

熊本大学工学部	正員	吉村 健
九州大学応用力学研究所	正員	○吉村 健
熊本大学工学部	学生員	水田洋司

1. はじめに

近年橋梁はますます長大化の傾向にあるが、そのよう府中で風による橋梁全体の振動あるいは橋梁部材の局部振動が問題となっていることは周知の通りである。本邦においてトラスランガー橋の鋼管斜材が5~6%の微風で振動し、そのガセット溶接部にひび割れが生じた事故⁽¹⁾などが知られている。一オライズ20m級のいくつかのランガー橋では、起振機による鉛直振の振動時に、吊材が曲げの局部振動あるいは捻りの局部振動を生じ、風によっても同様の局部振動を生じることが知られ、またトラスランガー橋の斜材においても鉛直振時に局部振動が生じたことも知られている。このように細長い橋梁部材の局部振動はこれまで経験乏しかった問題である。ここではランガー橋で通常用いられる細長いH型吊材の風による振動を取り上げ、その風洞実験について報告する。

2. 実験装置と模型

実験は熊本大学工学部付属の風洞で行った。同風洞はGöttingen型(測定部開放型)、φ500mm、V=5~45%の小型風洞である。模型はスチール製で両端固定の全体模型のH型断面材であり、その諸元は図-1に示す通りである。同図にはこの模型の縮尺率 $n=1/13$ としたときの Proto type (想定断面部材)の諸元も示した。(相似則については文献⁽²⁾を参照した。) 模型の種類は脂板充層H型断面部材と、同模型の脂板に多数の矩形穴をみけたもの⁽³⁾の2種類であり、それぞれをそれぞれ H-0, H-open と表記する。迎角は部材両端の固定治具を回転させて種々変化させた。現象は曲げ振動をストレインゲージ——動歪測定器——電磁オシログラフで、捻り振動をコンタクトレス変位計——電磁オシログラフでそれぞれ測定記録したが、後者については文献⁽⁴⁾を参照されたい。

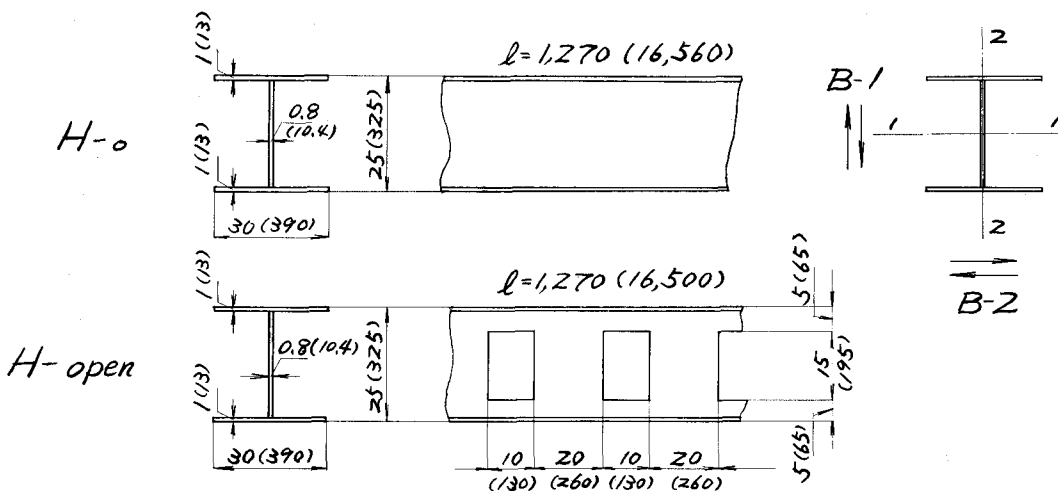


図-1 ()内は Proto type の諸元

模型の固有振動数および対数減衰率を表-1に示す。同表の B-1, B-2 はそれぞれ 1-1 軸, 2-2 軸まわりの曲げ振動を意味する (図-1)。

3. 実験結果と考察

測定は迎角 $\alpha \sim 15^\circ$ の間隔で行った。それらのうち代表的な結果を図-2~5に示す。図で \bar{V} は reduced velocity で, $B=0.03^m$ を取る。

