

## 変動気流中における二次元構造断面の表面圧力の空間構造に関する基礎的研究

京都大学	学生員	松浦 祐介
京都大学	フェロー	松本 勝
京都大学	正会員	白土 博通
五洋建設(株)	正会員	小田原有作 <sup>1)</sup>
京都大学	学生員	水野 哲朗

1)研究当時京都大学

### 1. はじめに

従来、ガスト応答解析は接近流と構造物の表面圧力のスパン方向の空間相関は等しいものとして行われている。しかし、構造物の表面圧力は変動風速よりも主流直角方向の相関が高いことが報告されている。過去の研究<sup>1)</sup>において再付着型断面(B/D=5 矩形断面)を用いて研究を行った結果、その要因が剥離パブルの非定常性によるものと結論づけられた。本研究では完全剥離型断面を用い、再付着型断面を用いた過去の研究と比較を行うことで、さらに詳細にそのメカニズムの考察を行った。

### 2. 実験概要

本研究では正方形断面(断面長比 B/D=1)を対象とした。模型表面にはスパン方向に導流板付近を密に 11 個の圧力孔の列が主流方向に 10 列設けられている。これらを前縁から後縁にかけて position 1 ~ position 10 と定義する。風洞実験は、3 次元周期変動流中において行われ、断面周りの変動風速及び表面圧力を測定した。3 次元周期変動発生装置は、Fig.1 に示すように、5 枚の翼列がスパン方向に 3 列設けられたものであり、中央翼列と左右両端の翼列にはそれぞれ異なる加振周波数を与えることができる。各翼列で発生した変動流は、翼列間に設置された導流板により互いに干渉することなく模型前縁まで誘導される。導流板端部と模型前縁までの距離は約 2mm である。なお、風洞内の座標は、模型中心を原点とし、主流方向を  $x$ 、主流直角水平方向を  $y$ 、主流直角鉛直方向を  $z$ 、各方向における変動風速成分をそれぞれ  $u$  成分、 $v$  成分、 $w$  成分と定義する。また、以下、3 次元周期変動流中において議論する振幅・位相は、生データから digital band pass filter により加振周波数成分を抽出したものである。なお、本報では代表例として中央翼のみを 3.0Hz で加振した場合について記述する。

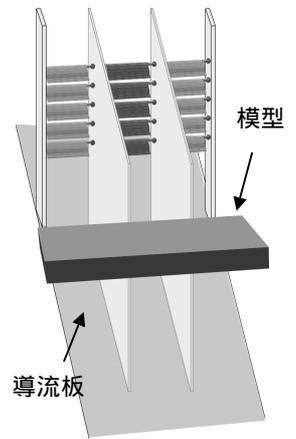


Fig.1 3次元周期変動流発生装置

### 3. 3次元周期変動流中における変動圧力・変動風速の空間分布

Fig.2 より接近流の卓越周波数成分は position 5 で最大値を示すことから、この付近において最も剥離せん断層の変動の影響を強く受けているものと考えられる。また、position 5 における変動圧力と最も高い相関を示したのは、前縁から(0.21)B 下流、模型下面の下方(0.19)D 付近で計測された変動風速であった。以下、この付近の変動風速を断面周り変動風速と呼ぶことにする。Fig.3 に接近流、模型表面圧力 (position 5)、断面周り変動風速のスペクトル特性を示す。Fig.3 から再付着型断面の場合と同様に、完全剥離型断面においても、接近流よりも断面周り変動風速が、さらにそれよりも position 5 における変動圧力がスパン方向に高い相関を持

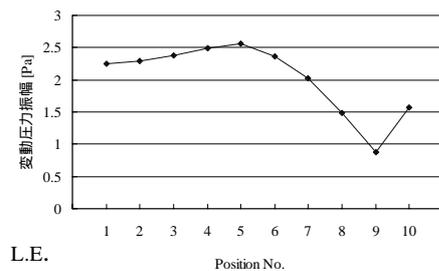


Fig.2 chord 方向の変動圧力振幅特性

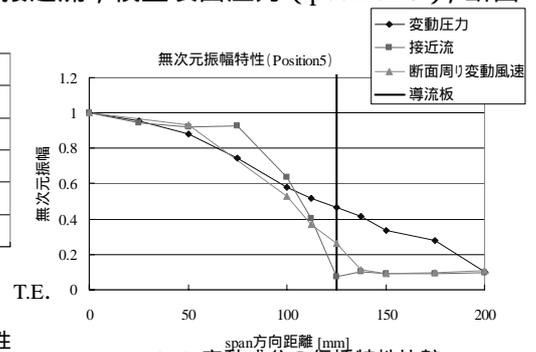


Fig.3 変動成分の伝播特性比較

キーワード：変動圧力，変動風速，剥離パブル，再付着

連絡先：〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町 TEL：075-753-5093 FAX：075-761-0646

