

脈流中における矩形断面の空力特性に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 白石 成人 京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学工学部 正員 白工 博通 大阪市 正員 横田 哲也
 京都大学大学院 学生員 〇小林 茂雄

1. はじめに 充満断面の渦励振現象は、断面まわりの剝離せん断層のもつ不安定性が増幅されて生じる渦による励振現象であると考えられる。本研究は、剝離せん断層のもつ不安定性にある種の刺激を与える例のひとつである主流方向周期的変動流れ（脈流）に着目し、これが渦放出や断面の渦励振応答に与える影響について実験的研究を行うものである。

2. 実験概要 風洞下流端にFig.1に示すような回転ブレードと穴あきプレートからなる脈流発生装置を設置し、風洞内に主流方向乱れ強さが平均流速の1%程度の脈流と発生させる。この気流中に桁高と幅員の比（断面辺長比）が0.5（完全剝離タイプ）、および2.0（前縁剝離渦タイプ）の矩形断面を、まずロードセル型A（天秤）によつて迎角0°に水平支持し、脈流周波数を変化させて、抗力および断面まわりの圧力を計測する。つぎに両断面をたわみ/自由度にバネ支持し、脈流中における渦励振応答を調べる。

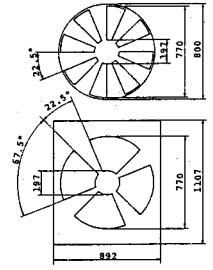


Fig. 1 PULSATING GENERATOR

3. 風洞実験結果および考察

1) 静止断面まわりの空力特性 以下に述べるように松本、Kneely、Menakerの研究と同様の結果が得られた。Fig.2は断面比が0.5の矩形断面における抗力係数特性、Fig.3は同断面の背圧係数特性を示す。いずれの場合も横軸は $Re = \rho U D / \mu$ （ U :脈流周波数, D :桁高, μ :平均風速）で示される脈流無次元周波数

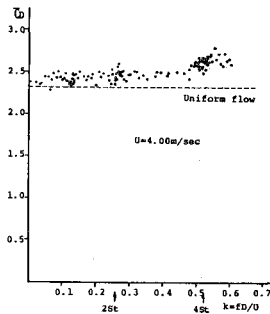


Fig. 2 COEFFICIENT OF DRAG FORCE v.s. PULSATING FREQUENCY

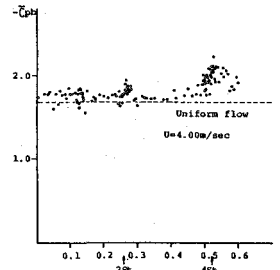


Fig. 3 BASE PRESSURE v.s. PULSATING FREQUENCY

である。また点線は一様流中における値を示す。Fig.2, Fig.3はよく似た性状を示しており、 Re が静止断面のストロハル数（0.13 = 測定値）の2倍、4倍付近でピークをもっている。これはこの周波数の脈流によつてカルマン渦の巻き込みが強められたことによると考えられる。Fig.4.は図に示す点における変動圧力波形である。左の方はストロハル成分の変動分に脈流による変動分が加算された波形になっており、上下面の変動は逆相である。このとき交替的カルマン

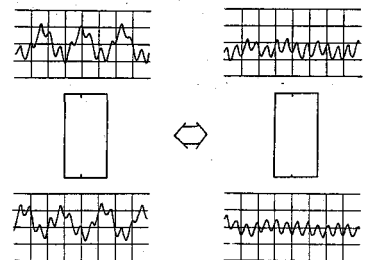
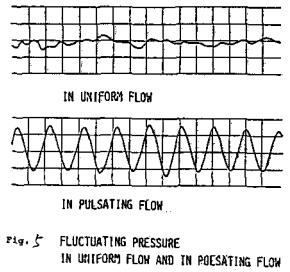


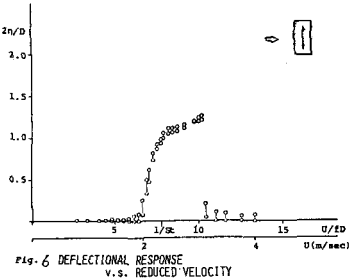
Fig. 4 FLUCTUATING PRESSURE IN PULSATING FLOW

