

H型断面吊枝の風による振動の観測と風洞実験

熊大 正員 吉村虎藏 大 正員 吉村 健
 学生員 水田洋司 熊大 藤田信正

はじめに

前報¹⁾では、ランガー橋の吊枝として広く用いられているH型断面吊枝(スパン幅:75m、高=1:0.83)とH型断面のウェブに穴をあけた吊枝の風による動的応答について報告した。ここでは筆者がたまたま台風時に撮影することのできた8ミリ映画よりまとめた実橋におけるH型吊枝の振動状態およびアルミ製のH型吊枝模型を用いた追加実験について述べ、所振のたわみの1~2の試みなどについて報告する。

1. H型断面吊枝の風による振動の観測

振動した吊枝の長さは22m~16.5mで、部材断面は2-PL 370×13(mm) 1-PL 300×6(mm)である。台風の中心の移動に伴って、風向きは吊枝が振動した約50分間に迎角が約70°から90°近くまで徐々に変化した。以下時間を追って風速と吊枝の振動状態を記す。(1)迎角約70°, 風速18m/s~22m/s, 吊枝の振動が小さい。(2)迎角やや増加, 風速19m/s~24m/s, 風上側の主構の吊枝1本が振動をはじめた。その後風下側主構のスパン中央の吊枝の両側2本が微動をはじめ、中央吊枝は振動しない。この時の振動は接れ振動である。(3)迎角やや増加, 風速20m/s~25m/s, 風下側主構の中央部分の吊枝2~5本の接れ振動がひどくなる。風上側吊枝2本も振動する。風下側の主構の吊枝5本だけが振動して、風上側主構の吊枝が振動しない時もある。しばらく時間経過。迎角、風速ともやや増加、最大風速26m/sのところであるうか。中央部分の7~8本の吊枝の接れ振動が最もひどくなる。接れ角の最大全振幅は約5.5°。(4)風速20m/s以下におちる。迎角約90°で曲げ振動をみる。最大全振幅約10mm。上の記述のうち、風速はアーチクラウン上の風速計の記録による。迎角の値については、風向計の記録を参考にし、橋上で頭上に揚げたタオルのなびき具合を8ミリ映画の記録より読み、その概略値を記した。

2. H型断面吊枝模型に関する追加実験

模型、実験装置等については前報¹⁾を参照された。追加実験は、模型の振動数を下げる目的でアルミ製模型を用い、質量分布は前報と同じにした。この実験では迎角が0°~20°の範囲で3次の曲げ振動を、75°~80°で接れの発散振動を見ることができた。追加実験実験に用いた模型の振動数と減衰率を表-1に示す。H型断面吊枝の振動をまとめると次のようである。

		振動数(Hz)	減衰率(D)
曲げ振動	B-1	41.7	0.034
	B-2	37.2	0.025
接れ振動		80.7	0.026

表-1. アルミ製模型の振動数と減衰率

(曲げ振動)

(1)迎角0°~20°の時 $\bar{V}=9$ 付近で鋭いピークをもつ過励振が生じる(図-1)。

(2)迎角80°~90°の時 $\bar{V}=9.5$ 付近で小さなピークをもつ過励振が生じる(前報¹⁾参照)

また図-1に記すように、迎角が0°~20°の範囲の低い風速で振動振幅が大きくなりほある。しかもこの時の振動数は190Hz(1次振動の約5.1倍)である。風洞の関係上 $V=45$ m/sまでしか実験できなかったが、 $\alpha=10^\circ$ の時 $V=45$ m/sでも振幅は増加する傾向にあり、この時の $\bar{V}=9$ ($f=180$ Hzを用いた時)である。本模型では支持条件が固定とピン支持の中間にある事等から推察して約190Hzの振動は1次の37.2Hzと対し3次振動と思われ、また1次振動のときのピークを示す $\bar{V}$ と3次振動の時の $\bar{V}$ とが共に約9であ

ることから、3次振動も曲げの渦励振であると判断される。

[振り振動]

迎角 $\alpha = 0^\circ \sim 20^\circ$ の範囲において $\bar{V} = 8.5$ 前後で振れの渦励振がおり(前報⁽¹⁾参照)。 $\alpha = 75^\circ \sim 80^\circ$ の範囲で振れフラッターが、 $\alpha = 82.5^\circ$ 、 $\bar{V} = 8.5$ で振れの渦励振が起こる(図-2)。迎角 $75^\circ \sim 80^\circ$ の狭い範囲で起こる振れフラッターはスチール製模型においても確かであることをできた。

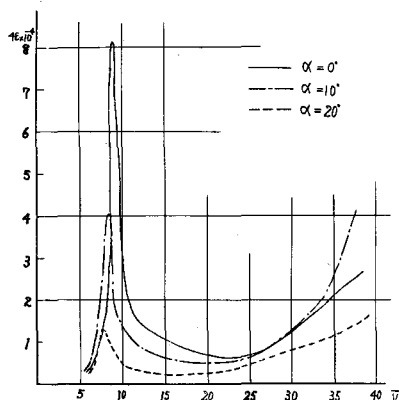


図-1. 曲げ振動

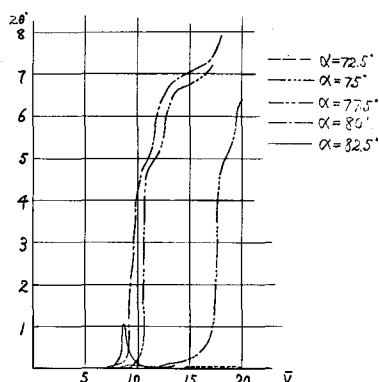


図-2. 振り振動

3. 防振の1~2の試み

アルミ製模型を用いて、2つの模型すなわちH型模型の端部を補強したもの(モデル記号H-A-S)と箱型模型(モデル記号Box)について行った実験の結果について述べる。このときの模型の振動数と減衰率を表-2に記す。

曲げ振動は2つの模型とも $\bar{V} = 9$ 付近でピークをもち渦励振があらわれ、防振効果が期待できない。曲げ振動の防止としては、前報⁽¹⁾で報告したH型断面のウェブに穴をあけてフロノパターンを変える方法があり、他にダンパー⁽²⁾を付ける方法もある。

Model	曲げ振動				振り振動	
	B-1		B-2		f(Hz)	δ
	f(Hz)	δ	f(Hz)	δ		
H-A-S	44.5	0.055	37.2	0.025	83.2	0.062
Box	44.8	0.044	48.3	0.064	400	0.067

表-2 防振模型の振動数と減衰率

振り振動はH型の場合、減衰率が0.026から0.062位まで高くなると微小な渦励振はあらわれるが振れフラッターはあらわれない。また箱型断面を用いると振り振動数を非常に高くすることができるので発振風速を高めることができ、この実験では $V = 4.5 \text{ m/s}$ では $\bar{V} = 4$ であるから振り振動が生じなかった。ゆえに箱型断面を吊橋の全長あるいは両端部に部分的に用いることは、台風時の振り振動防止に効果が期待できると考えられる。

(参考文献)

- (1) 吉村虎蔵 他: 細長いH型橋梁部材の風洞実験 第2回年次学術講演会講演概要集
- (2) H. Wilmer: Hanging chain impact damper, Proc. International Research Seminar NRC Ottawa, Canada, Sept 1967