

磯石川島播磨重工業	正 会 員	○北山暢彦 ¹⁾
京 都 大 学 工 学 部	正 会 員	松 本 勝
京 都 大 学 工 学 部	正 会 員	白 石 成 人
J R 西 日 本	正 会 員	青 木 淳 ²⁾
京 都 大 学 大 学 院	学 生 会 員	藤 井 大 三
京 都 大 学 大 学 院	学 生 会 員	大 東 義 志
1) 研究当時京都大学学生 2) 研究当時京都大学大学院生		

1.はじめに

斜張橋ケーブルの振動現象に関して、ケーブル背後に形成される軸方向流、ケーブル表面に形成される水路による断面形状変化、カルマン渦の放出やその放出の3次元性などによる影響が従来の研究^{1) 2)}により明らかになっている。本研究はこれらのことをうけて軸方向流、水路による断面形状変化とカルマン渦放出の3次元性の3つの要素を対象としたケーブル断面である楕円板付きケーブルを提案し、その制振効果について検討するものである。

2.楕円板付きケーブルの振動応答特性

本実験では発散型振動が顕著に現れる水平風向偏角 $\beta = 45^\circ$ に楕円板付きケーブルを設置し、鉛直バネ支持自由振動実験を行った。ここで楕円板付きケーブルとは、直径 5cm の円柱パイプにスチロール製の楕円板を間隔 5cm, 10cm, 20cm, 40cm に変化させ接着剤で付着させたものであり、楕円板の大きさは内径が長径 $5\sqrt{2}$ cm, 短径 5cm, 外径が長径 $7\sqrt{2}$ cm, 短径 7cm である。Fig.1 は円断面ケーブルと楕円板間隔を変化させたときの楕円板付きケーブルの V-A 図を示したものである。これを見ると、円断面ケーブルが $V/ID=40$ 付近で振動が大きくなり出して不安定性を示し、 $V/ID=50$ から発散型振動が起こっているのに対して、楕円板間隔が 5cm, 10cm の時にはほとんど振動は起こらず、不安定性は見受けられない。楕円板間隔が 20cm の時には、 $V/ID=70$ 以上のところでやや振動が起こり、若干の不安定性がうかがえる。楕円板間隔が 40cm の時には $V/ID=40$ 付近から振動が起こり始めるのは同じだが、そこからパフティング的振動が大きくなるものの発散型振動は生じない。このことから、楕円板間隔を密にするほどギャロッピング型の振動は起こりにくくなり、その原因は主として軸方向流が弱められることと、流れが楕円板により 2 次元的になることによるものと考えられる。またカルマン渦励振についてみると楕円板間隔が 40cm の時には円断面ケーブルとほぼ同じ振動振幅を示しており、楕円板間隔が 5cm, 20cm の順番で振動振幅が小さくなり、楕円板間隔が 10cm の時は生じない。一方楕円板を小さくしたときにはすべての間隔において $1/S_1$ で応答が生ずるが、この間隔 10cm での特異な現象についての詳細

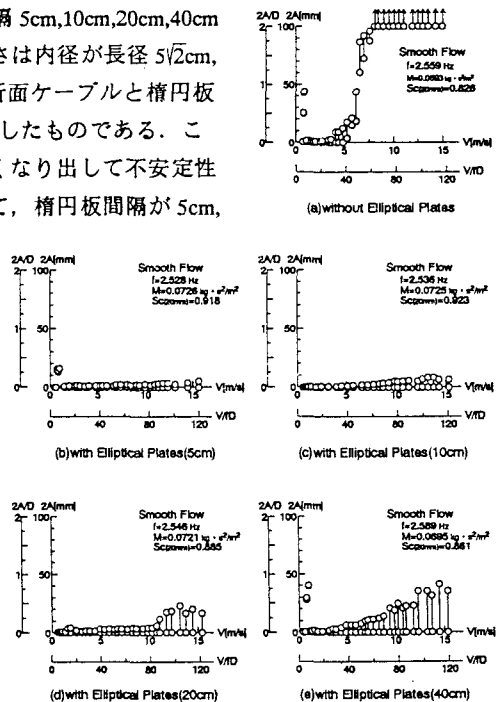


Fig.1 Velocity-Amplitude Diagram
 $\alpha = 0^\circ, \beta = 45^\circ, \gamma = 0^\circ$ with Rolling

Nobuhiko KITAYAMA, Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAIISHI, Jun AOKI, Daizo FUJII, Yoshiyuki DAITO

