

雨無し振動のメカニズム解明を目指した振動時斜円柱模型に作用する圧力分布の測定

東京理科大学大学院 学生会員 ○馬場 久昌 東京理科大学大学院（研究当時） 非会員 石井 誉大
 東京理科大学 フェロー 木村 吉郎 京都大学防災研究所（研究当時） 非会員 西村 宏昭
 労働安全衛生総合研究所 正会員 大幢 勝利

1. はじめに

長大斜張橋ケーブル等の斜円柱には、風による大振幅の空力振動が生じる可能性があり、その発現メカニズム解明を目指し、風洞実験において、空力弾性振動時の模型に作用する圧力を測定した。

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、全長: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。また風直交水平方向の変位を模型の上部と下部の2点でレーザー変位計で測定した。斜円柱部分のアスペクト比は5.9、閉塞率は9.0%である。模型両端は長さ956mmのワイヤーで振り子として支持し、風方向の変位は流れ止めで拘束した。模型全体の質量は62kgで、固有振動数は0.48Hzである。模型軸の鉛直方向からの傾きは30°とした(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。模型には最大で振幅60°程度のねじれが生じるので、圧力孔位置の回転の補正を行う必要がある。ねじれ変位はジャイロで測定した角速度を積分することで求め、風洞中心軸位置に設けたレーザーシートを模型が通過するタイミングで出力が生じるフォトセンサのデータで確認することとしたが、現時点では整合性が十分あるデータ処理はできていない。そこでここでは、ねじれ変位と風直交水平方向の変位の最大が同時に生じると考えて回転の補正とレーザー変位計との時刻の補正を行った場合の結果を示す。



図1 斜円柱模型設置状況

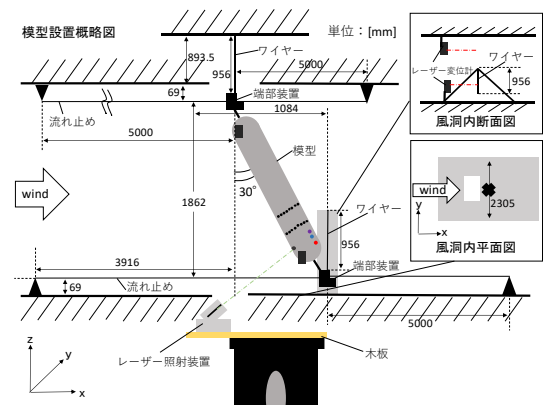


図2 模型設置概略図(単位 mm)

3. 圧力分布

図3は比較的大きな応答(無次元化標準偏差0.65)が生じた風速12m/sの上下断面の圧力分布を4個のサンプリングおき(3.99sと4.51sを除く)に示したものである。風向は右から左の向きで、変位の正方向は図3では下向きである。圧力分布は上下断面で概ね同様な形状となっているが、3.44sにおけるように異なる時刻もある。また模型の風向直角方向の振動に伴い、よどみ点の位置が変化する様子がみられる。ここで、3.26sは負側の最大変位位置、3.99sは正側の最大変位位置、3.55sは負の最大変位から正の最大変位へ向かう変位0位置に模型がある際の圧力分布である。最大変位位置では、相対風速は平均風速に一致し、準定常空気が

