

吊橋振動と走行荷重との相関性に関する研究

日本大学理工学部 正員 工修 若下 藤紀

§ 1. まえがき

構造物の長大化に伴なり、構造自体の可撓性が増大した反面、その減衰性は著しく減少して来ている。特に長大径間を有する吊橋の振動性状は、きわめて複雑な様相を呈して来ている。そこで本研究は、吊橋振動に及ぼす風についての調査をし、更に風速変動を生ずる場合の過渡的現象について調べてみた。その際、吊橋上を走行する列車の振動との相関性について、実験・解析した内容について触れてみるが、従来の軌道上における車輛運動とは、かなり異なつた振動性状を示していること等を、ここに中間報告する。

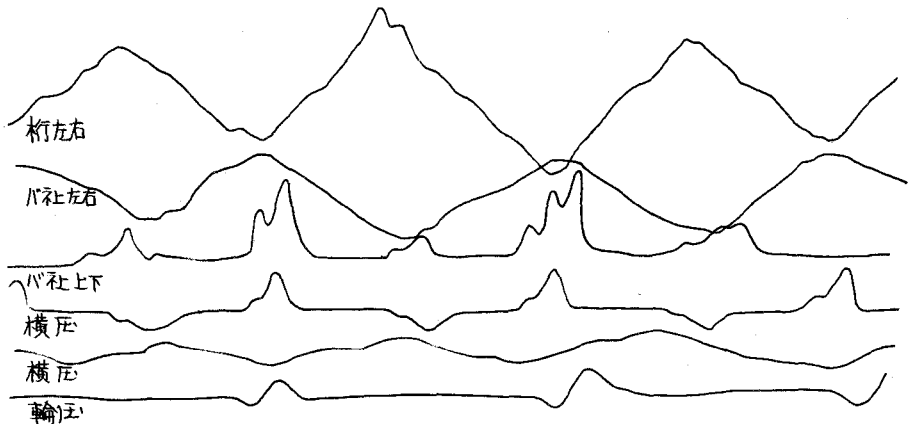
§ 2. 構造物の振動に及ぼす風の種類

特に本論で扱つてゐるような長大径間吊橋に振動を生じさせる風を分類すると、次の5種に大別されるようである。

先ず、カルマン渦の影響による Aeolian Oscillation、風の乱れに基因する Buffeting、の二種が挙げられるが、これ等による吊橋の振動は小さく、走行車輛に及ぼす影響は、きわめて微小である為、ここでは省略する。

次に揚力曲線の迎角の増加に対して負の配を有する為に生じる Galloping 現象、一定角度以上の気流は分離による Stall Flutter 現象、曲げと捩れの剛性が適当でない為に生ずる Classical Flutter 現象とは、走行車輛の振動に大きな影響を与えることが実験的に確認された。

§ 3. 吊橋軌道振動台実験結果



(四-1) 吊橋軌道振動実験波形グラフ例

上記に従って、今回ここで取り扱った Galloping, Flutter 現象における振動実験の結果から判かることは、特に、風速変動域における振動性状は、ローリング現象の基因に結びつき、列車荷重の如き超重量荷重との振動を観るには、風速の変動に共なる過渡的振動について研究する必要性が感じられる。

尚、本実験を行うに当り、外力として与えた加速度は、右図の如くゴールデンゲイト橋、及び ターガス橋の二実橋振動加速度測定値を基準として定めた。

	ゴールデンゲイト橋	ターガス橋	東大綜合実験所
水平方向	0.20g	0.17g	0.30g
鉛直方向	0.11g	0.15g	0.25g

(表-1) 振動加速度比較値

§4. 実験結果の解析と相関性

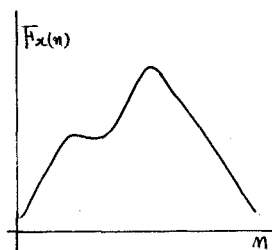
本実験結果の解析は、Davenport の理論に基づいて行なつた。よく用いられるように二実 x_1, x_2 における変動風圧の空間相関々数であるとして、 $P(t, x_1)P(t, x_2)$ を与える。構造物の振動速度 $\dot{x}$ を風の変動風速度に対して無視すると、この相関々数は次式で与えられる。

$$\overline{P(t, x_1)P(t, x_2)} = \rho^2 C^2 U^2 \int_0^\infty F_u(n) R(z, n) \cdot dn$$

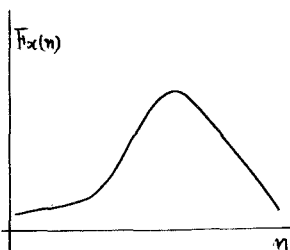
但し、 $z = |x_1 - x_2|$ ρ : 空気密度 C : 抵抗係数 U : 平均風速

$F_u(n)$: 長さ方向の変動風速のスペクトル密度

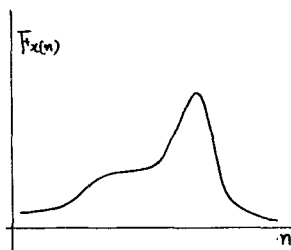
$R(z, n)$: z だけ離れた二実の変動風速度の n の周波数成分の相関々数



(図-3) 桁振動



(図-4) 車輛横振動



(図-5) 車輛縦振動

スペクトル解析結果を上記のグラフに示した。ここにおける解析は、全てパワー・スペクトルによるものである。又、吊橋振動に対して軌道上の走行車輛振動との間には、 $\pi/2 \sim \pi/4$ の位相差が生じている。

§5. 結論

今回本研究を行つたのは、特に吊橋軌道振動性状を、風速変動の過渡的段階において追求することを、その目的とした。但し、研究途中である為、最終的結論を得るまでには至っていないが、今回の研究に待つところ大であると思われる。又、実験上、吊橋軌道の剛性が異なっている関係上、おくまでも振動加速度を基準としての解析を行つたことを付記する。尚、当実験解析は、東大吊橋軌道振動実験室にて行なつた。