

**전차포 도비방지탄 개발의
타당성 분석**

이순기/오원석(육군본부)

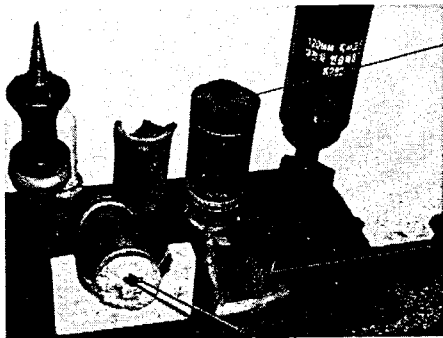
1. 머리말

유사시 전투력 발휘를 위해서는 최강의 무기체계 구축도 중요하지만 교육훈련을 통해서 정예화된 부대로 육성하는 것도 대단히 중요하며, 평시의 실전과 같은 훈련은 전시에 전승을 보장하는 근간이 된다. 그러나 일부 전차포 사격장의 경우 도비탄 및 유탄에 의해 대민피해가 유발되고 정상적인 사격훈련이 제한되어 이에 대한 대책장구에 많은 예산과 노력이 소요되고 있는 실정이다. 따라서 안전사고 및 대민피해에 대한 지휘부담을 해소하고 훈련효과를 극대화하기 위해서 도비방지탄의 개발 필요성이 제기되었으며, 과학적인 기법을 적용하여 개발의 타당성을 평가하였다.

2. 전차포 사격훈련 여건

전차포 사격훈련간 도비탄 / 유탄에 의한 사고사례는 '86년 이후 총 114건이 발생했으며 농경지 훼손, 재물손괴 등의 대민피해로 인해 총 29건의 민원이 접수되었다. 최근의 사례로는 '05년 4월에 00사격장에서 이동표적 사격간 105mm 연습탄 유탄(지름 10cm, 두께 1.5cm)이 1.5km 이격된 민가 보일러실 지붕에 낙하된 사례가 있었다.

사격장여건 측면에서 피탄지에 암반이 형성된 지역이나 상향식 사격장에서 다수가 발생되었고, 탄종별로는 90mm 탄종은 도비탄, 105mm 탄종은 유탄이 다수 발생되었다.



* 도비탄 : 발사된 '탄두'가 피탄지역의 암석, 단단한 표면 등에 타격시 슬라이딩 현상으로 새로운 방향으로 비산되는 현상

* 유 탄 : 탄두가 피탄지에서 폭발한 후 비산되는 '파편 조각'

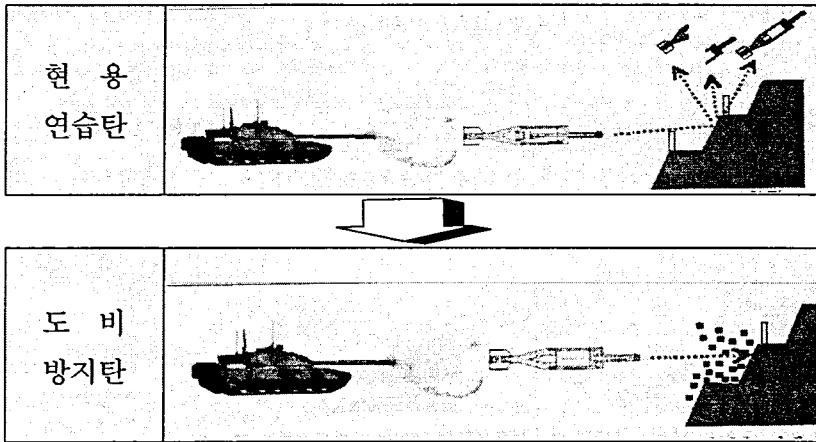
<그림 1> 도비탄 / 유탄의 개념

또한 군사과학기술의 발전에 따른 신형전차의 성능 향상으로 인해 장비의 최대성능을 확인하고, 성능범위 내에서 훈련을 효과적으로 실시하기 위해서는 사격장 표준규격의 확대가 불가피한 실정이다. 그러나 전차포 사격장의 실제 운용규격은 표준규격의 1/3 이내로 기동간 사격이 불가하고 전술사격훈련이 제한되어 현장지휘관의 입장에서는 도비탄 / 유탄 발생 등 안전사고 방지를 위해 제한된 표적 위주로 사격훈련을 실시하게 된다. 특히 민원발생이 빈번한 기계화학교의 경우 주민안전을 고려 고정된 진지에서 단차 단위로 2~3개의 제한된 표적에 대해서만 사격을 실시하고 있으며, 도비탄 및 산불 발생이 빈번한

