

I-433 流れの可視化による構造断面柱の 表面流れに関する考察

九州工業大学 学生員 三河克己

九州工業大学 正 員 久保喜延

九州工業大学 学生員 安田英明

1. まえがき 橋梁断面に生じる空力弾性振動の発生機構が解明されれば、橋梁設計に必要な耐風特性をより詳細に推定できる。そこで著者等は、物体周辺気流の挙動を調べることでその解決の糸口が得られると考え、まず断面幅の10%の厚みをもつ辺長比(厚さ/幅)が小さい偏平構造断面柱(以下10%断面柱と呼ぶ)を用いた流れの可視化によって物体周りの流れを観察してきた。その実験的考察から、物体の振動に伴って、物体の前縁から剥離したせん断層が作る70°ハートンが風速の増加とともに変化し、力の作用点が移動することで、橋梁断面に生じるたわみ振動及び捩れ振動が発生するものと推論している。本研究では、辺長比が小さい場合のみでなく辺長比が大きい場合も著者等の考えが成り立つかどうかの検討を行っている。

2. 実験内容 流れの可視化はスモーク法で、模型としては10%、20%、30%、40%、50%断面の矩形柱を用いた。可視化実験は、風速50cm/secで強制捩れ振動及び強制たわみ振動実験を行い、加振振動数を変えることによって換算風速を変化させた。図1は、白石・松本の研究¹⁾による50%矩形断面柱のたわみ及び捩れ1自由度空力弾性応答を、同一の土俵で扱えるように無次元風速に変換して表したものである。これによるとたわみと捩れの固有振動数を一致させた振動系では、各振動モードに対応する応答が風速の上昇とともに、交互に現われることになる。物体がある振動モードで振動している状態で風速が変化

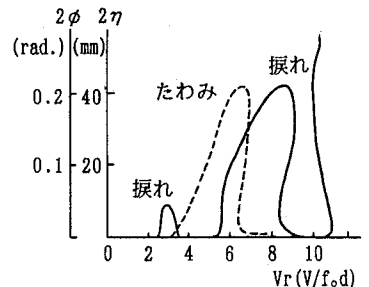
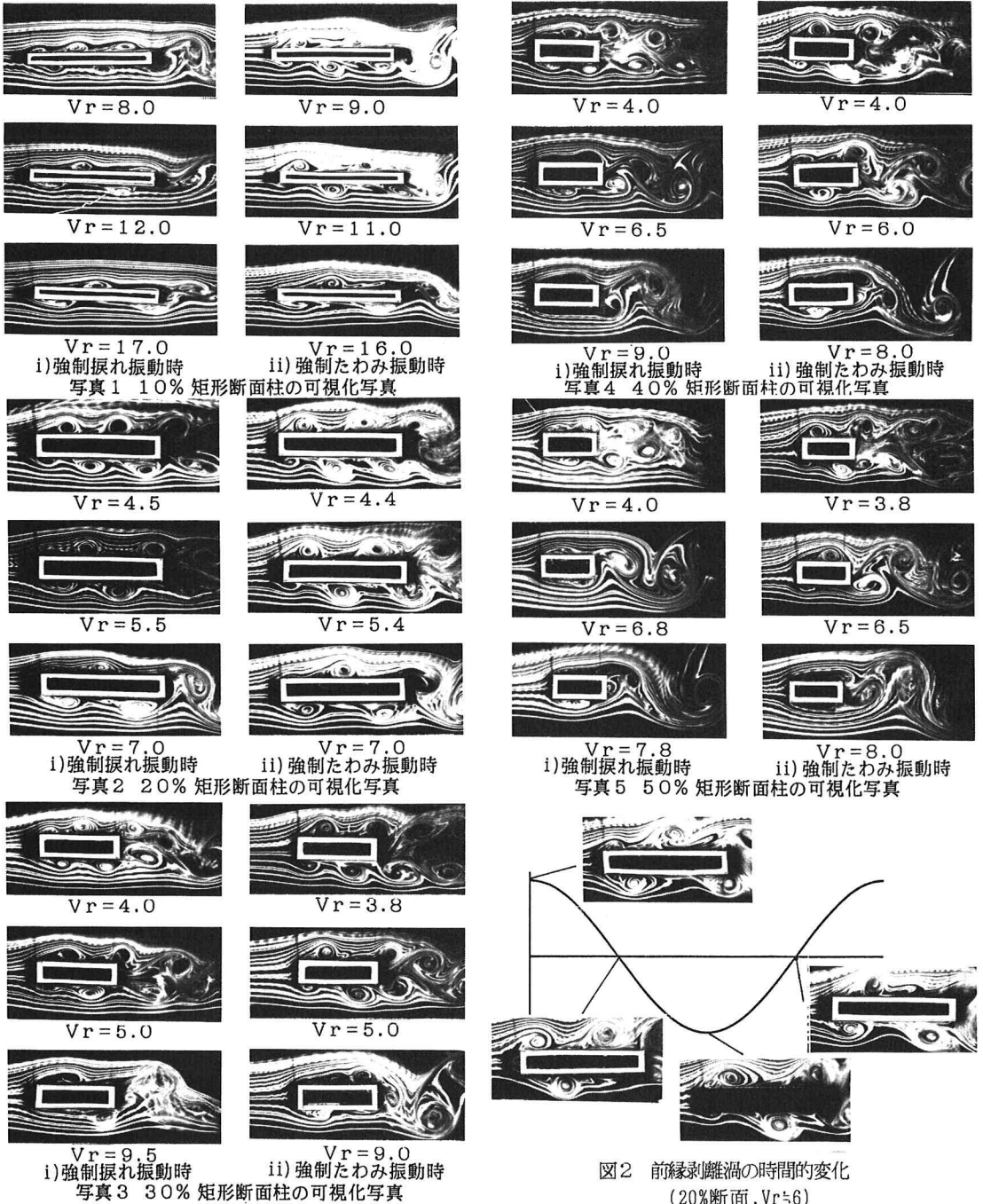