[曲げ振動]

H-0 型の曲げ振動については図-2 にみる通りであり, B-2 振動は迎角 $0^\circ \sim 30^\circ$ のとき, $\bar{V} = 8.6 \sim 9.5$

($V = 11.9 \sim 13.1$ %) で最大振幅を示すいわゆる限定振動が起こる。この最大振幅は $\alpha = 0^\circ$ のときに最大で, 迎角を増加する毎に小さく付てゆく。また $\alpha = 30^\circ$ 以上では消滅してしまふ。また B-1 振動は迎角 $90^\circ \sim 75^\circ$ のとき, $\bar{V} = 9.5 \sim 9.6$ ($V = 15.7 \sim 15.9$ %) 付近で最大振幅を示す限定振動が起こる。この振動は $\alpha = 75^\circ$ 以下では消滅する。付き $\alpha = 0^\circ$ の最大振幅時におけるフランジ応力の最大値は 500 kg/cm^2 程度であり, これは Proto type における実応力に相当する。

他方 H-open 型は迎角 $0^\circ \sim 30^\circ$ のとき, $\bar{V} = 8.7 \sim 10.2$ ($V = 12.3 \sim 14.4$ %) で最大振幅を示す限定振動が起こるが, その振幅は H-0 型に比べて非常に小さく付ていている (図-3)。その他の迎角ではほとんど応答を示さ付けた。

[振出振動]

H-0 型の振出振動は図-4 にみる通りであり, 迎角 $0^\circ \sim 30^\circ$ のとき $\bar{V} = 8.6 \sim 10.1$ ($V = 27.1 \sim 31.7$ %) で最大振幅を示す限定振動が起こる。この振動の最大振幅は $\alpha = 0^\circ$ のときに最大で, 倍振幅 50 程度であり, 迎角を増加する毎に小さく付てゆく。また迎角 $70^\circ \sim 85^\circ$ のとき, $\bar{V} = 8.7 \sim 9.6$ ($V = 27.2 \sim 30.1$ %) で最大振幅を示す限定振動が起こり, その最大振幅は $\alpha = 75^\circ$ のときに最大で倍振幅 10 程度であった。その他の迎角ではほとんど応答を示さ付けた。

次に H-open 型については図-5 にみる通りであり, $\alpha = 30^\circ$ 付近と $\alpha = 78^\circ$ 付近で発散振動を起こした。 $\alpha = 30^\circ$ ではその振幅は $\bar{V} = 8.2$ ($V = 25.7$ %) で倍振幅 0.5 から 4.25 に急激に増加し, 以後風速を上げる毎に振幅を増し, $\bar{V} = 13.3$ ($V = 42.0$ %) で 6.94° に達した。 $\alpha = 78^\circ$ では, その振幅は $\bar{V} = 10.3$ ($V = 32.3$ %) で倍振幅 0.5 から 4.02 に急増し, $\bar{V} = 14.2$ ($V = 44.8$ %) で 9.67° に達した。

以上の曲げ振動と振出振動は, すべて図-1 に示した固有振動数で振動した。また図-2~5 に示した応答曲線は, 振幅がヒートを示すためにその最大振幅を的としてプロットした。ただし限定振動では振幅のヒークを示す風速に近づくに従ってヒートはゆるやかに付てゆく。ヒーク付近ではほとんど一定振幅を示した。また H-open 型における振出の発散振動も, 発散 (発振) 風速以上ではほとんど一定振幅で振動した。

図-2~5 において $\bar{V}_{cr} = 1/S$ (S : ストロハル数) で, H-0 型については $S = 0.120$ ($\alpha = 0^\circ$),

