한국소음진동공학회논문집 제 14 권 제 11 호, pp. 1166~1175, 2004.

부탄 캔 폭발장소 주변의 소음에 관한 연구

A Study on the Noise Near the Butane-can Explosion Location

임 사 환†

Sa-Hwan Leem

(2004년 7월 19일 접수 : 2004년 8월 31일 심사완료)

Key Words : Noise(소음), Explosion(폭발), Butane-can(부탄 캔)

ABSTRACT

People in the advanced society have deep interest in such environmental problems as noise, air quality, water pollution, etc. This paper submits the result of the research on the noise in the surroundings of the butane can explosion location. First, the noise level measured in a residential area, 245 meters' away from the butane can explosion location, was 59.3 dB. Also, the noise level measured in the IGUP (International Graduate University of Peace), 300 meters' away from the explosion site, was 52.5 dB. Second, the above noise levels are lower than the level specified in the Environmental Standard (65 dB), which represented that the experiment was safe. Third, the noise level in a place away from the butane can explosion location varied in accordance with the direction of the wind. Consequently, the noise in all locations (the places where damage to people is expected) surrounding the experimental butane can explosion location was measured to identify the effect of the wind irection.

기 호 설 명

dB(deci Bel) : 소음의 크기를 나타내는 단위
GEN : Gas Explosion Noise
PWL : 음향파워레벨
SPL : 음압레벨

1. 서 론

1.1 연구목적

사회구조가 선진사회로 변천할수록 소음에 의한 환경오염은 다른 환경오염보다 국민의 생활에 깊숙이 관련되어 심각한 영향을 줄뿐 아니라 이로 인하여 많은 문제점을 유발시켰으며, 보다 쾌적한 생활을 영위하려는 인간의 욕구와 항상 갈등을 빚는 원인이며, 근래에 들어와 선진국형 환경문제가 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 이러한 소음문제를 다루기 위해 다양한 소음으로 인한 문제점에 대한 대책을 마련코자 소음원에 대한 측정기술은 물론, 생활환경과 밀접한 교통소음 및 각종생활소음으로 인해 피해를 입고 있는 주민들을 대상으로 사회조사를 실시해 왔으며 이 결과들을 바탕으로 쾌적한 생활환경의 보전, 주민의 건강보호, 소음의 허용레벨설정 등 소음공해방지시책을 추진, 계획하는데 근거가 되고 있다.[1, 2]

특히 발파작업 및 폭발에 의한 소음은 비상시성 공해원으로서 발생이 사라지면 그 즉시 소멸되는 단발성 소음이지만 발파작업 및 폭발에서 발생하는 진동과 소음은 감각으로 직접 느낄 수 있다.[3] 이와 같이 소음은 사람이 처한 환경(수면, 학습 등)이나 성

† 책임저자 : 정회원, 가스안전교육원
E-mail : gentle@kgs.or.kr
Tel : (041) 6290-655, Fax : (041) 522-0521

격에 따라 어떠한 소리도 소음이 될 수 있어 인간의 감각기관을 이용해 스스로 감지할 수 있기 때문에 수면에 영향을 주며, 일상적인 대화를 방해한다. 이러한 소음에 노출되는 영향은 즉시 나타나지 않고 스트레스가 높아지거나 잠의 양이나 질을 제한함으로써 점차적으로 나타나게 된다. 계속적인 스트레스는 고혈압 등으로 인한 심장병과 같이 질병의 가능성을 증가시킨다.[4]

그러나 민원의 가능성은 훨씬 많이 발생하고 있는 건설소음(발파작업)에 대한 연구는 미진한 상태이다. 실제 건설공사 작업장에서의 소음은 지난 '91년부터 2000년까지 환경분쟁조정위원회에 접수된 분쟁사례 가운데 소음·진동분야가 78 %를 차지하였으며, 특히 2000년도에는 85 %에 달하여 소음·진동문제가 심각해져 가고 있는 실정이다.[5] 비록 단발성이지만 가스 폭발에 의한 소음은 그 주위에 미치는 영향이 직·간접적으로 미칠 것으로 생각되지만, 아직 여기에 대한 조사연구가 없으므로 가스폭발소음(이하 GEN이라 한다. 이 연구에서 제안)에 대한 영향이 어느 정도에 이르고 있는지 파악이 되지 않고 있는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 미약하지만 화염에 의한 부탄 캔의 폭발로 인한 소음을 소음·진동규제법에 명시된 허용기준과 비교 평가하여 GEN에 의한 주변 환경에서 생활하는 인간의 신체적, 정신적 장해(障害)를 저하시키는 원인에 대한 연구의 기초자료로 제공하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구방법

