

金沢大学工学部 正会員 小堀 恭 雄  
 金沢大学工学部 正会員 梶川 康 男

1. ま え が き

“よく揺れる橋”とは、どのような橋を言うのであろうか、振動の評価法について最近多少の文献<sup>(1)</sup>がみられるようになった。しかし、それらは比較的高い振動数範囲まで一緒に考えている。ところが、われわれの対象である中小支間の道路橋では、図-1に示すように卓越する振動数は2~4Hzの範囲にほとんどが入っている。この振動を考えるには、やはり、この振動数範囲にある振動を基準にした実験・研究が必要である。そこで、われわれは鉛直方向の振動を対象に数種の振動感覚実験を行なっているので、ここにその方法について発表する。

2. 歩行時の振動感覚

直立の状態では単一の正弦振動を受けた時の振動感覚実験法については第一報<sup>(2)</sup>で発表した。その結果は図-2に示してある。また、振動感覚実験の代表的なフローチャートを図-3に示してある。

ところが、橋梁上では歩いているのが常であり、直立時のデータをそのままでは使えない。実際、橋の上に立って見た時と歩いてみた時の振動の感じは全く異なっている。そこで、橋梁の振動を感覚上で評価するには歩いてる時データがどうしても必要であろう。直立時と同様な方法で歩いてる場合も次のような振動感覚実験を実施している。

**マグ=フェード推定法**——標準振動(3Hz, 片振幅2mm)が与える感覚量を10として、他の評定振動が与える感覚量を数値で答える実験。この実験により、どのような等感覚レベルが存在するかがわかるとともに、各振動の感覚量が数式で表わすことができる。

**系列カテゴリ法**——各評定振動に対する感覚が、用意されたカテゴリのどれに属しているかを答える実験。この実験により各カテゴリの閾値を求めることができる。この実験はよく行なわれている方法である。

この両方法は同時に行なわれる。歩くためには、ある程度の面積をもつ振動台が必要である。そこで、大型振動台(スパン7m・幅1.2m・バネ支承4点支持)を試作し、その上を約2歩秒で歩くことにより、歩行時の実験を行なっている。

3. 正弦振動の振動感覚

2で説明したマグ=フェード推定法は、被験者にとって気楽に行なえる利点はあるが結果のバラツキが大きいとされている。そこで、マグ=フェード推定法による結果は、他の方法でチェックする必要がある。通常よく用いられる計量心理学の手法のうち、次に示す2つの実験を試みてみる。もちろん、この場合も直立時・歩行時について行なっている。

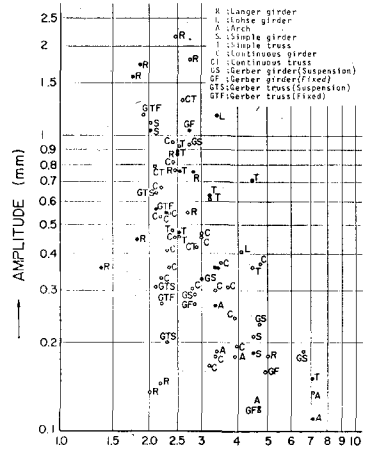


図1 各橋の振動数と変位振幅

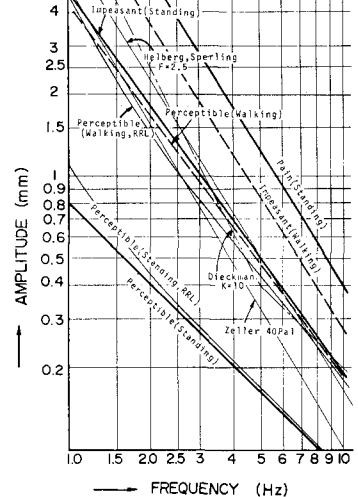


図2 振動感限度

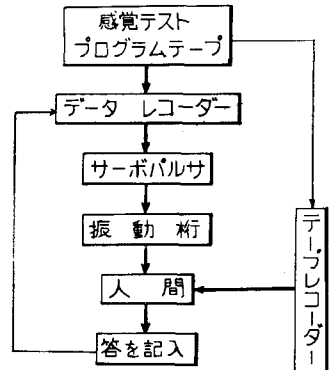


図3 感覚テストフローチャート

2分の1判新法・2倍刺激探法——1~5Hzのうち、教点を標準と定め同じ振動数と近くの振動数をもつ振動のうち、標準振動の与える感覚量の1/2および2倍に相当する振動を選び出す実験。

