(3—20) 橋桁の内部摩擦並びに強制力と振動性状について

正員 京都大学工学部 工博 小 西 一 郎
准員 同 ○山 田 善 一

橋桁の振動性状は，桁に作用する外力と，桁の振動学的特性すなわち，スパン l，曲げ剛性 EI，単位体積の重量 γ，断面積 A，部材結合法，減衰係数 κ などによつて決定される。従つて工学的な衝撃係数の問題についてもこれらすべての項を考慮して表現せられるのが妥当であるが，現在ではこれら複雑な諸現象を総括して l のみで表わしている。しかし桁の強制振動性状に大きい影響をもつのは κ であつて，実在橋梁に対する κ の二，三の例はすでに発表したとおりである[1]。この κ の値は種々の条件により異なるが，いま内部摩擦を対象とし，応力—ひずみ関係に Kelvin の模型を仮定する場合は，単純桁に対する Rayleigh の散逸函数 F はつぎのようにかかれる。

$$F=\frac{\gamma Al}{2g}\sum_{n=1}^{\infty}\kappa_n\dot{q}_n^{\,2} \qquad \cdots\cdots(1)$$

ここに

$$\kappa_n=\frac{\beta g}{2\gamma}r^2\left(\frac{n\pi}{l}\right)^4,\quad r=\sqrt{\frac{I}{A}} \qquad \cdots\cdots(2)$$

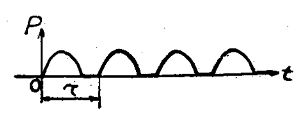
β：内部摩擦係数，g：重力加速度

すなわち I/A が大きく l が小さい桁では κ は大きい。また振動の次数 n によつて κ_n は n^4 に比例して大きくなり，強制振動の場合でも高次振動はますます減少して問題にならなくなる。以上の結果から長大橋梁を Slender に作れば当然 κ が小さくなり，共振振巾が増大することがわかる。この点は橋の剛性の問題と関連して重要な意義をもつものである。

短スパンの単純桁については以上の結果から高次振動は無視して差支えない。ゆえに強制力が正弦曲線的に作用する場合には，問題となる共振点は一つであり，高次振動を考慮しても振動周期の短かい側に高次の共振を生ずる。しかるにレール継目や，橋面の凹凸にもとづく外力は，正弦曲線的ではなく，むしろ **図—1** に示すような δ 函数の連続か，または **図—2** のような断続した正弦曲線的な外力と考えられる。このような外力は Fourier 級数に展開して解くことができるが，荷重を展開した場合項数を多くとらねばならない。ここでは Laplace 変換によつて振動振巾を求めた。なお計算にあたつては実際橋梁において測定した振動周期，減衰係数等の値を用いた。常識的にも考えられるように，このような外力に対しては，橋桁の基本振動周期の整数倍の周期力によつて，共振に似た現象が生じ，この場合の振動振巾は，桁の高次振動振巾よりはるかに大きいことを確かめた。従つてごく短スパンの橋桁に対しては，機関車の不均衡質量による加振よりむしろ，レール継目の影響が大きくなる場合が考えられる。このような現象は，周期的外力として橋桁の基本振動周期をもつた正弦変化をとる場合には全然表われない。

図—1

図—2



以上では減衰係数は各橋梁共通なものではなく式 (2) に示す値をとることがより妥当であること，ならびにこの値を用いることにより高次の共振はますます小さくなるが，実際橋梁に対しては外力は正弦的なもので近似することができない場合があり，この場合振動周期の長い側も共振することを示した。ここでは加振力は一定と考えた場合が多いが加振力についてはさらに研究の余地があり，このことは衝撃係数の決定などにあたつて重要な要素である。また以上の考察ではすべて線型振動の問題として取扱つているが，橋桁の振巾が大きい場合には，非線型の振動理論を適用することが必要であり，さらに複雑な問題となる。とくに大振巾の場合の振巾と κ の関係は，桁の破壊を論ずる上にも重要であり，目下この方面の理論的実験的研究を計画している。

本研究は昭和 28 年度文部省科学研究費による総合研究「橋梁の振動及び剛性に関する研究」の成果の一部であつて，ここに深謝の意を表する。

参 考 文 献

1) 小西一郎・山田善一：既設鋼道路橋の振動減衰について，土木学会誌第 38 巻第 10 号 pp.445～448，昭. 28.10.