

高架道路における交通振動低減対策効果と苦情要因の分析

*An Analysis for the Effect of Countermeasures for a Decrease in Traffic Vibration around the Elevated Road
and the Factors of the Associated Complaints*

徳永法夫¹・西村 昂²・日野泰雄³・宮原 哲⁴

By Norio Tokunaga¹ Takashi Nishimura² Yasuo Hino³ Satoshi Miyahara⁴

1.はじめに

高架橋における道路交通振動には、上部工・橋脚の振動が地盤を伝播し、沿道の建物を振動させる地盤振動と、空気中を伝播する圧力の変化によって家屋のガラス窓等を振動させる低周波空気振動がある。

いずれにしても、これらは沿道からの苦情として表面化することになる。そのため、例えば阪神高速道路公団では、これまで高架構造面からの対策、伝播経路対策、受振点対策など様々な面から高架橋の振動軽減対策が検討され、種々の工事が実施されてきている。しかしながら、現状では十分な振動軽減効果を上げるには至っていないことから、沿道の苦情件数は横バイ状態であるといわれている¹⁾。

このような状況を打開するためには、高架道路沿道における交通振動の実態を明らかにしたうえで、振動問題に対する今後の積極的な取り組みが必要である。

一方、振動の発生要因は舗装面の凹凸ばかりでなく、伸縮継手の段差、主桁、床版、橋脚、基礎、地盤など振動発生および伝播要因が複雑に関係していることから、一義的な振動対策は困難であると考えられる。^{2)~5)他}

そのため本稿では、阪神高速道路を対象に高架構造物沿道での交通振動に係る要因を明らかにすることを目的とし、中でも特に下記の3つの項目について分析・検討することにした。

- ①鋼単純合成桁の11径間連結化工事、および単純鋼箱桁橋の端横桁補強工事における、工事前後の振動計測値と住民の知覚・意識の関係分析。
- ②大阪管内沿道20地区において実施したアンケート調査結果と振動計測結果(計測家屋測点31,アンケート回答者930人)の関連分析と、住民感覚を的確に表現する振動の新しい評価方法の検討。
- ③過去の研究成果^{6),7),8)}などを踏まえて、今後の道路交通振動対策として、検討を要する項目の抽出。

2.阪神高速道路における振動苦情実態

道路交通振動の振動規制法に基づく要請限度値は、官民境界の地表面における振動レベル $L_{10}(80\%上端値)$ で規定されている(表-1)。これに対して阪神高速道路沿道における振動測定結果⁹⁾では、最大でも52dB程度と、要請限度値を大きく下回っているものの、振動苦情は年間20~30件あり、特に阪神・淡路大震災直後に急増したとされている。

表-1 道路交通振動の要請限度値

区域の区分	時間の区分	
	昼間	夜間
第1種区域	65dB	60dB
第2種区域	70dB	65dB

このような道路周辺住民の苦情や各種のアンケート調査から得られる交通振動の特徴として、次の点が指摘されている⁹⁾。

- ①夜間や明け方の大型車走行の振動が睡眠妨害や心理的被害の大きな要因となっている。
- ②家具や建具などが揺れて2次音を発生している。
- ③ジョイントでの衝撃音や振動を多くの人が指摘している。

キーワード:交通公害対策

¹正会員、阪神高速道路公団 保全施設部
(大阪市中央区久太郎町4丁目1-3 Tel06-252-8121 Fax252-4583)

²正会員、工博、大阪市立大学教授 工学部土木工学科
(大阪市住吉区杉本3丁目3-138 Tel(Fax)06-605-2731)

³正会員、工博、大阪市立大学講師 工学部土木工学科
(大阪市住吉区杉本3丁目3-138 Tel(Fax)06-605-2731)

⁴正会員、日本技術開発株式会社 大阪支社 構造部
(大阪市北区豊崎5丁目6-10 Tel06-359-5341 Fax359-5298)

阪神高速道路では、図-1 に示すように、深夜・早朝の0～6時頃交通量が減少するものの、24時間絶え間なく通過交通がある。しかも昼間は速度は遅いが交通量が多く、夜間には交通量が少ないものの高速走行となっている。

また、大型車(特に軸重違反車)の通行実態調査¹⁰⁾に基づいて、固定式軸重計による重量違反車両数を時間帯別にみると、図-2のように午前4～7時に最も多くなっており、住民の苦情やアンケート結果(夜間や明け方の大型車による振動を訴えている)と一致する結果となっている。

