

【ノート】

歩道橋に取り付けた吸振器の効果について

EFFECT OF VIBRATION ABSORBERS INSTALLED IN A FOOTBRIDGE

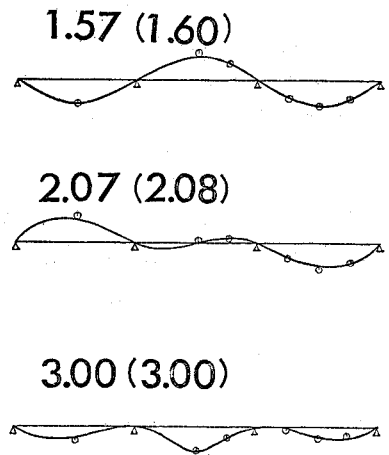
松崎 恵一*・西岡 隆**・松本 嘉司***

By Keiichi MATSUZAKI, Takashi NISHIOKA and Yoshiji MATSUMOTO

歩行者の歩調に近い固有振動数をもつ歩道橋には、歩行者の通行によって人体に不快感を与える振動が発生することがある。この不快な振動を防止するために吸振器を設計し、新設の歩道橋に設置して、振動防止に対する効果を検討した。吸振器は従来有害な機械振動を防振するためなどに用いられていて、その効果に関する研究も多い¹⁾²⁾。吸振器の基本的な考え方は、一定の振動数をもつ有害な振動エネルギーを吸振器に吸収させ、本来振動してはならないものの振動を取り除くことにある。このような性質をもつ吸振器を歩道橋に取り付け、歩行者に不快感を与える振動を取り除くことの可能性については、著者らがすでに明らかにしたが³⁾、実用に供するまでには至らなかった。その後吸振器を歩道橋に設置する機会を得、その効果について一応の成果が得られたのでここに報告する次第である。取り付けられた吸振器は現在までのところ、初期の目的どおり正常に作動している。

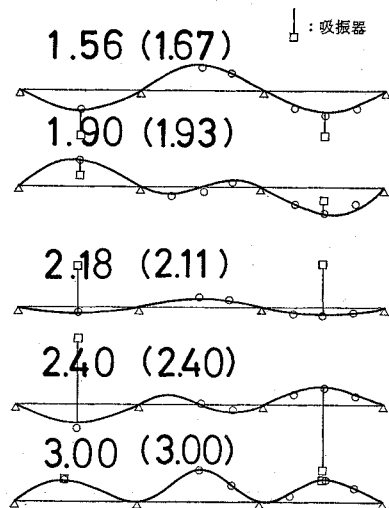
吸振器を設置した歩道橋は国道 50 号線が鬼怒川と交わる地点に架設された川島歩道橋である。この橋は、二つの 3 径間連続桁と、一つの 2 径間連続桁からなる全長 447.1 m の上路型鋼床版 I 桁橋であるが、この内右岸側の 3 径間連続桁 (47.850 m + 47.875 m + 47.850 m) の両側径間中央部に吸振器をそれぞれ取り付けた。吸振器については先の報告³⁾に譲るが、要は、歩道橋に取り付けた場合の吸振器の効果は、歩行者が橋に与える狭い周波数帯域の振動エネルギーを吸振器の振動エネルギーで費やし、橋自体は振動させないことで、結果的には吸振器を取り付けたことによって歩調の振動数に近い歩道橋の固有振動数を共振しにくい帯域に移動させることになる。

図-1 (a), (b) は吸振器設置前、設置後の川島歩道橋の振動モード、振動数の実測値と計算値を示している。



(丸印および括弧の数字は実測値)

図-1 (a) 振動モードと振動数 (Hz) (吸振器設置前)



(丸印および括弧の数字は実測値)

図-1 (b) 振動モードと振動数 (Hz) (吸振器設置後)

