

京都大学大学院 学生員 平出 純一

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

富 山 県

北川 雅章

1. まえがき 近年、架設が進められている長径間橋梁にとって、柔軟性、可撓性は一般に下可避的な性質であり、耐風安定性という見地からは、この性質は各種空力不安定現象の発生を示唆するものである。一般に斜張橋、箱桁橋などでは bluff な断面が、又、吊橋では偏平、箱型、トラス等の断面が多く採用されるが、これらの断面ではギャロッピング、ねじれフラッタ、あるいは連成フラッタ等構造物に致命的ダメージを与える自励振動が時には発生する可能性がある。これら自励振動に対して安定な断面の選定、又は適切な防振対策を行なう際には、自励振動発生の主たる要因を調べるために断面の幅員方向のローカルな非定常圧力特性を知ることが必要と考えられる。このため本研究では、自励振動中における矩形断面の非定常圧力測定を行ない、流体よりなされる仕事の面から自励振動の発生機構について調べようとしたものである。

2. 実験概要 Fig. 1 に模型断面図を示す。1:2 矩形では、たわみ 1 自由度に拘束することによりギャロッピングを発生させ、ねじれ 1 自由度に拘束することによりねじれフラッタを発生させ、1:20 矩形では 2 自由度支持により連成フラッタを発生させた状態で非定常圧力測定を行なった。圧力の変動成分は、A-D 変換、計算機処理の後、圧力波形と模型の変位とのリサージュを描くことにより流体よりなされる仕事について検討を加えた。

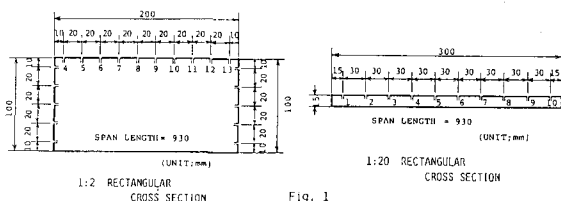


Fig. 1

1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION, ONE DEGREE OF DEFLECTIONAL MOTION

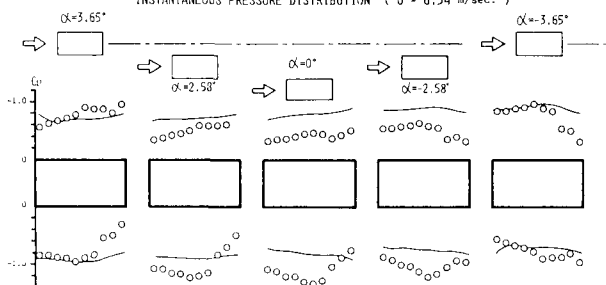
INSTANTANEOUS PRESSURE DISTRIBUTION ($U = 6.34 \text{ m/sec.}$)

Fig. 2

3. 実験結果と考察 I) ギャロッピング Fig. 2 に自励振動中の断面まわりの瞬間圧力分布を示す。図中白丸が測定値であり、計算機処理した圧力波形の変動成分に平均成分を加えたものである。実線は、振動中各瞬間の相對迎角に対応する伊藤らにより報告されている静的圧力分布である¹⁾。模型が中立の位置より下方へと変位する 1/4 周期についてみると、上面ではほぼ一様に負圧の回復がみられるが、下面では前縁側に大きな負圧領域を形成しており、後縁側へ至り急激に回復している。このため振動中における主たる加振力は、断面前縁側での負圧力のどつ非定常性によるものと判断される。Fig. 3 には上面での各圧力孔ごとの模型変位と変動圧力とのリサージュを示す。気流に対して最前縁側が Point 4、最後縁側が Point 13 であり、斜線部で流体より模型に正の仕事がなされる領域も

