

I - 327

地形の起伏の影響を受けた気流の乱れ特性

三菱重工業㈱ 正員 平井 滋登 正員 中村 明道
正員 斎藤 通 正員 本田 明弘

1. はじめに

橋梁構造物の耐風設計をより合理的・経済的に進めるためには、架橋地点における自然風の乱れ特性を的確に知ることが望ましい。著者らは、周辺地形の起伏あるいは地物の影響を受けた自然風の乱れ特性に関し、机上で定量的推定を加える手法の検討を行っている¹⁾。これまでのところ、比較的平坦な地形を対象とした検討からは、地表面粗度というパラメータの導入により乱れ特性との定量的な関係付けを行えることが明らかとなった。また、地形の起伏の影響に関しても、新たに地形因子というパラメータで評価を加えることにより、同様の関係付けにおいて精度の向上が図られることが判明している。

一方、地形の起伏を大きく受けた自然風においては、気流の乱れ強さの増大傾向が一般にみられると考えられ、実際の耐風設計に際しては、これに伴うガスト応答の増大を考慮に入れる必要がある。しかしながら、単純に乱れ強さの変化に応じたガスト応答の増減を考慮するだけでは、過大評価となる可能性がしばしばあるため、合理的な設計としては平均風速の変化を同時に考慮することが必要になろう。

以上のことより、地形の起伏の影響を扱うためには、両者の関係を明確にすることが不可欠になると考えられる。しかしながら、このような観点からの研究例は極めて少ないようであり、また実風観測という手法では、時々刻々変動する平均風速から地形の起伏の影響のみを取り出して検討することは困難であるものと思われる。したがって、新たに地形の起伏をモデル化した風洞試験を実施し、基礎データを得て今回検討を加えた。

2. 検討方法

風洞試験においては、図1に示すような起伏を単純にモデル化した地形模型を用い、境界層乱流中でその背後における気流特性の分布を三次元的に計測した。地形模型としては、基本形状(Model-A)と、その2倍の高さを有するタイプ(Model-B)の2種類を使用した。

3. 検討結果

模型後方で計測された水平横方向の気流特性の分布を図2に示す。起伏の背後に位置する中央部で、風速の低減と乱れ強さの増大が生じており、両者の分布形状はよく類似していることがわかる。

次に、計測位置を3次元的に変化させた場合、各計測点での平均風速と乱れ強さの関係を図3に示す。計測点毎に地形の影響は相対的に異なるものとなるが、両者の相関は高く、ほぼ一意的な関係を維持していることが示される。このことから、ある点での平均風速の変化が逆に与えられれば、その点における乱れ強さの変化も推定可能になるものと思われる。ただし、これらのデータは、地形の起伏形状も類似した2種類のみであり、かつ単一の気流条件中で得られたものであることから、両者の関係を一般化するためには、今後の風洞試験によるデータの収集が必要であるものと考えられる。

なお、現在のところ耐風設計に関する基準類としては、粗度区分による段階的評価が通常採用されているが、これらを用いて地形の起伏による気流特性の変化を考慮する際には、粗度区分を見直す方法がとられることとなる。例えば道路橋耐風設計便覧²⁾（以下単に「便覧」と称する）を用いた場合を想定し、区分の見直しによる気流特性の変化を試験結果と比較したものが図4である。なお、縦軸は変動風速として表示した。粗度区分をⅠ→Ⅳと変化させる場合には図中の破線を右下から左上へとたどることとなるが、その勾配は試験結果に比べ緩やかであり、地形の起伏の効果と粗度区分の変化にはやや異なる特性がみられるものと思われる。

4. まとめ

地形の起伏の影響を受けた自然風の特性に関し、モデル化した地形を用いた風洞試験により、平均風速の

低下と乱れ強さの増加の相関について検討した。その結果、両者の相関は高いことが示されたが、粗度区分のみの考え方のみでは説明できない特性の差がみられた。今後これらの地形の起伏の影響を設計的に考慮するためには、地形因子等の客観的手法によりその効果を気流特性の上に反映する必要があるものと思われる。

5. 参考文献 1) 平井・斎藤・本田, 土木学会第46回年講, I-221, 1991. 及び土木学会第47回年講, I-272, 1992.
2) 日本道路協会, 道路橋耐風設計便覧, 1992.

