

箱型断面の空力渦励振動特性について

京都大学工学部 正員 白石 成人
 石川島播磨重工業(株) 正員 〇 大門 孝一
 京都大学工学部 学生員 池本 祐一 郎

京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学工学部 学生員 高口 秀和

1. まえがき

近年、斜張橋は中・大橋として数多く建設されているが、木下大橋、豊里大橋をはじめとしてその多くに箱型断面桁が採用されているようである。このような形式の橋梁の耐風性を議論する場合、Longs Creek橋あるいは石狩川河口橋の例をみるまでもなく、断面の後流に放出される周期渦に起因する渦励振動現象が極めて重要な問題となる。

本研究は箱型断面桁の渦励振動特性を把握するに際して水槽実験を行ない、流れを可視化することによって断面まわりの流れの状態を明らかにし、風洞実験結果と比較することにより渦励振動現象に影響を及ぼす諸因子を明らかにしようとするものである。またその防振対策としてフラップ等の二次的な付属物を取り付け、その有効性について検討し、今後の研究の一助にしようとするものである。

2. 断面まわりの流れと渦励振動現象

断面の渦励振動現象を把握しようとする場合、発振風速と作用する非定常空気力という二つの点を明らかにする必要がある。発振風速はStrouhal数によって決定されるが、水槽実験では一定時間内に発生する渦の個数をよみとることによりStrouhal数を算出した。また作用する非定常空気力(F)は後流渦の循環強さ(Γ)により $F = f_{\text{func}}(\Gamma)$ と表わされるものと考えられるが、循環(Γ)はポテンシャル理論によると次のように表わされる。

$$\Gamma / VD = 2 (\alpha / \beta) \cdot (\pi / \gamma) \cdot \coth(\pi b / \alpha) \quad (1)$$

(ただし、 α : 渦間隔, β : 渦列間隔, γ : 誘起速度, D : 物体の代表長, V である。)

本研究では式(1)に基づき、渦間隔比(α/β)誘起速度比(π/γ)と写真からよみとることにより後流渦の循環強さを明らかにし、作用する非定常空気力の大きさの目安とした。

3. 実験模型

箱型断面桁の例として図-1に示される逆梯形断面、上下対称六角断面の2種類の基本断面ととりあげ、図-2に示される防振装置をそれぞれ基本断面に取り付けた。

4. 水槽実験

水槽実験においては幅75cm、高さ30cm、長さ5mの水槽内にアルミニウム材を溶け込

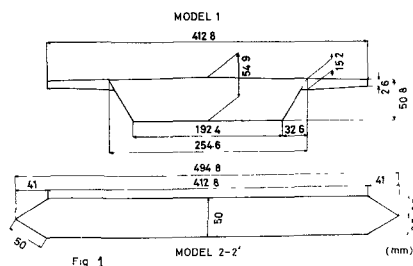


Fig 1

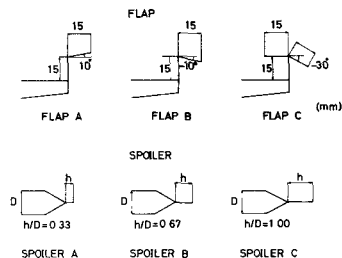


Fig 2

させることにより流れと可視にし、静止流体中で模型と等速度に移動し、後流に生成する渦を模型とともに移動する台座に取り付けたカメラで写真撮影を行なった。図-3、4は得られた結果の一部を示すものである。

5. 風洞実験

風洞実験は二次元一樣流中において、自由振動法にもとづき、たわみねじれつ自由振動実験を行なった。実験

結果は、風速と応答振動の形で整理したが、図-5、6は得られた結果の一部を示すものである。また表-1は各模型の渦励振動時の最大応答振幅比を示すものである。

風洞実験の結果明らかにされた諸事項を列挙すると次のようである。

- i) 一般に正の迎え角(模型に対して吹きエグの風)を有するにつれて空力的に不安定になる。
- ii) スポイラーの長さは模型の応答特性に大きな影響を及ぼす。本研究ではスポイラーの長さ大桁高に等しい場合、もっとも耐風性の安定した断面が得られた。
- iii) フラップの取り付け角度は模型の応答特性に影響を及ぼすが、取り付け角度が負の場合、高機と関連するため、防振上かえって逆効果となる危険がある。

6. まとめ

図-6は水槽実験により明らかにされた諸物理量のうち、渦間隔比(λ/b)、渦列間隔比(λ/b)に着目し、これらの量と模型の応答特性とを比較したものである。(1) λ/b は λ/b より渦列の安定条件のもとに算出したものである。(2) 渦励振動時の最大応答振幅は模型の質量減衰パラメータ($2m\delta/pb$)と反比例関係にあるとされているが、本研究では模型の代表長(b)として渦列間隔(λ)を用いて質量減衰パラメータを $2m\delta/p\lambda$ と表現した。図から両者の関係は従来の報告とよく一致するものと思われ、水槽実験結果の妥当性がある程度示すものと考えられる。

最後に本研究を進めるに当たり多大の御助力を賜った小西一郎教授に感謝の意を表します。

参考文献 Bearnan P.W., 'In Vortex Street Waves' Journ. of Fluid Mech. Vol. 28 Part 1, 1957

Experimental Results in Water Tank (model 1, 1-A, 1-B)

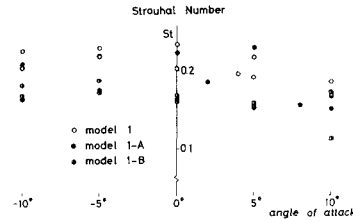


Fig 3

Experimental Results in Water Tank (model 2-A, 2-B, 2-C)

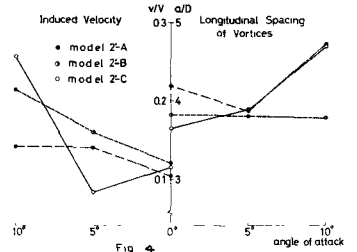


Fig 4

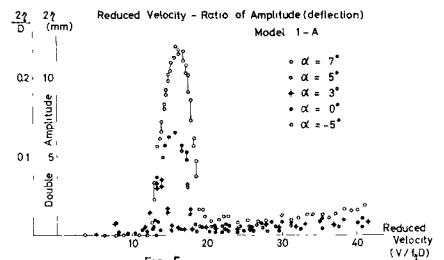


Fig 5

(表-1)

model	$\alpha(^{\circ})$	$2\eta/b$	$\alpha(^{\circ})$	$\varphi(^{\circ})$
1-A	7°	0.24	5°	0.14°
1-B	7°	0.36	0°	0.27°
1-C	0°	0.08	0°	0.49°
2-A	7°	0.06	7°	—
2-B	7°	0.12	7°	0.52°
2-C	7°	—	7°	—

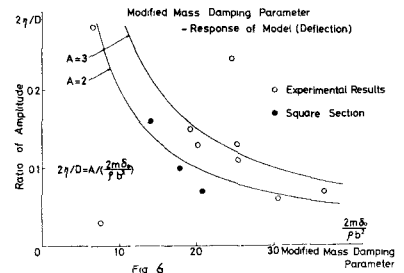


Fig 6