

한강상 교량의 소음·진동레벨 조사·연구

A survey and research of a noise & a vibration level of bridges on the Han river.

서광석†·이연수*·박영만*·이상수*·전재식*

Kwangsuk Seo, Yoensoo Lee, Youngman Park, Sangsoo Lee, Jaesik Jeon

Key Words : vibration level, sound level, dB(H), dB(V), dB(A), L₁₀

ABSTRACT

This survey was carried out to provide a sound and a vibration level of bridges on the Han river. A sound and a vibration level of 6 bridges(Ban po, Cheon ho, Olympic, Jam soo, Young dong, Dong ho) were measured. The X-axis vibration level(L₁₀) was 42 ~ 60 dB(H), Y-axis vibration level was 41 ~ 52 dB(H) and Z-axis vibration level was 44 ~ 77 dB(V). The Z-axis vibration level(L₁₀) on the midpoint of bridges was 68 dB(V), and on the joint point was 56 dB(V). The sound level was 77 ~ 84 dB(A). The sound level of Jam soo bridge was higher than any other bridges.

2. 연구방법

1. 서론

민선4기 서울시 5대 핵심 프로젝트 중 하나인 한강 르네상스에는 '접근성 향상으로 가까워지는 한강'을 주요 골자로 하고 있다. 이에 따라 시는 잠수교를 인도교 전용으로 변경하는 계획을 추진하고 있으며, 강북과 강남을 연결하는 단순한 의미의 한강교량을 넘어서 사람과 자연을 이어주는 매개체로 한강을 만들려 하고 있다. 이에 다양한 한강의 변화를 느끼고자 보다 많은 시민들이 한강을 찾을 것이며, 약 20여개에 달하는 한강의 교량은 시민들의 발걸음을 한층 반갑게 느낄 것이다.

이에 한강교량을 이용하는 시민들이 느끼게 될 소음과 진동을 조사하여 감각적으로 느끼게 될 양을 알아보고 추후 관련 자료를 교량의 구조적 안전성과 연계하여 평가해 봄으로써 시민을 위한 안전관리 대책에 기여하고자 한다.

본 조사는 한강에 있는 21개의 교량을 대상으로 하여 시공 방법, 용도, 설계하중 등에 따라 10여개의 교량을 선정하여 교통량에 의한 진동레벨 및 소음도를 알아보고 구조적 안전성과의 상관관계를 연구하고자 하였다. 그러나 지속적인 우천으로 6개의 교량 밖에 측정하지 못하였으며 추후 나머지 교량들의 진동레벨과 소음도를 조사한 후 구조적 안전성과의 상관관계를 고찰하고자 했다.

진동레벨은 교량을 가로지르는 방향(X-축), 차량의 진행방향(Y-축), 수직진동(Z-축)으로 진동폭을 조정하여 차량통행이 원활한 시간대에 상관중간지점과 상관연결지점에서 5분 측정시간으로 각각 2회 측정된 Lvmax., Lvmin., Lv₁₀값을 산술평균하였으며, 측정장비는 진동레벨계(VM-53A, Rion, Japan)와 주파수 분석을 위한 데이터 레코더(DA-20, Rion, Japan)를 사용하였다. 소음도 또한 진동레벨과 동일한 지점에서 5분 측정시간으로 각각 2회 측정된 Lmax., Lmin., Leq값을 산술평균하였으며, 측정장비는 정밀소음계(NL-32, Rion, Japan)와 주파수 분석이 가능한 정밀소음계(NA-27, Rion, Japan)를 사용하였다. 차량 통행량 구분은 2.5톤 이상의 트럭과 버스는 대형으로, 그 외는 소형으로 분류하였다.

교량은 용도에 따른 분류 2개, 설계하중에 따른 분류 2개, 시공방법에 따른 분류 8개로 12개를 선정하여 조사하고자 하였으나 반포, 천호, 올림픽, 잠수, 영동, 동호대교 6개의 교량에 대한 측정에 그쳤다.

† 교신저자; 서울시보건환경연구원
E-mail : bacchusse@naver.com
Tel : (02) 570-3138, Fax : (02) 570-3350

* 서울시보건환경연구원

	분 류	대상교량	측정교량
용도	차도+인도+철교	동호대교, 동작대교	동호대교
	차도+인도	그 외 교량	반포, 천호, 올림픽, 영동, 잠수교
설계 이중	DB-18	천호, 영동, 잠수, 성산	천호, 영동대교, 잠수교
	DB-24	그 외 교량	반포, 동호, 올림픽대교
시공 방법	PC-빔 연속강교	천호대교	천호대교
	사장교 + PSC BOX	올림픽대교	올림픽대교
	ST. PLATE GIRDER	잠실대교	잠실대교
	강상판 강상형교	동호대교, 기양대교	동호대교
	ST. BOX GIRDER	반포, 한남, 잠수	반포대교, 잠수교
	PSC BOX + 날선아치	서강대교	
	ST. BOX + ST. PLATE	광진교, 동작, 마포, 양화	
	PSC BOX + PSC 빔	원효대교	

