

はげしい降雪の際、車輛交通の頻繁な舗装面に 20 cm ~ 10 cm の週期性を有する積雪凹凸がまたたく間に一面に生じたり、震伏の路面が日没急冷と共にフラクタルな凹凸を形成することはしばしば経験するところである。この種のランダム凹凸を有する路面を重車輛が高速で疾走することもあり得るわけで、この場合、橋梁構造物の安全信頼度などのように評価されるかは北国の考察されるべき課題である。

出現する路面凹凸を統計的な量と考へ、その性質は実測によつて与えられることになるが、エルゴディクなランダム量と仮定しよう。

また橋梁の走行荷重系のモデルとして、慣用のように図. 2 に示す二重バネを有する集中力が等速走行する場合を考へる。荷重点直下のたわみ速度を $\dot{Y}(t)$ とおけば、解析の結果、次のようなオズワルド確率積分方程式を導くことができる

$$\dot{Y}(t) = f(t) - \int_0^t \dot{Y}(\tau) \cdot K_s(t, \tau) d\tau + \int_0^t F(\tau) \cdot K_b(t, \tau) d\tau \quad \dots (1)$$

上式中 $f(t)$ は車輛重量が等速走行するときのたわみ速度、 $K_s(t, \tau)$ は車輛の力学的性質と橋の剛性による積分核、 $K_b(t, \tau)$ は車輛の力学的性質による積分核、 $F(t)$ はランダム不陸 $Y(t)$ から等比される確率量である。除雪が行われる橋梁で積雪の構造に及ぼす影響は無視できるので $E[F(\tau)] = 0$ 、式(1)を解いて、

$$\dot{Y}(t) = R(t) + \int_0^t F(\tau) G(t, \tau) d\tau$$

$$\text{ただし } R(t) = f(t) - \int_0^t f(\tau) H(t, \tau) d\tau$$

$$\therefore E[\dot{Y}(t)] = R(t)$$

$$E[\dot{Y}^2(t)] = R^2(t) + \int_0^t \int_0^t E[F(\tau) \cdot F(\tau')] \cdot G(t, \tau) \cdot G(t, \tau') d\tau d\tau'$$

上式右辺のオズワルド項はランダム不陸による分散で、 $H(t, \tau)$ は解核、 $G(t, \tau) = \int_0^t K_b(t, \tau') H(\tau, \tau') d\tau'$

仮定により $E[F(\tau) F(\tau')] = \int S_F(\omega) e^{i\omega(\tau-\tau')} d\omega$ となるが $E[\dot{Y}^2(t)]$ は非定常確率過程のため時間の変数となる。 $S_F(\omega)$ は $F(t)$ のパワースペクトルである。 $S_F(\omega) \propto \frac{1}{\omega^2 + a^2}$ とする中央交の曲げモーメントの変動を図. 3 に示してある。1 点鎖線は平均値、2 本の実線はそれぞれ標準偏差値を意味した値である。水平破線は同じ荷重に対する現行設計モーメントである。

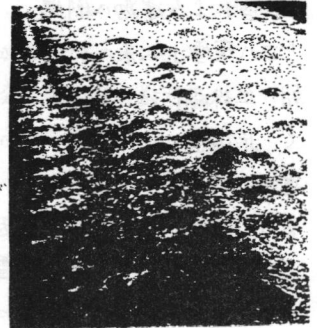


図. 1 路面凹凸の例

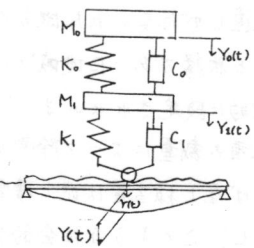


図. 2 橋走行荷重システム

M_0 : バネ上荷重, M_1 : バネ下荷重

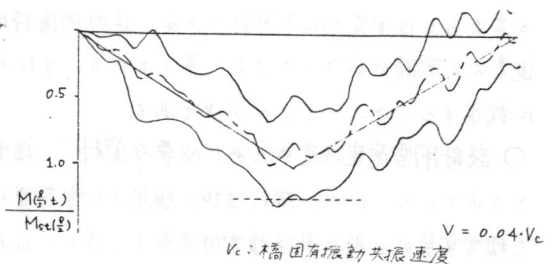


図. 3 橋中央交曲げモーメント応答 (標準偏差を含む)