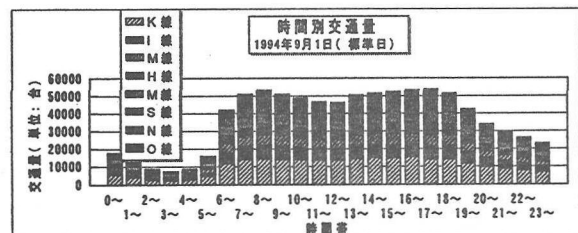


図-1 標準日における時間別交通量(大阪地区)

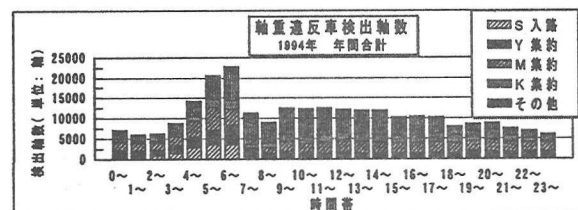


図-2 時間別にみた重量違反車数(大阪地区)

3.振動対策工事と調査の概要

これまでの調査・分析に基づいて実施された2種類の振動対策工事前後の振動計測とアンケート調査を実施し、これらの効果を検討した(表-2)。なお、振動計測とアンケート調査は工事前後とも同一地区・同一家屋を対象に行った。

表-2 対策実施箇所と調査の概要

箇所	高架橋構造	地盤	日交通量	調査概要
No.1	桁 : 鋼単純箱桁 およびRCT桁 橋脚: 門型ラーメン 基礎: 地下鉄函体	洪積層	108,800 (台/日) 大型車率21%	アンケート回収数 工事前41人, 後37人 測定家屋数2軒
No.2	桁 : 鋼単純合成桁 橋脚: T型単柱 基礎: 場所打ち杭	沖積層	103,500 (台/日) 大型車率20%	アンケート回収数 工事前61人, 後64人 測定家屋数2軒

(1)端横桁補強工事の概要(調査箇所No.1)

調査箇所No.1(表-2)における事前調査において、鋼

箱桁の主桁間隔が14.25mと広いために、端横桁の活荷重たわみによる段差が発生し、それが振動の大きな要因であることが分かった。そこで、振動対策工事として単純鋼箱桁の端横桁に鉛直荷重を受ける支承を増設し、併せて端部床版を鋼板で補強する工事が行われた(図-3)¹⁵⁾。

ただし、支持部材挿入のためジャッキアップにより、死荷重状態において路面段差が下記のとおり変化した。

- ①MP1(起点)側は工事前に比べて6mm段差が大きくなった。
- ②MP2(終点)側は工事前の段差3mmがほとんど無くなった。

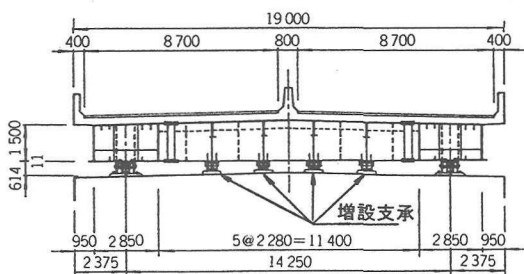


図-3 端横桁補強工事の概要(断面図)

(2)11径間主桁連結工事の概要(調査箇所No.2)

橋面のジョイントは、振動・騒音の主な原因と考えられ、メンテナンス上もネックとなっている。ジョイントを無くすと同時に、金属支承から免震ゴム支承への取り替えと主桁を連続化することによって耐震性の向上が図れる。このことから、主桁連結によるノージョイント工法の採用が急増している状況にある。

このような背景から、調査箇所No.2(表-2)においては、支間割 5×27m+6×25m=285mの、単純合成鋼桁の11径間主桁連結工事(図-4)が行われた。

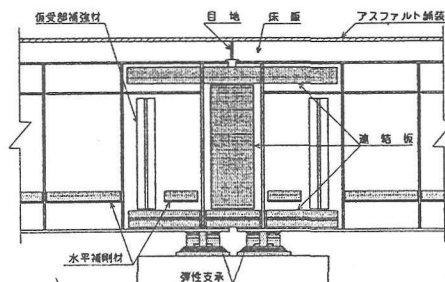


図-4 主桁連結工事の概要(連結構造)

(3)対策工事前後の振動計測調査の概要

苦情の主な要因と考えられる大型車通行時の振動を、工事前後において的確に比較するため、試験車による振動計測を行った。計測は、地表面のみならず、住民が振動を感じている家屋内でも実施した。

