

I-11 地形特性を考慮した流体解析による高知県の強風マップの作成

中日本航空専門学校 学生会員 ○田淵 正浩
高知高専建設システム工学科 正会員 海田 辰将
広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 中村 秀治

1. はじめに

高知県は東西に細長い形をしており、平野部だけでなく海岸部や山間部も多く有していることから、地形的特徴に富んだ県といえる。そして、太平洋からの強風を直接受けるため、毎年多くの風害が発生しているのが現状である。また、高知県は南太平洋に発生する多くの台風の通り道となっており、「台風銀座」と呼ばれるほど台風による被害が多く報告されている。そこで本研究では、高知県の風害に対する地域防災と既設構造物の維持管理の観点から、気流解析を行い、その結果を用いて南風に対する県内の局所地域における強風マップを作成する。そして作成された強風マップから、高知県における風速分布の地域的特徴を明らかにする。

2. 強風マップ作成方法

本解析では、計算効率なども考慮して気流は非圧縮の粘性流体とし、未知変数は水平2方向および鉛直方向の風速(u, v, w) および圧力(p)である。気流解析に用いたプログラムは中村ら¹⁾が開発した気流解析コードである。また、本研究では、気流解析結果から得られた解析領域の風速分布と、全国約140箇所に配置されている気象官署の風速観測値を統計処理して求めた風速150年(再現期間値)を用いて強風マップを作成する。ここで、再現期間値とは各気象官署において1951～2000年の間に観測された10分間平均風速データに対して、季別(高温季と低温季)に8風向別の年最大風速を抽出し、測器補正、風速計の高さ補正、風向別粗度補正などを行った後、風速の時間的な再現期間(何年に1度起こりうる風速か)を求めて設定した風速値である。

本解析で考慮した粗度は、海上部では地表面粗度区分Ⅰを、陸地部では高知縣市街地の建物の状況を考慮して、地表面粗度区分Ⅲを一律の値として採用している。また、流入風速は海上10m高さにおいて40m/secとし、水平方向(x, y 軸方向)のメッシュ分割数は解析領域に合わせて80～90分割程度とした。鉛直方向のメッシュ分割数については全体で30層とし、地表から10層までは等間隔分割、それ以上の11～30層は等比級数的に分割幅を拡大していく方法が計算効率と精度の面から適していると考え、この方法を採用した。ここで、鉛直方向の等間隔分割領域におけるメッシュ幅 δ_v は、水平方向のメッシュ幅 δ_h との比が極端に小さくなると、計算途中で発散したり、計算結果の精度が低下したりする可能性が指摘されているので、これを考慮して $\delta_v = \delta_h/20$ 程度としている。また、地形データは国土地理院発行の数値地図(50mメッシュ)に収録されている標高データである。

3. 解析結果(風速分布図)

解析に先立って、高知県内の構造物に着目して過去10年間の風害調査を行い、この調査結果に基づいて解析領域(マップ作成領域)を以下のように設定した。

- ①四国全域(240km×240km) ②高知県東部・中部・西部(90km×90km) ③室戸・高知・須崎・土佐清水(20km×20km)
④浦戸湾、須崎湾(10km×10km) ⑤室戸(20km×20km)

これらの解析結果の一例を図-1～図-4に示す。図-1は、高知市周辺を含む高知県中部の解析結果である。図から、高知平野に流入した風は、若干風速が低下するものの、ほとんど風速の場所的な変化が認められず、そのまま四国山地との境界まで到達し、増速している。また、須崎～中土佐付近においても風速の変化があまり確認できない。

図-2は、浦戸湾周辺の風速分布である。図のほぼ中央部で東西に連なる山々を有する地形が特徴的である。図から、これらの山々に流入した風によって山の麓から頂上付近にかけて増速されていることがわかる。また、これら山々の背後では、地上50m高さで70m/sec近い流入風速を与えたにも関わらず、風速がほとんどゼロに近くなるまで急激に減速している箇所が多く観察される。一方、浦戸湾周辺の海岸部では、図中(-4, 2)周辺のように海上とほぼ同じ風速を示す地域と、海上の風速よりも若干減速しながら陸地に流入する地域(図中(1, -3)付近)に分かれている。これは、(1, -3)付近のように、海岸部に山が位置するような地域では、山の手前で一旦減速し、頂上に向かって再び増速する傾向にあることを示している。

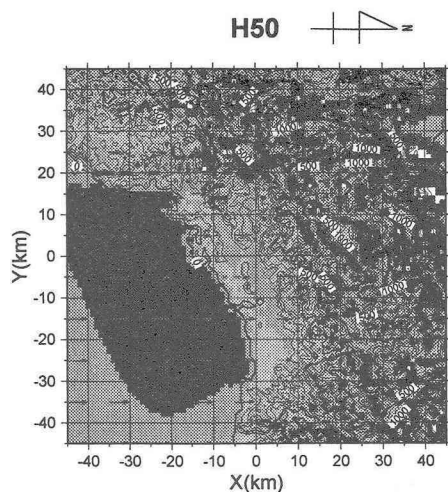


図-1 風速分布図(高知県中部, 南風)

