

I - B 336

風洞試験における高Reynolds数再現手法の研究

住友重機械工業 正員 ○斉藤善昭

住友重機械工業 正員 宮崎正男

1. まえがき

構造物等の耐風性を照査するために実施する風洞試験では、縮尺模型を使用することが多い。一般に、角張った形状を有する断面ではレイノルズ数(以下、 Re 数)による周辺流れの状況は大きく影響は受けないとされているが、円形や隅切りを有する断面では影響を受けることが知られている。特に、風洞試験において円形断面の高 Re 数域を再現するためには、①模型寸法を大きくする、②固有振動数を高くする、③模型表面に極小パイプや紙やすり、ゴムチューブ等^{1) 2) 3)}および斜張橋ケーブルのレインパイプレーションの空力対策とした凹凸の粗度⁴⁾や溝⁵⁾を設置する方法、等がある。しかし、①や②の方法は使用する風洞の大きさや模型の振動機構上の制約を受けることになる。本研究は、三次元円柱を対象に文献5)の手法適用の検討および高 Re 数時の渦励振の振動性状を調査・報告するものである。

2. 円柱の高 Re 数再現手法の検討

供試模型の円柱ならびに設置するU字溝の寸法を図1に、2次元風洞模型の写真を写真1にそれぞれ示す。U字溝(以下、Uストライプ)は全周に 10° ピッチで設置し、溝深さは直径の2%とした。尚、実験には、測定胴寸法 $2000\text{ mm} \times 3000\text{ mm}$ のゲッチンゲン型回流風洞を使用した。

2.1 Uストライプ設置断面の静的空気力特性

Uストライプ設置断面の Re 数による静的空気力特性(抗力の変化)の調査から風洞風速による限界 Re 数〜極超臨界域を特定するために二次元模型を使用した三分力試験および静止時のストローハル(以下、 St 数)の計測を一樣流中にて実施した。試験結果を、抗力係数: C_D と風速(Re 数)の関係で図2に、 St 数と風速の関係で図3にそれぞれに示す。尚、 St 数計測は図中の位置で模型 $3/4$ 高さである。図より、風洞風速 $U=12\text{ m/sec}$ ($Re=1.2 \times 10^5$)以上が極超臨界域で $C_D \approx 0.6$ 、 $St \approx 0.21$ になることが判った。この結果から、振動応答試験における振動発現風速が $U=12\text{ m/sec}$ 以上で、円柱のストローハル数: $St (=fD/U)$ が 0.2 になるように三次元模型を設計・製作した。

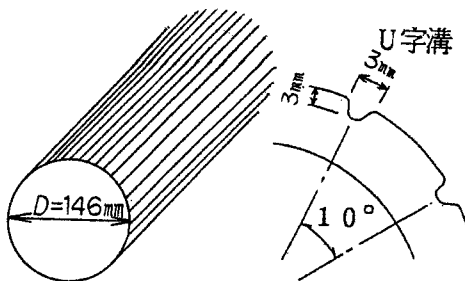


図1 Uストライプ設置断面形状

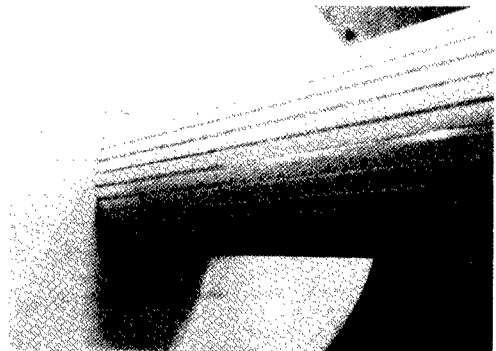


写真1 2次元風洞模型

キーワード: 風洞実験、円柱、Uストライプ、高レイノルズ数

連絡先: 〒254-0806 神奈川県平塚市夕陽ヶ丘6-3-30 TEL: 0463-21-8492 FAX: 0463-21-8456

2.2 Uストライプ®設置断面の高Re時の応答特性

実験で使用した三次元の供試模型は、図4に示すように模型高さは直径の11Dとなっている。また、断面は静的空気力を計測した二次元模型と同寸法（D=146mm）・同形状となっている。使用気流は一様流中とし、供試模型の振動特性は固有振動数 $f=16.1\text{Hz}$ 、無風時の対数減衰率 $\delta=0.008$ 、スクルートン数 $Sc (=2m\delta/\rho D^2, m$ は等価質量) $=0.7$ である。試験結果を、風速と振幅の関係で図4に示す。応答振動は風軸直角振動で、風速 11m/sec ($Ur=4.6$) $\sim 17\text{m/sec}$ の範囲となっており、3次元模型の極超臨界域で振動が発生することが判明した。