計測の概要を以下に示す。

- ①計測ピックアップ:圧電型加速度計
- ②計測成分:橋軸方向(X),橋軸直角方向(Y),鉛直方向(Z)
- ③計測地点:官民境界(地表面),木造家屋(2階床),家屋脇地表面
- ④試験車:総重量25tf,走行速度60km/h
- ⑤試験車走行パターン:他の車両の影響が少ない時を選んで、本線各車線を走らせ、最も振動の大きい結果を用いた。

4.振動対策の効果

(1)端横桁補強工事の効果(調査箇所No.1)

(a)家屋の振動レベルからみた効果

工事前と工事後の沿道家屋2階における試験車走行時の振動加速度波形を図-5に示す。この図から、MP2側のジョイント通過時の振動が、ほとんど観測できないまでに低減されていることがわかる。家屋内の鉛直振動レベルピーク値(VL(max))の低減量は、MP1ジョイント通過時に約4dB、MP2ジョイント通過時に約10dBであった。

MP2側の大きな低減効果は、対策工事による活荷重たわみの軽減と、ジャッキアップによる死荷重状態の段差(3mm)解消の両者によると考えられる。

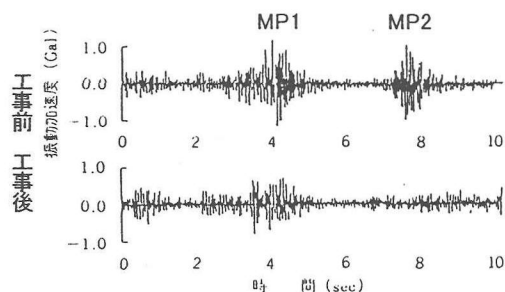


図-5 沿道家屋2階における振動加速度波形(調査箇所No.1)

(b)アンケート結果からみた効果

工事前後の住民へのアンケート結果(図-6)から、次のような振動低減による評価が得られた。

- ①「工事前より振動が小さくなった」と答えた人が全体の52%、「振動が大きくなった」という人は12%、「変わらない」人は33%であった。
- ②振動の程度について、「毎日感じた」人が66%から

46%に減少し、「時々感じた」人が20%から43%へ増加した。ただし、「感じなかった」人は工事前後ともほとんど変わらなかった。

- ③振動を感じる頻度について、「ほぼ連続的」とする回答が、36%から18%に半減した。

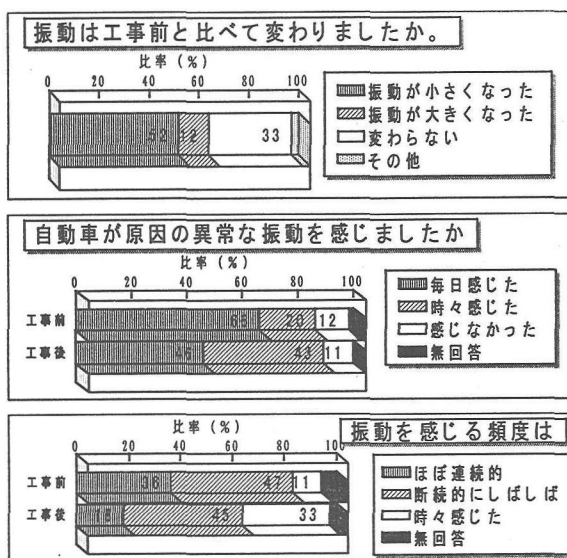


図-6 アンケート調査による対策前後の振動評価(調査箇所No.1)

(c)振動要因と対策の評価

端横桁に支承を追加し、かつ路面の段差を無くすることができたMP2側のジョイントにおいては、衝撃的な振動を観測できない程度まで低減できた。この結果、「振動が小さくなった」と約半数の住民に評価されていることがわかった。このことから、端横桁のたわみ変形等によるわずかな数mmのジョイント部分段差が、車両の上下振動を誘発し、苦情につながる振動を発生していたと考えられる。

ただし「変わらない」との評価が約1/3あったことも事実であった。このことから、直近以外の橋脚から伝わる地盤振動も多くの家屋内で感じていると考えられる。

(2) 11径間主桁連結工事の効果(調査箇所No.2)

(a)家屋の振動レベルからみた効果

表-3に、沿道家屋の協力が得られた、11径間のほぼ中央付近のSP3～SP5地点に着目して、工事前後における試験車走行時の振動レベルピーク値を比較した。

振動規制法では、交通振動の計測地点は、官民境

界地表であり、値は時間的統計値のVL(L₁₀)であるが、ここでは、後述する理由から「家屋内」を表現した。また、振動加速度レベル(VAL)と水平・鉛直方向それぞれで感覚補正(JIS C1510)を施した振動レベル(VL)をオーパス値で併記した。

