

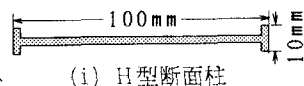
偏平構造断面柱の剥離せん断層特性

九州工業大学 正 員 久保喜延 学生員 長田 浩
九州工業大学 正 員 加藤九州男 学生員 〇三河克己

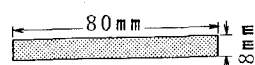
まえがき 橋梁断面に生じる空力弾性振動の発生機構解明のために、著者らは単純な断面である偏平構造断面柱を用いて検討を重ねてきている。発生機構に対しては、橋梁断面上に生じる剥離せん断層がエッジトーンであると考えれば理解できるとの見方もあるが、著者らは橋梁断面の前縁から剥離したせん断流れが作る流れのパターンが流速の増加と共に下流側に伸び、力の作用点が風速の増加に対して移動するために、橋梁断面のように偏平な断面では曲げ振動や捩れ振動が生じるとの考え方に立っている^{1), 2), 3)}。これによれば、偏平構造断面柱に生じる種々の空力弾性振動の発生機構に関する考察が可能になる。これまで、この考え方の妥当性の検討を表面非定常圧力の測定によって行ってきたが、今回の報告では、断面辺長比 $B/D=10$ のH型断面柱及び矩形断面柱の両方について、流れの可視化による剥離せん断層の挙動を定性的に調べることを目的としている。

実験内容 流れの可視化は、スモークワイヤー法によった。模型の形状は、図1に示すようにH型断面柱では断面幅100mmの10%のフランジをつけたものであり、矩形断面柱は断面幅80mmの10%の厚さを持つものである。可視化は、風速50cm/sで加振振動数を変えて換算風速 $Vr=1.0\sim 4.6$ の範囲で、模型幅 B で無次元化した無次元倍振幅 $2\eta_a = 0.007$ (H型)、 0.025 (矩形)の加振振幅で曲げ振動実験を行い、倍振幅 $2\phi = 0.4^\circ$ (H型)、 3.8° (矩形)の加振振幅で捩れ振動実験を行った。自由振動実験による応答の観測結果は、図2に示すものである。これによれば、曲げと捩れの固有振動数を同じにした場合、曲げ振動と捩れ振動とは風速の上昇に対して交互に現れることになる。このことは、曲げ及び捩れ振動実験を行っても小振幅の実験では、曲げ振動と捩れ振動の両方に対応するフローパターンが現れる可能性があることを意味している。

剥離せん断層の挙動 偏平H型断面柱を用いて行なった非定常表面圧力の測定と自由振動実験との対応から考えられた各振動に対する剥離せん断層のフローパターンは、図3に示すもので、流速の増加に従って表面上の各渦が矢印で示すように移動することになる。渦が巻き込む位置でその点での最大のサクションが働くと考えると、断面中心に関して点対称の位置に剥離渦が分布するとき、その点に関して回転モーメントを形成して捩れ振動が起こり易い状態となり、また非対称に分布するとき断面中心に関する回転モーメント成分は消えて上下方向の振動を誘起する揚力変動となって曲げ振動が起こり易い状態となる。ここで、偏平H型断面柱についての可視化写真を、写真1に示す。(i)は強制曲げ振動時のもので、換算風速 $Vr=1.0, 2.4$ では断面中心に関して非対称に剥離渦が分布しているので、曲げ振動が起こり易いフローパターンになっているが、 $Vr=1.4, 4.4$ では断面中心に関して点対称に剥離



(i) H型断面柱



(ii) 矩形断面柱

図1 可視化用模型

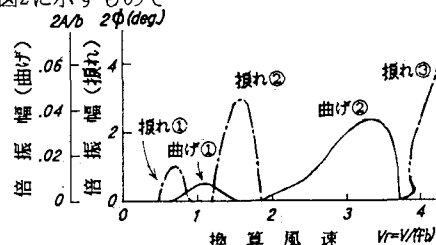


図2 偏平H型断面柱の空力弾性応答

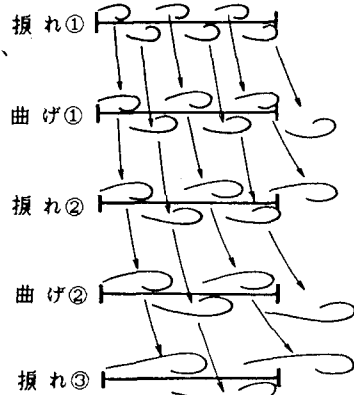


図3 推定フローパターン

渦が分布しており、捩れ振動が起り易いフローパターンになっている。また、(ii)は強制捩れ振動時のものであるが、やはり加振振動モードの捩れ振動のみならず曲げ振動が起り易いフローパターンが現われている。そして、それぞれの振動モードが現われる換算風速は、図2の応答図上の振動モードが現れる換算風速域に対応している。また、これらの写真は、非定常表面圧力分布から推定したフローパターンとよく一致しており、著者らの考え方の妥当性を裏付けていることがわかる。次に、矩形断面柱についての可視化写真を、写真2に示す。

