

I-272

周辺地形を考慮した架橋地点における自然風の乱れ特性推定の試み

三菱重工業(株) 正員 平井 滋 登
 三菱重工業(株) 正員 齋藤 通
 三菱重工業(株) 正員 本田 明 弘

1. まえがき

橋梁構造物の動的耐風性が気流の乱れに大きく左右される場合があることは、これまで各種の研究事例が明らかにしている通りである。これに伴い、現実の自然風の乱れ特性を明確にすることができれば、耐風設計をより合理的・経済的に実施することが可能となる。しかしながら、自然風の乱れ特性は周辺の地形の起伏あるいは地物の状況の影響を受け、地点さらには風向に応じても様々であるため、乱れ特性を知ること自体が容易なことではない。

著者らは、これまでの架橋地点における強風の実風観測を補完する手法として、現地に関する既存の情報から風の乱れ特性を定量的に推定することを念頭におき、周辺地物の状況を表す地表面粗度というパラメータと自然風の乱れ特性との対比を手始めに検討した¹⁾。その結果、ばらつきはあるものの両者の定量的な関係付けは可能であるとの見通しが得られた。しかしながら、現実の架橋地点周辺の地形は平坦な場合ばかりではなく、地形の起伏が存在することも多い。本報告では、地表面粗度以外に地形因子と言われるようなパラメータを新たに導入し、地形の起伏を考慮に入れて推定精度の向上を試みた結果を報告するものである。

2. 検討手法

既報告¹⁾と同様に観測高度の差異を除去するため、平均風速の鉛直方向分布をべき法則でモデル化することにより、乱れ強さを以下の関係式を用いて高度に依存しないパラメータ α に変換した。この α はべき指数に対応するものであるが、風速の高さ方向の分布から直接に求められるものではなく、乱れの大小とべき指数の関係を一意的に仮定することにより、乱れ強さから間接的に求められる値である。

$$I_u = \sqrt{6} \cdot k \alpha / (z / z_{10})^\alpha \quad I_w = 1.3 \cdot k \alpha / (z / z_{10})^\alpha$$

ただし、 I :乱れ強さ、 k :カルマン定数(0.4)、 α :べき指数、 z :高度、下添字 u :主流方向成分、下添字 w :鉛直方向成分を表す。

対象地点の乱れ特性を上式に従って風向別にパラメータ α で代表させ、自然風の乱れ特性を支配すると考えられる地表面粗度及びその他の地形因子との関係を、過去の実測データを対象とした回帰分析により検討した。この手法自体は、主に設計風速に関してこれまで行われている地形因子解析を応用したものである。新たに考慮に入れる地形因子としては、地形の起伏に関連するものとして以下のものを取り上げ、16風向別の扇型の領域内で定義した。

- ①障害距離:対象点より標高が H (m)以上高い地域に至るまでの最短距離(km)
(逆数に100を掛けた値とした)
- ②開放度:対象点より標高が H (m)以上高い地域を除く開けた領域を見込む角度の割合(%)
- ③陸度:陸地部分(河川等の水面部分を除く)面積の比率(%)
- ④起伏度:評価領域内で標高が最高となる点との標高差(m)

なお、自然風の実測で求められる乱れ特性の値は一意的なものではなく、ばらつきがみられるが、ここでは、空力不安定振動に対する設計上の安全側を考慮し、風向別の最小値を代表値として扱った。

3. 検討結果

地形の起伏が無視できる場合に関しては、地表面粗度に大きく依存するものと考えられるため、ここでは、

他の地形因子を加えた場合に推定精度がどの程度向上するかに着目した検討を行った。説明変数の最適化を行い最終的に求めたケースにおける実測値と推定値の比較を表1に示すが、地形の起伏を表す地形因子の導入により、相関係数が上昇し推定精度の向上が図られた。なお、前述の地形因子の中では障害距離というパラメータが説明変数の最適化を行う過程で除外されやすい結果を得ている。また、解析の途中においても、説明変数にかかる係数の符号の正負が反転するなど、地形の起伏を表す地形因子の選び方にはなお検討の余地があるようであった。

4. まとめ

自然風の乱れ特性を推定する場合、地表面粗度だけでなく地形の起伏を別のパラメータとして導入することにより、推定精度の向上が図られることが明らかとなった。今後、地形の起伏をさらに適切に評価できるよう、地形因子間の相関の高いものは統合するなどの方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 平井・斎藤・本田, 架橋地点における自然風の乱れ特性に関する一考察, 土木学会第46回年次学術講演会I-221, 1992.

表 1 推定値と実測値との比較