キーワード 雨なし振動、風洞実験、圧力分布、流れの遅れ

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

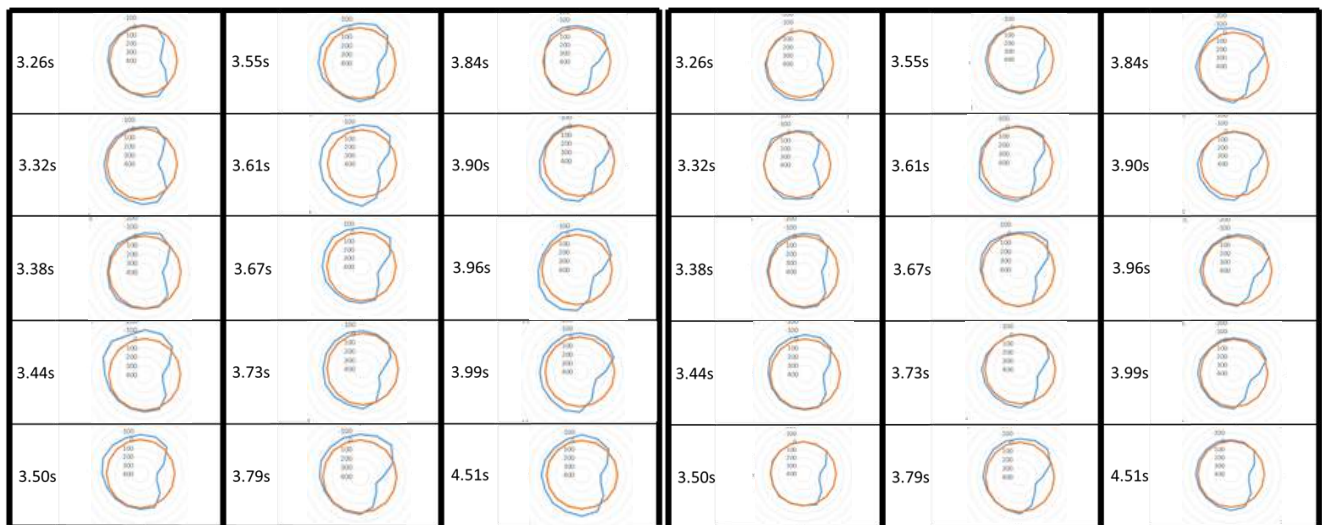
作用すると仮定すると(このケースの無次元風速は 94), 圧力が正のピークを示す位置(よどみ点)は風向方向である右側となるはずである. 上下断面共に 3.26s ではよどみ点がやや上方なので, 多少流れの遅れが生じている. また, 正側の最大変位位置である 3.99s では明らかに流れの遅れが生じているような圧力分布となっている. このような流れの遅れが雨なし振動の発生原因となっている可能性もあるが, データ処理の不確実性もあり, また位相平均で議論すべき特性でもあることから, さらに検討が必要である.

4. 空気力が模型になす仕事の検討

風速 15m/s における上または下断面に作用する空気力の仕事率の時刻歴を求め, 応答変位と共に図 4 に示す. 各断面の時刻 11.2s 付近~12.3s 付近における振動振幅が上断面では 224 mm 程度から 239mm 程度に, 下断面では 224mm 程度から 240mm 程度へ増加している. この振幅から求めた弾性エネルギーの差とこの時間で空気力が模型にした仕事をそれぞれ算出した所, 上断面と下断面でそれぞれ弾性エネルギー[N・m]が 0.95 と 1.05, 空気力が模型にした仕事[N・m]が-9.1 と 14.6 となり, 弾性エネルギーと空気力が模型にした仕事に差が生じた. また, 上下断面で値が異なる理由として, 空気力の 3 次元性の影響が考えられるが, さらに検討が必要である.

5. まとめ

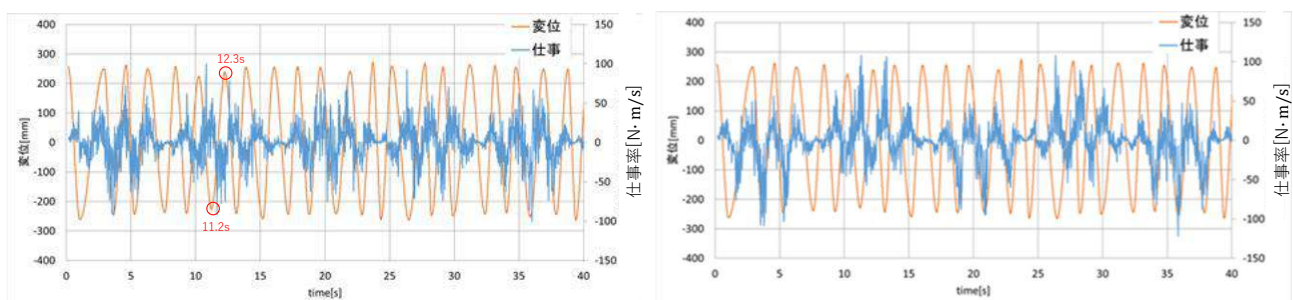
圧力等のセンサを模型内に設置して, 空力振動時の空気力特性を検討した. ねじれ変位の算出方法を工夫して, より信頼性の高い議論につなげる予定である.



(a) 上断面

(b) 下断面

図 3 圧力分布の時間変化(U=12m/s)



(a) 上断面

(b) 下断面

図 4 模型に空気力がなす仕事率と振動変位(U=15m/s)