폭발장소(가스안전교육원 : A지점) 주변은 Fig. 1

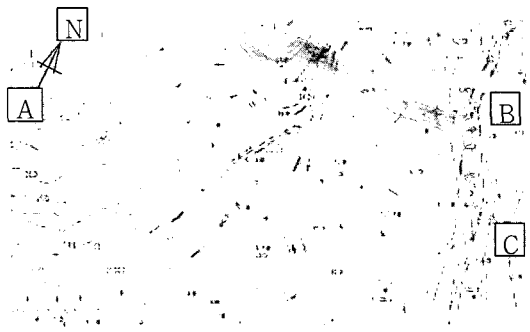

Fig. 1 Contour and land registration map

과 같이 대체적으로 산으로 둘여 쌓여 있으나, GEN과 관련하여 피해의 우려가 되는 주택가(B지점)는 북동쪽에 위치해 있고, 학교시설(국제평화대학원대학교 : C지점)은 남동쪽에 위치해 있으며, 공장시설(남양유업)은 북서방향에 위치해 있다.

이 연구에서는 부탄 캔 폭발장소 주변 일대에 대해 전반적인 조사는 시행하지 않는다. 자연생태에 미치는 영향에 대한 전반적인 조사 및 연구는 차후 다루기로 한다. 또한 지속적인 GEN(년간 또는 다년간)에 대한 연구는 많은 자료를 축척한 후 다시 다루기로 하고 이번 연구에서는 단발성 GEN으로 인한 피해가 우려되는 근교 주택가와 학교시설(국제평화대학원대학교)입구에 대해서만 조사·연구하기로 한다. 교육장에서의 GEN의 영향과 교육의 상관관계는 차후 다루기로 한다. 공장시설에 대해서는 본 건물에 의해 소음차폐효과로 소음 측정에서 배재하였다. 공장시설은 자체 소음영향이 GEN보다 클 것으로 판단되었기 때문이다.

우선 GEN의 강도가 가장 클 것으로 판단되는 폭발장소(반경 1 m 이내 : 고도 172)에서 소음을 측정하고, 245 m 정도 떨어진 주택가(고도 150)와 300 m 정도 떨어진 학교시설입구(고도 160)에서 소음을 측정하여 공기중의 감음효과를 검토하기로 한다. 이를 위하여 먼저 소음의 영향에 대해 알아보고, 폭발시 작용하는 소리의 전파는 건설소음(발파작업)과 동등한 방법인 점음원을 적용하여 계산하고, 소음의 측정은 특정충격소음 측정법으로 측정하였다. 이에 사용된 장비는 KSC-1502에 정한 보통소음계(Sound Level Meter LA-210)를 사용하였다. 또한, 측정자료 분석과 평가에 대한 것은 건설소음 규제기준(공사장 : 70 dB)에 따라 비교하여 판정하였다.

2. 소음의 영향

2.1 소음의 영향

즐거운 음악을 들으면 자신도 모르게 어깨가 들썩거림을 알 수 있다. 이는 음에 의한 신경자극으로 호흡이나 맥박에 영향을 줌으로써 기분이 좋아지는 것이다.

음환경은 우리에게 많은 영향을 미치고 있으며, 소음은 나쁜 음환경으로서 인류문명의 발전과 함께

잉태된 부산물이라는 특징을 갖고 있다.[6] 이러한 소음의 인체에 대한 영향을 살펴보면 35 dB정도 이하에서 보편적으로 쾌적하여 수면에 거의 영향이 없다. 이는 WHO에서 침실내의 소음기준으로 정하고 있으며, 우리가 일반적으로 업무를 처리하는 사무실은 50 dB이며, 소음의 한계로 민원이 발생하는 환경기준 설정선은 65 dB로 정신집중력 저하, TV·라디오· 전화 등의 청취장애 등을 유발시킬 수 있다. 우리 주위에서 흔히 접하는 도로변 소음은 75 dB이며 청력손실이 일어나기 시작한다.[7]

이처럼 소음공해는 신체에 많은 영향을 미치므로 최근에는 사운드스케이프를 적용하는 사례가 많아지고 있으며 연구 또한 활발하게 이루어지고 있다. 다양한 소리 가운데 어떤 종류의 소리를 어떠한 방법으로 대상 공간에 제공하는가는 매우 중요한 문제이기 때문이다.[8]

그러나 대도시의 주요 소음원인 자동차, 기차, 항공기 등 교통수단에서 발생하는 소음은 그 소음도가 클 뿐만 아니라 피해지역이 넓다는 특징을 갖고 있다. 서울시민의 소음공해 인식에 대한 연구에서도 주민들은 주변 소음원으로 교통소음을 가장 심각한 것으로 인식하고 있었으며, 주위의 소음으로 인하여 업무나 공부에 방해를 느끼고 있는 것으로 나타났다.[9]

하지만 현재의 에너지원으로 많은 비중을 차지하고 있는 가스에 의한 사고시 발생하는 GEN에 대하여는 관련된 규정이 없는 실정이다. 따라서 국내 최초로 부탄 캔의 폭발시 주변 환경에 미치는 소음의 정도를 측정하여 관련규정 제정시 기초자료로 활용되기를 바라며, 주변 주택가와 학교시설에 대한 민원의 발생시 대처하기 위한 기본 자료로 활용하고자 한다.