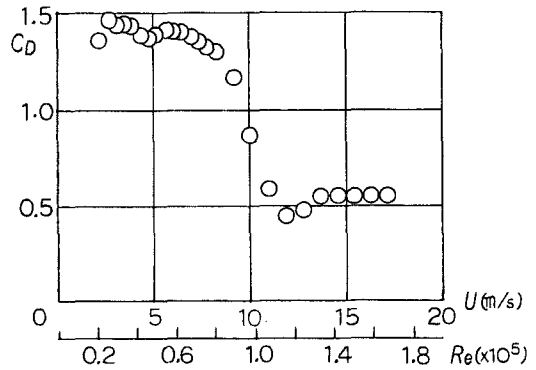


図2 抗力係数：CD と風速（Re 数）の関係

3. まとめ

- 1) 円形断面の高 Re 数を再現する従来の手法に加え、模型表面にストライプを設置する手法も有効であることを示した。
- 2) 3次元円柱は、高 Re 数域（極超臨界域）においても優位な振動の発現があることが判明した。

《参考文献》

- 1) 片桐、丸川、中村、田村、大熊、円柱構造物に作用する空気力特性に関する研究、第9回風工学シンポジウム論文集、86年12月
- 2) 植松、山田、菊池、表面粗さのある二次元円柱まわりの流れの特性、日本風工学会誌、第43号、平成2年4月
- 3) 岡島、永森、松永、木綿、表面粗さ円柱の渦励振、日本風工学会誌第71号、平成9年4月
- 4) 宮田、北条、山田、表面粗度を持つケーブルの空力特性に関する実験的研究、橋梁と基礎、Vol27、No.9、93年9月
- 5) 宮崎、斉藤、鈴木、斜張橋ケーブルの空力制振対策、土木学会第48回年次学術講演会概要集、平成5年9月

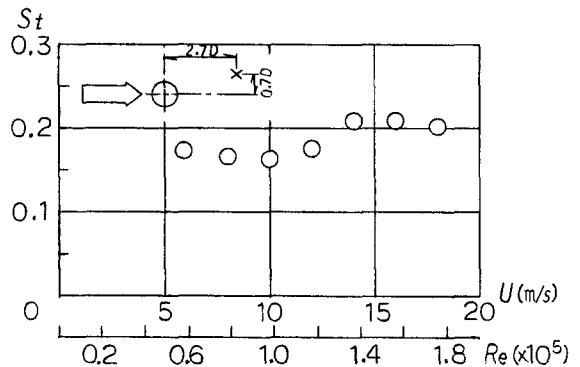


図3 ストロハル数：St と風速（Re 数）の関係



図3 Uストライプ®設置の3次元模型

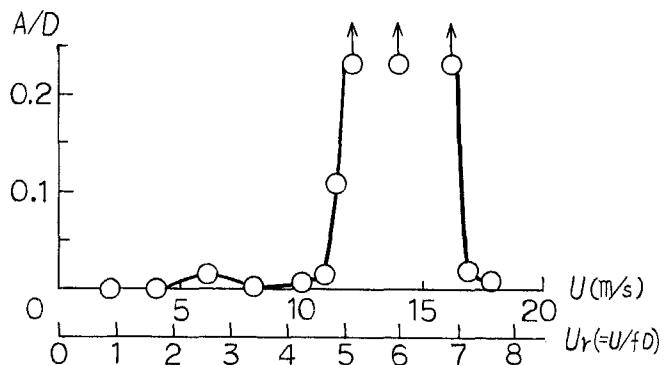


図4 風速と振幅の関係（V-A図）