는 이야기를 하면 좋다. “장롱 속에서 할아버지의 전리품을 발견했다” 라는 간단한 서두는 흔히들 하는 그럴 듯한 이력들을 그저 나열하는 것보다 더 효과적으로 좋은 인식과 대응 원칙을 설명할 수 있다. 일반적인 프레젠테이션에 선 보통 전쟁 이야기, 폭발물 신고, 폭발 후 조사, “의심스러웠지만 결국 아무것도 아닌 것으로 판명된 소포”, 전화 위협 등등이 있다. 보안에 위배 되지 않는 한 뉴스에 나온 유명 사건·사고를 언급하면, 이것이 이론적인 항목들보다 훨씬 더 청중들의 관심을 끌고 토론을 유발한다.

2. 관련기관(EOD, 경찰, 소방 등)이 협력하여 교육을 주최하라. 관련된 각 기관의 요원들이 참여하면 비록 한 사람이 대부분의 말을 하더라도 모든 사람의 신뢰도를 높일 수 있다.

3. 짧게, 자주, 편안하게 진행하는 훈련 과정을 고려하라. 몇 시간 동안의 길고 지루한 프레젠테이션과 그 뒤에 테스트를 진행하는 방식은 지루할 뿐이다. 시간 설정은 긴 것보다 짧은 편이 낫다.

4. 미디어를 유리하게 사용하는 것을 무서워하지 말아라. 단지 수업만 진행하는 것이 전부가 아니다. 이는 다소 두려울 수도 있지만, 카메라 앞에서 대중 혹은 현장의 대응자들에게 교훈을 주기에 좋은 방법이다. 공익 광고와 YouTube 동영상도 대중들의 인식을 끌어올리는데 효과적인 좋은 방법이다. 물론 이러한 경우 개인 정보 및 운영 보안을 잘 지켜야 한다.

5. 각종 지역행사에 적극적으로 참여하여 인식을 넓히는 방법도 있다. 어린이 날, 국군의 날, 기타 소규모 지역 행사에 참여하여 폭발물에 대한 인식을 개선하는 효과를 가져올 수 있다. 폭발물 처리반의 대응 차량을 주차하고 사람들이 볼 수 있도록 장비를 전시하여 시민들의 관심을 끌었고 비공식적인 좋은 훈련을 경험할 수 있다.

EOD 부대 및 요원들이 지역 사회에서 인지도를 쌓고 유지하는 것은 매우 중요하며 폭발물 처리 기술자들이 임무에서 성공하기 위해서 필요한 사항이다. 최고 수준의 장비와 물자, 최신 로봇과 함께 훌륭한 폭발물 처리 기술을 갖추었다더라도, 지역 대응자들과 시민들이 언제 전화를 해야 할지, 또는 그들이 뭔가를 발견했을 때 누구에게 전화를 해야 할지 모른다면, 폭발물을 처리하기도 전에 사고로 이어질 가능성이 매우 높다.

일반적으로 어떻게 인식의 문화를 개선할 것인가 하는 방법을 폭발물 처리 기술 훈련 과정에서 배우지는 않는다. 그러나 지역 사회를 보호하기 위한 우리의 사명 중 하나로서 개별적으로 또는 조직적으로 적극적인 홍보와 인식 증진을 위해 노력해야 한다고 믿는다. 앞으로 IABTI와 연결되어 있는 기관과 폭발물 처리 기술자들이 안전에 대한 인식을 넓히기 위해 의견을 모으고, 다른 사람들의 생각을 보고 공유할 수 있기를 기대한다.

# Part 3

## 인문산책



출처 : <https://nydpdct.tistory.com/2241>



## 성공하는 삶을 위한 조언



대한민국 폭발물 기술자 협회  
**이정근**

현) 대한민국 폭발물 기술자 협회 협회장  
현) 국방연구원 자문위원  
전) 육군 군수사령관  
전) 육군본부 군수참모부장  
전) 제37보병사단장

성공이란 무엇일까? 성공의 사전적 의미는 목적인 바를 이루는 것 또는 사회적 지위나 부를 얻는 것이라고 정의하고 있다. 성공 한 삶의 유형도 경제적으로 부흥(돈을 많이 번다), 사회적 지위와 명예를 획득(출세), 자기가 원하는 바를 성취(자아실현) 등 다양하지만 이를 다 가지거나 아니면 일부만 가져도 성공했다고 통용되는 것 같다. 그러나 이러한 성공은 에머슨이 이야기한 것처럼 세상을 조금이라도 이롭게 만드는 데 일조를 했을 때 진정 성공한 삶이라고 할 수 있지 않을까? 일반적으로 성공한 삶이라고 회자되는 두 번째 유형의 성공을 위한 조언을 드리고자 한다.

먼저, Dreams come true! 즉 꿈(목표)을 원대하게 가지고 부단히 노력하여야 한다. 꿈과 이상은 간절하고 원대하되 실현될 수 있는 꿈을 가져야 한다. 아폴로 11호 프로젝트를 예로 들어보자. 1950년대는 동서 진영으로 나뉘어 소련, 중국, 동유럽 공산국과 미국을 중심으로한 냉전이 격화된시대적 상황속에서 소련이 1957년에 세계최초의 인공위성 스푸트니크1호를 발사하였고, 이어 1961년에는 세계 최초 유인 우주선인 보스토크1호를 발사하여 핵무기 개발에 이어 대륙간 탄도 미사일을 완성하는 등 전 세계는 소련의 미사일 공격에 세계 초토화 위협과 미국이 패권국가로서 소련에 주도권을 빼앗길까 하는 우려가 고조되었다, 이에 존 F. 케네디 대통령은 위기의식을 가지고 10년 안에 달을 탐사하겠다는 원대한 비전을 천명하고 다양한 계층의 리더십을 결집하고, 미

국민의 개척정신 일깨워 1969년 7월 20일 달에 착륙을 성공시켰다, 이순신 장군은 어떠한가? 23전 23승의 비결은 조국의 명운이 걸려있다는 간절함에 있었다. 최선을 넘어 목숨을 다하는 자세로 임하였고, 그 정성이 하늘을 움직여 기적을 만들어 내었다.

둘째로 아무리 간절하고 원대한 목표가 있더라도 노력이 없이는 꿈을 이룰 수 없다, 성공은 노력의 산물이며 세상에는 공짜가 없다, 운동선수와 사업가의 예를 들어보자, 우리나라 여자 프로골프 선수들은 세계에서 최고다, 유명세를 타는 선수도 많지만 그 이면에는 음지에서 평생 TV화면에 한번 나타나지 않는 선수도 많다, 프로리그는 KLPGA투어, 점프투어, 드림투어 등 3부리그로 나뉘어져 있다, 프로가 된다고 다 박세리 선수처럼 되는 것이 아니다. 박세리 선수가 담력을 키우기 위해 야간에 공동묘지에서 훈련한 일화는 유명하다. 베이징올림픽에서 펜싱부문 은메달을 획득한 남현희 선수는 어떠한가? 일반적으로 펜싱은 팔과 다리가 긴 선수가 상대를 먼저 베고 찌를 수 있기 때문에 키가 큰 선수가 절대적으로 유리하다, 남현희 선수는 키가 155센티 밖에 되지않아 상대와의 거리를 좁힌 뒤 번개같은 속도로 찌르는 접근전 능력을 숙달하여 상위랭킹을 유지할 수 있었다. 즉 劍短知卽一步前進, 與件不備 努力倍加의 대표적인 예인 것이다. 기업가들도 예외는 아니다, 규모를 떠나 주변의 성공한 기업인들을 보면 수많은 시련과 좌절을 도전하여 극복했음을 알 수 있다, 알리바바의 창시자 마윈은 1999년 창업한 이래 수십번의 실패와 좌절, 실수가 반복되는 도전을 딛고 일어났고 그의 책 “마윈, 내가 본 미래”에서 설명하고 있다. 창업에서 성공까지 15년간 그 만 둘 생각을 1만 번도 더 했다고 한다.

