

孤立峰後流中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及び圧力の特性

九州工業大学 学生会員○河村康宏 非会員 藤本康弘
九州工業大学 正会員 木村吉郎 久保喜延 加藤九州男

1.はじめに 複雑地形中に構造物を建設する場合、地形の影響を十分に考慮した耐風性の検討が必要である。複雑地形周りの流れが構造物の応答に及ぼす影響を明らかにするための第一段階として、本研究では、応答、風速および圧力の同時測定を行うことにより、孤立峰の後流に位置する橋梁に大きな水平応答を生じさせる流れおよび変動圧力の特性を明らかにすることを目的とした。

2.実験概要 実験は縮尺が多々羅大橋のケースの $1/1333$ となる、底面の直径 $D=135\text{cm}$ 、高さ $H=30\text{cm}$ の円錐形の山の模型($D/H=4.5$)を風洞内(測定断面 $2.4(\text{幅}) \times 1.8(\text{高さ}) \times 40(\text{長さ})\text{ m}$)に設置して、その後流に橋梁模型を底面から高さ 3.7cm の位置に設置した状態で行った。橋梁模型は単純化した片持ち梁(長さ 30cm 、一辺 2.0cm の正方形断面)を用い、質量 31g 、固有振動数は 9.8Hz とした。模型位置の座標は、山の底面の中心位置の橋梁模型高さを原点とし、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、以前の研究¹⁾において大きな応答が発生し $(x,y)=(100,-10)$ または $(120,-10)\text{cm}$ とした。模型水平偏角 β

は、流れ直角方向を基準として自由端が風上側かつ x 軸に近い方に位置する場合を正と定義し、 0° または 40° とした。スプリットフィルムプローブ(STI 製 model-1288)を用いて風速を測定し、測定点は橋梁模型の 4.0cm 風上で、片持ち梁の自由端からスパン方向支持点向きに 4.0cm 毎に 6 点とり、それぞれ z 方向に 5 点取った。圧力は、2種類の圧力模型を用いた(図1)。圧力の測定点 No は、模型1では、風上側の自由端側から支持点向きに順番につけ、模型2では、風上側の面の自由端側最上部を 1 とし、そこから 4mm 下の点を 2、以下順番に支持点側最下部で 16 とした。風洞風速を $6.0, 9.0\text{m/s}$ の 2 風速とし、これらのケースをサンプリング周波数 1000Hz で、10 分間の測定を行った。

3.結果および考察 図2～9は風速 6m/s のデータを条件付サンプリングした結果である。条件付サンプリングは、標準偏差の 3 倍以上の振幅をもつ大きな水平応答の風下側への変位のピークの発生時を基準として、その前後の風速の水平成分および圧力係数 C_p を抽出しそれ

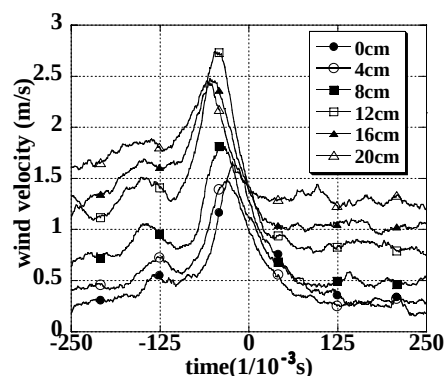


図2 変動風速 ($Z=0\text{cm}$, $\beta=0^\circ$)

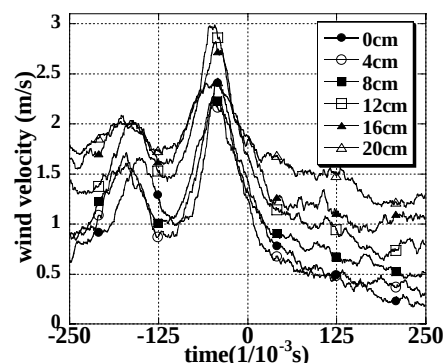


図3 変動風速 ($Z=0\text{cm}$, $\beta=40^\circ$)

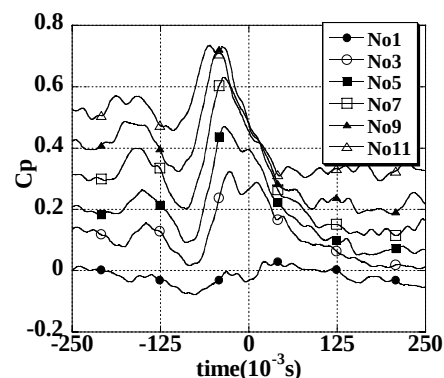


図4 変動圧力 (模型1, $\beta=0^\circ$)

キーワード：山の後流，ガスト応答，片持ち梁，条件付サンプリング，風洞実験

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

それぞれをアンサンブル平均して大きな応答発生前後の風速と圧力の平均的な変動をみた。図 2～6 は、模型自由端位置(x,y)=(100, -10)cm の結果である。図 2, 3 は $z=0$ cm における風速の主流方向成分, 図 4, 5 は模型 1 の風上面に作用するにおける圧力変動である。すべてのケースにおいて応答のピーク($t=0$)の直前で風速, 圧力の変動が大きくなっている。この変動風速・圧力のピークは、応答のピークよりも固有周期の約 3 割程度早く生じており、この大きな変動圧力によって風下側への水平応答のピークが発生していると考えられる。

