

## 도시철도 소음 조사

- 부산 교통공사에서 운행 중인 도시철도 4개 노선 206개구간에 대한 구간별 소음실태를 체계적으로 조사하여 도시철도 내 소음으로부터 시민의 건강 보호 및 정온한 지하철 환경 보전을 위한 정책추진 시 소음저감대책 자료로 활용하기 위함

### 1. 조사개요

- 조사근거 : 시 환경보전과-8608(2007. 05. 01)
- 조사기간 : 2011년 1월 ~ 12월
- 조사지점 : 4개 노선, 206개 구간
  - ▷ 1호선(노포동 ⇄ 신평) 왕복 66개 구간
  - ▷ 2호선(양산 ⇄ 장산) 왕복 82개 구간
  - ▷ 3호선(대저 ⇄ 수영) 왕복 32개 구간
  - ▷ 4호선(안평 ⇄ 미남) 왕복 26개 구간
- 조사주기 : 년 1회
- 조사방법 : 공차운행 상태에서 지하철 출발시(출입문 닫힘)와 도착시(출입문 열림)를 기준으로 하여 열차의 중간 칸 실내 중앙지점에서 1.5m 높이에 자동소음측정기(Symphonie 01dB, 프랑스)를 설치하여 등가소음도 등을 조사하였으며 측정조건은 청감보정 회로는 A특성에 고정하고, 동특성은 fast로 한 상태로 측정
- 부산도시철도 소음관리목표치 설정
  - ▷ 2006. 7월 : 『부산지하철 소음실태 및 원인분석 기술용역 결과』 측정된 소음 최고치를 기준으로 정함.
  - ▷ 2006.10월 : 부산지하철 환경위원회에서 소음관리목표치 합의

구 분		2007년	2010년	2015년이후 (전동차 교체시)
1호선	역간평균소음	75	74	73
	순간최대소음	86	86	83
2,3호선	역간평균소음	80	78	75
	순간최대소음	90	88	85

## 2. 조사결과

### ○ 각 노선별 측정결과

#### ▷ 1호선(상·하행선 : 노포동↔신 평, 66개 구간)

2011년도 조사에서는 상대적으로 소음도가 더 높은 전원장치가 부착된 동력차량에서 소음도를 조사하였다. 표 1.의 2011년 도시철도1호선 소음도 측정결과에서 상행선 전체 구간 산술평균치는 70 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 72 dB(A)로 남산동 → 두실 구간 등 8개구간에서, 최소소음치는 68 dB(A)로 토성동 → 동대신동과 동대신동 → 서대신동 등 2개 구간에서 나타났다. 하행선의 경우 전체 구간 산술평균치는 71 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 74 dB(A)로 부전동 → 양정 구간에서, 최소소음치는 64 dB(A)로 서대신동 → 동대신동 구간에서 나타났다.

전년도와의 소음도 비교에서 상행선의 경우 전체 산술평균 소음도가 3 dB(A) 감소한 것으로 나타났고, 가장 소음도 차이가 많이 난 구간은 부전동 → 서면 구간으로 6 dB(A) 감소하였으며, 반면 사하 → 당리 구간은 전년도와 동일한 소음도를 보였다. 상행선 구간의 70%에서 전년도에 비하여 소음도가 2~3 dB(A) 감소한 것으로 나타났다. 하행선의 경우는 전체 산술평균 소음도가 2 dB(A) 감소한 것으로 나타났고 가장 차이가 많이 난 구간은 연산 → 교대앞 구간으로 5 dB(A) 감소하였으나, 반면 남산동 → 범어사, 명륜동 → 온천장, 부전동 → 양정 구간은 전년도와 같은 소음도를 보였다. 하행선 구간의 61%에서 전년도에 비하여 소음도가 1~2 dB(A) 감소한 것으로 나타났다.

전년도에 비하여 1호선의 소음도가 전체적으로 2 dB(A) 정도 감소된 이유는 곡선구간의 완속 운행 및 스킵소음 발생구간에 대한 레일연마, 도유작업 등을 통한 지속적인 소음저감 노력에 의한 것으로 보인다.