* 正会員 工修 日本道路公団
** 正会員 工博 東京大学助教授 工学部土木工学科
*** 正会員 工博 東京大学教授 工学部土木工学科

吸振器設置後の固有振動数の実測値と計算値にやや違いが見られるほかは、実測値と計算値はきわめてよく一致している。先の報告³⁾で明らかなように、一般の歩行者の歩調は、平均値 1.99 歩/秒、標準偏差 $\sigma=0.178$ /秒のきわめて狭帯域の正規分布を示すことを考えると、図-1 (a) よりこの歩道橋では 2 次の固有振動が歩行者の通行に伴う不快な振動発生の原因となることが予想される。その影響は特に側径間に現われるものと考えられるので、両側径間の中央部に固有振動数 2 Hz の吸振器を作製し、取り付けることとした。

橋の振動エネルギーに対して吸振器の振動エネルギーをできるだけ大きくとり、吸振器設置前と設置後で共振点を大幅に移動させるためには、吸振器の質量と歩道橋の質量との比 μ をできるだけ大きくとることが必要である。しかし、その結果吸振器の質量が大きくなり、歩道橋の死荷重、ひいては剛性が増すことになり、設計上好ましくない。そこでこの歩道橋では $\mu=1/18$ にとり、2.07 Hz の歩道橋の共振点が歩行者の歩調分布の $\pm 1.5\sigma$ 程度移動することを目標とした。吸振器は重錘として鋼板を入れた 830×630×500 の鋼製の箱をその四隅でばねで吊った構造で、固有振動数 2.0 Hz、最大両振幅 8 cm になるように設計された。4 本のばねは線径 30 ϕ 、

心径 199 ϕ 、有効巻数 8 のコイルばねを用いている。吸振器は 2 個製作し、おのおの両側径間中央の二本の主桁の間に取り付け、外観をそこなうことのないように配置した。

図-1 (b) は吸振器を取り付けた時の振動モードと振動数であるが、吸振器を 2 個取り付けたことによって共振点が二つふえている。また固有振動数 2.18 Hz (実測値では 2.11 Hz)、2.40 Hz では桁の最大振幅と比較して吸振器の振幅は大きく、桁の振幅に対する比率はそれぞれ 9.5、4.9 である。それゆえこれらの振動数でもうとも振動エネルギーが吸振器の振動で費やされ、吸振器の効果が大きいものと思われる。

この傾向をさらに明確にするために、吸振器を取り付けた位置の歩道橋の共振曲線を求め、図-2 に示した。丸印、三角印は起振機を用いて測定した吸振器設置前、設置後の実測値で、実線および破線は減衰定数を 0.1 にとって計算した設置前、設置後の理論曲線である。

図-1 (b) の 2.18 Hz (実測値 2.11 Hz) の振動は破線で示される理論曲線からはあまり明瞭ではないが、現実には減衰があるために、実測値ではピークが表われている。いずれにしても吸振器設置後の共振点での橋の振幅は設置前と比較して小さく、振動エネルギーの大部分

