

京都大学工学部 正員 松本 務
京都大学工学部 正員 白石 成人

1. まえざき

近年, 箱型断面やH型断面の低風速域における限定振動について, 小林⁽¹⁾, 中村⁽²⁾はそれぞれ剥離渦励振, 低風速励振として, その発生原因が断面前縁からの剥離渦によるものとして, 従来の断面背後に生じるオルマン渦(周期渦)に起因した渦励振とは区別されるべきと報告がなされている。しかしながらこれらの限定振動が何故に, 周期渦特性をホウストロハル数の逆数として定義される限界風速 $\hat{V}_{cr}$ の約 $1/2$ 付近の風速域で生じるのか, あるいは断面前縁からの剥離渦と断面背後の周期渦とどのような関連性を有するものかについては未だ不明な点も多く残されていると云えよう。このような観点に立ち, ここでは断面比1:2の矩型断面の $1/2 \hat{V}_{cr}$ 近傍でのたわみ限定振動に注目し, その発生機構を調べるための基礎的な実験的検討を加えた。

2. 断面回りの流れの様子

図1に, たわみ渦励振の生じ始める流速域($\hat{V} = V/DN = 4.15$, V : 流速, D : 桁高, N : たわみ振動数)における断面回りの流れの様子を, 水槽実験での高速写真撮影より求めた結果のスケッチ図を示す。なお写真1は図1の状態(7)を示し, 写真2は渦励振の発生しない低流速域での同様の状態にある流れの様子を示す。図1より知られるように前縁より剥離した渦は, 断面の1周期振動後に後縁部に達しており, 更に断面後縁では前縁からの剥離渦と, 断面が振動することにより生じたと考えられる後縁近傍での後流域における渦とが一体となって一つの大きな渦として後流へ周期的に放出されている様子やうかがえる。又, 写真2の低流速域で, 渦励振が終息する高流速域ではこのような断面後縁近傍での強い成長渦は存在しない。このことより, 前縁からの剥離渦は後縁近傍での二次的な渦の助けを借りることによって断面側面より沿って安定した渦へと成長し, 後縁でこの二次的な渦と一体化して後流へ周期的に放出されているようである。

3. 後流渦破壊用平板設置の影響

$1/2 \hat{V}_{cr}$ 近傍の渦励振が, 断面背後の流れを変化させることによりどのような違いが見られるかを調べるために, 図2に示すような薄平板(主流方向長さ 60 cm , 幅 93 cm (模型スパン長), 板厚 2 mm ; アルミニウム製)を, それぞれ1枚, 3枚, 5枚, 矩型断面($15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$)の後流に設置し, 模型断面後縁と平板前縁間の距離(X)を変化させて, たわみ振動応答および断面側面への圧力特性を調べた。模型の振動条件はたわみ1自由度系とし, 単位長さ当りの質量(m) $0.443 \text{ kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^2$, たわみ固有振動数(N) 2.435 Hz , 対数減衰率(δ_2) 0.01264 (組立係振幅 20 mm での値)である。なお平板の設置位置によっては, 振動の減衰特性が変化することもあるが今回は計測されていない。図3および図4に平板1枚および3枚を設置した場合, 平板設置位置(X/D)によるたわみ振動応答変化を示し, 図5および図6に, 換算風速($\hat{V}$) 4.95 および 6.45 と固定したときの平板設置位置(X/D)によるたわみ振動応

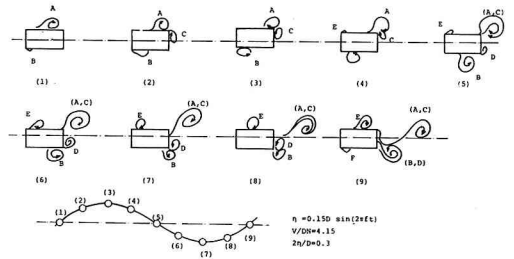


図1 たわみ定常振動状態の流れの様子

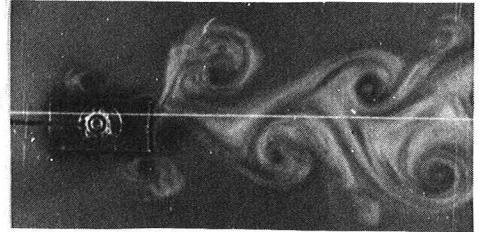


写真1 渦励振発生流速域($\hat{V}=4.15$, $\alpha=0.3$)

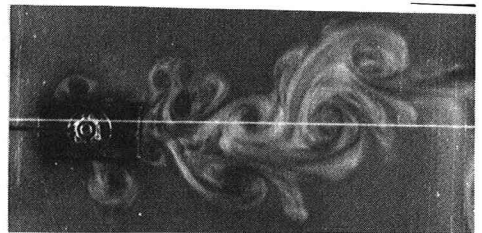


写真2 渦励振発生流速域($\hat{V}=3.02$, $\alpha=0.3$)