2.2 소음에 대한 환경기준

발파음에 의한 영향을 받는 주택이나 건물에서는 창호나 선반 등에서 소리를 내는 경우가 많아 인체 감응도는 더욱 커서 사실상 민원의 주대상이 되고 있다. 그러나, 발파진동과 달리 발파음은 주택이나 구조물에 피해를 주는 일은 극히 드물기 때문에 인체 감응에 대한 대수척도는 소음 Level(데시벨, dB)을 사용하며, 발파진동은 건물이나 구조물에 직접적인 피해를 주므로 진동속도(cm/sec,Kine)를 사용한다.[10]

이 연구에서는 GEN으로 인한 정도를 측정하는데, 그에 대한 규제기준이 없으므로 그와 가장 유사한 소음을 발산하는 공사장의 소음규제치를 살펴보면 조석(05~08, 18~22)동안은 65 dB이하, 주간(08~18)동안은 70 dB이하, 심야(22~05)동안은 55 dB 이하로 되어 있어 있으며, 공사장 소음의 규제 기준은 주간의 경우 소음 발생일이 1일 2시간미만일때는 +10 dB, 2시간 이상 4시간 이하일때는 +5 dB를 보정한 값으로 한다.[11]

따라서 이 연구는 주간(오전 11시부터 오후 13시 사이)에 극히 짧은 순간에 이루어지므로 주간(08~18) 허용치 70 dB에 +10 dB를 보정하여 80 dB를 허용치로 보도록 하였으며, 또한 폭발횟수를 년평균 주1회 이하로 실시하여 주변 환경에 미치는 영향을 최소화하는데 최선을 다하였다.

3. 폭발실험 및 소음의 측정

3.1 폭발 실험 셋트 현황

가스폭발의 양상을 크게 대별하여 보면, 일정량의 가스가 충전되어 있는 용기폭발 및 누설된 가스가 확산되어 일어나는 확산폭발로 구별할 수 있다.[12]

현재 국내·외의 폭발에 의한 영향은 과압(충격파)에 의한 피해가 많은데 이 연구에서는 과압에 의한 피해 거리 등은 고려하지 않고 오로지 폭음강도에 대해서만 알아보고자 한다.

GEN과 과압과의 상관관계에 대해서는 추후 많은 자료를 축적하여 다시 연구하기로 한다.

(1)부탄 캔 폭발실험장치

GEN으로 인한 인근 주변에 피해를 최소화하기 위하여 캔 내부의 가스는 실험을 위하여 일정량으로 규제하였다.

부탄 캔을 과열시키면 납붙임 용기의 파괴로 인하여 파편이 발생한다. 이때 발생한 파편의 비산거리가 48 m에 도달함을 한국가스안전공사 부설연구원에서 실시한 연구로 알 수 있다.[12]

따라서 실험에 들어가기 전에 먼저 폭발장소의 안전 상태를 꼼꼼하게 점검하고, 파괴된 납붙임용기가 비산하지 않도록 파편방지 망을 설치하여야 한다. 또한 과압에 의한 피해가 우려되므로 GEN이 많이 우려되는 방향에서 직각으로 90° 방향에서 참관을

하고, 안전선을 20 m정도 이격하여 설치하였다. 또한 GEN의 영향이 가장 많이 전파될 것으로 사료되는 방향에 대해서는 안전선을 30 m정도 이격하여 설치하고 출입을 통제시켜 만일의 사태에 대비하였다.

참관자에 대한 안전조치 사항으로는 폭발로 인한 소음에 대하여 사전설명을 통하여 신체적, 정신적 상태를 준비시키고, 심약자, 임산부 등에 대해서는 별도 안전조치(이격조치)를 취하였다.

사전준비물은 다음과 같다.

(가) 실험장치(용기보관실, 배관 등 포함)
(나) 주물버너 1 EA(2열 2구, 소비량 : 0.55 kg/h)
(다) 점화기구 1 EA
(라) 부탄 캔(표 3-1 참고)
(마) 가스라이터 1 EA
(바) 염화비닐호스 10 m(LPG용)
(사) 퓨즈콕 2 EA(호스밴드 포함)
(아) 파편방지망 1 EA
(자) 소화기 2 EA
(차) 출입제한 안전띠 100 m

위에서 살펴본 실험에 필요한 사전준비가 완료되면, 실험에 필요한 시험장비의 이상유무를 확인하고 폭발로 인한 안전사항과 관련 안전거리 확보 등을 재점검한다.

이 연구의 실험은 폭발에 의한 소음의 정도를 측정하는 것으로 안전사고에 대한 모든 가능성을 검토하고자 하였으며, 이상의 모든 안전 조치가 끝나면 실험이 가능하도록 장치를 순서에 입각하여 안전하게 설치하고, 각 기기의 상태와 가스누출점검을 실시한다.