工事による振動低減効果は、試験車走行における、家屋内VL(max)で2～3dBとなった。

表-3 家屋2階の振動レベル低減効果(dB)

	橋軸方向X		直角方向Y		鉛直方向Z	
	VAL	VL	VAL	VL	VAL	VL
工事前	46	38	49	42	51	47
工事後	41	35	44	39	49	45
効果	-5	-3	-5	-3	-2	-2

(b)振動の周波数からみた効果

図-7に試験車走行時の家屋2階における振動加速度波形を、図-8に官民境界における工事前後の鉛直振動の周波数別分析結果を示す。

これらの図を比較分析すると、工事後では8Hz以上の高い周波数(ジョイント通過時の衝撃振動によると考えられる)が1/2～1/3に低減したことが解る。

工事前に卓越していた3Hzの低い周波数域の振動は、5Hz程度のやや高い周波数帯に移行しただけで、振動加速度レベル(VAL)の顕著な低減は見られない。

この周波数帯の移行は、主桁連結により上部構造の固有振動数が高くなったことが主な要因と考えられる。

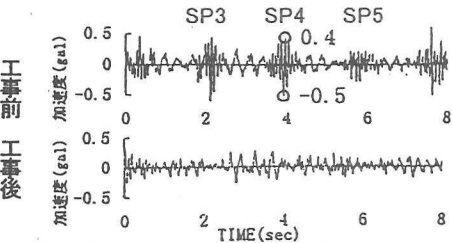


図-7 沿道家屋2階における振動加速度波形 (調査箇所No.2)

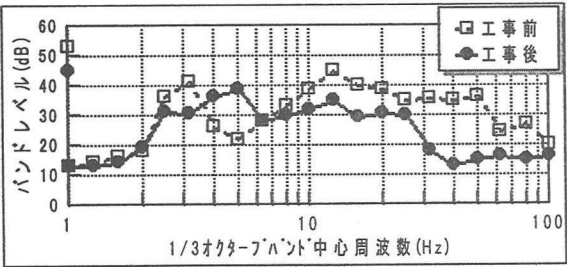


図-8 官民境界における鉛直振動周波数分析

(c)アンケート結果からみた効果

ノージョイント工事前後の沿道住民(工事前後とも同一家屋、11径間連結の全長にわたる)へのアンケート結果から、次の結果が得られた(図-9)。

- ①「工事前より振動が大きくなった」と答えた人は、全64人のうち端支点付近の1人のみであった。
- ②「工事前と比べて振動が小さくなった」人が、38%あったものの、「変わらない」人も、58%と多かった。
- ③交通振動を「感じなかった」人は、工事前後で25%と変わらないが、「毎日感じた」人が、61%から36%に半減した。

沿道住民が感じている振動には様々な種類がある。このうち、工事前においてジョイントを通過時に生じていた衝撃的な振動は改善できたが、主桁のたわみ振動と同程度の周波数(3～5Hz)の振動を工事後もかなりの人が感じていると考えられる。

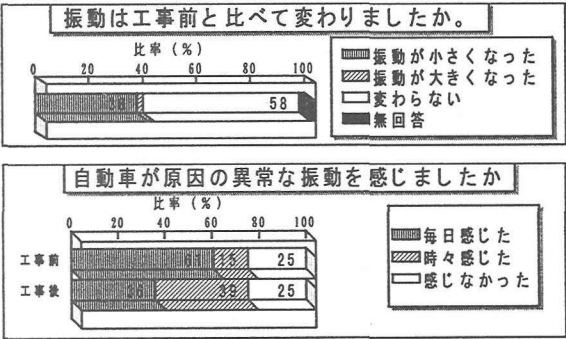


図-9 アンケート調査による対策前後の振動評価 (調査箇所No.2)

(d)振動要因と対策の評価

ノージョイント化主桁連結工事によって、ジョイント部分が主な発生要因といわれている、比較的高い周波数8～40Hzの振動は大きく低減された。ただし、主桁の鉛直振動が要因と考えられる周波数3Hz程度の振動は、周波数帯が5Hz程度に移行しただけで、低減量は期待ほど大きくなかった。

また、ノージョイント化主桁連結工事によって「振動が小さくなった」あるいは「感じる頻度が減った」ことは事実であるが、「感じなかった」人の割合は変わらなかった。

このことから、家屋内で感じている振動のうち、1種類(8～40Hzの高い周波数)の振動を低減しても、他の種

類(3～5Hzの低い周波数)の振動が残れば、振動を感じるという答えが残るといえる。

また、ノージョイント化の連続径間数にも限界がある。端支点となる部分には、既存よりも大きな伸縮量を吸収できるジョイントが必要となり、これが新たな振動源とならないように留意する必要がある。

