

京都大学工学部
京都大学工学研究科
京都大学大学院

学生員 ○山根建治
正会員 白土博通
学生員 水野哲朗

京都大学工学研究科
京都大学大学院

フェロー 松本 勝
正会員 松浦祐介

1. はじめに 橋梁の長大化に伴い風の乱れに起因する構造物の不規則振動(ガスト応答)は、無視出来ない問題点となっている。そこで、本研究ではガスト応答解析結果を左右する空力アドミッタンスと表面圧力の空間相関について、モーメントに関する空力アドミッタンス及び変動圧力の空間相関に対する物体の振動の影響を $B/D=5$ 矩形断面を対象として実験を行い、考察した。

2. 実験概要 本実験では断面辺長比 5 の矩形断面を対象とした。模型表面にはスパン方向に 41 個の圧力孔の列が、前縁から後縁にかけて 19 列設けており、前縁から後縁にかけて position1~position19 と定義する。風洞実験は 2 次元及び 3 次元周期変動流中において模型表面圧力を測定した。3 次元周期変動流は、Fig.1 に示す装置を模型中心より上流側 740mm の位置に設置して発生させた。3 次元周期変動流発生装置は、5 枚からなる翼列がスパン方向に 3 列並び、各翼列間は導流板によって区切られている。また、両端翼は水平に固定しており、中央翼のみ簡単なクランク機構によって振動させることが可能となっている。2 次元周期変動流は Fig.1 に示す装置の導流板を取り外し、スパン方向に様な 5 枚の翼列を取り付けて発生させた。

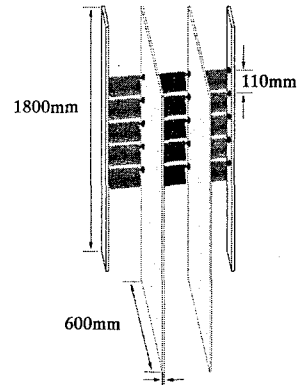


Fig.1 3次元周期変動流発生装置

3.2 次元周期変動流中におけるモーメントに関する空力アドミッタンス特性

2 次元周期変動流中において非定常空気力測定結果より得られたモーメントに関する空力アドミッタンスの絶対値・位相特性を Fig.2,3 に示す。なお、一様流中でねじれ加振させて得られた非定常空気力係数から推定した等価 Theodorsen 関数も併せて示している。Fig.2,3 を見ると、両者のピークを示す換算振動数及びピークにおける位相角が近い値を示しており対応が確認出来る。次に、2 次元周期変動流中において幅員方向に変動圧力を測定した結果と、一様流中でねじれ加振させて変動圧力を測定した結果から得られた振幅・位相特性を用い、両者の比較を行った。ここで対象とした換算振動数は両者の k が近い 2 次元周期変動流中では $k=0.41$ 、一様流ねじれ加振中では $k=0.42$ を代表させて、モーメントの瞬間値を求め比較した。モーメントの瞬間値は上下面の圧力差に支配長さを掛け合わせ支配長さ当たりの揚力とした後、ね

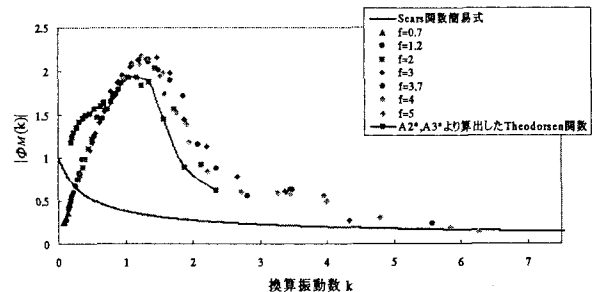


Fig.2 アドミッタンスの絶対値(等価 Sears・Theodorsen 比較)

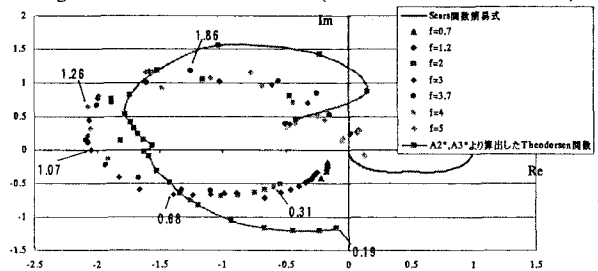


Fig.3 アドミッタンスの位相差(等価 Sears・Theodorsen 比較)

じれ中心からの距離を掛け合わせることで各 position ごとに算出した。時間原点は L.E.の変動風速が頭上げ最大の瞬間とし $t=0$, $t=(1/3)T$, $t=(2/3)T$ の特性を Fig.4 に示す。その結果、両者のモーメント瞬間値の幅員方向分布特性はいずれの瞬間においても近い傾向を示し、従来の研究^[1]と同様に低換算振動数領域で自励型空気力と強制型空気力の対応が確認出来る。次に、2 次元周期変動流中において空力アドミッタンスの絶対値がピークを示した換算振動数 $k=1.26$ においてスパン中央断面のモーメントが振幅最大値を示す瞬間のモー

