

横浜国立大学 正員 山田 内
 横浜国立大学 正員 宮田 利雄
 東京大学 正員 伊藤 孝

1. はじめに

一様流中で発生する様々な空力不安定振動が、主流に乱れが加わり、たゞしかなる挙動変化を示すかという問題は、自然風的作用を考へるまでには非常に興味深いものである。我々は、いつか、長方形断面柱についてたゞみ-自由度の自由振動応答は非定常圧力特性について一連の報告を行なつてきた^{1,2)}。本研究では、1:2長方形断面柱についてねじり-自由度の自由振動応答は非定常圧力特性を調べ、たゞみ振動に対する乱れの影響を対応させて、主流に乱れが加わることの効果を検討しようとするものである。

なお、実験に使用した模型は自由振動実験及び圧力測定実験と兼に $75^{\circ} \times 150^{\circ}$ の1:2長方形断面2次元剛体模型を用い、圧力計は0.2psi感度のものを、乱れ気流は風路内に設置した格子により発生させた主流方向に乱れの強度 $I_u = 11\%$ の積分スケール $L_z^2 = 7.3 \text{ cm}$ のものである。これは、たゞみ振動時の非定常圧力特性を調べた時と全く同じセットである。

2. ねじり-自由度自由振動応答

ねじり-自由度に弾性支持した気流中に置くと図2のおお振動応答を得る。一様な気流中では、よく知られている $U_r = 6$ 付近と $U_r = 210$ の2つの領域で不安定振動が得られる。一方、乱れ気流中にあると、 $U_r = 6$ 付近の不安定振動について乱れの影響は大きく現れた振動応答は発生しない。 $U_r = 210$ のフロッツについては、小振幅時には乱れの影響が現れるが、ある程度の振幅以上では一様流中で得られたものとほぼ同一の応答が得られる。

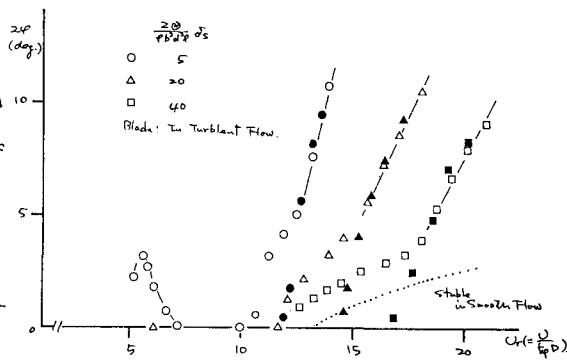


図1. 1:2断面のねじり-自由度自由振動応答

3. ねじり振動時の非定常圧力特性

ねじり-自由度自由振動応答で得られた低風速領域の不安定振動に対応させて図2-3に、高風速領域のねじりフロッツに対応させて図4-5-6に、圧力変動振幅は変位との位相差を示している。圧力値は動圧を用いて係数化している。圧力変動振幅は、圧力変動をFourier変換したときの変位周波数成分の振幅である。変位との位相差は、振動変位を基準として位相差を考へていふため、作用圧の振動側の位相は側面の中央から風上側と正であり風下側と負である。

まず、一様な気流中で非定常圧力特性は、たゞみ振動時の特性と比較的よく似ている。低風速領域で発生する不安定振動は、たゞみ振動の時は側面に風上から風下にかけて位相差が大きく変化することによって圧力変動の作用する側面後縁付近で圧力変動振幅の増加を特徴としていたが、ねじり振動についてはよく似た特性を示す。(図2-3)に於て、2. 低風速領域での不安定振動の発生機構について、たゞみ振動・ねじり振動と兼に似たものと考へておいた。次にねじりフロッツの発生する領域の非定常圧力特性を考へると、吸気風速を固定したとき変位との位相差は振幅依存性がほとんど見られなくなることからわかる。(図5)これは、フロッツ発生領域の特性と共通のものがあつた。しかし、ねじりフロッツがギャロップとは異なつて、ギャロップが、Lock-in領域の外で発生するのに対し、ねじりフロッツは側面で行なつた範囲内ではLock-in領域で発生している点であり、そのため非定常圧力の意味が異なる。このLock-in領域と現象の発生との対応は、ギャロ