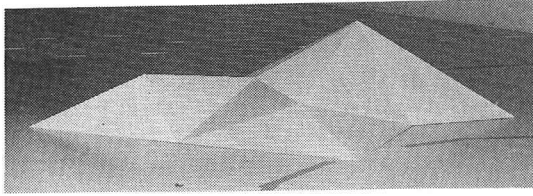


図1 地形模型 (Model-B)

注) 記号の定義
 U : 平均風速
 U_o : 境界層外の平均風速 (風洞試験)
 $U_{\pm}$: 境界層外の平均風速 (便覧の規定)
 I_u : 主流方向乱れ強さ
 σ_u : 主流方向の変動風速 ($=U \times I_u$)
 x : 風洞内主流方向の座標
 y : 風洞内水平横方向の座標
 z : 風洞内鉛直方向の座標

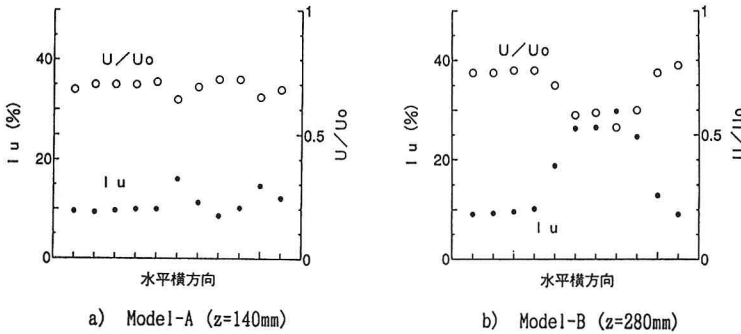


図2 水平横方向の気流特性の分布 ($x=1500\text{mm}$)

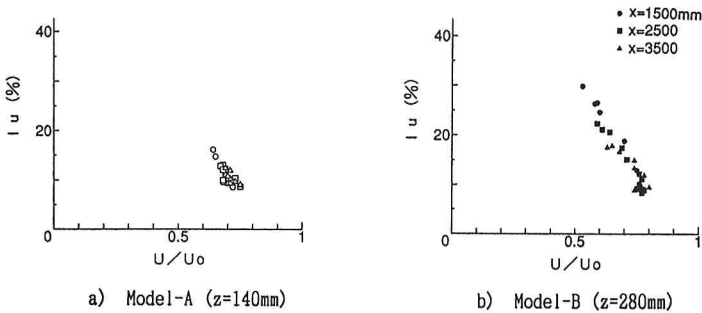


図3 平均風速と乱れ強さの関係

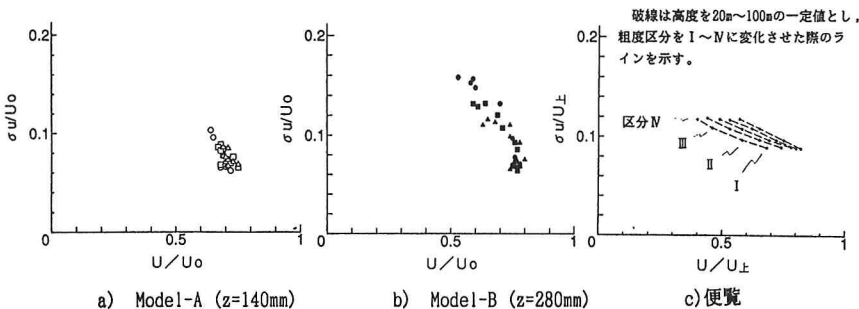


図4 平均風速と変動風速の関係