사격장 3개소는 폐쇄되는 등 실전적인 사격훈련에 많은 제한을 받고 있다. 따라서 근원적으로 도비탄 / 유탄 발생을 예방하여 대민피해를 방지하고 실전적인 교육훈련 여건보장을 위해서는 도비방지탄의 개발이 필요하다.

3. 전차포 도비방지탄 개발개념

도비방지탄의 개발개념은 다음과 같다. ①피탄지 충돌시 미세파편으로 분쇄되어 표적 주변 100~350m 이내에 분산낙하 되도록 개발한다.(현용 연습탄은 탄체 내부의 강철원통이 암반 등에 충돌시 도비/유탄 발생) 이를 형상화하면 그림 2와 같다.



<그림 2> 개발개념도

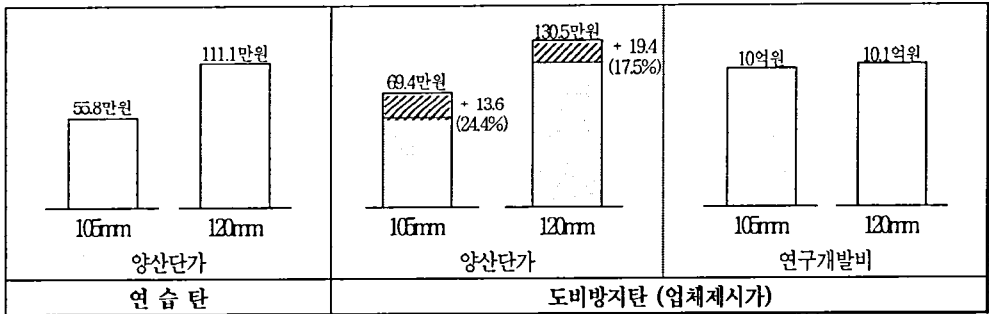
- ②연습탄 탄체의 재질과 형상을 변경하여 도비탄/유탄 발생을 방지하는데 재질은 강철을 알루미늄 합금으로, 형상은 일체형을 분쇄형(분말사출 성형체 삽입)으로 개선하였다.
- ③충돌각도 20°이상의 경사각에서 피탄지점의 표적형태/성질에 관계없이 100% 파열을 보장,
- ④실탄과 동일한 사격절차 적용이 가능하도록 중량, 탄도, 사거리, 분산도 등에서 고폭탄과 동일한 제원을 유지한다.

4. 사업추진의 타당성 분석

4.1 비용분석

비용분석은 다음의 절차로 진행하였다. 우선 도비방지탄의 원가를 산정한 후에 현 연습탄 사용시와 도비방지탄 사용시의 투자비용을 비교하였다. 원가산정은 업체에서 제시한 가격을 기준으로 분석하였는데 표 1과 같이 기존 연습탄과 비교시 105mm는 24.4%, 120mm는 17.5%가 상승되었다. 이를 검증하기 위해 원가산정을 실시 후 비용분석 전산모델로 검증하였으며, 도비방지탄 설계도면의 기술적 검토 및 각계의 자문을 받았다. 업체제시 원가

