

孤立峰後流域に位置する橋梁の水平応答の風洞実験

九州工業大学 学生員○大古智士 河村康宏 九州工業大学 正会員 久保喜延 木村吉郎 加藤九州男

1. はじめに 長大橋梁では風の影響により生じる振動の考慮が必要である。また、山、谷、崖などの複雑地形周りでは、一様な境界層乱流とは異なった非常に複雑な流れが生じるため、その影響を考慮することも必要である。その1つのステップとして、本研究では、応答測定、風速測定を行うことにより、孤立峰の後流に位置する橋梁の水平応答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を行った。橋梁模型は単純化した片持ち梁模型(長さ 30cm 、幅 2.0cm)を用い、質量は 12g 、固有振動数は 4.9Hz とした。また、模型位置の座標は、山の底面の中心部の片持ち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。

2.1 応答測定 模型自由端の設置位置は x 方向に $80, 100, 120, 140\text{cm}$ 、 y 方向に $10, 20, 30, 40, 50, 60\text{cm}$ の位置のそれぞれの交点の24点とした。また、それぞれの点において模型の水平偏角 β を14パターン変化させて実験を行った。風速 U は 3.0m/s とし、模型の水平変位をレーザー変位計を用いて測定した。

2.2 風速の同時測定 応答測定の結果から標準偏差、尖度が大きいケースについて風速の同時測定を行った。風速 U は 3.0m/s 、 4.5m/s の2風速とした。変動が極めて大きい乱流中でも精度よく測定することができるスプリットフィルムプローブを用いて、橋梁模型の 4.0cm 上流の風速を、片持ち梁の自由端からスパン方向支持点向きに 4.0cm おきに $0\sim 20\text{cm}$ まで6点とり、それぞれの位置において z 方向に6点測定した。橋梁模型の水平応答についても風速と同時に測定した。

3. 結果および考察

3.1 応答測定結果および考察 測定した水平応答から標準偏差と尖度を求めて、図1、図2に示す。

標準偏差については、 $(x, y)=(100, -10)$ 、 $(100, 30)$ の位置で、水平偏角は $\pm 40^\circ$ の時に大きくなる傾向がみられた。尖度は、 $(80, -40)$ の位置で、水平偏角が 60° において大きくなった。

これらの結果から $(100, -10)$ で $\beta=40^\circ$ 、および $(80, -40)$ で $\beta=60^\circ$ の2ケースについて風速を同時測定した。また x の位置の違いを比較するために $(120, -10)$ で $\beta=40^\circ$ を、水平偏角の違いをみるために $\beta=0^\circ$ についてもそれぞれの位置で測定した。

3.2 風速測定結果および考察 測定結果において、水平応答の風下側への変位のピーク(標準偏差の3倍以上)発生時を基準として、その前後の応答および風速の水平成分を抽出し、それぞれを平均することによって、応答のピーク前後の風速の平均的な変動を見ることとした。この解析結果から、観測された大きな水平応答を生じさせる風速変動の特性について考察した。

図3、図4は風速が 3.0m/s の時の $(100, -10)$ における水平偏角が 0° 、 40° の応答のピーク前後の風速の水平成分の平均的な変動を示したものである。両ケースにおいて応答のピーク(時間が0の点)の直前で風速の変動が大きくなっている。したがってこの変動風速によって風下側への応答のピークが発生してい

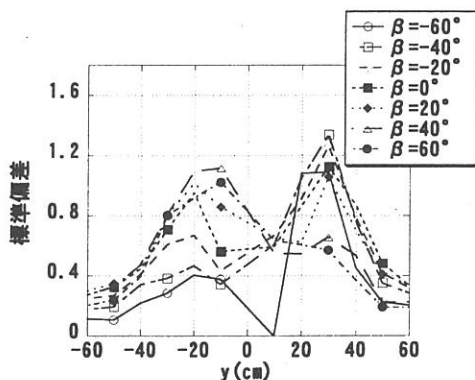


図1 応答の標準偏差($x=100\text{cm}$, $U=3.0\text{m/s}$)

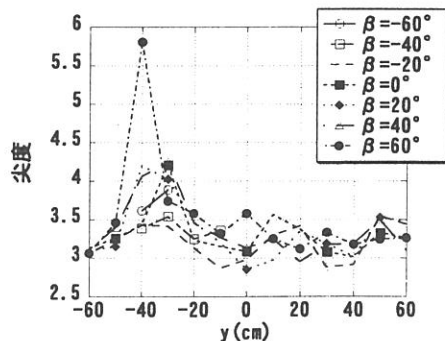


図2 応答の尖度($x=80\text{cm}$, $U=4.5\text{m/s}$)