ゼンダとぬいりつらうとの特性の違いを暗示
 しているように見える。さて、主流に乱れ
 が加わった時の非定常圧力特性に対する影響
 は、ためみぬいれや現象を問わず共通項
 として、図2-4のようには圧力変動振幅が大幅
 く減少することが挙げられる。この減少の度
 合は大きく現れる圧力変動振幅に対し、特に
 著しい。次に、変位との位相差についての影
 響は、低風速領域では図3のようにはほとんど
 現れない。一方、高風速領域では図5のよ
 うには振幅時には乱れの影響はより変化する
 が、比較的下な振幅の領域では、乱れの影響
 は少なり。これらの乱れの影響は、ためみ
 振動時には見られたものもあり、ためみ振動
 ぬいれ振動ともに乱れの影響は同様に見られ
 方をすると考えてよいようである。ところで、
 自由振動に対する乱れの影響は、低風速領域で
 発生する不安定振動は消滅し、ぬいれつらう
 は相変らず発生するという違いがある。この
 違いは、非定常圧力から定常力としてのモー
 メントを形成する過程の違いであると考
 えられる。すなわち、低風速領域での不安定振動では、
 節振動として作用する側面後縁付近の圧力変
 動振幅が側面エッジの部分に比べて大きく、
 また外縁近くであるために、その部分での圧
 力変動振幅が乱れた気流中で大きく減少する
 ことは、同じ位相差特性の下では、
 一様な気流中より大きく定常力モーメントで
 減少させることになる。一方、高
 風速領域でのぬいりつらうについては、一様
 な気流中では圧力変動の振幅は、
 側面エッジ減衰側に傾く風上側と節振動側に
 傾く風下側とでは、その程度は異なる
 はたして、主流に乱れが加わったときも同
 程度の減少が見られる。これを全体に
 傾く定常力として見たとき、圧力変動振幅
 の減少は側面エッジに相殺されてしま
 い、結果として一様な気流中と乱れた気流
 中とでは同様の自由振動応答が得られるこ
 ととなる。このように、乱れの影響という点
 で見ても自由振動応答の違いは、現象を支配
 する非定常圧力の特性から検討すれば、乱
 れの影響はいずれの現象についても同程度
 に現れるものの、一様な気流中の特性がよ
 り異なるため、この場合は正しいことは興味
 深いことである。

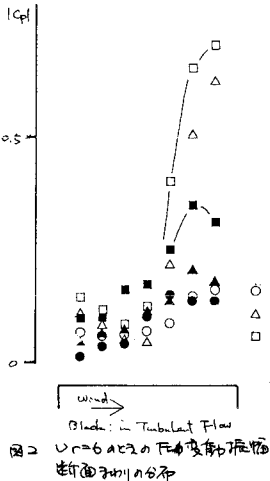


図2 $U=6$ m/s の圧力変動振幅
 断面平均の分布

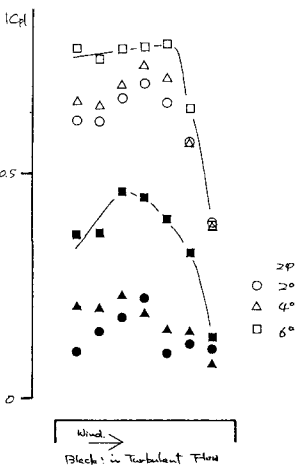


図3 $U=6$ m/s の変位との位相差
 断面平均の分布

図4 $U=14$ m/s の圧力変動振幅
 断面平均の分布

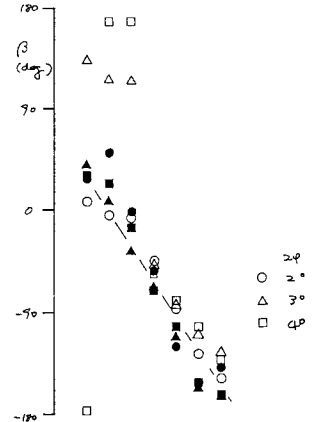


図5 $U=6$ m/s の変位との位相差
 断面平均の分布

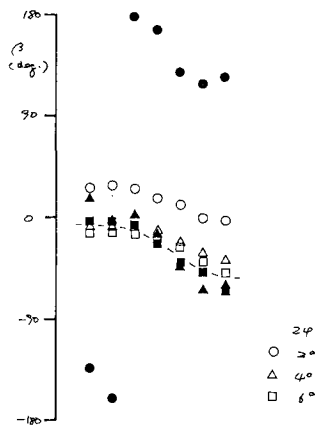


図6 $U=14$ m/s の変位との位相差
 断面平均の分布

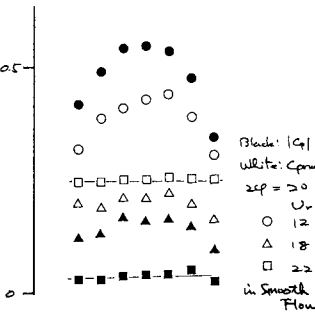


図7 $U=14$ m/s の変位との位相差
 断面平均の分布

参考文献

- 山田 富田・行蔵・才6回風工学シンポジウム 昭和55年11月
- 山田 富田 官崎 官田 才35回土木学会年次大会 昭和55年9月