

## 국내 현장발파의 문제점과 해결책에 관한 고찰

A study of problems&solutions of the domestic field blasting

장형두<sup>1)</sup> 화학섬유산업노동조합 화약류관리보안책임자지회<sup>2)</sup>

### 초록

대한민국의 4년제 대학에서 학사학위를 취득하고, 화약류관리 기술자격시험에 합격하여 국가로부터 기술자격을 부여받고, 국가가 명한 소정의 교육과정을 거쳐, 경찰청에서 발급되는 화약류관리면허를 취득한 대한민국의 화약기술자들은 일선 현장에서 직접 발파를 시공하는 화약발파사회의 기초라 말할 수 있다. 이들의 눈으로 본 현장발파의 문제점들을 파악하고, 해결책을 모색하여, 대한민국의 화약발파기술자들이 세계 일류의 기술자로 도약할 수 있기를 기대해 본다.

Abstract: Field blasting engineers who took a degree from university, and passed the national qualifying examination of blaster, and took a prescribed course by national commend, and got a license of blasting from the national police agency are the foundation of a society of explosive&blasting of south Korea. By their view, we want to find problems of the domestic fiend blasting, and to think about solutions. I hope they become the world's best blasting engineer.

### 1. 서론

총포·도검·화약류 등 단속법(이하 총단법)제31조에 의거한 화약류관리보안책임자란, 화약류의 취급 전반에 관한 사항을 각각 주관하되, 대통령령이 정하는 안전상의 감독업무를 성실히 수행 하고, 총단법 시행령 제 58조의 1항부터 5항까지의 규칙을 준수하여 화약류 사용에 있어 공공의 안녕을 기할 수 있도록 국가가 자격을 부여한 사람들이다. 현 화약류관리기사의 경우 1974년 화약류관리기사1급(화공, 화학, 토목, 광업)으로 신설되어 1999년 화약류관리기사로 변경되었으며, 전국적으로 기술사 112명, 기사 2128명, 산업기사 2035명, 취급기능사 2526명이 배출되어있다. (산업인력관리공단 2004.)

현재 일선 현장에 화약류관리보안책임자로 선임되어 근무하고 있는 화약류관리기사의 대부분은 일용직 형태로 근무하고 있으며, 이들의 사회적, 법적 처우 또한 발파사회의 기술적, 제도적 선진화에 큰 걸림돌이 되고 있음이 분명하다. 향후 기술의 FTA협상의 타결 후, 선진기술이 국내에 상륙하는 경우를 감안 할 때 - 현 상태가 지속된다면 - 지금의 화약기사들은

1) 목포대학교 섬유산업노동조합 화약류관리보안책임자지회 조직부장

## 장형두

화약류관리보안책임자가 아닌 선진 기술자들의 국내 발파시장 점유를 돕는 화약류운반책임자나, 경험 많은 장약수로 전략 될 것이 분명하다. 이에 현재 국내 현장발파의 구조적, 제도적 문제점들을 파악하고 이에 따른 해결책을 현장 화약류관리보안책임자의 관점에서 제시하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 현 실태조사

자료의 정확성과 신속한 자료 수집을 위해 저자가 속한 광주/전남을 예로 들자면, 유동적이지만 지역 총 화약류관리 관련 면허 소지자중 거주지가 광주/전남이며, 활발한 활동을 보이는 이들은 342명이며, 이들의 근무 형태는 A>기술사 10명, B>발파 사업자 15명 C>기술사 사무소 및 화약류저장소 근무자 20명, D>원청 및 하청의 직영 근무자 141명, E>발파 사업자(소위 하도급의 재 하도급을 받는 이)에게 고용되어있는 근무자 141명 F>타 직종 근무자 15명 등이다.(화학섬유노동조합 화약류관리보안책임자지회 2006.5)

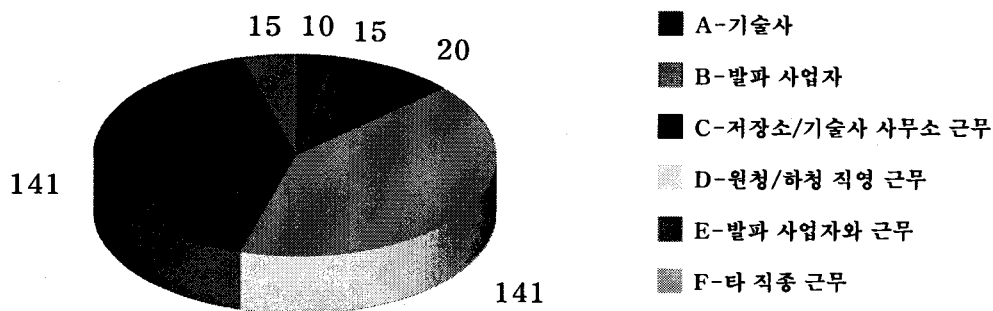


Fig. 1.광주/전남 화약류관리기술자 근무 동향

화약류관리와 관련된 기술자들의 근무 동향은 그들의 가변적인 작업환경과 쉽게 퇴직하고 이직하는 경향을 고려할 때, 정확한 파악이 불가하며, 위의 자료는 화약류관리보안책임자 지회의 도움으로 광주·전남에 거주지를 둔 기술자중 활발한 활동을 보인 사람을 대상으로

파악한 것이다.

Fig. 1.의 자료 중 B에 해당하는 발파 사업자는, 대부분이 불법 하도급자들로 발파 관련 부분만을 불법적으로 재하도급 받아서 공사를 수행하는 이들의 집단이며, 화약류관리보안책임자 면허가 없는 불법 발파 사업자들의 수는 셀 수 없을 정도로 많을 것으로 판단된다.

이외에도 많은 수의 화약류 관련 면허 취득자가 화약류관리 시험의 제도화 전에 면허를 발급받은 것으로 사료되며 이들의 파악을 위해 관련부처인 전남지방경찰청에 의뢰한 결과 Fig. 2.에서 보듯이 2006년 4월 30일을 기준으로 1급 화약류관리보안책임자는 401명 중 유효 면허는 321명, 2급 화약류관리보안책임자는 425명 중 유효 면허는 196명, 3급 화약류관리보안책임자는 38명중 유효 면허는 25명인 것으로 나타났다.(전남지방경찰청 2006.4)

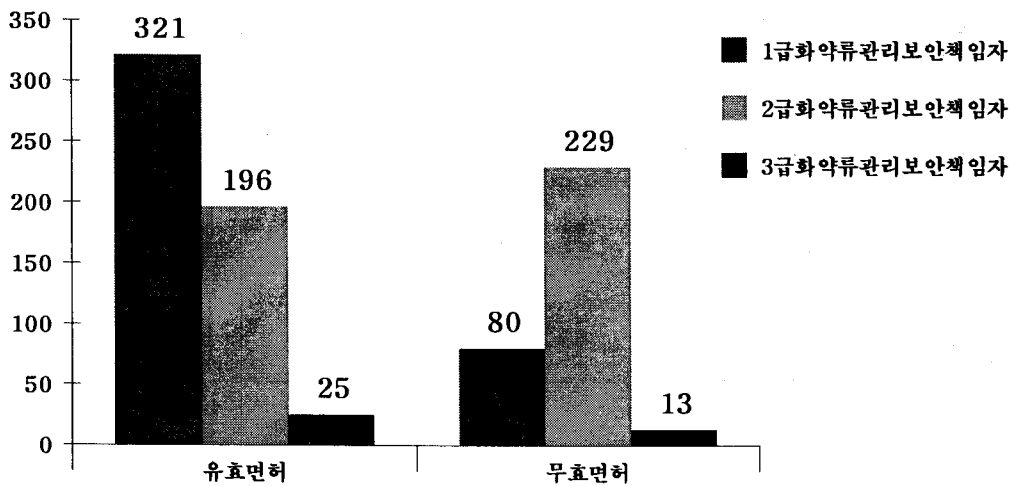


Fig. 2.광주전남 화약류관리보안책임자 총계 (2006년 04월 기준)

발급된 면허 중 효력이 정지된 면허는 1급의 20.05% 2급의 53.88% 3급의 34.21% 으로 나타났으며, 이들은 간단한 면허 갱신의 절차를 통해 유효 면허로 전환될 수 있음에도 시도 하지 않고 있으며, 대부분의 무효 면허 소지자 들은 타 직종으로 전직했음을 미루어 짐작할 수 있다. 이는 그들의 과거 화약류관리보안책임자로서의 생활이 어떠했는지 말해주는 하나의 지표라 생각된다.

