

歩道橋の振動特性と歩行時感覚に関する研究

東海旅客鉄道株式会社

玉置壮一郎

エスシー企画株式会社

正会員 ○山村 猛

和歌山工業高等専門学校

正会員 辻原 治

1. はじめに

現在歩道橋の設計に用いられている基準は、立体横断施設技術基準・同解説¹⁾であり、振動に対しては、「活荷重による主げたの振動は、利用者に不快感を与えないものでなければならない。」と記述されている。また、同解説には「歩行者の歩調は老若男女を問わず、ほぼ2Hz(ヘルツ)であり、その偏差は極めて小さい。(中略)したがって、横断歩道橋の主げたのたわみ振動の固有振動数が2Hzに近い場合にはたわみ振動の振幅が大きくなり、歩行者に対する不快感を増し、構造物に対しても好ましくない影響を及ぼすことになる。」と記述されている。

歩道橋の振動に関しては、小堀らの研究²⁾があり、振動の実効値から音響学でいう音の大きさのレベル phon と同様な振動レベル VGL を定義し、この値が限度以下であることが望ましいことを指摘している。しかし、設計段階において適用するとなれば、人の歩行による歩道橋の応答解析が必要になり容易ではない。

このように、歩道橋の設計については、振動に対する基準が必ずしも明確ではない。本研究は将来、歩道橋の振動に対してより明確な基準を作成することを目指すものであり、その基礎的な検討として、既存の歩道橋の振動特性と歩行者の不快感について調査・研究を行ったので報告する。

2. 調査の内容

和歌山県内の横断歩道橋 30 橋 41 支間を調査対象とした。歩道橋の振動特性を推定するために、支間の中央において跳躍することで振動を励起し、上下方向の自由振動を記録する。そして、この振動波形から歩道橋の固有周期と減衰定数を推定する。振動の計測には東京測振製の携帯用振動計 SPC-35F を用いている。また、歩道橋の振動特性値を同定する問題を、計測波形と減衰自由振動の理論波形との残差平方和を最小にする最適化問題として解いている。同じ試験をそれぞれの歩道橋につき 2 回ずつ行っており、振動特性値は 2 回の記録から推定した値の平均値を用いることとした。

歩行中の振動感覚については、歩道橋を 3 人の被験者で渡り、そのときの感覚を調査した。一人で歩行する場合と 3 人並んで歩行する場合に、それぞれ「どの程度揺れを感じたか」と「どの程度気分が悪いと感じたか」について、その度合いを表-1 に示す不快感指数で申告した。

表 - 1 不快感指数

不快感指数	感覚
1	全く感しない
2	あまり感しない
3	やや感じる
4	かなり感じる

3. 歩道橋の振動特性と歩行者の感覚との関係

図-1 に歩道橋の固有周期と歩行者の不快感との関係を示す。図の横軸の支間番号は、対象とした 41 支間を識別するための番号である。縦軸は不快感指数と歩道橋の固有周期である。不快感指数の値は、3 人並んで歩行した場合の気分の悪さについて、3 人の申告値を平均して示している。一部例外はあるものの、固有周期と不快感の間にはかなりはっきりとした相関が見られる。今回対象としたのは、固有周期が 0.3 秒程度以下、すなわち振動数 3.3.Hz 程度以上の歩道橋であったが、「不快」と感じられる歩道橋もあることがわかった。

図-2 に歩道橋の減衰定数と歩行者の不快感との関係を示す。この図からは、両者の相関は見られない。しかし、この結果をもって、減衰定数が歩行者の感覚に影響しないとはいえない。一般に、減衰定数が小さいほど振動は増幅され、また継続時間も長くなる。歩行者による起振によって一定程度の振動が励起された場合に減衰定数の役割がより明確に発揮されると考えられる。ここでは、減衰定数を単独のパラメータとして

不快度指数との関係を調べていることから、相関が見られないのはある意味当然ともいえる。減衰定数については、他のパラメータとの関連において詳細な検討が必要である。

つぎに、歩道橋の振動レベルと不快感との関係について検討した。図-3に、スパンの中央で跳躍したときの振動変位の最大値をパラメータとして不快度との関係を調べた結果を示す。図よりこれらの関係についても一部例外はあるが相関が認められる。本研究で用いた振動観測装置のセンサー部分は速度計であり、変位は速度波形を積分して得られたものである。加速度についても、速度波形を微分して求め、速度および加速度について同様の検討を行ったが、今回対象とした歩道橋に関しては変位との相関が最も良いようであった。

4. まとめ

歩行者の歩調が約 2Hz であることから、共振を避けるため、橋の重量にもよるが、歩道橋の固有振動数をその 15% 程度すなわち 2.3Hz 程度以上にすればよいとする指摘²⁾がある。一

方、今回対象とした歩道橋はすべて 3.3Hz 程度以上であったにもかかわらず、不快と感じるものもあった。また、固有周期などの歩道橋の振動特性や振動レベルと不快度との関係を、30 橋 41 支間について検討し、一定の相関があることを確認することができた。しかし、いくつかの要因が不快感に対して複合的に影響していると考えられ、今後データの蓄積と詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 立体横断施設技術基準・同解説、(社)日本道路協会、pp.35-37、1979。
- 2) 小堀為雄、梶川康男、城戸隆良、振動感覚を考慮した歩道橋の設計、橋梁と基礎、74-12、pp.23-29、1974。

