

GISを用いた交通振動問題の要因分析*

*An Analysis of the Factors regarding Traffic Vibration using G.I.S.**

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

阪神高速道路の沿道における道路交通振動レベルは、振動規制法に基づく要請限度値を大幅に下回っているにも拘わらず、振動に関する苦情が毎年数十件寄せられている。この問題に対して、阪神高速道路公団では、これまでも交通振動の要因分析と振動対策工法の開発に取り組んできた。しかし、現状では有効かつ適切な振動軽減対策が見出されていないことや、住民の環境意識の高まりから、振動に関する苦情件数はむしろ増加傾向にあるといえる。

過去の要因分析事例^{(1),(2),(3)}は、地盤の振動レベル予測式を作成するために、交通量・路面凹凸・道路構造など各種要因と、振動レベルVL(L₁₀)の関連を分析したものが多い。今回は、苦情発生位置と各種要因を直接結びつけた分析を行った。

しかし、交通振動に関する苦情発生要因は、下記の多くの要因が複雑に絡み合っているため、苦情発生要因を解明することは簡単ではない。

- ①交通量、車両条件、路面の凹凸、上部構造、下部構造、基礎構造などの発振側要因
- ②地盤性状、側方空間、振動遮断物などの伝播経路要因
- ③沿道家屋の構造、振動知覚(騒音・低周波空気振動などとの相乗効果を含む)などの受振側要因

そこで、阪神高速道路大阪管理部区域について、苦情の原因と考えられる要因(発振側～伝播経路～受振側)を橋脚に属性として保有させ、苦情発生家屋の座標と橋脚座標と関連づけた分析を行った。ここで得られた、苦情発生要因の重みによって、振動苦情に対する対策選定方法が、体系付けできると考えている。

* キーワード: 交通公害、GIS、道路交通振動

** 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 TEL.06-252-8121 FAX252-1583)

*** 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 TEL.06-359-5341 FAX06-359-5298)

2. G. I. S. (地理情報システム)の構築

GISの座標を用いて関連づけを行うため、各橋脚に様々な要因を「属性」として保有させた。各基本データを次のデータベースから入手し、利用した。

- (1)地形図: 国土地理院の1/10,000総合デジタル地図
- (2)苦情情報: 阪神高速道路公団沿道環境システム

苦情発生家屋の座標と苦情発生年月を上記データベースから入手し、苦情発生位置から半径70m以内の橋脚を「苦情に関連あり」、それ以外を「苦情に関連なし」と仮定・定義した。(図-1)

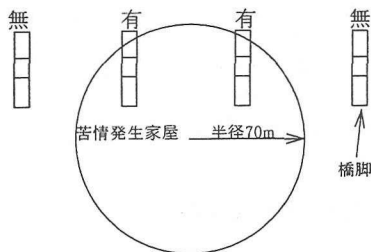


図-1 苦情発生箇所と橋脚位置

- (3)交通要因: 阪神高速道路公団交通管理統計

入出路間交通量及び区間速度について、一年間の平均的な値である平成6年11月1日(火)のデータを入力し、各橋脚に属性として、そのデータを割り付けた。

- (4)高架構造: 阪神高速道路公団保全情報システム

高架橋の橋脚座標および構造諸元は、上記データベースから入手し、各橋脚に属性として保有させた。例えば、1つの橋脚に上部工が2種類以上載っている場合には、その橋脚の「桁形式」属性として2種類以上の「桁形式」を有することになる。

- (5)地盤要因: 阪神高速道路公団地盤情報システム

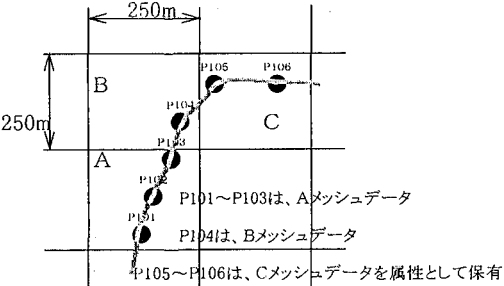
上記のデータベースからボーリングデータを入力し、N値および土質区分より各種「地盤条件」を算出し、ボ