화약류관리보안책임자의 경우, 과거 자격증의 희소성과 작업의 위험성 및 중요성으로 인해 다른 산업의 임금 수준에 비해 고수익의 임금을 유지하였으나, 90년대 중반에 이르러 정부의 정책에 의해 많은 수의 화약류관리보안책임자를 양산하면서 그 임금 수준은 과거보다 떨어지거나 겨우 그 수준을 유지하고 있는 실정이다.

생활 물가 지수에 발맞추어 각 업종별 임금 또한 매년 꾸준한 상승세를 유지하고 있으나, 유독 화약류관리보안책임자의 임금만이 시대에 역행하는 듯 뒷걸음질 치는 것을 볼 수 있

장형두

다. Fig. 3.는 Table. 1.의 자료를 바탕으로 1993년부터의 생활 물가 지수를 도표화 시킨 것이고, Fig. 4.는 Fig. 3. 와 비교 가능 하도록 Table. 2.의 자료를 바탕으로 화약류관리보안책임자의 연간 임금의 증가 수준을 도표화 시킨 것이다.

Fig. 4.는 화약류관리보안책임자의 임금 동향 조사이며, Fig. 6.는 각 대표 산업별 임금 증가 수준을 도표화 시킨 것이다.

Fig. 3.의 생활 물가 지수가 00년 대비 05년에 22.4% 증가 하였고 95년 대비 05년에는 46.91% 증가하였음을 알 수 있으며, 이와 비교하여 Fig. 4.의 1급 화약류관리보안책임자의 경우 00년 대비 05년에 1.39%(터널), 2.18%(도로)로 나타났다. 95년 대비 05년의 경우 -2.51%(터널), -1.02%(도로)로 오히려 감소하였음을 알 수 있다.

이는 2.2장에서 거론할 현재의 화약류 관련 많은 문제점들의 해결하려는 노력이 없었기 때문이라 생각되며, 기술의 장려 정책이나 기술자의 복지 증진 정책 없이 기술 인력만 양산한 정부의 기술 인력 정책에 기인한다고 사료된다.

Table. 1. 생활 물가 지수 동향 (통계청 2006.)

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
총 지수	74.15	78.80	82.33	86.38	90.22	97.00	97.79	100	104.1	106.9	110.7	114.7	117.8	/
생활 물가 지수	/	/	75.45	79.96	84.84	94.25	96.47	100	105.1	107.7	112.1	117.6	122.4	/

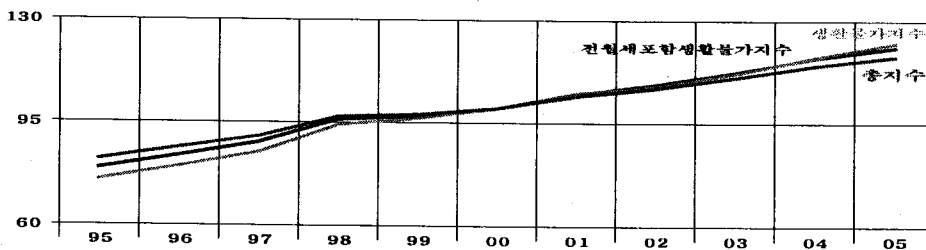


Fig. 3. 생활 물가 지수

(통계표 주석)

\* X축 - 년도

\* Y축 - 2000년도의 100 기준

\* 1999년 이전 지수는 3자리, 2000년 이후 지수는 1자리로 지수 작성  
(기준점: 2000년을 100으로 할 경우)

\* 지역별로 기준 시점(2000년)의 가격 수준이 다르기 때문에

지역별 소비자 물가 지수를 이용하여 지역별 가격 차이를 비교할 수 없음

Table. 2. 화약류관리보안책임자의 임금 동향

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
1급 터널	97.40	103.90	103.90	103.08	92.21	88.96	94.16	100	99.57	97.40	97.40	97.67	99.72	101.39
1급 도로	94.60	99.80	103.20	108.93	97.00	95.89	95.89	100	94.20	95.52	100.82	102.39	102.19	102.18

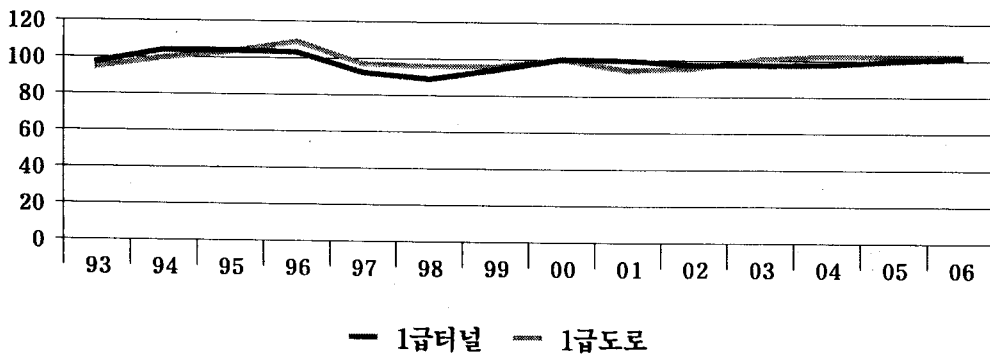


Fig. 4. 화약류관리보안책임자의 임금 지수

(통계표 주석)

- \* X축 - 년도
- \* Y축 - 2000년도를 기준점 100으로 했을 경우의 비교 치수
- \* 광주/전남의 1급 화약류관리보안책임자를 대상으로 조사
- \* 1급 화약류관리보안책임자 60명 (조사기간 : 2006/07/22 ~ 2006/08/23)
- \* 통계청의 생활 물가지수 동향 조사와 동일한 방식으로 비교 가능

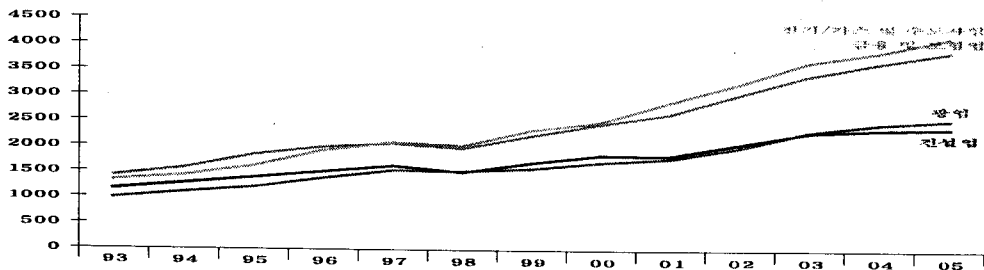


Fig. 5. 화약류관리보안책임자의 임금 동향 조사

(통계표 주석)

