

熊本大学

正員

吉村虎哉

同

学生員

○吉村 健

同

三浦孝一

1. はじめに

近年橋梁はますます長大化の傾向にあるが、そのような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。本邦においては、トラスト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⁾などが報じられている。一方ライズ20m級のいくつかのランガー橋では、起振機による鉛直加振の振動時に、吊材が曲げの局部振動あるいは拔れの局部振動を生じ、風によっても同様の局部振動を生じることが知られ、またトラストランガー橋の斜材においても鉛直加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されなかった問題である。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

実験は熊本工学部付属の風洞でおこなわれた。同風洞はGöttingen型、 $\phi 500$, $v=5\sim 70$ %の小型風洞であり、流れ方向の乱れは1~2%程度である。模型はSteel製で両端固定の全体模型のH型部材であり、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 $n=1/30$ とときの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H型断面と、その腹板に穴をあけたものの2種類であり、それらをそれぞれH-O, H-Hole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——電磁オシログラフで、拔れ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⁽³⁾を参照されたい。模型の固有振動数および対数減衰率を表-1に示す。同図の曲げ振動の項にB-1, B-2とあるのはそれぞれ1-1軸, 2-2軸方向(図-1参照)の振動を意味する。

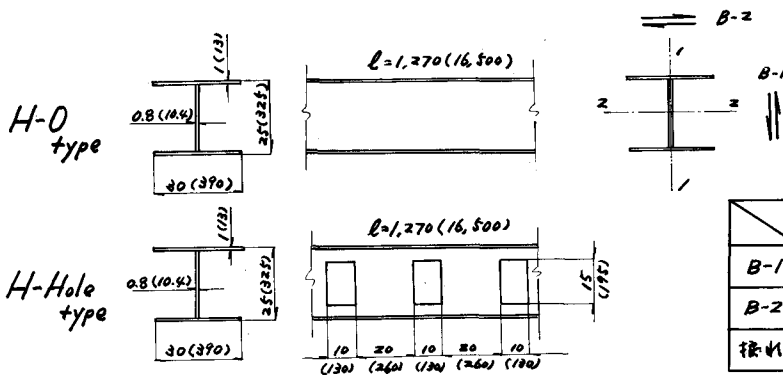


図-1 ()内は Proto type

	固有振動数 (Hz)	対数減衰率
B-1	55.0	0.017
	56.5	0.017
B-2	46.0	0.019
	47.0	0.016
拔れ	104.5	0.013
	105.0	0.017

表-1 上段 H-O type
下段 H-Hole type

3. 実験結果

種々の迎角における曲げ振動と揺れ振動のうち主要なものをそれぞれ図-2, 図-3に示す。

〔曲げ振動〕 H-O type については図-2.1にみる通りであり、B-2振動は迎角 $0^\circ \sim 15^\circ$ のとき、 $v \approx 12\%$ ($\bar{v} = 2.7$) 付近で小さいピークを示すいわゆる限定振動が起こる。この振動のピークは $\theta = 0^\circ$ のときが最大で、迎角が増加すると小さくなり、 $\theta = 30^\circ$ 以上では消滅してしまう。またB-1振動は $\theta = 90^\circ \sim 80^\circ$ のとき、 $v \approx 16\%$ ($\bar{v} = 9.5$) 付近で小さいピークを示す限定振動が起こる。この振動も $\theta = 80^\circ$ 以下では消滅する。なお $\theta = 0^\circ$ のピーク時におけるフレンジ応力の最大値は 500 kg/cm^2 程度であり、これは Proto type における実応力である。

次に H-Hole type の応答については図-2.2にみる通りであり、H-O type で起った限定振動はすべて消滅している。

〔揺れ振動〕 H-O type については図-3.1にみる通りである。 $\theta = 0^\circ \sim 15^\circ$ のとき、 $v \approx 27 \sim 28\%$ ($\bar{v} \approx 2.8$) 付近で小さいピークを示す限定振動が起こる。この振動のピークは $\theta = 0^\circ$ のとき最大で両振幅 5° 程度であり、迎角が増加すると小さくなり、 $\theta = 30^\circ \sim 70^\circ$ では消滅する。そして $\theta = 75^\circ$ 付近で再び $v \approx 27\%$ で両振幅 1° 程度の小さいピークを持つ限定振動が起こり、 $\theta = 80^\circ \sim 90^\circ$ ではこの振動は消滅する。

次に H-Hole type については図-3.2にみる通りであり、 $\theta = 0^\circ \sim 15^\circ$ のときの振動は消滅するが、 $\theta = 30^\circ$ 付近と $\theta = 80^\circ$ 付近では逆に発散振動となっている。

以上の曲げ振動と揺れ振動はすべて表-1に示した固有振動数で振動する。また図-2, 3に示した応答曲線は、振幅ビートをなすためにその最大振幅を取ってプロットした。ただし限定振動におけるピーク付近、および H-Hole type における揺れの発散振動はほぼ一定の振幅であった。

4. おわりに

この実験に関する限りでは、充腹H型断面部材では曲げ振動、揺れ振動で限定振動を起こす迎角があり、他方腹板に穴をあげると、 $\theta = 30^\circ$ 付近と $\theta = 80^\circ$ 付近で揺れの発散振動を起こす以外はこれらの振動はすべて消滅することが知られた。今後の課題としては、揺れ振動において reduced Velocity $\bar{v} = 15 \sim 30$ における応答を調べる必要があろう。またこれらの振動の発散機構についても研究を進めたい。

