

高架道路から発生する低周波空気振動について—第一報—

青木 一郎 宮本 俊二

1 はじめに

高速道路道路橋から発生する低周波空気振動については国内各地で問題となり、各種の調査が行われ次第にその発生伝搬の実態やメカニズムが明らかになりつつある。

都内には自動車専用高架道路（以下「高架道路」という。）が環状及び放射状に広がり、更に今後も各所で道路の新設又は改築工事が計画されている。高架道路は高速道路道路橋とは橋梁構造が異なり支間長も短い等の差異もあるが、床版上を自動車が走行する構造である点では全く同一であり、道路橋における場合と同様に高架道路においても低周波空気振動の発生が推測され、高架道路直下及びその周辺では相当程度の低周波空気振動が発生していると考えられる。

昭和55年に東京都環境影響評価条例が制定施行され、予測・評価項目とされる低周波空気振動については、特に高架道路の新設又は改築の予測評価では、都内の既存の高架道路における低周波空気振動の発生伝搬を明らかにしておくことが求められてきている。

そこで、昭和57、58年度にかけてこれらの実態調査を行うことにしたが、今回は第1報として昭和57年度の調査結果を報告する。

2 調査及び測定地点

高架道路からの低周波空気振動の調査地点として、

側道等を走行する自動車及び工場事業場等の騒音や低周波空気振動の影響を受けない場所であり、また、高架道路を走行する自動車の車種、車速と関連させて解析するため、高架道路と自動車の走行を俯瞰出来る建物が存在すること等を勘案して表1の地点を選



写真 測定状況

表1 低周波空気振動調査地点概要

No.	調査地点 (略称)	道路名	桁構造	支間長	測定日時
1	世田谷区用賀4-5 (用賀)	首都高速3号線	コンクリート桁	23 m	S 57.11.18
2	世田谷区北鳥山9-30 (北鳥山)	中央高速自動車道	鋼桁	17 m	S 57.11.25
3	大田区羽田4-17 (羽田4)	首都高速横羽線	"	25 m	S 57.12. 1
4	大田区羽田3-5 (羽田3)	"	コンクリート桁	26 m	S 57.12. 2
5	港区白金5-12 (白金)	" 2号線	"	19 m	S 57.12. 9

定した。

低周波空気振動の発生状況調査のマイクロホン配置図は図1のとおりであるが、ジョイント部床版直下1m、支間中央部床版直下1m、地上1.2m及び側道端地上1.2mの4地点を測定地点とした。また、交通流条件の車種、車速、交通量等の測定地点として高架道路の近接建屋ビルの屋上等を選定した。

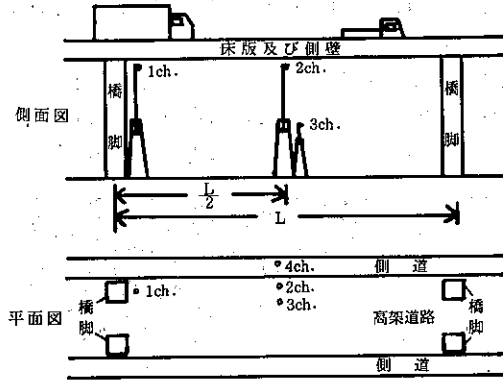


図1 マイクロホン配置図

3 測定方法

(1) 測定系列と測定機器

測定系列は図2のとおりである。低周波空気振動は、音圧計の出力をデータレコーダに録音し、のちに実験室で再生して解析した。交通流関係のデータは、ビデオレコーダに録画し、これを再生してモニターテレビの画面から読みとった。

また、測定ではデータレコーダとビデオレコーダを同期させることが必要となるため、適当な音声信号をトランシーバを介して両者に同時に録音させた。再生では、この音声信号により両者を同期させてデータの読みとりを行った。