- \* X축 - 년도
- \* Y축 - 월평균 급여액(단위 :만원)
- \* 광주/전남의 1급 화약류관리보안책임자를 대상으로 조사
- \* 1급 화약류관리보안책임자 60명 ( 조사기간 : 2006/07/22 ~ 2006/08/23)

장형두

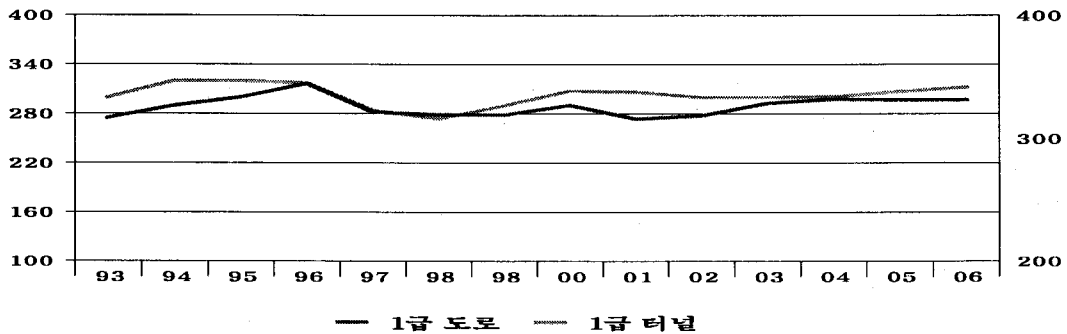


Fig. 6. 연간 산업별 임금 증가 (통계청 2006.)

(통계표 주석)

- \* 93년 01월부터는 신산업 분류임 \* Y축 연중 6월을 임금을 기준함
- \* 상용 근로자 10인 이상 사업체를 대상으로 조사된 내용임.
- \* 월 평균 임금.

임금 총액(정액 급여액+초과 급여액+현물 급여 평가액+특별 급여액)

= (전월 말 근로자수+당월 말 근로자수)/2

2.2 현재의 문제점

2.2.1 화약발파의 불법 하도급

1) 언론의 보도 자료

06년 1월에 '발파작기 단가 하청 가격의 3배'라는 제목과 함께 실린 기사를 보면, 대구-부산 간 고속도로 공사의 주요 시공사 중의 하나인 OO산업은 발파작기 단가(m<sup>3</sup>당 가격)를 8,336원으로 책정을 해 두었지만 중소건설사 하도급은 2,800원에 불과했다고 하며, 이의 원인은 정부와 업자가 결탁한 전형적인 예산낭비의 결과이며, 정부의 원가 계산 기준인 표준 품셈이 부풀려져 있음이 원인이라고 보도하고 있다.(경향신문 2006.1)

위의 보도는 공사 하도급자가 직접 현장을 운영하는 경우이며, 발파 사업자가 하청의 불법 재하도급을 받는 경우, 상황은 더욱 심각하다. 필자가 03년 5월부터 04년 8월까지 근무한 현리-신팔 간 도로 확포장 공사(이분위 일반발파)의 경우 발주처인 서울지방국토관리청에서 시공 원청인 OO기업(주)의 단가가 11,000원정도 이었으며, 하도급인 (주)OO건설은 7,000원정도, 그리고 발파업자에게 3,000원에 현장의 발파를 맡기는 기이한 형태를 유지하고 있었고, 본 발파를 실행한 필자의 경우 1,600~1,900원으로 모든 발파를 실시해야 했다. 이러한 부조리한 현장 환경 속에서 발파 설계상의 이분위 발파는 공사 시공사와 발파업자의 더 많은 이윤 창출을 위해 설계 도면에만 존재하는 것이었으며, 물량중심의 현장 운영을 해야 하는 현장 화약류관리보안책임자는 기술자적 자존심을 잠시 접어야 했다.

터널의 경우 대부분의 터널은 기술적 시공의 복잡함과 시공의 안전성 측면에서 절대 불법으로 하도급을 내리는 것은 불가하다. 그러나 몇몇 현장은 하도급에서 터널의 공구장, 즉 현장 작업 지시 반장 또는 발파 사업자에게 불법으로 하도급된 경우가 종종 있으며, 필자는 2005년 5월경 과천의 터널 현장에서 불법 하도급 된 경우를 목격했었다. 이러한 현장에서는 투입비를 아끼기 위해 1급 화약류관리보안책임자 1명만을 선임 하도록 하여 무리한 작업을 요구하고 있다.

작게는 2달 길게는 12달이 넘게 시공되는 터널현장에서 하루라도 발파를 쉴 수 없는 터널현장의 특성상 주간만을 근무하는 형태일지라도 화약기사를 한명만 선임하는 것은 명백한 근로기준법상 근무일수에 위반되는 행위이며, 1급 화약류관리보안책임자 1명이 휴일 없이 밤낮을 가리지 않고 화약을 안전하게 관리할 수 없다는 것은 당연한 일이다.

노동법상 근로자의 근무 일수가 정해진 것도 대한민국 국민으로서의 기본적으로 누려야 할 권리임에도 이를 지키려는 노력보다 이를 개개인의 부의 축적을 위해 이용된다는 것 또한 개탄할 일이다.

## 2) 설계에 근접한 기술시공의 불가능

발파 설계할시 이분위 일반발파의 단가가 11,000원으로 결정된 이유는, 발파 공사의 충분한 안전 대책을 세우고, 총단법이 정하는 관계 법령을 준수하며, 건설교통부의 암 발파 설계 지침과 화약류기술사의 현장 시험 발파 보고서를 토대로 정확한 공법을 적용, 효율적이고 안전한 기술 발파를 실시하여 공공의 안녕을 지키고 나아가 공사의 효율을 증대시키기 위함이다. 하지만 현실은 대형 토목 업체나 발파 사업자의 이윤 창출의 목적으로 말미암아, 일선 현장에서의 공공의 안녕이나 규정된 공법의 적용, 또 법령이 정하는 화약류관리보안책임자의 책임과 의무는 지켜지기 어려운 게 현실이다.

불법 하도급 업자가 공사를 수주 받는 경우는 더욱 심각하다. 책정된 발파단가의 적게는 1/5, 크게는 1/10 수준의 금액으로 발파 공사를 해야 하는 업자의 경우, 발파안전에 필요한 시설물의 확충이나, 인력의 확보를 기대하기는 현실적으로 힘들며, 도급 서류상 발파사고에 관해 아무런 책임도 없는 이들은 사고가 발생할시 화약류관리보안책임자에게 모든 책임을 전가한다. 일 년에 10개월을 근무하면 많이 근무했다고 하는 화약류관리보안책임자들은 그들의 생계를 위해 어쩔 수 없이 발파 사업자에게 고용되어 모든 불합리함을 안고 근무하고 있다.

## 3) 안전 불감증이 불러온 발파관련 사고의 원인분석

2004년 대한화약발파공학회지에 실린 FTA기법을 이용한 발파사고 분석에 관한 연구 (이정훈외, 2004)에 따르면, 발파사고는 특수한 기술 분야임에도 불구하고 이에 맞는 재해조사표가 부재하며, 1988년에서 1997년간 발파 사고 중 비석 및 낙석에 의한 사고 비율이 전체 발파사고의 45.7%로 나타났다.

