

東京大学工学部 正員 松本嘉司  
 全上 正員 西岡 隆  
 全上 学生員 〇松崎 恵一

1. 緒言

従来から、歩道橋の設計においては、歩道橋の活荷重である歩行者荷重は、これを静的荷重に置換えて、応力度あるいはたわみをそれぞれの許容範囲内におさめるといふ方法がとられており、歩行者荷重のうちの動的成分が歩道橋に与える影響については、まづ、よく考慮されていなかった。しかし、このようにして設計された歩道橋のなかには、歩行者の通行に伴って大きな振動を生じ、利用者に不快感を与えるものが存在することが認められている。

歩行者の特性については、歩行者の歩調は平均約2ヘルツの偏差の極めて小さな正規分布に近似した分布をなすこと(図-1参照)および歩行者による歩道橋の振動を考える際、歩調の影響が支配的であることが過去の実験によって確かめられている。一桁40mないし60m程度のスパンを有する歩道橋では、低次の固有振動数として2ヘルツ程度の値を有することが多いので、歩行者の通行による外力と共振する可能性が大きく、これが上述の不快感振動の原因であると考えられる。

(したがって、歩道橋を快適な使用限界に保つためには、このような振動を除去するのが望ましく、そのための方法として、減衰を大きくとること、活荷重に対して死荷重を大きくとること、歩道橋の固有振動数を歩調と一致させないこと、などが考えられる。このような方法のなかでも、設計・施工の容易さ、経済性、あるいは既設歩道橋の改良の容易さなどの点から、吸振器を取付けることによる、歩道橋の固有振動数を防止する方法が最も有利であると考えられる。

本稿は以上の考察のもとに、新設される歩道橋に吸振器を試作・取付け、その防振効果を実験により検証しようとしたものである。

2. 吸振器

実験の対象とした歩道橋は、国道50号線において惣怒川に架設されているK橋に付帯して新設された歩行者専用

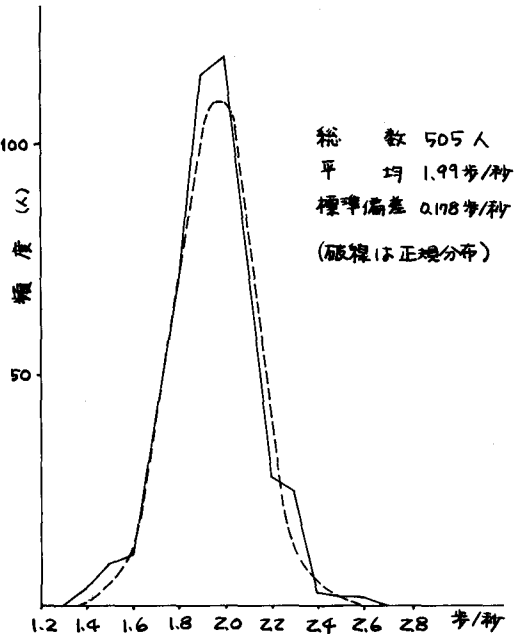


図-1 歩行者の歩調の分布

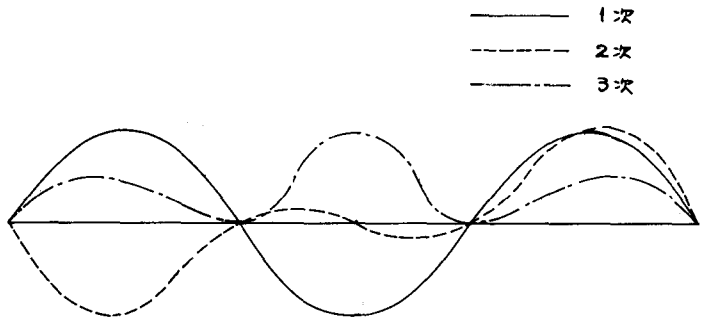


図-2 振動モード

用橋梁の一部であり、橋梁自体の構造は、3径間連続鋼床桁工桁橋である。各スパン48mのこの歩道橋の1次の固有振動数は、1.44ヘルツ、2次の固有振動数は、1.93ヘルツ、同じく3次・4次はそれぞれ、2.94ヘルツ・5.78ヘルツであり、これらの固有振動モードは図-2に示すとおりである。したがって、この歩道橋については2次の固有振動が歩行者の通行に伴う不快感な振動発生の原因となり、その影響はとくに側径間に現われることが予想される。そこでこの歩道橋に対して、両側径間の中央部に、固有振動数2ヘルツの吸振器を設計し、取付けることとした。