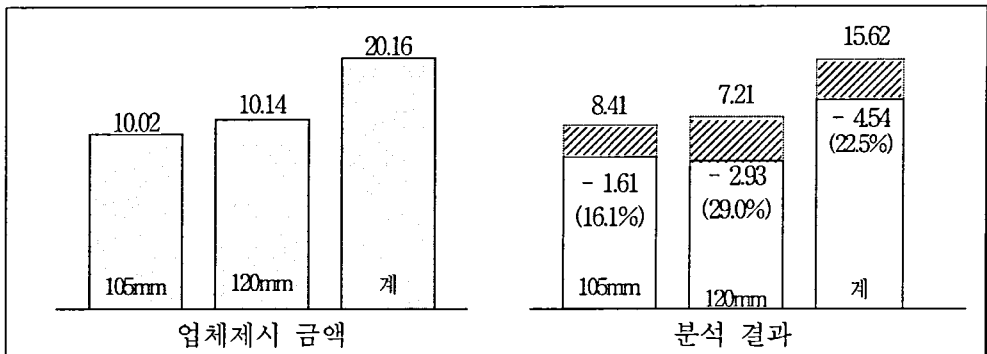
자료의 실체확인 및 타당성 검증을 위해 원가산정 방법/절차/기준 및 제비율 적용의 적정성 여부를 평가하였으며 재료비, 노무비, 연구개발비 등 주요 원가구성요소 산정의 적합성 여부를 검토하였다. 또한 세부 비용요소별 합리적 산출방식을 적용하여 적정비용을 추정하였는데 재료비는 기존 연습탄 대비 변경·추가되는 부품을 식별하고 노무비는 기존 연습탄 대비 추가공정에 대한 노무공수를 재산정 하였다. 경비/기타는 노무공수 재산정에 따라 배부금액의 타당성을 확인하였다.



<표 1> 업체제시가

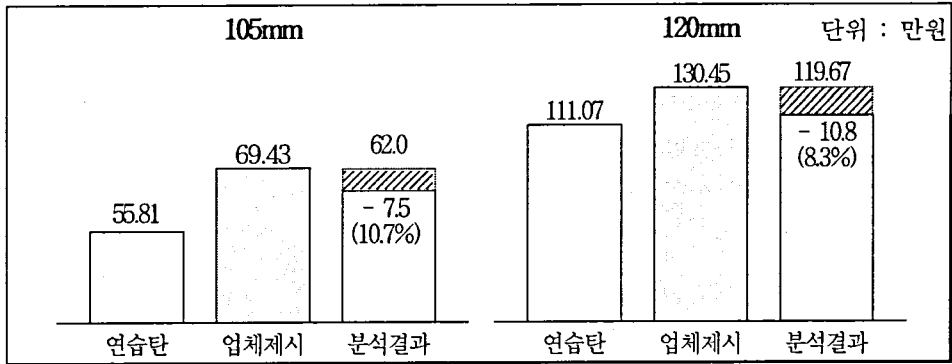
원가산정 결과는 다음과 같다. 연구개발비는 원가산정 결과 아래의 표 2와 같이 업체제시 금액 대비 4.54억원(22.5%)를 절감하였는데, 시제개발 투입 노무시간 조정으로 노무비에서 3억원을 절감하였고, 105/120mm에 중복 계상된 시험구조물 제작비용(1.54억원)을 삭감하였다. 기타항목은 업체의 추정내역을 인정하였다.

단위 : 억원



<표 2> 연구개발비 산정결과

양산단가는 다음장의 표 3과 같이 업체제시 금액 대비 105mm는 7.5만원(10.7%), 120mm는 10.8만원(8.3%)을 절감하였는데 이는 '05년도 교탄인가량(26,567발) 고려시 매년 21.5억원이 절감되는 셈이다. 그러나 현 연습탄과 비교시 105mm는 6.2만원(11.1%), 120mm는 8.6만원(7.8%)의 비용상승 요인이 있다.



<표 3> 양산단가 산정결과

주요 분석내용으로 재료비는 기존 연습단 대비 변경 및 추가부품 견적이 실사 후 실구입 가격을 적용하여 13만원(30%)을 절감하였고 기존 연습단과 동일부품은 조달실적가를 확인하여 인정하였다. 노무비는 과다 산정된 노무공수를 식별하여 조정하였는데 일례로 추가 공정에 대한 일일 작업량이 400개로 되어있는 것을 600개로 조정하는 등 잘못 반영된 부분을 조정하였으며, 조달본부고시 노무공수로 조정하는 등의 조치로 1.2만원(3.8%)를 절감하였다. 간접경비/일반관리비/이윤의 타당성을 확인하여 3.1만원(8.3%)을 절감하였다.