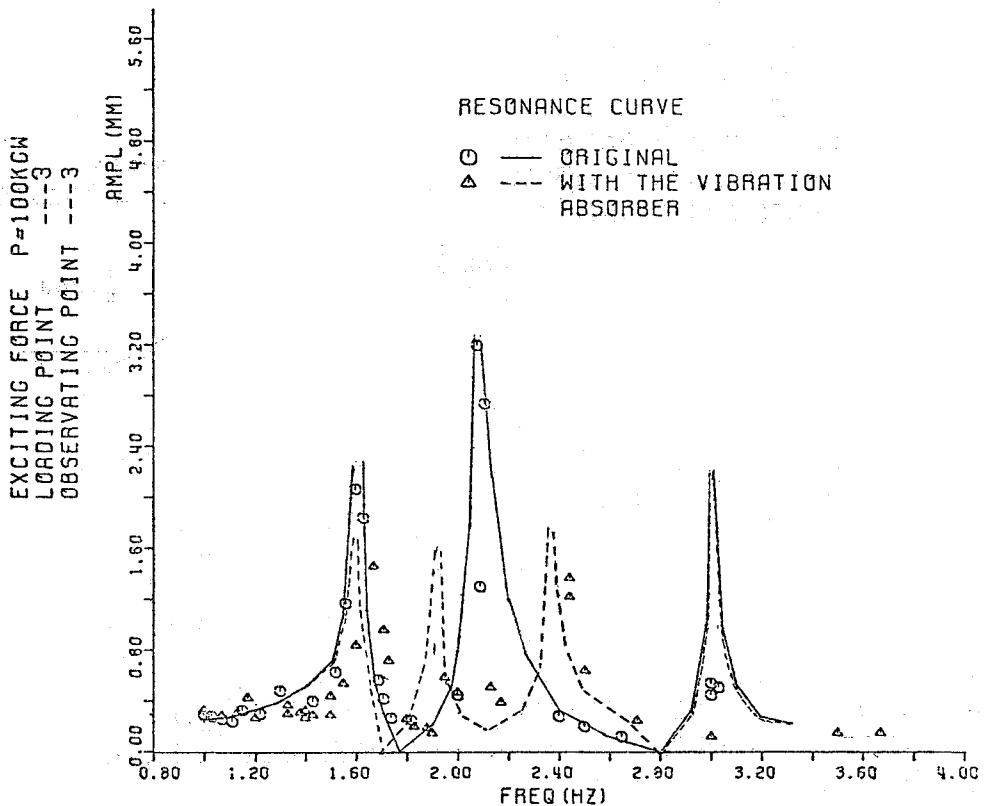


図-2 共振曲線 (理論値と実測値)

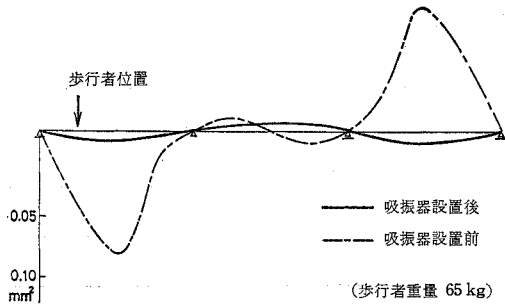


図-3 たわみの平均パワーの期待値 (理論値)

が吸振器に吸収されていることは明らかである。

すでに述べたように、歩道橋に吸振器を設置することによって、結果的には、歩調の周期の外側に歩道橋の共振振動数を分離させることになるが、図-2 で明らかのように、今回は 2.18 Hz (2.11 Hz) にややピークが表われ、十分には分離されていない。しかし吸振器を設置する前にあった 2.07 Hz (2.08 Hz) の著しいピークは、設置後には減少していて、これに代って 1.90 Hz (1.93 Hz), 2.40 Hz にピークが表われている。

歩行者の歩調の分布が先に述べた平均値、標準偏差をもつ正規分布に従うとし、歩行者 1 人が歩道橋を通過するときのたわみの平均パワーの期待値を求めた。その結果は図-3 に示すようである。これは歩行者が第一側径間 12 m 付近を通過しているときに、橋の任意の点で観測されるたわみの平均パワーの期待値であるが、明らかに吸振器設置後には側径間で著しく平均パワーが減少していることが認められる。

普通歩道橋を通過する歩行者は複数の場合が多い。そこで、12 人の被験者を選び、できるかぎり各自の普段の歩調であまり意識することなく不規則に歩いてもらった。その結果を図-4 に示した。この図は吸振器を設置

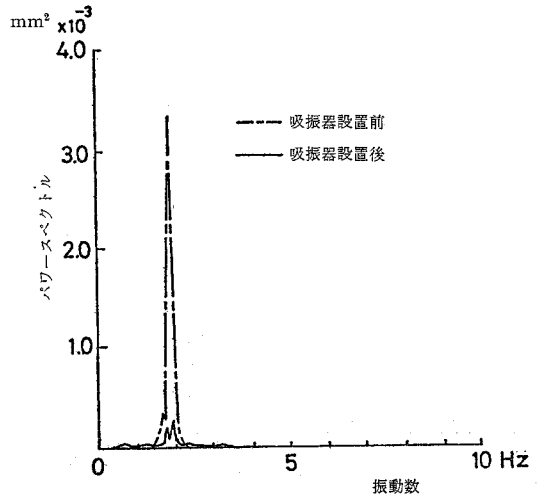


図-4 橋桁の振幅のパワースペクトル (吸振器取付位置) (12 人が歩いた場合)

