箱桁上の壁による周辺流れの三次元性に関する数値シミュレーション

呉工業高等専門学校 正会員 〇河村進一,黒川岳司日本道路公団 大元智裕 金沢大学 新谷友紀乃

1. はじめに

橋桁の空力弾性振動の抑制は構造力学的な対策と流体力学的な対策が考えられるが,流体力学の他の分野を 見れば最近の競泳用水着のように表面の微細な形状変化によって,流体抵抗を低減している例などがあり,橋 梁の空気力についても流体力学的に検討する余地があると考えられる。橋梁桁断面を簡略化した形状として扁 平な角柱を対象として,その表面上に小突起を設けることによって,剥離流れの三次元的な挙動を作り出し, 剥離流れの形成に変化を与え,非定常流体力を低減しようとするものである。本研究では,ある吊橋の補剛桁 から構造的に必要な部分だけを取り出した B/D=6.67 の長方形断面柱を基本断面として,桁周辺の剥離流の三 次元的挙動を汎用流体解析ソフトによる数値シミュレーション結果から検討した。

2. 数値シミュレーション概要

桁をモデル化した 16m×2.4m の長方形断面を基本断面(case 1)とし,スパン方向に幅 1m の棒状の突起が解

析領域内に1つ設置された case 2, スパン方向解析領域半 分の幅 6.5m の壁を設置した case 3, スパン方向全体に壁 を設置した case 4, の4つのモデルを作成した。棒状突起 および壁の高さはいずれも 1.2m である。解析モデルを Figure 1 に示す。解析領域は流れ方向 72m,上下方向 28m, スパン方向 13m とし,格子数は 86×62×52 = 277,264 点, 側面に周期境界条件を与えている。解析領域への流入風速 は 10 m/s の一様流とし,Reynolds 数は 1.02×10⁷ である。 汎用流体解析ソフト STORM/CFD2000 によって非圧縮粘性流 体の数値シミュレーションを行った。乱流モデルは用いて いない。





3. 結果および考察

図2は桁上下面の表面近傍の圧力の時刻歴を示したものである。基本断面の case 1 では上面下面ともほぼ 一定の振幅になっている。棒状の突起を設けた case 2 では、上面の圧力の極小値が case 1 と比べて小さく圧 力振幅がやや大きくなっている。スパン方向の半分の区間に壁を設置した case 3 では、上面の圧力振幅が約 3 分の1 に低下しその振動数も高くなり、さらに下面の圧力振幅も小さくなっている。スパン方向の全区間に 壁を設置した case 4 では、時刻 60~70s では圧力振幅が小さいが 55~60s のように振幅が大きくなっている 時間帯もある。

図3は桁上面の後縁から3mの参照点における圧力が極小になる時刻の瞬間における,桁付近の圧力の値が -45Paの等圧面を桁の上後方から見たものである。case1では,ほぼ二次元的な渦が形成されているのが分か る。case2では前縁から剥離する流れに三次元的な渦の構造が形成され,桁上面の等圧力面が少し変化してい るが,case1と比較してほとんど変わらないことが分かる。case3は,剥離して壁を越えて背後にまわりこむ 流れと,壁の両端から背後にまわりこむ流れが干渉して壁の背後で三次元的な渦が形成され,さらに,桁下面 の流れも変化している。このような流れが形成されることによって,前述の圧力振幅の低下が起こるのではな いかと推測できる。

4. まとめ

橋梁の桁をモデル化した扁平な長方形断面柱を基本断面として,車両防護柵の縦柵を模擬した棒状の突起と, スパン方向全体と半分の区間に壁高欄を設置した場合の数値シミュレーションを行った。シミュレーション結 果から,棒状の突起を設けた場合は基本断面とほぼ同じ流れ場を形成するが,スパン方向の半分の区間に壁高 欄を設置することによって,剥離流の三次元性が強くなり,圧力の振幅も小さくなっていることが確認できた。











(c) case 3

(d)case 4

60

55

桁上面

桁下面

70 time(s)

65

図2 桁表面の圧力の時刻歴

0

50