4.1.1 비용분석 전산모델 운용결과

앞장에서 산출된 양산단가의 적정성을 확인하기 위하여 비용분석 전산모델(PRICE)을 활용하여 비용검증을 실시하였다. 핵심 입력변수 중 무게는 업체 제시자료를 적용하여 입력하였으며 제조난이도 (MCPLXS : Manufacturing Complexity of Structure)는 기존 원가 정산자료를 활용하여 입력 값을 산정하였다. 하위요소는 분야별로 분류하여 EBS 구축 후 표 4와 같이 자료를 입력하였다. 기타 변수는 모델 기본 값을 적용하였다.

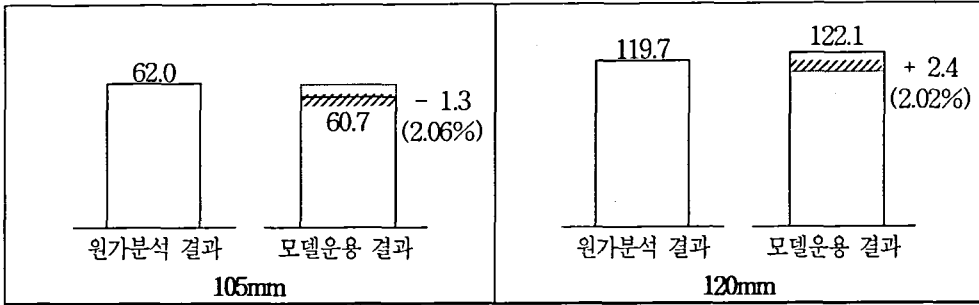
* EBS (Estimating Breakdown Structure) : 추정 분할구조

구분	계	시스템	조립체	기계/구조	구매	통합/시험
105mm	49	1	10	14	13	11
120mm	67	1	13	22	17	14

<표 4> EBS 구축결과

모델을 운용하여 양산단가를 추정한 결과는 표 5와 같이 105mm 도비방지탄 양산단가는 원가분석 결과 대비 1.3만원(2.06%)이 감소하였고, 120mm는 2.4만원(+2.02%)이 증가되었는데 두 탄종 모두 오차범위 3% 이내에 포함되므로 비용분석을 통해서 추정한 양산단가가 타당한 것으로 판단할 수 있었다.

단위 : 만원



<표 5> 비용분석 전산모델 운용결과

4.1.2 투자비용 분석

도비방지탄의 필요성에 대해서는 누구나 공감하고 있으나 추가적인 비용이 발생되기 때문에 비용 대 효과분석을 통해서 사업추진의 타당성을 검증해 보았다.

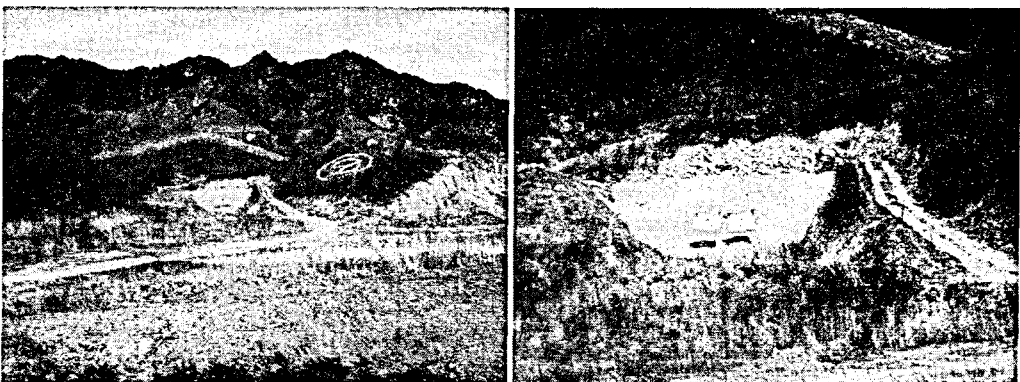
우선 두 개의 대안을 선정하였는데 대안 1은 현 105/120mm 연습탄을 계속 사용하는 것으로 이때는 도비방지를 위해서 성토방호벽의 설치/유지예산이 추가로 소요된다.

