

# I-146 歩道橋の振動使用性問題における じょ限度の実験的研究

北海道大学工学部 正員 小幡 卓司  
 北海道大学工学部 学生員 桑島 正樹  
 北海道大学工学部 正員 及川 昭夫  
 北海道大学工学部 正員 林川 俊郎

## 1. ま え が き

近年、日本のみならず、世界各国でもスレンダーで長支間の歩道橋が増えて来ており、その振動使用性が問題となっている。一般に振動使用性の照査は、海外においてはまず動的応答量を求め、その許容値であるじょ限度との比較検討という形を採用している場合が多い。日本では、立体横断施設技術基準・同解説と建設省の歩道橋標準設計の解説書に、主構造系のたわみ振動の固有振動数が2Hz前後(1.5Hz~2.3Hz)にならないようにするよう規定されている。

コンピュータの発達により、動的応答量の計算は比較的簡単に、ある程度正確に行えるようになって来たが、振動じょ限度については、多数の研究があるものの確定的な解は得られておらず、そのため各国の基準、照査方法におけるじょ限度もそれぞれ異なったものが採用されているのが現状である。

著者らは、文献1において、ファジィ推論を用いて振動感覚を定量的に計算する手法を確立した。しかしながら、振動感覚を定量的に取り扱うことが出来ても、比較すべき振動じょ限度が確立されていなければ、前述の計算は意味が無い。

以上の観点から、著者らは過去の研究によって定義された様々な振動じょ限度を検討するため、のべ26名に対し振動付加実験を行った。本研究は、これらの実験結果の概要を報告するものである。

## 2. 実験およびその結果

### 2-1. 実験方法

L=12mのH型鋼を用いて、機械式鉛直振動台を製作し実験を行った。写真-1に実験風景を示す。

実験は計量心理学でいう系列カテゴリ法を用いて行った。カテゴリは表-1のような5段階とし、被験者が受けた振動刺激に対して、最も近い振動感覚を答えるよう指導した。また、被験者の姿勢は弛緩した立位とし、振動台上にごく自然に立つよう指導した。なお、振動範囲は1.5Hz~8.0Hz、振幅範囲は0.5mm~5.0mm、振動付加時間はすべて10秒である。

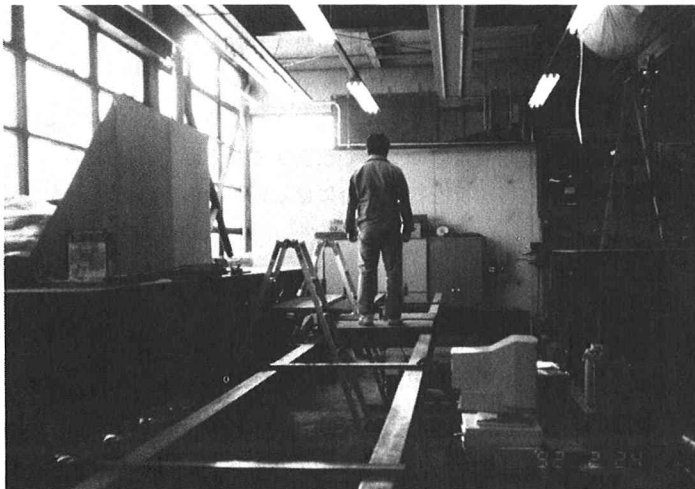


写真-1

表-1

No	振 動 感 覚
①	全 く 感 じ ない
②	少 し 感 じ る
③	明 ら か に 感 じ る
④	不 快 感 を 感 じ る
⑤	不 快 で 耐 え ら れ ない

実験は以下の3ケースについて行った。

- ① 振動数および振幅をランダムに変化させ、被験者にはそれらの情報を与えない。被験者は10名。
- ② 振幅を一定に保ち、被験者を振動台上に乗せたまま振動数を1.5Hzから8.0Hzまで順次変化させる。被験者は8名。
- ③ 実験方法は②と同様であるが、事前に被験者に対し、“歩道橋を歩いている、または歩道橋上で立ち止まっている”場合を想定して答えるよう指導した。被験者は8名。