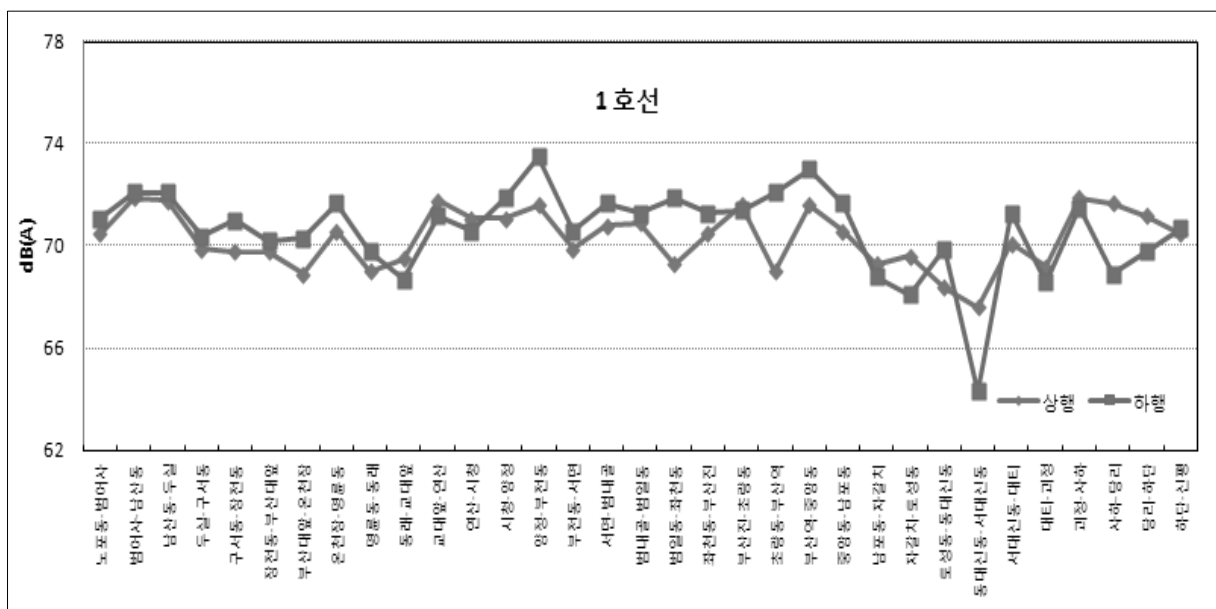


그림 1. 도시철도1호선 구간별 소음도 변화

표 1. 2011년 도시철도1호선 소음도 측정결과

(단위 : dB(A))

구분	구 간	1호선(상행)(Leq)		구 간	1호선(하행)(Leq)	
		'11년	'10년		'11년	'10년
1	노포동 → 범어사	71	72	범어사 → 노포동	71	72
2	범어사 → 남산동	72	73	남산동 → 범어사	72	72
3	남산동 → 두실	72	74	두실 → 남산동	72	74
4	두실 → 구서동	70	72	구서동 → 두실	70	72
5	구서동 → 장전동	70	72	장전동 → 구서동	71	72
6	장전동 → 부산대앞	70	72	부산대앞 → 장전동	70	72
7	부산대앞 → 온천장	69	72	온천장 → 부산대앞	70	72
8	온천장 → 명륜동	71	73	명륜동 → 온천장	72	72
9	명륜동 → 동래	69	72	동래 → 명륜동	70	71
10	동래 → 교대앞	70	72	교대앞 → 동래	69	72
11	교대앞 → 연산	72	74	연산 → 교대앞	71	76
12	연산 → 시청	71	74	시청 → 연산	71	72
13	시청 → 양정	71	73	양정 → 시청	72	73
14	양정 → 부전동	72	74	부전동 → 양정	74	74
15	부전동 → 서면	70	76	서면 → 부전동	71	72
16	서면 → 범내골	71	74	범내골 → 서면	72	74
17	범내골 → 범일동	71	73	범일동 → 범내골	71	72
18	범일동 → 좌천동	69	73	좌천동 → 범일동	72	73
19	좌천동 → 부산진	71	74	부산진 → 좌천동	71	72
20	부산진 → 초량동	72	73	초량동 → 부산진	71	74
21	초량동 → 부산역	69	72	부산역 → 초량동	72	74
22	부산역 → 중앙동	72	74	중앙동 → 부산역	73	75
23	중앙동 → 남포동	71	73	남포동 → 중앙동	72	73
24	남포동 → 자갈치	69	73	자갈치 → 남포동	69	73
25	자갈치 → 토성동	70	73	토성동 → 자갈치	68	69
26	토성동 → 동대신동	68	71	동대신동 → 토성동	70	71
27	동대신동 → 서대신동	68	71	서대신동 → 동대신동	64	68
28	서대신동 → 대티	70	75	대티 → 서대신동	71	75
29	대티 → 괴정	69	73	괴정 → 대티	69	73
30	괴정 → 사하	72	74	사하 → 괴정	72	74
31	사하 → 당리	72	72	당리 → 사하	69	72
32	당리 → 하단	71	74	하단 → 당리	70	74
33	하단 → 신평	71	72	신평 → 하단	71	74
평균(산술평균)		70	73	평균(산술평균)	71	73

▷ 2호선(상·하행선 : 양 산⇔장 산, 82개 구간)

2011년도 조사에서는 호포에서 남양산까지 3개 구간을 추가하여 2호선 전 노선에 대하여 소음도를 측정하였고 그 결과는 그림 2.와 표 2.와 같다. 2호선 소음도 측정결과에서 상행선 전체 구간 산술평균치는 72 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 75 dB(A)로 구남 → 모라 구간에서, 최소소음치는 67 dB(A)로 호포 → 금곡과 금곡 → 동원 등 2개 구간에서 나타났다. 하행선의 경우 전체 구간 산술평균치는 72 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 77 dB(A)로 구명 → 덕천과 민락 → 수영 구간 등 2개 구간에서, 최소소음치는 65 dB(A)로 동원 → 금곡 구간에서 나타났다.