した位置での振動振幅のパワースペクトルを表わしている、吸振器設置前にあった共振点でのピークが設置後には著しく減少していることが認められる。これを平均パワーの比で表わすと 1/20 あるいはそれ以下で、平均振幅に換算すると 1/4 以下に相当している。

参 考 文 献

- 1) S. チモシェンコ：工業振動学 (谷下市松・渡辺 茂訳)、東京図書株式会社、pp. 191~200, 1963.
- 2) デン・ハルトック：機械振動論 (改訂版 谷口 修・藤井澄二訳)、コロナ社、pp. 95~115, 1965.
- 3) 松本嘉司・佐藤秀一・西岡 隆・塩尻弘雄：歩行者の特性を考慮した歩道橋の動的設計に関する研究、土木学会論文報告集 第 205 号、1972 年 9 月。
- 4) 松本嘉司・西岡 隆・松崎恵一：吸振器を取り付けた歩道橋の振動性状について、第 28 回 土木学会年次学術講演会、I-211, 昭和 47 年。

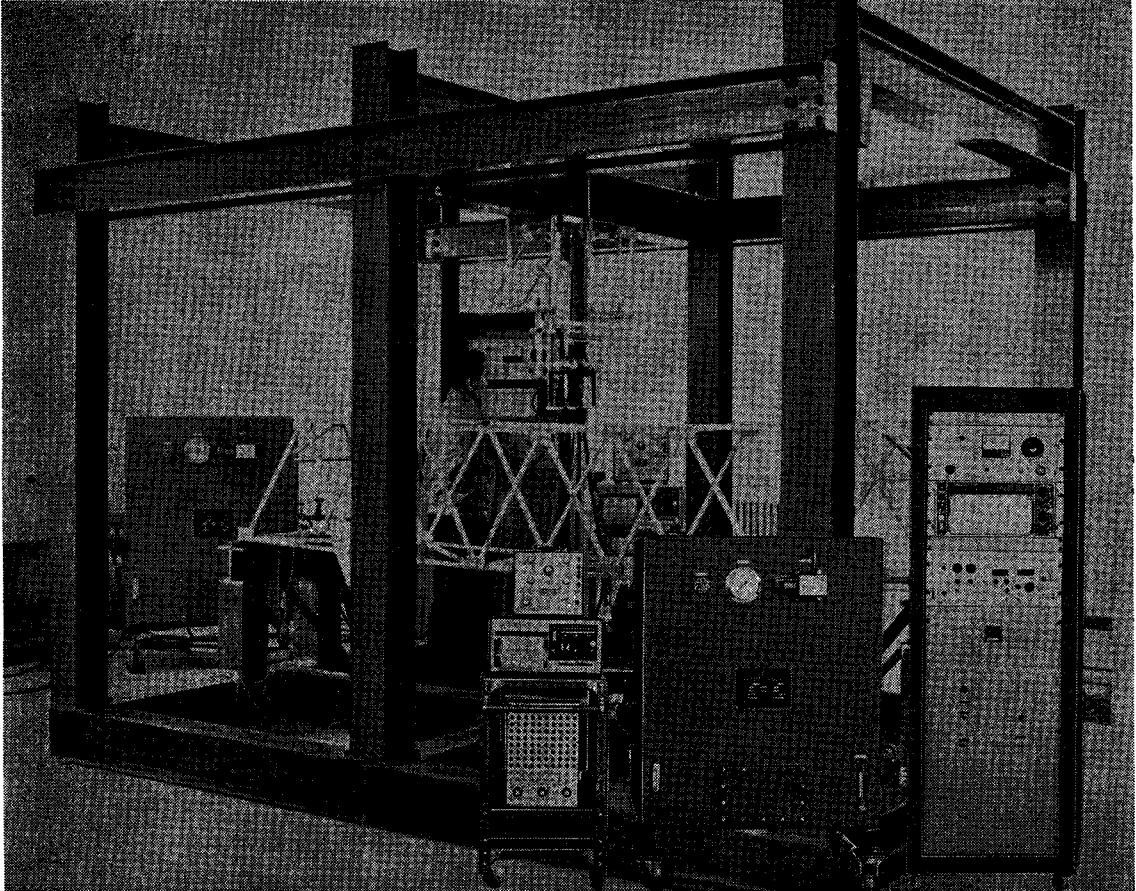
(1976.11.8・受付)