Table 1 Butane can contents

(Unit : g, MPa, ℃, mmhg, %)

Date	Weight	Pressure	Temp	Atm	Hum
2003. 6.23	134	0.18	25.7	752.6	76.4
2004. 7. 6	134	0.18	25.5	752.4	77.6
2004. 7.12	134	0.18	25.5	752.5	84.2

실험방법은 다음과 같이 실시한다.

① 부탄 캔을 주물버너 위에 올려놓는다.
② 용기용 밸브 및 주밸브를 연다.
③ 주물버너에 점화장치를 이용하여 점화시킨다.
④ 주물버너에 점화 후 파편 방지용 망사를 덮는다.

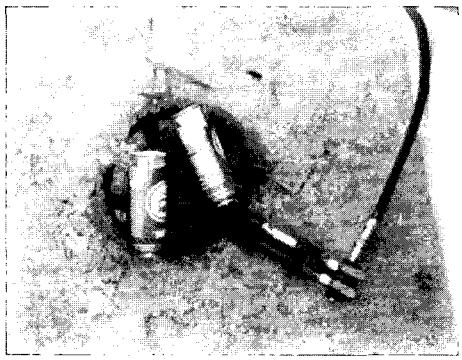

Fig. 2 Butane can on gas burner

Fig. 3 Vessel assembly set

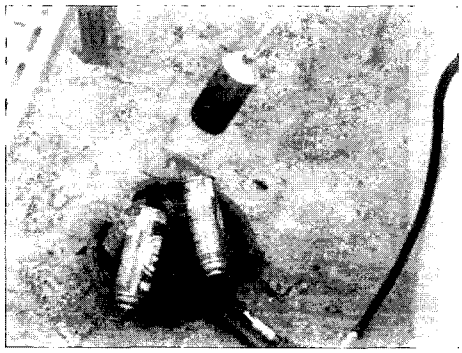

Fig. 4 Ignite on gas burner

(2) 측정장비 및 방법

이 연구에서의 실험 측정장비 및 방법은 산업안전보건법에 규정한 건설소음측정 방법을 준용하여 측정하였다.[13]

(가) 측정 조건

① 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우에 소음계는 측정자의 몸으로부터 50 cm 이상 떨어져야 한다.

② 소음계의 마이크로폰은 주소음원 방향으로 하여야 한다.

③ 풍속이 2 m/sec이상일 때에는 반드시 마이크로폰에 방풍망을 부착하여야 한다.

(나) 측정 기기

KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

중량 측정 : AP-15MS(카스저울)

온도 및 습도측정 : testo 350M/XL · testo 454

기압 측정 : 수은기압계

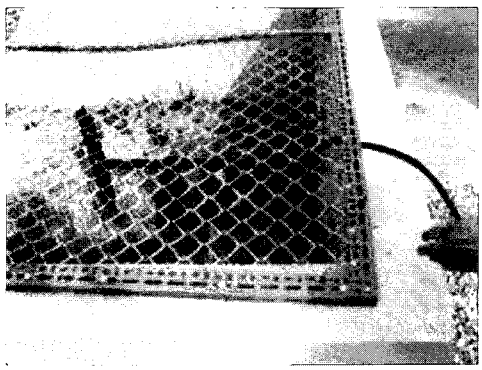

Fig. 5 State establishment of fragment prevention for gauze

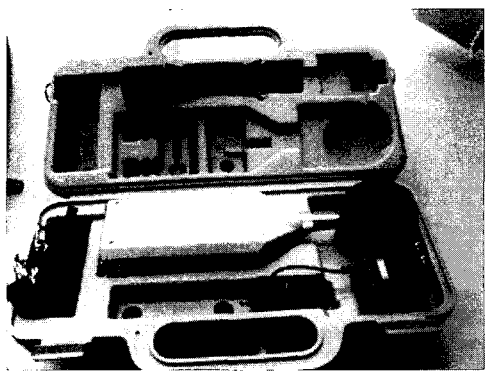

Fig. 6 Noise meter(Sound Level Meter LA-210)

(다) 측정시각 및 측정 지점수

적절한 측정시각에 2지점 이상의 측정 지점수를 선정·측정하여 그중 가장 높은 소음도를 측정소음도로 한다.

(라) 측정 방법(소음계만으로 측정할 경우)

계기조정을 위하여 먼저 선정된 측정위치에서 대략적인 소음의 변화양상을 파악한 후, 소음계 지시치의 변화를 목측으로 5초 간격 50회 판독·기록하여 다음의 방법으로 그 지점의 측정소음도 또는 암소음도를 정한다.

① 소음계의 지시치의 변화 폭이 5 dB(A)이내일 때에는 변화 폭의 중간소음도

② 소음계 지시치가 불규칙하고 대폭적으로 변하는 경우에는 최대치에서 소음도의 크기순으로 10개를 택하여 산술 평균한 소음도. 다만, 등가소음을 측정할 수 있는 소음계를 사용할 때에는 5분 동안 측정하여 소음계에 나타난 등가소음도로 한다.