メント瞬間値を Fig.5 に示す。図より $k=1.26$ 付近では模型前縁の変動がモーメントを決定づける結果となった。一方、一様流ねじれ加振中でねじれフラッターが生じる典型的な換算振動数(ここでは $k=0.14$)におけるスパン中央断面のモーメントが最大値を示す瞬間の幅員方向のモーメント瞬間値特性を Fig.6 に示す。その結果、ねじれフラッターが生じる典型的な換算振動数領域においては $k=1.26$ とは異なり、模型後縁における変動がモーメントを決定づけている傾向が見られた。

4.3 次元周期変動流中における変動圧力の空間特性

3 次元周期変動流中において、模型を加振・固定したケースについてスパン方向に変動圧力を測定した結果から翼の加振周波数成分を抽出した振幅特性を Fig.7 に示す。ここでは翼換算振動数 $k=0.71$ における position8 においてスパン方向に計測した結果を示している。その結果、両者はほぼ一致する傾向が認められたことから、模型の加振は翼の加振周波数成分にほとんど影響しないと考えられる。次に翼換算振動数 $k=0.71$ において各 position ごとにスパン方向に変動圧力を測定し、模型の加振周波数成分を抽出した振幅特性を Fig.8 に示す。模型を加振・固定した両者のケースにおいて圧力変動がスパン方向にほぼ一様に分布することから、模型の加振周波数成分にも翼の加振が殆ど影響していないと示唆される。

5. 結論 2 次元周期変動流中及び一様流ねじれ加振中について、低換算振動数領域において自励型空気力と強制型空気力に密接な関連があることが確認出来た。また、3 次元周期変動流中で行った実験結果より、翼及び模型の加振は互いに殆ど影響せず、従来の研究で行われているように自励型空気力と強制型空気力は別個に取り出して解析することが可能であると考えられる。

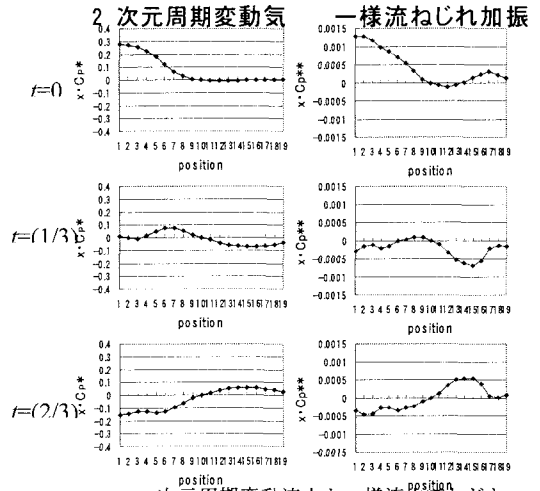


Fig.4 2次元周期変動流中と一様流中でねじれ加振中の基準化したモーメント瞬間値比較

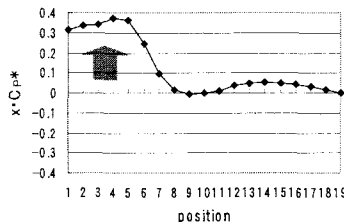


Fig.5 $k=1.26$ のスパン中央断面モーメントの振幅最大値における chord 方向モーメント瞬間値特性

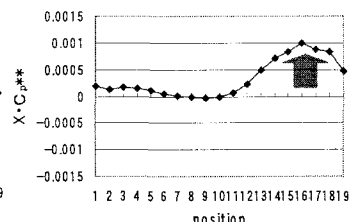


Fig.6 $k=0.14$ のスパン中央断面モーメントの振幅最大値における chord 方向モーメント瞬間値特性

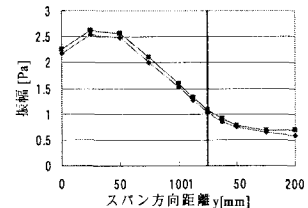


Fig.7 模型の加振・固定時の翼加振周波数成分のスパン方向振幅特性

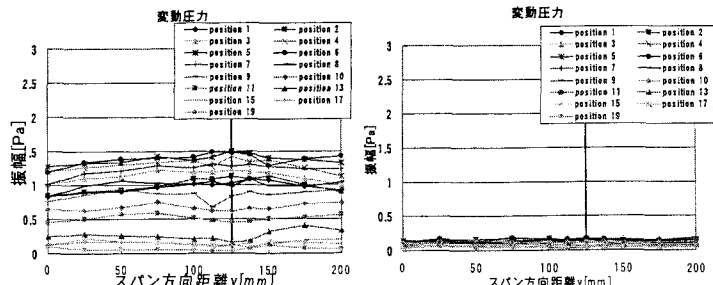


Fig.8 模型加振・固定時の模型加振周波数成分のスパン方向振幅特性 (左: 模型加振, 右: 模型固定)

参考文献

- [1] 白石成人, 松本 勝, 白土博通: 風の乱れに起因する構造物の非正常特性に関する基礎的研究, 土木学会論文集報告集第 328 号, (1982)pp.19-30