渦放出が行われていると考えられる。それに対して右の波形は完全に脈流周波数に同期しており、上下面同相の変動を示している。このとき同時対称渦放出が行われていると思われる。

れる。すなわちこの断面においては、これらふたつの流れのパターンが交互にあらわれると判断できる。断面比が2.0の矩形断面では、抗力、平均圧力は脈流の影響をほとんど受けないが、Fig.5に示すように脈流中の側面の変動圧力波形は容易に脈流周波数に同期する。上下面同時に変動波形をみると同相で変動しており、同時対称渦放出が行われていると考えられる。



2) 動的応答特性 断面比が0.5の矩形断面はカルコン渦の支配が強い断面であり、断面比2.0の矩形断面まわりの流れは脈流などの外的刺激に敏感に反応する。ここではそのような特性が脈流中の渦励振応答にどのように影響するかを調べる。Fig.6は断面



比0.5矩形断面について一様流中での渦励振応答図であり、完全剥離型渦励振応答を示す。Fig.7は無次元風速がストロハル数の逆数付近の応答に着目し、さまざまな周波数の脈流中での応答振幅の変化をみたものであるが、それがストロハル数の2倍および4倍付近で振幅が若干大きくなる(図中矢印)。このことはFig.3とよく対応しており脈流によ、て交番渦が強められたことによると考えられる。

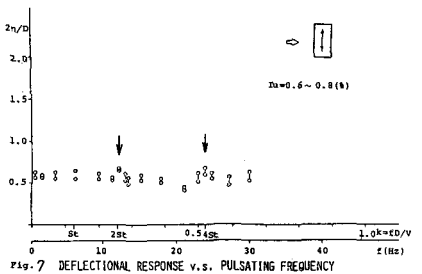
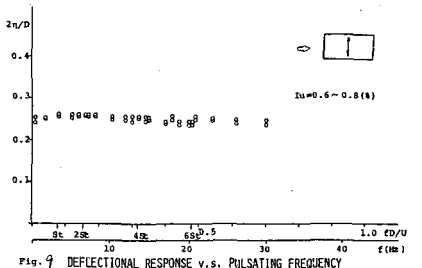
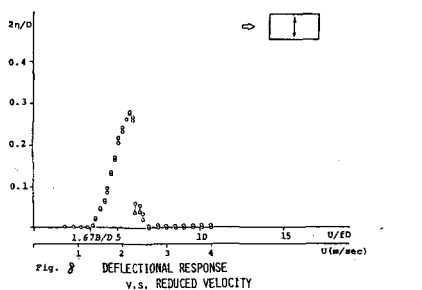


Fig.8は前縁剥離渦型渦励振応答と考えられる断面比が2.0の矩形断面の一様流中での渦励振応答図である。ここで応答ピークを示す風速付近で、断面比0.5矩形断面と同様の実験を行、た結果がFig.9であるが、ここでは脈流の影響を受けず、振幅はほぼ一定である。すなわちこの断面においては、断面の振動によ、てすでに剥離せん断層の不安定性が増幅されて前縁剥離渦として安定に放出されており、そのため脈流による不安定性増幅の効果は振幅を変化させるには至、ていないことによると思われる。



4. 結論

1) 断面比0.5矩形断面 静止断面まわりの流れは脈流中では交番渦放出と同時対称渦放出のふたつのパターンを持ち、交番渦は脈流によ、て強められる。特にそれがストロハル数の2倍、4倍で顕著であり、この効果によ、てたわみ渦励振応答振幅が大きくなる。

2) 断面比2.0矩形断面 カルコン渦支配の弱い断面であり、静止断面まわりの流れは脈流に容易に同期し、同時対称渦放出が行われる。振動中は断面の振動による前縁剥離渦が安定に放出され、これは脈流の影響を受けない。(参考文献) 松本、Kinoshita, Menachin "非定常流れの中での矩形断面の流れのパターンと空力特性について" 1989年12月