3.2 소음의 측정 및 분석

(1) 소음감쇠이론

자유음장에서 음이 전파되어 나갈 때 음원에서의 거리 및 음원 형상(점, 선, 면)에 따라 감소량이 결정된다.[14, 15]

점음원에서 d(m) 떨어진 지점의 음의 세기 I는 다음 식과 같다.

$$I = \frac{w}{4\pi d^2}$$

여기서, I : 음의 세기

w : 1초간에 방사되는 음에너지 (W)

d : 음원으로 부터의 거리 (m)

음원을 음향파워레벨(sound power level)로 표시할 때의 거리 d에서의 음압레벨(sound pressure level)은 다음과 같이 계산한다.

음압레벨 SPL = 10 log $(I/10^{-12})$

10 log $(I/10^{-12})$는 원음의 에너지 w에 의한 파워레벨로서 PWL로 표시하면

$$SPL = PWL - 20\log d - 11$$

점음원이 길게 연결된 선음원일 경우 $4\pi d^2$ 대신에 $2\pi d$을 대입한다.

$$SPL = PWL - 10\log d - 8$$

음원이 지상에 근접해 있을 때는

$$SPL = PWL - 10\log d - 5$$

(2) 소음측정

소음측정은 KS A ISO 1996-1(환경소음의 표시 및 측정방법)에 의한 건설소음 측정방법에 의하여 측정하였다.[16]

1) 측정장소

가) 소음원(A지점) : 부탄 캔 폭발장소 반경 2 m이내에서 측정(해발고도 : 172 m)
소음기의 측정위치 : GL에서 상부로 150 ㎝ 높이에서 측정

나) 폭발원 북동쪽(B지점) : 폭발장소에서 245 m 정도 떨어진 주택가(마을중턱)에서 측정(해발고도 : 150 m)

다) 폭발원 남동쪽(C지점) : 폭발장소에서 300 m 정도 떨어진 학교시설입구에서 측정(해발고도 : 160 m)
각 지점에서 측정된 소음레벨은 Table 2와 같다.

2) 측정일시

가) 일시 - A지점 : 2004년 7월 6일 11시 25분
B지점 : 2004년 7월 12일 11시 24분
C지점 : 2004년 6월 23일 11시 26분

나) 기상 - A지점 측정시 날씨 : 맑음
풍속 : 1.8 ㎧, 풍향 : 순남풍
B지점 측정시 날씨 : 맑음
C지점 측정시 날씨 : 맑음

3) B지점에서의 기타소음측정치
(도로변과 40 m정도 이격된 거리)

가) 봉고차량 : 51.9dB
나) 트 럭 : 56.5dB
다) 카 니 발 : 49.0dB
라) 승 용 차 : 46.4dB
마) 비 행 기 : 74.2dB

Table 2 Noise measure value Unit : dB(A)

Date	Point	Background noise(dB)		Noise(dB)
		A level	C level	A level
2004. 6.23	C	41.3	50.9	52.5
2004. 7. 6	A	43.5	53.5	95.7
2004. 7.12	B	42.5	52.4	59.3

Fig. 7 Figure of the noise measure

(3) 측정결과 분석

측정결과를 정확하게 분석하기 위하여 암소음을 측정하고 음원에서의 거리에 대한 공기중의 소음감쇠 영향을 계산하여 암소음을 보정하여 실제 측정한 소음값과 비교하여 그 차이에 대하여 알아보고자 한다.

암소음 영향의 보정에는 다음 각 호에 의한 보정값을 합산하여 보정값으로 정한다.

1) 암소음 영향의 보정

측정소음도에 다음과 같이 암소음을 보정하여 대상소음도로 한다.[17]

가) 측정소음도가 암소음보다 10 dB(A)이상 크면 암소음의 영향이 극히 작기 때문에 암소음의 보정 없이 측정소음도를 대상소음도로 한다.

나) 측정소음도가 암소음도보다 3~9 dB(A)차이로 크면 암소음의 영향이 있기 때문에 측정소음도에 Table 3 보정표에 의한 보정치를 보정한 후 대상 소음도를 구한다.

다) 측정소음도가 암소음도보다 2 dB(A)이하로 크면 암소음이 대상소음보다 크므로 1) 또는 2)항이 만족되는 조건에서 재측정하여 대상소음도를 구하여야 한다.

Table 3 A revision ticket about effect of background noise Unit : dB(A)

Difference of background noise with measurement noise	3	4	5	6	7	8	9
Revision value	-3	-2		-1			

2) 평가소음도(Lr : Rating Sound level)

폭발에 의한 소음은 충격에 의한 소음과 유사하므로 정확한 암소음을 보정하기 위하여 평가소음도를 이용하여 측정하고자 한다.

