

矩形断面の渦励振に及ぼす斜風の影響

徳島大学工学部 正会員 宇都宮英彦 徳島大学工学部 正会員 長尾 文明
 徳島大学工学部 学生員 〇東條 一人 ダイケー 渡邊 義則

1. はじめに 橋梁の耐風性の検討には、風洞実験が行われる。その際対象とする風向は橋軸に直交する方向を主流として考えるのが普通であるが、それが必ずしも安全側の評価をしているという保証はない。そこで、より現実にくした検討を行うために、橋軸直交方向から水平面内で傾いた風、すなわち斜風の影響も考慮すべきではないかという考え方から、これまで斜風について幾つかの研究が行われてきた。今回は浅野ら¹⁾の斜風作用時のカルマン渦の挙動についての研究を引き継ぎ、その再現性の確認と斜風作用時の断面周りの流れを明らかにすることを目的として検討・考察を行った。

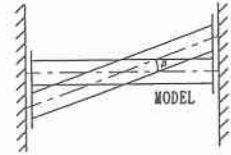


図1 水平偏角の設定方法

2. 実験概要 風洞は徳島大学工学部の吸い込み式 π 7FL型風洞（測定部:1.5m×0.7m×1.8m）を使用した。表1に今回の2次元応答実験に使用した模型の構造諸元を示す。表のように桁高比

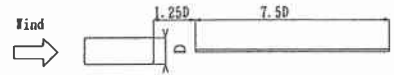


図2 スプリッタ板挿入位置

(B/D)が2.5の模型を、図に示すように水平面内で模型を回転させ、水平偏角 β を 40° , 50° , 60° にすることによる3種類の斜風モデルと、斜風モデルのそれぞれの見かけ上の桁高比に対応する桁高比をもつような、3種類の橋軸直交モデルを用意し、計6種類の模型を用いて2次元応答実験を行った。また、今回の実験では質量減衰パラメータであるスカルト数を23に一致させることにより応答の比較を行った。また、カルマン渦の影響をみるため、カルマン渦を抑制する目的で図2のように模型の背後にスプリッタ板を挿入した。また可視化実験については、応答実験で使用した模型の中から、水平偏角 50° (B/D=3.89) に対応する斜風モデルと橋軸直交モデルを用いて行った。可視化方法については、スモークワイヤ法を用いた。

3. 実験結果および考察 今回は紙面の都合上 $\beta=50^\circ$ のケースについて述べる。図3にスプリッタ板を挿入していないとき、図4にスプリッタ板を挿入してカルマン渦の影響を抑制したときの、斜風モデルと橋軸直交モデルの渦励振応答の比較図をそれぞれ示す。図の縦軸は倍振幅を桁高で除して無次元化した無次元倍振幅を、横軸は風洞内風速を模型の固有振動数と桁高で除して無次元化した無次元風速を示す。なを図中にプロットした点は応答の最大値である。図から分かるとおり、スプリッタ板を挿入しカルマン渦の影響を抑制することによって、斜風モデルと橋軸直交モデルの応答値の差が無くなっている。このことから、橋軸直交モデルでは減衰力として作用していたカルマン渦が、斜風モデルでは同様の応答低減効果を示さないという浅野らの研究の再現性が確認されたと思われる。このことについてさらに検討を行うために、可視化実験により模型背後の流れを観察し

$$Sc = \frac{2m\delta}{\rho BD}$$

表1 模型構造諸元

CASE名	水平偏角 β	見かけの桁高比	Sc数
1:2.5 MODEL	40°	3.26	23
	50°	3.89	23
	60°	5.00	23
1:3.26MODEL	0°	3.26	23
1:3.89MODEL	0°	3.89	23
1:5 MODEL	0°	5.00	23

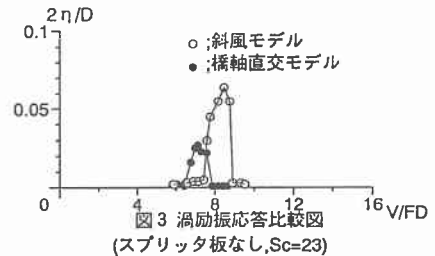


図3 渦励振応答比較図 (スプリッタ板なし, Sc=23)

