

立命館大学理工学部 学生員○亀村貴史

立命館大学理工学部 正員 小林紘士

神鋼鋼線工業 正員 南 良久

神鋼鋼線工業 正員 三木雅之

1. まえがき 本研究では、レイン・イン・プレシジョンの制振対策として、ケーブルの表面形状を変化させてケーブル周りの流れを制御し、加振力そのものを低減させる空気力学的制振対策を試みた。現在、この対策で唯一採用されている東神戸大橋¹⁾の平行突起ケーブルはレイン・イン・プレシジョンに有効である。長径間の斜張橋ではケーブルに作用する静的風荷重も設計上の重要な因子となる。故に、斜張橋のケーブルは動的特性のほかに静的特性も優れていることが望ましい。静的特性についてはケーブルの設計上で最も影響のある抗力に着目して実験を行った。動的特性については円形ケーブルより静的特性の優れた表面加工ケーブルを用いて実験を行った。

2. ケーブルの加工 空気力学的制振対策として用いた表面加工ケーブルはTable1に示す正6, 12, 24角の平行ケーブルと、それを1m当たり90°ねじったケーブル及びゴンドラケーブルのように表面を凹型(円形)の深さの違う2種類(1mm, 3mm)のディンプルで加工したケーブルである。また、実験で用いたケーブルは材質の水濡れ性による動的応答現象の相違²⁾の影響を考慮して実橋で用いられているケーブルと同じ材質であるポリエチレンケーブルとした。

3. 実験方法 ハネ支持実験の支持系をFig. 1, 模型の構造諸元をTable2に示す。ケーブル模型が風洞壁を貫通する部分は振動の妨げにならない為と、ケーブル背後に沿う軸方向流を安定化させるために窓を設けた。降水量は応答に影響を与えることを考慮して3段階に流量を変化させた。降雨方法はケーブル全体に一樣に放水されるようにスプレッザを1つだけ用いた。Fig. 2に示すケーブル姿勢については、実橋で大半が気流方向に下り勾配(正姿勢)を持つケーブルで振動が発現していることと、樋上²⁾の実験で気流方向に上り勾配(逆姿勢)を持つケーブルでは上面側の水路が形成されなかったことから、本実験では正姿勢とした。風向偏角 α 、立ち上がり角 β は危険であると推測される条件で行った。

Table1 Surface appearances of cable models

Model No.	cable models	
C		circle
P6		regular polygon (hexagon)
P12		regular polygon (dodecagon)
P24		regular polygon (tri-octagon)
TP6		twisted regular polygon (hexagon)
TP12		twisted regular polygon (dodecagon)
TP24		twisted regular polygon (tri-octagon)
D24B1		dimpled surface d=10mm b=3mm phi=15°
D24B3		dimpled surface d=10mm b=3mm phi=15°
 twist angle $\theta/L=90 \text{ deg./m}$ (a) twisted cylinder		
 (b) dimpled surface		

Table2 Dynamic characteristics of cable model

Model No.	Yawing angle α (deg.)	Attack angle β (deg.)	Water supply (l/min)	Weight (kgf/m)	Natural frequency (Hz)	Logarithmic decrement	Scruton number
C	48.3	27.0	0.1, 6.3, 6	16.3	1.05	0.00189	2.51
P24	45.0	29.3	0.1, 3.6	16.8	1.06	0.00205	2.81
TP12	45.1	29.7	0.1, 3.6	16.2	1.28	0.00162	2.14
TP24	45.1	29.7	0.1, 3.6	16.7	1.25	0.00180	2.45
D24B1	48.3	27.0	0.1, 6.3, 6	15.9	1.06	0.00199	2.58
D24B3	48.3	27.0	0.1, 6.3, 6	15.4	1.07	0.00194	2.44