셋째, 긍정적이고 감사하는 마음을 가져라. 사람은 저마다 처한 환경이 다 다르다, 금수저, 흙수저 이야기도 있지만 역사적으로 어려운 환경을 극복하고 역사에 큰 발자취를 남긴 사람들은 징기스칸, 벤자민프랭클린, 스타벅스의 창업자 하워드 슐츠 등 헤아릴 수 없을 정도로 많다. 이분들은 모두 처해진 역경을 긍정적으로 생각하고 극복한 사람들이다. 또한, 항상 감사하는 마음을 가지고 있으면 시너지 효과를 발휘할 수 있다. 이세상에 태어나게 해주신 부모님께 감사하고 특히, 건강한 정신과 육체를 유산으로 남겨 주심에 감사하고 위대한 대한민국에 태어남을 감사하며 생활하라. 전 세계 197개 국 중에서 인구 26위, 영토 107위인 대한민국이 지금처럼 부유하고 발전된 나라에 태어남을 감사해야 한다.

넷째, 사람이 재산이다. 세상을 살다보면 많은 사람들을 만난다. 한 사람 한 사람 소중하게 생각하고 좋은 인연을 만들어 가는 것은 인생을 풍요롭게 살게 해 줄 뿐 아니라 큰 도움이 될 경우가 많다. 한번 맺은 인연을 소중히 간직하여 오래도록 필요한

사람으로 남겨두어야 한다.

다섯째, 사고하고 도전하라. 우리는 4차 산업혁명의 시대에 디지털트랜스포메이션, 인공지능(AI)이 대세인 사회에 살고 있다.

‘EIGHT’의 저자 이지성은 앞으로 인간은 인공지능을 통제하거나 인공지능에 대체되는 두가지 유형에 속하게 된다고 하며 인공지능에 대체되지 않는 나를 만드는 법을 제시하기도 한다. 이러한 변화와 혁신을 화두로 세상이 급격하게 변화는 시대에 성공하려면 독서만큼 우리의 상상력과 창의성을 성장시켜주는 것은 없다. 독서는 핵심을 파악하는 능력을 향상시키고 인생을 풍요롭게 한다. 또한, 항상 주인의식과 문제의식을 가지고 다르게 생각하는 습관을 가지면 창의성은 부수적으로 따라온다.

마지막으로 항상 삼가고 조심하라. 공인의 키워드는 자기관리와 겸손이다. 많은 저명인사들이 여러 가지 이유로 힘들게 이룩한 명예와 사회적 지위를 잃어버리고 한방에 훅 가는 경우를 우리는 수없이 많이 보아왔다. 이는 자신의 감정을 제대로 다스리지 못해서 발생한다. 자신의 감정과 욕망(희노애락, 식욕, 색욕, 명예욕)을 다스려야 한다. 논어에서는 克己復禮爲仁이요 修己는 治人の 으뜸이라고 설파하고 있으며, 많은 저명한 사회인사들도 財色食名睡(五慾)를 금하는 것을 좌우명으로 정하고 생활했다고 한다. 또한, 건물은 기초가 튼튼해야 하고, 학문과 기예는 기본기가 튼튼해야 하듯이 철학이 없는 사람들은 자기의 지위를 사욕의 도구로 삼는다. 사관 생도에게는 사관생도 신조가 장군에게는 장군의 도가 있듯이 인생을 살면서 나만의 철학이 있어야 한다. 春風秋霜, 不愧屋淚라 하듯이 남에게 너그럽고 나에게 엄격하며 항상 혼자있을 때를 삼가야(慎獨) 하는 점도 매우 중요한 덕목 중 하나다.

# 人間三樂



대한민국 폭발물 기술자 협회  
**강재구**

사람마다 중요하게 생각하는 것은 다르겠지만 부귀공명(富貴功名)이나 건강, 즐거움 등을 추구하는 것은 비슷할 것이다. 사람들은 흔히 매사 긍정적으로 생각하고 즐겁게 생활할 것을 주문한다. 여기서 말하는 즐거움은 일시적으로 느끼는 쾌락일 수도 있겠지만, 일반적으로 오랫동안 지속되는 내면으로부터의 충만한 즐거움을 뜻한다고 생각한다. 인간삼락에 대해 저명한 성현들이 언급하고 있다. 맹자는 부모생존 형제무고, 부끄러움 없는 삶, 천하에 영재를 얻어 교육하는 것을, 노자는 쾌식, 쾌변, 쾌면을, 추사 김정희 선생은 책 읽고 글 쓰며 늘 배우는 선비정신, 사랑하는 이와 의 변함 없는 애정, 벗과 함께 어울리는 풍류를 말하고 있다. 여기서는 공자의 어록인 논어 학이편을 살펴보고자 한다.



子曰 〃學而時習之, 不亦說乎. 有朋自遠方來, 不亦樂乎. 人不知而不慍, 不亦君子乎.□  
“배우고 때때로 그것을 익히면 이 또한 기쁘지 않은가? 벗이 있어 먼 곳에서 찾아오면 이 또한 즐겁지 않은가? 남이 (나를) 알아주지 않아도 성내지 않으면 또한 군자답지 않은가?”

學而時習之, 不亦說乎. 그 첫 번째 즐거움으로 배움과 익힘을 말하고 있다. 새로운 것을 배우고, 배운 것을 익히는 즐거움을 무엇과도 비교할 수 없는 첫 번째로 꼽고 있는 것이다. 사람은 태어나서 죽을때까지 배우고, 배운 것을 실행하면서 살아간다. 어린 아

기가 처음 말을 시작하고, 걸음마를 시작할 때 우리는 얼마나 경이로워 하는가! 새로운 것을 배우고 경험한다는 것은 언제나 설레이기 마련이다. 새로운 것을 배우고 그것을 수시로 익히면(행동을 통해 배운 것을 몸으로 숙달) 잘하게 되고 즐거움은 배가된다. 새로운 학문도 그렇고 운동도 그렇다. 평생을 꾸준히 배우는 자세를 견지하면 젊은 삶을 유지할 수 있지 않을까?

有朋自遠方來, 不亦樂乎. 두 번째는 친구와의 교제이다. 수고를 마다하고 먼 곳에서 찾아와 같이 할 수 있는 친구가 있다는 것은 얼마나 행복한 일인가! 여기에서 친구는 같은 길을 가는 벗으로 해석이 되지만 고향 친구든 동문수학한 동료이든 사회생활을 하면서 만난 사이이든 서로 믿고 깊은 정을 나누는 관계라 해도 무방할 것이다. 어려움과 기쁨을 같이할 수 있는 친구 한 명만 있어도 성공한 인생이라고 한다. 함석헌 선생은 “그대 그런 사람을 가졌는가” 라는 시에서 “만 리 길 나서는 길, 처자를 내맡기며 맘 놓고 갈 만한 사람 그 사람을 그대는 가졌는가...” 라고 쓰고 있다. 인생의 어느 시점에 마음과 뜻을 같이할 수 있는 사람이 있다는 것은 더없는 기쁨이자 축복일 것이다.