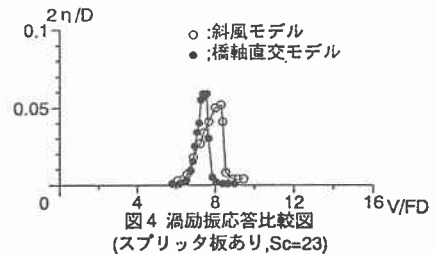


図4 渦励振応答比較図 (スプリッタ板あり, Sc=23)

てみたところ、図 5 のように模型背後に軸方向流れが存在することが分かった。この結果から、斜風モデルでカルマン渦の応答低減効果が見られない要因の 1 つとして軸方向流れの影響が考えられる。つまり、この軸方向流れが、カルマン渦を抑制するというスプリング板と同じ働きをし、斜風モデルに対してカルマン渦が何の影響も与えていないかのように見せているのではないかと推測される。

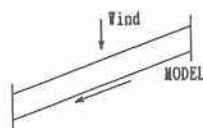


図 5 模型背後の流れ

図 6 に渦励振発現風速と見かけ上の桁高比の関係について示す。図の縦軸は無次元風速、横軸は見かけ上の桁高比を示す。この図からどのケースも前縁剥離型渦励振の発現風速の推定式²⁾にそっていることから、その発生要因は前縁剥離渦による自己励起型であると推測される。しかしどのケースにおいても推定値より若干高い値を示していることが分かる。このことについて、可視化実験を行うことによって断面周りの流れに着目してみる。図 7 (1) に上から見た断面周りの流れのスケッチを示す。図に示したように、模型前縁で剥離した流れが模型側面上にそって拡がって流れ去る様子が観察された。この流れをもう少し

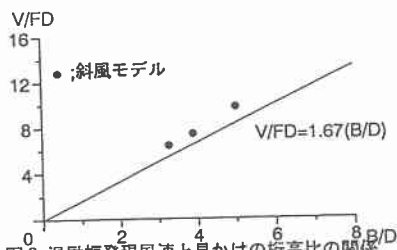
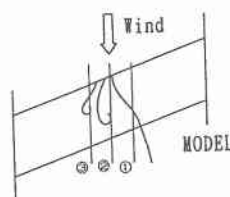
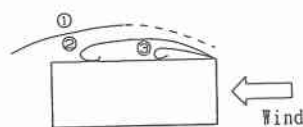


図 6 渦励振発現風速と見かけ上の桁高比の関係

詳しく見るため図のように①～③の 3 断面に光シートをあて側面から再付着点を観察した。図 7 (2) にそれをスケッチした図を示す。この図から①～③と剥離渦の再付着点が前縁に近づいていることが分かる。このことから剥離剪断層外の流れ(①)が見かけ上の桁高比より短くなる方向に流れているのに対し、模型側面上の剥離剪断層内の流れ(②, ③)は、斜めに巻き込むような形で見かけ上の幅員よりもさらに大きくなる方向に流れていると考えられる。つまり、図 6 において推定値よりも高い値を示した理由として、斜風の作用により側面上の剥離剪断層内に、見かけ上の幅員よりもさらに大きくなる方向に流れる渦が存在し、その結果渦の流下する距離が見かけ上の幅員よりも長くなったことが原因ではないかと推測される。



(1) 上面図



(2) 断面図

図 7 模型側面上の流れ

4. 結論 斜風モデルにおいてカルマン渦の応答低減効果が見られなかったのは、軸方向流れがカルマン渦を抑制するような働きをしているためと推測される。また斜風モデルにおいて、剥離剪断層内に見かけ上の桁高比よりもさらに長い方向に流れる渦が存在し、それが発現風速に影響を及ぼしていると思われる。

5. 今後の課題 今回の可視化実験では、斜風モデルにおいて軸方向流れは確認できたが、実際にカルマン渦が抑制されているかは確認できなかったので、模型後流のスケッチを取り、カルマン渦が抑制されていることの確認を行うことが必要である。また、3次元模型について同様の現象が見られるかについても検討してみたい。

参考文献

- 1) 浅野ら: 1:2.5 矩形断面の渦励振に及ぼす斜風の影響, 修士論文, 1994
- 2) 白石ら: 充腹構造断面の渦励振特性に関する基礎的考察, 土木学会論文報告集, 第322号, 1982.