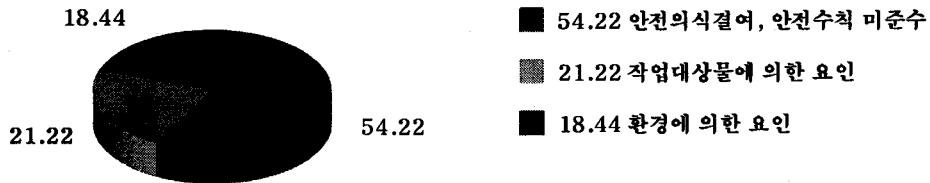


Fig. 5. 비석 및 낙석사고에 대한 FTA 분석결과

Fig.5.의 그림에서도 볼 수 있듯이 전체 발파사고의 45.7%를 차지하는 비석 및 낙석사고의 경우 54.22%가 안전의식의 결여나 안전수칙의 미준수가 원인이다. FTA기법을 이용한 발파사고 분석에 관한 연구의 결론에서도 화약류를 취급, 관리하는 자에게는 사전에 안전교육을 철저히 할 것과, 화약류에 대한 안전지식을 갖춘 전문 기술자가 작업지도를 하도록 하는 등의 안전조치가 필요하다고 말하고 있다.

4) 일선 현장의 실태

일선 현장에서 발파에 관한 전문 지식을 가진 화약류관리보안책임자들이 안전교육을 실시하거나, 현 대부분 발파현장의 경우 화약류 취급보조원 작업지도를 하는데 한계가 있음이 분명하다. 일선 도로공사 현장의 경우 비정규직으로 분류된 화약류기술자는 현장에서 폭약 및 뇌관의 관리뿐만 아니라, 때로는 취급보조원의 업무 까지 병행하는 것이 대부분이다. 토목 업체는 인건비를 줄일 목적으로, 법규로 정해져있는 화약류 취급보조원을 서류상으로만 올려놓고 공사를 진행하며, 발파 불량이 늘어나서 취급보조원이 필요할 경우, 화약에 관한 안전 교육을 전혀 받지 않은 일일 노무자나, 혹은 외국인 노동자를 발파현장에 투입하기도 한다. 매년 투입될 때마다 화약류관리보안책임자는 투입된 화약류 취급공에게 화약류 작업에 관한 안전교육을 실시하여야 하나, 이것으로만은 화약류의 위력이나 취급 위험성에 관한 무지한 사람들의 인식을 깨우치거나, 이들로 인한 인적 사고 발생을 막기에는 역부족임이 분명하다.

5) 1급 화약류관리보안책임자의 월 화약 사용량 무제한

화약류 관리 실태와 문제점(2005 화약류관리보안책임자대회)에 따르면 총단법에서는 300kg이상을 대발파로 규정하고 있으나 발파공사장이 대규모화 되고, 천공장비가 고성능화 되면서 대발파 규정이 무색할 만큼 하루 발파량이 2ton을 넘는 발파현장도 쉽게 볼 수



있다. 많은 현장 화약류관리보안책임자들의 경험으로 미루어 볼 때 1인의 화약기사가 관리할 수 있는 한계는 1ton/일 정도인 것으로 사료된다. 그 이상의 화약 및 뇌관을 사용할 경우, 화약류의 사용 및 관리에 있어 안전상의 문제점이 들어날 수밖에 없다.

Table. 3. 은 광주·전남의 한 화약사의 도움으로 얻은 자료이며 아래의 화약사에 의하면 70ton/월 이 넘는 발파현장도 있으나 소음 및 진동 등의 민원으로 공사가 중단된 상태라고 한다.

Table. 3. 광주·전남의 OO화약사가 화약을 제공하는 현장기준(2005년 기준)

월 화약량	10 ton 이상	10~7 ton	7~5 ton	5 ton 이하
사용 현장 개수	5	4	4	유동적

총단법 제 27조 및 동법 시행령 53조, 54조에 화약류관리보안책임자를 선임하여야할 자와 선임 기준에 따르면, 2급은 2ton미만/월, 1급은 무제한/월로 되어있다. 이러한 규정 또한 단법의 본래의 취지와는 다르게 화약류관리의 어려움을 배가시키고 있다. 1급의 화약 사용 능력이 무제한임을 이용하여, 총 도로공사 연장이 10Km가 넘는 현장에서 두 곳 이상의 발파장소에서 공사를 진행하기를 강요하며, 수백공이 넘는 천공을 화약류관리보안책임자 선임 및 화약류의 양도 및 양수허가 없이 해두고, 하루~이틀 화약류관리보안책임자를 선임하여 한꺼번에 수 톤의 화약을 양수하여 발파 하는 것이다. 속히 말하는 일일발파가 그것이다. 일일발파의 경우 많은 약량을 사용하고, 무리한 장약작업으로 화약류관리보안책임자의 피로도도 높아질 것이며, 빠른 장약작업 진행을 위해 투입된 일일근로자의 안전 불감증으로 인한 인적 오류 사고의 확률이 보통의 발파작업보다 높은 것이 현실이다.

#### 6) 건설공사의 책임감리

건설기술관리법 제27조와 동법 시행규칙 제34조에 의거 공사의 발주처는 건설공사의 품질의 확보 및 향상을 위하여 감리 전문회사로부터 책임 감리를 하도록 되어있다. 각 현장에 배치되는 감리원의 수나 배치기준은 총 예정공사비를 기준으로 하고 있으며, 발주처는 공사의 규모, 공정 및 현장실정을 감안하여 감리원을 배치하도록 정하고 있다. 감리원의 중요 임무중의 하나로는 설계도서의 검토, 중요한 설계 변경에 대한 기술검토, 공사 시공 상태의 평가 및 기술지도 등이 있고 감리원의 임무수행을 위해서는 각 공정에 대한 기술적 업무수행 능력이 필요하다.

발파공정의 경우, 장약 전에 양수해운 약량의 확인과 더불어 천공의 공 간격과 저항선 및 공 깊이를 감리원으로 하여 검측 받도록 되어있으며 대부분의 감리원들은 이런 형식적이고

## 장형두

기본적인 검측만으로 자신들의 임무를 대신한다. 발파공정의 전문성과 위험성을 감안할 때 현장 화약류관리보안책임자의 판단은 극히 중요한 것임에도 불구하고 묵과되는 경우가 대부분이다. 행정 중심적인 검측보다 화약류관리기술사의 시험발파보고서 내용을 토대로 발파공사를 시행하며 실제 현장 상황에 적절한 공법의 사용과 안전한 발파를 위한 위해 제거를 위한 노력과 불법 하도급으로 인한 위험하고 비합리적인 현장운영 등을 없애기 위한 노력을 각 현장의 감리원과 화약류관리보안책임자가 함께 해야 할 것이다.