인생은 끊임없이 타인과의 만남과 관계 속에 살아간다. 사회생활하며 상관이나 동료로 수 많은 사람과 만난다. 이해관계가 있는 사람도 만나고, 친구나 선후배 관계의 만남도 있다. 잠시 스쳐가는 사람도 있고, 가슴 깊이 정이 들어 오랫동안 같이하는 사람도 있다. 가슴 깊이 담고 있는 친구가 있으면 얼마나 좋겠는가. 좋은 친구가 있으려면 내가 먼저 좋은 친구가 되어야 할 것이다.

人不知而不慍, 不亦君子乎. 타인의 평가에 민감하게 반응하며 살다 보면 내가 원하는 삶을 살 수가 없다. 내가 남을 온전하게 평가할 수 없듯이 타인이 나를 올바르게 평가한다는 것은 불가능하다. 왜냐하면 각자가 처한 상황과 마음의 상태를 타인이 어떻게 알겠는가? 그래서 삶은 타인의 평가에 연연하지 말고, 스스로 자신을 평가하면서 살아가야 한다. 타인에게 피해 주지 않고 수신(修身)하면서 세상의 평가에 일희일비하지 않고 묵묵히 자신이 정한 목표로 가는 삶 또한 즐거움이다.

“배움과 좋은 친구 그리고 묵묵히 자신의 길을 가는 삶” 즐겁지 아니한가!

### 인생에서 3가지 진실

- 인생에서 영원히 다시 오지 않는 것.  
시간 Time, 말 Words, 기회 Opportunity
- 인생에서 누구나 항상 갖고 있어야 하는 것  
희망 Hope, 평화 Peace, 정직 Honesty
- 인생에서 가장 고귀한 것  
사랑 Love, 친구 Friend, 자신감 Self - confidence
- 인생에서 결코 확실하지 않은 것  
성공 Success, 꿈 Dreams, 행운 Fortune
- 인생에서 좋은 사람이 되기 위한 것  
성실 Sincerity, 노력 Hard Work, 연민(동정) Compassion
- 인생에서 사람을 파괴하는 것  
자존심 Pride, 욕심 Greed, 화 Anger

## 코로나19와 최상의 면역력 키우기



약학박사  
**황준이**

- 현) 건강한세상 온누리약국 대표
- 현) 생체부활 의약품(암&난치성 질환 연구모임) 원장
- 현) 사단법인 생체부활 자연치유학회 상임 부회장
- 현) 대한약사회 한약강사 및 임상교육 강사
- 현) 건강의벗(유한양행), 마이웨딩(월간지), With(월간지) 및 학술지 등

요즘 코로나 바이러스로 인해 일상이 마비되면서 많은 사람들이 두려움에 떨고 있지요. 이 바이러스의 경우 전염력이 매우 높을 뿐 아니라 우리 몸에 치명적인 영향을 미치기 때문에 이제는 마스크를 쓰지 않은 일상이 어색할 만큼 대부분의 사람들이 마스크를 착용하고 다닙니다.

이렇게 초유의 팬데믹 사태를 겪으면서 그 어느 때보다도 건강과 함께 우리 몸속에서 자신을 지키기 위해 최선을 다하는 면역에 대해 관심을 갖는 사람들이 많아졌지요.

면역력이 낮으면 여러 가지 건강상 이상이 생길 수 있다는 사실은 누구나 잘 알지만, 면역이 지나치게 높아도 문제가 될 수 있기에 오늘은 면역이 지나치게 항진되었을 때 발생할 수 있는 문제점에 대해서 이야기 드리려 합니다.

주위를 돌아보면 면역력을 키우세요! 면역력을 높이세요!! 라며 각 가지 건강식품과 영양제 복용을 권하는 광고가 넘쳐나고 있지만 사실 이 말은 옳지 않습니다.

면역에 대해 가장 널리 알려진 잘못된 정보는 무조건 초강력 면역이 좋다고 생각하는 것인데, 미국 알레르기 및 전염병연구소 앤서니 파우치 소장은 면역력을 높여준다는 제약회사 광고를 보고 이렇게 말합니다.

‘웃을 뻔했지요. 무엇보다도 면역력을 높일 수 있다는 것은 건방진 소리예요. 그럴 수가 없습니다. 만일 면역력을 높이는데 성공하여 면역치료를 통해 암을 치료하여 좋

은 결과가 나왔다 하더라도 임상시험에서는 아주 끔찍한 부작용이 나타나기 때문이지요. 면역치료는 암을 억제하기만 하는 것이 아니라 면역계에 문제를 일으키기 때문이다' 고 말이지요.

그리고 때때로 면역이라는 방패가 문제를 일으켜 자신을 공격하는 창이 되기도 하는데, 자기를 보호해야 할 면역계가 균형을 잃고 과하게 항진되어 예민한 상태가 되면, 오히려 자기의 세포나 조직을 공격하는 '자가면역' 을 나타냅니다.

〈우아한 방어〉라는 책의 저자는 “우리의 면역계는 과열되는 것을 조심해야 합니다. 마치 통제에서 벗어난 경찰국가처럼 방치된 면역계는 부지런히 성장하여 그 어떤 외부의 질병보다도 위협해지는데, 실제로 미국 인구의 약 20%인 무려 5000만명이 자가면역질환으로 고통 받고 있으며 이 중 75%가 여성으로 류마티스성 관절염과 홍반성낭창, 크론씨병과 과민성대장증후군 같은 질환을 앓고 있는데 이러한 자가면역질환들은 미국에서 심혈관 질환과 암 다음으로 많은 질병” 이라고 합니다.

최근 스웨덴 웁살라대학 연구팀에서 밝혀낸 내용 중 하나는 코로나19에 감염될 경우 혈액응고 현상이 나타나 폐혈관이 막혀 위중한 상황에 빠지게 되는데, 이러한 혈전증의 원인도 선천 면역계의 과민반응에서 온다는 것이지요. 그러므로 면역이라는 방어 체계가 제대로 작동하게 하기 위해서는 ‘균형과 조화’ 가 중요하며 약과 영양제는 인간의 생존을 위한 균형을 유지하게 하려는 관점에서 사용되어야 합니다.

일반적으로 질병의 원인은 면역력 저하라고 생각해서 면역력을 올리기 위해 각가지 면역증강제와 항산화제 그리고 고함량의 영양제와 건강식품들을 권하고 있고 실제로 복용하고들 있지만, 암을 비롯하여 고혈압과 당뇨, 고지혈, 우울증, 아토피와 건선 등 난치성 피부질환과 자가면역질환을 앓고 있는 환자 수는 해마다 빠르게 증가하고 있습니다. 그렇게 건강 건강하며 챙겨 드는데도 말이지요.

