

I-296

歩道橋における振動限度の実験と解析について

北海道大学工学部 正 員 小幡 卓司
 北海道開発局 正 員 桑島 正樹
 北海道大学工学部 正 員 林川 俊郎
 北海道大学工学部 正 員 及川 昭夫

1. ま え が き

歩道橋は道路橋に比べ剛性が低く振動が生じやすいため、その振動使用性が注目されるようになり、昭和54年に立体横断施設技術基準・同解説が制定され、歩道橋の固有振動数が人間の平均歩調に近い範囲(1.5~2.3Hz)に入らないよう明示されている¹⁾。しかし、支間40m以上の大規模な歩道橋では、この範囲を避けるのが困難である場合が多い²⁾。これらより歩道橋の設計では、人間の歩行による動的応答量を計算し、それに対しどの程度の人が不快と感じるかをもとに使用性の評価をする方が実用的であると思われる。本研究では、人間の歩道橋通行時における振動感覚について実験を行い、その結果や過去の研究を参考にファジィ推論を用いた解析により歩道橋の振動使用性に関する評価モデルを作成した。

2. 振動付加実験

計量心理学における系列カテゴリー法にもとづき、振動感覚に関する実験を行った。図-1の歩道橋実験桁を屋外に設置し、表-1の振幅および振動数で順次強制振動させた。被験者には振動に関する情報を与えず、一人ずつ振動台上を歩行したときの感覚を表-2のカテゴリーから選択させた。被験者は15名で、延べ51回の測定を行った。

ある振動刺激について、各カテゴリーに設定した重みと選択した人数との積の平均をその刺激に対する評定値とした。結果を図-2に示す。各評定値をもとにカテゴリーの境界線を実線で示した。C線とD線の間が「少し不快である」のカテゴリーに相当する。また「少し不快である」を選択した人の割合を記入したのが図-3である。実線は評定率50%のラインである。

3. 限度の検討

本実験では、低振動数領域で他の研究に比べ鈍い反応を示してい

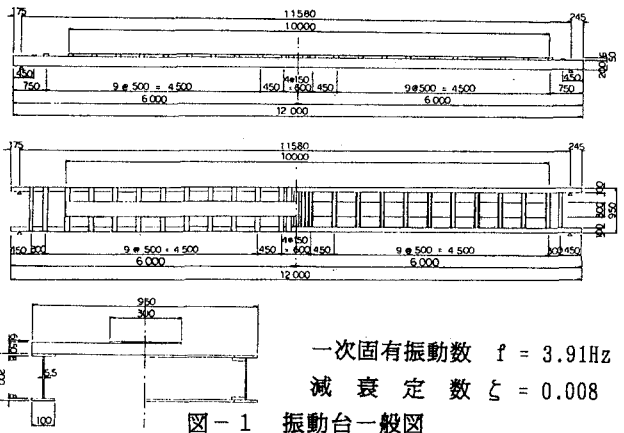


図-1 振動台一般図

表-1 振動刺激

振幅(mm)	振 動 数 (Hz)					
0.5	0.8	1.2	2.0	3.5	6.5	11.5
1.0	0.8	1.2	2.0	3.5	6.3	11.3
1.5	0.8	1.4	2.5	4.5	7.8	
2.0	0.6	1.2	2.0	3.9		
3.0	0.8	1.4	2.3	4.3	7.6	
4.0	0.6	1.0	3.3	5.9		
5.0	0.8	1.6	2.7	4.9		

表-2 カテゴリー選択枝

No	カ テ ゴ リ
①	振 動 を 感 じ ない
②	少 し 感 じ る
③	明 ら か に 感 じ る
④	少 し 不 快 で ある
⑤	大 い に 不 快 で ある

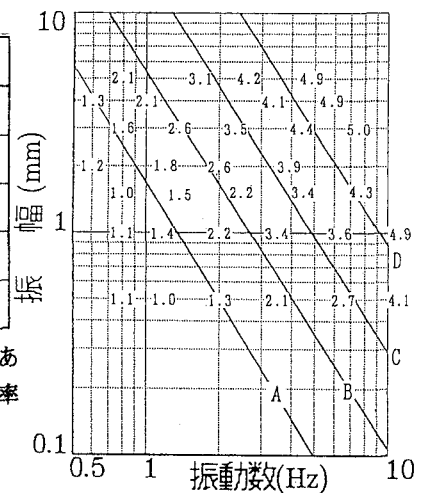


図-2 評定値とカテゴリー境界

る(図-4)。これは被験者のほとんどが男子大学生であり体力的に優れていることに加え、全員が橋梁学を専攻しており、橋梁振動に対し予備知識があり恐怖心が少ないことが理由と思われる。そこで本実験および過去の研究結果と以上の事項を考え合わせ、不快を感じる閾値として(1Hz-8mm), (8Hz-0.5mm)の点を通る直線を設定した。図-4に示す。閾値とは反応が起こる確率が50%となる値である。

