

高架道路における交通振動実態と苦情の要因に関する分析
An Analysis of the Factors regarding Traffic Vibration
on Elevated and the Associated Complaints

徳永法夫* 西村昂** 日野泰雄** 宮原哲***

By Norio Tokunaga* Takashi Nishimura** Yasuo Hino** Satoshi Miyahara***

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、空气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。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。

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を検討し、種々の工事を実施してきている。しかしながら、現状では有効かつ適切な振動軽減対策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となっている¹⁾。

このような状況を打開するため、阪神高速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。

そこで、本研究では平成7年度に阪神高速道路公団の大阪地区を対象に実施した振動計測値と住民の知覚・意識の関係を分析するとともに、過去の調査結果²⁾をも踏まえた上で、高架構造物沿道での交通振動に係る諸要因を明らかにすることを目的とした。

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表-1のとおりである。現状の振動測定結果は振動レベル L_{10} (80%上端値)で、最大でも52dB程度であり、要請限度値を大きく下回っている。

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

また、阪神高速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²⁾。

- ①明け方の大型車走行の振動が心理的被害を大きくしている。
- ②家具や窓ガラスなどが揺れて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感じている。

これらの苦情の多くは明け方の大型車の振動を訴えている。そこで、大型車(特に軸重違反車)の通行実態調査³⁾から、固定式軸重計による重量違反車両検知結果の時間別集計を行った(図-1)。この結果を見ると、午前4～7時において重量違反車の数が最も多くなっており、住民の苦情やアンケート結果を裏付けるものとなっていることが分かる。

キーワード：高架橋、交通振動、振動調査

*正員、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)

**正員、工博、大阪市立大学工学部土木工学科

(大阪市住吉区杉本3丁目3-138 TEL(FAX)06-605-2731)

***正員、日本技術開発株式会社大阪支社

(大阪市北区豊崎5丁目6-10 TEL06-359-5341 FAX06-359-5298)

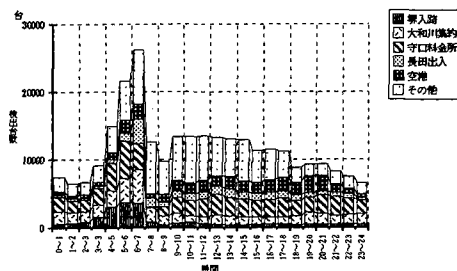


図-1 時間別にみた重量違反車数

3. 振動計測値と住民の知覚・意識との関連分析

3. 1 アンケート調査の概要

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を行っている。今回新たに行ったアンケートの結果は過去のアンケート調査と比較して、概ね傾向が一致していることから、交通振動に対する沿道住民の反応はあまり変化していないと言える。

調査実施地区の概況は表-2の通りである。アンケート回答者の家屋の構造を見ると、2地区とも「木造」が多く、建築後年数は、No.1地区では「30年を超える」ものが53%(10軒)、No.2地区では「21～30年」が38%(13軒)と最も多くなっている。

回答者の職業は、両路線とも多い順に「家事(主婦等)」、「会社員」、「自営業」、「その他」となっている。

表-2 調査対象地区の概況

調査箇所	高架橋構造	地盤	日交通量	その他
No. 1	桁：鋼単純箱桁 およびRC T桁 脚：門型パイプ 基礎：地下鉄面体	洪積層	108,800 (台/日) 大型車21%	アンケート回収数 39人 測定家屋数2軒
No. 2	桁：鋼単純合成桁 脚：T型単柱 基礎：場所打ち杭	沖積層	103,500 (台/日) 大型車20%	アンケート回収数 39人 測定家屋数2軒