3. 결과 및 고찰

(1) 한강교량의 진동레벨

한강의 측정교량별 진동레벨을 시공방법 및 설계하중에 따라 X, Y, Z-축으로 구분하여 표 Table 1.로 나타내었다. L₁₀ 값을 기준으로 X-축은 42~60 dB(H), Y-축은 41~52 dB(H)의 범위를 보이고 있으며, 수직진동을 나타내는 Z-축은 44~71 dB(V)의 범위를 보이고 있다.

소음진동규제법의 생활진동 기준은 수직진동만을 규제하고 있으므로, 수직진동인 Z-축의 진동레벨을 중심으로 평가하면 교량 상판중간 부분의 2회 측정된 L₁₀의 산술평균값은 68 dB(V)로 상판연결 부분의 산술평균값인 56 dB(V)보다 약 12 dB(V) 가량 높게 나타났으며, 1등교(설계하중 DB-24, Ban po, Olympic, Dong ho)와 2등교(설계하중 DB-18, Cheon ho, Jam soo, Young dong)의 진동레벨은 상판중간 부분의 산술평균값(L₁₀)이 68 dB(V) : 68 dB(V), 상판연결 부분의 산술평균값(L₁₀)이 57 dB(V) : 55 dB(V)로 크게 차이를 보이지 않는다.

강상판 강상형교인 동호대교는 X, Y, Z-축에서 모두 높은 진동레벨을 보이는데 철골구조 위에 강상판을 얹은 후 아스팔트 포장으로 마무리를 하였기에 시공구조상의 차이로 인한 결과로 판단되었다. 또한 동호대교는 철교가 함께 있는 교량이지만 교각이 분리되어 있어 지하철 통행에 따른 진동레벨의 영향은 미흡한 것으로 조사되었다. 잠수교는 X, Y, Z-축에서 모두 낮은 진동레벨을 보이는데 시공구조상의 차이보다는 교각높이에 따른 차이와 대형차량의 적은 통행량 때문으로 판단되었다.

Table 1. The vibration level of bridges on the Han river

No	Bridge	Construction Method	Measuring Point	Vib. level - X [dB(H)]			Vib. level - Y [dB(H)]			Vib. level - Z [dB(V)]			Traffic Vol. [car]	
				Lmax	Lmin	L10	Lmax	Lmin	L10	Lmax	Lmin	L10	large	small
1	Ban po	ST. BOX GIRDER	Midpoint	50	33	45	56	35	48	74	51	68	31	421
				51	34	46	54	35	47	65	45	59	22	361
2	Cheon ho	PC-BEAM 연속강교	Midpoint	56	37	49	55	37	48	75	54	68	45	430
				57	38	51	51	32	47	67	46	59	39	389
3	Olympic	사장교 + PSC BOX	Midpoint	61	38	52	56	33	49	73	51	66	30	323
				58	40	53	60	36	52	72	43	61	30	315
4	Jam soo	ST. BOX GIRDER	Midpoint	52	31	42	47	30	41	77	44	65	2	169
				42	24	36	45	25	34	58	27	44	5	174

5	Young dong	ST. PLATE + PSC 빔	Midpoint	58	39	51	58	38	50	79	59	72	13	281
				56	41	52	64	40	51	73	46	62	17	262
6	Dong ho	강상판 강상형교	Midpoint	69	44	60	60	36	52	83	55	71	9	227
				64	42	56	60	37	52	61	37	50	4	186

Fig. 1. An analysis of the vibration level on each octave bands.