평가소음도는 소음계로 측정한 소음 level (La)에다 소음의 시끄러움에 영향을 주는 요인인 충격음, 순음성, 시간별, 지역별 보정을 한 소음도이다.

Lr = La ± 보정치

소음은 대상소음도에서 충격음(+5 dB), 관련시간대에 대한 측정소음발생 시간의 백분율(12.5 % 미만 : -15dB), 시간별(06:00~18:00 : 6 dB), 지역별(-10 dB)을 보정한 평가소음도가 50 dB(A) 이하일 것.

3) 분석

소음레벨을 측정한 값(Table 2)을 살펴보면, A지점의 암소음의 A레벨과 소음의 A레벨의 차이가 52.2 dB이므로 차이가 10 dB를 초과하므로 A지점은 보정없이 95.7 dB로 하고, B, C지점은 암소음의 A레벨과 소음의 A레벨의 차는 각각 11.2 dB, 16.8 dB로 소음과의 차가 10 dB를 초과하므로 B, C지점의 소음치도 보정없이 B지점은 59.3 dB로 C지점은 52.5 dB를 그대로 사용한다.

또한 A레벨과 C레벨의 차는 A지점은 10 dB, B지점은 9.9 dB, C지점은 9.6 dB이므로 B, C지점 소음은 저주파성 옥타브밴드를 나타낸다.[18]

참고로 ISO 권장규격(R1999)에 의하면 충격음에서 1초보다 짧은 지속시간을 갖는 발파폭음에 대해서는 등가 소음레벨을 계산하지 않으므로 이 연구에서도 등가소음레벨평가도는 적용하지 않고 소음레벨에 대한 평가만 실시한다.

A지점에서 측정한 값을 소음원으로 하여 소음감쇠이론에 따라 감쇠량을 계산해 보면 다음과 같다.

가) 점음원의 경우

B지점

$$SPL = PWL - 20\log d - 11$$

= 95.7 -20 log 245 -11 = 36.9(dB)

C지점

$$SPL = PWL - 20\log d - 11$$

= 95.7 -20 log 300 -11 = 35.2(dB)

나) 선음원의 경우

B지점

$$SPL = PWL - 10\log d - 5$$

Table 4 Calculate and a difference of measure (Unit : dB)

point	calculate	measure	difference	비고
B	36.9	59.3	+22.4	
C	35.2	52.5	+17.3	

= 95.7 -10 log 245 -5 = 66.8(dB)

C지점

$$SPL = PWL - 10\log d - 5$$

= 95.7 -10 log 300 -5 = 65.9(dB)

폭음은 점음원에 의하므로 36.9(dB), 35.2(dB)을 선택한다.

다) 평가소음도에 의한 평가

Lr = La ± 보정치 (-20 dB)

B지점 = 59.3 - 20 = 39.3 dB

C지점 = 52.5 - 20 = 32.5 dB

평가소음도에 의한 평가시 허용치가 모두 규정치인 50 dB보다는 낮은 수치이며, 음폐효과에 대한 것은 지형조건 및 울타리의 형상에 의하여 계산에 적용하지 않는다. 따라서 B, C 지점의 소음은 위에서 구한 소음으로 잠정 결정한다.

B, C지점의 소음레벨을 계산치와 실측치를 비교해 보면 Table 4와 같이 된다.

Table 4에서 실측치가 계산치보다 값이 큰 것은 주변차량통행량에 의한 영향으로 보이며, 도로와 인접한 B지점이 C지점보다 큰 차이가 나고 있다.

한편 폭발장소 주변의 주택가 및 학교시설에 대한 차량통행량은 정기적인 운행 버스는 6회이며, 버스 정차시간은 15분으로서**, 소음에 노출되는 시간은 90분(1시간 30분)이 되고, 공사장 허용소음 70 dB과 환경기준설정치 65 dB보다 B, C실측치 59.3 dB, 52.5 dB은 모두 허용치보다 낮은 값이므로 안전한 범위에 들고 있다. ** 천안시 자료, 2004. 7. 5

4. 실험결과 고찰 및 결론

부탄 캔 폭발에 의한 소음 측정은 국내에서는 전무한 상태이며, 폭발에 의한 소음 측정이 처음인 관계로 비교할 자료가 방대하지 않으므로, 1997년 한탄강에서의 부탄 캔 폭발에 대한 실험자료를 근간으로 하여 본 실험의 미진한 부분을 보충하여 결론을

도출하고자 한다.

4.1 실험결과 고찰(기존 자료 활용)

(1) 부탄 캔 폭발

(가) 폭발시간

이 실험에서의 부탄 캔 폭발은 점화후 최초 18.43초에 납붙임용기가 폭발하였으며, 기존 실험자료는 납붙임용기 1개가 18초에 폭발하였고 이어 2분이내에 모든 납붙임용기가 폭발한 것으로 보고 되어있다.