3. 2 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と、住民の知覚や高架構造諸元・地盤等の関連を分析する目的で、試験車による振動計測を行った。計測の概要を以下に示す。

a)計測ピッチャップ：圧電型加速度計

b)計測成分：橋軸方向(X), 橋軸直角方向(Y), 鉛直方向(Z)

c)計測地点：官民境界(地表面), 木造家屋(2階建の2階床), 家屋脇地表面

d)試験車：総重量25tf, 走行速度60km/h

e)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。

3. 3 振動の程度と住民の感じ方

振動の状況と住民の反応について、振動測定結果とアンケート調査結果を分析した結果を示す。

a)振動の感じ方

図-2は対象地区における振動の感じ方に関する回答結果である。これより、No.1地区の方が振動を感じる(強くはつきり)傾向がある。また、図-3は試験車通過時の振動レベル波形である。両地区とも試験車通過時の振動レベルのピーク値は同程度であるが、No.1地区ではNo.2地区に比べて暗振動レベルが5～10dB小さい。以上のことから、暗振動とピーク振動のレベル差が大きい場合に、より振動をはつきりと感じやすくなる傾向にあると考えられる。

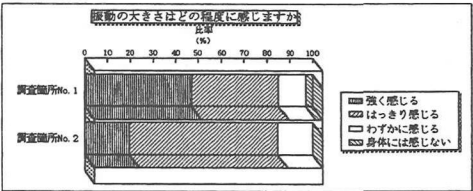


図-2 振動の感じ方に関する解答

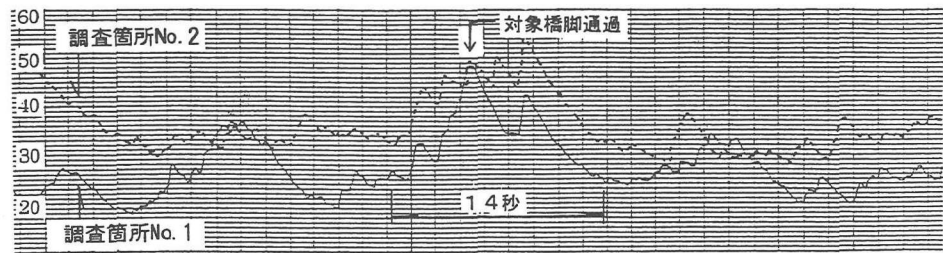


図-3 試験車1台通過時の振動レベル波形の比較

b) 振動を感じる階数

木造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5倍(14dB)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⁴⁾。

今回の振動計測結果では、図-4に示すように地表面に対する家屋2階の振動が、橋軸方向(X)水平動で3~7dB、橋軸直角(Y)方向水平動で5dB、上下動(Z)で4~5dB増幅している。また、アンケート結果によれば、両地区とも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(図-5)。以上のことから、振動計測は地表面と2階、アンケート調査は1階と2階との対比と若干の違いはあるものの、建物の2階ではいずれの方向も平均5dB程度の振動増幅があり、これがより人体に振動を感じさせる結果となっていると言える。

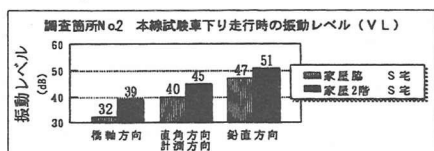
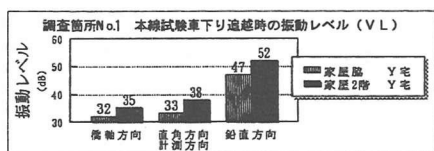


図-4 実測調査における家屋2階の振動増幅

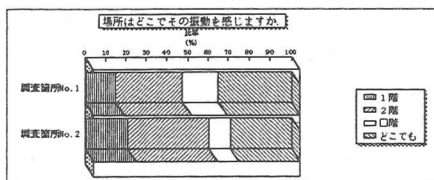


図-5 振動を感じる階数

c) 振動の生理的影響

アンケート結果では、両地区ともに「目が覚める」「眠れない」が60%以上を占めている(図-6)。

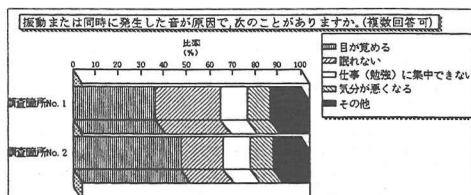


図-6 振動による生理的影響

既往の研究では、明け方の睡眠深度を1度(浅睡眠)と仮定すると、このような浅い眠りでは、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⁵⁾。したがって、先に示したように家屋における振動の増幅を5dB程度と仮定すると、地表の値では、60~64dBぐらいから、浅い睡眠に対して影響が見られることになる。