대안 2는 105/120mm 도비방지탄을 개발하여 사용하는 것이다.

대안 1을 채택했을 때의 총비용 C_1 은 다음과 같다.

$$\text{총비용 } (C_1) = \text{연습탄 획득비} + \text{성토방호벽 설치 / 유지비}$$

- * 연습탄 획득비 : '06~'35년까지 30년간의 105/120mm 연습탄 소요량
- * 성토방호벽 설치비 : '06년에 3군지역에 계획된 성토방호벽 설치예산
- * 성토방호벽 유지비 : 성토방호벽 설치 후 소요되는 연간유지비 반영
(1개소당 15톤 덤프 120대 분의 모래 보충/공병장비 투입으로 약 2,100만원 소요)



<그림 3> 성토방호벽

성토방호벽은 앞장의 그림 3과 같은 형태이며 폭 40m, 중심 30m, 높이 20m의 크기로 23.2억원을 투입하여 9개 사격장 28개소에 기 설치/추가설치 예정이다.

대안 2는 도비방지탄을 사용하는 것으로 이때의 총비용 C_2 는 다음과 같다.

$$\text{총비용 } (C_2) = \text{연구개발비} + \text{도비방지탄 획득비} + \text{연습탄 획득비}$$

- * 연구개발비 : 비용분석 결과 반영
- * 도비방지탄 획득비 : '08~'35년까지의 소요량 (비용분석결과 반영)
- * 연습탄 획득비 : 도비방지탄 획득 전('06~'07년)까지의 연습탄 소요량

투자비용 비율 산출결과는 아래의 표 6과 같으며 투자비용면에서 대안 2가 대안 1보다 1.08배의 비용이 추가로 소요되는 것으로 분석되었다.

단위 : 억원

구 분	대안 1 (현 연습탄 사용)	대안 2 (도비방지탄 사용)
연구개발비		15.62
획득비	연습탄	7,503.05
	도비방지탄	362.29
	소 계	7,828.02
성토방호벽	설치비	4
	유지비	111.93
	소 계	115.93
계	7,618.98	8,190.31
투자비용 비율	1	1.08

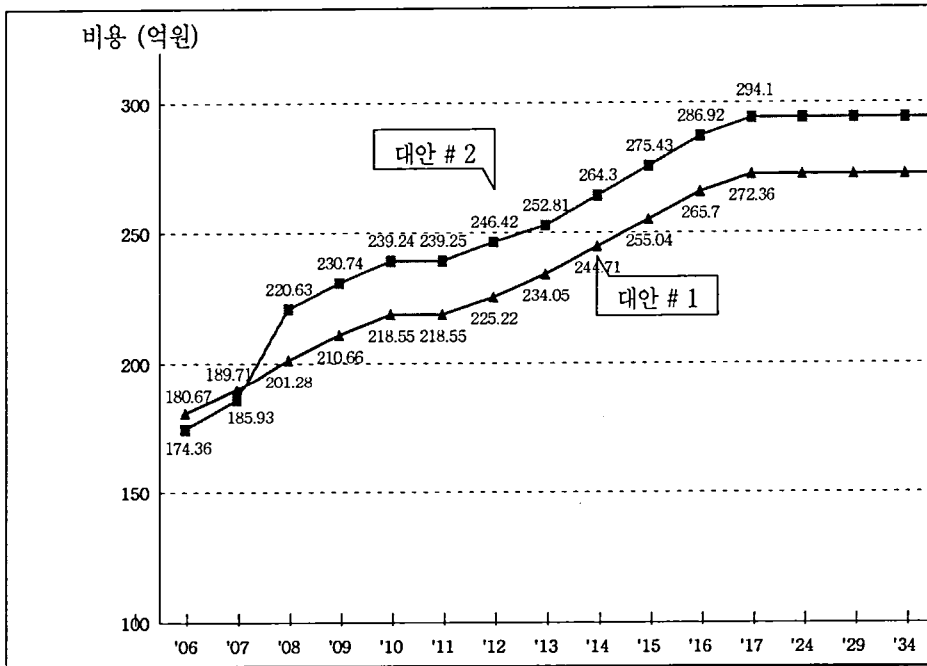
<표 6> 투자비용 분석결과

이를 그래프로 표현해보면 다음장의 표 7과 같으며, 경제성 측면에서 대안 2가 대안 1보다 연평균 19.5억원이 추가로 소요되어 불리하였다.