5.振動量とその知覚分析

(1)家屋における振動増幅の問題

計測値と住民感覚の統計処理を行うため、前述の工事箇所とは別に、新たに阪神高速道路沿道20ヶ所の地区で住民アンケート調査(930サンプル)を実施するとともに、これらの各地区の31室内(同一建物3軒を含む)で振動計測を行った。

木造や軽量鉄骨家屋における地表の加速度に対する床面加速度の増幅量は、家屋ごとのばらつきが大きく、最高7倍(17dB)以上に達する場合も見られるが、平均して2倍(6dB)程度の増幅と考えるのが一般的である^{6),13)}。

今回の振動計測結果では、図-10に示すように地表面に対する家屋2階の振動が、木造家屋(計測10家屋)では、橋軸方向(X)水平動で平均11.5dB(標準偏差4.9dB)、床中央上下動(Z)で7.1dB(標準偏差2.3dB)増幅している。鉄骨家屋(計測4家屋)では、橋軸方向(X)水平動で平均7.8dB(標準偏差2.2dB)、床中央上下動(Z)で2.8dB(標準偏差2.8dB)増幅している。

また、3階建ての木造・鉄骨造・RC造、5～9階建てビルの室内での振動計測結果から、上層階ほど水平振動の増幅量が多い傾向があらわれ、RC造の鉛直振動増幅は小さいものであった。

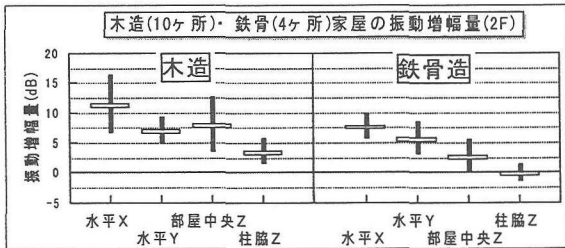


図-10 実測調査における家屋2階の振動増幅

次に、アンケート結果(図-11)によれば、1階より2階の方が振動を感じる比率が高くなっている。これら进行分析すると、建物の上層階では特に水平方向の振動増幅が

大きく、この家屋における振動増幅が、より強く人体に振動を感じさせていると考えられる。

上記の傾向を裏付ける例として、あるプレハブハウスメーカーでは、2階建て住宅よりも3階建て住宅の、横揺れ振動が大きいことに着目し、3階建て住宅に標準仕様として制振装置(T.M.D)を設置し、2階建てと同程度の振動レベルに抑えているものがある。

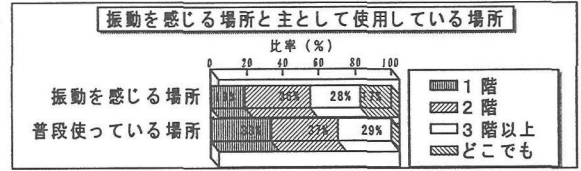


図-11 振動を感じる階数

(2)振動が人に与える影響

930人のアンケート調査から振動をほとんど感じない人(30%)を除いた結果(図-12)をみると、振動による影響で最も多いのが、「目が覚める」「眠れない」であり、続いて「仕事や勉強に集中できない」であった。

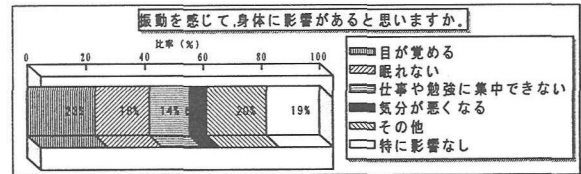


図-12 振動が人に与える影響(複数回答)

振動台における鉛直方向加振実験の研究¹¹⁾では、睡眠深度1度(浅睡眠)のような浅い眠りでも、60dBでは覚醒は見られないが、65dBになると71%が覚醒し、69dB以上ではすべて覚醒する傾向が見られると報告されている。

しかし、過去の定点観測や今回の計測においても、地表面における振動レベルVL(L₁₀)は最大箇所でも、51～52dB程度であった。多くの人が「目が覚める」「眠れない」と回答していることを説明するには、次の3点に問題が集約される。