図-7に示す測定結果によれば、試験車走行時(25t f, 60km/h)の振動レベルは家屋内でも52dB以下であり、この程度の振動レベルでは両地区ともに覚醒しないといえる。また、一般車走行では、試験車よりも大きな振動を発生しているが、今回の測定中には覚醒するような振動は観察していない。

この結果では、単純な振動のみによる「覚醒」は、説明できないことから、窓ガラスや建具等のがたつき等の複合的要因によって「覚醒」「眠れない」等の苦情が発生しているものと考えられる。

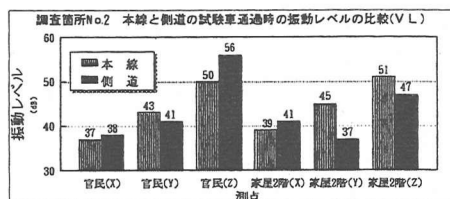
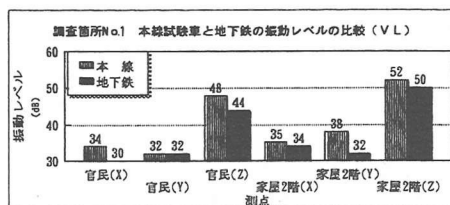


図-7 試験車通過時の地表及び家屋内の振動レベル

d) 振動による物理的影響

アンケート結果では両地区ともに「窓ガラスや食器、家具等が揺れる」が70%前後占めている(図-8)。

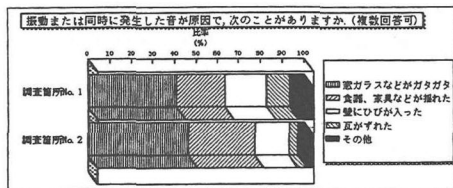


図-8 振動による物理的影響

既往の研究によると、「戸や障子がかたがた鳴ってうるさい」という反応の95%信頼下限値はおおよそ52dBとされている⁶⁾。

今回の振動計測では、家屋2階における試験車走行時(25tf, 60km/h)の上下動は52dB程度であり、95%信頼の下限値に相当する。したがって、一般車走行時には試験車よりも大きな振動が発生していることを考えると、ほぼアンケート結果と一致することになる。また、両地区の低周波空気振動レベルは81~94dBとかなり大きいことから、種類によっては窓ガラスなどがたつきが生じる可能性がある。

また、アンケート結果では両地区ともに「壁にひびや瓦のずれ」といった物的被害件数が20~30%ある。環境庁が行った調査結果によると、70dBを超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⁶⁾。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。

4. まとめ

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、道路高架橋下の住民の7~8割が道路交通振動を感じている。
- 暗振動レベルが小さい地区では、大型車通過時とのレベル差が大きくなり、振動をよりはっきりと

感じる傾向にある。

c) 建物2階での振動レベルは地表面より数dB大きく、そのため振動を感じる割合も2階の場合に、より高くなっている。

d) 試験車走行時の振動レベルは「覚醒しない」程度であるが、「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。このことから、苦情発生にはこれらの要因が影響しているものと考えられる。

e) 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(物的被害件数 20~30%)とは一致していないことから、心理的側面を中心に複合的な苦情発生要因の検討が必要であろう。

官民境界における振動レベル $VL(L_{10})$ 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。

本研究の分析からは、この原因として次のようなことが考えられる。

- ① 振動レベル L_{10} は、交通振動などのように重車両が高速で特定の車線を通じたときにだけ発生するような間欠的な振動に対しては、必ずしも適切な評価方法ではない。(振動のピークが問題である)
 - ② 要請限度値は家屋の増幅を5dBと想定しているが、実際はばらつきが大きく、最大14dB程度の増幅がある。
 - ③ 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ではない。
 - ④ 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・かたつき等の視聴覚の指標ではない。
- 今後はこれらの結果を踏まえて、実振動と体感とその意識などの関連性をモデル化することなどによって、より実態に即した一般的な指標の導入を検討したい。

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
- 2) 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
- 3) 阪神高速道路公団：平成8年度交通管理統計
- 4) 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、昭和59年3月
- 5) (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：通産省立地公署局)
- 6) 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