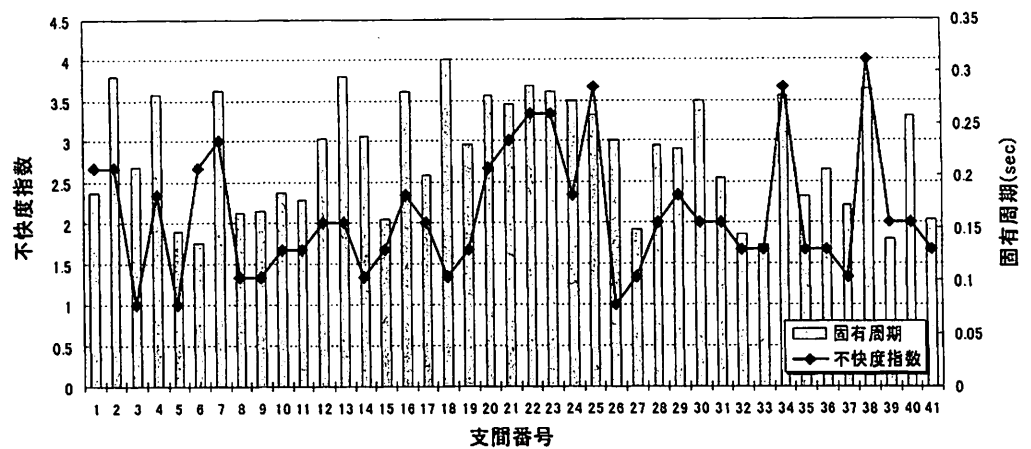


図-1 歩道橋の固有周期と不快度との関係

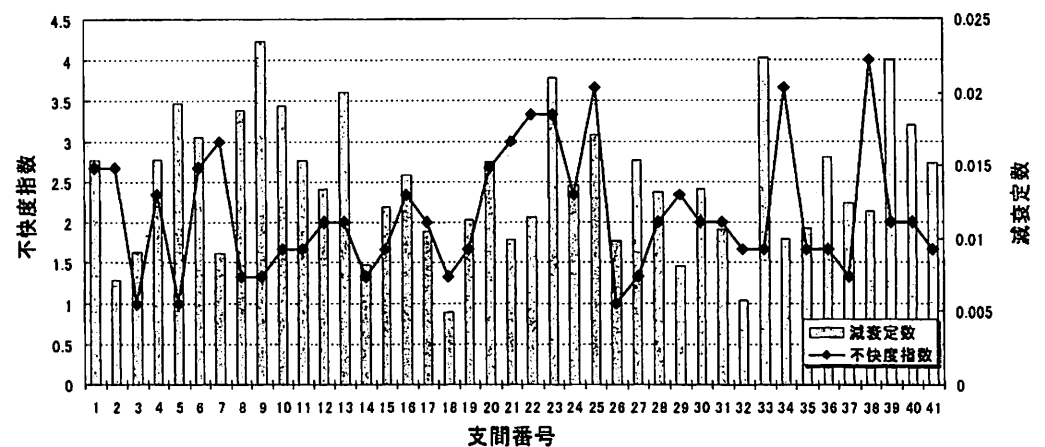


図-2 歩道橋の減衰定数と不快度との関係

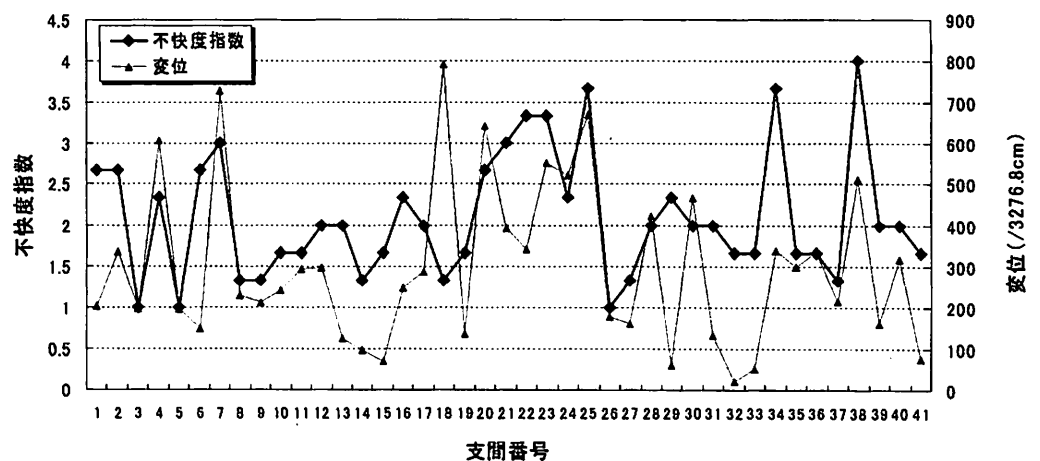


図-3 歩道橋の振動変位と不快度との関係