- ①振動の計測箇所は、地表面か、家屋内か。
- ②振動レベルは、VL(L₁₀)かVL(max)か。
- ③振動の方向は、鉛直のみか水平を考慮するか。

今回の31部屋の測定結果(表-4)では、官民境界の振動レベルは60dB以下であるのに対し、家屋内の振動

レベルVL(max)では、60dBを超える箇所がかなりあることがわかる。また、現在用いられている振動レベルの評価方法:VL(L₁₀)とVL(max)の差が、平均で8～10dBもあり、交通振動のような間欠振動に対しては、適切に住民感覚を評価できるとは言えないといえる。

例えば、調査箇所No.2における測定中10分間に、試験車よりも大きな振動を記録した間欠振動が11回もあった。つまり、住民は統計値であるL₁₀値や試験車による振動より、遙かに大きなピーク振動を感じていることになる。

表-4 地表及び家屋内の振動レベル(31箇所)

計測項目		平均値	標準偏差
官民境界	VL(L ₁₀)	44.1dB	3.4dB
	VL(max)	52.8	3.3
地表面・鉛直	VL(L ₁₀)	47.3	6.7
	鉛直方向	VL(max)	55.0
家屋(中央)	VL(L ₁₀)	46.6	7.6
	鉛直方向	VL(max)	56.1

(3)振動の知覚要因

アンケート結果(図-13)では、振動を直接からだに感じるとともに、家具や建具のがたつきを感じている人が多い。

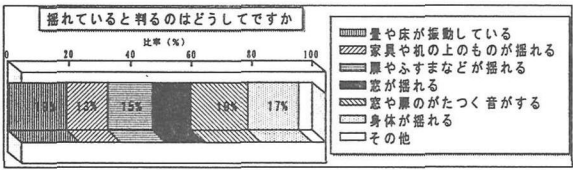


図-13 振動を感じる直接的要因

既往の研究¹²⁾によると、「戸や障子ががたがた鳴ってうるさい」という反応の95%信頼下限値はおよそ52dBとされている。

今回の振動計測では、家屋2階における振動レベルピーク値VL(max)が、60dBを超える箇所がかなりあることから、「窓や扉のがたつき音」「家具やテーブルの上のものが揺れる」などのアンケート結果が説明できる。

低周波空気振動の音圧レベルとガラス戸のがたつきに関する室内実験¹⁴⁾では、鉄サッシで82.5dB、アルミサッシで88dB以上から2次音を発生している。各測定箇所の低周波空気振動レベルは、ピーク値平均92dBと大きいことから、窓ガラスの種類によってはがたつきが生

じる可能性がある。ただし、調査箇所の90%は、アルミサッシであり、窓や扉のがたつき原因が低周波空気振動か家屋の振動かは、どちらも断定できない。

また、振動に関するアンケート結果でも、体感振動とともに、家具などの2次音や、交通騒音、または、ジョイント部の衝撃音を訴えているケースが多いことから、視聴覚と振動の体感が心理的な相乗効果を起こして、「目が覚める」「いらいらする」などの苦情内容に至っているとも考えられる。

(4)振動が家屋に与える影響

また、アンケート結果では「壁にひびや瓦のずれ」といった物的被害を指摘する回答が20～30%ある。過去に環境庁が行った調査結果¹²⁾によると、70dBを越えると家屋の建て付けが悪くなる等、軽度の物的損傷に関する被害が多くなると言われている。しかし、今回の調査結果からは、このような大きな振動レベルは観測されておらず、アンケート結果とは一致しない。これらの物的被害の原因は、家屋の老朽化が主な原因と推定されるが、微小振動の長期的繰り返しによる疲労などの可能性も否定できない。

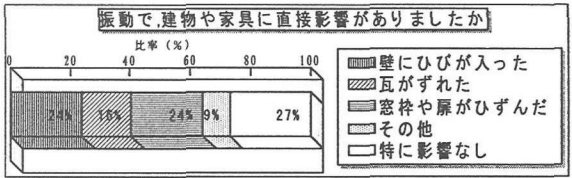


図-14 振動が家屋に与える影響(複数回答)

(5)計測値と振動感覚の相関分析

室内で計測した振動レベル(31部屋)と、その室内で生活している人からのアンケート結果(76人)の相関を分析した。

図-15を見れば、現行の環境基準に基づく測定手法である「官民境界VL(L₁₀)」値と、振動をよく感じるか否かのアンケート結果には、全く相関がないことがわかる。しかし、家屋内における鉛直と水平両方向の振動レベルピーク値VL(max)の大きい方の値とアンケート結果にはある程度の比例関係が認められる。