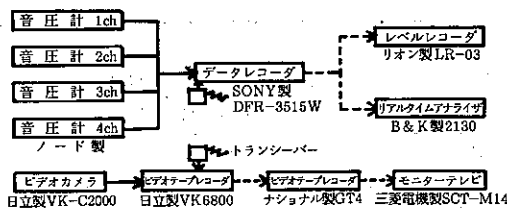


図2 測定系列

(2) 測定及び分析項目

ア 車種、車速及び交通量

交通量は測定中10分間の大型車(3.5t以上)、小型車(3.5t未満)及び乗用車の各車種別交通量を計測し、車速は20台の同一車種の車速を算術平均した。大型車混入率は総交通量中の大型車混入の割合を%表示とした。

イ 車種別ピークレベル, L_{50} , L_{10}

大型車ピークレベルと小型車ピークレベルは、データレコーダとビデオレコーダを同期して再生し、マイクロホン直上を通過した車種をテレビ画面から判別してそのときのレベルレコーダに記録されたピークレベルを読みとった。

L_{50} 及び L_{10} は、各測定地点におけるレベルレコーダ記録から、5秒50回法により前後2回のデータを求めその平均を表示した。

ウ 周波数分析

周波数分析は車種別ピークレベルの測定対象について1/3オクターブ分析を行い、図3~7にジョイント部、支間中央部それぞれ床版直下1mの大型車、小型車の車種別データ4回の平均を図示した。

4 測定結果及び結果の考察

(1) 車種、車速及び交通量

各調査地点の車線、車種別平均車速は表2に、交通量及び大型車混入率は表3に示したが、北鳥山の測定点側、対向の両車線、用賀の対向車線を除き、全車種の平均車速は約70km/hであった。

首都高速3号線用賀、同横羽線羽田3、4の各地点は大型車交通量が多く、混入率も20~40%で、しかも大型車は5tから10t程度の重車両が多く、積載量も多いように見られた。

(2) ピークレベル

表4の測定結果からピークレベルについてみると、つぎようになる。道路敷境界とみることができる側道端地上1.2mにおいて大型車は84~92dB、小型車は82~90dBとなっており、車両の通過ごとに相当程度の低周波空気振動を発生することを示している。

測定地点別にみると、すべての調査地点でジョイント部床版直下1m及び支間中央部床版直下1m、地上1.2mでのピークレベルは、大型車及び小型車のいずれの場合も同等のレベルを示している。

表2 車線、車種別平均車速

(km/h)

No.	調査地点	測定点側車線			対向車線		
		大型車	小型車	乗用車	大型車	小型車	乗用車
1	用賀	68.5	69.7	70.3	56.5	57.0	57.0
2	北鳥山	51.2	56.7	58.2	56.3	61.6	64.9
3	羽田4	71.1	73.0	73.3	66.9	70.5	73.7
4	羽田3	68.2	70.3	69.9	66.3	67.7	70.9
5	白金	61.1	66.0	69.7	67.9	70.4	72.0

表3 交通量及び大型車混入率

(台/10min, %)

No.	調査地点	測定点側車線				対向車線			
		大型車	小型車	乗用車	大型車混入率	大型車	小型車	乗用車	大型車混入率
1	用賀	149	108	211	31.8	112	71	179	30.9
2	北鳥山	20	36	180	8.5	29	82	188	9.7
3	羽田4	166	100	147	40.2	107	109	226	24.2
4	羽田3	127	95	259	26.4	105	116	173	26.6
5	白金	34	79	130	14.0	41	91	220	11.6

レベル変動は、どの測定地点の場合も車両の通過に対応してレベルが上昇下降する形を示している。これからすると、支間中央部では主として車両振動が床版へ伝搬し、これが低周波空気振動として放射されることになるが、この場合のレベルが衝撃加振を伴うジョイント通過時のピークレベルと同等であることを示している。これは、特にジョイント部における衝撃加振の強い場合がなかったことによるものであろうと考えられる。これらに比し、側道端地上1.2mは2~5dBレベルが低く、支間中央部地上1.2mと対称的に距離減衰がみられる。

車種別では、すべての調査地点で大型車は小型車よりレベルが高く、その差は大半が2~4dBとなっており、車両重量及び積載量などが低周波空気振動の発生に関係することを示している。