왜 그럴까요? 독일의 화학자 리비히는 최소량의 법칙을 이야기했는데 식물을 재배하는데 있어서 작물생산량에 가장 큰 영향을 주는 것은 필요 이상의 많은 영양성분에 의해 좌우되는 것이 아니라, 가장 부족한 성분에 의해 영향을 받는다는 내용입니다. 이와 같이 우리의 건강도 과잉의 영양성분 보다는 오히려 부족한 성분에 의해서 영향을 받고 있다고 말할 수 있지요.

영양성분의 과잉상태는 건강 대신 오히려 질병을 유발케 합니다. 만약 철분이 부족하여 빈혈증세를 보일 때 철분을 공급하면 쉽게 해결되지만 지속적인 공급으로 철분이 과잉상태가 되면, 암유발 등 또 다른 질병의 원인이 되기도 하지요. 이 경우 여성보

다 특히 남성들이 경계해야 합니다.

### 항산화제를 너무 많이 먹어도 독(毒)?

활성산소를 제거하는 항산화제 역시 마찬가지로 생활 가운데서 체내에 생겨나는 유해산소로 인해 건강에 해가 되고 각가지 질병을 일으킨다는 말을 듣고 여러 가지 항산화제를 복용하는 사람들이 늘어나고 있는데 그토록 몸에 좋다는 항산화제도 무분별하게 많이 먹으면, 체내에서 산화방지와 산화촉진 간 균형이 깨져 오히려 해로울 수 있습니다.

미국 캔사스주립대 폴 교수팀은 신체활동 중 항산화제를 사용하면 근육과 뼈에 산소 전달이 어떻게 개선되는지 동물 실험을 한 결과 항산화물질이 일정 수준을 초과해서 주입될수록 근육 기능이 손상되고, 운동 도중 피로를 나타내는데 이는 체내의 산화방지와 산화촉진의 균형이 흐트러지기 때문이라고 하면서 ‘사람들은 항산화제를 먹을수록 무조건 건강해질 것’ 이라고 생각하지만, 이번 연구는 항산화제로 근육의 효과적인 기능 메커니즘이 억압될 수 있다는 것을 나타 냈다고 설명합니다.

「과유불급」이라는 말이 있는데 이는 무엇이든지 필요 이상으로 지나친 것은 부족한만 못하다는 뜻이지요. 건강을 위해 운동이 필요하지만 지나치게 과도한 운동은 오히려 몸을 상하게 한다거나, 아무리 좋은 음식이나 약도 지나치게 많이 먹는 것은 안 먹느니만 못하다고 말할 수 있습니다.

### 생활속에서 면역력 키우기

자! 그렇다면 지금부터 과도한 약물이나 건강식품보다도 더 효과적인 생활 속에서 자연스럽게 천연의 면역력을 키우는 방법 5가지를 소개해 드리겠습니다.

#### 1. 숙면

단순한 잠이 아닌 우리 몸의 건강을 위한 필수조건으로 수면이 부족하면 면역력에도 좋지 않은 영향을 주게 되어 암세포나 바이러스 등의 면역질환에 취약해지고 백혈구의 활동성이 떨어지는 것으로 알려져 있지요.

하루 평균 7~8시간 정도 숙면을 취하는 것이 건강에 좋고 특히 밤 10시~12시 사이에 잠자리에 드는 것이 중요합니다.

## 2. 건강한 먹거리

요즘은 먹거리들이 너무나도 많지요. 마트에 가보면, 각가지 식품첨가물들이 들어 있는 먹음직스러운 음식들이 가득 진열되어 있어 마음만 먹으면, 배가 터지도록 먹을 수 있지요.

그런데 문제는 이 많은 종류의 먹거리 중에서 건강에 도움이 되는 음식은 별로 없다는 것이지요. 그러므로 건강한 면역체계를 위해서는 식품첨가물이 함유되지 않은 곡물 야채와 과일 그리고 해조류와 등푸른생선 등 바다음식과 같은 건강에 도움을 주는 먹거리가 필요합니다.

## 3. 햇빛 쬐기

햇빛은 우리에게 밝음을 주고, 햇볕은 따스함을, 햇살은 우리에게 에너지를 주지요. 햇빛이 우리의 피부에 닿으면 피부 기저층을 통해 전해지면서 소장과 신장의 기능을 정상화시키고 갑상선 기능도 정상화시켜 천연산 비타민D 뿐만 아니라 항암성분과 각가지 대사물질들을 만들어 주어 뼈와 근육건강과 함께 면역계 조절은 물론 암을 비롯하여 동맥경화와 고혈압 등의 심혈관계 질환과 당뇨병과 비만 등 각가지 자가면역질환과 만성질환의 예방에 도움을 줍니다.

## 4. 마음의 평안

스트레스를 받게 되면 체내 부신피질에서는 코티솔 호르몬이, 교감신경계에서는 에피네프린과 노르에피네프린과 같은 각가지 스트레스호르몬들이 분비되지요.

그러나 매일 매일의 일상생활 속에서 마음의 여유를 갖고 한 템포 늦추며 생활하게 되면, 우리 몸 안에서는 스트레스호르몬 대신 엔돌핀, 세로토닌, 옥시토신, 바소프레신, 멜라토닌 등의 각가지 행복호르몬들이 분비되어져 자연스럽게 혈액의 흐름이 좋아지게 되고 면역력 또한 정상을 찾게 됩니다.

## 5. 적절한 체온유지

우리 몸은 36.5도보다 약간 높은 37도를 유지해야 건강하게 살아갈 수 있지만 현실에 있어서는 오히려 36도에 머물러 있는 사람이 많고, 심지어 35도인 사람들도 적지 않은데 체온이 1도 떨어지면 면역력은 30%나 저하되고 체온이 1도 오르면 면역력은 5배로 상승하기 때문에, 항상 몸을 따뜻하게 하는 것이 최상이며 그러기 위해서는 적절한 운동과 함께 따뜻한 욕조 속에 몸 담그기와 필요 이상으로 찬 음식 먹는 것을 피

하고, 냉방기기 사용 줄이기 등의 생활 속 실천이 필요합니다.

가을로 접어들면서 저온에서 기승을 부리는 코로나19 바이러스가 더 번지지 않을까 염려하고들 계시는데 이럴 때 일수록 몸을 따뜻하게 하여 적절한 체온을 유지하는 것이 좋습니다.

코로나 예방을 위해서는 먼저 마스크 착용을 생활화하시고 이와 함께 균형있게 면역력을 키울 수 있는 5가지 방법들을 생활화하여 보세요. ‘가장 평범한 것이 가장 위대하다’ 라는 진리를 경험하게 됩니다.

여러분 모두 건강의 축복을 누리시고, 슬기롭게 코로나 팬데믹 파고를 헤쳐나가실 수 있기를 바랍니다.

## 꽃잎 잠들다.....



시인  
고대석

숨소리가 들리지 않아도 묵묵히 커가는 나무들,  
고집스레 자리 지킴하며 앉아 있는 바위.  
튼튼한 철강골조로 지어진 빌딩.  
용광로를 지나  
장인의 손길로 두드려 만든 값비싼 자동차.  
이 모든 것들도 수명이 있다고 합니다.  
서서히 늙어지고, 작아지고, 멈춰갈 뿐 영원한 것은 없는 거죠.  
화분 위에서 방긋 웃던 심비디움이 서서히 잠속에 빠져듭니다.  
(심비디움은 라틴어로 물위의 배...라는 뜻이라네요^^)  
손톱만 하던 꽃봉오리를 몇 날 며칠 공들여 피워내고는  
보름도 넘게 겨울을 밝혀주더니  
전등이 꺼지듯 하나하나 생기를 잃고 잠속에 빠져듭니다.  
영혼이 빠져나간 듯 향기도 사라지고 파리해진 얼굴로  
고개를 숙이고 있습니다.



