

三菱重工業(株) 正員 斎藤 通
三菱重工業(株) 正員 春日井 壽
三菱重工業(株) 片山 信吉

1. まえがき

風軸方向に平行に2本並んだ斜張橋ケーブルに風が吹いた時、後流側ケーブルは、風と直角方向に振動する可能性があることを昨年度報告した。本報は、昨年度にひきつづき上記の平行ケーブルの振動を対象として、その原因を明らかにするため実施した2,3の風洞実験の結果について報告するものである。

2. 風洞試験内容

昨年度バネ支持試験に使用した模型を用い、表1.に示すケースについて、後流側ケーブルに作用する静的揚力並びに静的抗力を測定した。(図1.参照)

3. 風洞試験結果及び考察

試験結果を図2～図4に示す。
図2～図4よりわかるように、 C_L 及び C_D は Re 数により異なるようである。これは、一般に表面粗さのある円形断面の場合には、空気が Re 数の $10^4 \sim 10^5$ で急変する

表1. 試験条件

No.	模 型		中心間隔
	直径	接合部の有無	
1	100mmφ	無し	4D
2	100mmφ	有り	4D
3	100mmφ	有り	5D

(注) D: 直径

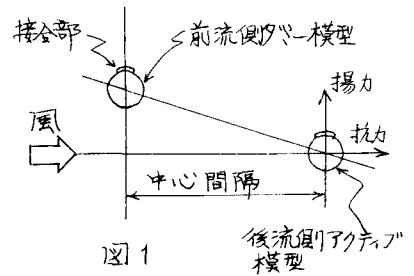
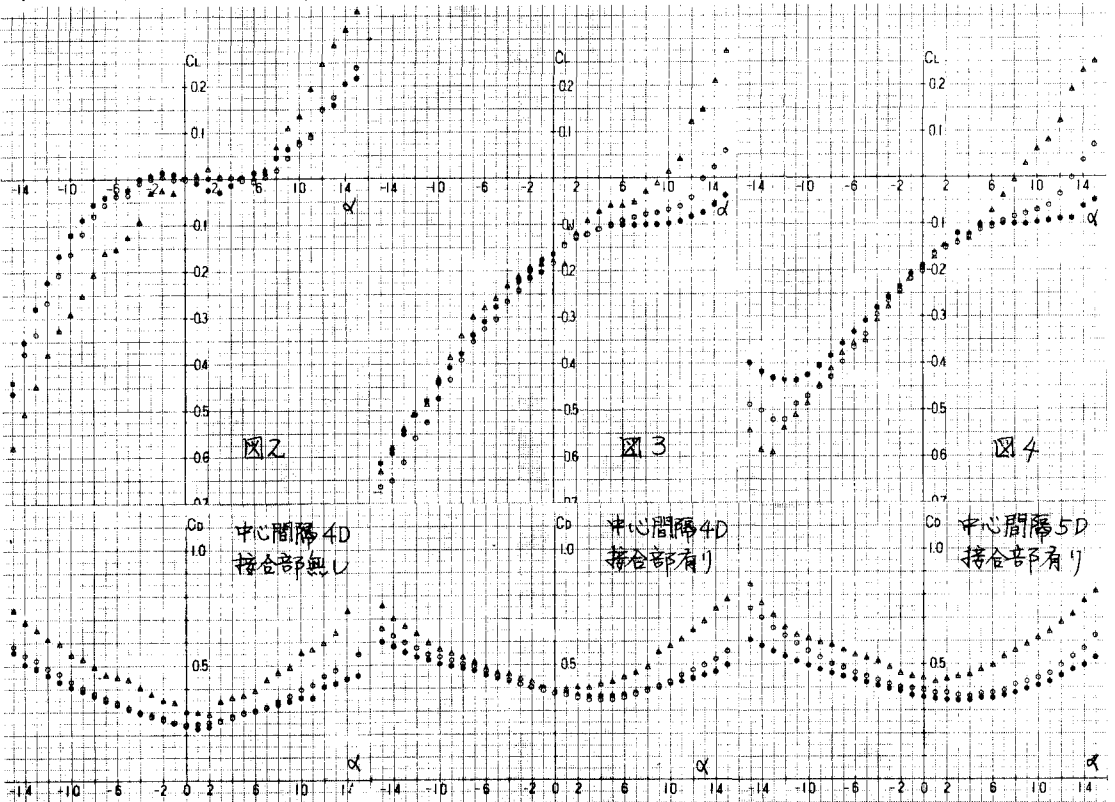


図1



といわれており、ケーブル（ラッピング材）表面にも粗さがあることから、今回の試験がちょうど前記の Re 数領域に入っているためと思われる。

次に過去に送電ケーブルを対象に行なわれた平行ケーブル（円形断面）の風洞試験結果⁽²⁾（中心間隔 $10D \sim 20D$ ）に、今回の試験結果（中心間隔 $4D$ ，接合部無し）を重ねて図5.に示す。図5.よりわかるように、接合部が無い場合、中心間隔が $10D \sim 20D$ の範囲では迎え角 $\alpha = 0^\circ$ 付近で揚力係数勾配は正であるのに対し、中心間隔が $4D$ になると迎え角 $\alpha = 0^\circ$ 付近の揚力係数勾配は0ないし負になることがあり、たわみ1自由度の Galloping 振動発生の可能性を示している。一方接合部がある場合、図3と図4を比

