

I-A 245 並列ケーブルのウェイクギャロッピング特性に及ぼす降雨の影響について

川田工業 正会員 畠中 真一 川田工業 正会員 米田 昌弘
 川田工業 正会員 宮地 真一 川田工業 正会員 枝元 勝哉
 川田工業 正会員 瀬戸内秀規

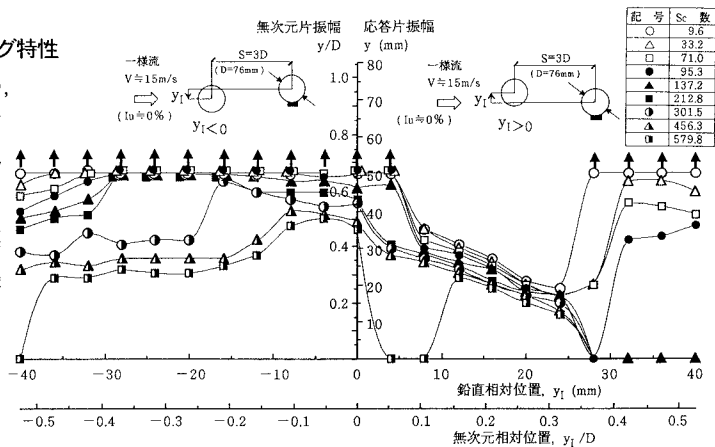
1. まえがき 近年、並列ケーブル方式を採用した斜張橋を設計・施工するにあたっては、ウェイクギャロッピングの制振対策が重要な検討課題となっている。ところで、降雨時にはケーブル表面に形成されたりプレート(水みち)の影響で、並列ケーブルのウェイクギャロッピング特性も変化すると予想されるが、著者らの知る限り、ウェイクギャロッピング特性に及ぼす降雨の影響については今までのところ十分な検討は実施されていない。そこで、本研究では、部分模型風洞試験を実施して、並列ケーブルのウェイクギャロッピング特性に及ぼす降雨(人工リプレート)の影響を検討したので、ここにその結果を報告する。

2. 風洞実験の概要 本実験では、川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチングン型風洞(閉鎖型測定洞：幅2.0m×高2.5m×全長15.0m)を使用した。実験模型は、直径が $D=76\text{mm}$ なる円形断面のノーマルケーブル模型 η であり、人工リプレート(幅が15mm、厚さが1.2mm)はビニルテープで作製して下流側ケーブルの下方側のみに貼付するものとした。実験では、上・下流側ケーブル(上流側ケーブルは風洞内の2次端板に固定、下流側ケーブルは振動数が $f=1.345\text{Hz}$ となるように鉛直1自由度系にばね支持)を、中心間隔が $S=3D$ (水平距離)となるように並列配置し、鉛直相対位置 y_1 とケーブル径の比が $-0.53 \leq y_1/D \leq +0.53$ ($-40\text{mm} \leq D \leq +40\text{mm}$)なる範囲についてウェイクギャロッピング特性に及ぼす人工リプレートの影響を把握するものとした。

3. 実験結果と考察

(1) 一様流中でのウェイクギャロッピング特性

風洞風速 V が $V=15\text{m/s}$ なる場合の、鉛直相対位置 y_1 と応答片振幅 y の関係(人工リプレートは下流側ケーブルの $\theta=0^\circ$ なる位置に貼付)を図-1に示す。ここでは、計測する最大片振幅を50mmに制限し、50mm以上の振動については図中において矢印($\uparrow$)を記することとした。図-1から $V=15\text{m/s}$ なる一様流中では、鉛直相対位置が $y_1>0$ (正の迎角状態)と $y_1<0$ (負の迎角状態)なる両方で、ウェイクギャロッピングの応答特性に明確な差異が生じており、 $y_1<0$ なる場合の方が $y_1>0$ なる場合よりも応答振幅が大きく、かつ励振力が強いと言える。次に、人工リプレートを設置した $y_1=\pm 0.37D$ (文献1)に示したように、人工リプレートのない一様流中で非常に強い励振力を呈した鉛直相対位置)なる場合の応答振幅に着目し、人工リプレートがない場合(降雨をともしない場合)の実験結果と比較することとした。その結果を図-2に示す。図-2からわかるように、人工リプレートを設置した $y_1=-0.37D$ なる場合のウェイクギャロッピング(図中の Δ 記号)は $Sc \leq 210$ 程度のスクルートン数範囲において人工リプレートを設置しない場合(図中の $\circ$ 記号)よりも大きな振幅を呈し、人工リプレートはウェイクギャロッピングの励振力を増加させる役割を果たしていることがわかる。これに対し人工リプレートを配置した $y_1=+0.37D$ なる場合のウェイクギャロッピングの応答(図中の $\blacktriangle$ 記号)は、人工リプレートのない場合と比較して明らかに小さく、励振力が低下する結果となっ

図-1 応答振幅と鉛直相対位置との関係(一様流, $S=3D$, $V \approx 15\text{m/s}$)

