

平板単純梁模型のガスト応答特性の検討

東京理科大学大学院

三井造船株式会社 (研究当時 東京理科大学)

東京理科大学

学生会員 ○山崎 一真

非会員 光成 達也

フェロー 木村 吉郎

1. 目的

伊良部大橋は沖縄県宮古島と伊良部島の上に架かる全長 3,540m の長大橋で、その主航路部は主径間長 180m、全長 420m の 3 径間鋼箱桁橋となっている。架橋位置は台風の常襲地帯で強風に見舞われやすい。そのため、主航路部の設計風速は 82.2m/s と非常に高く設定され、耐風性の検討が重要である。そうした事例を念頭に、平板単純梁のガスト応答特性を、特に高次モードの寄与に着目して検討した。



図 1 風洞実験で用いた平板単純梁模型

2. 研究方法

本研究では、図 1 のような平板単純梁模型(スパン 50cm、幅 5.0cm、厚さ 0.1cm、ステンレス製)を、測定部の大きさが幅 70cm、高さ 23cm、長さ 3.0m の吹出し型風洞装置内に設置し、ひずみゲージにより応答を測定した。風洞内には 3.0cm の立方体のラフネスブロックを千鳥状に配置して境界層乱

表 1 模型の固有振動数

モード次数	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次	6 次
固有振動数[Hz]	12.8	32.3	52.9	82.8	143	212

流を生成した。この時の床面から 5.0cm の模型位置での主流方向の乱れ強さは 0.277、乱れスケールは 0.050m だった。応答はまず風速 6.0m/s において測定した。測定したひずみの時刻歴データのスペクトルより、各モードの固有振動数は表 1 のようになった。1 次モードの固有振動数が約 13Hz であり、風速の相似則より伊良部大橋の設計風速に対応する換算風速は 6.86m/s となるので、風洞の風速を 1.0~8.0m/s まで 0.5m/s ずつ変化させ、それぞれサンプリング周波数 1kHz で 2 分間振動測定をすることとした。

3. 測定結果

表 2 時刻 31.8[s]におけるひずみの値(U=6.5m/s)

得られたひずみの時刻歴より、その標準偏差の 2 倍以上(以

	トータル	1 次モード	2 次モード	3 次モード	4 次モード	5 次モード	6 次モード
ひずみ [$\times 10^{-7}$]	1.47	1.51	0.140	-0.0919	-0.0880	-0.00552	-0.00889
寄与率[%]	100	103	9.54	-6.27	-6.00	-0.376	-0.606

下、 2σ 以上)の応答のみに着目する。 2σ 以上の応答が現れたのは約 5.8 秒間であり、これは計測時間全体の約 4.8% である。 2σ 以上の応答が現れる時刻において、バンドパスフィルタにより 1~6 次モードに分解した。例として表 2 のように時刻 31.8 秒におけるトータルのひずみと各モードのひずみの値を示す。ここでは 1 次モードの値がトータルの値より大きくなっているが 3 次モード以降が負の値をとっているためである。また、各モードのひずみの寄与率は表 2 の下段の様になる。風速 6.5m/s 時の寄与率を正負の応答が 2σ 以上の全時刻について 1~3 次モードについて図示すると、図 2 のようになる。図の空白部分は応答が 2σ 以下の時刻である。図 2 のように、応答に対して 1 次モードと 2 次モードが支配的であることがわかる。また、この各モードの寄与率の最大値を調べると、表 3 のようになり、6 次モードでも最大 10% を超えることがあることがわかった。ただし、このように 3 次以上の高次モードでその寄与率が 10% を超えるのは、表 4 のように極めて稀で

キーワード 長大橋, ガスト応答, 風洞実験, 高次モード, 寄与率

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL. 04-7124-1501 (内線 4070)

