

— 長大吊橋との力学的相似について —

九州産業大学工学部 正 員 吉村 健

九州大学応用力学研究所 正 員 中村泰治

川田工業株式会社 正 員 梅崎秀明

九州産業大学大学院 学生員 坂田正二

① まえがき 長大吊橋の空力弾性挙動と風洞実験結果との差異を明らかにするために、約 $1/10$ 縮尺の耐風実験橋を用いた大規模の研究が行なわれた。¹⁾ この研究では、多くの貴重な資料が得られたが、部分模型が用いられたために、フラッタに及ぼす気流の乱れのスケールあるいは空間相関の影響等に関する資料は得られていない。

さて、著者らが宮崎県内の数橋の簡易吊橋(人道橋)について行なった予備調査によれば、簡易吊橋は長大吊橋と力学的に相似のようである。かつ、これら吊橋の架設地奥付近の住民から得た事情聴取により、これらは台風時に、大振幅の振動を生じることがわかった。そこで、まず、これら吊橋について力学的特性を詳細に調べ、次いで、その空力弾性挙動と風洞実験結果とを比較し、上記空間相関の影響等を調べることにした。本報告では、力学的特性について調査研究した結果を述べることにする。

② 橋床構造 橋床の断面形状と、その曲げとねじりの剛性は、フラッタ特性を支配する重要な因子であり調査項目の一つに取り上げた。五橋の調査結果と文献(2)を参考にして、橋床構造を分類したものを図-1に示す。橋床は、①溝型鋼やI型鋼の横桁、②溝型鋼、I型鋼、鉄筋コンクリート、木材あるいはこれらを組み合わせた縦桁、③桁板、鋼板あるいはグレーチングのふみ板、④地震等から成っている。一本の縦桁は長さ数メートルの部材から成るが各部材間の結合の状態は良好なものから無結合のものまで様々である。したがって、縦桁の剛性の評価はかなりむずかしい。

③ 静的載荷試験 静的載荷試験結果の一部を図-2に●印で示す。変位はマイクロメーター付オートレベルで測定された。図中実線の曲線は、線型撓度理論を用いた数値計算結果である。ただし、前記縦桁の各部材間の結合は完全であるものと仮定した。A橋(図-

2-1)とB橋(図-2-2)いずれにおいても実験値と計算値の一致は比較的良好だがA橋では計算値の方がいくぶん大きく、一方、B橋ではいくぶん小さい値を示している。A橋とB橋における各部材間の結合状態は、それぞれ良好と不完全であったことから、①縦桁の曲げ剛性の評価が妥当であっても、計算値の方がいくぶん大きめの値を示す(A橋)。②不完全結合のB橋では曲げ剛性を過大評価している。といえよう。

図-3は、弾性理論によるA橋の計算値である。実験値との間に大きい差異が認められる。結局、簡易吊橋の解析には、撓度理論を適用しなければならないことがわかった。ところで、吊橋の力学的特性を支配する重要なパラメーターとして、

$$Col = l \sqrt{\frac{H_w}{EI}}, \quad \lambda = \frac{f^2}{Hr \cdot l} \frac{EcAc}{LE}$$

がある。³⁾ こゝに、 $Hr = H_w + H_p$ 、 H_w と H_p は、それぞれ、死荷重と活荷重によるケーブルの水平張力、 EI は補剛桁の曲げ剛性、 f はサグ、 Ec と Ac は、それぞれケーブルの弾性係数と断面積、 $LE = \int \sec^2 \alpha dx$ (α はケーブルの傾斜角、積分はケーブル全長にわたる)。調査四橋の Col と λ の値を表-1に示す。一方、道路橋吊橋に対する Col とスパン長 l の関係は図-4³⁾に示すとおりであり、 λ は大小種々の規模のもので1.5~3.5である。表-1と図-4から、A、C、Dの三橋は、スパン長1000m級の長大吊橋と力学的に相似であることがわかる。図-3に示した弾性理論による計算値と実験値との不一致は、いわば当然の結果であるといえる。

④ 自由振動特性 次に、振動試験結果について述べる。大人1名の屈伸運動により加振し、共振後における減衰自由振動の記録から、鉛直曲げとねじりに関する各次の固有振動数、固有振動モードならびに対数減衰率を求めた。

表-1 に得られた結果を示す。対数減衰率が大きい
 点に、通常の鋼道路橋との差異が認められる。図-5
 の図中・印は、A橋に対する鉛直曲げとねじりの固有
 振動モードである。本橋の振動モードは、長大吊橋の
 それと良く類似しており、既述の長大吊橋との力学的
 相似性を示す一マフの資料といえる。

表-1 の表中からこの数値と、図-5 の図中実線
 の曲線は、それぞれ、A橋に対する固有振動数と固有
 振動モードの数値計算結果である。解析の基本式は撓
 度理論に基づいている。³⁾実験値との一致は比較的良好。

1) I. Okauchi et al. : Wind Engineering,
 Pergamon Press, 1980.

