2次元周期変動流中における圧力場及びその POD 解析について

京都大学大学院	学生員	山根	建治	京都大学大学院 フェロー 柞	公本	勝
京都大学大学院	正会員	白土	博通	有人宇宙システム株式会社 7	水野	哲朗 ¹⁾
京都大学大学院	学生員	古川	拓郎	京都大学大学院 学生員	Le Th	nai Hoa
				1)研究当時京都:	大学大学	学院

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 B/D=5 矩形断面を対象として昨年度の実験より無次元風速を広範囲に設定して,模型の表面圧 力を計測し,2次元周期変動流中における圧力場について考察を行った.また,2次元周期変動流中で計測した変動 圧力を対象として chord 方向に POD 解析を行った.

2. 風洞実験概要

本実験で対象とした断面は,断面幅 B=300mm, 桁高 D=60mm の矩形断面であ る.模型下面にはスパン方向に41個,幅員 方向には19個の圧力孔を設けており、幅員 方向の圧力孔を前縁から後縁にかけて position 1~19 と定義する.風洞実験は2次 元周期変動気流中において模型表面圧力を 測定した .2 次元周期変動気流は Fig.1 に示 すようにスパン方向に一様な5枚の翼列を 取り付け,それらをクランク機構によりピ ッチング振動を与えることで加振させ発生 させた.



Fig.2 周波数固定,平均風速固定の 変動風速鉛直成分の振幅値

3. 無次元風速の設定方法

今までは,翼加振周波数,風速両者を変化させることにより無次元風速(V,=U/fD U:風速 f:翼加振周波数 D:模型 桁高)を設定していた.しかし,翼加振周波数を上げると,風向を変化させるという本来の周期変動気流発生装置の 役割以外に煽りの影響も含まれてしまうため,風速が理論値よりも高くなる(Fig.2).そこで,本研究では翼加振周 波数を一定にし,風速を変化させることで無次元風速を変化させた.

4.2次元周期変動流中における実験結果

2 次元周期変動気流中において模型表面の圧力測定に より得られた非定常圧力を用いて,生データに翼の加振 周波数成分のデジタルバンドパスフィルターを通し,加 振周波数成分を抽出した結果から変動圧力の振幅,なら びに模型前縁からの各 position の位相遅れを求めた.そ の結果を Fig.3 に示す.また,位相遅れより求めた圧力 変動の流下スピードも同時に示す.低無次元風速域 (V,=6.6)では,振幅の形状はほとんど変化しないが,無次 元風速が小さくなるにつれて位相差は大きくなる.つま り,渦が支配的な流れのパターンになっていると考えら れる.また,高無次元風速域では無次元風速が大きくな るにつれ振幅のピークが模型後縁側に移動し,前縁側に 対する後縁側の位相差も小さくなる.このことから,剥 離せん断層が鉛直ガストの影響を受けて,剥離した流れ



Fig.3 変動圧力の振幅・位相特性

キーワード:表面圧力,鉛直ガスト,無次元風速,POD 解析

連絡先:京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻橋梁工学講座 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL:075-753-5093

が模型表面から遠ざかったり近づいたりするパターンが支配的であると考えられる.

5. POD 解析結果

各無次元風速において,2次元周期変動流中で計測した変動圧力を対象として chord 方向に POD 解析を行った. その結果の中で寄与率が最も高い model を Fig.4 に示し,同時に吹き上げ最大の瞬間の chord 方向圧力分布を Fig.5 に示す.また,各無次元風速における model,mode2 の寄与率を Table.1 に, mode1 と mode2 の位相差を Table.2 に示す.まず,Table.1 より無次元風速が大きくなるにつれ mode2 の寄与率はそれほど変化しないが,mode1 の寄与率 が大きくなっていることがわかる.また,無次元風速により mode1,mode2 の表している物理的現象が異なっている ことも考えられるが,無次元風速が変化するに伴い,mode 形状が滑らかに変化していることから,全無次元風速で mode が示している物理的現象は同じであると考えられる.さらに,Fig.4 と Fig.5 を比較してみると,高無次元風速 域では吹き上げ最大時の形状が mode1 に類似している.これについては mode1 が圧力の変動成分を最も効率よく表 現しているものと考えると,無次元風速が大きくなるにつれ準定常的な流れになることで,mode1 と吹き上げ最大時の chord 方向の圧力瞬間値分布が類似してくるものと考えられる.このことから,mode1 が準定常的な流れ場の 吹き上げ最大時の情報を含んでいる可能性がある.また,mode2 は mode1 から約 90°位相がずれていることから, どちらかの mode の影響がほとんど出現していない瞬間がある.



Fig.5 吹き上げ最大時の chord 方向の圧力瞬間値分布(縦軸:瞬間圧力値を動圧で無次元化)

Vr	mode1	mode2
6.7	39%	24%
7.4	39%	23%
8.3	39%	24%
9.5	41%	26%
11.1	43%	25%
13.3	46%	26%
16.7	48%	26%
22.2	51%	29%
33.3	57%	28%
66.7	69%	21%

Table.1 各無次元風速における mode1, mode2 の寄与率

Vr	phase lag
6.7	-89 °
7.4	-126 °
8.3	-94 °
9.5	-95 °
11.1	-101 °
13.3	93 °
16.7	-93 °
22.2	-94 °
33.3	-90 °
66.7	-97 °

Table.2 各無次元風速における mode1 と mode2 の位相差

6.まとめ

(1)2次元周期変動流中における実験結果より,低無次元風速では渦が支配的な流れ場になっていて,高無次元風速では剥離せん断層が鉛直ガストの影響を受けて,剥離した流れが模型表面から遠ざかったり近づいたりする流れが 支配的であると考えられる.

(2)今回行った POD 解析の結果より, model は準定常的な流れ場の風向が吹き上げ最大時の何らかの情報を与えて いることが示唆された.しかしながら,本研究では具体的な各 mode の物理的な意味については現段階においては 未解明であり,今後より詳細にこの POD 解析について検討を重ねていく必要があると考えられる.

参考文献

田村幸雄:固有直交関数展開のランダム変動場への応用のすすめ,日本風工学会誌 第65号(1995)pp.33-41