等分法——1~5Hzのうち、数個の振動数を選び、同じ振動数の標準振動を2つ定め、主観的にそれらの中点にある振動を選び出す実験。

#### 4. 実橋調査

実橋調査のうち、各種道路橋の振動特性については、すでに発表<sup>(3)</sup>した。実橋上での振動感覚を表わした文献は少ない。「よく揺れるのではないが」という橋に対しての実験は多く行なわれているが、ほとんどが振動特性のうち振動数と振幅をプロットし、その点が不快感に達してないか、特に問題はなるとしている。一般の人々がどのような感じを持つと、「揺れすぎる」と指摘するのかを明確にするために、実験の際、振動特性の記録の収録と同時に、実験担当者・補助者・附近の人々など多くの人の心理的反応を調べることにより有益な資料が得られよう。そこで、われわれは振動数の異なる数橋を選び、様々な載荷状態における振動感覚実験を行なっている。同時に振動記録を採取し、実橋における振動特性値と心理的反応の関係を求めている。

#### 5. 狭帯域ランダム振動と複合正弦振動

前述した室内での振動感覚実験は単一の正弦振動にて行なっている。しかし、実橋の振動は図-4に示すように複数の固有振動数を含む狭帯域ランダム振動をしているものと考えられる。では、振幅がランダムな振動に対する振動感覚はどのように変化するのであろうか。また、複数の固有振動数を含む場合には、それぞれの効果をどのように考えるのが妥当であろうか。これを知るために、一対比較法にて次の2つの実験を行なっている。

再生ランダム振動実験——4で採取した記録を増幅再生して振動台を振動させる。その記録で最も卓越している振動と同じ振動数をもつ正弦振動の振幅を変えて、ランダム振動の与える感覚量と等しい感覚量の振幅を求める実験。この実験により、実橋の振動評価をする際の振幅のとり方が決められる。

複合正弦振動実験——複数の固有振動数を含む場合、通常よく言われるインビジョン効果が認められる。この効果に対して、騒音の場合にはStevensの荷重加算法がよく用いられている。この実験は2個の正弦振動を合成し、そのどちらかの振動数をもつ正弦振動の振幅を変えて、複合正弦振動の与える感覚量と等しい感覚量の振幅を求める実験。この実験によりインビジョン効果の程度を知られば、図-4のような振動をも評価することができる。

#### 6. あとがき

以上の実験は、現在も進行中であるので、現段階ではまだはっきりしたことは言えませんが、これらの実験により、今まで直立時で、しかも振幅の最大値を考慮していたものが、より一般の場合にも適用できることになり、また、橋梁上での実感に即した評価ができることになろう。各実験の結果は、スライドにて当日発表する。

#### 参考文献

- (1) 三輪・米川; 振動の評価法 1, 2, 3, 日本音響学会誌 27巻1号 (1971) P11~P39
- (2) 小堀・梶川; 道路橋の振動とその振動感覚について, 土木学会第27回学術講演会講演概要集 I-192 (1972)
- (3) 小堀・梶川; 各種道路橋の振動特性について 土木学会学術部昭和47年研究発表会講演概要集 I-15 (1973)

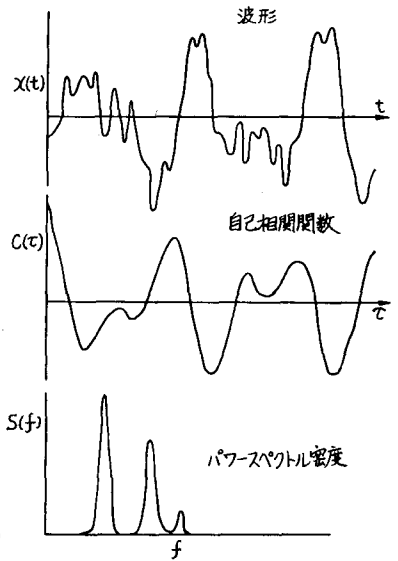


図-4. 実橋の振動記録