この調査での桁構造を大別すると、鋼桁及びコンクリート桁になるが、桁構造とピークレベルの関係をみるとつぎのようになる。鋼桁の羽田4、コンクリート桁の羽田3は同様な交通流条件の調査地点であるが鋼桁のピークレベルはコンクリート桁のピークレベルより4~6dB高いレベルを示している。また、鋼桁の北鳥山とコンクリート桁の白金では、速度の他はほぼ

同等の交通条件にあるが、北鳥山は白金より0~2dB高いレベルとなっており、10km/hの車速差はあるものの、前の場合と異なり明らかにレベルに差異があるとは云いがたい。また、ほぼ同等の交通流条件としてよいコンクリート桁の用賀と羽田3では、ピークレベルに2~4dBの開きが見られる。

以上のように、桁構造とピークレベルとの関係を明らかにするには至らなかったが、今後さらに、関係する要因等について検討が必要である。

(3) L₅₀, L₁₀

道路敷の境界線とみることでできる側道端地上1.2mにおけるL₅₀は78~89dBとなっており、いずれも高い音圧レベルを示している。なかには測定時間の半分が89dBを超える音圧レベルを示している場合もみられる。

測定地点別でみると、すべての調査地点でジョイント部床版直下1m及び支間中央部床版直下1m、地上1.2mのL₅₀は、同等のレベルとなっているが、側道端地上1.2mはこれらの測定地点より2~5dB低いレベルとなっており距離減衰がみられる。

調査地点別のL₅₀を比較すると表5のようになる。大型車交通量及び総交通量がほぼ同等とみられる用賀、羽田4、羽田3では大型車のピークレベルの高い順に

表4 音圧レベル測定結果

(1) ジョイント部 (床版直下 1.0 m) (dB)

No	調査地点	大型車ピークレベル	小型車ピークレベル	L ₅₀	L ₁₀
1	用賀	89	85	85 (81~89)	88
2	北烏山	89	86	84 (77~90)	89
3	羽田 4	97	94	92 (89~97)	96
4	羽田 3	91	89	88 (82~92)	91
5	白金	86	85	81 (77~86)	85

(2) 支間中央部 (床版直下 1.0 m) (dB)

No	調査地点	大型車ピークレベル	小型車ピークレベル	L ₅₀	L ₁₀
1	用賀	88	85	85 (81~89)	88
2	北烏山	89	85	82 (76~89)	87
3	羽田 4	97	94	92 (87~96)	95
4	羽田 3	91	90	87 (81~93)	92
5	白金	87	85	81 (76~86)	85

(3) 支間中央部 (地上 1.2 m) (dB)

No	調査地点	大型車ピークレベル	小型車ピークレベル	L ₅₀	L ₁₀
1	用賀	88	85	85 (82~89)	88
2	北烏山	88	85	83 (75~90)	89
3	羽田 4	96	95	92 (88~96)	95
4	羽田 3	92	90	88 (81~94)	93
5	白金	86	84	81 (76~87)	86

(4) 側道端 (地上 1.2 m) (dB)

No	調査地点	大型車ピークレベル	小型車ピークレベル	L ₅₀	L ₁₀
1	用賀	85	83	83 (80~87)	86
2	北烏山	84	82	78 (72~85)	83
3	羽田 4	92	90	89 (84~92)	91
4	羽田 3	88	86	85 (79~89)	88
5	白金	84	82	78 (73~84)	82

表5 L₅₀, L₁₀と交通量 (支間中央部地上1.2m) (台/10min, dB)

調査地点	大型車交通量	総交通量	L ₅₀	L ₁₀
用賀	261	830	85	88
羽田 4	273	855	92	95
羽田 3	232	875	88	93
北烏山	49	535	83	89
白金	75	595	81	86

L₅₀が高い数値を示している。同等の交通流条件の北鳥山、白金では、大型車のピークレベルの大きい北鳥山のL₅₀が白金より高いレベルとなっている。大型車のピークレベルが同等の数値を示している用賀と北鳥山では、大型車の交通量及び総交通量の大きい用賀のL₅₀が北鳥山より高いレベルを示している。