전년도와의 소음도 비교에서 상행선의 경우 산술평균 소음도가 1 dB(A) 감소하였으며, 전체 구간의 79%에서 소음도가 감소하는 것으로 나타났다. 가장 소음도 차이가 많이 난 구간은 전포 → 문전 구간으로 6 dB(A) 증가하였으며, 반면 동원 → 울리 구간 등 3개 구간에서는 5 dB(A) 감소한 소음도를 보였다. 하행선의 경우는 전체 산술평균 소음도가 2 dB(A) 증가한 것으로 나타났고, 전 구간의 68%에서 소음도는 증가하는 것으로 나타났다. 가장 차이가 많이 난 구간은 울리 → 동원과 센텀시티 → 민락 등 2개 구간으로 6 dB(A) 증가하였으나, 반면 못골 → 지계골 구간에서 5 dB(A) 감소한 소음도를 보였다.

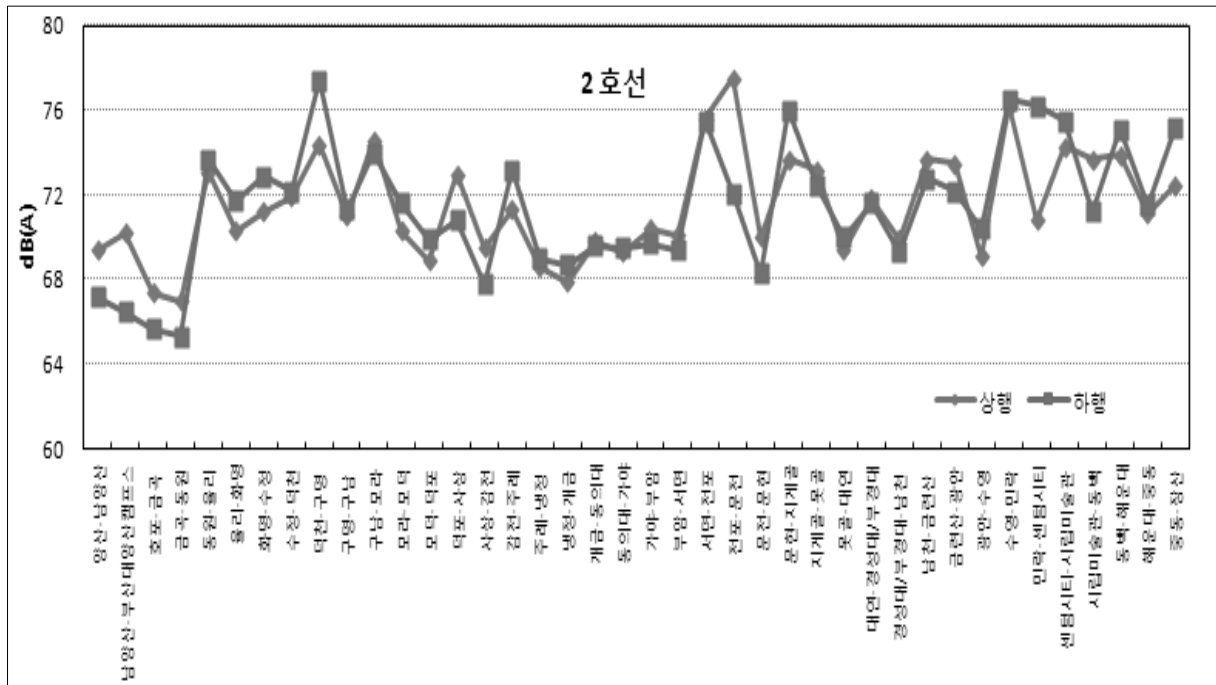


그림 2. 도시철도2호선 구간별 소음도 변화

표 2. 2011년 도시철도2호선 소음도 측정결과

단위 : dB(A)

