

ダム建設が周辺の風況に及ぼす影響に関する研究

徳島大学大学院 学生会員 ○赤木 高明 徳島大学 正会員 野田 稔
徳島大学大学院 学生会員 夏秋 圭佑 徳島大学 フェロー 長尾 文明

1. はじめに

強風は地震と並んで構造物に被害を及ぼす自然現象の一つである．この強風による被害を最小限に抑えるには適切かつ低コストの耐風設計が必要になってくる．そして，そのような耐風設計を行うためには，構造物周辺の地形特性や複雑地形の凹凸や地表面粗度の影響を考慮した風況場を精度良く把握することが重要となる．

構造物周辺や地形周りの風況予測や構造物に与える風の影響を研究する方法として現地観測，風洞実験，数値流体解析などがある．現地観測や風洞実験では時間的な問題やコスト面での問題がある．そこで，本研究では近年のコンピュータの性能向上に伴い発展してきた数値流体解析を用いてある島のダム建設前後の地形をそれぞれ再現し，それらを比較することでダム建設が周辺の風況に及ぼした影響について検討していく．

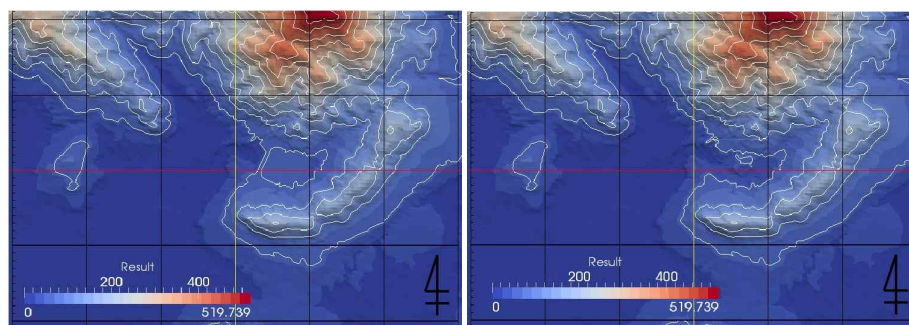
2. 解析方法

使用する解析ソフトは複雑な物理モデルに対応し，複数の偏微分方程式で記述された工学的問題を解くことができる OpenFOAM¹⁾である．OpenFOAM(Field Operation and Manipulation)CFD ツールボックスは，化学反応や乱流，熱伝導を含む複雑な流体の流れから，固体力学や電磁力学，そして経済の支配方程式まで様々な現象をシミュレートすることができる．

今回の解析では解析領域を 20km 四方に設定し検討対象地点となる中心から 1km の範囲は 10m メッシュを使い，それ以外の範囲は 50m メッシュを使用する．解析領域の高さは 3km で最小間隔は 1m である．乱流モデルは複雑な流れ場でも十分な結果が得られる非線形 Shih's $k-\epsilon$ モデルを使用する．流入条件は基準高さを 250m，基準高さにおける風速を 1m/s とし，べき指数 0.1 のべき法則に沿った境界層乱流を与えた．

3. 対象地点周辺の地形と解析対象風向

図-1 にダム周辺の地形を示す．図中の等高線は 50m 間隔で格子は 1km 間隔である．この座標系の原点は検討対象地点である．この地点から東に約 250m の地点に堤頂長が 400m のダム堤体が存在し，600m 近くダム湖の水面が東側に広がっている．さらに東には標高 200m 程度の山があり，北側には標高 400m 程度の山が存在している．西側，南側は比較的凹凸の少ない平坦な地形となっている．ダムの影響が予測されるのは対象地点からダムが上流側となる風向の場合と考えられる．そこで東側からの風を対象に解析を行っていく．図-2 は検討する風向である．それぞれ真東から北側に 5°ずつ傾けた時の風向である．



(a) ダムあり

(b) ダムなし

図-1 ダム周辺の地形

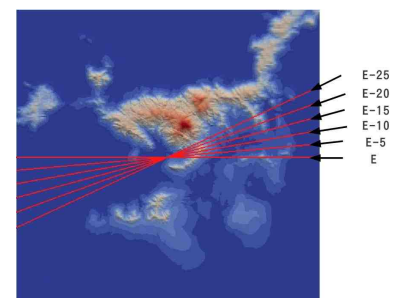


図-2 検討する風向

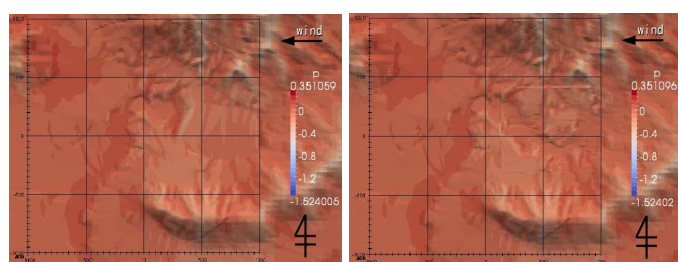
4. 解析結果

図-3，図-4 に風向 E での表面圧力分布と注目点を含む主流鉛直面内の風速分布を示す．図-3 の (a) に示すようにダム堤体部付近の表面圧力は周辺に比べて少し低くなるという結果を得た．また，この他の風向においても同様の結果を得た．図-4 ではダムがある場合とない場合を比較するとダムがある場合の方が堤体部で風速が高くなることが確認できた．図-3 に示した圧力の低下は風速の増加によるものと解釈できる．