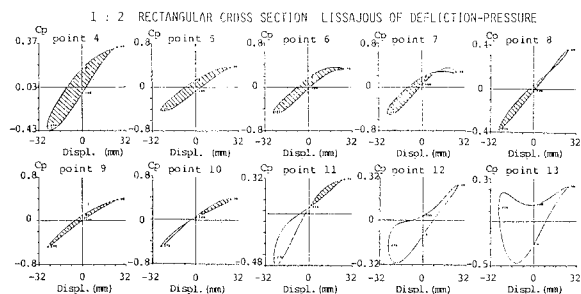


Fig. 3

示す。前述のように断面前縁側での仕事は振動の主たる要因となっている。

Ⅱ) ねじれフラッタ 先と同様の形で Fig. 4 に振動中の断面まわりの瞬間圧力分布を示す。模型が中立の位置から最大の迎角となる 1/4 周期の過程では、断面上面前縁側では大きな負圧領域を形成し、後縁部において急激な圧力回復がみられる。その後中立の位置へ至る 1/4 周期でこの負圧領域ははたいて減少していく。下面では前縁側と後縁側とでは上面ほどの差異はみられない。この場合の上面の各圧力孔における変位と圧力のリサージュを Fig. 5 に示す。この図で断面前縁側での大きな負圧領域は模型に対して正の仕事をしておらず、逆にわずかながら負の仕事をしている。このことから模型になされる主たる仕事は断面後縁側であり、急激に圧力回復をなす領域であるといえる。

Ⅲ) 連成フラッタ Fig. 6 に振動数比 1.23 の実験ケースでの瞬間圧力分布を示す。たわみ、ねじれ変位も考慮した各瞬間における相対迎角 α と、これに対応する静的圧力分布とあわせて同図に示す。中立の位置から下方へと変位する 1/4 周期間では、上面の前縁側で流れの剝離と考えられる負圧が次第に増大し、下面前縁側では負圧から正圧へと変化している。つづく 1/4 周期間では、上面前縁側の負圧は次第に減少し、下面前縁側での正圧も減少していく。このことは、中立の位置から変位すると前縁側に強い復元力が作用することを示している。Fig. 7 に変位と変動圧力のリサージュを示す。この図から流体より正の仕事がなされているのは断面前縁側であることがわかる。

4. 結論

本研究で得られた結果を以下に列挙する。

Ⅰ) 1/2 矩形断面のギャロッピング振動では、断面前縁側における負圧領域により流体から正の仕事がなされる。

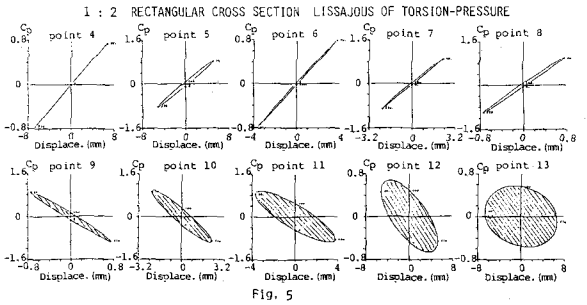
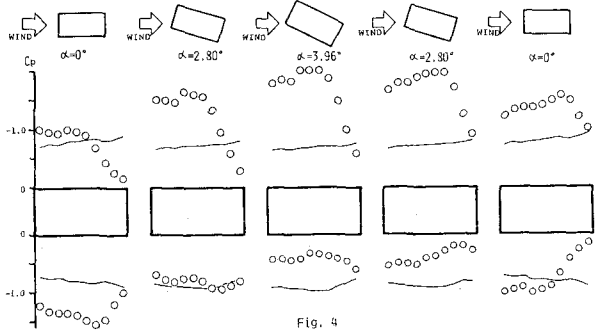
Ⅱ) 1/2 矩形断面のねじれフラッタでは断面後縁側における負圧の回復が振動の主たる要因である。

Ⅲ) 1/20 矩形断面の連成フラッタでは断面前縁側に作用する復元力により正の仕事を受ける。

各種自励振動について流れのパターンの側面から今回の結果と対比させる点について今後調べる必要があろう。

〈参考文献〉 リ伊藤学、他“構造断面における風圧分布と風力”第25回年次学術講演会講演集

1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION, ONE DEGREE OF TORSIONAL MOTION
(INSTANTANEOUS PRESSURE DISTRIBUTION ($U = 4.35$ m/sec.))



1:20 RECTANGULAR CROSS SECTION
(INSTANTANEOUS PRESSURE DISTRIBUTION $\xi/\lambda = 1.23$
 $U = 5.25$ m/sec.)

