

## 橋梁断面の風琴振動現象に関する実験的考察

|         |    |    |       |
|---------|----|----|-------|
| 京都大学工学部 | 正員 | 工博 | 白石成人  |
| 京都大学工学部 | 正員 | 工博 | 松本 勝  |
| 建設省     | 正員 | 工修 | ○小前 繁 |
| 間 組     | 正員 |    | 松本茂生  |

## § 1 はじめに

斜張橋はその有利な経済性により近年とみに建設される傾向にあるが、その多くは逆台形、長方形等の充腹桁により補剛されているために、吊橋にくらべてその支間の短かさにもかわらず風琴振動、ねじれフラッター等耐風性について検討すべき点が多い。一般に充腹桁においては、たわみ振動数がねじれ振動数にくらべてかなり低いために実橋における風による振動としては、風琴振動が特に重要となる。本研究においては、橋梁断面断面まわりの流れを水路および水槽を用いて観察することにより風琴振動発生メカニズムをさぐるとともに、あわせて風洞実験結果と比較し、検討を加えてみた。

## § 2 Flow Visualization

水路上流に一樣に散布されたおがくずが物体を過ぎる場所をシャッター速度のおおし 35 mm カメラで撮影し、被写体がぶれることを利用して物体まわりの流れを観察した。

用いた模型の諸元は図-1 に示されるようである。流水のレイノルド数は、代表長を桁高にとると約  $2.7 \times 10^3$  となる。写真結果の一例を図-2 に示す。この図からもあきかなように渦は後流のみならず模型側面にも生じている。この傾向は迎え角が正および負に変化するにしたがって増し、特に迎え角を正にした場合に upper deck に生じる渦は非常に大きなものとなっている。

またアルミニウム微粉末が混入された水槽において、模型を等速度で動かし物体背後の流れを観察した。その結果の一例を図-3 に示す。この図からも明らかなように渦は upper deck にも大きく生じ、また後流渦は上下交互にほぼ周期的に発生していることがわかる。なお流水のレイノルド数は約  $6 \times 10^2$  であった。一方、一定区間 (2 m) を過ぎる間に発生する渦個数を調べることによりストローハル数  $S = \nu D / V$  ( $\nu$ : 渦の発生振動数,  $D$ : 橋梁桁高,  $V$ : 流速) を求めた。一般に、各模型共通して迎え角をもてばストローハル数が大きくなる傾向が得られた。

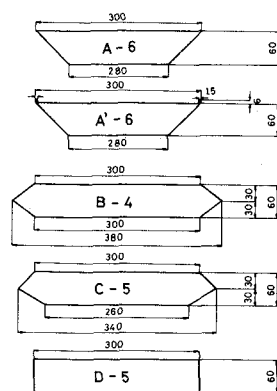


図-1

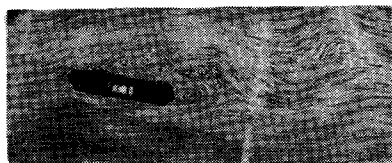


図-2

C-5

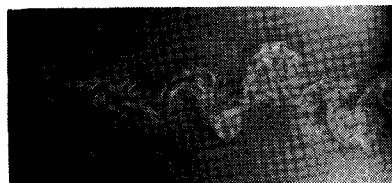
迎え角  $10^\circ$ 

図-3

C-5

迎え角  $10^\circ$

### §3 風洞実験

風洞実験においてはスプリング支持、および板バネ支持による自由振動実験を行った。このように異った振動状態で実験を行ったのは、質量減衰パラメータの違い（スプリング支持による実験において 1/4、板バネ支持による実験において 1/6、5）による振動特性を明らかにするためである。スプリング支持による実験結果結果の一例を図-4に、また板バネ支持による実験結果の一例を図-5に示す。この図からもわかるように、質量減衰パラメータの小きき場合にはストローハル数により定めらるる風速の範囲での風速域においても大きなたかみ限定振動が生じている。一方、後流の変動風速のパワースペクトル図を求めると図-6のように、ストローハル数を定める主卓越振動数の2倍および3倍の卓越振動数があることがわかり、このことが  $1/2 U_{cl}$  におけるたかみ限定振動の一因と考えられる。したがって、橋梁の風琴振動に対する限界風速をストローハル数によってのみ定めることは危険であると考えらる。また後流渦の主卓越振動数は、同期時には模型の固有振動数と一致し、同期領域をはずれるとストローハル数により定めらるる振動数で発生してることがわかる。さらに最大応答を生じる風速はストローハル数により定めらるる風速よりも高い風速となている。

### §4 Flow Visualizationと風洞実験の比較

風洞実験において大きな風琴振動応答の生じる断面の Flow Visualization における特徴は、模型側面に大きな渦が発生すること、および後流に周期渦が鮮明にあらわれることである。したがってこのような状態の生じなり断面形を Flow Visualization により求め、あわせて風洞実験を行うことは風琴振動の生じにくい断面選定において有力な手法といえよう。また振動模型の Flow Visualization を行なうことは、振動時に働く空気力特性を考慮するに当たり有力な情報をもたらしてくるであろうと考えらる。

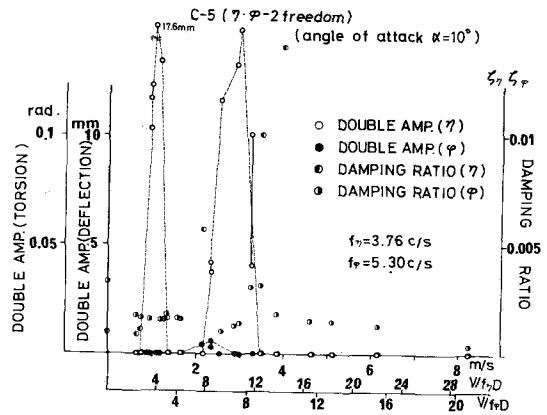


図-4

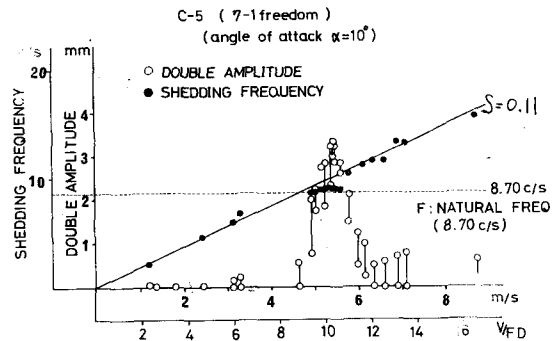


図-5

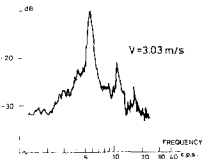


図-6