図1 無次元風速で表現した応答図

していくと、剥離せん断層の70°ハートンはそれまでのものとは異なり振動モードが変化していくことになる。このことは、強制的にある振動モードで加振させ続けている物体の前縁から剥離するせん断層は、風速の変化により捩れ振動とたわみ振動に対応する70°ハートンが交互に現われる可能性を持つことを意味している。

3. 前縁剥離渦の挙動 図2は、断面柱の振動にともなう前縁剥離渦の時間的変化を示したものである。これを見ると、断面柱が上死点及び下死点の位置に来た時、それぞれ前縁上部及び下部から流れが剥離し、渦を形成し始め、振動にともなって渦が発達していく様子がわかる。写真1、2、3、4、5は、強制捩れ振動及び強制たわみ振動時の各断面柱での可視化写真である。渦が巻き込む位置で最大の負圧が働くとなると、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捩れ振動が、非対称に分布するときたわみ振動が起こり易い状態になることを考慮して、可視化写真をみていくと、10%断面の強制捩れ振動時では換算風速 $Vr=12.0$ で、加振振動モードより捩れ振動が起こり易い70°ハートンになっているが、その前後の $Vr=8.0$ 、 17.0 で加振振動モードとは異なるたわみ振動が起こり易い70°ハートンになっている。また、強制たわみ振動時でも $Vr=11.0$ で、加振振動モードとは異なる捩れ振動が起こり易い70°ハートンが現われている。このように辺長比の大きい20%、30%、40%、50%断面でも加振振動モードのみならず捩れ振動及びたわみ振動の両方が起こり易い70°ハートンが存在し、風速の上昇に対して交互に現われることが確認された。また、全ての断面を通して強制捩れ振動時及び強制たわみ振動時のどちらにおいても同一風速域で、同一の70°ハートンが現われており、いずれの断面においても風速に対応した70°ハートンを推定することができる。強制捩れ振動時において、10%断面の $Vr=17.0$ いわゆる渦励振発現風速域の70°ハートンに着目すると20%断面では $Vr=7.0$ 、30%断面では $Vr=5.0$ 、40%断面では $Vr=4.0$ 、50%断面では $Vr=4.0$ で現れており、断面の辺長比が大きくなるにしたがい、同一の70°ハートンが現われる風速域は低くなるのが分かる。それは、強制たわみ振動時においても同様であった。



4. まとめ 流れの可視化によって矩形断面柱の前縁剥離渦の挙動を調べてきたが、それらから辺長比が小さい10%断面から辺長比の大きい50%断面については、風により橋梁断面に生じるたわみ振動も振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という著者等の考え方の妥当性が裏付けられた。

5. 参考文献 1) 白石・松本: 充腹構造断面柱の渦励振応答特性に関する研究, 土木学会論文報告集, 第322号, 1972. 2) 久保・三河: 偏平構造断面柱の剥離せん断層特性, 土木学会第44回年次学術講演会概要集, 1989.