土木学会誌・論文集総索引 (第1巻～第60巻) 予価8000円
日本土木史 昭和16年～昭和40年 36000円 大正元年～昭和15年 24000円
日本の土木技術 ー近代土木発展の流れー 3200円
土木製図基準 昭和51年版 2800円
海外建設工事の契約・仕様 6000円
建設プロジェクトの進め方 2800円
水理公式集 5000円
水理公式集例題集 1800円
構造力学公式集 6600円
コンクリート標準示方書 昭和52年版 2800円
コンクリート標準示方書解説 昭和52年版 3200円
遠心力大径PC杭設計施工指針案 1000円
トンネル標準示方書(山岳編)・同解説 昭和52年版 2450円
トンネル標準示方書(シールド編)・同解説 昭和52年版 2450円
開削トンネル指針 昭和52年制定 2450円
沈埋トンネル耐震設計指針案 1000円
海洋鋼構造物設計指針(案)解説 1800円
海上作業足場の設計要領 2000円
ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針 900円
ダム基礎岩盤グラウチングの施工実例集 13000円
ダムの地質調査解説 52年6月予定
わが国におけるトンネル掘進機の実績と展望 15000円
土木技術者のための岩盤力学 昭和50年版 12000円
鋼鉄道橋設計標準解説 昭和49年版 3000円
国鉄建造物設計標準解説 昭和49年版 4500円
斜張橋資料集成 14000円
港大橋工事誌 30000円
構造物の安全性・信頼性 5000円
地下構造物の設計と施工 4700円
製図のかき方 52年7月予定
土木材料実験指導書 昭和52年版(基礎編)700円(基礎編・応用編)1500円
土木構造実験 昭和52年版 550円
〒160 東京都新宿区四谷1丁目 土木学会 ☎355-3441 (販売) 振替東京 6-16828

MARUI

MIV-4600 電気油圧サーボシステム

電気油圧式 振動疲労試験機



MIV-4600シリーズは中小規模・材料・構造物・構造物模型
部品等の実働波による振動・疲労試験に最適品です。

特長 ◆振動、疲労波形を任意の波形運転することができます。

(正弦・三角・矩形・複合・ランダム・磁気テープ入力による運転も可能)

- ◆制御方式を広い範囲に選択することができます(荷重・変位・加速度の制御が可能)
- ◆複数の加振器を組合せて同時に運転できます(振巾・位相等を変えて運転が可能)
- ◆出力は±50ton～±100kg各種製造いたしています。
- ◆任意の場所で設置し試験が可能です。



