

釜山市 主要 幹線道路邊의 交通 騷音度 調査 研究

大氣保全科

金英泰 · 金鳳基 · 郭振 · 曹正九 · 洪性洙

A Study on Traffic Noise in Pusan District

Air Preservation Division

Y. T. Kim, B. K. Kim, J. Kwak, J. K. Cho, S. S. Hong

Abstract

This survey was carried out to contribute to the investigation of long term traffic noise at 70 locations in 7~11 October 1991.

1. Leq was 69~82dB(A) in the downtown area.
2. Leq at most points were over 70dB(A) except An-Rak R.
3. The highest was 3rd pier, 7th pier leq 82 dB(A) in the industrial areas.

I. 緒 論

騷音은 人口의 增加와 都市集中, 産業의 發達로 인한 生活樣式의 變化 및 工業化 實現 등으로 人間이 生活하는 곳이면 時間과 空間의 制約을 받지 않고 發生하고 있으며 또한 國民所得의 增大로 自動車 보급율이 급등하여 이로 인한 道路交通 騷音에 노출되는 住民의 수가 날로 증가되어 身體的·心理的으로 악영향을 미쳐 精神的·情緒的으로 불안감을 造成하고, 對話의 妨害, 작업능률의 低下 등 그 被害가 큰 社會문제로 대두되고 있는 實情이다.¹⁾⁴⁾

우리나라의 自動車 保有대수는 61년도 29,000여대에서 85년도 100만대를 돌파한 후 88년도 200만대, 91년말에 400만대를 넘었다. 부산은 현재 약 36만대에 달하고 있으며 이러한 추세로 보면 5년 내에 지금의 2배로 증가할 것으로 보여진다. 그리고 부산의 道路率은 91년말 현재 13.6%에 불과하며 서울 18.1%(91년말)에 비해 크게 낮아 道路交通에 따른 諸般 問題點을 暗示하고 있다. 또한 부산은 都市計劃上 住居, 商業지역과 幹線道路 등이 서로 혼재되어 있으며 海洋都市로서 지형적 취약점과 낮은 도로율, 대형 컨테이너차량의 都心 질주로 높은 交通騒音度를 나타내고 있다. 따라서 본 調査에서는 시내 主要 幹線道路邊에서 發生하는 騒音의 實態를 조사하여 도로교통 소음도의 現況과 變化 趨勢를 把握하여 環境對策樹立을 위한 基礎資料를 얻고자 본 調査를 實行하였다.

II. 調査內容 및 方法

1. 調査期間

1991년 10월 7일부터 11일까지 5일간에 걸쳐 낮시간에 測定하였다.

2. 測定地點

釜山市内の 交通量이 많은 幹線道路 및 交叉路地點 70개소(釜山市 交通量 調査地點 57개와 追加 13개 지점)를 選定하여 測定하였다.

3. 調査方法

가. 交通量調査

'91 車輛 交通量 調査 結果²⁾를 援引하여 部分的 統計 處理하여 交通量을 算出하였다.

나. 測定方法

道路境界線으로부터 1m 떨어진 1.2m 높이에서 測定하였다.

다. 測定機器

精密騒音測定器 (Impulse Precession Sound Level Meter(Type Cel-493, England Cel社, Type B&K 2230 Denmark B&K社) 2Set

III. 自動車騒音 發生 機構와 低減技術⁵⁾

1. 自動車騒音 發生 機構

가. 엔진소음

엔진소음은 Cylinder내의 燃焼에 의한 gas力과 運動部品の 慣性力이 엔진을 振動시킴에 따라 엔진표면으로부터 放射되어 大型·中型車에 使用되는 디젤엔진의 경우 騒音의 主要인이 된다.

즉, Piston과 Cylinder의 충돌에 따른 橫방향 충격 및 Valve기구, Timing지차 등 부품간의 충돌은 충격력을 일으켜 Cylinder block, head 혹은 각종 카바류, 부속 기기류에 전달되어 엔진소음으로 放射된다. 또 디젤엔진에서는 연료분사 Pump 및 연료분사 Valve는 그 자체로서도 방사면을 갖는다.

나. 냉각계소음

冷却 fan 소음은 주로 회전음과 와류음으로 區分하여 생각할 수 있다. 회전음은 날개가 공기에 미치는 압력변동 및 fan후류의 간섭효과에 의해 發生하는 음이며, 와류음은 fan 자체뿐만 아니라 그 전후에 있는 Radiator 등의 장애물과 간격의 크기 및 그 배치에 따라 크게 영향을 받는다.

