

福井工業大学 正会員 梶川 康男
金沢大学 正会員 小堀 為雄

1 ま え が き 最近、振動が歩行者へ及ぼす影響という点から歩道橋の主桁のたわみ制限が変更され、かつ振動についての規定が新しく設けられることになった。これらの変更・規定は歩行者にとって歓迎すべきであるが、歩行者への影響に関する従来の評価法では、たわみ制限の変更の効果あるいは振動に対する配慮の方法などを明確にすることはできないうまでである。それは、従来の評価法では橋梁の動的特性・歩行者の動的荷重としての特性・到着特性として歩行者の心理的反応の特性などを総合的に加味していないために、それぞれの特性の影響度を数量的に求めることができなかったことにありと思われる。上記の各特性は、ある程度のばらつきをもつために結局、確率論的な評価方法に頼らざるを得ないものと考えられ、また、構造物の安全性が信頼性あるいは破壊確率にて評価されようとする現在、使用性も確率にて評価されるのが妥当であると思われる。そこで、快適な使用性が損われる確率を「さまざまな載荷状態によって生ずる橋の振動が歩行者に好しくなり反応（例えば、歩きにくさ・不快など）を生起させる確率」と定義して、非使用性確率と呼ぶことにする。本文ではこの確率とたわみ制限との関係について述べる。

2 歩行外力による動的応答と振動刺激の影響 ここでは、図-1に示すように歩行者⑥が歩道橋を渡るとき、⑥と時間間隔でだけ離れた歩行者（④あるいは③）にどのような影響を及ぼすかを求める。この影響を及ぼす振動刺激としては筆者らの実験成果²⁾に基づいて、歩行者が橋を渡る間の振動速度の実効値を考えることにする。一人の歩行者による橋梁の振動は一般座標 $\dot{g}_m(t)$ と正規化された基準関数を用いて、各モードごとに式(2)で表わされる。

$$\ddot{g}_m(t) + 2\omega_n h_m \dot{g}_m(t) + \omega_n^2 g_m(t) = f(t) \phi_m(vt) \quad (1)$$

そして、時間 t における④が居る位置 $\{x = v(t - \tau)\}$ での振動速度の二乗平均値の期待値は次式にて求められる。（ $\bar{\omega}_m = \omega_m \sqrt{1 - h_m^2}$ ）

$$E\{\dot{y}^2(t, x)\} = \sum_{m=1}^{\infty} \{E\{\dot{g}_m^2(t)\} \cdot \phi_m^2(v(t - \tau))\} \quad (2)$$

$$\text{ここで、} E\{\dot{g}_m^2(t)\} = \frac{2e^{-2h_m\omega_n t}}{\omega_n^2} \int_0^{\infty} S_f(\omega) \left\{ \left[-h_m\omega_n I_0(\omega, t) + \frac{\partial I_0(\omega, t)}{\partial t} \right]^2 + \left[-h_m\omega_n I_c(\omega, t) + \frac{\partial I_c(\omega, t)}{\partial t} \right]^2 \right\} d\omega \quad (3)$$

$$\text{なお、} I_0(\omega, t) = \int_0^t e^{-h_m\omega_n(t-\xi)} \sin \bar{\omega}_m(t-\xi) \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin \frac{n\pi v\xi}{l} \right\} \sin \omega\xi d\xi \quad (4)$$

であり、この積分結果および $\frac{\partial I_0(\omega, t)}{\partial t}$ と $\frac{\partial I_c(\omega, t)}{\partial t}$ の結果については、文献3)の付録を参照のこと。そして、外力のパワースペクトル密度 $S_f(\omega)$ としては実測した歩調分布 $\gamma(\omega)$ を用いて、 $S_f(\omega) = \pi \left(\frac{W}{g}\right)^2 \gamma(\omega)$ とした。ここに、 W は体重、 A は歩行時の腰部加速度振幅である。

式(2)によって④が⑥から時間 t に受ける刺激が求められる。両者が橋上にいるか否かに留意しながら t を変化させれば④が橋を渡る間に⑥から受ける全刺激が計算される。この一例を図-2に示すが、これはただけ離れた歩行者によって与えられる刺激の影響線とみることができ、

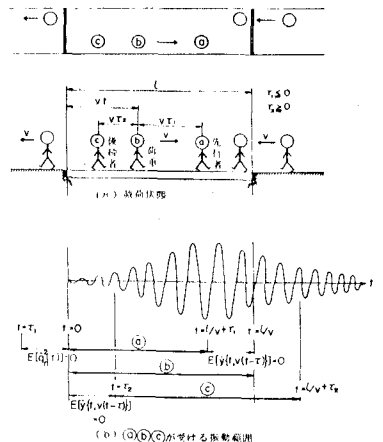


図-1. 歩行者と橋梁のモデル

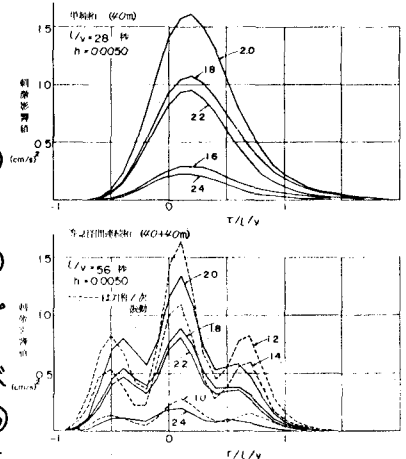


図-2. 刺激影響値

(図中の数字は基本/派次振動数 Ω/ω を表わす)