ると考えられる。 $\beta=40^\circ$ のケースでは変動風速のピークの発生時刻が一致している。しかし、 $\beta=0^\circ$ においては、 $\beta=40^\circ$ とは異なり変動風速のピークの時刻が一致せず、固定端側からほぼ順に発生した。 $\beta=40^\circ$ において、変動風速のピークが一致したのは応答のピークを発生させる変動風速が流れ主流方向に対して傾いて橋梁模型に作用しているためであると考察される。 $\beta=0^\circ$ の時には、模型の固定端側から先にピークを発生させる水平変動風速が接近するため、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。

図 5、図 6 は(100, -10)、 $\beta=0^\circ$ で $z=0$, 32(cm)の時の応答のピーク前後の風速の水平成分の平均的な変動を示したものである。 $z=0$ (cm)の点では、模型の自由端側で風速の値が負になっており、 $z=32$ (cm)の点では正の値をとっている。この位置での高さの低い場所では、逆流が発生していることがわかる。これは、河村 ¹⁾が行なった可視化実験において風下側の高さの低い場所で逆流が確認されていることに対応する。

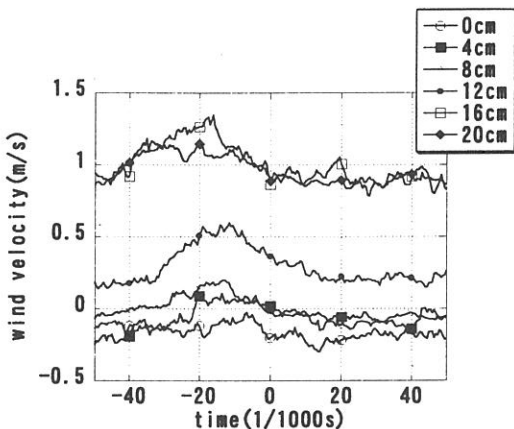


図 3 応答ピーク付近の変動風速平均値($\beta=0^\circ$)

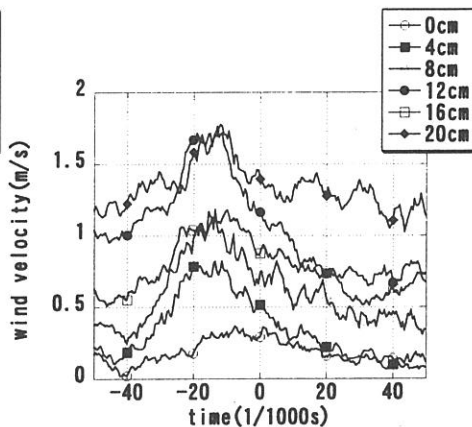


図 4 応答ピーク付近の変動風速平均値($\beta=40^\circ$)

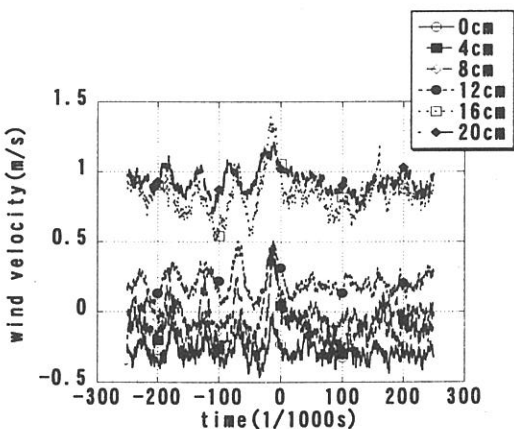


図 5 応答ピーク付近の変動風速平均値($z=0$ cm)

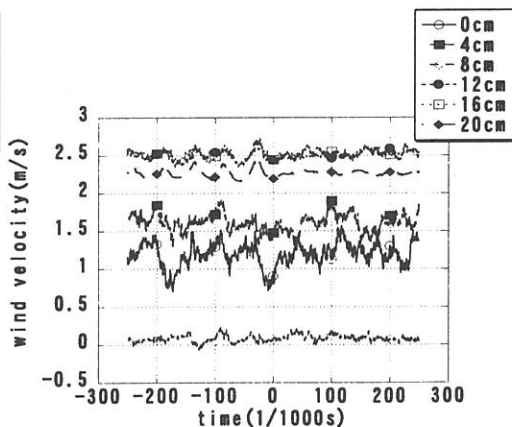


図 6 応答ピーク付近の変動風速平均値($z=32$ cm)

4. まとめ 単純化したケースを対象として、山の後流中の橋梁の水平応答について風洞実験を行った。その結果、観測された大きな水平応答の原因となる水平変動風速は、流れ主流方向に対して傾いていることが推察された。

【参考文献】 1)河村他：橋梁に大きな応答を生じさせる山の後流域の流れの特性，土木学会第 57 回年次学術講演会，2002. 9