다. 흡기계소음

흡기계소음은 맥동음, 기류음 및 방사음으로 構成되어 있다. 맥동음은 흡입공기가 흡기 Valve에 의해 계속되기 때문에 發生하고, 기본주파수는 점화주파수와 같으며 비교적 저주파이다. 기류음은 흡기에 의해 난류가 일어나기 때문에 發生하는 음이며, 방사음은 흡기계내의 음 및 Engine 振動에 의해 흡기계가 진동할 때 發生하는 음이다.

라. 배기계소음

배기계소음도 맥동음, 기류음 및 방사음으로 構成되어 있다. 맥동음은 배기 Valve가 열릴 때 高壓의 燃焼gas가 급격히 배출되므로 인해 發生하는 것으로 基本周波數는 點火周波數와 같고, 비교적 낮은 주파수이다. 기류음은 배기류에 따른 난류로 인해 發生하는 음이며 방사음은 배기내의 音壓 및 Engine振動에 의해 排氣系가 振動함으로써 發生하는 음이다.

마. 타이어소음

타이어소음은 로면과 타이어간에 낀 공기가 방출될 때 발생하는 air pumping음과 타이어가 路面과 접촉할 때 발생하는 진동음이 주이며, tyre의 주행패턴, 로면의 상황, 타이어의 磨耗 및 공기압, 積載重量 등에 따라 影響을 받는다. 타이어소음은 주행패턴에 따라 크게 변화하여 일반적으로 橫溝形(Lug形)은 縱溝形(Rib형)에 비해 비교적 소음도가 높고 특히 고속주행시에는 그 密與度가 상당히 크다.

라. 구동계소음

구동계소음은 변속기, propeller축 및 후차축 등의 齒車의 齒合에 따른 진동음이 주 발생음이다.

2. 자동차 소음 저감 기술

가. 엔진소음

각 騒音源에서 엔진소음의 기여율이 높으며 종래의 엔진은 고성능 고출력에 중점을 두었으며 소음에 대해서는 별로 고려하지 않았다. 일반적으로 엔진소음은 엔진내부에서 발생하는 加振力에 의해 엔진을 구성한 部材가 가진되어 발생하는 고체음이 주종을 이루는 것으로 생각된다. 따라서 그 對象으로 가진력의 저감, 가진되는 진동계의 改善 등이 檢討對象이 된다.

나. 냉각기소음

冷却 fan소음은 특히 高速회전시에 그 기여도가 크다. fan소음을 저감하기 위해서는 fan자체의 개선과 더불어 냉각 system 전체에 대한 저감 대책도 검토할 필요가 있다. 구체적으로 fan의 날개형상, 경의 검토 fan shroud의 채용, radiator 전면 개구면적의 증대 등으로 냉각 풍량을 저하시키지 않고 fan 회전수를 저하시키는 것이 유효하다. 또 fan 소음은 radiator, engine 부속풍파의 간격의 크기에 따라 수 dB 차가 있으므로 engine room의 lay-out에 대해서도 검토가 필요하다. 한편 coupling fan, 기타 고속회전을 억제하는 기구, on-off 제어방식, 전동fan 등이 채용되고 있다.

다. 흡입계소음

흡입계소음 대책으로는 흡기관계의 음향특성 개선을 하기 위해 흡기 duct를 길게하고, air cleaner 용적증대, resonator 채용등으로 대처하고 있다.

또 air cleaner case의 진동을 억제하기 위해 외곽의 강성 향상 등이 도모되고 있다.

라. 배기계소음

과거에는 배기음은 맥동음이 주체였지만 그후 소음기의 성능 향상에 따라 맥동음은 상당히 저감되었다. 현재는 소음기 본체로부터의 방사음 및 배출가스 저감대책에 수반되는 기류음의 증대가 새로운 과제로 대두되고 있다. 구체적으로 맥동음에 대해서는 소음기 용적의 증대, 복수개의 소음기 채용이 행하여지지만 엔진출력의 저하, 공간제약 등의 문제가 있다. 방사음에 대해서는 배기관의 강성증가 및 소음기 외곽의 이중화, 방진재에 의한 제진대책이 필요하다. 기류음에 대해서는 diffuser형상의 개선 등을 행한다.

마. 타이어소음

타이어소음은 대형차의 고속주행시에 특히 문제가 되는 것으로 주행패턴 개량에 의한 저감이 필요하다.

바. 구동계소음

변속기에 대해서는 차폐 및 차차정도의 향상이 유효하며, propeller축에 대해서는 그 내부에 고무를 충전하는 방법 등이 사용된다.

