

隅切り矩形断面におけるレイノルズ数効果に及ぼす乱流の影響

京都大学大学院 学生員 西崎 孝之
 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
 N T T 正 員 桂 一詞
 京 都 大 学 学 生 員 辻 本 和 弘

1. まえがき

近年、橋梁構造物はますます大規模化、長径間化が促進され、オイルダンパーなど構造力学的方法だけでは十分に制振する事が難しくなってきた。そこで、主塔の制振対策の一つとして主塔の隅角部を断面代表長に比べてほんの小さいサイズだけ切りとる、いわゆる隅切り断面が積極的に採用されている。しかし、最近このように隅切りを施した断面においては、空力特性がレイノルズ数の変化によって影響を受けることが問題になっている¹⁾。筆者らは、一様流中で実験を行い、隅切りを施した断面の渦励振最大応答振幅が、レイノルズ数とともに大きくなることを指摘した²⁾。そこで、本研究では、乱流中で風速応答振幅実験を行い、乱流中における隅切り断面の空力特性に及ぼすレイノルズ数の影響について検討する。

2. 実験概要

本実験では、京都大学工学部土木工学教室に設置された吹き出し式エッフェル型風洞（断面高さ 1000mm, 幅 700mm, 長さ 5000mm, 風速 0~約15 m/s の範囲で連続的に変化させることができる。）を使用した。気流は、一様流のほか乱れ強さ 4.8 % の格子乱流を発生させた。使用した模型は、断面辺長比 $B/D=0.62$ 、隅切り率 $a/D=1/18$ の2次元剛体模型である。コイルスプリングによって風洞内に水平支持し、風速応答振幅測定実験を行った。

今回は、渦励振の発現レイノルズ数を変える方法として、模型の固有振動数を変化させる方法をとった。また、質量減衰パラメータ $Sc = m\delta/\rho D^2$ は一定値として 7 にできるだけ近づけた。

3. 実験結果及び考察

一様流中および乱流 ($I_u=4.8\%$) 中における風速応答振幅測定実験の結果を図1、2に示す。また、一様流、乱流中それぞれの各振動数における渦励振の最大応答振幅を図3に示す。

筆者らは、同様の実験で、一様流中においては、どの固有振動数においても風速域の限定されたギャロッピング状の発散振動が発生するとし、また、

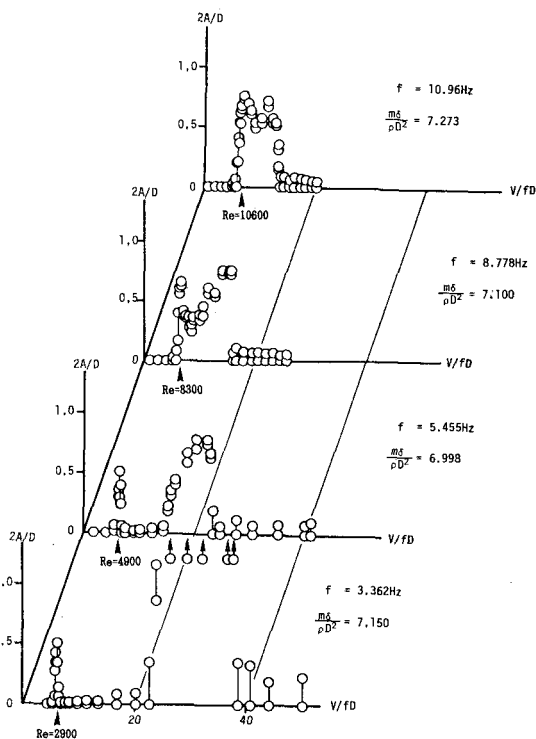


図1 空力振動応答図（一様流中）

Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAISHI, Hiromichi SHIRATO, Kazunori KATSURA,
 Takayuki NISHIZAKI, Kazuhiro TSUJIMOTO