구분	구 간	2호선(상행)(Leq)		구 간	2호선(하행)(Leq)	
		'11년	'10년		'11년	'10년
1	양산 → 남양산	69	-	남양산 → 양산	67	-
2	남양산 → 부산대양산캠퍼스	70	-	부산대양산캠퍼스 → 남양산	67	-
3	부산대양산캠퍼스 → 호포	72	-	호포 → 부산대	-	-
4	호포 → 금곡	67	67	금곡 → 호포	66	66
5	금곡 → 동원	67	67	동원 → 금곡	65	64
6	동원 → 울리	73	78	울리 → 동원	74	68
7	울리 → 화명	70	75	화명 → 울리	72	71
8	화명 → 수정	71	73	수정 → 화명	73	70
9	수정 → 덕천	72	75	덕천 → 수정	72	70
10	덕천 → 구명	74	78	구명 → 덕천	77	73
11	구명 → 구남	71	72	구남 → 구명	71	66
12	구남 → 모라	75	78	모라 → 구남	74	71
13	모라 → 모덕	70	73	모덕 → 모라	72	69
14	모덕 → 덕포	69	71	덕포 → 모덕	70	66
15	덕포 → 사상	73	74	사상 → 덕포	71	70
16	사상 → 감전	70	71	감전 → 사상	68	69
17	감전 → 주례	71	74	주례 → 감전	73	72
18	주례 → 냉정	69	71	냉정 → 주례	69	67
19	냉정 → 개금	68	70	개금 → 냉정	69	68
20	개금 → 동의대	70	74	동의대 → 개금	70	69
21	동의대 → 가야	69	72	가야 → 동의대	70	69
22	가야 → 부암	70	72	부암 → 가야	70	68
23	부암 → 서면	70	72	서면 → 부암	69	70
24	서면 → 전포	76	78	전포 → 서면	76	72
25	전포 → 문전	78	72	문전 → 전포	72	72
26	문전 → 문현	70	70	문현 → 문전	68	68
27	문현 → 지게골	74	74	지게골 → 문현	76	77
28	지게골 → 못골	73	76	못골 → 지게골	73	76
29	못골 → 대연	69	70	대연 → 못골	70	69
30	대연 → 경성대/부경대	72	74	경성대/부경대 → 대연	72	72
31	경성대/부경대 → 남천	70	72	남천 → 경성대/부경대	69	69
32	남천 → 금련산	74	75	금련산 → 남천	73	72
33	금련산 → 광안	74	75	광안 → 금련산	72	72
34	광안 → 수영	69	73	수영 → 광안	70	72
35	수영 → 민락	76	78	민락 → 수영	77	75
36	민락 → 센텀시티	71	71	센텀시티 → 민락	76	70
37	센텀시티 → 시립미술관	74	79	시립미술관 → 센텀시티	76	76
38	시립미술관 → 동백	74	71	동백 → 시립미술관	71	70
39	동백 → 해운대	74	75	해운대 → 동백	75	73
40	해운대 → 중동	71	74	중동 → 해운대	72	67
41	중동 → 장산	73	73	장산 → 중동	75	71
	평균(산술평균)	72	73	평균(산술평균)	72	70

▷ 3호선(상·하행선 : 대저⇔수영, 32개 구간)

2011년도 3호선 소음도에 대한 측정결과는 그림 3.과 표 3.과 같다. 2호선 상행선 전 구간 산술평균 소음치는 75 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 80 dB(A)로 만덕 → 미남 구간에서, 최소소음치는 71 dB(A)로 대저 → 체육공원과 체육공원 → 강서구청 등 2개 구간에서 나타났다. 하행선의 경우 전체 구간 산술평균치는 75 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 81 dB(A)로 만덕 → 미남 구간에서, 최소소음치는 69 dB(A)로 체육공원 → 대저 구간에서 나타났다.

전년도와의 소음도 비교에서 상행선의 경우 전체 산술평균 소음도는 동일하게 나타났고, 가장 소음도 차이가 많이 난 구간은 숙등 → 남산정 등 3개 구간에서 3 dB(A) 감소하였으며, 반면 구포 → 덕천 구간에서는 2 dB(A) 증가한 소음치를 보였다. 상행선 전 구간의 56%에서 전년도보다 소음치가 다소 감소하였으나, 반면 25%는 소음치가 다소 증가하였다. 하행선의 경우는 전체 산술평균 소음도가 2 dB(A) 증가한 것으로 나타났고, 전 구간의 68%에서 소음도는 증가하는 것으로 나타났다. 가장 차이가 많이 난 구간은 미남 → 만덕 구간으로 9 dB(A) 증가하였으나, 반면 체육공원 → 대저 구간에서 3 dB(A) 감소한 소음치를 보였다. 하행선 전 구간의 75%에서 전년도에 비하여 소음치가 증가하였으며 그 증가폭도 2~9 dB(A)로 다소 높았다.