これらの検討から、L₅₀の要因としては大型車ピークレベル及び大型車交通量、総交通量をあげることができるが、これについては定量的関係を含め今後さらに検討を進めることとした。

L₁₀について調査地点別にみると、大型車の交通量が10分間50～80台の場合を含め、すべての地点で大型車のピークレベルと同等の数値となっている。

(4) 周波数分析

図3～7に調査地点別の車種及び測定地点別スペクトルを示した。この結果をみると、同一調査地点では

大型車、小型車等の車種、ジョイント部、支間中央部等の測定地点の別なく類似のスペクトルを示しており、北鳥山を除く4地点は4～8 Hzと20～31.5 Hzの2ヶ所に山のある双峰型で、4～8 Hzに卓越した成分があらわれている。

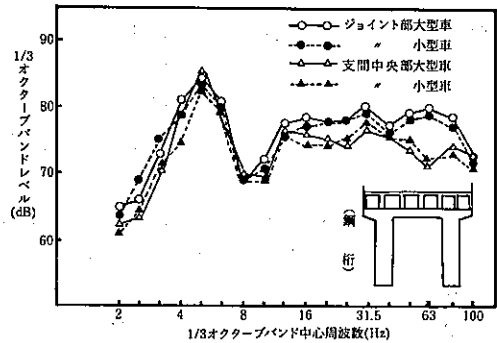


図5 床版直下の車種別スペクトル(羽田4)

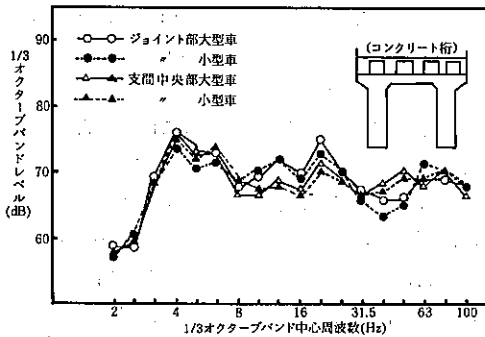


図3 床版直下の車種別スペクトル(用賀)

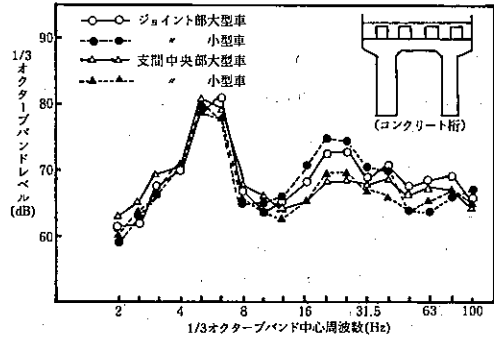


図6 床版直下の車種別スペクトル(羽田3)

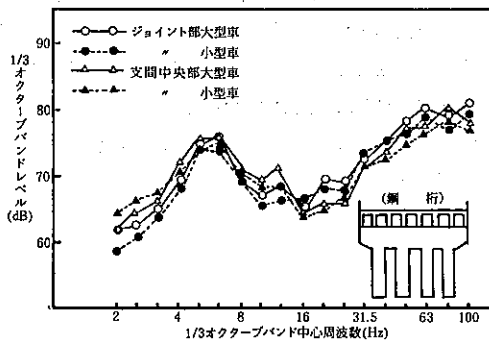


図4 床版直下の車種別スペクトル(北鳥山)

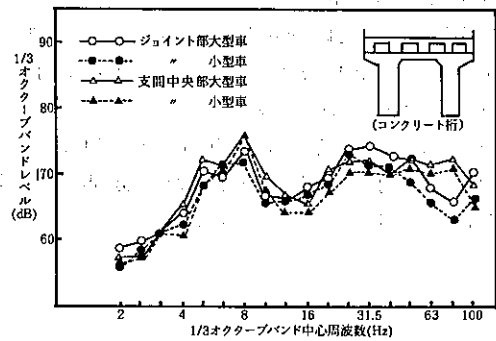


図7 床版直下の車種別スペクトル(白金)