분석기간을 30년으로 설정한 것은 전차의 평균 수명주기를 고려한 것이며, '05년도 조달가를 불변가로 적용하였고 「'06~'10 육군 정상운영비 중기계획서」에 근거하여 예산 / 소요량을 산출하였다.

4.2 사격훈련효과 분석

사격훈련효과 분석에 필요한 평가요소 설정은 기계화학교 전차포 사격훈련 교관과 기갑장교 등을 상대로 실시한 전문가 의견수렴 결과(Delphi 기법)를 반영하였는데 설문에 의해 평가요소별 가중치 및 대안별 상대적인 훈련효과 점수를 산출하였으며, 가중 평균법에 의해 대안별 훈련효과지수를 산출하여 대안 1에 대한 대안 2의 상대적인 훈련효과 비율을 산출하였다.



<표 7> 연도별 총비용 산출결과

지수산출을 위해 전문가 70명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.(기계화학교 54명, 육본 14명, 야전부대 2명) 평가요소별 가중치(w_i)는 설문결과를 반영하여 산출하였으며, 대안별 효과점수(e_{ij})는 설문에 의한 효과점수를 반영하여 산출하였다. 평가요소별 / 대안별 효과지수(E_{ij})는 아래의 공식으로 산출하였다.

$$E_{ij} = w_i \times e_{ij} \quad (i : \text{요소}, j : \text{대안}, w_i : \text{가중치}, e_{ij} : \text{효과점수})$$

대안별 총 효과지수(E_j)는 아래의 공식으로 산출하였다.

$$E_j = \sum_i E_{ij} = \sum_i w_i \times e_{ij}$$

사격훈련효과 비율 산출결과는 다음장의 표 8과 같이 사격훈련효과 측면에서 대안 2가 대안 1 보다 5.95배 유리하였다. 이를 정성적으로 해석해보면 표 9와 같으며 자동화표적기를 활용하여 다수표적에 대해서 제한없이 사격훈련을 실시할 수 있고, Hunter Killer 기능의 활용, 다수표적 출현시 소대장의 화력분배 및 사격통제에 의한 실전적인 사격훈련 등을 숙달하기 위해서는 도비방지탄의 도입 및 활용이 반드시 필요하다는 결론을 도출할 수 있었다.

평가요소 (i)	가중치 (w _i)	대안 1(현 연습탄 사용)		대안 2(도비방지탄 사용)	
		효과점수(e ₁₁)	효과지수(E ₁₁)	효과점수(e ₂₁)	효과지수(E ₂₁)
정지간 단차사격	0.12	29.97	3.60	70.03	8.40
기동간 단차사격	0.21	17.04	3.58	82.96	17.42
신속한 표적획득/ 전차장에 의한 사격지휘	0.34	11.10	3.77	88.90	30.23
소대단위 훈련시 소대장의 화력분배/사격통제	0.33	10.43	3.44	89.57	29.56
계 (E _j)	1.0		14.39		85.61
사격훈련효과 비율			1.0		5.95

<표 8> 사격훈련효과 분석결과

구 분	대안 1 (현 연습탄 사용)	대안 2 (도비방지탄 사용)
정지간 단차사격	주민안전 고려 단차단위로 2~3개의 제한된 표적에 대해서만 사격 실시	자동화 표적기를 활용하여 다수 표적에 대한 사격훈련 실시 가능
기동간 단차사격 (K계열 전차)	· 기계화학교 : 미실시 · 야전부대 : 제한적 실시	제한 없는 사격훈련 가능
신속한 표적획득/ 전차장에 의한 사격지휘	불시에 다수표적 출현시 전차장의 실질적인 사격지휘 훈련 제한	자동화 표적기 활용시 신속한 표적획득 및 사격지휘 훈련가능 * 전차장의 Hunter Killer 기능 사용
소대단위 훈련시 소대장의 화력분배/ 사격통제	소대장의 실질적인 화력분배 및 소대단위 사격훈련 통제 제한	다수표적 출현시 소대장의 화력 분배 / 통제에 의한 사격실시로 실전감 있는 사격훈련 가능