발밑에 손을 넣어보니 이끼가 촉촉합니다.  
잎과 뿌리는 여전히 건강해서 다행입니다.  
시간이 되었던 겁니다.  
머물다 떠나갈 시간...  
잠시 애도가 필요합니다.  
사람도 꽃잎과 다르진 않아요.

좀 더 많은 계절을 살다 갈 뿐이지만,  
영속적인 존재는 아니라는 걸 누구나 알고 있습니다.

한 해 두 해 나이를 쌓아 올리다 보니, 삶에 대한 자세가 가끔은 아주 진지해집니다.

어느 날 내 삶이 스러질지언정  
꽃잎처럼 초연하게 아름답게 잠들어갈 수 있기를...

만만하게 여기던 가을에게 뒷 통수를 맞았더니  
생각이 알뜰알 해집니다.  
두통. 근육통. 훌쩍거림. 소화불량에 내려진 처방전은 알약 여섯알.  
좀 좋아졌다고 약봉지 구겨버리는 건방은  
이제 안 통할 것 같습니다.  
조신하게 아홉 봉지 다 먹고 나면  
이마 찡그리는 못난이 얼굴은 면할테니까요.  
잠시 꽃잎이 이 계절을 다녀가듯,  
감기도 그저 지나가는 손님인 겁니다.  
마음만은 주인이 되어 늘 제자리를 지키고, 어루만지고,  
다시 만나는 또 다른 계절 앞에 너그럽기를 바라봅니다.  
그대가 무탈해서 감사합니다.

## 아버지의 길



시인  
오양심

현) 시인, 아동문학가, 수필가  
현) 한글세계화운동연합 이사장  
현) 국제언어교류문화원 이사장  
전) 오코리아뉴스 편집장  
전) 한국통합논술지도사교육협회 회장

우리 아버지는 우체부가  
아니라 배달 선생님이었어요  
하루에 삼십 킬로씩 두 발로 걸어서  
이웃 사람들에게 삼십 육년동안  
수백만 통의 웃음과 행복을 날라다 주었어요.

문맹자에게 한글을 가르쳐 주고  
고령자에게 편지를 읽어주고 써주고  
희생정신 봉사정신이 투철하여  
힘든 일 곳은일을 도맡아하여  
동네방네 칭송이 자자했어요.



손바닥과 발바닥에 굳은살이 박혀  
어둠과 함께 집으로 돌아오신 아버지는  
어린 육남매 앞날도 걱정했어요.  
울지는 않았지만 마시고 남은 술잔에는  
매번 눈물이 고여 있었어요

## 영화이야기

대한민국 폭발물 기술자 협회 편집실



조 페나 감독, 매즈 미켈슨(오버가드), 마리아 델마 스마라도  
티르 주연의 영화 아틱(Arctic)은 2017년 개봉되었다.

영화 아틱의 줄거리는 오버가드가 비행기 추락사고로 북극  
에 조난된 뒤 구조를 기다리며 혼자서 살아나간다. 전선을 이  
용해 낚싯바늘을 만들어 생선을 잡고 sos 신호를 그리며 매  
일 무전을 보낸다.

평소처럼 무전을 보내는데 구조헬기가 나타난다. 기쁨도 잠시 악천후로 구조헬기는  
추락한다. 남자는 죽고 어린 여자만 살아있다. 오버가드는 여자를 구해 자신의 비행  
기(기지)로 돌아온다. 여자는 배 쪽에 상처를 입고 사고 충격으로 정신을 차리지 못한  
다. 오버가드는 추락한 헬기에서 지도와 가스버너, 라이트, 썰매 등 유용한 생존 물품  
을 발견한다.

또 다른 구조를 기다리기에는 여자의 상태가 좋지 않다. 오버가드는 헬기에서 찾아  
낸 지도로 현재 위치를 파악하고 임시대피소로 이동하기로 결정한다. 식량과 생필품  
을 챙기고 여자를 썰매에 묶고 길을 떠난다. 하지만 당초 계획과 달리 지도에 표시되어

있지 않은 경사 때문에 여자를 데리고 갈 수 없게 되자 노선을 바꾼다.

식량은 바닥나고 가스는 떨어진다. 설상가상으로 북극곰까지 공격해온다. 가까스로 북극곰을 아내지만 악천후로 고생한다. 한계에 다다른 오버가드는 의식이 없는 여자를 버리고 가기로 결심한다. 혼자 떠나다 눈에 가려진 계곡으로 떨어지고 다리에 부상을 입는다. 간신히 빠져나와 다시 여자를 찾아간다.

여자는 의식이 돌아와 있다. 오버가드는 자신을 구조하기 위해 다친 여자를 버리고 갔다는 죄책감에 여자에게 연신 사과를 한다. 다시 여자를 태운 썰매를 끌고 길을 떠난다. 언덕 위에서 무전을 보내보는데 헬기가 나타난다. 조명탄을 쏘서 신호를 보내고 옷까지 태워 보지만 헬기는 오버가드를 보지 못했는지 그냥 떠난다. 오버가드는 여자의 손을 잡고 쓰러진다. 그 뒤로 구조헬기가 착륙한다

영화 아틱은 실화가 아니다. 이 영화는 우리에게 생과사의 갈림길에 놓인 한 인간이 오직 생존을 위해 별이는 행동과 선택을 보여준다. 여성을 통해서 주인공이 삶에 대한 의욕을 더욱 불리일으키게 되듯이 우리도 가족을 포함한 누군가를 지켜야 할 이유와 목적이 있을 때 확고한 의지를 갖고 살게되는 것이며, 우리가 혼자가 아닐 때 더욱 힘을 발휘 할 수 있음을 보여주는 영화다. You're not alone!

또한, 우리에게 죽음이 눈앞에 보이고 희망이 없는 일상이 반복될지라도 절대로 포기하지 말고 절망적인 운명에 저항하라는 메시지를 전해준다. 2020년 현재 코로나로 인해 모든 사람이 어려움을 겪고 있다. 오버가드는 사막에서 오롯이 혼자서 생에 대한 집착과 희망을 가지고 어려움을 극복하려 하고 있지만 우리에게서 국가와 가족, 그리고 친지와 친구가 있으니 그래도 많은 위안이 된다! 이 영화가 현재의 우리에게 삶에 대한 의욕을 포기하지 말고 인내심을 가지고 코로나를 극복하라고 말하고 있는 건 아닐까?

## 꽃잎은 왜 다섯 개일까?



대한민국 폭발물 기술자 협회  
강재구

사시사철 초목(草木)의 꽃이 피고 지며 우리의 마음을 편안하게 하고 생활의 활력을 불어넣어 준다. 그런데 이 많은 꽃 중에서 꽃잎이 다섯 개인 꽃은 우리말의 “꽃”이나 “화(花)” 자를 붙인다. 예를 들어 무궁화, 채송화, 능소화, 이화(梨花), 도화(桃花), 참꽃 등이 그렇다. 그러나 꽃이라고 부르기는 하지만 꽃잎이 다섯 개가 아닌 꽃은 코스모스, 맨드라미 등으로 “꽃”, “화(花)” 자를 붙이지 않는 경우가 대부분이다.