振幅の変化特性を示す。これらの図に示されるように、平板設置位置（例 $X/D=2$ ）によつては平板を設置しない場合（ $X/D=\infty$ ）よりもたわみ振動応答がやがて大きくなり、後縁域での流れの変化がたわみ振動応答に何らかの影響をおよぼしていることが知られる。 X/D が 1.0 より小さく 1.5 に近づいて、たわみ振動応答は小さくなる傾向が見られ、この傾向は平板1枚よりも3枚の方が強い。この理由としては X/D によるたわみ振動の減衰特性の変化も考えられるが、他の理由として、断面後縁部近傍での二次的な渦の生成にこの X/D が何らかの形で影響したためと考えられる。従つて今後、 X/D による同一渦特性のもとでの実験あるいは X/D の変化に応じて流れの特性の変化の可視化等が望まれる。図7は換算風速（ $\hat{V}$ ）5.0 近傍でのたわみ定常振動（平板3枚設置、図4の $\hat{V}=5$ での応答参照）状態における断面側面における変動圧力係数および変動圧力とたわみ振動との位相のずれ角（中：たわみ最大位置を $\phi=0^\circ$ とする。）の結果を示す。図に示されるように $X/D=0.167$ では $2\pi\hat{V}$ と他の2ケースに比べて異なっていることが知られる。一方 ϕ については3ケースで大きな差は見られない。以上のことより $1/2 \hat{V}_{cr}$ 近傍の断面比 1:2 矩形断面のたわみ渦励振は、前縁から前縁渦と後縁部近傍での二次的な渦とが関連し合つて生じているものと推定されるが今後更に多くの情報を収集しその発生機構をより明らかにすることと望まれる。最後に本研究の実験遂行に際し、大阪市塩谷智弘氏の協力を得たことに對し謝意を表す。

参考文献 (1) 小林・山根、限定振動の発生機構に関する実験的研究、土木学会第32回年次講演会 (2) 中村・清田、H型断面柱の低風速励振について、土木学会第34回年次講演会

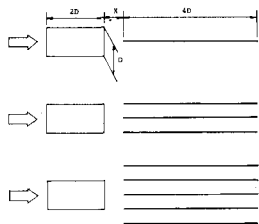


図2. 後縁渦励振用平板設置図

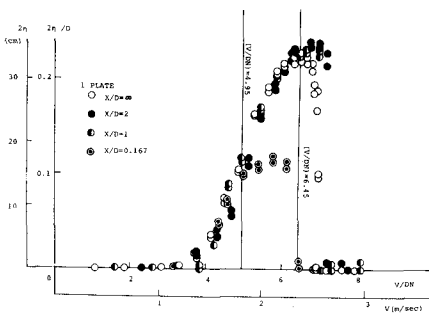


図3. 風速・振幅図（平板1枚設置）

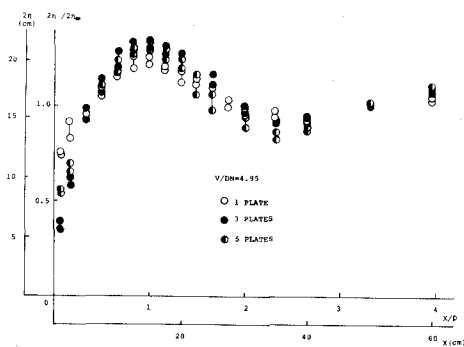


図5. 平板設置位置・振幅図（ $\hat{V}=4.95$ ）

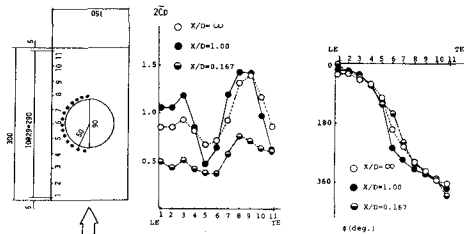


図7. 圧力測定結果（平板3枚設置、 $\hat{V}=5$ ）

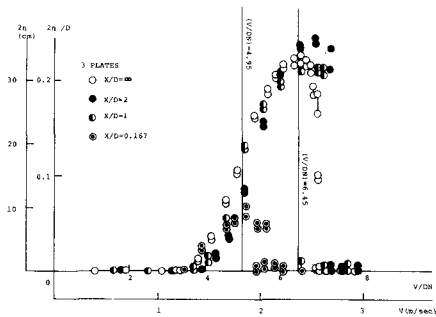


図4. 風速・振幅図（平板3枚設置）

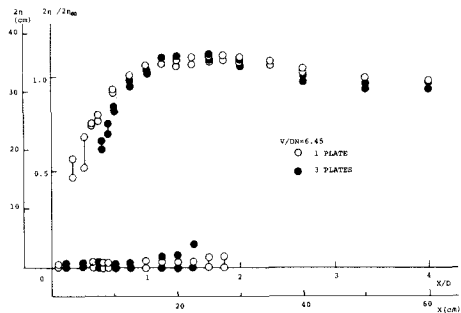


図6. 平板設置位置・振幅図（ $\hat{V}=6.45$ ）