<표 9> 정성적분석 결과

4.3 비용 대 효과분석

투자비용 대 사격훈련효과 비율 산출은 표 10과 같이 대안별 투자비용 대 훈련효과 비율을 산출하여 대안 1에 대한 대안 2의 상대적인 비교우위를 판단하였는데 비용 대 효과 분석결과 대안 2가 5.51배 유리하여 도비방지탄을 개발하여 사용하는 것이 타당한 것으로 평가되었다.

구 분	대안 1 (현 연습탄 사용)	대안 2 (도비방지탄 사용)
투자비용 비율 (C)	1	1.08
사격훈련효과 비율 (E)	1	5.95
비율 (E / C)	1	5.51

<표 10> 종합분석 결과

5. 맺음말

앞 절에서 도비방지탄의 도입 필요성에 대해서 살펴보았는데 추가적으로 수치화 할 수는 없지만 도비방지탄 도입시의 장점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 대군 불신감 및 민원을 해소할 수 있다. 105/120mm 연습탄 사격시 유탄발생으로 민원야기 및 대군불신감이 증폭되고 있으며, 도비탄/유탄에 의해 사격장 인근 주민들의 피해 가능성이 상존하고 있으나, 도비방지탄 활용시에는 도비탄/유탄 발생의 근원적인 차단으로 대민피해 예방이 가능하다. 둘째, 전차포 사격장 활용 측면에서 대부분의 사격장이 표준규격에 미달되며, 민간인접으로 안전거리 확보에 제한을 받고 있다. 일례로 전차포 사격장의 표준규격(폭×종심)은 K1용은 1×3km, K1A1용은 1.5×4km이나 ○○사격장은 0.8×1.7km, ○○사격장은 0.5×1.4km에 불과하여 지역주민의 민원, 언론보도 등에 의한 사격장 폐쇄 가능성이 잠재되어 있다. 참고로 전차포적 1개당 연간 1,000~1,360발 정도의 전차포사격을 실시하고 있는 실정이다. 또한 전차포 사격장의 확장/신설사업은 타 군사시설과는 달리 주민들의 거부감이 극심하고 막대한 부지매입 예산의 소요로 현실적으로 제한되나 도비방지탄 활용 시에는 표준규격 미달 사격장에 대해서도 안전사고 위험 없이 사격훈련이 가능하므로 사격장 폐쇄우려를 불식시킬 수 있다.

결론적으로 도비방지탄 비용분석 결과 연구개발비는 15.6억원으로 업체제시금액 대비 4.5억원(22.5%)을 절감하였고, 105mm 양산단가는 62만원으로 업체제시금액 대비 7.5만원(10.7%)을 절감하였다. 120mm 양산단가는 119.7만원으로 업체제시금액 대비 10.8만원(8.3%)을 절감하였다.

전차포 도비방지탄 개발의 타당성 검토결과 투자비용 대 사격훈련효과 측면에서 현 연습탄 보다 도비방지탄이 5.51배 유리하므로 도비방지탄의 개발 및 사용이 타당하며, 대군 불신감 및 민원해소, 전차포 사격장 활용측면에서도 개발이 필요한 것으로 분석되어 전투력 증강을 위해서 도비방지탄의 조기 전력화 및 활용이 시급한 것으로 판단되었다.

【 참고문헌 】

- 국방부, 「국방획득관리규정」, 2003. 5.
- 국방부, 「국방연구개발정책서」, 2003.
- 국방부, 「비용분석업무 실무참고서」, 2002. 3.
- 조달본부, 「국방조달원가 실무」, 2004.
- KIDA, 「비용분석의 올바른 이해와 발전방향」, 2002.
- 야교 33-13, 「전차포술」, 2004. 6.
- 교회 01-3-4, 「K1A1전차 운용」