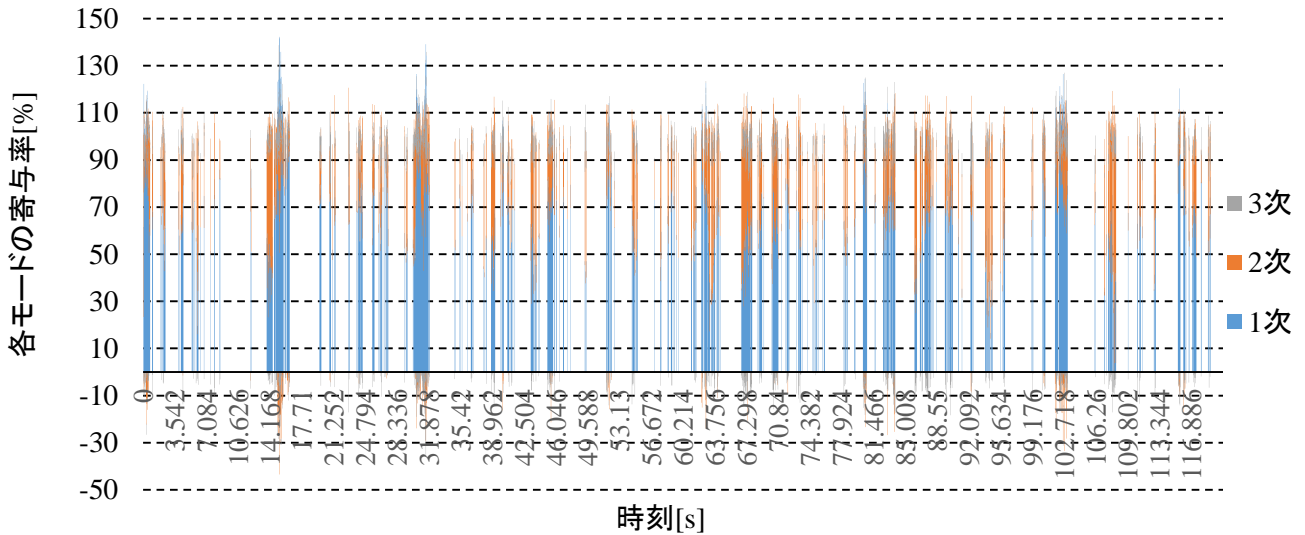


図2 風速 6.5m/s 時の各モードの寄与率

ある。また、このような各モードの寄与率の最大値を風速毎に調べまとめると図3のようになる。これより、1次モードの最大寄与率は風速が高くなってほぼ一定だが、2次モードや3次モードの最大寄与率は風速が高くなるにつれ大きくなる傾向にあった。次に、トータルのひずみに対する各モードのひずみの相関係数を風速毎に調べると図4のようになる。ここでも、風速が変わってもトータルのひずみに対しては1次モードが最も相関が高いことがわかる。2次モードの相関も高風速になるほど高くなり、また高次モードでも相関があるといえない程度ではあるが風速があがるにつれ相関係数が徐々に高くなった。

4. まとめと今後の課題

平板単純梁模型のガスト応答特性を特に高次モードまでに着目して検討した。3次以上の高次モードでは大きな応答は稀であり、トータルの応答に対しての影響は小さい。ただし、風速が高まるにつれその影響は多少増えることが分かった。ただし、本研究で用いた境界層乱流は、乱れのスケールの相似を満たしていなかったことから、それを修正した条件での検討や、解析結果との比較を通じて、より信頼できる結果を求める必要がある。

表3 各モードの寄与率の最大値(U= 6.5m/s)

	1次	2次	3次	4次	5次	6次
最大寄与率[%]	142	94.5	22.9	15.1	16.0	11.8

表4 高次モードの寄与率が10%を超えたケース(U= 6.5m/s)

	3次	4次	5次	6次
10%を越えた時間[s]	0.38	0.0090	0.0030	0.0010
10%を越えた割合[%]	0.32	0.0075	0.0025	0.00083

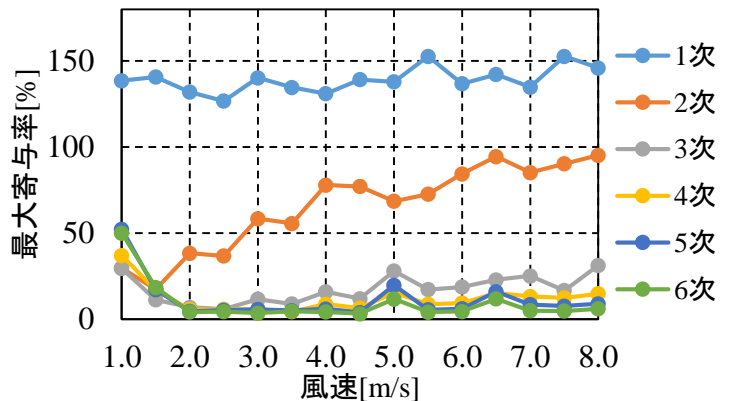


図3 風速毎の各モードの寄与率の最大値

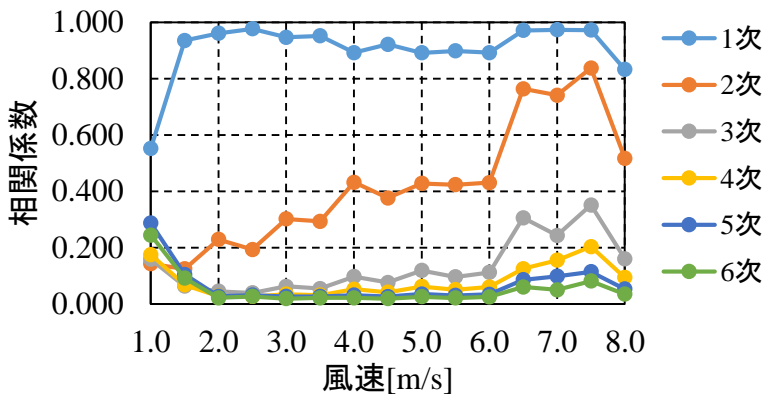


図3 風速毎のトータルのひずみに対する各モードの相関係数