最後に本研究は九州大学応力研の中村泰治教授より貴重な御助言を受けたことをしりし、謝意を表したい。

参考文献

- (1) 田崎忠雄他; ランガー桁におけるH型吊材の風による振動と防止, 土木技術 25巻 5号
- (2) R.E. Whitbread; Model Simulation of Wind Effects on Structures
Wind Effects on Buildings and Structures, Symposium (1963) Paper 21
- (3) 吉村虎蔵他; コンタクトレス変位計の二, 三の応用について, 土木学会西部支部研究発表会 547.2.

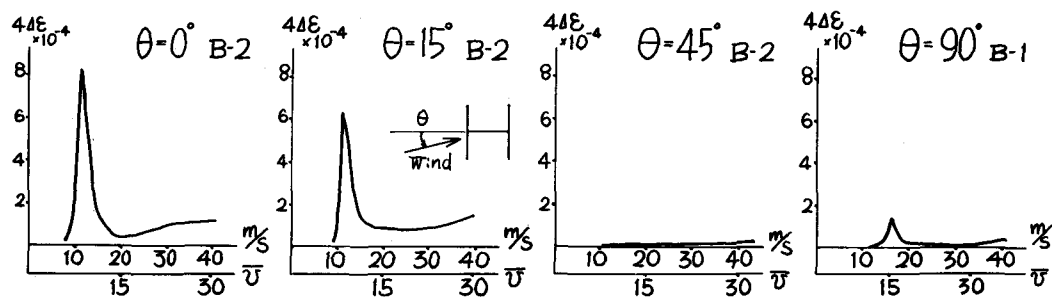


図-2.1 H-O type 曲げ振動

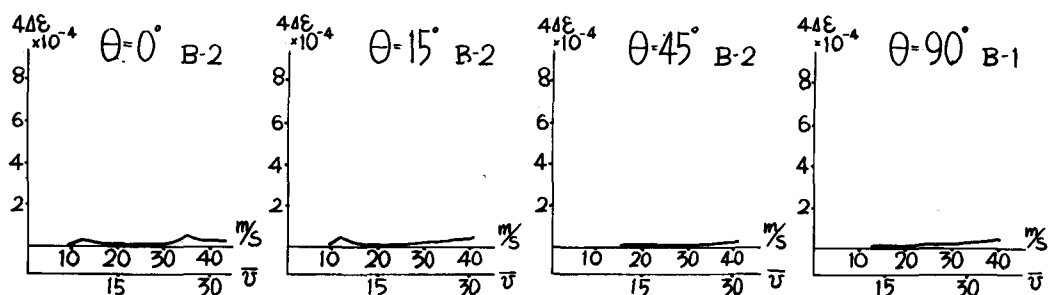


図-2.2 H-Hole type 曲げ振動

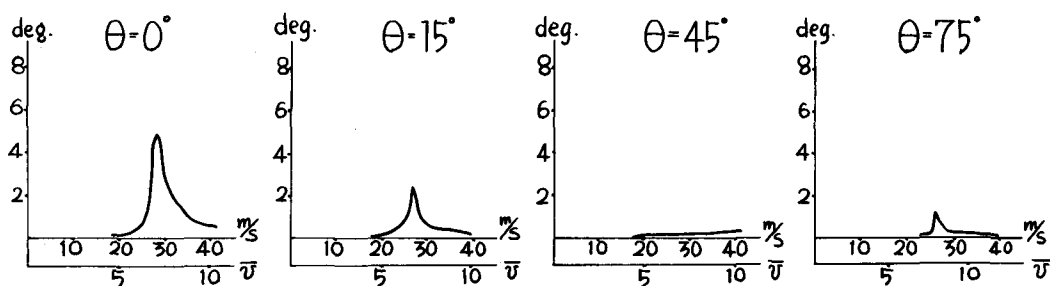


図-3.1 H-O type 捩れ振動

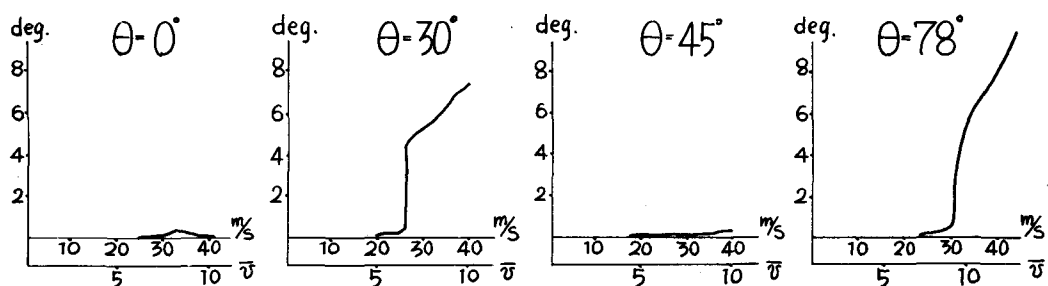


図-3.2 H-Hole type 捩れ振動