ーリング位置座標から半径70m以内に含まれるすべての橋脚にその「地盤条件」属性を持たせた。したがって、橋脚によっては、複数の「地盤条件」を有することもある。

(6)受振側要因:都市計画基本調査データ

受振側条件のデータは、大阪府域の各市町村が概ね5年ごとに行っている「都市計画基本調査」の平成4,5年度資料から計算処理の上、入力した。なお、大阪市は250mメッシュデータを用い、その他の市は町丁別データを用いた。

大阪市内の橋脚への関連づけは図-2に示すように、橋脚が含まれるメッシュエリアのデータを属性として持たせた。また、その他の市のデータは橋脚が含まれる町丁データの属性を持たせた。



3. 苦情発生要因の数量化Ⅱ類による分析

(1)分析手法

苦情に対する各要因の関連度合い(重みづけ)は、質的要因によって質的な外的基準を予測するための手法である、数量化理論Ⅱ類⁹⁾を用いて行った。

外的基準(目的変数)は、前述の苦情情報すなわち「各橋脚近辺における苦情発生の有無」とする。なお、苦情は、昭和56年度～平成6年度で阪神大震災以前の苦情簿に明記されている、振動に関わる苦情のみとした。

数量化理論で重み付けをする要因(説明変数)は、単純集計による定性的分析結果及び、個別の要因分析結果から苦情発生に関連すると考えられるものを、表-1の通り選定した。また、1つの橋脚で複数の属性を有する場合は、カテゴリ化する際に、総数の少ないカテゴリに単一化した。

表-1 分析に用いた要因と分析結果

分類	着目要因	偏相関係数	レンジ
交通条件	大型車交通量	0.145	1.064
	平均速度	0.120	0.670
路面条件	伸縮継手形式	0.200	1.750
上部工条件	上部工形式	0.097	0.605
	径間長	0.129	0.984
下部工条件	下部工形式	0.053	0.260
	基礎工形式	0.105	0.648
基礎工条件	土被り厚さ	0.128	0.536
	基礎深さ	0.067	0.367
	卓越振動数(地表から基礎)	0.130	0.568
	波動インピーダンス比	0.087	0.378
地盤条件	土質区分(地表から16m)	0.083	0.356
	距離減衰	0.152	0.754
受振側条件	側方空間(高架道路から距離)	0.107	0.631
	建物構造(木造系)	0.104	0.465
	建物用途(住宅系)	0.164	1.096

(2)分析結果

分析の精度を表す重相関係数は、0.551であった。各アイテムの苦情発生に対する寄与度を表す偏相関係数は、下記の順位で大きな数値を示した。(表-1)

- ・路面条件(伸縮継手形式)
- ・受振側条件(平均建築年次)
- ・距離減衰(側方空間)
- ・交通条件(大型車交通量)

また各アイテムの苦情発生に対する寄与度を表す、カテゴリ数量レンジの大小傾向は、偏相関係数の傾向とほとんど同じであった。

(3)各要因個別の考察

各要因(説明変数)のカテゴリ数量(図-3)を考察して、各要因に含まれるカテゴリの苦情発生に対する影響を検討する。

a)大型車交通量(交通条件)

1000台未満の場所のカテゴリ数量は-0.7以下であり、他と比較すると苦情発生する可能性は低い。

b)平均速度(交通条件)

偏相関係数やレンジは小さいものの、平均速度とカテゴリ数量は、比例関係にある。また走行速度は、路面段差走行時における振動の大きさと比例関係にあることから、苦情発生に関連していると考えられる。

c)伸縮継手形式(路面条件)