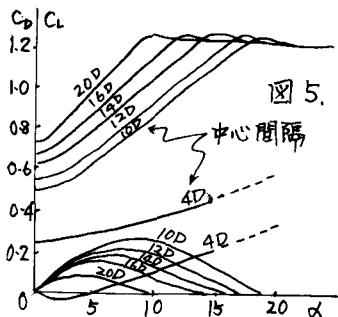


図5.

較してわかるように、中心間隔が $4D$ と $5D$ とではさほど変化はなく、揚力係数の迎え角が大なる時若干異なる程度である。又、接合部の有無の影響については、図2と図3.4を比較してわかるように、空気力特性は大幅に変わるようである。特に C_L は、接合部が無い場合、迎え角が 0° 付近で0ないし負勾配を示していたのに対し、接合部があると、迎え角 0° 付近では正勾配となり安定となる。これは前回のバネ支持テスト結果と定性的に一致する。ただし、接合部がある場合でも、迎え角、中心間隔、及び Re 数によっては揚力係数勾配が0又は負になる場合がある。従って実際のケーブルを考えると、斜張橋のケーブルは水平ではなく斜めに張られるため、水平な風でも風向によっては結果的にケーブル断面に対して迎え角が大なる風が作用することとなり、後流側ケーブルが振動することも考えられる。

次に、図6～図8は下式により振動方向の揚力係数 C_F を求めた結果である。

$$C_F = -(C_L + C_D \tan \alpha) \sec \alpha$$

式(1)

Den-Hartog によれば、上式において $dC_F/d\alpha > 0$ の時、Galloping 振動が発生し、 $dC_F/d\alpha \leq 0$ の時安定となる。図6よりわかるように、中心間隔が $4D$ で接合部が無い場合は、 $\alpha = 0^\circ$ 付近で Galloping 振動が発生することを示しており、接合部がある場合には、図7.8よりわかるように振動は発生しないことを示している。〔尚図6において、 $dC_F/d\alpha$ は最大で約0.57であり、本値をもって $\delta = 0.0014$ のバネ支持テストの発振風速を推定すると約 6 m/s で、バネ支持テスト結果（発振風速約 4 m/s ）とオーダ的には一致する。〕以上の結果は接合部がない場合については前回のバネ支持テスト結果を定性的に説明づけられるものの、接合部がある場合については前回のバネ支持テストにて発生した振動（中心間隔 $5D$ ， $\alpha = -2^\circ$ ）を説明できない。従って今後は、

擬定常空気力理論の本振動への適用性を検討するとともに

に後流側ケーブルに作用する変動圧力を計測し、接合部があるケーブルに発生した振動原因を調べ、実際のケーブルでの振動発生の可能性の有無、更には、振動の発生しないケーブルの円配置等の検討を進める予定である。

〔参考文献〕(1) 斎藤 通也、斜張橋ケーブルの耐風安定性について、S52年度土木学会全国大会、講演概要集、(2) Alan Simpson, On the Flutter of a Smooth Circular Cylinder in a wake, The Aeronautical Quarterly, Feb. 1971.

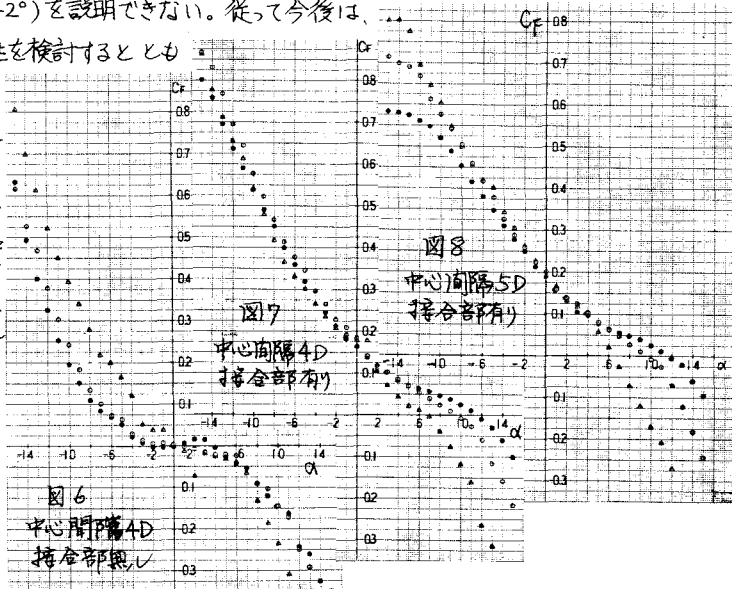


図6

中心間隔4D
接合部無し