土木建築用材料試験機

株式会社

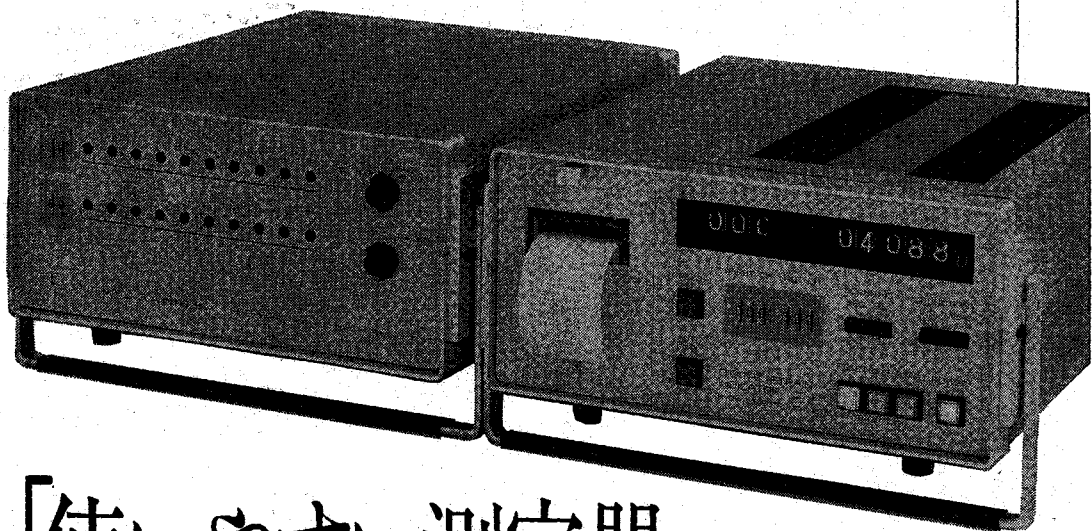
マルイ

東京営業所 東京都港区芝公園2丁目9-12 ☎東京 (03) 434 - 4717

大阪営業所 大阪市城東区中央1丁目11-1 ☎大阪 (06) 934 - 1021

名古屋営業所 名古屋市中村区牧野町5丁目10 ☎名古屋 (052) 452 - 1381

九州営業所 福岡市博多区比恵町4番17 ☎福岡 (092) 411 - 0950



「使いやすい測定器」と
ご好評をいただいております。

初期値記憶式—バランス調整不要

共和の携帯型デジタルひずみ測定器 SD-500A, ASB-50A

計測開始時に測定点の初期不平衡出力をコアメモリに記憶し、次に負荷時のひずみを測定し、すでに記憶している初期不平衡分とを演算し、真のひずみを求めます。ひずみ値は、デジタル表示すると共に、内蔵プリンタでプリントアウトします。
小型、軽量、可搬型で現場向。実験室用としてラックタイプもあります。また自動無人計測用のオプション機器の準備があり、データ解析処理のためのパーソナルコンピュータにも接続できます。

特長

- 調整時間が大幅に短縮できる
- 計測時間は1点あたり0.5秒以下
- 直流ブリッジ電源採用により、高精度な測定ができる
- 測定点の開始、終了の任意設定可能
- オプション機器が豊富

仕様

測定範囲	0～±39999×10 ⁻⁶ ひずみ
計測時間	0.5秒/点
多点切換点数	20点(カスケード接続10台) 50点(カスケード接続4台)
ゲージブリッジ	
回路切換	1、2、4枚ゲージ法、全点共通または単独切換
精度	±(指示値0.1%+2数値)
電源	AC100V
寸法	350×180×4000mm

オプション機器

デジタルクロック	ASC-50A
スタータ	AST-50A
紙テープさん孔装置	OPC-50A
ケーブルアダプタ	

未来をひらく電子計測器メーカー

株式会社 共和電業

本社・工場
東京都調布市調布ヶ丘3の5の1
電話=0424-87-2111(大代)

東京営業所
東京都港区芝西久保明舟町19
電話=03-502-3551(大代)

大阪営業所
大阪市東区森之宮東之町544(三双ビル)
電話=06-942-2661(代)

名古屋営業所
名古屋市中区田代町字瀬杖1の57(東山大木ビル)
電話=052-782-2521(代)

福岡営業所
福岡市博多区博多駅東2の5の20(松永ビル)
電話=092-411-6744(代)

広島営業所
広島市東白島町5の9(くまきビル)
電話=0822-21-9536

札幌営業所
札幌市中央区南四条西9丁目(観光ビル)
電話=011-261-7629

水戸営業所
水戸市上水戸2の6の5
電話=0292-25-1074