$\beta=40^\circ$ の図 3 では変動風速, 図 5 では変動圧力のピークの発生時刻がそれぞれの測定点でほぼ一致している。一方, $\beta=0^\circ$ の図 2, 4 においては、変動のピークの時刻が一致せず、ほぼ固定端側から順に発生している。 $\beta=40^\circ$ において変動風速または圧力のピークが模型のスパン方向に位置の異なる測定点において一致したのは、応答のピークを発生させる流れの変動が流れ主流方向に対して約 40° 傾いて橋梁模型に作用しているためであると考えられる。 $\beta=0^\circ$ の時には、ピークを発生させる流れの変動が模型の固定端側から先に接近するため、固定端側から順に風速のピークが現れたものと考えられる。

次に、図 6 は模型自由端位置(x,y)=(100, -10)cm, 図 7, 8 は (x,y)=(120, -10)cm, の水平偏角 $\beta=0^\circ$ のときの模型 2 のスパン方向の位置が同じで高さの異なる測定点に作用する変動圧力を条件付サンプリングしたものの $t=0$ 付近を拡大したものである。図 6, 7 では微妙な差ではあるが模型の上部側から下へ順にピークが発生している。これらの傾向は(x,y)=(100, -10)cm の場合、風上面の他のスパン方向位置においても見られた。しかし、図 8 のように (x,y)=(120, -10)cm の自由端部分以外では模型の下側から上へピークが発生している。これらの結果から、応答のピークを発生させる流れの変動は(x,y)=(100, -10)cm の位置では上から下方向に模型に作用するが、(x,y)=(120, -10)cm の位置では、(x,y)=(100, -10)cm で応答のピークを発生させた流れが鉛直下方に移動しながら風下方向へ移動するために、床面からの跳ね返りによって、下から上方向に模型に作用する流れとなっている可能性が推察される。ただし、自由端部分においては逆の傾向となっており、詳細はさらに検討する必要がある。

4 結論 山の後流中で測定された、片持ち梁模型の大きな水平応答の原因となる流れの変動は、流れ主流方向に対して約 40° 傾いており、上から下方向へ移動しながら橋梁模型に作用していると推察され、可視化実験¹⁾における結果と対応すると考えられる。

[参考文献] 1)大古他：平成 14 年度土木学会西部支部, I-53, 2003.3 2)河村他：土木学会第 57 回年講, I-542, 2002.9

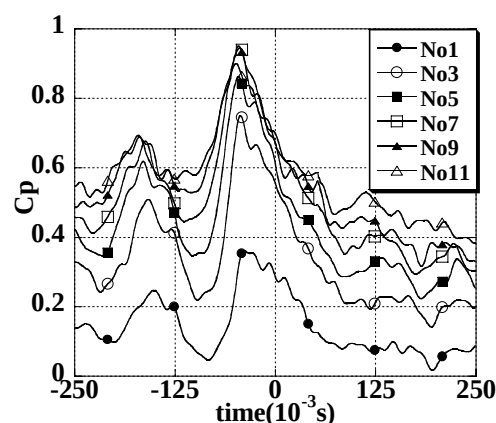


図 5 変動圧力(模型 1, $\beta=40^\circ$)

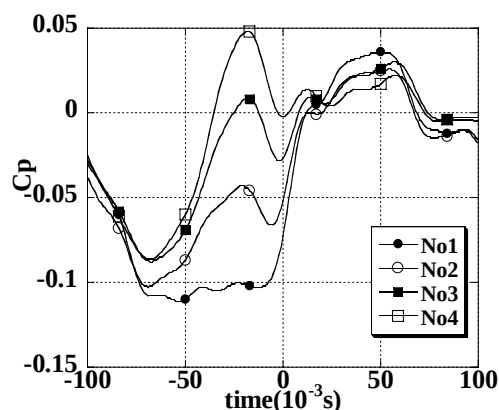


図 6 変動圧力 (模型 2, x=100cm)

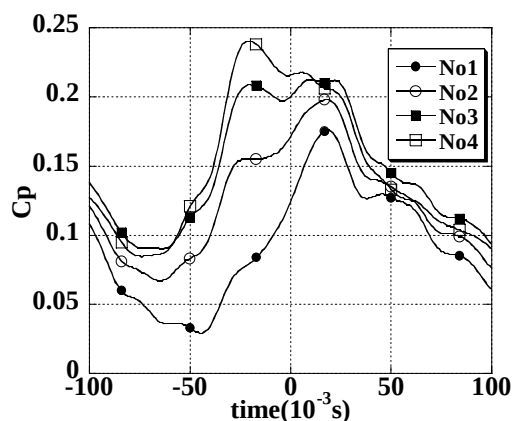


図 7 変動圧力 (模型 2, x=120cm)

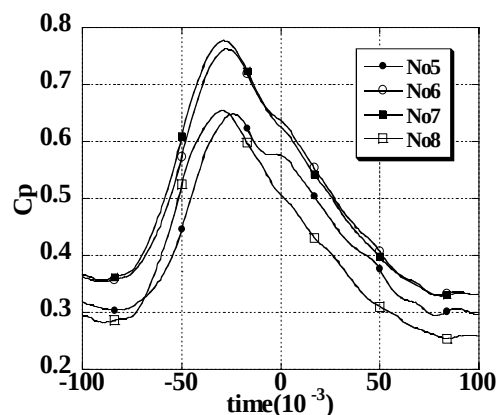


図 8 変動圧力 (模型 2, x=120cm)