IV. 結果 및 考察

1 結 果

70개 조사지점에 대한 소음도 조사 결과는 Table 1과 같다.

2. 考 察

도로교통소음을 평가하는 방법으로는 교통소음지수(TNI : Traffic Noise Index)와 L_{10} , L_{50} , L_{90} 등을 사용하기도 한다. L_{90} 은 평균 Back Ground Level을 나타내며 L_{50} 은 Level 분포의 확대와 형태의 개략을 알 수 있고 측정중에 특별한 음원 영향을 적게 받는 이점⁴⁾이 있으며 일본에서는 소음의 환경기준, 소음규제법의 자동차소음은 L_{90} 으로 표시토록 정해져 있으며⁵⁾ L_{90} 이 다른 어떤 평가치보다 소음에 대한 인간의 반응과 상관관계가 깊다⁶⁾고 한다.

L_{90} 은 평균 Peak Level이며 불쾌한 정도를 나타내는 지표가 되기도 하는데 미국에서는 도로교통소음의 평가로서 L_{90} 을 채택하고 있다.* 미국에서는 주요도로에 대한 설계년도 이후에 하루중 가장 시끄러운 시간동안 초과해서는 안될 권장 L_{90} 레벨을 규정하고 있는데 공원 등 특히 조용함이 필요한 지역은 60dB(A), 주택지역 호텔 도서관 병원 학교 등은 70dB(A), 위 두지역에 포함되지 않는 개발지역 등은 75dB(A)까지로 규정해서 이를 초과해서는 안된다고 하였다. 부산의 도시구조상 현재 혼재되어 있는 지역이 대부분이므로 조사된 전지점이 미국의 권장 L_{90} 레벨 70dB(A)를 초과하고 있으며 초과해서는 안되는 75dB(A)조차 초과하고 있다. 그러나 우리나라 환경기준*(Table 2)에서는 등가소음도(L_{eq} : Equivalent Continuous Sound Level)로서 규정하고 있어 본 조사에서는 L_{eq} 로서 평가하고자 한다.

Table 1. Sound level on sample site.

번호	조사지점명	측정 시간대	교통량 (대/hr)	L_{eq}	L_1	L_5	L_{50}	L_{90}	L_{95}	MAX
1	문현로타리	16:00	10,474	75	80	78	74	72	71	90
2	영주동사거리	12:00	9,852	77	87	82	74	70	69	93
3	삼전로타리	15:00	8,628	81	89	85	78	73	72	93
4	5부두로타리	13:00	7,596	79	90	85	76	66	64	93
5	안라로타리	11:00	7,742	69	75	72	68	64	63	94
6	내성로타리	14:00	7,124	74	82	78	73	66	65	83
7	범내골로타리	10:00	7,841	75	84	80	71	66	65	91
8	송공동상앞	16:00	7,150	79	86	84	77	71	69	92
9	서면로타리	11:00	7,849	72	80	77	71	67	66	84
10	백병원입구	11:00	7,037	78	87	83	75	71	70	95
11	시청로타리	16:00	6,840	74	84	77	72	69	68	88
12	미남로타리	14:00	6,516	74	82	79	72	67	65	85
13	대연로타리	14:00	6,280	80	89	85	76	72	68	93
14	연산로타리	15:00	6,237	73	85	77	70	68	67	88
15	주례삼거리	12:00	6,190	78	89	84	73	69	68	94
16	부산우체국	14:00	6,731	76	86	81	74	69	69	93
17	동대사거리	13:00	5,735	75	85	80	71	66	64	91
18	동부터미널앞	14:00	5,827	70	78	74	69	66	65	86
19	덕천로타리	14:00	6,380	75	87	78	71	68	67	91
20	양정로타리	16:00	5,584	75	83	79	73	67	66	87