(나) 비산거리

이 실험에서는 비산을 막기 위해 비산방지망을 설치하여 비산을 억제하였으므로 기존 자료를 인용하면, 납붙임 용기가 폭발되어 비산한 거리는 최고 48 m까지 비산되었으나 대부분의 용기는 2~20 m사이에 비산되었다고 보고하였다.

(다) 폭발위력측정

폭발시 납붙임용기의 비산을 막기 위한 비산방지망에 의하여 화염이 외부로 거의 도출되지 않았다. 또한 기존 보고에 의하면 폭발시 화염은 최고 높이 6 m 너비 약 4 m에 달하였으며 풍향방향으로 5 m 스틸로폴 타켓 및 창호지 타켓이 화염에 의하여 소손되었으며 10 m 높이의 고무풍선이 파열되었다고 보고되어있다.

(라) 납붙임용기의 폭발에 따른 변화

납붙임용기는 두께가 얇고 내용적 또한 적기 때문에 외부 온도에 의하여 Table 5에 보듯이 쉽게 용기 내부의 압력이 높아져 납붙임 용기 파열압력 2.1 MPa (21 kg/㎠)를 넘어서게 되어 실험 결과와 같이 아주 짧은 시간(단 몇초)에 폭발이 일어남을 알 수 있다.

기존자료에 의하면 폭발로 수십m까지 용기가 비산하고, 폭발시 화염의 위력이 10여m에 이르게 됨을 알 수 있었다. 따라서, 납붙임용기에 대한 사용, 운반, 저장에 이르기까지 각별한 주의가 요망되며 불의(不意)의 사태가 발생하는 경우에는 화원에서 빨리 피함은 물론, 상기 위력정도를 감안하여 피해확대가 되지 않도록 하여야 하겠다.

(마) 폭발에 따른 소음

외부 화염에 의한 납붙임용기의 파열은 극히 짧은 순간(일반 스톱워치에 의해 측정시 0.15~0.21초)에 소음을 유발시키지만 발생과 함께 극히 짧은 순간에 소멸하여 버린다. 폭약에 의한 폭발이나 건설작업시 발파에 의한 소음은 그 규모면에서 부탄 캔의 폭발

Table 5 LPG vapor pressure(MPa)

Temp	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60
C_3H_8	0.05	0.25	0.39	0.55	0.74	0.99	1.32	1.66	2.84
C_4H_{10}	-	-	0.01	0.07	0.14	0.23	0.33	0.46	0.62

Fig. 6 Butane can before explosion(w : 134 g)

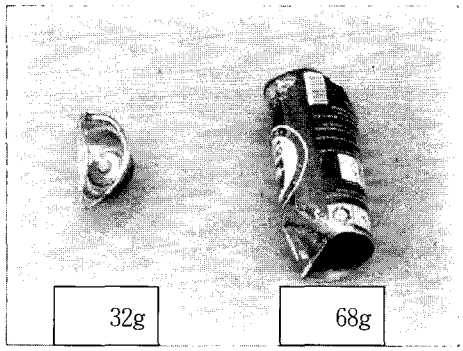

Fig. 7 Butane can after explosion(w : 100 g)

과는 비교할 수 없을 정도로 소음이 심하며, 주기적인 폭발로 주변에 영향을 미치지만 이 연구에서의 폭발은 교육용(폭발로 인한 과압 및 화염 등)으로 단발성에 그치므로 주변에 대한 영향이 극히 미미할 것으로 판단된다.

4.2 결론

이 연구에서 이론에 의한 계산과 소음을 실측한 결과를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 평가척도의 종류중에서 지역 환경 소음 측정 방법인 다음의 평가방법에 의하여 평가를 실시한 결과는 모두 안전한 것으로 나타났다.

(가) 소음 level법에 의하면 폭발장소 주변의 소음을 측정한 결과 주택가(B지점)는 59.3 dB, 학교시설

(C지점)은 52.5 dB로 나타났다. 이 수치는 환경보전법의 기준인 65 dB보다 적은 수치이며, 폭발장소 주변의 파열에 의한 주변에 미치는 영향은 실험에 사용된 가스량을 일정하게 제한하였기에 안전함이 당연하며, 주변에 미치는 영향은 거의 없다고 볼 수 있다.

또한, 주변에 미치는 소음은 비행기의 영향이 74.2 dB로 주변환경에 미치는 영향이 GEN보다 훨씬 더 큰 것으로 나타났다.

(나) 평가 소음 level법에 의하면 폭발장소 주변의 소음을 계산한 결과 주택가(B지점)는 39.3 dB, 학교시설(C지점)은 32.5 dB로 나타났다. 이는 허용한계치인 50 dB보다 낮은 수치이므로 안전하다고 평가할 수 있겠다.

또한 등가 소음 level법은 폭발로 인한 것이므로 평가하지 않았으며, 주야 등가 소음level법 역시 평가하지 않았다.