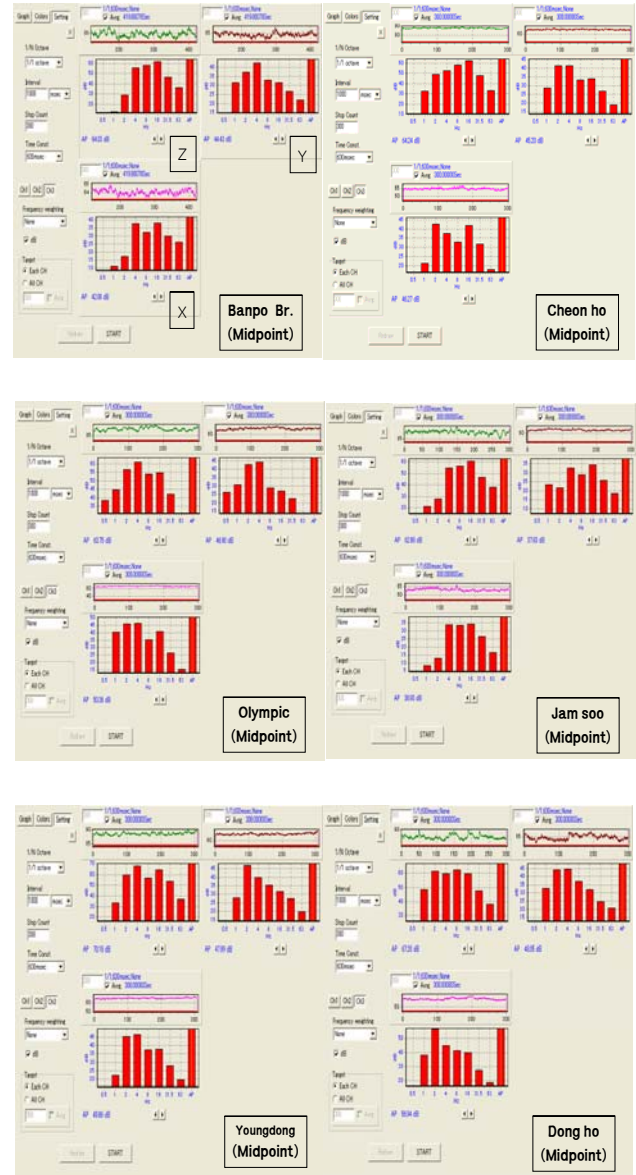


Fig. 1.은 각 교량의 상판중간에서 측정된 주파수별 진동레벨을 나타낸 값이다. Z-축의 주파수분석을 보면 다른 교량에서는 16 Hz 부근에서 높은 진동레벨을 보이고 있으나, 올림픽대교에서는 4 Hz에서 높은 진동레벨을 보이고 있고 0.5 Hz의 주파수 영역에서도 진동레벨을 보이고 있다. 같은 사장교인 행주대교의 진동레벨을 측정된 후 비슷한 경향을 보이는 지 추후 검토하고자 한다.

(2) 한강교량의 소음도

한강의 교량별 소음도를 상관중간과 상관연결 부분으로 구분하여 표 Table 2.로 나타내었다.

한강교량의 소음도는 77 ~ 84 dB(A)로 교량별 큰 차이를 보이지는 않지만 잠수교의 소음도가 다른 교량에 비해 높은 이유는 적은 교통량에도 불구하고 오토바이의 통행량이 많다는 점과 반포대교의 영향으로 인한 울림현상이 원인인 것으로 판단된다.

Table 2. The sound level of bridges on the Han river.

No	Bridge	Construction Method	Measuring Point	Sound level [dB(A)]			Traffic Vol. [car]	
				Lmax	Lmin	Leq	large	small
1	Ban po	ST. BOX GIRDER	Midpoint	91	68	80	31	421
		DB-24	Joint	94	64	80	22	361
2	Cheon ho	PC-BEAM 연속강교	Midpoint	93	66	78	45	430
		DB-18	Joint	92	62	78	39	389
3	Olympic	사장교 + PSC BOX	Midpoint	94	66	79	30	323
		DB-24	Joint	94	68	80	30	315
4	Jam soo	ST. BOX GIRDER	Midpoint	93	68	81	2	169
		DB-18	Joint	95	72	84	5	174
5	Young dong	ST. PLATE + PSC 뱀	Midpoint	96	67	78	13	281
		DB-18	Joint	88	67	77	17	262
6	Dong ho	강상판 강상형교	Midpoint	91	67	79	9	227
		DB-24	Joint	91	65	78	4	186

(3) 향후 연구진행 과제

서울시 5대 핵심 프로젝트 중 하나인 한강 르네상스에 발맞춰 7월부터 한강교량의 소음·진동 레벨을 조사하고자 하였으나 계속되는 우천과 측정 장비의 고장으로 계획했던 교량을 측정하지 못함으로 측정 데이터의 체계적인 분석이 미흡했으며, 관련 자료의 검토를 통한 구조적 안전성 평가에 결론을 내리지 못했다.

교량의 진동레벨을 조사하면서 70 dB(V) 이상의 진동레벨이 측정될 때 상당한 불안감을 느낄 수 있었으며 또한 시민들이 교량을 도보로 건널 때도 마찬가지로 불안과 공포를 느꼈으리라 추측되었다.

조속한 시일 내에 나머지 한강교량의 소음·진동 레벨을 조사하고 분석하여 구조적 안전성과의 상관관계를 고찰하도록 하겠다.

참 고 문 헌

- 교량상부구조형식 (1994), 한강상교량현황
 서울시건설안전본부, (주)도화종합기술공사.