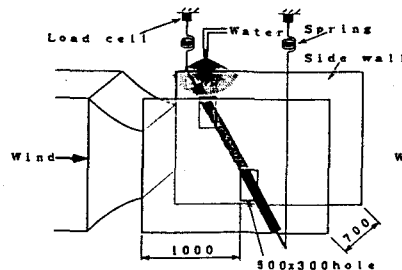


Fig.1 Supporting system for heaving test of cable model

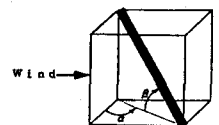


Fig.2 Attitude of cable model

4. 実験結果

a. 静的特性 Fig. 3に示すように正多角形断面を持つケーブルでは断面の角数が増えるにつれて C_D 値は低下し、P24, TP24は高い Re 数で顕著な抗力係数の低下がみられた。また、TP12は高い Re 数で $C_D=1$ 前後と推測される。一方、ディンプル加工したケーブルは $CD<1$ となる傾向を示した。

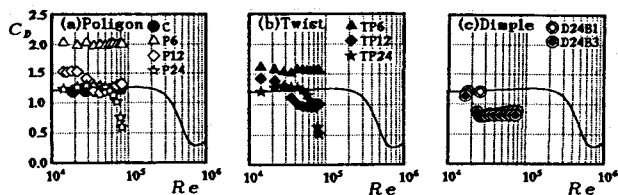


Fig. 3 Drag force coefficient

b. 動的特性

①風速-振幅図 Fig. 4に示すように正多角形ケーブルはいずれも無雨時に振動が発現した。また、P24とTP24と比較すると、無雨時にはねじることによって安定化しているが、降雨時に降水量が多くなるとTP24は振動発現がある。これは、P24の上面水路が各面の後流側の数本のエッジを伝わって流れたのに対して、TP24では降水量が多い場合に上面水路が一本化したことが要因の一つであると言える。一方、ディンプル加工ケーブルは降水量によらず安定化した。

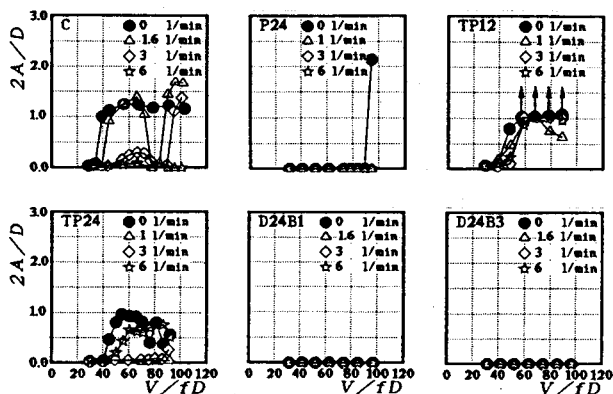


Fig. 4 Dynamic response

②風速-減衰図 Fig. 5に示すようにD24B1では振動振幅 $2A/D=0.5$ における空力減衰は降水量によらず0.02より大きく、極めて大きな減衰力を示した。

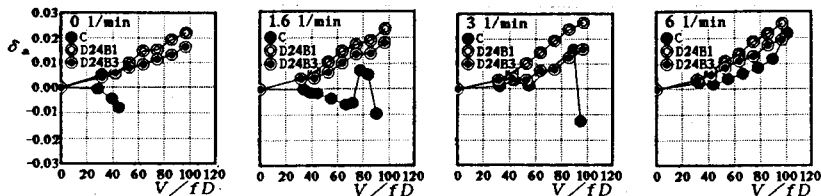


Fig. 5 Aerodynamic damping

5. まとめ

以上により、正多角形ケーブルは静的特性では良い特性を示したものがあつたが、無雨時の振動発現があつた。一方、ディンプル加工ケーブルは静的特性、動的特性とも満足な結果となつた。今後は、ディンプル加工ケーブルを用いて、レイバ・ブレイションの制振メカニズム、高風速での動的特性などを課題として検討していく。

参考文献 1)松本ら, "東神戸大橋の耐風設計", 橋梁と基礎, pp. 35-43, 1991. 5

2)樋上, "斜張橋ケーブルのRain Vibration", 日本風工学会誌第27号, pp. 17-28, 1986. 3