

I-B3

斜めから風を受ける構造物の数値流体解析手法に関する検討

中央大学 正員 平野 廣和 八戸高専 正員 丸岡 晃
三井造船 正員 渡邊 茂 三井造船 佐野 健一

1. はじめに

強風地点に新たに構造物を構築する場合、対象となる地点での風環境を推定することは極めて重要な項目の一つである。従来は風洞実験が主流であったが、近年では数値流体解析 (CFD) を用いた検討も数多くなされるようになってきた。中には、軸方向を64程度分割して軸方向変動流れの成分まで考慮した3次元解析¹⁾により、詳細な検討も行われるに至っている。しかし、これらの解析は、軸直角方向の流れ（橋梁の場合は、橋軸直角方向）が中心であり、軸から大きな角度を有した斜めからの風の影響を検討した試みは少ない。一方、最近の事故例に見られるように、ある方向から強風が吹いた時に、走行中の大型車両が転倒するような原因を探る場合には、軸直角方向の風のみならず、色々な角度から風が吹いた場合を検討する必要がある。従来、この種の解析には、軸方向も含めて解析領域全体を詳細に分割した大規模3次元解析が試みられてきたが、計算機の容量・速度等の関係から実用化には至っていない。そのため、設計等に容易には用いることができる解析手法が希求されている。

このような背景から、本報では、軸斜めから風が吹く場合に関して、簡易に3次元解析が行えるモデル化手法及び数値解析手法に関して、一つの提案を行うものである。

2. 斜めの風を受ける構造物のモデル化

斜めから風を受ける構造物をモデル化する場合には、3次元のモデル化と周期境界条件 (Periodic Boundary Condition) との組み合わせで行う。図-1(a)に示すように、150.0m×50.0mの解析領域の中に左端から35.0mの位置に幅30.0m×高さ2.5mに道路があるものとする。この道路の左端から1.0mの位置に高さ5.0mの防風壁が設置されているものとする。

まず、図-1(a)に示す平面領域 (X, Z 平面) において、図-2に示すような有限要素分割を行う。ここで分割は、従来の2次元解析と同様に防風壁付近な

らびに影響を知りたい道路面上を細かく分割する手法で行う。次に、3次元方向の分割を行う。Y軸方向へは、1.0mピッチで40分割を行う。図-1(b)に示すように、新たな座標軸として X', Y', Z' を次式で定義する。

$$X' = X / \cos \theta \quad (1)$$

$$Y' = Y / \sin \theta \quad (2)$$

$$Z' = Z \quad (3)$$

本報では、 $\theta=45^\circ$ とし、式(1)～(3)を用いて座標変換を行う。座標変換を行った後の X', Y' 平面におけるモデル図を図-1(b)に示す。