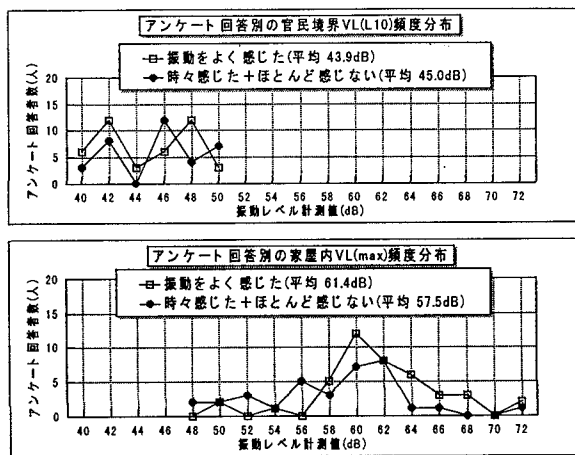


図-15 アンケート回答の振動レベル別頻度分布

6.まとめと今後の課題

(1)まとめ

阪神高速道路公団では過去にも道路交通振動の基礎資料を得る目的で、住民に対するアンケート調査と振動計測⁹⁾が行われているが、その主な傾向は、今回行った交通振動に対する知覚分析結果と、概ね一致することがわかった。つまり、交通量・車両重量が変化しているにも拘わらず、沿道住民の道路交通振動に対する反応はあまり変化していないと言える。

本研究で行った振動計測とアンケート調査の結果から、次のようなことが明らかとなった。

- 苦情として表面化しないまでも、都市高速道路高架沿道の住民の7～8割が道路交通振動を感じている。
- 家屋内の振動レベルは、水平方向には上層階ほど大きくなり、木造2階では地表面に比べて平均11.5dBの増幅がみられた。また、鉛直方向も、木造2階で平均7.1dBの増幅がみられた。
- 計測家屋内の振動レベルピーク値は「覚醒する値(60dB以上)」に達する箇所が多く、また、「窓ガラスや食器、家具等が揺れる」可能性のあることが分かった。
- 今回の計測結果からは、家屋の物的被害が起きるような大きな振動レベルは観測されておらず、アンケート結果(物的被害を訴える割合 20～30%)とは一致していないことから、心理的側面を含めて複合的な苦情発生要因の検討が必要である。
- 端横桁補強工事などで、ジョイント部の段差を減ずる

工事は有効ではあるが、補修対象外のジョイントなどからの振動を含め、この対策のみで苦情を皆無にすることは困難であるといえる。

- 主桁連結方式によるノージョイント化工事は、衝撃振動(8～40Hz)を低減できることから、振動対策として有効な手法であるといえる。しかし、3～5Hzの低い周波数の振動を低減できなかったことから、この対策のみで振動に関する苦情を皆無にすることは困難であると考えられる。

(2)今後の課題

現行の振動規制法に基づく測定方法による、官民境界における振動レベルVL(L₁₀)値は、最大でも52dB程度と要請限度値を大きく下回っているにもかかわらず、振動に関する苦情は絶えない。

本研究における分析から、この原因として次のような理由が挙げられる。

- 交通振動のように重車両が特定の車線やジョイントを通過した時にだけ発生するような間欠的な振動に対しては、振動レベルL₁₀は、必ずしも適切な評価指標ではなく、振動レベルのピーク値を問題とする必要がある。^{16),17)}
- 要請限度値は家屋の増幅を5dBと想定しているが、家屋ごとのばらつきが大きく、11～17dBと想定よりもはるかに大きな増幅がある場合もある。^{6),13)}
- 要請限度は睡眠の覚醒を目安としており、住民の不快感の有無を表す限界値ではない。¹⁸⁾
- 要請限度値として用いている振動レベルは振動の体感補正を行った指標であり、窓ガラスや建具等の揺れ・がたつき等の視聴覚の指標ではない。

これらの結果を踏まえて、地表面における振動レベルL₁₀にとらわれず、実振動と感覚の関連性を調査することによって、より実態に即した表-5のような新しい評価指標の導入も検討する必要がある。

表-5 新しい測定項目

測定項目(指標)	感覚補正	想定する目的
振動レベル VL(L ₁₀)	有	現行基準
最大振動レベル VL(max)	無	人体振動感覚
最大加速度振動レベル VAL(max)	無	建具のがたつき
低周波空気振動 IPL(max)	無	窓等のがたつき

また、阪神高速道路沿道の交通振動に関する苦情発生要因は、高速道路のみとは限らず、平面道路大型車などによる影響も小さいとはいえない。したがって、交通振動公害に取り組む上では、高架橋のみならず、平面道路や沿道の都市計画を含めた面的な検討が必要である。