は今後の課題としたい。

3. 楕円板付きケーブルの非定常圧力特性

本節では、前節にひき続いて楕円板付きケーブルの制振効果について表面圧力特性から検討を加える。模型姿勢は前節と同様に水平風向偏角 $\beta = 45^\circ$ とし、加振振幅 3cm、加振振動数 1Hz、風速 4m/sec で、 $V/D=80$ として Heaving Mode で強制加振を行った。また楕円板間隔は 5cm のみで実験を行い、模型中央を境に 45cm の間だけに楕円板を付着させた。Fig.2 は円断面ケーブルについて同様の加振条件で実験を行ったときのケーブル中央における平均圧力係数 $\bar{C}_p$ 、変動圧力係数 $\tilde{C}_p$ 、位相差 ϕ と仕事 W_r のそれぞれの断面周りの分布を楕円板付きケーブルのそれと比較したものである。変動圧力の波形が $\theta = 55^\circ$ 付近から後方では乱れており、非定常性の強い領域となっているのでその振幅や変動についてのデータはやや不安定となる要素はあるものの、この図から言えることは、ケーブル上面付近で変動圧力係数が円断面ケーブルよりも楕円板付きケーブルの方が小さくなっており、それに起因してケーブルを揺らす方に働く仕事が楕円板ケーブルの方で小さくなっている。($\theta = 80^\circ$ 付近で飛び出た点があるが、これは上記のデータの不安定性に起因するものと考えられる。) これらより圧力面からも楕円板付きケーブルの制振効果が確かめられた。

4. 楕円板を小さくすることによる制振効果

本節では楕円板を小さくしたときの制振効果について、

V-A 特性から検討を加える。ここで楕円板の大きさは内径と外径の幅を 7mm とした。Fig.3 は、この時に楕円板間隔を 5cm, 10cm, 20cm, 40cm に変えた時の V-A 図を示す。楕円板間隔が 5cm, 10cm, 20cm の時は楕円板が小さい方が少し Sc 数が小さいことを考慮すればほぼ同様の特性を示している。しかし楕円板間隔が 40cm の時は、楕円板が小さい方は $V/D=40$ 付近から振幅が大きくなりだし不安定性が発生し、 $V/D=50$ 付近から発散型振動が起こるといふ円断面ケーブルと同様の特性を示している。このことから、楕円板を小さくしても楕円板間隔が適当であれば発散型振動を起こさせる軸方向流を抑制できることが分かった。

5. 結論

◎楕円板を付けることによりケーブル振動が抑えられることが V-A 特性及び圧力面から確認された。またその理由として軸方向流が遮られているものと考えられる。

◎楕円板を小さくしてもその間隔が適当であれば十分な制振効果を持つ。

参考文献

- 1) M. Matsumoto, C. Knisely, N. Shiraishi, M. Kitazawa, T. Saitoh, "Inclined-Cable Aerodynamics, Structural Design Analysis And Testing Proc.", Structures Congress, 1989, ASCE/San Francisco.
- 2) 松本 勝, 青木 淳, 山岸 稔, 藤井大三, 白土博通, "斜張橋ケーブルの空力振動現象に関する研究", 第 13 回風工学シンポジウム論文集, 1994 年.

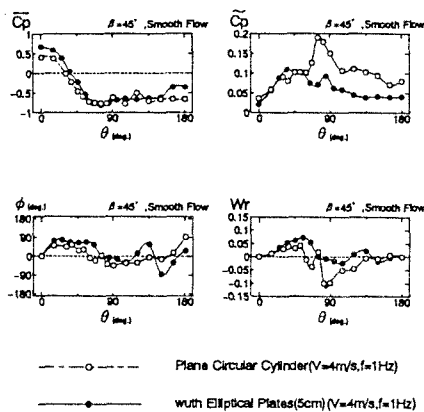


Fig.2 Characteristics of Pressure Distribution synchronized with Forced Vibration

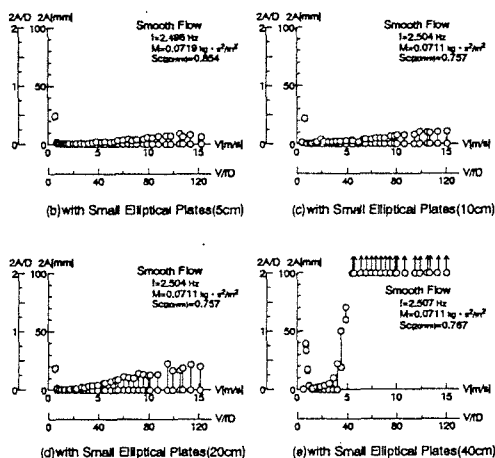


Fig.3 Velocity-Amplitude Diagram
 $\alpha = 0^\circ, \beta = 45^\circ, \gamma = 0^\circ$ with Rolling