(2) B, C지점에서 거리에 의한 소음감쇠와 은폐에 의한 소음감쇠의 영향을 고려한 계산치와 실측치의 차이가 난 것은, 주택가의 기타 소음 및 주변도로의 차량통행에 의한 암소음의 영향으로 생각된다. B지점(주택가)와 C지점(학교시설)에 대한 소음의 차이가 약+20 dB정도인 것은 빈번한 차량통행량에 의한 영향으로 판단된다.

(3) 소음에 노출되는 시간은 매우 짧은 단시간 노출(단발음)로 허용 소음치 65 dB(민원발생 환경기준 설정선)보다 B, C지점의 실측치가 적게 나타남으로 안전한 범위에 들고 있다.

(4) 폭발실험장소 선정시 주변건물 등과 어느 정도 거리를 두고 계획하여 실험을 해야 하는가는 부탄 캔의 가스 잔량에 의한 영향과 풍향에 의해 소음의 강도가 커지므로 최대한 가스 잔량을 제거하여 실험에 임하여야 하며, 바람의 방향이 대체적으로 남풍이므로 별 영향은 없으나 바람의 방향에 유의하여 실험에 임하여야 할 것이다.

후 기

향후 부탄 캔의 잔량에 의해 발생하는 소음차이에 대해 보다 많은 자료를 조사·연구하여 그에 따른 주변 환경에 미치는 영향을 관찰함이 필요할 것이며, 폭발에 의한 피해 영향 거리를 산정하여 인간과 자연의 조화를 꾀할 수 있는 방안에 대해 후속 연구를 진행할 것이다. 또한 현재는 GEN으로 인한 소음규제치가 없으므로 지속적인 자료 축적으로 관련규정 제정시 참고할 수 있도록 다각도로 체계적인 연구가 필요할 것이다.

또한 이 연구는 가스안전교육원에 양성교육·법정교육·직원직무교육 등에 참석하는 교육생들에게 가스 폭발의 위험성에 대한 교육을 위하여 실험을 실시하였음을 밝히며, 이 자리를 빌어 어려운 실험에 도움을 주신 가스안전교육원 교수실에 근무하는 폭발담당 교수님들께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

(1) 조성일, 김정순, 임현술, 정해관, 최병순, 1990, "소음 폭로가 일부 지역주민의 건강에 미치는 영향에 대한 연구", 韓國疫學會誌, 第12卷, 第2號, pp. 153~164.

(2) 장길수, 이태강, 김선우, 1987, "외부소음환경의 차이에 따른 주민의식의 비교연구", 大韓建築學會學術發表論文集, 第7卷, 第2號, pp. 311~314.

(3) 최영천, 안명석, 1998, "발파진동·소음의 제어 및 민원사례", 生産技術學會誌, 第5卷, pp. 63~70.

(4) 환경처 소음진동과, 1992, "소음 규제의 국제적 경향," 한국소음진동학회논문집, 제2권, 제2호, pp. 88~91.

(5) 영산강유역환경청, 2004, 건설현장 환경관리, http://www.cmhub.com/Admin/Dbank/image/건설현장(0306).hwp , pp. 18~22.

(6) 이경희, 1987, 건축환경계획, 문우당, pp. 411~413.

(7) 소음의 실태 및 영향 http://www.bulldozer.co.kr/pollution.html

(8) Truax, Barry(ed), 1978, A Handbook for Acoustic Ecology, Vancouver, A.R.C. Publication, p. 1261.

(9) 이효수 등, 1997, "서울시민의 소음공해 인식에 대한 연구," 한국소음진동학회지논문집, 제7권, 제3호, pp. 521~529.

(10) 건설교통부 감사관실, 2002, 발파소음·진동 허용기준검토(안), p. 19.

(11) 소음진동규제법(제29조의2제3항관련)
http://www.me.go.kr/webdata/BUB/30/2/소음진동규제법별표.hwp.
(12) 한국가스안전공사, 1997, 가스방출실험보고서, 동신인쇄사, p. 132. pp. 135~138.
(13) 산업안전보건법
www.safety.or.kr/hyun-index.htm
(14) 前川純一, 1986, 建築音響, 共立出版株式會社, p. 37.
(15) 한국음향건축연구회, 1991, 건축환경음향회, 공간출판사, pp. 133~134.
(16) 소음진동규제법 6조
http://www.soundproofing.co.kr/law.hwp
http://www.daehanenc.com/upfile/board5/5AAAA__en01.hwp
(17) 김현태, KS A ISO 1996-1(환경소음의 표시 및 측정방법)
http://www.ats.go.kr/upload/notice/ISO1996-1요약서(기술표준지).hwp.
(18) 임만택, 1991, 건축환경계획, 보문당,
(19) 박윤성, 1993, 건축계획원론, 문운당,
(20) 차일환, 1980, 소음진동, 세림사,
(21) 한국산업안전공단, 1988, 소음개론,
(22) 정일록, 1989, 소음 진동학, 신광출판사,