

「構造基本断面のフラッタ空力特性に関する基礎的研究」

京都大学工学部 正員 白石 成人

京都大学工学部 正員 松本 勝

京都大学工学部 正員 白土 博通

富 山 県

北川 雅章

○京都大学工学部 学生員 大畑 和夫

1. まえがき 構造物の空力振動現象の中で自励振動は、構造物の崩壊と直結する危険性を多分に含むものであり、耐風安定性を確保するために、応答特性や、発生メカニズムを解明する目的で数多くの研究がなされている。

本研究では、ギャロッピング及び換れフラッタに着目し、構造基本断面に作用する定常な及び非定常圧力を測定し、空気力の非定常特性に対して考察を行、たものである。

Table.1 RECTANGULAR CROSS SECTION

	f_y (Hz)	f_y (Hz)	m (kg·sec ² /m ²)	I (kg·sec ²)	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$ (2 θ =15mm) (2 θ =0.075rad.)
DEFLECTION	2.7928	--	0.34432	--	0.057618
TORSION	--	3.6359	--	4.8483×10^{-3}	--
					0.01498

2. 風洞実験概要 使用した模型は、縦横比1:2の矩形断面であり、断面中央部には16個の圧力測定孔が設けられている(Fig. 1)。この模型をそれぞれたわみ、換れ各1自由度に拘束し、フラッタ発生時の非定常空気力、及び圧力を測定した。なお、実験条件はTable.1に示すとおりである。

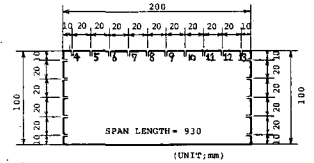


Fig.1 RECTANGULAR CROSS SECTION

3. 実験結果および考察

(1) たわみ1自由度振動実験 Fig. 2

に振動中の非定常圧力瞬間値を示す。図中実線で示したものは、その瞬間における相対迎角をプロットしたものである⁽¹⁾(Fig.5も同様)。これより、模型が下向きに変位している間は、模型上面では後流側で負圧が増大し、下面では負圧が回復している。また前縁部においては下面の方が負圧が大きく、上面は小さい。さらにFig.3に、上面の各圧力孔における変動圧力と変位のリサージュを示す。図中斜線部は、模型に対し正の仕事をなす部分である。これより、模型に対し正の仕事をなしているのは後縁部の一部を除く側面全域にわたっており、特に前縁部におけるものが振動に大きな影響を与えているものと判断される。次にFig.4には、非定常圧力を断面回りに積分し、揚力と相対迎角についてのリサージュを示す。図中破線は、各相

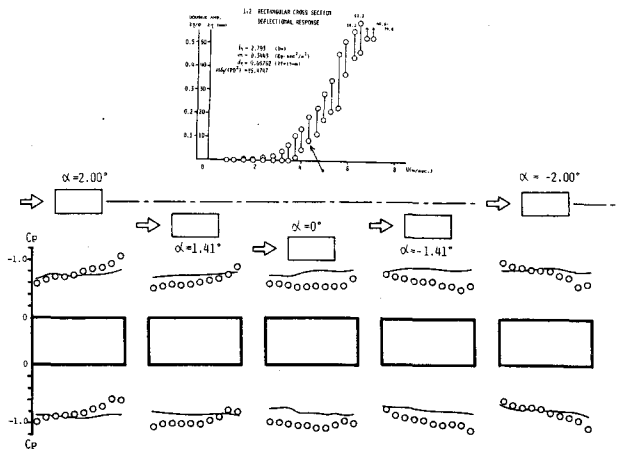


Fig.2 1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION INSTANTANEOUS PRESSURE DISTRIBUTION (U=4.426 m/sec.)

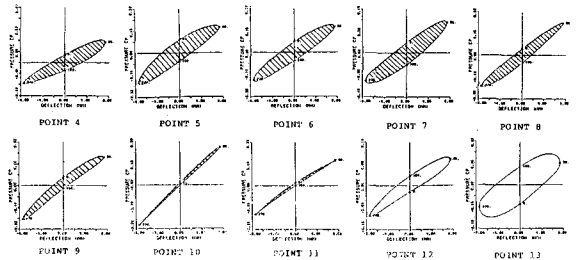


Fig.3 1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION LISSAJOUS OF DEFLECTION-PRESSURE (U=4.426 m/sec.)

