

九州大学応用力学研究所

正員 中村泰治, 渡辺公孝

九州大学工学部 (現在, 建設省) 学生員 藤本 勝

1. まえがき

前回, 断面比 d/h (d = 流れ方向の辺長, h = 流れに直角方向の辺長) の比較的大モリト型断面柱のゆじり低風速励振 (仮称) について考察し, その発生は, 柱体運動にともなう前縁より放出される前縁はく離うずの挙動に基づくものであり, 背後に形成されるカルマンうずとはほぼ無関係であることを示した.¹⁾ 今回は, 比較的断面比の小さい矩形断面柱のゆき振動を取上げ, 前回と同様に, 低風速励振とカルマンうず励振との関係を考察するものである.

2. 実験装置

使用した風洞の測定部断面は, 高さ $\times$ 幅 = $3\text{ m} \times 0.7\text{ m}$. 模型は, $h = 15\text{ cm}$, $d = 15\text{ cm}, 30\text{ cm}, 60\text{ cm}$ の3種の矩形断面柱であり, したがってその断面比 d/h はそれぞれ, 1, 2, 4 である. 使用する模型の固有振動数はそれぞれ約 $f_0 = 4.0 \sim 4.5\text{ Hz}$ 範囲であった. とくに, 1:1 および 1:2 断面柱については, 発散が烈しいのでオイルダンパーを使用して振動を抑制した. 物体の背後に垂直スプリング板を挿入固定すると, はく離層は物体前面より約 $8h$ 後方においてスプリング板上に再付着し, カルマンうずは消える. 本研究においては, $l = 183\text{ cm}$ のスプリング板を使用した場合と使用しなかった場合について振動実験を行い, 両者を比較検討した.

3. 実験結果

図1は 1:2 断面柱の振幅を示す. 横軸は無次元風速 V ($= V/V_{cr}$), 縦軸は無次元振幅 η ($= y/h$) であり, $2m\phi/\rho h^2 = 21$ であった. まず, スプリング板なしの場合については, よく知られたとおり, 共振風速 V_{cr} よりもはるかに低い風速で励振が生じ, 共振風速付近より第2の励振がある. 第2の励振の共振風速部分はキャロビンうずと知られているが, こゝで注目するのは第1の励振と第2の励振の初期である. スプリング板を挿入した場合 (カルマンうずはない), 第1の励振はスプリング板の位置によるが同一で, またスプリング板がない場合 (カルマンうずあり) とも一致する. つまり, 低風速励振はカルマンうず存在と無関係に発生することが示唆される. 微小振幅における同様の比較資料として, 図2に $\eta = 0.05$ における全分散率 $-\Delta\alpha$ を示す. この場合も, 低風速励振はスプリング板の有無と関係がない.

つぎに第2の励振であるが, 図1でみるとスプリング板有りの場合も (必ず共振風速付近より励振が起き, その挙動はスプリング板がない場合と一見類似する. (ただし, 図2でみれば, 微小振幅において両者は多少異なる相違することがある. 共振風速において両者が大きく異なるのは, カルマンうずの有無により定常流が大きく相違することからも当然