무궁화



능소화



이화



코스모스



코스모스

조선 명종 13년 별시해(別試解)의 시제(試題)가 천도책(天道策) 이었는데 율곡 이이가 빼어난 답안으로 장원급제를 하였고, 여기에 꽃잎이 왜 다섯 개 인지 설명하고 있다.

시문은 “天道難知, 亦難言也, ~~, 草木之花五數, 居多, 而雪花獨六者何歟? ~” 로 이어진다.

\* “하늘의 길은 알기도 어렵고, 말하기도 어렵다. ~, 초목의 꽃잎은 대부분 다섯 개 인데, 눈꽃은 왜 홀로 여섯 개인가?”

이에 이이는 “~ 草木之花, 受氣之陽, 故多五, 出五者陽數也. 雪花受氣之陰, 故獨六, 出六者陰數也. 此亦莫之爲而然耳. ~” 라고 답하고 있다.

\* “~ 초목의 꽃은 양의 기운을 받았기 때문에 꽃술이 다섯 잎이 난 것이 많은데, 5는 양의 수입니다. 눈꽃(雪花)은 음의 기운을 받았기 때문에 유독 여섯 잎이 되었으니, 6은 음의 수입니다. 이 역시 자연이 그렇게 되는 것입니다.”

460여 년 전 조선시대에 출제된 과거시험 문제도 깊이가 있지만 자연현상을 논리적으로 답한 울곡 이이 선생의 관찰력과 지혜에 경탄을 금할 수 없다. 최근의 온도변화, 폭우 등 자연현상을 잘 살펴보고 원인을 찾아 해결하면 지금보다 훨씬 살기 좋은 세상이 되지 않을까 생각한다.

### 유태인의 인생지혜

- 그 사람의 입장에 서기 전에는 절대로 그 사람을 욕하거나 책망하지 말라.
- 거짓말쟁이에게 주어지는 최대의 벌은 그가 진실을 말했을 때에도 사람들이 믿지 않는 것이다.
- 남에게 자기를 칭찬하게 해도 좋으나 자기 입으로 자기를 칭찬하지 말라
- 물고기는 언제나 입으로 낚인다. 인간도 역시 입으로 걸린다.
- 당신이 남들에게 범한 작은 잘못은 큰 것으로 보고 남들이 당신에게 범한 큰 잘못은 작은 것으로 보라
- 세상에서 가장 행복한 남자는 좋은 아내를 얻은 사람이다.
- 술이 머리에 들어가면 비밀이 밖으로 밀려 나간다.

# Part 4

## 생활의 지혜



출처 <https://www.urimel.org/1345>



## 건강한 생활!!



### 환절기에 체온을 높이는 차 5가지

사람의 정상체온은 36.5도에서 37도 사이다. 신체 온도가 0.5도만 떨어져도 몸에 이상 증상이 나타날 수 있고, 1도 이상 떨어지면 대사 작용은 12%, 면역력은 30% 이상 낮아질 수 있다.

아침, 저녁으로 기온차가 큰 환절기에 체온을 높이는 차(茶) 5가지를 소개한다.

#### 생강차

생강차는 몸을 따뜻하게 하는 대표적인 차로 식욕을 좋게 하고 혈액순환을 원활하게 도와주며, 피부 혈색을 매끈하게 해주는 성분이 있어 피부미용에도 긍정적이다. 특히 생강차는 기침·가래를 완화해주고 몸속 세균을 내보내는 데 효과가 있어 환절기에 좋은 음식으로 알려져 있다.

생강차는 껍질을 벗긴 생강 30g을 얇게 썬 뒤 3L의 물에 불리고 2시간 정도 끓이면 된다. 기호에 따라 우유, 꿀, 레몬, 대추, 설탕 등을 넣어 마시는 것도 방법이다.

#### 쑥차

쑥은 몸을 따뜻하게 해주는 식물로 알려져 있다. 또한 비타민이 풍부하고, 콜레스테롤을 제거해줘 체내 노폐물을 없애고 혈압을 낮춰주며 노화 방지에도 효과가 있다. 쑥차를 섭취하면 혈액순환이 원활해져 손과 발, 아랫배가 따뜻해진다. 이에 여성의 경우 생리통 완화에도 도움이 된다.

쑥차를 만들 때는 쑥잎을 따서 잘 씻어내 물기를 뺀 뒤 잘게 찢어 그늘에 3일 정도 말리고 보관한다. 그리고 적당한 크기로 잘라 프라이팬에 약한 불로 달군 뒤 끓인 물 500cc에 쑥 10~15g 비율로 넣고 달이면 된다.

#### 꿀차

꿀 역시 따뜻한 성질의 음식이다. 꿀차를 섭취하면 신진대사가 원활해져 체온이 상승하는 효과가 있다. 꿀차는 감기에 걸리거나 숙취가 있을 때 마시면 증상을 완화하

는 데 도움이 된다.

꿀차는 물을 끓여 꿀을 넣은 뒤 잘 저어 마시면 된다. 배, 무, 감귤, 유자 등 다양한 재료들을 넣어 마시기도 한다.

#### 대추차

대추차는 수족냉증에 특히 도움을 주며, 신경을 완화하는 성분이 함유되어 스트레스를 다스리는 데 효과가 있으며, 혈액순환을 원활하게 해 근육을 이완시켜 마음을 편하게 하는 효과가 있다. 대추차를 만드는 방법은 건대추를 꼼꼼히 씻어낸 뒤 물에 불렸다가 끓이고, 흐물흐물해진 대추를 건져 체에 받혀 짓눌러 으갠 뒤 씨는 빼내고 과육만 대추 물에 섞어 한 번 더 끓이면 된다.

#### 유자차

유자껍질의 리모넨 성분과 헤스페리딘 성분은 혈액의 흐름을 원활하게 해 몸을 따뜻하게 하는 효과가 있다. 아울러 유자에는 모세혈관을 튼튼하게 해주는 성분이 있어 뇌출혈 등의 질환에도 도움을 준다. 유자차의 비타민C는 면역력을 높여주며 감기 예방에 효과가 있다. 또한 유자차의 새콤달콤한 맛과 향 때문에 입맛이 없거나 소화기 잘 되지 않을 때 마시면 좋다.

유자차는 보통 청을 만들어 마신다. 유자청은 유자를 베이킹소다와 굵은소금 등으로 깨끗이 씻어 씨앗을 제거한 후 유자 속을 긁어모으고, 얇게 썬 유자 껍질과 유자 속 그리고 씨와 분리하며 생긴 유자즙을 설탕과 섞어 반나절에서 하루 정도 재워두면 된다.

출처 : <https://www.ajunews.com/view/20200428152918613>

## 잇몸 건강을 돕는 음식 5가지

‘잇몸이 무너지면 전신이 무너진다’는 말도 있는 만큼 잇몸 질환은 염증이 혈류를 따라 치아뿐만 아니라 신체 모든 부위에 악영향을 미칠 수 있어 평소 건강관리가 매우 중요하다. 따라서 음식으로 잇몸 건강을 유지할 수 있는 5가지 방법을 소개한다.