### 2.2.2 정부의 방침과 건교부의 방침

#### 1) 화약류관리보안책임자 면허의 특수성과 정부의 기술 인력 대책에 반한 현실

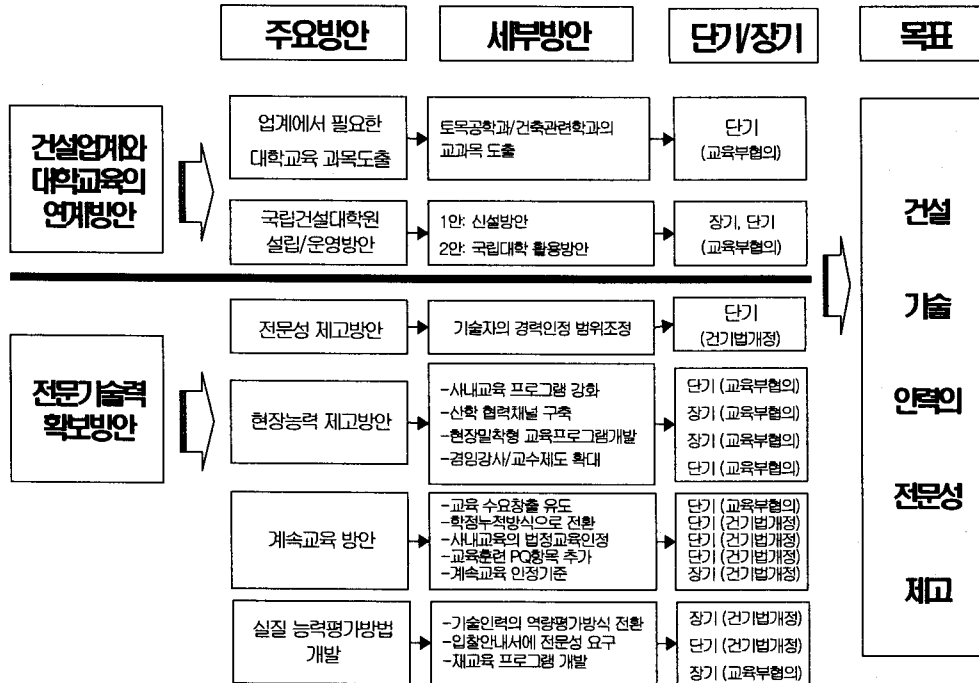
2003년 6월, 한국건설기술연구원에서 발표한 전문 기술력 확보 방안 연구 - Table. 4.-에 따르면,(한국건설기술원 2003.6 전문 기술력 확보 방안 연구) 현재 우리나라 기술인 개인의 전문성이 강화되고 있지 않은 원인을 학교교육이나 재교육을 통해 얻을 수 있는 직무 수행의 전문성과 실무 경험이나 훈련을 통해 얻을 수 있는 직무 수행 능력을 동일시하고 있다는 점에서 찾고 있으며, 또 최신 정보와 신기술의 개발로 급변하는 건설 환경에 발맞추는 기술자의 재교육 프로그램 (일본의 CPD <continuing professional development>와 같은)의 필요성을 강조하고 있다. 또한 APEC engineer제도를 통해 국내 기술사 취득자가 국제시장에 통용되도록 제도화 되어 있으나, 국내 기술자격이 선진 외국 자격과 실질적인 동등성을 인정받을 질적 수준에 미치지 못한다고 판단하고 있다. 연구결과로 이에 대한 중장기적인 대책을 마련할 것을 주장하고 있다. 물론 일본의 CPD에는 발파 기술자를 위한 프로그램은 아직 없는 것이 현실이나, 국내 화약/발파기술의 발전을 위해서 꼭 필요한 프로그램임은 당연하다.

화약류관리보안책임자의 경우 자격 취득 후 총단법이 정하는 바에 의해 경찰청 산하 특수법인인 총포화약안전기술협회에서 90분의 교육을 받도록 되어 있고, 교육 수수료 후, 각 지방 경찰청에서 화약류관리보안책임자 면허를 교부받게 되고, 곧바로 현장에 투입되어 화약류를 다루게 된다. 이들은 직무 수행의 전문성은 인정되나, 직무 수행 능력이 전무한 상태로 현장의 발파를 관리하게 되고, 이로 인한 사고 역시 예견된 것임이 분명하다.

화약류관리는 결코 직무 수행의 전문성만 가지고 수행해 낼 수 있는 것이 아니다. 실무를 정확하게 이해하고, 즉 직무 수행 능력을 충분히 배양시킨 후에 현장의 화약류관리보안책임자의 책무를 성실히 이행해야 함에도 불구하고 직무 수행 능력을 위한 제도나 기관이 불분명하며, 재교육 프로그램 또한 명확하지 않는 게 현실이다. 생명과 직결된 위험한 작업을 하는 화약류관리기술자들에게 직무 수행 능력이나 직무 수행의 전문성을 향상시킬 연속적인 제도적 프로그램이 반드시 필요하다. 현재의 화약류관리보안책임자와 관련된 제도나 불합리함을 극복하지 못한다면 총단법이 정하는 화약류관리보안책임자의 책무부터, 공공의 안녕, 기술의 질적 향상, 또 선진기술에 대항할 대항력을 키우는 것까지 모든 것이 불가능한 일이

될 것이다.

Table. 4. 기술 인력의 전문성 제고를 위한 장단기 대책



2) 경력 관리의 어려움

건설기술관리법에 의한 건설기술자란 국가 기술자격법에 의한 기술자격종목 중 직무분야의 기술자격을 취득한 자를 말하며, 화약류관리는 직무분야 중 광업자원에 속해있는 대한민국의 건설기술자이다. 또한 건설기술관리법 제6조의2제2항과 동법 시행규칙 제61조에 의하여 건설교통부 장관은 건설기술인협회에게 위탁하여 건설기술자의 경력 수첩의 발급 및 기록 사항을 유지 관리하게 규정되어 있다.

경력관리에 있어서 2005년 07월 01일 이후부터는 4대 보험 가입 확인서 또는 소득세법에 의한 소득세 납부 증명서등 근무 사실 확인 공적서류 중 택일하여 첨부하게 되어있다. 그러나 발과공사의 불법 하도급이 난무하고 계약직으로 선임하여 언제 해임될지 모르는 화약류 관리보안책임자들에게 4대 보험을 들어줄 회사는 찾아보기 힘들며, 이로 인해 아직도 많은 수의 화약류관리보안책임자들은 복지수첩을 만들어 현장을 전전하고 있으며, 법이 정하는 기술자의 경력관리는 힘든 게 현실이다.

## 장형두

### 3) 건설 표준품셈상의 화약류관리기사

표준품셈이란 정부 및 공공기관에서 시행하는 건설공사의 적정한 예정 가격을 산출하기 위한 일반적인 기준으로, 건설교통부 산하 한국건설기술연구원에서 매년 작성되어 공사예의 품의 기본으로 사용되고 있다.

한국건설기술연구원에서 발간된 2006년 표준품셈을 보면 제1장 토목의 제 3장 토공 중 3. 암석절취 또는 제2편 건축의 제21장 기타 잡공사 중 21-3 RC구조물 발파 해체 공법 등의 표준품셈(한국건설기술연구원 2006.1 건설표준품셈)에서 화약취급공만 있을 뿐 화약기사 즉 화약류관리보안책임자에 관한 내용은 없다. 특히, 제15장 터널 편 중 9.뚫기 1발파 당 작업 인원 편성표준에서 화약공의 비고란에 화약 갱내운반, 발파점검, 폭파, 발파 후 점검 이라고 적혀있는 사항은 총단법 제31조 화약류관리보안책임자의 의무, 동법 시행령 제58조의 화약류관리보안책임자의 감독업무에 해당된다고 판단된다. 이러한 사실에 비추어 볼 때, 표준품셈상의 화약공 및 화약취급공은 화약류관리보안책임자를 의미한다고 말할 수 있다. 2004년 08월 두준기 기술사의 건교부 청원서에서도 알 수 있듯이 화약류관리보안책임자에게 발파 작업장의 발파시공, 안전, 품질, 공해방지 등 제반 문제에 대한 막대한 책임만을 부여해 놓은 채, 표준품셈 상에는 화약공, 즉 기능공으로 분류하여 이들의 실질적인 공사 관리나, 안전 관리에 취약하도록 해 놓았다고 한다.

건설기술관리법 및 국가기술자격법이 화약류관리보안책임자를 기술자임을 인정하는데 표준품셈상의 불합리함으로 말미암아 수많은 비정규직 화약류관리기사를 양산했으며, 이들은 기술자적인 자존심도 노동자로서의 합법적 권리마저 박탈당하는 기이한 현상을 연출하고 있다. 이러한 현실 속에서 어느 학생도 쉽게 화약/발파를 공부하려하지 않을 것이며, 기술 없는 노령화로 세계로의 진출은커녕 자국의 산업도 유지하기 어려울 것이다.