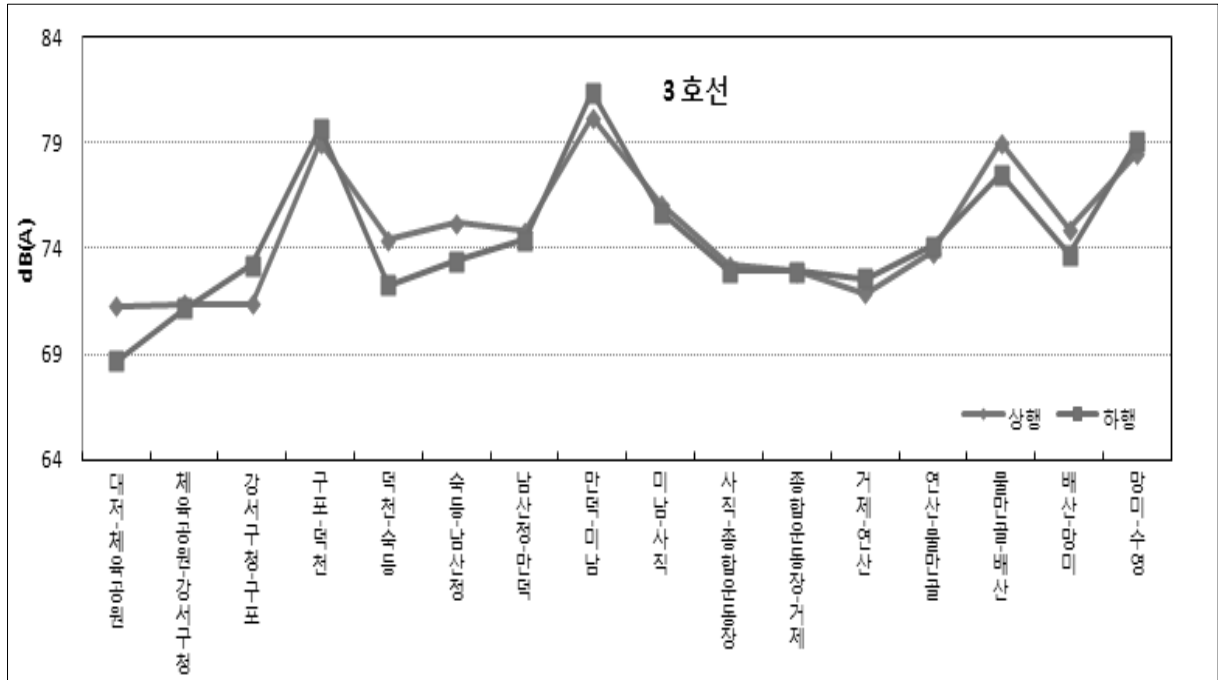


그림 3. 도시철도3호선 구간별 소음도 변화

표 3. 2011년 도시철도3호선 소음도 측정결과

단위 : dB(A)

구분	구 간	3호선(상행)(Leq)		구 간	3호선(하행)(Leq)	
		'11년	'10년		'11년	'10년
1	대저 → 체육공원	71	70	체육공원 → 대저	69	72
2	체육공원 → 강서구청	71	71	강서구청 → 체육공원	70	72
3	강서구청 → 구포	71	71	구포 → 강서구청	72	74
4	구포 → 덕천	79	77	덕천 → 구포	78	72
5	덕천 → 숙등	74	75	숙등 → 덕천	75	72
6	숙등 → 남산정	75	78	남산정 → 숙등	76	72
7	남산정 → 만덕	75	78	만덕 → 남산정	77	72
8	만덕 → 미남	80	81	미남 → 만덕	81	72
9	미남 → 사직	76	75	사직 → 미남	76	71
10	사직 → 종합운동장	73	76	종합운동장 → 사직	74	72
11	종합운동장 → 거제	73	74	거제 → 종합운동장	74	76
12	거제 → 연산	72	73	연산 → 거제	74	72
13	연산 → 물만골	74	75	물만골 → 연산	77	73
14	물만골 → 배산	79	79	배산 → 물만골	77	74
15	배산 → 망미	75	76	망미 → 배산	77	72
16	망미 → 수영	79	78	수영 → 망미	79	74
평균(산술평균)		75	75	평균(산술평균)	75	73

▷ 4호선(상·하행선 : 안평⇄미남, 26개 구간)

고무차륜형식 경량전철 차량으로 완전무인자동운전 시스템으로 운행되고 있는 도시철도4호선에 대한 소음도 측정결과는 그림 4.와 표 4.와 같다. 4호선 상행선 전 구간 산술평균 소음치는 70 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 72 dB(A)로 반여농산물시장 → 금사 등 4개 구간에서, 최소소음치는 68 dB(A)로 안평 → 고촌 등 2개 구간에서 나타났다. 하행선의 경우 전체 구간 산술평균치는 70 dB(A)로 나타났고, 구간 중 최고소음치는 72 dB(A)로 금사 → 반여농산물시장 등 4개 구간에서, 최소소음치는 67 dB(A)로 동부산대학 → 고촌 구간에서 나타났다.

개통 전인 2011년 2월에 4호선 시운전 시 측정한 소음도와 비교한 결과 상행선의 전체 산술평균 소음도는 시운전 시 보다 2 dB(A) 증가하였으며, 가장 소음도 차이가 많이 난 구간은 영산대 → 석대 구간에서 4 dB(A) 증가하였으며, 서동 → 명장 구간에서는 시운전 시와 동일한 소음도를 보였다. 하행선의 경우도 전체 산술평균 소음도가 시운전 시보다 2 dB(A) 증가한 것으로 나타났고, 가장 차이가 많이 난 구간은 영산대 → 동부산대학 구간으로 5 dB(A) 증가하였으나, 명동 → 서동 구간은 1 dB(A) 증가한 소음치를 보였다.