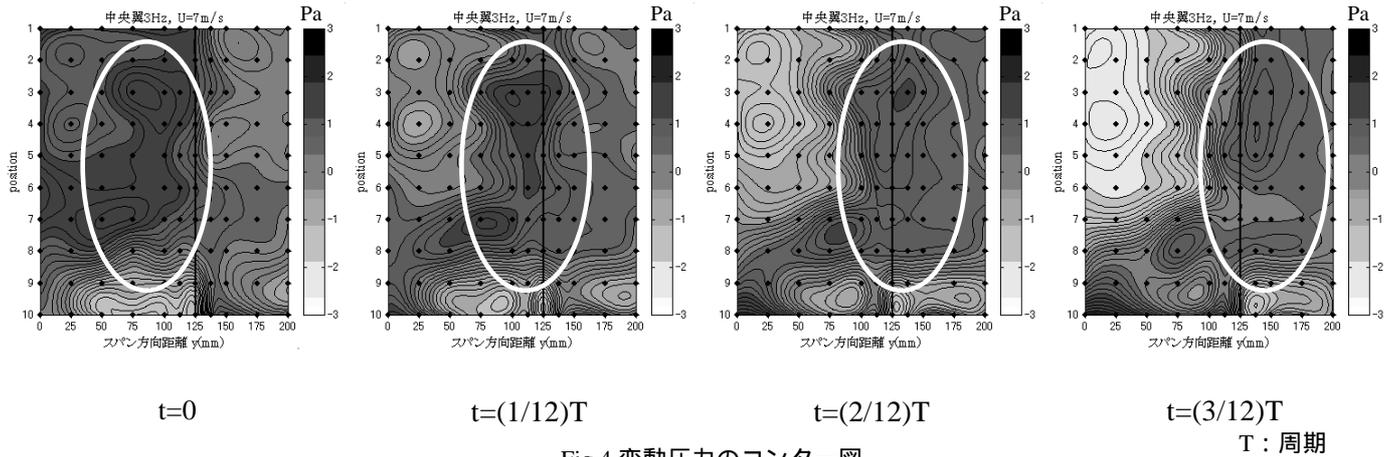


Fig.4 変動圧力のコンター図

っていることが確認された．次に，模型下面表面の変動圧力分布を Fig.4 に示す．模型前縁に吹き上げの風が作用し始める時刻を  $t=0$  に設定した．楕円で示した部分に見られる圧力変動が時間の経過に伴いスパン方向に次第に伝播していることが確認できる．また，強い圧力変動が主流方向にも広がっていることから，模型下面のほぼ全域に渡って変動圧力のスパン方向の相関が高くなっていることがわかる．Fig.5 に再付着型断面と完全剥離型断面のスパン方向の変動圧力の伝播特性を示す．なお再付着型断面のスパン方向の変動圧力特性は過去の研究より得られた結果を用いた．完全剥離型断面よりも再付着型断面がスパン方向に変動圧力が伝播しており，完全剥離型断面よりも再付着型断面がスパン方向の変動圧力の相関が高いものと考えられる．従って再付着型断面においては剥離バブルが形成する閉空間がスパン方向の相関度を高め，一方，完全剥離型断面においては再付着型断面ほどの効果は認められないものの，剥離流れ自体がスパン方向の相関度を高める要因であるものと考えられる．

4.結論

本研究は3次元周期変動流中において完全剥離型断面 ( $B/D=1$ ) を用いて実験を行った．その結果をまとめると以下ようになる．

1. 完全剥離型断面 ( $B/D=1$ ) においては剥離流れが再付着せず，模型下面全体が負圧であった．その中で外的刺激を最も強く受ける点は position 5（前縁より  $0.45D$ ）付近であった．流れが前縁より剥離するに伴い前縁から様々な周波数成分を伴った剥離せん断層が形成され，その剥離せん断層を構成する渦の中から  $3.0\text{Hz}$  成分が，接近流の影響を受けて増幅され安定化された渦へと成長する．それゆえ position 5 ではその  $3.0\text{Hz}$  成分が増幅され，安定化された渦の影響が最も敏感に作用するものと考えられる．
2. 前縁より剥離した流れ全体に翼加振により外的に与えた周波数成分が伴っている．完全剥離型断面においては，再付着型断面 ( $B/D=5$ ) に見られる剥離バブルが形成する閉空間ほどの相関度を高める効果はないにしても，剥離流れ自体がスパン方向の相関度を高める要因であることが確認された．このことは流れが完全剥離型であっても剥離流れ自体が導流板を越えてスパン方向に伝播することに起因するものと考えられる．

参考文献 松本 勝，白土博通，原村高志，小田原有作，松浦祐介”変動気流中における2次元断面周りの表面圧力の空間相関に関する研究”，第17回風工学シンポジウム論文集，2002，pp243-248

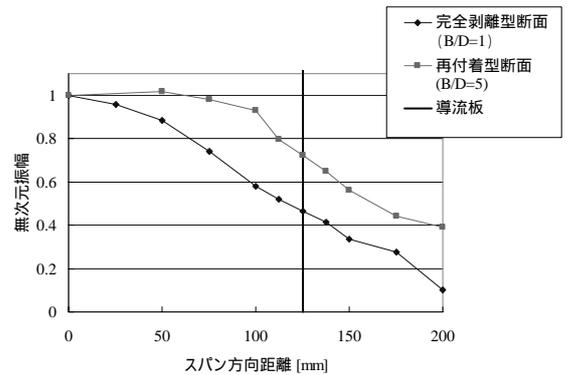


Fig.5 スパン方向の変動圧力特性比較