2006년 06월 화약류관리보안책임자 지회에서는 위와 같은 내용으로 표준품셈의 개정을 요구하는 공문을 한국건설기술연구원에 제출한 바 있으며, 2006년 07월 표준품셈 작업인부의 구분은 정부에서 발표하는 직종해설을 적용하고 있고, 직종해설에서 화약류취급공은 '화약의 저장관리 및 장진 발파작업을 하는 사람' 으로 명시되어 있음을 참조하라는 답변공문을 받은 바 있다. 정부의 직종해설이 잘못되어 있다면 그 직종해설을 개정하여 정확하게 표준품셈에 반영해야 한다고 생각하며 빠른 시일 내의 정확한 표준품셈에의 반영을 기대한다.

### 2.2.3 화약류 취급보조원

총단법 시행령 제58조 화약류관리보안책임자의 감독업무 중 제2항 1에 의하면 '화약류관리보안책임자를 보조하는 사람은 행정자치부령이 정하는 교육기관에서 화약류 취급에 관하여 일정기간의 교육을 받은 사람으로 한다.'라고 규정하고 있다. 화약류를 사용하기 위하여 관할 경찰서에 제출하는 서류에는 화약류관리기사의 업무를 보조하는 화약류 취급보조원을

세 명 이상 명시하도록 되어있다. 그러나 보통의 현장에서는 국가가 정한 교육기관, 즉 경찰청 산하 특수법인인 총포화약안전기술협회에서 교육을 이수한 취급보조원을 찾아보기는 힘들며, 2.2.1장에서 기술한 바와 같이 많은 인적 오류와 관련한 화약류 사고의 위험성을 극대화 시키고 있다.

총포화약안전기술협회의 교육 담당자의 말에 따르면, 1998년 이전에는 화약류취급보조원에 대한 교육을 실시하였으며 수료 후에는 수료증을 교부하여 교육이수자를 배출하였으나, 이후부터는 별도의 교육을 실시하지 않고 있으며, 이는 현장에서 교육을 받을 인원을 보내지 않아 교육생이 없는 것이 원인이라고 말한다. 대신 광업진흥공사에서 진행하는 별도의 안전교육을 이수한 사람에 한하여 총포화약안전기술협회의 교육과 동일한 교육을 받은 것으로 인정한다고 한다.

### 2.2.4 화약류 취급소

총단법 시행령 제 17조에 의거 화약류를 사용하는 사람은 사용 장소 부근에 화약류의 관리 및 발파의 준비에 전용되는 건물을 설치하여야 한다. 또한 1996년 6월 20일에 개정된 동조 3항에 의거 화약류 취급소의 정제량은 1일 사용 예정량 이하로 하되, 화약 또는 폭약에 있어서는 300kg, 공업뇌관과 전기뇌관의 경우 3000개를 초과하면 안 된다고 명시하고 있다. 위의 내용과 관련하여 터널의 경우를 예로 들어보겠다.

2005년 03월 발표된 인접구조물 하부통과에 따른 굴착공법에 대한 고찰(김태현 외, 2005)과 발파공학(기경철 외, 1999)에 나온 터널 발파 굴착 공법의 대략적인 패턴은 Table. 5.과 같다.

Table. 5. 우리나라 터널발파의 일반적인 패턴

패턴	발파	굴착	굴착단면적	굴진장	화약량	지발당장약량	비장약량
	공법	(m <sup>3</sup> )	(m)	(kg)	(kg)	(kg/m <sup>3</sup> )	
pattern-1	전단면	84.493	3.5	352.966	16.875	1.194	
pattern-2	전단면	84.493	3.5	325.966	16.875	1.106	
pattern-3	전단면	85.203	2.0	172.450	10.000	1.012	
pattern-4	전단면	95.500	2.3	348.000 +168m	.	1.010	
pattern-5	전단면	51.053	1.5	70.500	.	0.920	

## 장형두

pattern-6	전단면	51.053	1.0	40.250	.	0.790
pattern-7	전단면	79.297	3.5	280.350 +140m	.	1.010
pattern-8	전단면	90.950	2.8	272.825	.	1.070
pattern-9	전단면	90.950	3.2	314.840	.	1.080

위의 자료를 통해 알 수 있듯이 우리나라에서 시행되는 단면적 80m<sup>3</sup> 이상이며 1회 굴진 장이 2.5m 이상인 대부분의 터널의 1회 화약 사용량은 화약류 취급소의 정채량인 300kg을 넘고 있다. 또한 터널 현장이 주간만 발파 업무가 허용된다 하더라도 1일 2회 이상의 발파를 시행하고 있고, 부대 장비작업의 효과적인 운용을 위해 새벽에 장약작업을 실시하여 일일 운반화약이 현장에 도착하기 전에 장약작업이 완료되어 지기를 강요하고 있어 화약기사로 하여금 잔류화약을 현장에 은닉해야하는, 즉 불법을 강요하는 형태가 아닐 수 없다.

### 2.2.5 경찰서 행정의 문제점

화약류관리보안책임자의 면허의 발급 처이며, 화약류 양수 및 양도 허가권자인 경찰은 화약류의 안전한 취급 및 발파를 위해 최선을 다하고 있다. 하지만 더 효율적이고 합리적인 운영을 위해선 몇 가지 조언을 하고자 한다.

#### 1) 화약류 운반

2004년 01월 20일 화약류 운반 중 1일 1개 장소에 1대의 차량으로 운반할 경우 운반책임자가 경계요원의 임무를 하게 하는 등의 행정지도가 있었고, 최근 다시 개정된 내용을 보면 위험한 화약류의 시가지 통행을 억제하기 위해 출발지와 도착지에 유선을 통해 운반 출발과 도착 신고를 할 수 있게 행정지도 된 바 있다.

2003년 04월 광주일보에서 '폭약 허가권 위험한 특혜 의혹' 이라는 글로 탐진담 OO터널 현장에서의 화약류 운반에 관한 기사를 다룬 적이 있다. 기사의 요지는 30분 거리의 가까운 화약 공급처에서 2시간이 넘는 화약류 공급처로의 화약 공급 업체의 변경으로 화약류를 운반할시 화약류 운반 차량이 몇 개의 군내나 읍내를 통과해야하여 안전상의 위험이 커진다는 내용이다. 공사 업체는 기제사항변경등의 정확한 행정적인 절차를 밟았고, 담당 경찰이 요구하는 '운반에 대한 안전 대책 각서'까지 썼으니 문제가 없다고 한다.(광주일보 2003.4) 하지만, 2시간이 넘는 화약류의 원거리 운반은 위험함이 당연하며, 현장 잔류화약의 반납의 경우 왕복 4시간동안 차량을 운행해야하는 불편함으로 인해 화약류를 취급소가 아닌 장소

에 은닉하는 경우도 발생하게 된다.

또한, 대부분의 화약류운반의 거리가 작게는 30분부터 길게는 2시간이 넘는 곳도 많은 현실에서 비추어 볼 때 범규대로 화약류 운반 차량임을 알리는 "화"자의 부착은 화약류의 피탈을 예방하기보다 계획적인 피탈에 완전 노출되어진다고 보는 게 옳을 것이다.

## 2) 화약류 관리

화약류를 담당하는 경찰의 주 임무와 현장의 화약류관리보안책임자들의 임무에는 동일한 부분이 많다. 화약류의 안전한 운반, 피탈방지, 안전한 사용 등 공공의 안녕의 추구가 그것이다.