対迎角に対応する静的揚力係数をプロットしたものである。これより、準定常揚力の変動量に比べ、非定常変動量は大きく、本研究で対象とした風速域ではギャロッピング振動中の空気力に強い非定常性が存在するものと判断される。

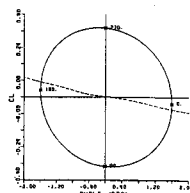


Fig. 4 ANGLE OF ATTACK - LIFT COEFFICIENT

ii) 振れ1自由度支持振動実験、瞬間圧力分布及び静的圧力分布
図を Fig. 5 に示す。これより、模型の前半部に比べて後半部の圧力

変動が著しく大きい。四中、各模型断面上に示した矢印は、上下面の圧力差の大きさを示すものである。これより、断面前縁側では、頭上げ振動中 ($\alpha=0^\circ \rightarrow 3.96^\circ$) で加振力となるのに対し、頭下げ振動中 ($\alpha=3.96^\circ \rightarrow 0^\circ$) で減衰力となっている。一方後流側では常に加振力となっている事が知られる。Fig. 6 に、ねじれ変位と各圧力孔の変動圧力とのリサージュを示す。斜線部が模型に正の仕事をしていない部分である。これより、後縁側では常に正の仕事がなされており、1:2 矩形断面の換水フラッタに関しては後縁部の変動圧力が大きく影響するものと判断される。また Fig. 7 は、Fig. 4 と同様の手法によりピッチングモーメントと相対迎角とのリサージュを示す。同図より、対象とした風速ではピッチングモーメントの変動量は準定常値よりも大きく、前述のギャロッピングと同様に、強い非定常性がみられる。

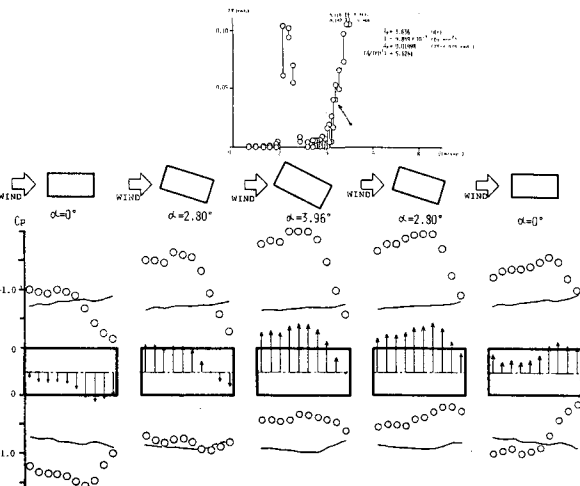


Fig. 5 1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION INSTANTANEOUS PRESSURE DISTRIBUTION ($U=4.8464$ m/sec.)

また Fig. 7 は、Fig. 4 と同様の手法によりピッチングモーメントと相対迎角とのリサージュを示す。同図より、対象とした風速ではピッチングモーメントの変動量は準定常値よりも大きく、前述のギャロッピングと同様に、強い非定常性がみられる。

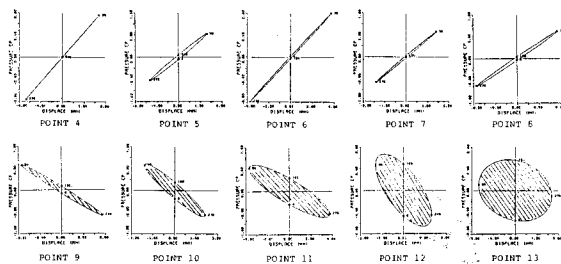


Fig. 6 1:2 RECTANGULAR CROSS SECTION LISSAJOUS OF TORSION-PRESSURE ($U=4.8464$ m/sec.)

3. 結論 以上に示した実験結果より、

1:2 矩形断面のギャロッピングに関しては、ほぼ

側面全体による正の仕事の結果として振動を行い、特に前縁部における変動圧力が大きく影響を与えている。これに対し同断面の換水フラッタは側面の後縁側における正の仕事の結果として振動を行い、この部分の変動圧力が振動特性を決定しているものと考えられる。しかし、これは 1:2 矩形断面のみの場合であり、今後より一般的な立場からの発生要因の研究が望まれる。また、ギャロッピング、換水フラッタ両者共に、限界風速近傍では空気力に強い非定常特性が見られることから、今後より精度の高いフラッタ限界風速の評価を行うためには、これらの風速域における空気力特性を明らかにする必要がある。〈参考文献〉 (1) 伊藤学, 矢野善章 “構造断面における風圧分布と風力”

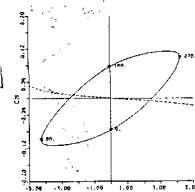


Fig. 7 ANGLE OF ATTACK - MOMENT COEFFICIENT