

九州工業大学 学生員 〇桜井勝好

九州工業大学 正 員 久保善延

沖縄県庁 正 員 東 樹開

1. まえがき 最近ランガー橋の吊材において風による振動が問題となって来ているが、これらの吊材にはH型鋼が用いられることが多い。H型断面を含めたBluffな断面では、一樣な流れの中に置かれるとカルマン渦による渦励振および自励振動としてギャロッピングを生じることが知られている。従来Bluffな断面の中でも円柱や矩形柱に関するこれらの振動についての研究は詳しくなされて来たが、H型断面に関しては比較的研究例が少ない。このため本研究では、H型断面に関して渦励振からギャロッピングへの移行過程を追究すること、および一樣流中と乱流中における応答の差異を検討することを目的として上下1自由度振動実験を行なっている。

2. 実験および結果 実験に使用した風洞は、九州工業大学開発土木工学科付属のゲッチンゲン型小型風洞で、測定断面は40cm×40cm長さ200cm、測定風速範囲は0~7m/sである。実験模型にはフランジとウェブの長さが共に4cm、長さ38cmのアルミ材製のH型断面柱を使用し、上下1自由度振動実験を行ない、固有振動数は4.98Hz、構造減衰率は対数減衰率で0.002~0.006程度連続可変できる電磁ダンパーを使用した。また乱流中の実験を行なうために、測定位置より上流側135cmの所に表1に示す5種類の格子を設置した。この表中L:バー間隔、B:バーサイズ、 $\bar{U}$:平均風速、 I_x :乱流強度、 L_x :乱流スケールである。これらの乱流解析にはマイコンを使用し、データ読込み間隔3.73ms、データ長3.73secで行なった。Figs.1~6において、 η/D はたわみの無次元振幅、 D はウェブの長さ4cm、 δ は構造減衰率を対数減衰率で表わしたものである。この断面のストローハル数は熱線風速計による後流渦の測定から $St=0.147$ であり、いずれの応答においても $Vcr=1.35m/s$ あたりから振動の発現が見られる。

一樣流中における応答に着目すると、構造減衰率 $\delta=0.002\sim0.007$ では渦励振とギャロッピングは分離しておらず、 $\delta=0.008$ 以上になると両者の分離が生じる。このときFig.1に示されるように構造減衰率の増加にともないギャロッピングと思われる領域の不安定なリミットサイクルは高風速側に広がっていくが、安定なリミットサイクルはわずかに大振幅側に移行しているだけであり、またこのとき渦励振域の低風速側の応答はほとんど変化せず高風速側の応答が低風速側に移動して渦励振域を狭くしている。これにともない渦励振の最大応答振幅も低風速側および小振幅側に移動している。Fig.2は構造減衰率と渦励振域における最大応答振幅、Fig.3は構造減衰率と渦励振域における最大応答振幅に対応する風速の関係図で

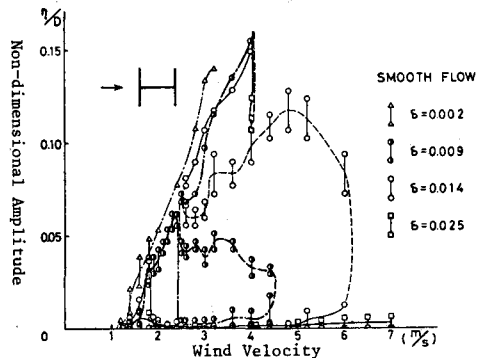


Fig.1 Responses of H-shaped Section in Smooth Flow

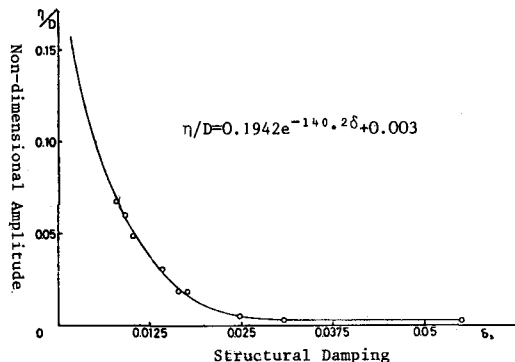


Fig.2 Maximum Amplitude of Vortex-induced Oscillation -- St. Damping

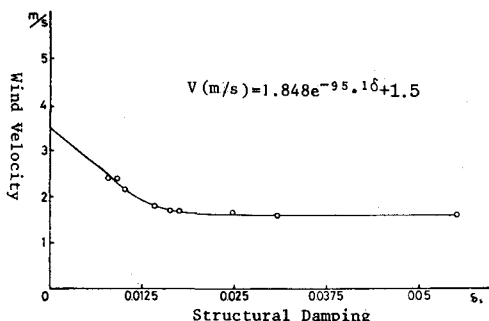


Fig.3 Wind Velocity of Maximum Amplitude of Vortex-induced Oscillation -- St. Damping