歩道橋、および歩道橋と吸振器とからなる系の運動方程式を作り、マトリックス法でこれらを解けば、系の各点の共振曲線が得られる。図-3は、側径間中央に規則的外力を加えたときの、その点での応答を表わしている。つまり、計算上吸振器の固有振動数を歩調とほぼ一致させておけば、歩道橋の固有振動数が歩調と一致している場合でも、歩行者の歩行によって歩道橋に与えられるエネルギーは、ほとんど吸振器に吸収され、歩道橋は振動しない。吸振器を取付けることにより振動系の自由度は増加し、したがって、吸振器を取付けた系の共振点は、もとの系の共振点をほぼ2で大小2カ所に存在する。これらの共振点間隔が十分広く、図-1に示した歩調の分布の範囲外にあるれば、吸振器としての効果を發揮することができる。図-4は1人の歩行者による図-3と同じ点でのたわみ振幅の期待値を示している。

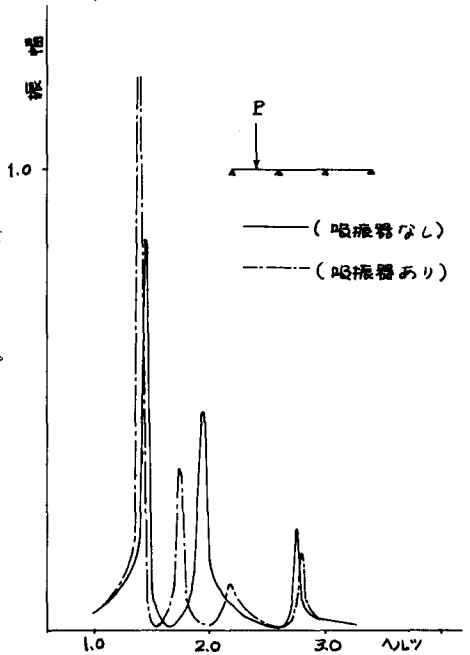


図-3 共振曲線

### 3. 実験

上述の共振点間隔は、歩道橋の質量と吸振器の質量との比によって異なる。この比を小さくすれば、それだけ吸振器の効果は大きくなるが、吸振器の質量が大きくなると設計上好ましくない。そこでこの歩道橋においては、この質量比を50とし、吸振器の固有振動数が2ヘルツとなるようにバネを設計した。2つの吸振器はそれぞれ側径間中央に、2本の主桁の間に取付け、外観をそこのなごのたわみ振幅の期待値

実験は、外力として、起振機による規則的な外力、および1人ないし3人の歩行者の歩行によるランダムな外力とに対する変位応答を、吸振機のない場合、ある場合について測定した。起振機は側径間中央に据付け、入力振動数は1ヘルツから3.2ヘルツまで変位させた。応答変位はデータレコーダーに記録し、実験終了後オシログラフに波形を出力し、その振幅と振動数とを読みとって共振曲線を描いた。

一、歩行によるランダムな外力に対する応答は、ハイブリッド計算機によって処理した。データレコーダーに記録された波形から50ミリ秒間隔に2000個程度のサンプリングをしてスペクトル計算を実行させ、その結果をグラフ出力させた。

これらの結果については、詳細とともに講演会当日にゆずる。

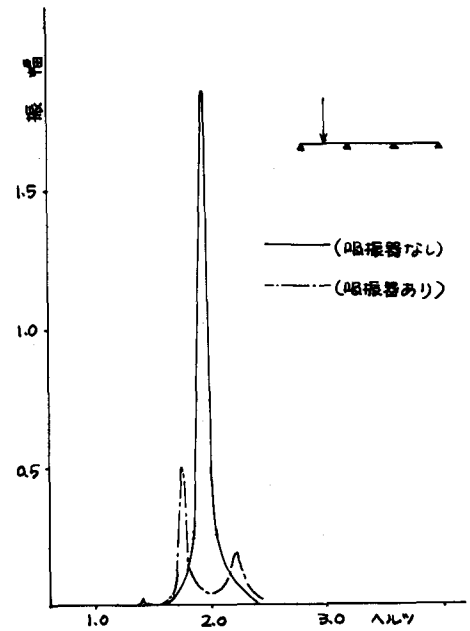


図-4 たわみ振幅の期待値 (図-1の歩調の分布による)