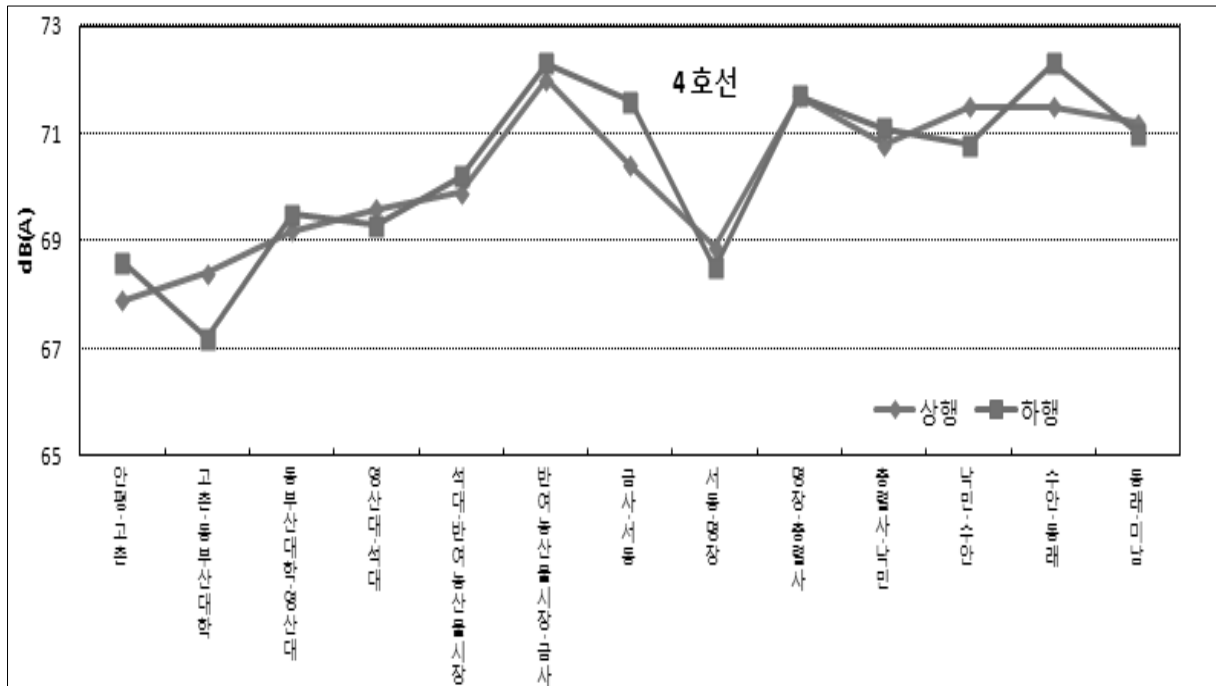


그림 4. 도시철도4호선 구간별 소음도 변화

표 4. 2011년 도시철도4호선 소음도 측정결과

단위 : dB(A)

구분	구 간	4호선(상행)(Leq)		구 간	4호선(하행)(Leq)	
		'11년	시운전 ( '11년 2월)		'11년	시운전 ( '11년 2월)
1	안평 → 고촌	68	66	안평 → 고촌	69	65
2	고촌 → 동부산대학	68	66	동부산대학 → 고촌	67	64
3	동부산대학 → 영산대	69	66	영산대 → 동부산대학	70	65
4	영산대 → 석대	70	66	석대 → 영산대	69	66
5	석대 → 반여농산물시장	70	67	반여농산물시장 → 석대	70	67
6	반여농산물시장 → 금사	72	71	금사 → 반여농산물시장	72	70
7	금사 → 서동	70	68	서동 → 금사	72	70
8	서동 → 명장	69	69	명장 → 서동	69	68
9	명장 → 총렬사	72	69	총렬사 → 명장	72	69
10	총렬사 → 낙민	71	68	낙민 → 총렬사	71	69
11	낙민 → 수안	72	69	수안 → 낙민	71	69
12	수안 → 동래	72	69	동래 → 수안	72	69
13	동래 → 미남	71	69	미남 → 동래	71	68
평균(산술평균)		70	69	평균(산술평균)	70	68



○ 소음도 분포 특성

그림 5.의 1호선 상행선 등가소음도 분포에서 51~66 dB(A) 사이의 소음도가 약 59%를 차지하였으며, 분포도의 3개 꼭지점을 중심으로 41~42 dB(A) 사이의 소음은 전동차 상하부에 정착된 보조기 발생음으로, 57~58 dB(A) 사이의 소음은 전동차가 서행시(50~55 km/hr) 차륜과 레일의 상태가 양호할 경우 발생할 수 있는 최소한의 주행소음이며, 67~68 dB(A) 사이의 소음은 주행시(75km/hr) 소음으로 빈도의 3.0% 정도 차지하는 것으로 나타났다.

그림 6.의 2호선의 상행선경우는 52~67 dB(A) 사이의 소음도가 약 63% 차지하고 있으며, 분포도 꼭지점을 중심으로 36~37 dB(A) 사이의 소음은 전동차 상하부에 정착된 보조기 발생음이며, 58~59 dB(A) 사이의 소음은 전동차가 서행시 차륜과 레일의 상태가 양호할 경우 발생할 수 있는 최소한의 주행소음이며, 63~64dB(A) 사이의 소음은 정상속도주행 시 소음으로 빈도의 4.7%를 차지하였다. 그리고 소음성 난청을 유발하는 80dB(A)이상의 빈도는 상행선 0.5%, 하행선 1.0%를 보였다