表-1 乱流格子の種類

格子名	L(cm)	B(cm)	L/B	$\bar{U}$ (m/s)	In(%)	Lx(cm)
I	12.0	2.0	6	4.56	4.40	4.38
II	12.0	3.0	4	4.88	6.26	6.40
III	12.0	4.0	3	5.40	9.90	12.77
IV	8.0	2.0	4	4.60	6.42	7.41
V	16.0	4.0	4	4.08	9.76	6.46

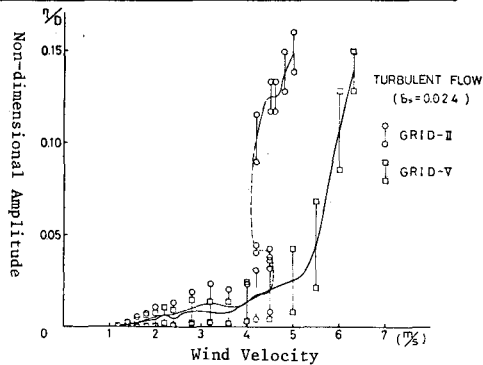


Fig.6 Responses in Turbulent Flow by Grids

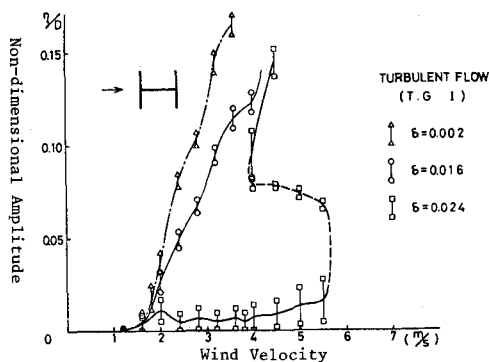


Fig.4 Responses of H-shaped Section in Turbulent Flow by Grid I

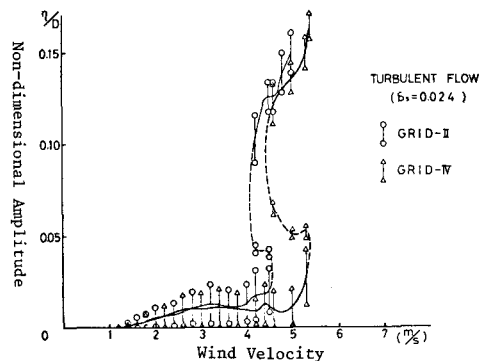


Fig.5 Responses in Turbulent Flow by Grids

あり、両者とも指数関数的でそれぞれ $n/D=0.1942e^{192.2\%}$
 $+0.003$ 、 $V=1.848e^{75.1\%}+1.5$ と近似することができると。
 これらにより、渦励振域とギャロッピング域とが分離して
 いない応答についても、分離することが可能となる。

一方乱流中の応答については、Fig.4に示されるように一様流中の場合とかなり異なっており、渦励振は一様
 流中の場合程顕著に現われていない。また格子による乱流の性質によってもその応答の状態は異なり、Fig.5、Fig.
 6に示されるように乱流強さがほぼ同じで乱流スケールの異なる格子IIとIV、および乱流スケールがほぼ同じで
 乱流強さの異なる格子IIとVの比較から、乱流スケール乱流強さともそれぞれ大きい方が応答は高風速側に移行
 する傾向があることが知られる。この傾向は、構造減衰率とは関係なく満たされており、乱流中の応答について
 これらの因子が重要な役割を果していると思われる。また乱流強さと乱流スケールの与える影響は、どちらが
 大きいかと考えた場合、どの構造減衰率についても応答の高風速側に移行する傾向と乱流強さの大小に類似が見
 られることから、H型断面でも他の断面ですべて指摘されているように、乱流スケールよりも乱流強さの与える
 影響の方が大きいのではないかと推察される。

3. あとがき H型断面柱の空力応答特性を一様流中と乱流中について構造減衰率との関係に着目して実験的検
 討を行なった。これによると、H型断面柱の場合矩形柱の応答とかなり異なっており、特にギャロッピング域
 においてその差が著しい。また一様流中について渦励振とギャロッピングが分離していない応答について分離す
 ることを試みたが、より詳細な実験などによってその正否が確かめられることが望まれる。乱流中の実験によ
 り、乱流強さと乱流スケールが応答に重要な役割を果している因子であることがわかったが、より的確にこれらの
 因子をとらえることがこれからの課題であると思われる。

参考文献

- (1) 巻棚敏秋他；向島大橋の吊材の耐風性について 橋梁 1972.5
- (2) 田崎忠雄他；ランガー橋におけるH型吊材の風による振動の防止 土木技術 25巻 5号
- (3) 伊藤、久保；ランガー橋におけるH型吊材の耐風設計 第27回年次学術講演会概要集 1972
- (4) 吉村、中村他；細長い橋梁吊材の耐風安定性について 土木学会論文報告集、No.230 1974
- (5) 久保、楊井他；H型断面柱の空力応答特性について 土木学会西部支部発表会講演集 1979