

扁平箱桁断面周辺のはく離流れの三次元性に関する研究

徳山工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○木下 奈美

徳山工業高等専門学校 正会員 河村 進一

徳山工業高等専門学校 山本 福美

1. はじめに

近年、橋梁の長大化と軽量化によって振動の発生が問題となってきた。橋梁などの構造物は、流線形の形状をしていないため、水や空気の流れが橋梁にあたると、橋梁の隅角部からはく離し、渦が形成される。橋梁の桁のように扁平な断面を持つ物体には、はく離と再付着によって生じる渦の作用で周期的な強い外力を与える。もし、橋梁にもともと存在する壁高欄を利用し、はく離流れの三次元的な挙動を作り出すことができれば、流体力を低減できるのではないかと考え、壁高欄を間欠設置した箱桁周辺の数値流体解析と水槽実験を行い、流れの比較を行った。

2. 水槽実験による流れの可視化

実際の箱桁を幅 16m、高さ 2.4m の長方形断面として、水槽実験ではその 1/100 の大きさである幅 160mm、高さ 24mm を基本断面として、長方形断面の亚克力製模型を用いた。図-1 のように、壁高欄のないものを Case1、壁高欄を平行に間欠配置したものを Case2、千鳥配置したものを Case3 とした。壁高欄は、厚さ 3mm、高さ 12mm、幅 65mm とした。桁上面のはく離流れの挙動を見るために、桁前縁と壁高欄との間のはく離せん断層の内側に、陰極となる 0.3mm の針金を取り付けた。水中に沈めた銅板を陽極として水素気泡発生器により高電流を流すと、水の電気分解によって、針金から水素の気泡が発生する。ケースごとに 30 秒間、デジタルビデオカメラで撮影を行い、PIV ソフトを使用し、流れ場の流速測定を行った。

水槽実験の流れの可視化結果を図-3 に示す。Case1 では、流れは前縁ではく離したあと、大きな流れが箱桁に再付着しているが、Case2、Case3 では桁に再付着せずに流れている。Case1 では二次元的な流れが確認でき、Case2、Case3 では、前縁で剥離した流れが壁高欄を飛び越えて背後にまわりこむ流れと、壁高欄にぶつかって壁高欄の両端から背後に流れ込み、三次元的な渦が生じることが確認された。Case3 の下流側の壁高欄の間欠部分では、そのまま間欠部分を流れていくが、下流側の壁高欄周辺では、壁高欄の上を飛び越えるような流れが大部分で、壁高欄の両端から背後に流れこむような流れは確認されなかった。

3. 数値流体解析結果による流れの可視化

解析には、汎用流体計算ソフト STORM/CFD2000 を使用した。解析モデルは、図-1 に示す水槽実験と同サイズの幅 160mm×高さ 24mm×長さ 260mm とし、格子数は $86 \times 62 \times 52 = 277,264$ 点とする。水槽実験と一致させるため、水を流入させ、0.063m/s の一様流とした。

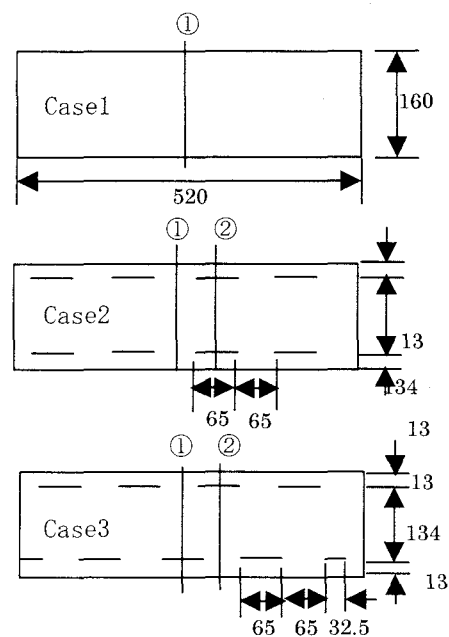


図-1 高欄の配置

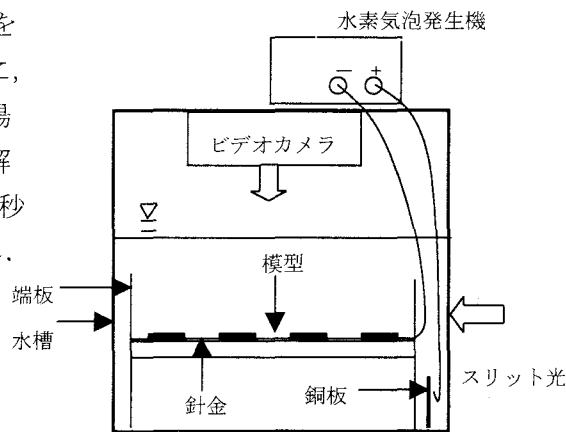


図-2 実験装置

図-4は解析結果より、流速ベクトルを示したものである。その結果、Case2とCase3では、水槽実験でも見られたように上流の壁高欄により、三次元的な流れが現れることが解析でも確認された。Case2, では、壁高欄の両端の流速ベクトルは大きく、下流側の壁高欄の両端を通るような流れであり、高欄に挟まれたところでは流速ベクトルは小さい。Case3でも、壁高欄の両端の流速ベクトルは大きく、上流側ではCase2と同様の流れであり、上流側の壁高欄の両端から下流側の間欠部分に向けての流速ベクトルが大きく、下流側の壁高欄の両端を通るような流れであった。