통상적으로 화약 사용 현장에 검열을 나올 경우 검토하는 것들은 화약류 취급소의 운영과 화약류와 관련된 일지와 일일 결산 점검부 등을 점검하는 것이 전부이다. 물론 화약류 취급소는 어떠한 상황에서도 효율적으로 운영될 수 있는 최상의 상태를 유지하는 것은 기본이다. 그러나 2.2장에서 제시한 화약류관련 문제점들과 관련해 현장의 화약류관리보안책임자들이 총단법에 제시된 법령을 준수하고, 기술적인 발파 시행을 위해 저해되는 요소들의 제거를 돕는 것 역시 필요한 일이다. 이에 따르는 구체적인 해결책들은 각 문제점의 해결방안을 제시하는 2.3장에서 제시하고자 한다.

### 2.2.6 총포화약안전기술협회

경찰청 특수법인인 총포화약안전기술협회는 중단된 화약류 취급보조원의 교육을 재개 하여야 한다. 전국에 발파현장이 산재되어 있는 시점에서 현장에서 인원을 보내주지 않아 교육을 중단시켰다는 말은 다분히 수동적인 행정이라 생각되며, 각 화약 사용 현장에 화약류 관리보안책임자의 작업을 보조하는 취급보조원의 적절한 충원은 화약 사용에 있어서 공공의 안녕을 보장하는 기본적인 일임을 알아야 할 것이다.

### 2.2.7 대한화약발파공학회

1967년 화약산업과 발파공학의 발전, 회원의 친목, 학술활동 등으로 지식기반을 넓혀 앞으로 우리나라의 화약관련 분야의 발전을 도모함과 더불어 세계 속의 화약 강국을 만들기에 힘쓸 것을 목적으로 설립되었으며, 2000년부터 활발한 활동을 보이며 2006년까지 12회의 발파 관련 학술 발표회와 각종 세미나 및 워크숍을 주최하면서 발파 기술 발전에 이바지하고 있다. 2006년 현재 정회원 393명, 학생회원 91명 도서관 및 특별회원 30명 등 총 514명의 회원이 활동 중이다.

학회의 활동을 통해 많은 발파분야의 신기술 및 신공법이 소개되었으나, 그것의 현장에서의 적용은 미미한 것으로 본다. 발파분야는 다른 학문보다 경험적이고 실험적인 인자가 많

**장형두**

으며, 아무리 좋은 신기술이나 신공법들도 실제 현장에서의 적용도가 낮다면 책에만 존재하는 이론에 불과할 것이다. 이에 학회는 일선 현장에서 직접 발파를 시공하는 6,500여명이 넘는 현장 화약류관리보안책임자들의 학회 가입을 적극 독려하고, 그들의 기술적 재교육이나 복지증진을 위해 힘써야 할 것이며, 그들이 미래 우리나라의 화약발파를 세계화 선진화 시키는 주체가 된다는 것을 알아야 할 것이다.

**2.3 문제점들의 해결방안**

**2.3.1 발파시장예측과 의식개혁**

한국의 발파해체 시장 및 기술 동향 (김효진 2006.07.05 대한주택공사 한중일 3국의 발파해체 기술현황 및 활성화 방안)에서 주택 수 증감 및 층고별 해체공사비 변화를 고려한 해체시장 예측은 다음과 같다.

**Table. 6. 주택 수 증감 및 층고별 해체공사비 변화를 고려한 해체시장 예측**

해체시기		2005년	2015년	2025년
해체대상물 건립연도		1975~1984년	1985~1994년	1995~2004년
해체대상 호수(호)		1,093,248	2,730,109	6,184,249
주택 수 증감 가중치		1.00	2.49	5.66
해체대상물 평균 층고		5층	10층	15층
평당 공사비(원/평)		77,600	113,640	103,000
층고별 공사비 가중치		1.00	1.46	1.33
최종 가중치		1.00	3.64	7.53
매출액(억 원)	시 평 액 기준	15,739	57,290	118,520
	기성실적 기준	4,639	16,890	34,930

위의 수치는 예측 가능한 최소의 값이며, 이러한 조건하에서도 2015년까지 연평균 25%, 그 이후 2025년까지는 연평균 21%의 고도성장을 지속할 것으로 예측했다.

Table. 6. 에서 단편적인 예로 구조물해체 분야를 들었지만, 우리나라의 발파시장은 많은 성장 가능성을 가지고 있으며, 이런 성장가능성에 부합하는 합리적이고 계획적인 기술향상 방안과 화약/발파 기술인의 직무수행 전문성과 직무수행능력 배양에의 노력이 필요하다. 이러한 문제점들의 해결 방안은 어느 한 개인의 노력으로 이뤄질 수도 없고, 어느 한 단체만



의 노력으로 이뤄질 수도 없다. 문제 해결을 위해 관계 기관간의 긴밀한 협조와 화약/발파 기술인 전체의 의식 개혁이 요구된다.

### 2.3.2 화약류 담당 경찰

2006년 05월 경찰청에서는 화약류 운반 방법 변경을 골자로 하는 공문을 각 지방 화약사와 경찰서에 보낸 적이 있다. 이 공문에는 운반 방법 변경과 '불법 은닉한 화약을 단속할시 중요 범인 검거에 상응하는 포상실시 예정'이라는 문구도 함께 있었다. 화약류의 불법은닉은 절대 있어서는 안 되는 사항임은 그에 대한 전적인 책임을 지고 있는 현장 화약류관리보안책임자들이 모두 인지하고 있다. 그러나 2.2장에서 거론한 것처럼 터널 현장에서의 경우 많은 현장에서 공사의 원활한 진행을 위해 시공사 측에서 화약류의 은닉을 조장하고 있다.

일차적으로 현장을 담당하는 화약류관리보안책임자에게 문제제기를 할 수 있으나, 이러한 일이 발생하는 원인 파악과 대책을 발파 기술 관계 기관 및 시공사와 고찰해봐야 하겠다. 화약류관리보안책임자 면허는 경찰청에서 발급되며, 그들의 기술적 지식과 공익을 위한 노력들은 화약·발파 담당 경찰의 임무와 동일시된다 할 수 있다. 그들을 범죄의 용의자처럼 표현하는 공문은 다시는 있어서는 안 될 것이고 화약류관리보안책임자들에 대한 경찰의 인식 변화가 필요하다.

다음은 2.2장에서 제시한 문제점들에 대한 해결 방안으로 적극 관리되고 고찰되어야 할 내용들을 적은 것이다.

- 획일적인 허가 서류 양식 도입
- 화약류 허가 서류 심사 시 화약류관리보안책임자의 직영 선임 확인
- 발파 현장의 지정 화약류 취급보조원의 적극적 관리
- 화약류관리보안책임자 해임할시 사용 및 양수 허가 서류 취소 확인
- 터널 현장 및 다량의 화약류를 사용하고자 하는 현장에 안전한 화약류 관리를 위해 복수 선임의 기준마련
- 화약류 운반할시 현장에서 최단거리의 화약류 공급처 사용의 의무화와 화약류의 계획적인 피탈 방지를 위해 "화" 자 붙이는 것의 개정 필요
- 취급보조원 교육을 구체화 시키고 실시하여, 전 현장에 발파 전문 인력 투입으로 발파작업의 안정성 확보 및 화약기사의 본연의 임무에 충실유도

### 2.3.3 건설교통부

정부의 기술 인력 장려 정책에 부합하는 행정과 산재되어 있는 오류의 수정, 또한 화약류 관리보안책임자의 계약직이나 일용직의 형태의 근무를 바꾸고 그들이 진정한 대한민국의 기술인으로 기술 발전에 매진할 수 있는 환경 조성을 화약·발파관련 기관과 협조하여야

## 장형두

할 것이다.