그림 7.의 3호선 상행선 경우는 56~75 dB(A) 사이의 소음도가 약 68% 차지하고 있으며, 분포도 꼭지점을 중심으로 42~43 dB(A) 사이의 소음은 전동차 상하부에 정착된 보조기 발생음이며, 65~66 dB(A) 사이의 소음은 전동차가 서행시 차륜과 레일의 상태가 양호할 경우 발생할 수 있는 최소한의 주행소음이며, 69~70dB(A) 사이의 소음은 정상속도주행 시 소음으로 빈도의 5.3%를 차지하였다. 그리고 소음성 난청을 유발하는 80dB(A)이상의 빈도는 상행선 0.6%, 하행선 0.6%를 보였다

그림 8.의 4호선 하행선 경우는 52~64 dB(A) 사이의 소음도가 약 82% 차지하고 있으며, 53~54 dB(A) 사이의 소음은 전동차 상하부에 정착된 보조기 발생음이며, 57~58 dB(A) 사이의 소음은 전동차가 서행시 차륜과 레일의 상태가 양호할 경우 발생할 수 있는 최소한의 주행소음이며, 66~67 dB(A) 사이의 소음은 정상속도주행 시 소음으로 빈도의 3.0%를 차지하였다.

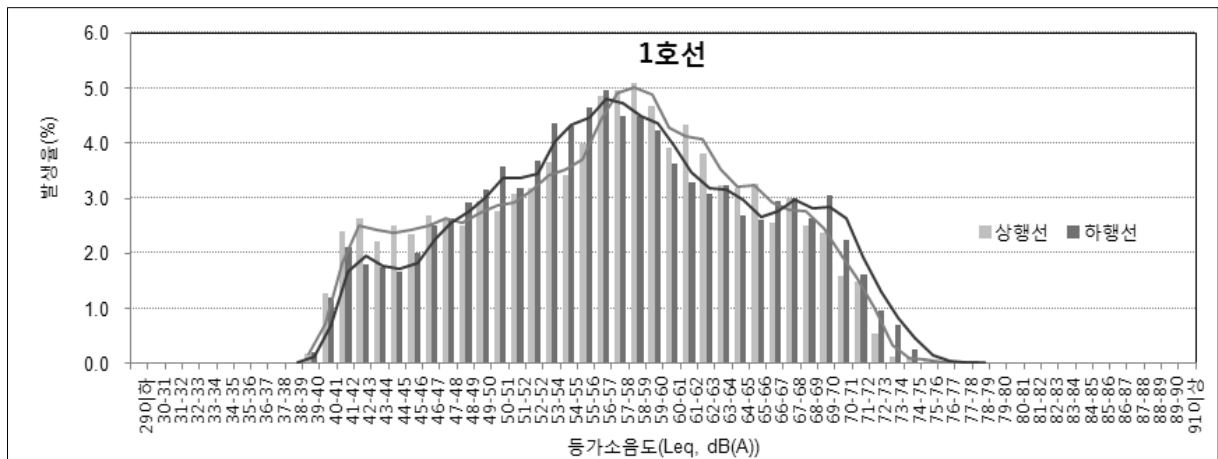


그림 5. 구간별 등가소음도 분포현황(1호선).

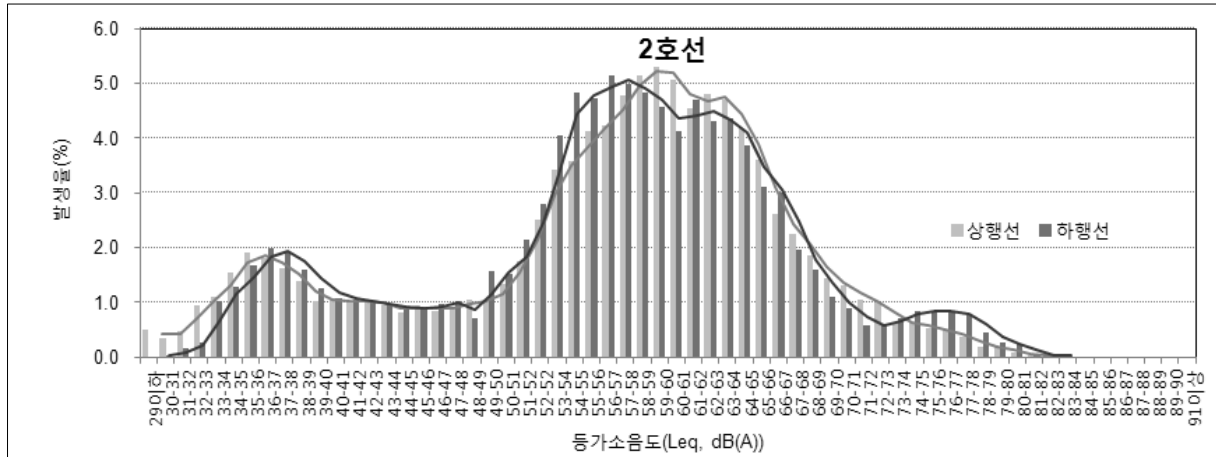


그림 6. 구간별 등가소음도 분포현황(2호선).