4. 解析およびその結果

任意の振幅、振動数の振動刺激

について何%の人が不快と感じるかを求める手法として、ファジィ推論を用いた。本研究では、前件部に振幅と振動数、後件部に評定率の三角型メンバーシップ関数を設定し(図-5)、これをもとに81個の推論規則を作成した。各台集合の設定は、前節で決定した不快の閾値を基準にした。これらによりパソコンで数値解析を行った。その結果のうち、「少し不快である」に対する評定率が40%、60%に達する振動を表す線をそれぞれ図-4に示した。これによると、評定率が40%から60%の範囲に過去の研究の多くが含まれ、メンバーシップ関数の設定が適切であると考えられる。

5. あ と が き

以上、実験と解析を通し歩道橋の振動に関する評価モデルの作成を試みたが、図-4に示したように、本研究のモデルは過去の研究と比較して妥当であると思われる。また、本解析手法では振幅と振動数を入力すればその振動に対して評定値が与えられるので、設計段階での動的応答量の予測による使用性の判断が可能となる。このため、例えば駅前などの人通りの多い地点の歩道橋では不快の評定値が40%までに抑えたり、逆に通行者は希であるが付近住民の要望で架設するような橋に対しては振動使用性による負担を軽くするなど、応用性の高いモデルであるといえる。

<参 考 文 献>

- 1) 日本道路協会編：立体横断施設技術基準・同解説，昭和54年
- 2) 田中信治・加藤雅史・鈴木森晶：支間40mを超える歩道橋の実振動特性，構造工学論文集Vol.38A PP773~780,1992,3
- 3) 中谷和夫：尺度構成法，講座心理学2 計量心理学第5章，東京大学出版会，1969
- 4) 梶川康男・加藤雅史：歩道橋の振動と使用性設計，振動制御コロキウムPARTB論文集 PP9~14,1991,7
- 5) 小幡卓司・桑島正樹・林川俊郎・及川昭夫：人間の振動感覚に関する実験と解析について 土木学会北海道支部論文報告集第49号 PP309~312,1993,2
- 6) 小幡卓司・林川俊郎・桑島正樹：歩道橋の振動使用性に関する一考察，構造工学論文集Vol.39A PP793~799,1993,3

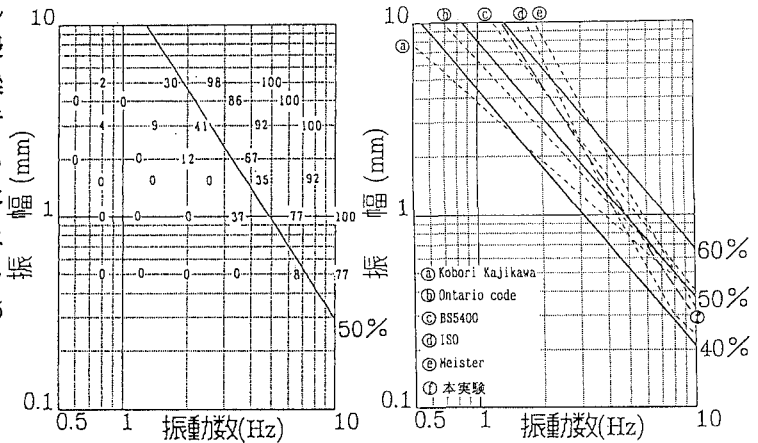


図-3 不快(④)の評定率

図-4 解析結果

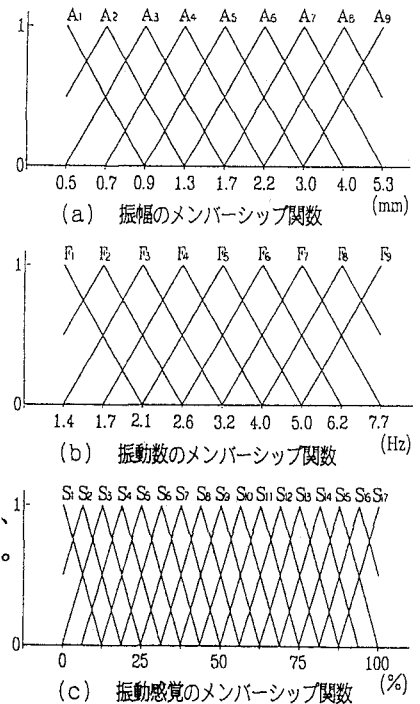


図-5 不快のメンバーシップ関数