

大規模土木工事による風環境変化の予測について

徳島大学工学部 正員 宇都宮 英 考
 徳島大学工学部 正員 長 尾 文 明
 徳島大学大学院 学生員 〇 吉 村 哲

1. まえがき

近年、大規模土木工事が行なわれるようになり、これに伴う地形の改変により、風環境の変化が生じ、農作物等に被害を及ぼすことが、新しい問題として考えられる。本報告は、大規模な道路工事計画が進行中の地域を例にとって、地形模型を用いた風洞実験を行ない、風の諸特性が工事の前後どのように変化するかを調べ、人為的な作用による災害の発生の予測を行なうものである。図1に実験対象地域の地形図を示す。

2. 風洞実験

風洞内で、境界層内の自然風を模擬する手法として、図2に示されるように、測定洞の最上流に三角形板を立てたスパイアーと、その下流に一樣にしきつめたラフネスブロックを使用する方法をとった。⁽¹⁾境界層内の風速鉛直分布は、(1)式に示されるべき法則に従うものとして、シミュレーションの精度がチェックされた。

$$\frac{V_z}{V_g} = \left(\frac{z}{z_g} \right)^\alpha \quad (1)$$

ここで、 z_g : 接地境界層高さ、 V_g : 傾度風の風速、 α : 地物状況に関係する定数、である。

実験に使用した地形模型は、水平縮尺 $1/1000$ 、鉛直縮尺 $1/500$ のひずみ模型である。このひずみ模型の有効性は、ひずみ模型を用いた他の実験報告書等により、実験結果に支障を起さないと判断した。

相似則については、乱流構造の相似条件が満たされれば、平均流パターンも相似が期待できるものと仮定し、乱流レイノルズ数の一致条件を用い(2)式で示される関係を用いた。⁽²⁾

$$\frac{U_M}{U_N} = \left(\frac{L_M}{L_N} \right)^{1/2} \quad (2)$$

ここで、 U : 風速、 L : スケール長、添字 M, N はそれぞれ模型、自然場を示す。

3. 接地境界層の特性

数種のスパイアーとラフネスブロックを組み合わせることにより、3種の典型的な地表粗度に対応したべき指数 α が得られ同時に乱れ強さ I_u 、乱れのスケール L を求めた。図3に得られた3種の乱流構造を示し、風速鉛直分布を実線で、乱れ強さの鉛直分布を破線で示し、括弧内の数値は、その高さでの乱れのスケールである。風速および乱れ強さの鉛直分布は、従来