필자는 표준품셈상의 화약류관리보안책임자의 정확한 표기와 경력 관리만으로도 많은 문제점을 해결할 수 있고 생각한다. 화약류관리기사는 자격 취득 후 총포화약안전기술협회의 교육을 이수하면 각 지방 경찰서로부터 화약류관리보안책임자 면허를 발급받게 된다. 이로써 그 기술인의 경력에 무관하게 모두가 동일한 면허로 분류되어 각 발파현장에서 화약류를 다루게 된다. 화약류관리보안책임자에게 건설기술관리법에 의한 경력 관리가 현실적으로 힘든 것이 현실이나, 2.2장에서 피력한 구조적 모순점들을 최소한 경력관리에 적합하게 수정하고, 이로써 화약류관리보안책임자들에게 경력에 기초한 발파 가능 능력의 등급을 구분하는 것이 옳다. 또한 지금까지의 구조적 불합리함을 감안, 현재까지 각 화약인의 경력은 각 경찰서에서 관리하는 화약류관리보안책임자의 선/해임 사항으로 인정하는 것이 바람직하다고 사료된다.

다음의 내용은 2.2장의 문제점에 관해 건설교통부에서 고찰해야 할 내용들을 정리한 것이다.

- 1급 화약류관리보안책임자의 월 사용량 제한에 관한 기준 마련
- 화약류관리보안책임자에 대한 품셈상의 오류 수정
- 일정 규모 이상의 토목업체에 발파 감리의 필요성 인식 및 제도화
- 토목공사의 발파 설계할시 화약 기술자 투입 의무화
- 발파 관련 불법 하도급의 근절을 위한 특단의 대책 필요
- 경찰청과 협동하여 화약류관리보안책임자의 경력 사항 인정

### 2.3.4 대한화약발파공학회

명실 공히 대한민국의 화약·발파의 선두에 서 있는 대한화약발파공학회는 2.2장에서 고찰한 문제점들의 해결을 위해 모든 노력을 기울여야 한다.

- 화약류관리보안책임자의 업무수행 능력 배양과 질적 향상을 위한 계속 교육 프로그램의 제도화
- 신속한 화약류 취급보조원 현장 투입을 위해 지방 경찰서와 연계하여 지역별 교육기관 확충 (예: 지역 화약류기술사에게 정기적인 화약류 취급보조원 교육 의뢰 등)
- Blaster's week 등 화약인을 위한 교육 프로그램이나 신공법 세미나 등을 실시 현장 화약류관리보안책임자의 기술적 업무 진행 유도
- 화약류관리보안책임자의 복지증진 필요성 인식
- 신규 발급된 화약기사의 직무수행 능력 배양을 위한 연수 프로그램의 제도화
- 발파와 관련 불법 하도급 근절을 위한 관계 기관과의 협력 필요

- 산업인력관리공단과 연계하여 새로운 기술 인력을 확충하기 전에, 2.1절에서 제시한 화약류 관련 무효 면허의 증가 원인을 먼저 파악하고 이에 대한 적절한 대책을 세우는 것이 옳다.

### 2.3.5 화약류관리보안책임자

최근 ISEE(International Society of Explosive Engineers)에서는 Back to the Basic 이라는 운동을 전개하고 있다. 발파시공의 어려움과 위험성을 익히 알고 있으면서도 오랫동안 수행해온 작업에 둔감해져 위험에 노출되는 것을 방지하고, 발파작업의 정확성과 기술 및 공법 적용의 효율성 및 위해 예방을 위해 기본을 지키는 발파를 하자는 것이다.

우리나라 현장의 화약류관리보안책임자들은 그들의 과거 경험에만 의지한 예측발파의 위험성을 묵과해서는 안 될 것이며, 정확한 현장의 암질과 암질에 따른 화약의 특성 등을 정확히 기재하고 계획적인 발파가 이뤄질 수 있도록 해야 할 것이다. 물론, 2.2장에서 계속 거론한 불합리한 행정과 구조적 문제점이 있지만 모든 이유를 그것들에 기인했다고 해서는 안 될 것이며, 각각의 기술인 스스로가 문제점들을 해결하기 위해 노력을 같이해야 할 것이다.

### 3. 결론

대다수의 화약류 기술자들은 현 화약류 관련 관리 체제에 대해 심한 반감을 가지고 있다. 임시직으로 근무하는 근무 형태와, 십년이 넘도록 제자리를 맴도는 임금, 발파라는 특수성만을 감안 경중을 가리지 않는 법 적용, 불법의 온상이 되어버린 발파현장, 토목과 결탁한 발파 사업자의 횡포 등으로 현장에서의 발파기술의 정확한 적용이나 연구는 힘들게 되어버린 것이 현실이다.

이러한 현실을 정상화시키기 위해서 화약류관리보안책임자는 화약류의 관리보안책임자 전에 화약류관리기사(Engineer Explosive and Blasting)임을 명심하고, 대한민국의 발파 엔지니어로서의 자긍심을 잃지 말아야 할 것이며, 건설교통부, 대한화약발파공학회, 총포안전기술협회 및 경찰서 등 관계기관은 모든 불합리함의 정상화에 앞장서서 세계에 우뚝 서는 화약발파 강국건설에 힘써야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 총포. 도검. 화약류등 단속법
2. 산업인력관리공단 (2004) '국가기술자격자통계'

## 장형두

3. 전국화학섬유산업노동조합 화약류관리보안책임자지회 통계 (2006.5)
4. 전남지방경찰청 (2006.4) '광주 및 전남지역 화약류관리보안책임자 통계'
5. 통계청 (1993-2005) 생활물가지수 동향, 연간산업별임금 동향
6. 오광수, 박재현, 임영주, 김동은 (2005.11.6) '도로공사비 거품 혈세가 샌다. 上 문제 많은 국도 건설비 산정' 경향신문
7. 오광수, 박재현, 임영주, 김동은 (2006.01.23) '[함께가는 대한민국] 발파각기 단가 하청가격의 3배' 경향신문
8. 이정훈, 안명석, 류창하 (2004.3) 'FTA 기법을 이용한 발파사고 분석에 관한 연구' 대한 화약발파공학회 논문집 제22권 제1호 p45~p56
9. 화섬노조 화약류관리보안책임자지회 (2005) '발파 및 화약류관리 실태에 관한 보고서'
10. 건설기술관리법
11. 건설교통부 (2001.1) 감리업무수행지침서-개정판
12. 이교선, 박환표 외 (2003.6) 한국건설기술원 '전문기술인력의 전문기술력 확보 방안 연구'
13. 국가기술자격법
14. 한국건설기술연구원 (2006.1) 건설표준품셈
15. 두준기 (2004.8) 건설교통부 청원서 '화약류관리기사 확대 건'
16. 총포화약안전기술협회
17. 김태현, 고진석, 조영동 (2005.3) '인접구조물 하부 통과에 따른 굴착공법에 대한 고찰' 대한화약발파공학회 논문집 제23권 1호 pp. 31~39
18. 기경철 외 (1999) 발파공학
19. 김용기 (2004.4.24) '폭약허가권 위험한 특혜의혹' 광주일보
20. 김효진 (2006.7.5) '한국의 발파해체시장 및 기술동향' 대한주택공사 한.중.일 3국의 발파해체 기술동향 및 활성화 방안에 대한 세미나
21. The official publication of the International Society of Explosive Engineers 'The Journal of Explosives Engineering'