渦励振の最大応答振幅は、レイノルズ数 3000 から 10000 の間ではレイノルズ数とともに増大すると報告している¹⁾。

今回の実験では、すべての固有振動数のもとで風速域の限定された振動の発生がみられ、渦励振については、レイノルズ数 8000 程度までは渦励振最大振幅にほとんど変化はなく、さらにレイノルズ数が高くなると、振幅が大きくなるという結果が得られた。このことは、上記の報告とほぼ一致していると考えられる。ここで、渦励振の最大応答振幅の変化に違いがみられた原因として考えられることは、ともに一定値としているスクルーション数は倍振幅 2mm における値であるが、さらに大きな振幅になったときに構造減衰が異なっている可能性があり、そのため、渦励振の最大応答振幅の変化の傾向が異なったのではないかと思われる。

乱流中においては、渦励振発生領域がレイノルズ数 3000 弱では乱流中の渦励振最大振幅が一樣流中よりも大きくなり、不安定化現象がみられる。しかし、レイノルズ数 5000 程度でいったん振幅は減少し、ギャロッピング状の振動も安定化する。

さらに模型の固有振動数をあげるとレイノルズ数 8000 程度から渦励振とギャロッピング状の振動の両者が一体化した形で振幅が大きくなり始める。この時、ギャロッピング状の振動が発生する無次元風速域は、一樣流中と同様にレイノルズ数の増加とともに低下する傾向がある。

4. まとめ

今回の実験で用いた $B/D=0.62$, $a/D=1/18$ の断面では、一樣流中と一部異なった傾向を示したものの乱流中においてもレイノルズ数に対する渦励振最大応答振幅の変化はほぼ同様の傾向を示し、隅切りを施した断面の乱流中におけるレイノルズ数の影響についても空力特性が変化することが確認できた。今後は、さらに高いレイノルズ数域でもその影響について検討を加える必要があると思われる。

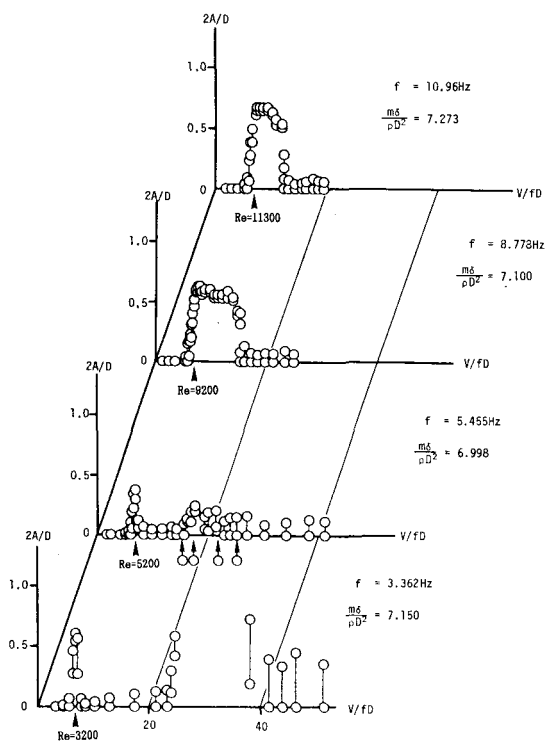


図2 空力振動応答図（乱流中）

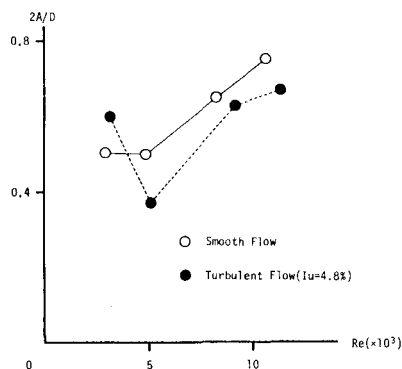


図3 渦励振最大応答振幅の変化

参考文献

- 1) 岡島 厚, "隅切り矩形断面周りの流れに対するレイノルズ数の影響" 土木学会第46回年次学術講演会概要集、平成3年
- 2) 松本 勝、白石成人、白土博通、保田雅彦、佐野祐一、桂 一詞、西崎孝之, "隅切りによる主塔の耐風安定化効果に関する研究" 土木学会第46回年次学術講演会概要集、平成3年