번호	조사지점명	측정 시간대	교통량 (대/hr)	Leq	L ₁	L ₅	L ₅₀	L ₅₀	L ₉₅	MAX
21	자갈치사거리	14:00	5,469	74	82	79	72	68	65	92
22	서부터미널	13:00	5,651	74	82	79	72	69	67	85
23	왕자아파트앞	11:00	5,865	75	84	75	72	68	67	93
24	낙동주유소앞	16:00	5,921	78	86	82	77	73	72	91
25	수영로타리	10:00	5,128	73	81	77	71	66	65	89
26	대남로타리	14:00	5,062	75	82	79	74	70	69	89
27	KBS앞삼거리	15:00	4,943	79	87	83	76	68	66	90
28	금정경찰서앞	12:00	5,438	75	83	81	74	68	65	86
29	보림극장앞	15:00	5,136	73	83	78	71	65	64	85
30	경성대사거리앞	10:00	4,464	78	89	82	75	71	69	94
31	거제현대아파트	15:00	4,392	73	81	77	70	64	63	92
32	부암로타리	11:00	4,971	71	78	75	70	67	65	85
33	서대신로타리	13:00	4,094	71	77	75	69	64	62	81
34	학장사거리	12:00	4,988	77	87	82	73	68	67	96
35	광덕삼거리	11:00	4,391	78	89	83	77	68	66	94
36	구덕사거리	14:00	4,849	77	85	82	74	70	69	100
37	부산세관앞	12:00	3,701	74	81	79	72	67	65	87
38	대청사거리	14:00	3,829	76	87	81	73	69	68	93
39	보수사거리	14:00	3,718	74	84	79	70	65	64	91
40	하단로타리	12:00	3,919	78	88	84	73	66	65	98
41	유엔로타리	14:00	3,762	73	81	78	71	65	63	84
42	괴정삼거리	12:00	3,571	75	86	81	72	66	64	89
43	감천삼거리	15:00	3,698	73	82	78	70	66	65	87
44	봉래로타리	10:00	3,429	75	84	81	72	69	68	90
45	금사사거리	11:00	3,093	75	85	80	73	68	66	88
46	부산대교	12:00	2,716	75	83	80	73	64	63	87
47	감만사거리	12:00	3,299	73	82	78	71	65	65	87
48	수비삼거리	10:00	3,129	71	80	76	68	64	64	88
49	영도구청옆로타리	11:00	2,626	72	81	78	68	63	61	89
50	5부두로타리	15:00	2,586	76	86	83	72	66	64	93

번호	조사지점명	측정 시간대	교통량 (대/hr)	Leq	L ₁	L ₅	L ₅₀	L ₉₀	L ₉₅	MAX
51	명지삼거리	15:00	2,325	72	80	77	70	65	64	85
52	공항삼거리	15:00	1,299	70	81	74	66	62	61	84
53	초읍고개도로	14:00	·	76	85	82	74	68	67	91
54	4부두앞	13:00	·	78	85	82	76	71	68	88
55	3부두앞	13:00	·	82	94	87	77	67	64	99
56	7부두앞	13:00	·	82	91	87	78	69	68	96
57	2부두앞	13:00	·	79	88	83	77	70	67	93
58	임강삼거리	13:00	·	74	82	78	73	67	66	91
59	침례병원앞	16:00	·	77	85	81	76	69	68	88
60	동산유지삼거리	12:00	·	74	84	79	72	66	65	89
61	대학병원앞사거리	14:00	·	71	79	76	69	65	62	84
62	영도소방서앞사거리	14:00	·	74	82	79	71	65	64	86
63	피정삼익아파트앞	14:00	·	75	86	81	71	67	66	97
64	부산여대앞삼거리	16:00	·	77	86	82	73	68	67	92
65	수안로타리	14:00	·	73	81	77	70	64	63	93
66	해운대AID앞	10:00	·	73	81	79	70	65	64	87
67	온천1파출소앞	13:00	·	74	81	76	68	64	64	103
68	범어사입구	12:00	·	78	86	82	75	66	64	99
69	남천광남국교앞	15:00	·	73	83	78	69	63	62	89
70	장림입구삼거리	12:00	·	74	84	78	73	68	67	89

Table 2. Environmental sound level criteria

지역구분	적용 대상 지역	기 준	
		낮 (06:00~22:00)	밤 (22:00~06:00)
일반 지역	"가" 지역(주거지역)	50	40
	"나" 지역(준주거지역)	55	45
	"다" 지역(준공업지역)	65	55
	"라" 지역(공업지역)	70	65
도로변지역	"가" 지역 및 "나" 지역	65	55
	"다" 지역	70	60
	"라" 지역	75	70

한편 미국에서는 난청을 야기시키지 않은 한계소음도로 $Leq(8hr)75dB(A)$, $Leq(24hr)70dB(A)$ 로 보고 도로교통 소음저감에 노력하고 있다.

