

## 山の後流の片持ち梁橋梁模型に大きな水平応答を生じさせる変動風速の特性

九州工業大学 学生会員 豊田邦弘 九州工業大学大学院 学生会員 高倉和也  
九州工業大学 正会員 木村吉郎 フェロー 久保喜延 正会員 加藤九州男

### 1.はじめに

山などの局所地形周辺の風速の変動特性は、空間的に一様な境界層乱流とは大きく異なったものとなる。このような場所に構造物を建設する際には、通常のカスト応答解析では説明できないほど大きな応答が生じる可能性があるため、地形の影響を十分に考慮した耐風性の検討が必要となる。局所地形周りの流れが、構造物の応答に及ぼす影響を解明するための第一段階として、本研究では、山の後流の片持ち梁橋梁模型に大きな水平応答を生じさせる変動風速の特性を明らかにすることを目的とした。

### 2.実験概要

縮尺が多々羅大橋のケースの  $1/1333$  となる、底面の直径  $D=135\text{cm}$  (半径  $R=67.5\text{cm}$ )、高さ  $H=30\text{cm}$  の円錐形の山の模型 ( $D/H=4.5$ ) を風洞内に設置し、その後流に橋梁模型を風洞底面から高さ  $3.7\text{cm}$  の位置に設置した状態で実験した<sup>1)</sup>。橋梁模型は単純化した片持ち梁模型(長さ  $L=30\text{cm}$ 、断面は一辺  $2.0\text{cm}$  の正方形)とし、固有振動数は  $7.5\text{Hz}$  とした。また、座標は山の底面の中心の模型高さ位置を原点とし、流れ主流方向を  $x$  軸、鉛直上向きに  $z$  軸、左手系となるように  $y$  軸をとった。橋梁模型自由端の設置位置は  $x$  軸方向に  $x/R=1.48$ 、 $y$  軸方向に  $y/R=-0.15$  の位置とし、流れ直角方向からの模型水平偏角を  $\theta=40^\circ$  とした。境界層外での風洞風速は  $4.0\text{m/s}$ 、 $6.0\text{m/s}$ 、 $8.0\text{m/s}$  とし、変動風速は  $u, v, w$  成分の 3 成分について測定した。変動風速は  $x$  型プローブを用いて測定し、橋梁模型の  $4\text{cm}$  上流で、片持ち梁自由端から支持点向きに  $y'/L=0\sim 0.67$  間を 6 点取り、 $6.0\text{m/s}$  においては  $z/H=0\sim 0.80$  間を 10 点の計 60 点、 $4.0\text{m/s}$ 、 $8.0\text{m/s}$  では  $z/H=0\sim 0.40$  間を 4 点のそれぞれ計 24 点を測定点とし、サンプリング周波数  $1000\text{Hz}$ 、測定時間は 5 分間ずつ 2 回測定した。

### 3.結果および考察

**3.1 条件付サンプリング** 大きな応答を生じさせる風速の平均的な変動特性を把握するために、条件付サンプリングを行った。条件付サンプリングは、標準偏差の 2.5 倍以上の振幅を持つ大きな水平応答の風下側への変位のピーク発生時を基準とし、それに対応した風速成分を抽出し、それぞれをアンサンブル平均した<sup>1)</sup>。

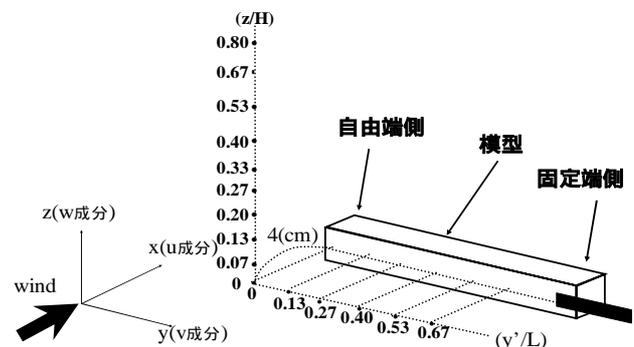


図-1 片持ち梁模型と測定点(6m/s)

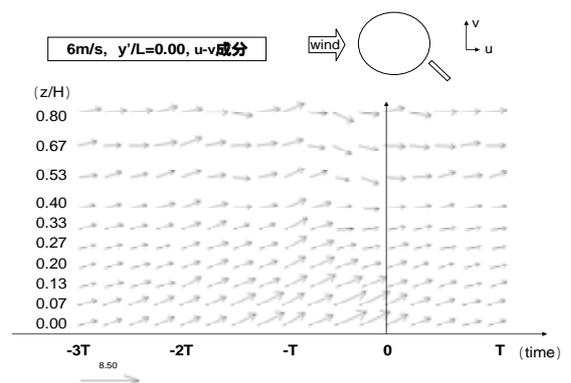


図-2 ベクトル  $u-v$  成分(6m/s,  $y'/L=0.00$ )

キーワード：山の後流，片持ち梁，条件付サンプリング，風洞実験，ガスト応答

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel.(093)884-3466 Fax.(093)884-3100

**3.2 風速，風向の時間的変化** 風速と風向の時間的変化を，ベクトルで表現して示す．このベクトル図は条件付サンプリング後のデータを用い，応答のピーク発生前3周期から発生後1周期間における， $u$ - $v$ 成分， $u$ - $w$ 成分， $v$ - $w$ 成分について表示し，横軸は時刻で，0 がピークの発生時刻に対応し，固有周期 $T$ で表している．