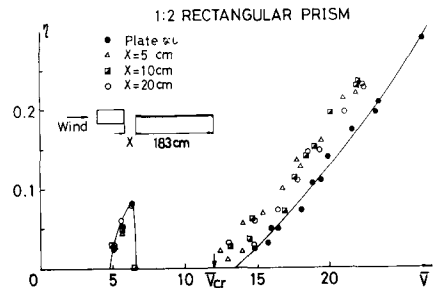


図 1

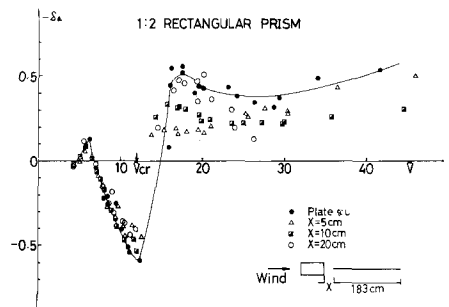


図 2

であらう。

1:1 断面柱の実験では、スプリッタ板の有無に依り、共振風速に近づくとき、励振振幅が大きくなり測定が困難であった。図3に微小振幅 ($\eta = 0.025$) における空力減衰率 $-\delta_a$ を記す。この場合も、共振風速以下の低風速では、スプリッタ板の有無にかかわらず、ほぼ同じ δ_a の値を示すことがわかる。共振風速以上ではスプリッタ板なしの場合の測定値がかなり低く、止むを得ず非定常揚力の測定値より本模型の空力減衰率を推定し、図3に実線で示す。実線をスプリッタ板有りの測定値と比較すれば、1:1 断面柱ではカルマンこうすによる強い励振が共振風速付近で発生することがわかる。

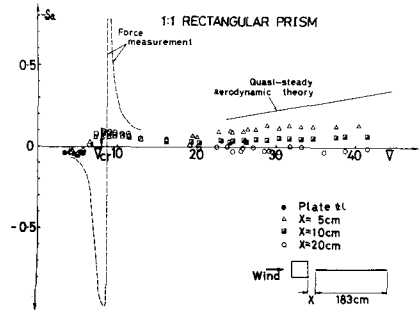


図 3

最後に 1:4 断面柱の励振振幅を図4に示す。この場合、スプリッタ板の有無は関係なく、2つの風速域で励振を呈するが、第1の励振ではスプリッタ板有りの方が応答が大きく、また、スプリッタ板をさらに柱体に接近させると、応答は更に減少した。これらの理由については、現在まで、不明である。注目すべきは共振風速を含む第2の励振であって、応答はスプリッタ板の有無にほとんどよらず、したがって、

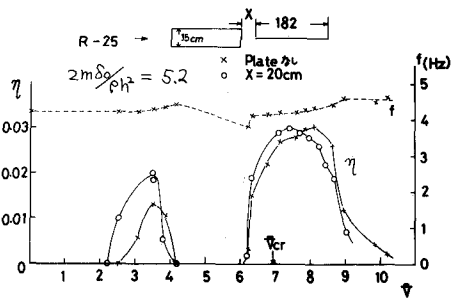


図 4

1:4 断面柱のように扁平な断面柱では、共振風速付近で励振を呈するもの、その発生には前縁はく離することによる励振効果が卓越するように思われる。ここでスプリッタ板の挿入に、

同じ若干の差を認められる。つまり、スプリッタ板を挿入する目的は、カルマンこうすの振動の影響のみを除去、その他の点ではカルマンこうすのある流れと異なるような流れを実現することにある。しかし、カルマンこうすの発生は非線形な現象であるから、その存在は流れの振動特性のみならず、定常的特性にも大きな影響を及ぼす。スプリッタ板を挿入すると、カルマンこうすの振動の影響が除かれるが、同時に定常流特性も大きく変化し、上述の1/4は虫のよう、事柄は実現される。また、同様の理由で、スプリッタ板と柱体背面に接近させると相互干渉が大きくなり、これもまた好ましくなり結果を示す。しかし、それにしても、低風速に因る限り、背後のスプリッタ板の影響が余り少ないことが実験結果は示しているようにみえる。

4. 結論

一般に、断面比 d/h の小さい断面柱では (例えば 1:1 断面柱) 典型的なような励振が発生するが、 d/h の大きい断面柱 (例として 1:4 断面柱) では、共振風速付近よりむしろ前縁はく離することによる励振効果が卓越するように考えられる。また、1:2 断面柱はその中間に位置するように思われる。このようなことは、文獻に述べられているところとほぼ一致するが、事柄の詳細は現在不明であって研究の進行が必要とされる。

文献

- 1) 中村, 渡辺: H型断面柱の低風速励振について, 第34回年次講演会, 1979.
- 2) 中村, 清田: Unsteady lift & wakes of oscillating rectangular prisms, J. Engineering Mech. Div., Vol. 101, No. EM 6, ASCE, 1974.
- 3) 小林: 風による橋大橋の限定振動に関する研究, 大阪大学修士論文, (1978).