

京都大学工学部 正員 工博 小西一郎
 京都大学工学部 正員 工博 白石成人
 京都大学大学院 学生員 工修 松本 勝
 京都大学大学院 学生員 ○齋藤 通

§ 1. 概説

従来より、角ばった断面形状を有する構造物を対象とした耐風上の研究は、数多くの研究者によりその成果が報告発表されている。今回我々は角ばった構造物として、正方形断面模型、長方形断面模型、そして実際の構造物の一例として、安治川防潮水門ガイドアーチ構造物を対象とし、実験を行ないそれぞれの動的空気特性および応答特性を求め、これら各模型の類似点および相違点を調べ、これらに対して、3の考察を加えた。

§ 2. 実験装置および模型

風洞は京都大学工学部土木教室のウィッフェル型吸込み式風洞を使用し、応答はSpringばね端のゲージより動歪計で検出しフィルターを通して後、ペン書きレコーダーに記録した。また模型は鉛直に下り下げ

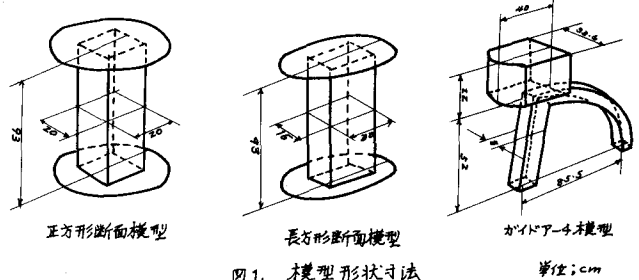


図1. 模型形状寸法

単位:cm

重力による影響を除き、正方形断面部分模型については、たわみ振動、長方形断面部分模型については、たわみ振動およびねじれ振動、ガイドアーチ模型については、風方向に垂直な面内回転運動について実験を行なった。なお、模型の形状寸法は(図-1)に、各々の振動系の物理量は(表-1)に示す。

	$m \times 10^3$	ω_0	ζ_0
正方形断面模型	0.4665 kg/m ²	8.4957	0.002750
長方形断面模型	0.8869	7.4560	0.002463
	0.0073 kg/m ²	7.6405	0.005318
ガイドアーチ模型	0.1364	8.4580	0.002121

表1. 振動系の物理量

§ 3. 実験結果に対する解析

i) 応答と換算風速の関係; 横軸に換算風速を、縦軸に(定常倍振幅/代表長)をとり、各模型についてたわみ1自由度振動実験を行なって得られた結果を(図-2)に示す。ここでガイドアーチ模型の場合は上屋先端における倍振幅を使う。また、長方形断面模型については、たわみ・ねじれ自由度振動の場合の応答と、たわみ、ねじれ各々1自由度時の振動の応答とを同時に図示し、その応答特性を調べた。(図-3)

ii) 動的空気力係数

A) 正方形断面模型(たわみ1自由度振動); 模型単位質量当りに作用する動的空気力を $L = f_0 \dot{x} + f_1 \dot{x}^2$ と仮定すると、 f_0, f_1 は次式のように求まる。

$$f_0 = 1 - (\omega_0/\omega)^2 \quad (1) \quad f_1 = 2 \{ \zeta_0 \omega_0 - \zeta \omega (\omega_0/\omega)^2 \} \quad (2)$$

B) 長方形断面模型(たわみ・ねじれ2自由度振動); 模型単位質量、また1単位質量慣性モーメント当りに作用する動的空気力をそれぞれ $L = H_0 \ddot{\eta} + H_1 \dot{\eta} + H_2 \dot{\psi} + H_3 \psi$, $M = A_0 \ddot{\eta} + A_1 \dot{\eta} + A_2 \dot{\psi} + A_3 \psi$ と仮定すると各空気力係数は次式のようになる。

$$\begin{cases} H_0 = 1 - (\omega\eta_0/\omega\eta)^2 & (3) \\ H_1 = Z \{ \zeta\eta_0\omega\eta_0 - \zeta\eta\omega\eta (\omega\eta_0/\omega\eta)^2 \} & (4) \\ H_2 = \frac{\eta_0}{\zeta\eta_0} \{ \cos\theta (-\omega^2 + \omega\eta_0^2 + H_0\omega^2) + \sin\theta (Z\zeta\eta_0\omega\eta_0\omega - H_1\omega) \} & (5) \\ H_3 = \frac{\eta_0}{\zeta\eta_0} \{ \cos\theta (Z\zeta\eta_0\omega\eta_0\omega - H_1\omega) - \sin\theta (-\omega^2 + \omega\eta_0^2 + H_0\omega^2) \} & (6) \\ A_0 = \frac{\zeta\eta_0}{\zeta\eta_0\omega} \{ \cos\theta (A_3 + \omega^2 - \omega\eta_0^2) + \sin\theta (Z\zeta\eta_0\omega\eta_0\omega - A_2\omega) \} & (7) \\ A_1 = \frac{\zeta\eta_0}{\zeta\eta_0\omega} \{ \cos\theta (Z\zeta\eta_0\omega\eta_0\omega - A_2\omega) - \sin\theta (\omega^2 - \omega\eta_0^2 + A_3) \} & (8) \\ A_2 = Z (\zeta\eta_0\omega\eta_0 - \zeta\eta\omega\eta) & (9) \\ A_3 = \omega\eta_0^2 - \omega\eta^2 - \zeta\eta^2\omega\eta^2 & (10) \end{cases}$$