突合せ後付ジョイントのカテゴリ数量は0.9以上と大きいことから、苦情発生の可能性は高く、ノージョイントは-0.6以下で小さいことから、苦情発生の可能性は低

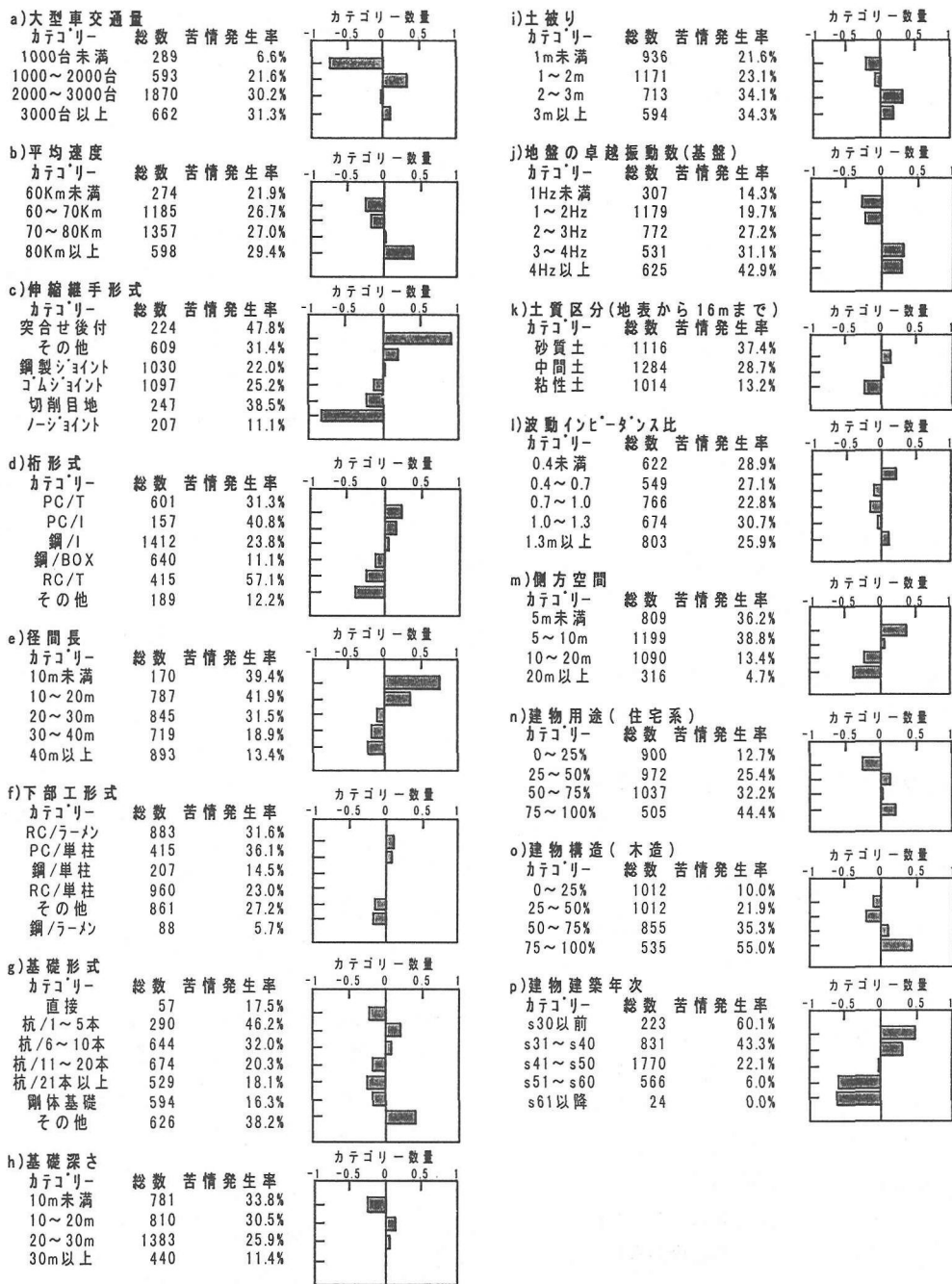


図-3 各要因の単純集計とカテゴリ数量

いと言える。

d) 上部工形式(上部工条件)

偏相関係数やレンジは小さく、「径間長」要因を除いて解析をした結果、RC・T桁の符号が逆になったことから、

ら、他要因の影響を受けやすい要因であるといえる。

e) 径間長(上部工条件)