交通振動ならびに道路構築物損傷の大きな原因と考えられる積載違反車両対策については、現在、高速道路の入路に車高制限装置・軸重計測装置を設置するなどして、指導警告するとともに、警察との合同取り締まりが実施されているにもかかわらず、法令を遵守しない車両が多数通行しているのが現状である。

速度違反で走行中の車両を自動検知して、写真撮影を行う速度監視装置は、振動・騒音対策としてある程度の効果を上げている。しかし、重量違反車に対しては、警察が車両を停止させて軸重を測定する以外に、現行のシステムでは法的罰則を適用できない状況である。

そこで、自動速度監視装置と同じように、走行中の車両番号読取り装置と連動させた新しい重量違反車監視システムの構築が図られれば、速度監視とあわせて、適切な交通管理が可能となる。

これらの違反車両対策は、ノージョイント化等の構造物対策とは別の意味で、沿道環境を改善する上での大きな課題であると言える。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：平成7年度道路交通振動対策検討会報告書、平成8年3月
- 2) 梶川康男、沖野真、吉川実、他：高架橋と周辺地盤の交通振動予測と制振効果、構造工学論文集、Vol.35A1989年3月
- 3) 比江島慎二、藤野陽三：桁端クンパーによる橋梁の交通振動の軽減、土木学会論文集No.465/I-23,1993年4月
- 4) 矢作枢、吉田和彦：高架橋における交通振動のアクティブコントロール、土木学会論文集No.356/I-3,1985年4月
- 5) 早川清：交通機関を発生源とする地盤振動の軽減対策に関する研究(学位論文)、1991年12月
- 6) 阪神高速道路公団：昭和58年度道路交通振動調査研究検討会 報告書、昭和59年3月
- 7) 阪神高速道路公団：昭和61～63年度道路交通振動に関する研究業務 報告書、昭和62年～平成元年3月
- 8) 阪神高速道路公団：平成元年度道路交通振動対策に関する研究業務報告書、平成2年3月
- 9) 阪神高速道路公団：平成3～6年度定点観測結果
- 10) 阪神高速道路公団：平成6年度交通管理統計
- 11) (社)産業公害防止協会：新訂・公害防止の技術と法規[振動編]、平成4年5月(監修：通産省立地公害局)
- 12) 庄司光・山本剛夫・島山直隆：衛生工学ハンドブック[騒音・振動編]、朝倉書店、昭和55年8月
- 13) 環境庁大気保全局特殊公害課：公害振動の新評価指標に関する研究結果報告書、平成2年3月
- 14) 山家祥三：低周波空気振動に関する調査-音圧実態調査及び家屋に対する影響-1976年度日本道路公団試験所報告
- 15) 徳永法夫・江上輝男他：主桁間隔の広い2箱桁橋の防振工事、橋梁と基礎、1996年11月
- 16) 中野有朋：道路交通振動の測定・評価における問題点と課題、環境技術、Vol.16 No.3(1987)
- 17) 池館和江：二車線道路の交通振動公害と L_{10} 値規制問題、公害と対策、Vol.17 No.6(1981)
- 18) ISO 2631-2:1989(E) Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Continuous and shock-induced vibration in buildings

高架道路における交通振動低減効果と苦情要因の分析

徳永法夫 ・西村 昂 ・日野泰雄 ・宮原 哲

都市高速道路の高架橋沿道における、道路交通振動苦情に係る諸要因を明らかにするために、過去の研究成果を踏まえて、新たに実施した2種類の振動低減対策工事の前後比較を行い、さらに31家屋の振動計測と930人のアンケート結果に基づいて効果の分析を行った。この結果、2種類の振動低減対策は一定の効果をもたらしたこと、家屋の振動増幅量が大きいこと、家屋内での振動レベルピーク値が住民感覚と相関があること、現行の振動規制法に基づく測定方法による、官民境界における振動レベル $VL(L_{10})$ 値は、住民感覚と一致しないこと、等がわかった。

This study compared the condition of traffic vibration before and after the implementation of two types of countermeasures for a decrease in traffic vibration to define the factors of associated complaints regarding traffic vibration around the elevated road of urban expressway, taking past studies into account. Also the study analyzed the effect of countermeasures on the basis of the results of vibration measurement for 31 houses and questionnaire survey for 930 people.

The study found that two types of countermeasures for a decrease in traffic vibration are effective, amplification of vibration caused by house is much influenced, peak level of vibration measured in the house is correlated with sense of residents, vibration-level(L_{10}) on the road boundary measured with reference to the Vibration Control Act is not in good agreement with sense of residents, and so on.