	固有振動数 [Hz]	対数減衰率
B-1	55.0	0.017
	56.5	0.017
B-2	46.5	0.019
	47.0	0.016
揺り	104.5	0.013
	105.0	0.017

表-1 上段: H-0, 下段: H-open

$4E \times 10^{-6}$ (Strain)

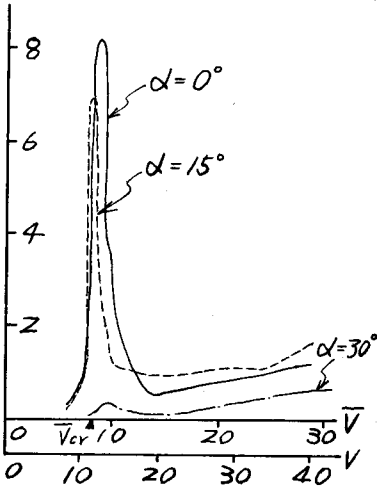
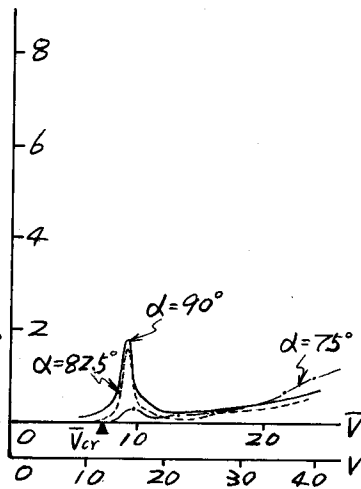


圖-2. H=0, 曲木振動

$4E \times 10^{-4}$



$4E \times 10^{-4}$

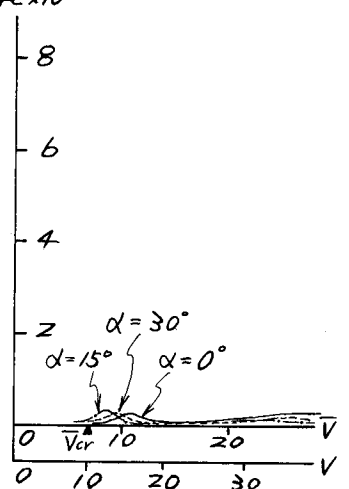


圖-3. H-open, 曲木振動

deg. (double amplitude)

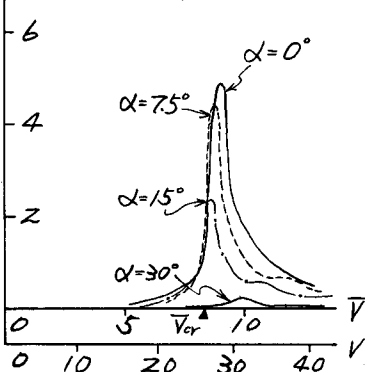
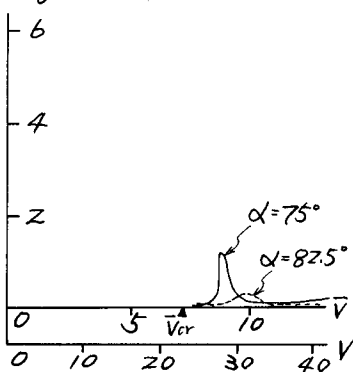
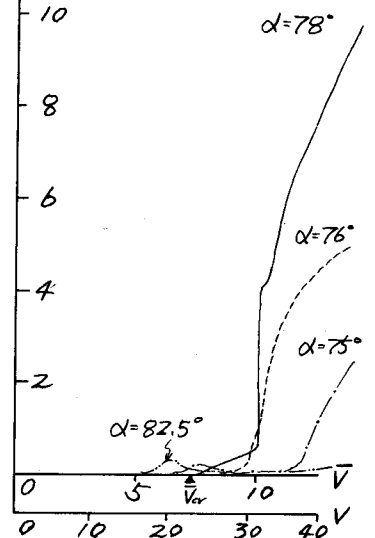


