

京都大学大学院 学生員 小林 茂雄
京都大学工学部 正 員 松本 勝

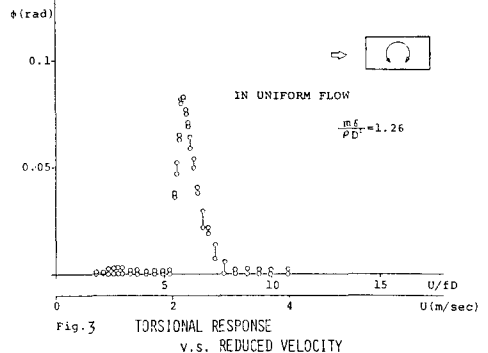
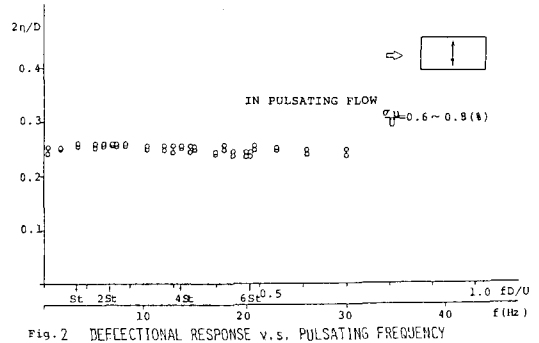
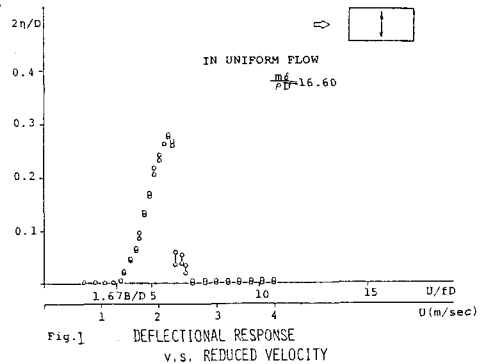
京都大学工学部 正 員 白石 成人
京都大学工学部 正 員 白土 博通

1. まえがき 充腹断面の渦励振現象は、自己刺激あるいは外的刺激により断面まわりの剥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。剥離せん断層のもつ不安定性にある種の刺激を与える例としては、flow impingement, jet flow, wall jet, 音響共振、物体振動、主流方向周期的変動流れ等が挙げられ、これらについていくつかの研究報告がなされている。本研究ではこれらのうち主流方向周期的変動流れ（脈流）に着目し、実験的研究を行う。脈流についての従来の研究のひとつとして、松本、Knisely, Menacherは、断面辺長比が2.0の矩形断面について、平均圧力は脈流の影響をあまり受けないが、断面側面非定常圧力は、脈流に敏感に反応し、脈流周波数に同期し、このとき同時対称渦放出が行われることを実験的に見出した。本研究は、辺長比が2.0の矩形断面まわりの、刺激に対して敏感に反応するという特性に着目し、脈流中においてたわみ1自由度、ねじれ1自由度、In-line 1自由度の3つのモードについて動的応答特性を調べるものである。

2. 実験結果および考察

1) たわみ振動 Fig. 1は一樣流中でのたわみ渦励振応答図である。無次元風速が3を過ぎたあたりで発現しており、典型的な前縁剥離渦型渦励振である。ここで応答ピークを示す風速付近で、さまざまな周波数の脈流中での応答振幅の変化を見た図がFig. 2である。ここで横軸は $k = fD/U$ (f ; 脈流周波数、 D ; 桁高、 U ; 風速)で定義される脈流無次元周波数である。この図をみると脈流周波数を変えても振幅にはほとんど変化がない。これは断面の振動によって、すでに剥離せん断層の不安定性は十分に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、振動を変化させるには至っていないことによると思われる。

2) ねじれ振動 Fig. 3は、前縁剥離型と考えられる、一樣流中でのねじれ渦励振応答図である。Fig. 4はここで応答ピークを示す風速付近で1)の場合と同様の実験を行った結果である。 $k = 6St$ 付近までは際立った変化は見られないが、 $k = 6St$ を越えると周波数が高くなるにつれて急激に振幅が小さくなり、ついには振動が止まる。渦励振発現機構が類似しているにもかかわらず、たわみモードとねじれモードとで違った現象があらわれたのは、具体的には明らかにできないが、各種振動モードの違いによる渦の強度、あるいは振るまいと脈流との複雑な干