北鳥山地点も5~6.3 Hzと63~80 Hzの2ヶ所に山のあるスペクトルを示しているが、31.5 Hzから80 Hzにかけて次第にレベルが上り63~80 Hzに卓越した成分があらわれるなど前4地点と非常に異なっている。北鳥山は床版を4基の橋脚(他は2基)で支持していること他に構造、支間長等に特に差異は認められず、このようなスペクトルを示す理由は明らかでない。

白金地点は8 Hzに卓越した成分があり、他地点の4~6.3 Hzに卓越した成分があるのと異なっているが、この地点の桁構造、支間長等は他地点の桁構造、支間長と特に変わった点はみあたらず、これの理由は明らかとならなかった。

桁の構造別にスペクトルをみると、コンクリート桁の用賀、羽田3、白金は4~8 Hzと20~25 Hzに2つの山があるのに対し、鋼桁の北鳥山と羽田4は5、6.3 Hzと31.5~80 Hzに山があり、桁構造によりスペクトルに差異があるようにみられるが、測定事例の少ないこともあり、桁の構造による違いについては、今後さらに検討の必要がある。

5 ま と め

都内に網の目のように張りめぐらされている高架道路から低周波空気振動の発生が推測されることから、音圧レベル、スペクトルと交通流条件、橋梁構造等を関連させて調査、解析を行った。その結果、

- ① 道路敷の境界線とみることのできる側道端地上1.2 mにおける大型車のピークレベルは84~92 dB、小型車は82~90 dBとなっており、車両の通過ごとに相当程度の低周波空気振動が発生している。
- ② ジョイント部床版直下1 m、支間中央部床版直下1 m、地上1.2 mのピークレベルは大型車及び小型車のいずれの場合も同等のレベルで、レベル変動は車両の通過に対応してレベルが上昇下降する形を示している。
- ③ 側道端地上1.2 mにおける L_{50} は78~89 dBで高い音圧レベルを示している。
- ④ ジョイント部と支間中央部の床版直下1 mの L_{50} は同等で、側道端地上1.2 mはこれらの地点より2~5 dB低く、距離による減衰がみられる。

⑤ スペクトルは、大型車、小型車の車種別、ジョイント部、支間中央部の測定地点の別なく同一調査地点では同一のスペクトルを示し、4~8 Hzと20~31.5 Hzのレベルが高くなる双峰型で、4~8 Hzに卓越した成分がある。

等が明らかになった。

58年度は更に例数を増加して調査を行うとともに、F. F. T周波数分析器を使用してより精密な解析を行い、低周波空気振動の発生伝搬について明らかにしてゆきたい。

参 考 文 献

- 1) 宮本俊二他：超低周波音の実測調査について、東京都公害研究所年報(1980)。
- 2) 宮本俊二他：超低周波音及び低周波音に関する感覚反応実験について、東京都公害研究所年報第1報(1980)、第2報(1981)、第3報(1982)。
- 3) 宮本俊二他：低周波空気振動に関する感覚実験について、東京都公害研究所年報(1983)。
- 4) 西脇仁一他：高速道路での低周波騒音とその対策のモデルテスト、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1979年9月。
- 5) 齊木三郎他：高速道路における低周波音の実態とその対策、公害と対策Vol. 14, No. 2。
- 6) 田矢晃一他：道路橋より発生する低周波音、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1977年11月。
- 7) 落合博明他：道路橋より発生する低周波音の伝搬について、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1978年11月。
- 8) 清水 進他：道路橋より発生する低周波音、日本騒音制御工学会技術発表会論文集、1979年9月。
- 9) 長井 努他：高速道路高架橋から発生する超低周波空気振動の伝搬性状(第1報)(第2報)、日本騒音制御工学会技術発表会論文集、1982年9月。
- 10) 鹿島教昭他：高架道路及び道路橋から発生する低周波空気振動について、横浜市公害研究所年報(第6号)1981。