### 가지

가지는 지혈 효과가 있어 잇몸이 부었을 때 섭취하면 증상을 완화할 수 있다. 또한 가지에 함유된 안토시아닌이라는 성분은 혈관 내 노폐물 제거와 함께 잇몸 염증 예방 및 통증 완화에 도움을 준다.

잇몸 건강 상태가 우려될 때는 가지로 끓인 물에 약간의 소금을 넣어 양치를 해주는 것으로도 효과를 볼 수 있다.

### 양파

양파의 항박테리아 성분은 충치와 잇몸병 예방에 탁월하며, 섬유질이 풍부해 플라그 제거에도 도움이 되는 것으로 알려졌다. 한 연구에 따르면 양파는 잇몸 질환과 충치로 이어지는 4종의 박테리아 균주를 완전히 박멸한다.

양파물을 우려내 양치질하는 것만으로도 도움이 되며, 다른 음식과 곁들여 먹어도 그 효과를 볼 수 있다.

### 셀러리

셀러리에 풍부한 섬유질은 치아 표면을 문질러 플라크를 제거해주고 치아를 단단하게 만드는 데 도움을 준다. 또한 셀러리를 포함한 녹색 채소들은 타액 분비량을 늘려 충치와 잇몸병의 원인이 될 수 있는 산을 중화시켜준다.

### 시금치

비타민A와 비타민C는 잇몸 부기를 가라앉히고 피가 나는 증상을 막아준다. 또한 섬유질이 풍부해 플라크 예방과 함께 치주염 발생 확률을 낮춰주며, 성장기 어린이 치아 골격을 튼튼하게 만들어준다.

### 딸기

비타민 C가 풍부한 딸기 역시 잇몸 건강에 좋은 음식이다. 비타민 C는 잇몸을 구성하는 콜라겐 생성에 필수적이며, 치주염 예방 및 잇몸 출혈을 줄여준다. 아울러 딸기 섭취는 치아 표면의 치태 제거에 도움을 준다.

## 눈 건강을 지키는 건강한 겨울스포츠 Tip

일반적으로 유행성 결막염 때문에 여름에 눈 질환이 더 많을 것이라고 생각되나 바람이 차고 건조하며, 눈에 의한 빛 반사가 더 심한 겨울에 눈 질환이 더 많이 발생합니다. 겨울철에 운동을 하실 경우에는 추운 날씨 때문에 오히려 따뜻한 곳을 찾아 햇볕이 내리쬐는 곳에서 하시는 경우가 있는데 그런 경우 자외선에 노출되기 더욱 쉽습니다. 겨울에도 모자를 쓰시고, 선그라스나 바람을 막는 고글 등을 착용하시고 운동을 하는 것이 좋습니다.

야외에서 운동을 하실 때는 자외선이 100% 차단되는 것으로, 렌즈의 색은 입체감이 잘 느껴지는 노란색 계통이 좋으며 너무 색이 짙으면 동공이 확장되어 망막으로 자외선 투과가 더 많아지므로 70 ~ 80% 정도의 색 농도를 가진 고글이나 선글라스를 반드시 착용해야 합니다.

스키, 스노보드 등 눈에서 스포츠를 즐기실 때는 자외선에 의한 눈질환이 가장 많이 발생할 수 있으므로, 선글라스보다는 자외선과 바람을 동시에 차단할 수 있는 스키용 고글을 쓰는 것이 안전합니다. 고글 없이 안경만 쓰고 타는 경우가 있는데, 안경만으로는 자외선 차단 효과가 부족하면 신체적 접촉으로 사고가 났을 시 안경 손상으로 눈을 다칠 경우도 있으므로 가능하면 안경이나 콘택트렌즈 위에 고글을 착용하는 것이 좋습니다. 또한 라식이나 라섹 등의 굴절교정 수술 이후에 자외선이나 바람에 노출될 경우 각막 손상 등의 합병증이 발생할 수 있으므로 수술 후 3개월 이상 지나지 않았다면 스키 등의 겨울스포츠는 내년으로 미루는 것이 좋습니다.

출처 : <https://www.ajunews.com/view/20200428151610599>

출처 : <http://ch.cauhs.or.kr>(중앙대학교 건강칼럼)

## 알아두면 유용해요!!

### 커피는 하루에 두잔만

커피의 카페인 성분은 각성작용에 있어 느슨하게 풀어진 두뇌를 긴장시키는 효과가 있다. 필요이상 다량 복용하면 과도하게 긴장되어 불안 초조의 증상이 생기지만 적당히 조절해서 마시면 하루 생활의 활력소가 될 수 있다. 따라서 하루 한잔의 커피가 업무 능력을 높이는 효과를 얻을 수 있다.

모닝 커피는 아침 일찍 마신다. 이 시간은 우리의 뇌가 각성작용에 대해 가장 민감해지기 때문이다. 아침에 마신 커피 한잔은 낮시간 내내 적당한 긴장감과 활력을 주어 일을 효과적으로 추진하게 된다. 늦은 오후 커피는 오후 4~5시쯤 마신다. 하루를 마무리하는 남은 시간을 최대한 효율적이고 기분 좋게 보낼 수 있다. 아침과 늦은 오후 중간의 낮 시간대에는 커피를 굳이 마실 필요가 없다. 아침에 마신 한잔의 커피 각성작용은 6시간 이상 지속되기 때문이다.

### 전자파의 피해를 줄이려면

전자파는 이미 생활환경이 돼 있고, 어차피 그 영향에서 벗어날 수 없다면 효율적으로 이용하고, 혹시 있을지도 모르는 피해를 줄이는 것이 최선이다. 전자파의 에너지는 거리의 제곱에 반비례해 줄어들기 때문에 발생기로부터 멀리 떨어질수록 그 영향은 급격히 줄어든다. 또한 멀리할 수 없다면 노출 시간을 되도록 짧게 한다. 다음은 전자파 영향을 줄이는 생활수칙이다.

- ① 전기제품을 쓰지 않을 때는 꼭 플러그를 뽑아 둔다. 플러그를 뽑지 않고 스위치만 끄면 자기장은 사라지지만 전기장은 계속적으로 발생해서 전자파의 영향이 생길 수 있다.
- ② 컴퓨터를 사용할 때는 최소한 60cm 이상 떨어져서 작업하고, TV 화면도 1.5m 이상 떨어져 시청한다.
- ③ 휴대폰을 사용할 때는 되도록 머리에 바짝 대지 않는다. 내부가 투명하게 보이는 휴대폰은 전자파 차폐막이 설치돼있지 않아 보통 제품에 비해 전자파 강도가 엄청나

게 강하다.

- ④ 전자레인지 사용할 때는 1m 이상 떨어져서 사용하며, 작동중일 때는 절대로 내부를 들여다보지 않는다. 작동중이 아닐지라도 플러그가 꽂혀 있을 때는 마이크로파 발생장치가 예열 되면서 전자파가 생기므로 플러그를 뽑아 둔다.
- ⑤ 전기면도기는 얼굴 부위에 밀착시켜 사용하므로 사용 시간을 줄이는 것이 상책이다. 헤어드라이어도 되도록 거리를 두고 사용하며 사용 시간을 줄인다.
- ⑥ 지하철이나 전철을 탈 때 고압선로에서 되도록 멀리 떨어진다. 전동차가 오기 전에 선로에 바짝 붙어서 기다리지 말고, 전동차가 완전히 멎어 문이 열린 다음 천천히 탄다.