図-2 より，流れが主流方向から  $x$  軸向きに水平偏角を持ち，作用していることがわかる．また， $y'/L$  がより大きい位置では水平偏角は小さくなる傾向があった．また，大きな応答の発生する直前の2周期程度の間は， $0 < z/H < 0.13$  の範囲で水平偏角が大きくなっている．一方， $0.53 < z/H$  の高い位置では全く異なる傾向を示している．

次に，図-3，図-4 は  $u$ - $w$  成分，図-5，図-6 は  $v$ - $w$  成分を示すが，図-3，図-5 の自由端側( $y'/L=0.00$ )では  $z/H=0.40$  付近を境にして，それより高い位置では吹き上げの風がずっと作用し，それより低い位置では，風向が応答の周期と対応する形で変動がしている．図-4，図-6 の固定端側( $y'/L=0.67$ )でも同様の傾向が見られるが，その境界となる高さが  $z/H=0.20$  付近まで低くなっており，風速の周期的な変動も小さくなっている．つまり，自由端側から固定端側に向かうにつれて，橋梁模型に大きな水平応答を生じさせると考えられる吹き下ろしの風が作用する高さの範囲が低くなっているものと考えられる．これは，山の形状が円錐形であることから生成される流れの構造がこうした特性を持つことは整合するものと考えられる．また，応答のピーク後は，風の変動の周期性が弱まる傾向がみられる．

なお，図-5 では  $z/H=0.40$  付近で応答のピーク直前とその1周期前に， $v$ ， $w$  成分ともに一時的に値が極めて小さくなっている．この傾向は図-2，図-3 の周期的な変動にも対応しており，この位置，時刻において一時的に風速の  $v$ ， $w$  成分が同時にゼロに近い値をとることを示す．

**4.まとめ**

山模型の後流で，橋梁模型の応答のピークを発生させる流れの変動は，流れ主流直角方向から傾いて，やや吹き降ろすような風向で橋梁模型に作用していることが推測された．また，この変動は，応答の周期と同期した形で作用しており，それが原因となって大きな水平応答を生じさせているものと考えられる．

[参考文献] 1)原田他：第 61 回年次学術講演会概要集，1-110，土木学会，2006

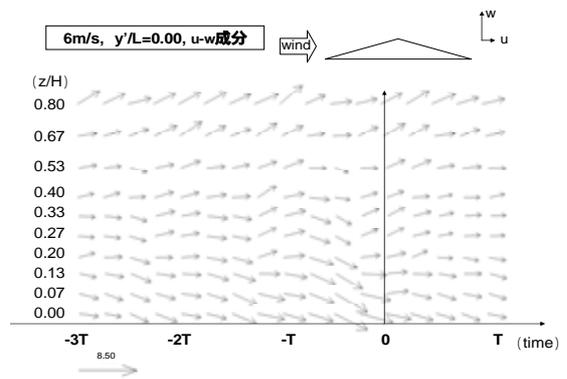


図-3 ベクトル  $u$ - $w$  成分(6m/s,  $y'/L=0.00$ )

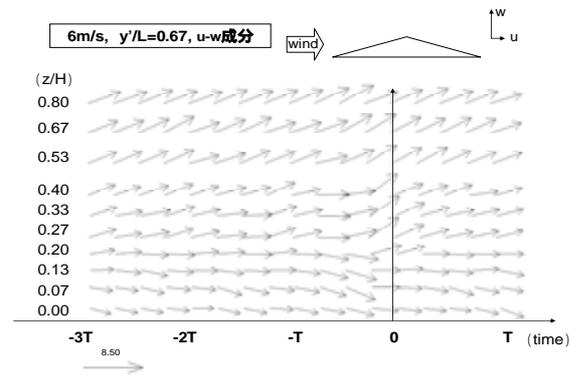


図-4 ベクトル  $u$ - $w$  成分(6m/s,  $y'/L=0.67$ )

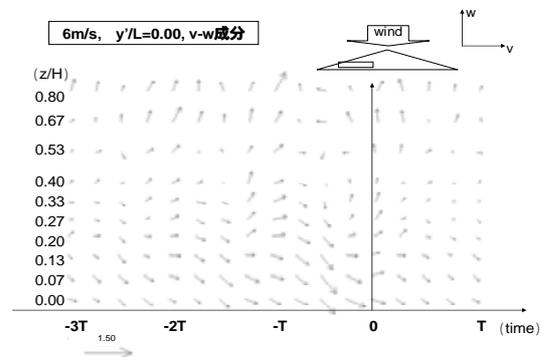


図-5 ベクトル  $v$ - $w$  成分(6m/s,  $y'/L=0.00$ )

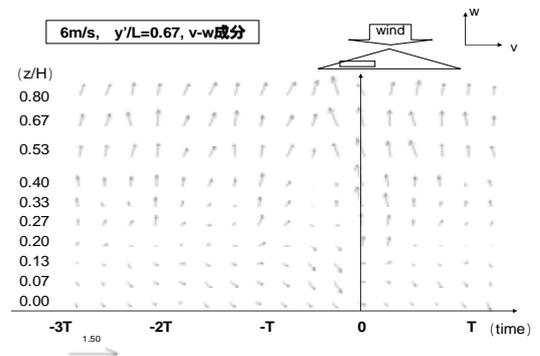


図-6 ベクトル  $u$ - $w$  成分(6m/s,  $y'/L=0.67$ )