

空力振動時斜円柱模型に作用する圧力特性の検討

東京理科大学大学院
京都大学防災研究所 (研究当時)

学生会員 ○馬場 久昌 東京理科大学
非会員 西村 宏昭 労働安全衛生総合研究所

フェロー 木村 吉郎
正会員 大幢 勝利

1. はじめに

長大斜張橋のケーブルには、風による大振幅の空力振動が生じる可能性がある。その発現メカニズムの解明を目指し、風洞実験において、空力弾性振動時の斜円柱模型に作用する圧力の測定と、その特性の検討を行ったが、本稿ではデータ処理の方法を改善して得られた結果を報告する。

2. 測定方法

実験は、労働安全衛生総合研究所の回流式風洞（測定部の大きさは高さ 2m、幅 2.3m、長さ 17m、最大風速 25m/s）で行った(図 1)。斜円柱模型は、本体が塩ビ管(外径:267mm、長さ 1583mm)の上下端部にアルミ製の半球カバーを被せた剛体模型で、内部に無線 LAN で制御可能な MEMS センサを用いた計測機器一式を取り付けた。実験の詳細は文献¹⁾を参照頂きたい。なお、傾きは 30° 、主な変位は y 軸方向である(図 2)。圧力の測定位置は模型下部の円柱端部分から 20cm を下断面、40cm を上断面とし、1 断面あたり 16 点、サンプリングは約 70Hz で行った。

模型内部の MEMS センサと、模型の変位を測定するレーザー変位計の出力は別々にサンプリングされるため、時刻同期が必要になる。また、模型には振幅が最大で 35° 程度の軸まわりのねじれ変位も生じるため、それをジャイロセンサの出力から求め、圧力孔位置を補正した。時刻同期、すなわち MEMS センサのサンプリングのタイミングの設定は、風洞中央鉛直面に生成したレーザーシートを、模型表面に取付けたフォトセンサが通過するタイミングに基づき行った。このサンプリングのタイミングの設定が変わると、算出されるねじれ角が変化するため、フォトセンサの出力のタイミングも影響を受けることになり、収束計算が必要になる。文献¹⁾ではこうした収束計算は行っていなかったため、改善した。また、圧力測定の基準圧は模型内部の圧力としたが、それには若干の変動がみられた。そこで、淀み点の風圧係数の移動平均が 1 となると仮定して、圧力測定点の風圧係数を求め直した。

3. 位相平均風圧係数分布

図 3 は、比較的大きな応答が生じた風速 12m/s における下断面の風圧係数分布を、振動 12 周期 (約 24 秒間) 分を 1 周期間で 32 分割し、各位相の平均を取って示したものである。図 3 では、風は右から左に向かって吹いており、変位の正方向は下向きである。なお、これらの図の位相の右のカッコ内には、当該圧力分布が単位長さ辺り (1m) に作用するとした場合に、y 軸方向に作用する合力の大きさを合わせて示した。



図 1 斜円柱模型設置状況

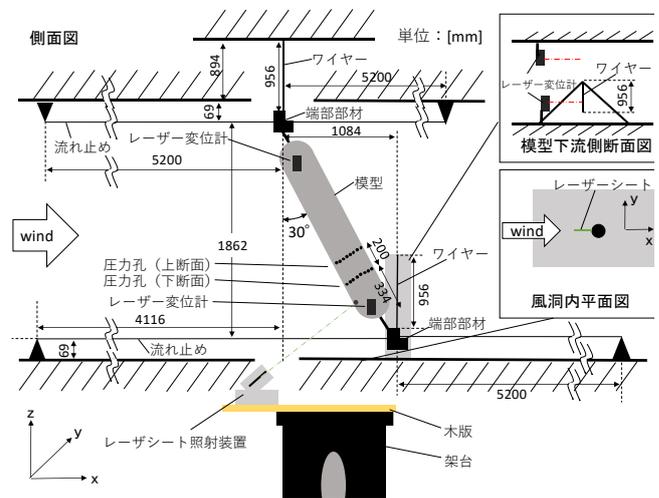


図 2 模型設置概略図(単位 mm)¹⁾

キーワード 空力振動, 風洞実験, 斜円柱模型, 圧力分布, 位相平均

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学土木工学科橋梁研究室 TEL04-7124-1501

4. 仕事率の時刻歴

図4に、振動1周期間の位相平均した変位と、その変位を正弦波で近似して算出した、 $\pi/16$ ごとの仕事率の時刻歴を示す。仕事率は $1.5\pi \sim 1.75\pi$ 以外の点では負で、1周期の積分値が負であることから、得られた測定結果からは、空力振動発現が説明できていない。

5. まとめ

測定された圧力データから、位相平均をとることにより、振動1周期における仕事率の時刻歴を求めた。実際に生じた空力振動を説明できてはならず、上断面や他の風速でのデータについても検討していく必要がある。

参考文献

1) 木村吉郎, 馬場久昌, 石井誉大, 西村宏昭, 大幡勝利, 空力振動時に斜円柱模型に作用する変動圧力の測定, 第25回風工学シンポジウム論文集, 2018, pp. 379-384.