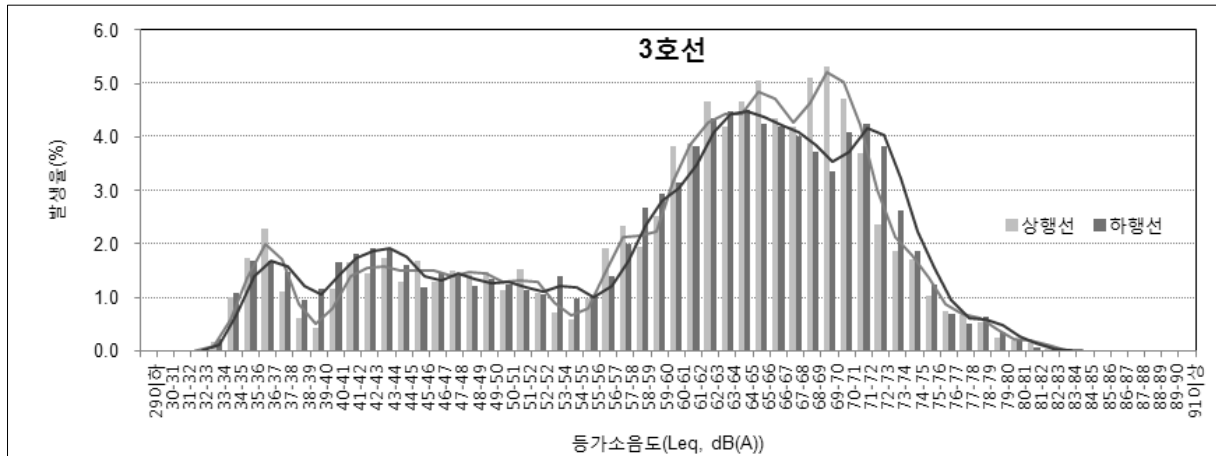


그림 7. 구간별 등가소음도 분포현황(3호선).

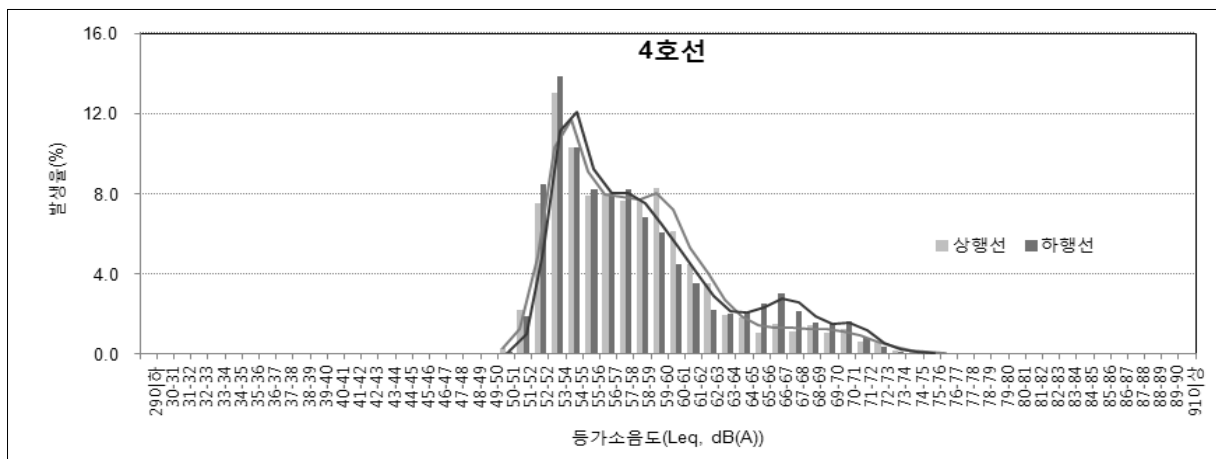


그림 8. 구간별 등가소음도 분포현황(4호선).

### 3. 결론

- 2011년도 조사에서 가장 높은 소음도는 3호선으로 상, 하행선 모두 75 dB(A)로 나타났고, 다음으로 2호선이 상, 하행선 모두 72 dB(A)로, 1호선은 상행선 70 dB(A), 하행선 71 dB(A)로 나타났으며, 고무차륜형식 경량전철인 4호선에서는 상, 하행선 모두 70 dB(A)을 나타내었다.
- 전년도와의 소음도 비교에서는 1호선이 가장 많은 감소치를 보여 상행선에서 3 dB(A)과 하행선에서 2 dB(A) 감소되었고, 2호선에서는 상행선이 1 dB(A) 감소되었으나 하행선은 2 dB(A) 증가되었고, 3호선에서는 하행선만 2 dB(A) 증가되었다.
- 소음도 분포도에서 중간값 중심으로 1호선은 51~66 dB(A) 사이의 소음도가 약 59%, 2호선은 52~67 dB(A) 사이의 소음도가 약 63%, 3호선은 56~75 dB(A) 사이의 소음도가 약 68%, 4호선은 52~64 dB(A) 사이의 소음도가 약 82%차지하는 것으로 나타났고, 소음성 난청을 유발하는 80 dB(A)이상 소음도 빈도는 2호선과 3호선에서 0.7%과 0.6%의 비율로 나타났다.