(i)は、強制曲げ振動時のもので、(ii)は、強制捩れ振動時のものである。この場合も、H型断面柱と同様に加振振動モードのみならず、捩れ振動と曲げ振動が起り易いフローパターンが交互に現われている。

まとめ 流れの可視化によって、偏平構造断面柱の前縁から剥離したせん断層の挙動を調べたが、それによると、風により橋梁断面に生じる曲げ振動も捩れ振動も物体表面上を流下する剥離渦の配置の違いによるものであることが確認できた。更に、これら一連の現象に対するモデル化を行なうために、物体表面上の剥離渦の流下速度の測定を行なう計画にしている。

参考文献 (1)久保他、"偏平構造断面柱の発振風速推定式について" 第9回風工学シンポジウム論文集, 1986. (2)久保他, "曲げ渦励振域における偏平H型断面柱の非定常表面圧力関数化のための基礎的研究", 第10回風工学シンポジウム論文集, 1988. (3)Y.Kubo, "Aerodynamic Response and Pressure Function of Shallow H-section Cylinder", Proc. of Int'l Coll. of Bluff Body Aerodynamics and Its Applications.

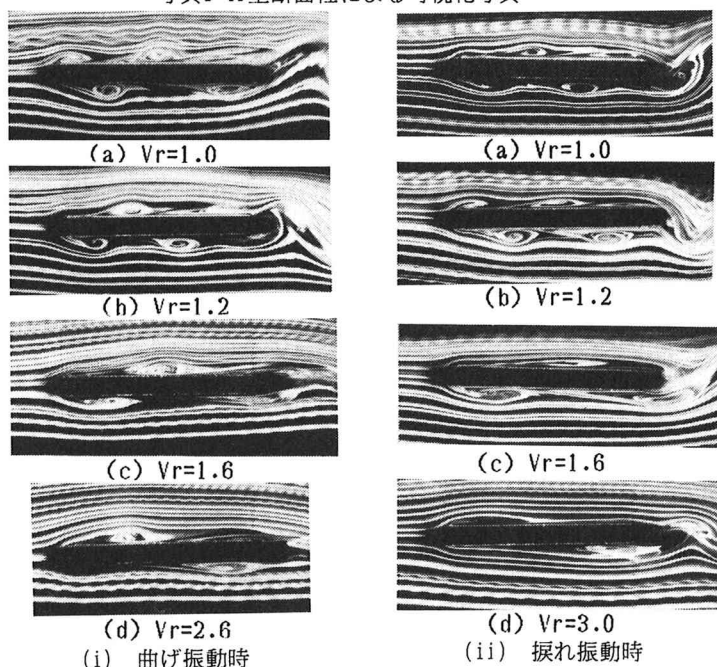
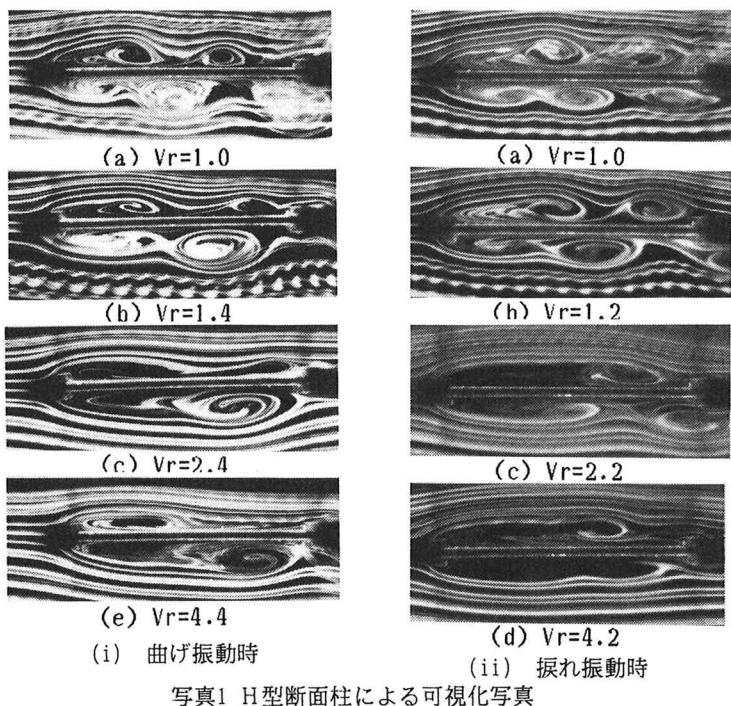


写真2 矩形断面柱による可視化写真