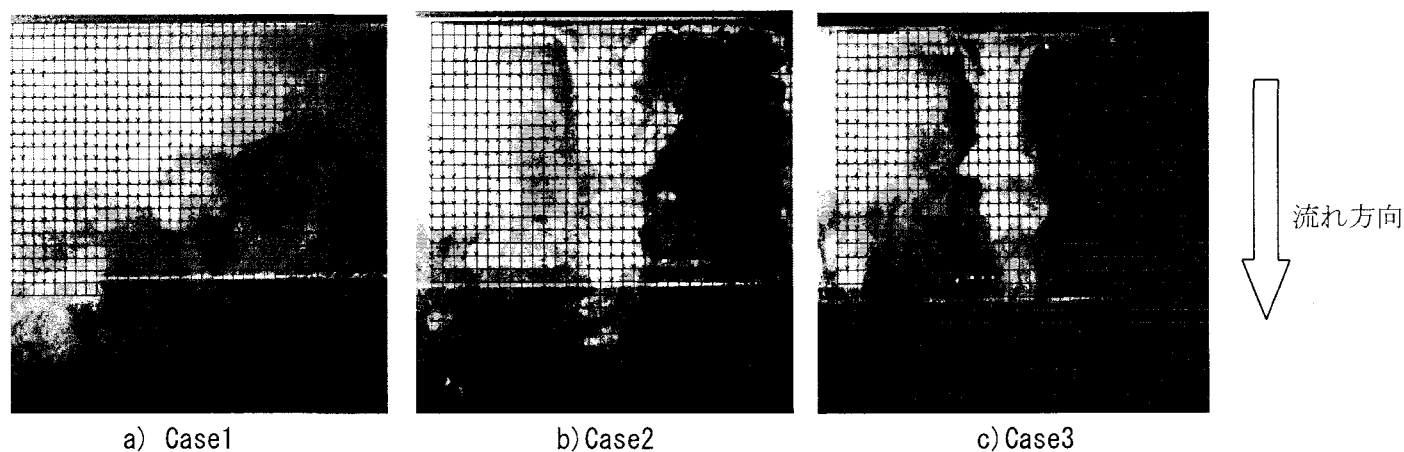


図-3 流れの可視化結果

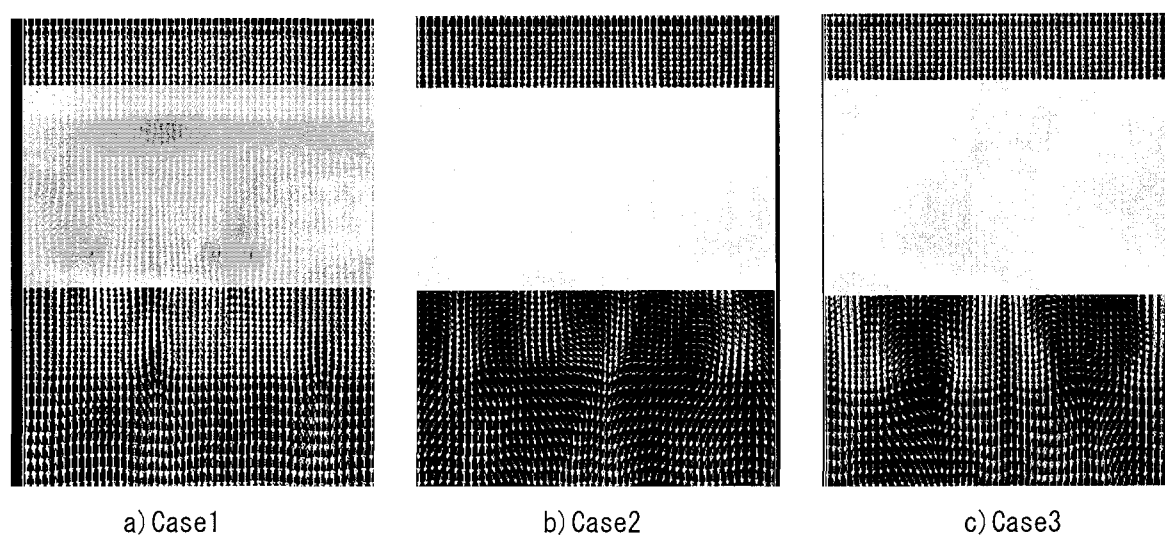


図-4 流速ベクトル

4. まとめ

水槽実験および数値流体解析による流れの可視化から、次の結果が得られた。

- ① 水槽実験による流れの可視化から解析結果と下流側の違いはあるが、ほぼ同様の流れが確認できる。
- ② Case2とCase3では、下流側では多少流れの違いが見られるが、上流側では流れが壁高欄にぶつかり、壁高欄の両端から背後に流れこむような、ほぼ同様の三次元的な流れが確認された。また、Case2, Case3のどちらにおいても、上流の壁高欄により三次元性のある流れが確認された。
- ③ はく離した流れは、上流側の壁高欄周辺では壁高欄にぶつかり、壁高欄の両端から背後にまわりこむような流れが確認された。が、下流側に設置された壁高欄周辺では、壁高欄を飛び越える流れが確認された。
- ④ 水素気泡法によるはく離流内部の可視化を試みたが、光量不足等でPIVによる流速計算は満足にできなかった。もう少し鮮明な画像結果が得られるよう工夫が必要である。