径間長が短いほど正の値を示し、長いほど負の値を示すことから、径間長が短いほど苦情発生の可能性は

高い。この理由として、「径間長が短いと振動発生源のジョイントが多くなる」ことや、「径間長が短い上部工ではジョイント形式が突合せ後付けを採用する場合が多い」ことが考えられる。

f) 下部工形式（下部工条件）

偏相関係数、レンジとも小さく、苦情発生への寄与率は小さいと言える。

g) 基礎形式（基礎工条件）

杭基礎では杭本数が少ない方が、わずかに苦情発生の可能性が高い。逆に、杭本数の多い基礎や剛体基礎は苦情発生が少ないが、このような形式は長大スパンや水中基礎に多く、周辺に民家がないなど立地条件が影響していると考えられる。なお基礎形式「その他」は、地下鉄一体形式を示している。

h) 基礎深さ（基礎工条件）

偏相関係数、レンジとも小さく傾向も明確には表れていないことから苦情との関連性は低いと考えられる。

i) 土被り（基礎工条件）

土被り厚2～3mで苦情発生の可能性がやや高い。この理由として、地盤振動（表面波）の発振源がフーチング端付近であることが考えられる。

j) 地盤の卓越振動数、k) 土質区分（地盤条件）

卓越振動数が大きいほど、あるいは粘土より砂質土の方が苦情発生率がやや大きい。

l) 波動インピーダンス比（地盤条件）

今回の分析では明確な傾向は見いだせなかった。ただし、0.4未満と1.3以上で苦情発生率が高いことは、地盤振動の重複反射伝播が考えられる。

m) 側方空間（距離減衰）

全ケースともカテゴリー数量は側方空間が狭いほど正の値を示し、広くなるほど負の値になることから、側方空間が狭いほど苦情発生の可能性は高い。

n) 建物用途（住宅系）（受振側条件）

建物用途は該当地域の住宅系比率でカテゴリー分類した。高速道路周辺の住宅系の建物が多い地域ほど苦情発生の可能性が高い。

o) 建物構造（木造系）（受振側条件）

該当地域の木造率が50%を越えるとカテゴリー数量が正の値になる。この理由は、木造家屋の多い地域は住宅が多いためと考えられる。

p) 建物建築年次（受振側条件）

建物建築年次が古いほど正の値を示し、新しくなるほ

ど負の値を示す傾向にある。高速道路の開通以前から居住している人が多い地域ほど、苦情発生の可能性は高いと考えられる。

4. おわりに

GISと数量化理論を用いて、交通振動の苦情発生と、その要因の重み付けを行った結果、発振側要因（路面条件や交通条件など）とともに、これまで着目されなかった受振側要因（側方空間、建物構造、建築年次など）も、苦情発生に寄与していることがわかった。このことは振動苦情に対して、振動の発振源対策のみでは限界があることを示唆している。

阪神高速道路などの都市高速道路における振動問題の解決のためには、道路構造物対策のみでなく環境施設帯による側方空間の確保あるいは、沿道法の活用による緩衝建物の誘導、または防音・防振性能の高い建築物への指導などが、環境保全上必要と考える。

また、今回の要因分析結果は、下記のような利用方法が考えられる。

①効果の大きな道路交通振動対策の選定

（苦情に対してどの要因に着目して対策を行うか）

②苦情発生率を用いた対策工の苦情低減効果予測

$$\left[\begin{array}{l} \text{苦情発生率} = \frac{\text{任意のスコア幅内の苦情あり橋脚数}}{\text{任意のスコア幅内の全橋脚数}} \\ \text{各橋脚毎にカテゴリー数量の和（スコア）を} \\ \text{算出し、スコア別橋脚数（頻度）から、スコア毎} \\ \text{の苦情発生率を求める。} \end{array} \right]$$

ただし、要因の抽出や組み合わせ方法には、他にも様々な考え方があり、今回算出した結果がすべてを表しているわけではない。そこで、今後も別の角度から分析や検討を加えてゆきたい。

参考文献

- 1) 地盤振動の要因分析業務 報告書、阪神高速道路公団、福山コンサルタント、昭和52年2月
- 2) 高架橋単独道路から発生する交通振動の予測式、阪神高速道路公団、昭和61年3月
- 3) 道路交通振動の対策に関する研究、建設省道路局企画課、建設省土木研究所、昭和54年度建設省技術研究会報告
- 4) 駒沢勉、橋口捷久：パソコン数量化分析、朝倉書店、昭和63年10月