圖-4 H=0 接木振動

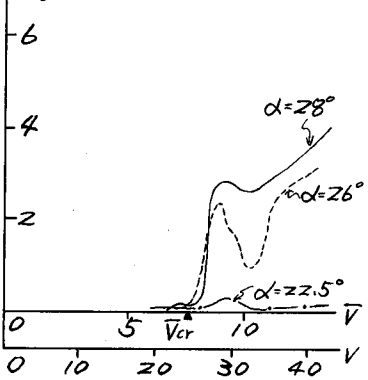
deg.



deg.



deg. (double amplitude)



deg.

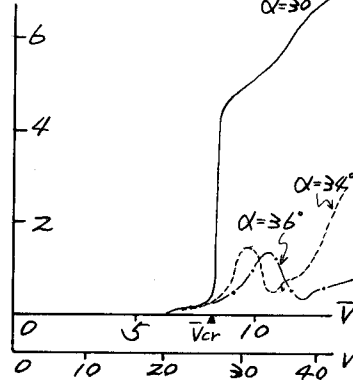


圖-5 H-open, 接木振動

$S=0.137$ ($\alpha=90^\circ$)⁽²⁾⁽³⁾と、H-open型については $S=0.146$ ($\alpha=0^\circ$)、 $S=0.137$ ($\alpha=60^\circ$)⁽³⁾と
 それを取り扱った。図にみるように限定振動の最大振幅は $\sqrt{C_r}$ 近くで起こることや、上に述べたビー
 トの状態、すなわち最大振幅を示す風速に近づくに従ってビートがゆるやかになり、最大振幅は近
 ければ一定の振幅を示すことから、この振動は渦力振動のみで起こることができよう。また静的3分間試験
 結果によると、H-open型はギャロピングを起こすことが予想されるし、振動振動の場合については、
 より高い $\sqrt{C_r}$ に対する応答が得られ、更に H-open型の振動のフラクチャーに関して不明の点が多
 いので、現在追加実験を行っている。

最後に実橋における吊材と本実験の模型とでは、次の条件が異なっていることに注意しなくてはな
 らない。すなわち、

(1)、実橋では吊材はその両端をパーチと補助桁(あるいは補助トラス)とで弾性固定されているの
 に対し、実験ではほぼ完全に固定されていること。

(2)、実橋で起振機による鉛直加振時にその吊材が局部振動を起こす場合があり、台風時にもそれと
 類似した現象、すなわち風による橋全体が鉛直振動を起こしていることが考えられること。

(3)、模型にはそのスパンの $1/3$ 程度しか風が当たっていないこと、等である。

4. おわりに

この実験に関する限りでは、脂肪充腫の細長いH型断面部材では曲げ振動、振動振動で限定振動を
 起こす傾向があり、他方同部材の脂肪に多数の矩型穴をあけると、 $\alpha=30^\circ$ 付近と $\alpha=78^\circ$ 付近で振
 動の共振振動を起こす以外はその他の限定振動はほとんど消滅することが知られた。

最後に本研究は九州大学工学部力学研究所の中村泰治教授より貴重な御助言を受けたことをしるし、
 謝意を表した。

参考文献

- (1)、田辺孝信他； 鋼管を用いた橋梁部材の風による振動とその対策①~③、
橋梁と基礎 1968. 8, 9, 11
- (2)、R.E. Whitbread) Model Simulation of Wind Effects on Structures,
Wind Effects on Buildings and Structures,
Symposium (1963), Paper 2/
- (3)、田嶋忠雄他； ランカー村におけるH型吊材の風による振動の防止、土木技術 25巻5号
- (4)、若村茂樹他； コンタクトレス音値計の二、三の応用について、
土木学会西部支部研究発表会 S.47. 2.
- (5)、中井毅他； 鋼橋 III, P.521, 技報堂 S.42