### 2-2. 実験結果

計量心理学において閾(いき)値とは、反応がおきる確率が50%の刺激値であると定義されている<sup>6)</sup>。したがって本研究においても、各測定点に対し、感覚がそのカテゴリに属していると答えた回数の百分率が50%に達した場合、そのカテゴリにおける閾値として用いることとした。図-1および図-2に、“不快を感じる”場合の本研究と過去の代表的な研究における閾値を示す。これらの結果より、本研究では他に比して勾配が急であり、高振動数領域では感じやすく、低振動数領域では感じにくい結果となっている。

実験①ではほぼ全域にわたって振動を感じにくい結果となっているが、被験者全員が20代前半の男性であったこと、またランダムに加振したために一度強い振動に出会うと、それが基準振動となってしまう、被験者の振動感覚が一定に保持されていなかったこと等が、原因として考えられる。また実験③において、あらかじめ橋梁を対象にするよう指導したが、実験②に比べ有意な差は認められなかった。これは、狭い振動台上に乗っていること、室内実験であるため被験者の近傍に視点の目標物となるものが多数あり、視覚によって揺れを認識することができること等が原因と思われる。

### 3. あとがき

本研究においては、前述のような3ケースについて実験を行い、以下のような結果を得た。  
まず、本研究の実験結果は、過去の研究と比較して、振動付加実験としてはほぼ妥当であると思われる。しかしながら、歩道橋の振動じよ限度を検討するためには、充分ではない。その理由としては、室内実験のため実際とは環境が非常に異なり、視覚で揺れが確認できる等の問題点がある。これは実験③が実験②と結果において大差なかったことから明かであろう。したがって、このような問題について実験を行う場合、実橋か、またはそれに準じた野外実験施設を用いて行う必要があると思われる。最後に、振動付加実験に参加していただいた多数の方々に、ここに記して感謝の意を表します。

#### <参考文献>

- 1)小幡,林川,桑島,金子,フアジイ推論を用いた体感振動解析について,土木学会北海道支部論文報告集第48号 P209~212,1992,2、2)小堀,梶川,道路橋の振動とその振動感覚,土木学会論文報告集第222号 P15~23,1974,4、3)小堀,梶川,橋梁振動の人間工学的評価法,土木学会論文報告集第230号 P23~31,1974,10、4)梶川,加藤,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 P9~14,1991,7、5)立体横断施設技術基準・同解説,日本道路協会,1979、6)田中良久,心理学的測定法,東京大学出版会,1971

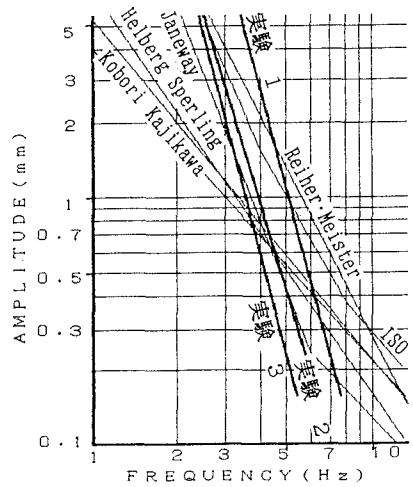


図-1

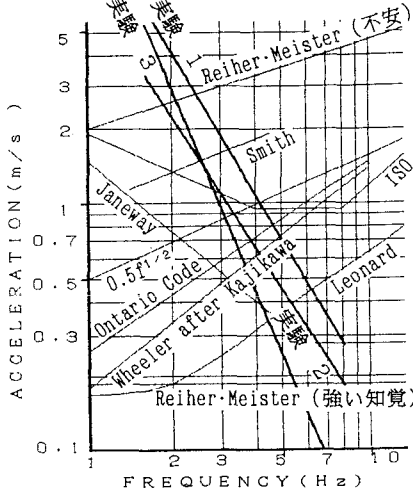


図-2