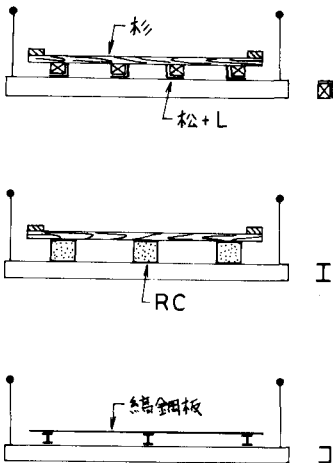


図-1. 簡易吊橋の床組構造

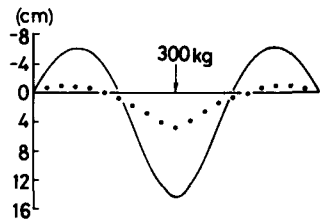


図-3. 静的載荷試験結果(・印)と
 弾性理論による計算値(実線)

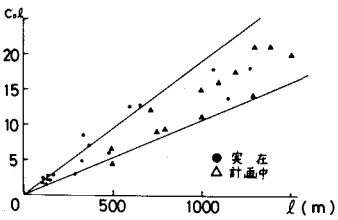


図-4. Colとスパン長の関係³⁾

5) むすび 簡易吊橋(人道橋)の力学的特性を調
 べるために、実橋における静的・動的試験を実施し、
 数値計算結果との比較検討を行なった。その結果、長
 大吊橋とよく似た力学的特性を示すことが明
 らかにされた。

謝辞：本研究を行なうにあたり、有明高等工業専門
 学校長の吉村虎蔵先生ならびに、九州産業大学工学部
 の亀井頼隆氏と土木構造成工学研究室の卒研生諸君の
 援助を受けた。ここに記して謝意を表したい。

参考文献 2)吊橋基本耐荷力計算書(市町村道2橋)宮崎県

3) 平井 敦：鋼橋(Ⅲ)，技報堂，p31

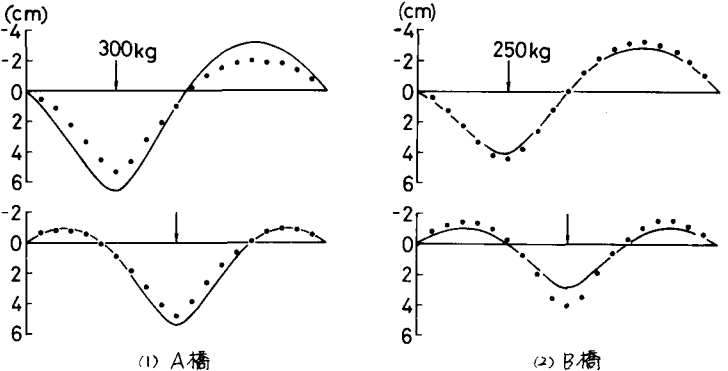


図-2. 静的載荷試験結果(・印)と線形撓度理論による計算値(実線)

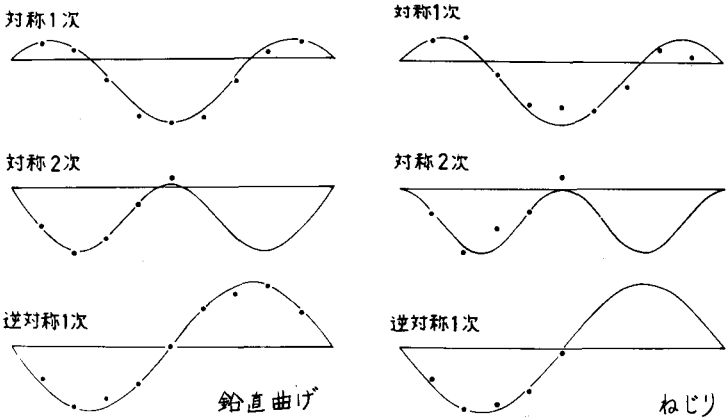


図-5. 鉛直曲げ・ねじりの固有振動モードの実験値(・印)と計算値(実線)

橋名	l(m)	f/l	C _{ol}	λ	Mode	f	λ
A	66.8	0.0629	15	2.15	B, Asym, 1st	0.614 (0.583)	0.103
					B, Sym, 1st	0.754 (0.827)	0.0673
					B, Sym, 2nd	1.06 (1.11)	0.111
					T, Asym, 1st	1.07 (0.919)	0.0842
					T, Sym, 1st	1.26 (1.26)	0.184
					T, Sym, 2nd	2.04 (1.84)	0.141
B	52.8	0.0985	13	9.32	B, Asym, 1st	0.535 (0.540)	0.138
					B, Sym, 1st	0.743 (0.823)	0.110
					T, Asym, 1st	1.04 (1.37)	0.161
					T, Sym, 1st	1.44 (1.64)	0.156
					T, Sym, 2nd	2.44 (2.64)	0.126
					B, Sym, 2nd	2.64 (2.64)	0.107
C	58.5	0.0527	23	2.92			
D	110.0	0.0885	147	2.96			

表-1.
 サグ比, Col, λ ならびに
 固有振動数と対数減衰率
 の実験値 (Bは曲げ, Tは
 ねじり, ()内の数値は計
 算値)