

I-435 スプリット板付き矩形断面柱のギャロッピング(その1)

九州大学応用力学研究所 正会員 平田勝哉
 三菱重工業 占部達也
 九州大学応用力学研究所 渡辺公彦
 “ 正会員 中村泰治

はじめに 種々の風災害のうちでもフラッタに関連したものは、時にきわめて破壊的であるがゆえ、その対策は深刻であり、一方その現象の複雑さゆえに学問的にも非常に興味深い。フラッタのうち、振動方向が流れに対して直角方向のものを曲げ1自由度フラッタと呼ぶ。曲げ1自由度フラッタについても渦励振、(高速)ギャロッピング、エッジトーン渦励振(参考文献1)などのパラエティに富んだ現象の現われることが知られている。さらに最近では、低速フラッタやスプリット板を有する際に生じるフラッタ(以後、単にギャロッピングと呼ぶ)の発生も報告されている(参考文献2)。そこで今回、著者らは、風洞内で自由振動実験を行い、矩形柱において生じる多種多様な曲げ1自由度フラッタの発生領域を明らかにし、その特徴を示そうとした。その際、特にスプリット板の有無による違いが注目された。

実験方法 用いた風洞の測定部の寸法は、縦×横×長さ=3m×0.7m×2mであり、流れに直角に振動するように設置されたモデルの概要を図1に示す。なお、端板はモデルとともに振動するが、スプリット板は風洞壁に固定されている。モデルの寸法は、高さ $h=2\text{cm}\sim 15\text{cm}$ 、幅 d と高さ h の比(断面比) $d/h=0.19\sim 6.0$ 、スパン長 $L=0.66\text{m}$ 、スプリット板の長さ $c=1.0h\sim 3.3h$ 、スプリット板との間隙は $0.03h\sim 0.1h$ であった。端板の形は、正方形あるいは円形で、その一辺あるいは直径は $3.0h\sim 17.5h$ であった。風洞風速 U は $1.2\text{m/s}\sim 12\text{m/s}$ の範囲で変化させた。モデルの固有振動数 $f=2.1\text{Hz}\sim 8.0\text{Hz}$ であり、無次元風速 $\bar{U}(=U/fh)$ で定義)は $0.9\sim 165$ の範囲となる。また、レイノルズ数は $2.4\times 10^3\sim 1.0\times 10^5$ 、スクルートン数は10程度と小さい。モデルは風洞外でバネ支持され、変位はそのバネに貼られた歪みゲージにより計測した。すなわち、 $0.1h$ 程度の振幅における対数発散率を求め、構造減衰率をそこから差し引いて、空力発散率とした。空力発散率が0となる状態が、励振と減衰の境界であり、そこを境に空力発散率が(+)を示す領域では空気力は励振力となり、(-)を示す領域では減衰力となる。

実験結果 図2には、スプリット板のない場合のフラッタ発生領域を斜線で示した。図からは、(高速)ギャロッピング、渦励振、低速ギャロッピングの3種類のフラッタが起こっていることが分かる。低速ギャロッピングは、(高速)ギャロッピングとは対照的に、共振風速 $\bar{U}_r$ よりも低い無次元風速で発生している。さらに低速ギャロッピングの発生領域は断面比の小さいところであり、この意味でも(高速)ギャロッピングとは逆である。このようにスプリット板のない場合のフラッタの発生は複雑なものであるが、スプリット板を後流中に挿入すると様相はいたって単純なものとなる。すなわち図3に示すようにスプリット板付きの矩形柱の場合は、渦励振の発生はなく、ある境界線を越えて高風速側でギャロッピングが発生する。また、スプリット板付き矩形柱では、スプリット板のない場合と比較して、かなり大きな断面比(例えば $d/h=4.0$)でも励振を起こすことが分かる。図2と図3を較べて気づくことは、図2の低速ギャロッピングと図3のギャロッピングの発生境界のよい一致であろう。特に d/h が0.5以下では非常によく一致している。この事実から、低速ギャロッピングとスプリット板付き物体のギャロッピングが同じ発生原因あるいは消滅原因を持つことが推測される。

おわりに 自由振動実験により、4つの曲げ1自由度フラッタの発生領域が明らかとなった。さらに、低速ギャロッピング、(高速)ギャロッピングそしてスプリット板付き矩形柱のギャロప్ప

グの間に興味深い因果関係を見い出せた。著者らは、これらの関係がフラッタの発生機構の同一性に起因するものと考え、今後はまず比較的単純と考えられるスプリッタ板付き物体を中心に実験を進めて、ギャロッピングの発生機構の解明に努めたい。

参考文献

1. Nakamura, Y. & Nakashima, M., J. Fluid Mech., Vol. 163 (1986).
2. Nakamura, Y. & Matsukawa, T., J. Fluid Mech., Vol. 180 (1987).

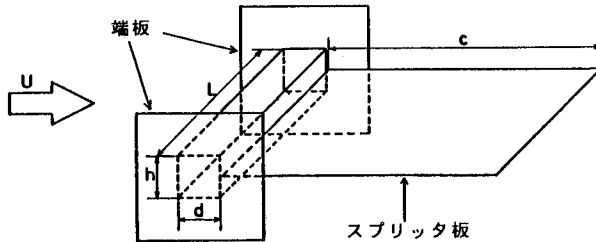


図1 風洞モデルの概略図

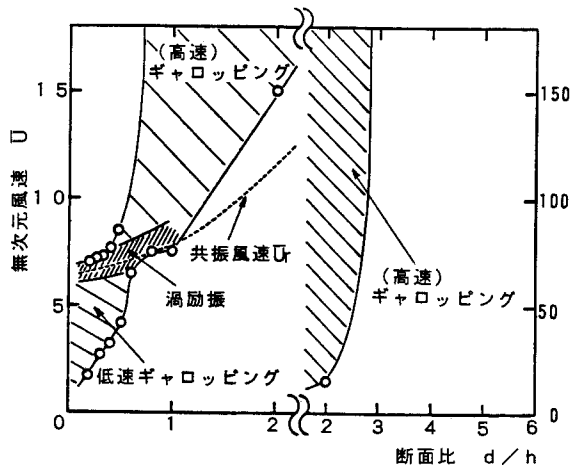


図2 スプリッタ板のない矩形柱における曲げ1自由度フラッタの発生領域

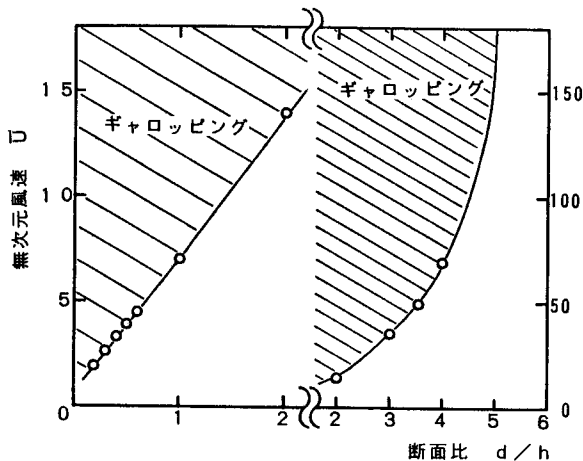


図3 スプリッタ板のある矩形柱における曲げ1自由度フラッタの発生領域