### 옷 구김을 퍼려면

여행 가방에서 꺼낸 구겨진 옷. 옷걸이에 걸어 김이 서린 욕실에 두고 욕실 문을 닫아 둔다. 아침이면 옷의 구김은 대부분 깨끗이 퍼진다. 복의 어깨와 등 부위 등 구김이 잘 가는 곳을 펴 때도 같은 요령. 분무기로 옷 전체에 물을 뿌리고 하루 정도 걸어두면 다림질을 하지 않아도 구김이 퍼지며 나프탈렌 냄새도 싹 가신다.

심한 구김이나 주름, 단으로 접혔던 자국은 무릎 잘라 문지르거나 식초를 떨어뜨리고 중간온도로 다림질하면 퍼진다.

출처 : <http://blog.daum.net/sani729/1779685>

## 웃으면 복이 와요 ^V^



### 웃음에 대한 명언

웃음은 전염된다. 웃음은 감염된다. 이 둘은 당신의 건강에 좋다. [윌리엄 프라이]  
웃음은 만국 공통의 언어다. [조엘 굿맨]  
당신은 웃을 때 가장 아름답다. [칼 조세프 쿠 쉘]  
나 하나가 웃음거리가 되어 국민들이 즐거울 수 있다면  
얼마든지 바보가 되겠다. [헬무트 콜]  
웃음은 살 수도 없고, 빌릴 수도 없고, 도둑질할 수도 없는 것이다. [데일 카네기]  
만일 이 세상이 눈물의 골짜기라면, 미소는 거기에 뜨는 무지개다. [다트리]  
성인이 하루 15번만 웃고 살면 병원의 수 많은 환자들이 반으로 줄어들 것이다. [조  
엘 굿맨]  
웃음은 거의 참을 수 없는 슬픔을 참을 수 있는 어떤 것으로, 나아가 희망적인 것으  
로 바꾸어 놓는다. [봄 호프]  
세상에서 가장 재미있는 일들을 이해하지 못한다면, 가장 심각한 일들을 상대할 수  
없을 것이다. [윈스턴 처칠]  
운명과 유머는 함께 세계를 지배한다. [하비 콕스]  
일은 즐거워야 한다. 유머는 조직의 화합을 위한 촉매제이다. [허브 켈러허]  
웃음은 최고의 결말을 보장한다. [오스카 와일드]  
오늘 가장 좋게 웃는 자는 역시 최후에도 웃을 것이다. [니체]

출처 : <https://news.hmgjournal.com/TALK/reissue-emotion-training>  
출처 : [blog.daum.net/dourira/6850816](http://blog.daum.net/dourira/6850816)

## 골프 유머

### 부시의 골프 실력

조지 부시 전 대통령은 열렬한 골프광으로서 대통령 재임 당시 싱글 핸디캡에 가까운 실력을 뽐내고 있었다.  
그러던 그가 한국을 방문했을 때 한 기자가 물었다.  
요즈음 골프 실력은 어떠한지요?  
부시 왈, “요즈음은 90치기가 바쁜데요.”  
기자가 왜 실력이 줄었느냐고 물었더니  
부시가 대답하기를 “글쎄요, 잘 모르겠는데요.  
내가 대통령일 때는 그린에 올라오면 컨시드를 잘 주던데  
지금은 아무도 안 주는군요.”

### 헤드업

100을 넘나드는 초보 골퍼가  
거의 매 홀을 슬라이스와 혹으로 고전하며  
숲속의 가시덤불과 험한 언덕을 번갈아 넘나들었다.  
무거운 골프 백을 어깨에 메고 뒤따르는 캐디 역시  
땀을 뻘뻘 흘려댔다.  
마지막 18홀의 티 샷 역시,  
타석에서 멀지 않은 연못에 빠지고 말았다.  
캐디를 돌아본 그는 그때서야 비로소 미안함을 느꼈다.  
“정말 댁한테 미안해서 어쩔 줄을 모르겠군.  
차라리 내가 물속으로 풍덩 뛰어들고 말까? 진심이라고.”  
한심하다는 표정을 짓던 캐디가 심드렁하게 대꾸했다.  
“글쎄요, 선생님. 연못으로 빠지는 그 순간까지 헤드업(head-up)을 안 하시고 물속  
으로 들어갈 수 있을까요? 어림 없을 걸요.”

출처 : <https://www.onmaum.com/4447/m/view.php?code=humor&number=24156>

## 공지사항

### 투고 안내

- BOMB REVIEW는 여러분의 투고나 제언을 환영합니다.  
폭발물처리 관련 기술정보 및 안전관리 분야, 관련 장비 및 물자정보 또는 운용방안 발전 등 폭발물 처리 및 대응, 안전관리에 대한 유익한 제언과 함께 임무수행 또는 생활간 단상, 소개하고 싶은 동료(팀) 등 아래 사항을 참고하여 연락주시기 바랍니다.
- 한글 B5 46배판(182 × 257mm), 맞쪽, 줄간격(160%), 여백(좌우 25mm, 상하 15mm), 제목(윤고딕 16), 내용(휴먼명조 12)  
※ 다른 곳에 게재되지 않은 미발표 논문(수필) 이어야 함
- 경기 화성시 동탄첨단산업1로 51-9 동탄엠타워 711호  
대한민국 폭발물 기술자 협회  
☎ 031-8055-8679, 010-5084-4361 / hjlee0103@iabti.kr

### 회원가입 안내

- 협회 설립 목적에 찬동하고, 폭발물 관련 업무(폭발물처리, 탄약 검사, 탄약 정비 등)를 수행 중 이거나, 관련 정책 및 지원(지휘)업무에 종사한 경력이 있거나 관심 있는 분은 상기 「투고 안내」 하단의 연락처로 연락주시기 바랍니다.



발행처 | 사단법인 대한민국 폭발물 기술자 협회  
발행일 | 2020. 11. 27  
발행인 | 이정근(사단법인 대한민국 폭발물 기술자 협회 협회장)  
편집위원 | 강재구 위원, 박우홍 위원, 이호준 위원  
편집인쇄 | 다산미디어(강영도 대표)

당신이 움직이는  
모든 순간  
청방이 책임집니다

### 주요 서비스

Prime-Time 운전대행	출, 퇴근 / 일일기사
VIP 전담 의전(골프, 출장)	외국인 안내 / 통역
차량 탁송(P&D)	생활편의 에스코트

법인전문 대리운전 | 1588-3333

www.chungbang.com



T/G 제어사업



원자력 I&C사업



ICT 사업

## 발전제어기술의 선두주자

㈜이투에스는 30여 년간 지속적인 연구개발과 기술혁신으로 원자력 및 화력 발전소 등 제어시스템 부문에서 최고 수준의 원천기술을 보유하고 있습니다. 당사의 핵심기술은 대용량발전기 여자시스템 설계기술, 원전 제어봉제어계통 전력함 제어기 설계기술 등 에너지 제어분야에서 독자적인 기술력을 확보하고 있으며, 엄격한 품질관리를 통해 높은 신뢰도와 안전성을 갖춘 고품격의 제품을 생산, 공급하고 있습니다.