数値解析手法は、著者らが提案している大規模な3次元直接シミュレーションで実績のあるIBTD+FS法¹⁾²⁾を用いている。

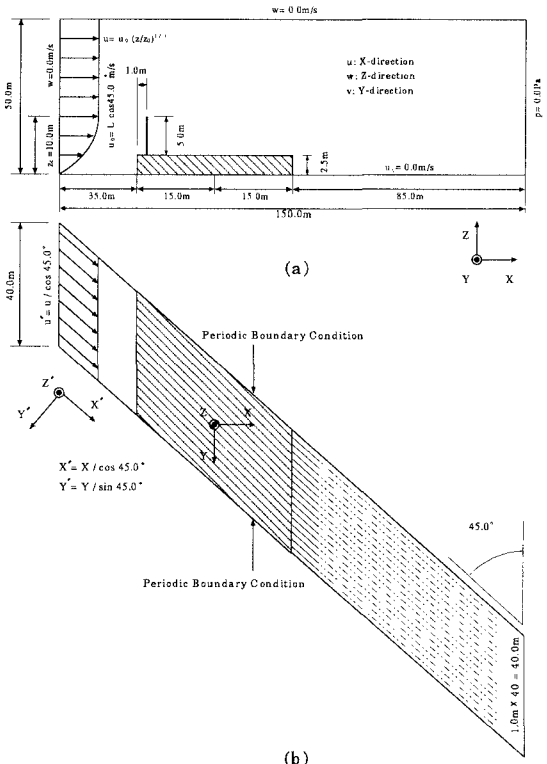


図-1 モデル図及び境界条件

Key Words: 耐風, 数値流体解析, 橋梁, 空気力

〒192-0393 八王子市東中野 742-1 TEL:0426-74-4170,
FAX:0426-74-4118

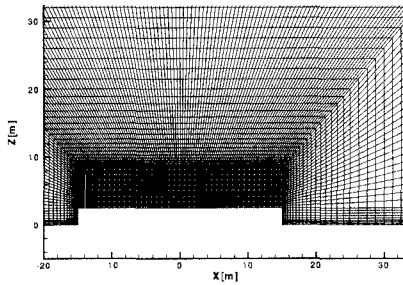


図-2 要素分割図

3. 境界条件

風速は、図-1(a)に示すように、地上10.0m位置で基準風速を1.0とし、それより低い位置では $\frac{1}{z}$ 乗則を用いている。さらに各方向に与える流速も図-1(a),(b)に示すように座標変換を行う。また、 Y' が最大と最小を示す位置では、周期境界条件を与えることにより、軸方向に道路および防風壁が無限に広がっていることを表現している。

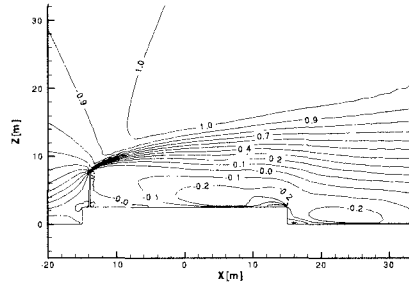
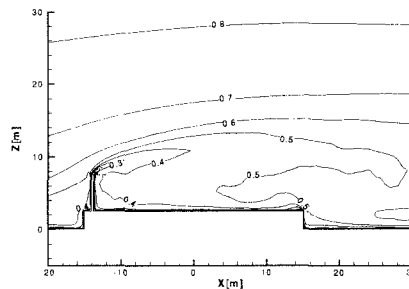
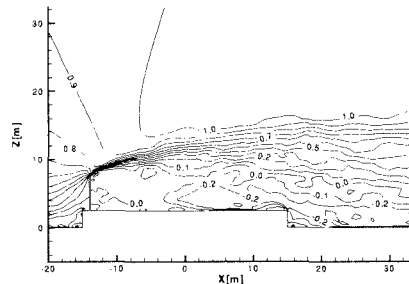
4. 解析結果

図-3, 4には、時間平均を行った u 方向及び v 方向の風速の地上10mの位置での風速を基準風速とした増速率を示す。図-5には、 u 方向の風速の瞬間値の増速率を示す。これらから、定性的に防風壁の減風効果を判断することができる。また、道路中心付近から後方で高さ5m以下の部分で減風効果が緩和されていることもわかる。ここでの緩和の範囲を注意する必要がある。

ところで、ここでの断面の表現は、 $X-Z$ 断面（軸直角方向断面）を基本として表現している。このため、それぞれの断面図の各点の数値は、全計算断面の Y 軸（軸方向）方向の平均値である。この表現方法は、流れの構造の主軸が構造物に平行に取った本報の座標軸と一致しない場合には、適切な表現方法ではない可能性もある。しかし、本報では Y' 方向に周期境界条件を用いているため、特に問題はないと考えられる。

5. おわりに

軸直角方向の風のみならず、色々な角度から風が吹いた場合を検討する手法として、簡易3次元モデル化手法と周期境界条件とを組み合わせる方法を提案した。従来、試みられてきた全体3次元解析と異なり、本報で示した手法を用いれば、パーソナルコンピュー

図-3 時間平均による減風効果 (u)図-4 時間平均による減風効果 (v)図-5 瞬間の減風効果 (u)

タベースでも解析が可能であることがわかった。しかし、3次元解析手法は、ここでの問題以外には実績があるものの、簡易3次元モデル化手法に関しては実績がないのが現状である。さらに、ここで取り上げた問題は、風洞実験等は行われていないので、現象を忠実に再現しているとは現時点では断言できない。今後、さらなる検討が必要と考える。

参考文献

- 1) 平野, 渡邊, 丸岡, 佐野: 断面辺長比4の矩形断面の空力特性に関する2次元・3次元数値流体解析, 土木学会論文集 (掲載決定済)。
- 2) 丸岡, 太田, 平野, 川原: 広範囲な Reynolds 数領域での円柱まわりの2次元・3次元数値流体解析, 土木学会論文集 (掲載決定済)。