C) ガイドアーチ模型(回転1自由度振動); 単位質量慣性モーメント当りの力を $M = g_0\dot{\varphi} + g_1\varphi$ と仮定すると、 g_0, g_1 は次式のようになる。

$$g_0 = 1 - (\omega\eta_0/\omega\eta)^2 \quad (11), \quad g_1 = Z \{ \zeta\eta_0\omega_0 - \zeta\eta\omega(\omega\eta_0/\omega\eta)^2 \} \quad (12)$$

従って振動実験より系の対数減衰率、円振動数、定常振幅、位相角 etc. を測定して各空気力係数を算出。これら3つの模型について比較するために、たわみ振動における応答の速度に比例する空気力係数を(図-4)に示す。

§ 4. 実験結果に対する考察

(図-2)に示すように長方形断面模型は正方形断面模型より Galloping が生じにくい。またガイドアーチ模型は(図-4)からもわかるように、Galloping を生じない。これは模型断面形状が非常に複雑で、またその断面が途中で変化している事、後部に付随するアーチ状構造物のバネツレレガの影響、実際には、流水が三次元流になっているなどの為と考えられる。又(図-3)で示したように長方形模型については、2自由度連成振動が生じ、1自由度に比したたわみ応答が小さくなっている。以上の事より長方形断面模型については、我々が従来行なって来た実験より、プレートガーター形式(H型断面)の2自由度および1自由度応答特性と、又たたわみ1自由度振動については正方形断面の応答特性とよく似ており、長方形断面については、その動的挙動は、プレートガーター形式と正方形断面の特性とを兼ね備えていると思われる。なお、紙面の都合で一部のデータは掲載する事ができなかったが、残りについては、当日発表致します。

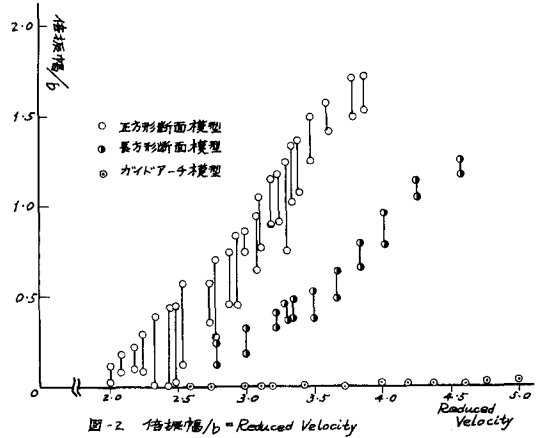


図-2 倍振速度/b = Reduced Velocity

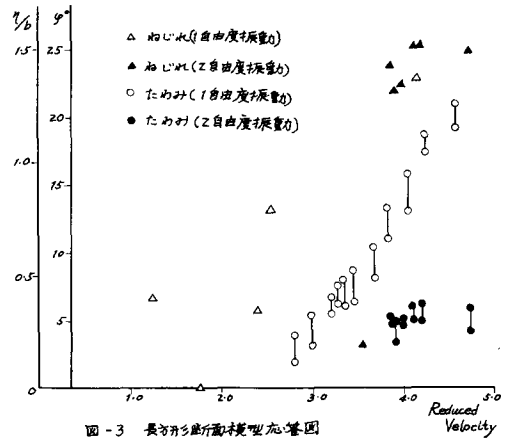


図-3 長方形断面模型応答特性

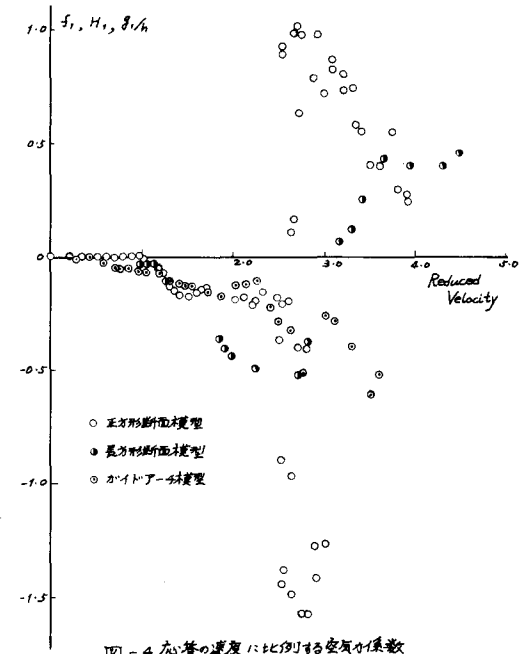


図-4 応答の速度に比例する空気力係数