渉作用の違いによるものと考えられる。すなわちたわみ振動の場合は、剥離せん断層に刺激を与えているのは主に leading edge であり、これによって強い前縁剥離渦が発生していると考えられる。このとき trailing edge は後縁部におけるごく小さな渦（後縁二次渦）の形成に寄与しているにすぎない (Fig. 5 a)）。一方ねじれの場合は、trailing edge も剥離せん断層に強い刺激を与えていると思われ、それに対して leading edge の効果は、たわみ振動時ほど大きくないと思われる。このとき剥離せん断層の不安定性は十分に増幅されておらず、脈流の影響を受けやすいと考えられる (Fig. 5 b)）。また、断面後縁部で一種の multi-shear-layer vortices が形成されたため、この現象が起こったものとも考えられるが、この点については今後流れの可視化等を実施することにより、明らかにしなければならない。

3) In-Line 振動 Fig. 6 に応答図を示す。上下面同時に変動圧力を測定することにより、この振動は、断面まわりの剥離せん断層が、物体の In-Line 振動に起因して上下対称に刺激されることにより、安定に放出されている同時対称渦放出によるものであると判断できる。ここでも 1)、2) と同様の実験を試みたが、その結果を Fig. 7 に示す。固有振動数成分をもつ脈流中では、同時対称渦が脈流により強く刺激され振幅が大きくなるが、 k が 4 St より小さな範囲では、固有振動数成分以外の周波数で脈流をあてても断面まわりの流れは脈流の影響を余り受けず、その結果一様流と同じレベルで振動している。このことから断面自身の振動による剥離せん断層の不安定性増幅の効果が大きいことがわかる。しかし $k = 6$ St 付近では、ねじれ振動の場合と同様の変化が起こっており、今後流れの可視化等による確認が必要である。

3. むすび 辺長比が 2.0 の矩形断面はカルマン渦支配の弱い断面であり、断面まわりの剥離せん断層のもつ不安定性は容易に外的刺激に反応する。すなわち静止断面では容易に脈流に同期し、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、脈流の影響を受けない。ねじれおよび In-Line 振動では、高周波数の脈流により断面からの剥離せん断層が敏感に影響を受けるようになり、振動はおさえられる。

(参考文献) 松本, Knisely, Menacher "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" 第 8 回 風工学シンポジウム 1984 年 12 月

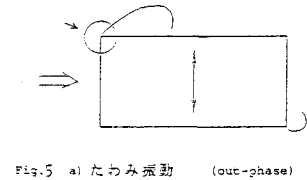
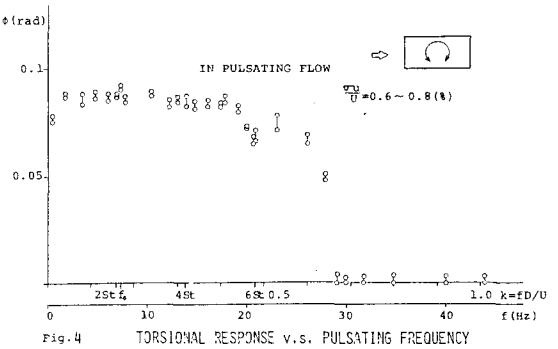


Fig. 5 a) たわみ振動 (out-phase)

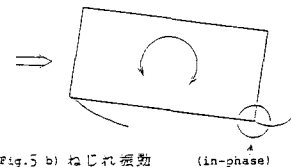


Fig. 5 b) ねじれ振動 (in-phase)

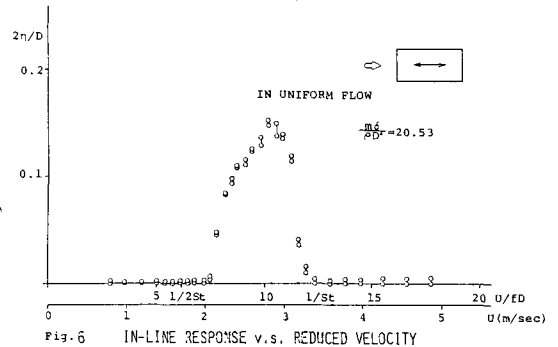


Fig. 6 IN-LINE RESPONSE v.s. REDUCED VELOCITY

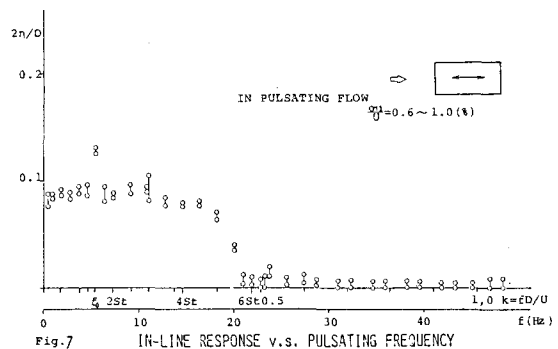


Fig. 7 IN-LINE RESPONSE v.s. PULSATING FREQUENCY