ている。すなわち、下流側ケーブルの下方 $\theta=0^\circ$ に人工リブレットを設置した場合、ウェイクギャロッピングの応答は、人工リブレットのない場合と比較して $y_l < 0$ では増加するのに対し、 $y_l > 0$ では低減すると言える。

(2) 格子乱流中のウェイクギャロッピング特性

以上は一様流中での実験結果であるが、主流方向の乱れ強さ I_u が $I_u=5\sim 7\%$ なる格子乱流中でもばね支持実験を実施し、乱れた気流中でのウェイクギャロッピング特性に及ぼす人工リブレットの影響を把握することとした。図-3は鉛直相対位置が $y_l=\pm 0.37D$ なる場合について人工リブレットがある場合とない場合の応答を比較したものである。図-3から、格子乱流中においても、下流側ケーブルの $\theta=0^\circ$ なる位置に人工リブレットを設置した場合には $y_l < 0$ なる場合の方が $y_l > 0$ なる場合より応答振幅が大きくなっているものの、いずれの場合の応答も人工リブレットがない場合より小さい。そこで補足的に、下流側ケーブルの $\theta=15^\circ$ なる位置に人工リブレットを設置した場合についても $y_l=+0.37D$ なる状態で同様の実験を実施し、人工リブレットのない場合と比較することとした。その結果を図-4に示す。図-4からわかるように、 $\theta=15^\circ$ なる位置に人工リブレットを設置した場合の格子乱流中におけるウェイクギャロッピングの応答は、人工リブレットがない場合に比べて明らかに増加する結果となっている。なお、この設置状態は、図-5に示すように鉛直相対変位を $y_l=-0.37D$ とし、下流側ケーブルの $\theta=165^\circ$ なる位置に人工リブレットを設置した場合と同等となる。すなわち、単独ケーブルに対する過去の観測結果によれば、頻度はさほど多くないものの、 $\theta=165^\circ$ なる位置にリブレットが形成されることは充分あり得ると考えられる。

4. まとめ 以上より、ウェイクギャロッピング特性に及ぼす降雨(人工リブレット)の影響を概ね把握できたと考えられる。ただし、乱流中のウェイクギャロッピングについては乱れのスケール効果なども含めなお不明な点も多く、実橋ケーブルと風洞実験との挙動の対比について、今後とも継続的な研究が必要であると思われる。

【参考文献】1)米田 他、ノーマルならびにディンプル付きの並列ケーブルに斜風が作用した場合のウェイクギャロッピング特性について、土木学会論文集, No.534/VI-30, pp97-108, 1996年3月。

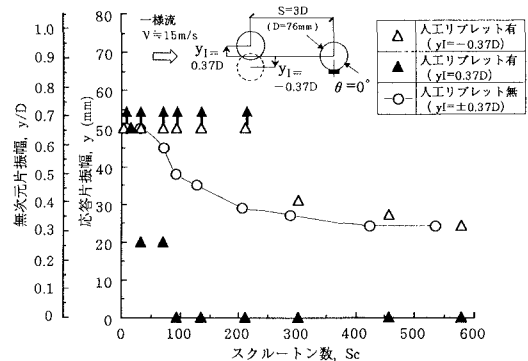


図-2 応答振幅とスクリーン数との関係
(一様流, $V \approx 15 \text{ m/s}$, 人工リブレット位置 $\theta = 0^\circ$)

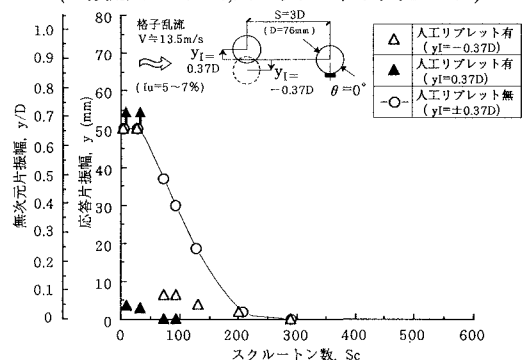


図-3 応答振幅とスクリーン数との関係
(格子乱流, $V \approx 13.5 \text{ m/s}$, 人工リブレット位置 $\theta = 0^\circ$)

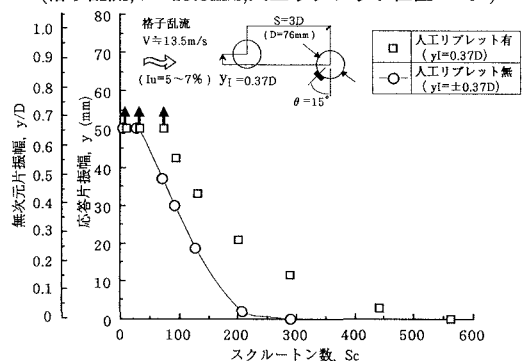


図-4 応答振幅とスクリーン数との関係
(格子乱流, $V \approx 13.5 \text{ m/s}$, 人工リブレット位置 $\theta = 15^\circ$)

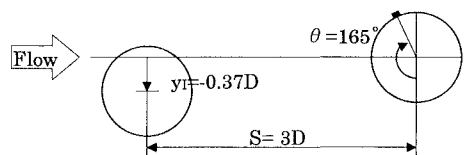


図-5 等価リブレット配置