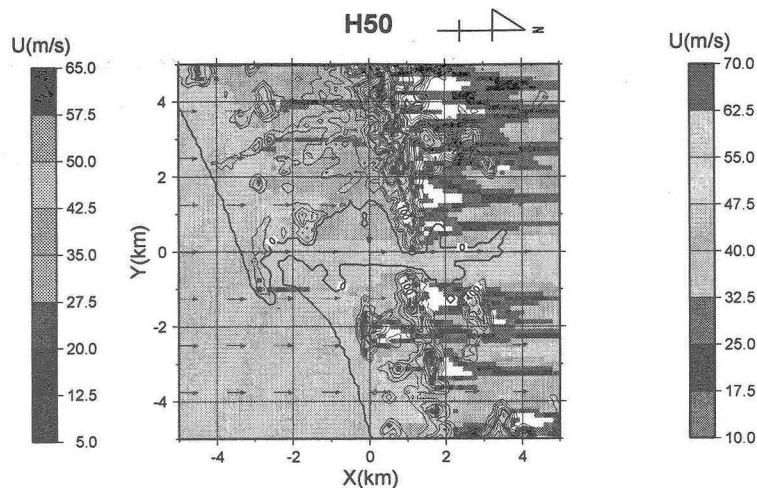


図-2 風速分布図(浦戸湾, 南風)

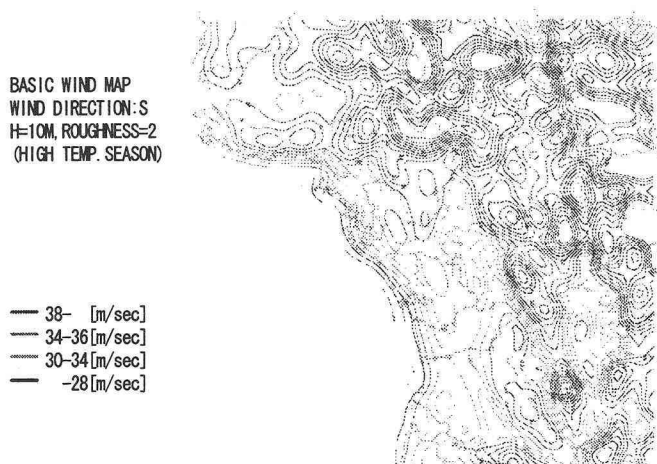


図-3 強風マップ(高知県中部, 南風)

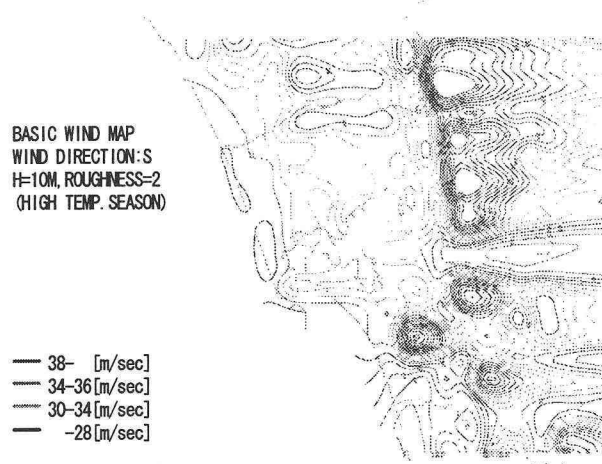


図-4 強風マップ(浦戸湾, 南風)

4. 高知県各所の強風マップ

図-3は、図-1の解析領域の強風マップである。図-3より、土佐湾沿岸部の広い地域で40m/secを超える程の強風域となっていることがわかる。また、沿岸部だけでなく平野部においても強風域が確認できる。特に、山間部でも比較的広い範囲の強風域が発生していることに注意すべきである。この地域には、高知自動車道が通っており、高架橋など風の影響を受けやすい構造物が多く見られる。今後これらの構造物に飛来する塩分量の予測など、維持管理の面において、本強風マップを活用していくことが期待される。

図-4は、図-2の解析領域の強風マップである。図-4の海岸部では、流入してきた風がほとんど減速することなく吹き抜けており、特に東の地域において地上10m高さにもかかわらず50m/sec近い強風が吹いている場所がある。また、内陸部においては、比較的減速している(28m/sec以下)地域も広く分布しており、これらの地域は主に山の背後に集中していることがわかる。逆に、山の麓から頂上にかけては増速傾向にあることがわかる。そして、この図で最も特徴的なのは、浦戸湾中央付近における局所的な増速である。このことから、浦戸湾内部はかなりの強風に晒される地域といえる。

5. まとめ

(1) 本解析の対象領域を20km×20km程度とすれば詳細な強風マップを描くことが可能であり、このような詳細に描かれた強風マップは、今後構造物の維持管理および地域防災に適用可能と考えられる。

(2) 浦戸湾周辺の解析結果などから、風向方向に比較的平坦な地形であっても、高い山などの障害物に挟まれた箇所では、急激に増速する可能性が高い。

6. 参考文献

1) 中村秀治, 石川智己, 大熊武司, 田村幸雄, 田中伸和, 北嶋和樹: 風向別基本風速マップ作成の試み, 日本風工学会論文集, Vol.97, pp.121-136, 2003.10