次に、ダム周辺の様子を詳しく知るため検討対象地点における地上高 0～10m の風速分布を求めた。図-5 に E, E-5, E-20 における地上高 0～10m での風速を示す。図-5 の (b) のような E-5 で風を流入させた時を除き、ここで検討した風向ではダムありの場合の方が風速が高くなっていることがわかる。またここには紙面の都合で示していないが E-10, E-15, E-25 においてもダムありの場合の方が風速が高くなることが確認できた。地表面付近ほど風速の増加は大きく地上高が高くなるほどダムありの場合とダムなしの場合の風速差は小さくなっていった。ただし、図-5 の (b) に示すように E-5 では地上高が高くなるほど風速差も大きくなるという異なる傾向の結果も存在していた。また、風向条件により風速差も大きく異なり、真東から北側に角度をつけるほど風速の増加が進む傾向がみられた。ただし、E-25 になると増速も徐々に収まっていくことが確認できた。

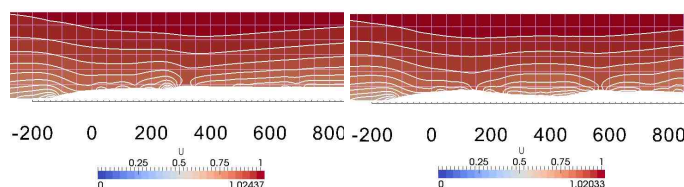
注目地点における地上高 0～10m の風速増加率の比較を図-6 に、注目地点に存在する構造物の高さに相当する地上高 3m の各風向による増速率の比較を図-7 に示す。図-6 と図-7 に示すように E-5 の風を流入させた時を除き真東から北側に角度を加えていくほど風速増加が大きくなる傾向がみられ、特に E-20 の風を流入させた時は風速増加が顕著であったことがわかる。

このことからダム東側にある山もダムとの相互作用で風速を高める一つの要因となっていると推測される。



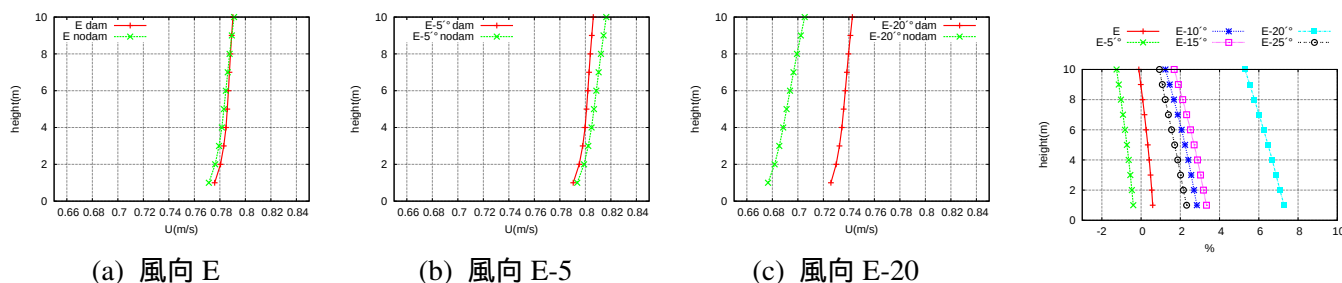
(a) ダムあり (b) ダムなし

図-3 表面圧力分布 (風向 E)



(a) ダムあり (b) ダムなし

図-4 注目点を含む主流鉛直面内の風速分布 (風向 E)



(a) 風向 E (b) 風向 E-5 (c) 風向 E-20

図-5 地上高 0～10m の風速分布

図-6 風速増加率の比較

5. おわりに

今回 E, E-5, E-10, E-15, E-20, E-25 の 6 つの条件で解析を行い、ほとんどの条件で注目地点の風速はダムありの場合の方が、ダムなしの場合に比べて風速が増加する傾向がみられた。特に E-20 の風を流入させた時には大きく風速が増加していた。やはりダム建設は周辺の風況に影響を与えていると考えられる。そしてダム周辺の地形が注目地点周辺の風況と強く関わっていると思われる結果が得られた。

今後はより広範囲な風向に対する解析、非定常流れを対象とした乱流解析等より詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) OpenFOAM <http://www.openfoam.com/>

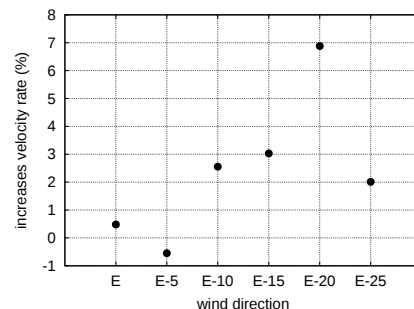


図-7 地上高 3m の各風向による増速率の比較