본 조사에서 전 조사지점에서의 소음도 분포는 $Leq 69dB(A) \sim 82dB(A)$ 로서 서울의 $72dB(A) \sim 80dB(A)$ 분포보다 대체로 높은 편이며 조사지점중 최저치를 기록한 지점은 안락로타리 $69dB(A)$ 로 나타났으며 이는 대형차량의 통과횟수는 많지만 지하도로를 개설하는 등 도로구조 여건을 개선하여 타지역에 비해 상대적으로 낮은 Level을 나타낸 것으로 생각되며, 초음고속도로는 $70dB(A)$ 로서 주로 소형차의 주행과 측각지점이 많아 서행하기 때문이며, $71dB(A) \sim 75dB(A)$ 의 분포를 나타낸 지점이 전체 70개소중 45개 지점으로 대부분을 차지하고 있으며 이는 도심의 복합적 문제이며 근원적 구조 개선이 이뤄져야 할 것으로 생각된다. 또한 $76dB(A)$ 이상인 지점이 25개소로서 이는 환경기준 도로변지역의 "라"지역 $75dB(A)$ 조차 초과하는 지역으로 대연로타리 $80dB(A)$, KBS앞 삼거리 $79dB(A)$, 3부두앞과 7부두앞은 $82dB(A)$, 2부두앞은 $79dB(A)$ 등이다.

이는 주로 교통량 또한 많으며 대형컨테이너 차량의 고속 질주, 도로면의 파손 등 복합적 요인이 작용하는 것으로 생각된다.

자동차소음의 발생 방지 대책으로는 교통소음 방지시설의 설치와 자동차 경적 제한, 소음 규제 지역의 확대 등의 시책이 필요하며 또 저소음 Engine 자동차개발, 양질의 연도주변 환경시설대의 설치와 소음완충지대 확보를 위한 제경지원을 포함하여 다각적인 면에서 점진적인 제도의 개선이나 보완 발전이 요청된다.

Table 3. Counter plan of traffic noise.

도로교통 소음대책	발생원 대책	자동차구조의 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 규제기준의 강화 ○ 차량검사의 철저 ○ 정기점검 장비의 철저 ○ 전기 자동차의 개발 및 이용의 촉진 등
		주행상태의 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교통신호 체계의 전자 감응화 ○ 최고속도 제한, 대형차 동행제한, 차선지정 동행규제의 촉진 ○ 과적제차, 정비불량차 동행제한 ○ 운전자 등에 대한 적절한 운전방법의 교육 및 지도촉진
		교통량의 억제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대량 항공 수송기관으로서의 전환 ○ 자전거 이용의 촉진 ○ 생활 Zone 규제에 따른 통과 교통의 배제 ○ 물자수송의 시스템의 합리화 등
	도로구조의 개선	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차음벽등의 설치 ○ 환경시설대, 수림대 등 완충공간의 확보 ○ 노면의 개량 등 	
	연도대책	<ul style="list-style-type: none"> ○ 민가, 학교 등의 방음공사 및 이전의 실시 ○ 완충건축물의 유도 ○ 연도토지의 적정화 	

IV. 結 論

부산 시내 주요간선도로 70개 지점에서 도로교통 소음도를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시내주요간선도로의 소음은 $Leq69\sim82dB(A)$ 를 나타내었다.
2. 안락로타리지점 이외에는 모든 조사지점이 $70dB(A)$ 를 초과하였다.

3. Leq71~75dB(A)의 분포를 나타낸 지점은 전체 70개 조사지점중 45개 지점으로 대부분을 차지하고 있다.
4. Leq76dB(A)이상의 분포를 나타낸 곳은 25개 지점으로 환경기준의 도로변지역 "라"지역(75 dB(A))조차 초과하였다.
5. 최고치를 나타낸 곳은 상업지역인 대연로타리 Leq80dB(A), KBS앞 삼거리 Leq79dB(A), 공업지역은 3부두, 7부두로서 Leq82dB(A)로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 편집부편, 소음방지공학, 도선출판기연사, p 17~p 59 (1990)
2. 김장호, 소음진동제어공학, 정우사, p 11 (1988)
3. 동아대학교, 연구보고, 환경문제연구소, p 5~6 (1987)
4. 서병태외, 서울보건환경연구원보 제24권, P 449 (1988)
5. 부산직할시 '91차량교통량조사결과 (1991)
6. 국립환경연구원, 도로교통소음절감율을 위한 종합대책에 관한 연구(II)
7. 유완, 대한음향학회지 (1987)
8. 이종우외 국립환경연구원보 제9권, p 77~92 (1987)
9. 環境處, 環境政策基本法 (1991)
10. 平野興彦, 道路交通騒音の豫測と對策, 産業と環境 p 78~86 (1981)