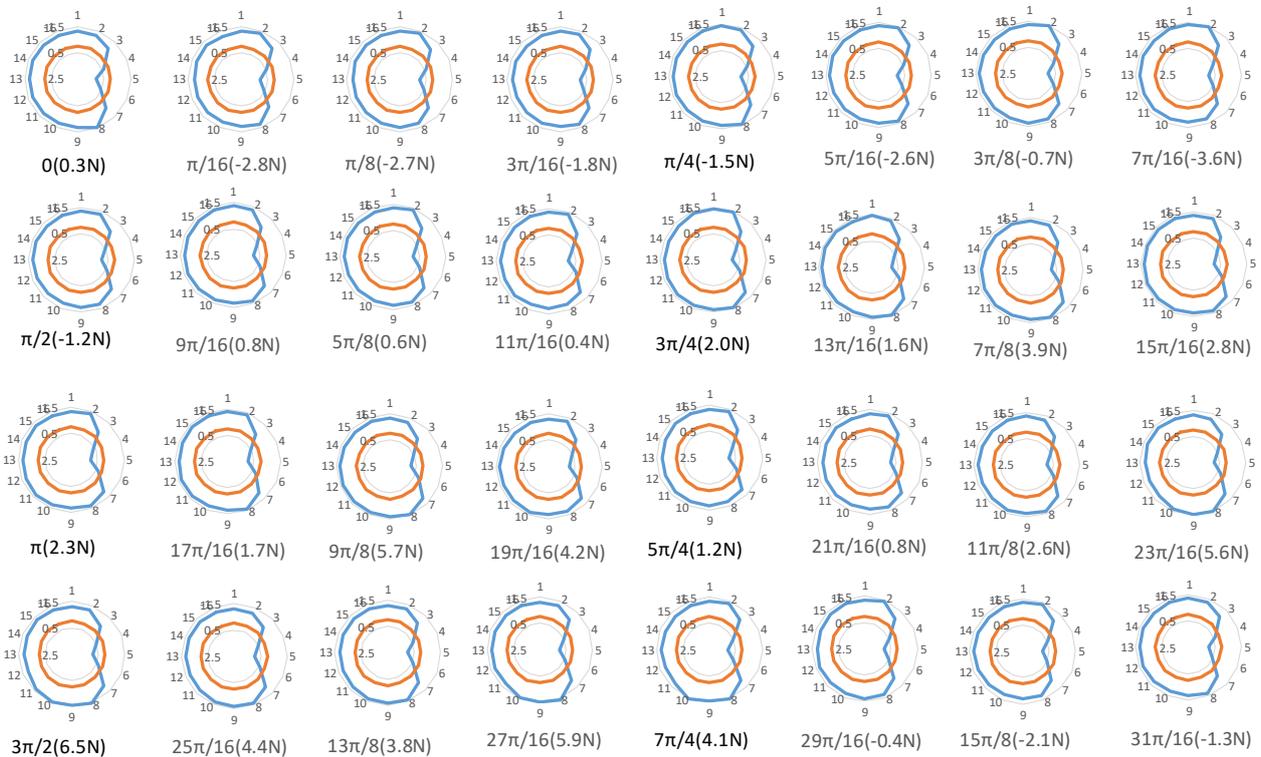


図3. 下断面における位相平均風圧係数分布(U=12m/s)

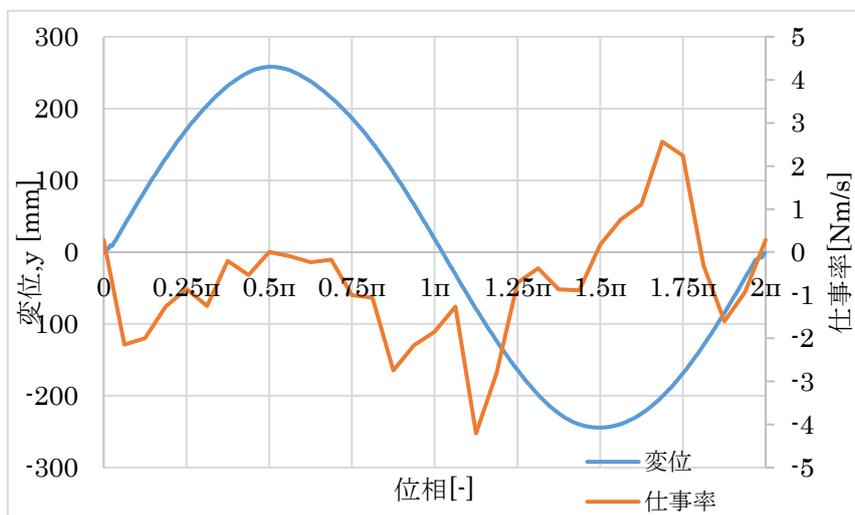


図4. 振動1位相平均した変位と仕事率の時刻歴(U=12m/s)