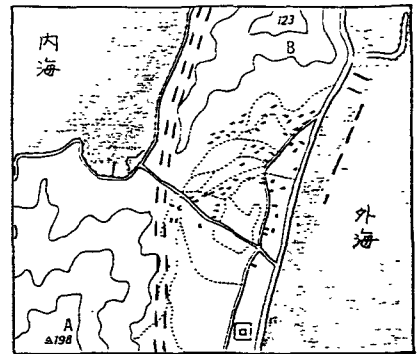


図1 調査対象地域図

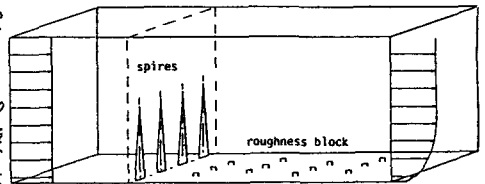


図2 スパイアーとラフネスブロック

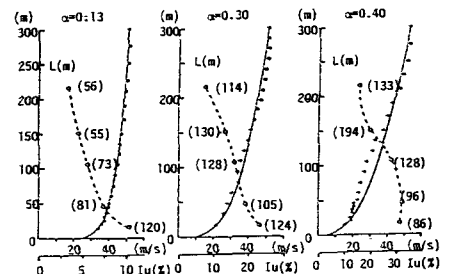


図3 乱流構造

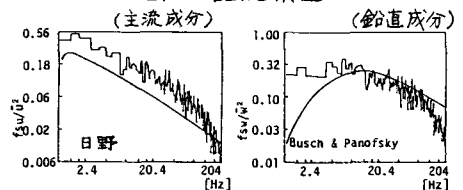


図4 パワースペクトルの一例

の観測結果と同様な形を示すが、乱れ強さが大きくなる(α が大)につれて、分布形のひずみが大きくなる傾向を示す。乱れのスケールに関しては、高度の増加とともに、スケールが増加する傾向がみられないが、主として着目される高度10mまでのスケール長は、従来の観測と一致しているので、問題はないとした。

得られたパワースペクトルの一例を図4に示す。これより、主流成分、鉛直成分とも、それぞれ経験式、日野、Busch & Panofsky の式と一致していることがわかる。

以上より、スパイアーによる境界層の発生は、うまくいっていると考えて良い。

4. 風向分布調査

風向分布調査に関しては、5mm×10mmの発泡スチロール製の旗を模型上、任意の点に設置し流れを可視化した。3種類の風向(北西、北東、南東)につき、3種類の乱流場のもとで工事前後の風向分布の違いを調べた結果、北西風に対してのみ、工事前後において著しい差異が認められた。乱流場の違いによる風向分布の差異は認められなかった。この結果を写真1に示す。これより、北西風に対して、工事前南側平野部で、風は東方向に流れるのに対し、工事後では、東西方向に流れることが認められる。これは、工事後、切り通し部が拡張されたため、平野部に風が流れやすくなり、しかも、Aに沿って流れることを示す。

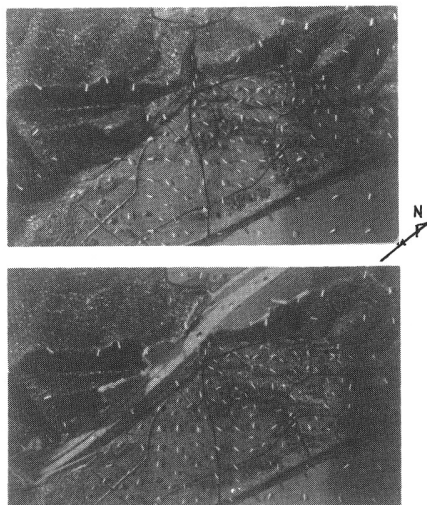


写真1 風向分布 (上:工事前, 下:工事後)

5. 風速分布計測

平野部の風速分布計測をした結果、工事前後に著しい変化が認められた。北西風、 $\alpha=0.3$ の乱流場における工事前に対する工事後の風速の相対速度比分布図を示す。図6には、図5の断面a-bにおける、工事前後の風速分布および相対速度比分布図を示す。これらより、南側平野部において工事後、著しい風速の増強が認められ、工事後、平野部に風が流れ易くなったことが確かめられた。

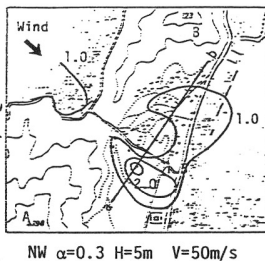
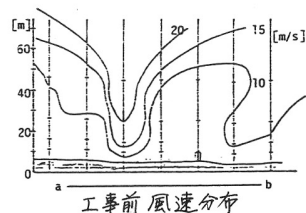
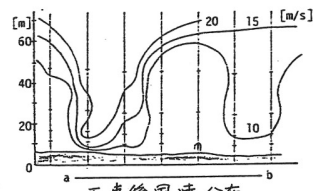


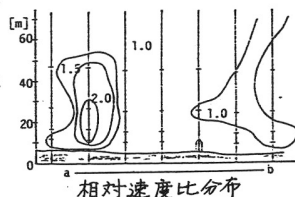
図5 相対速度比分布図



工事前 風速分布



工事後 風速分布



相対速度比分布

図6 風向直角方向鉛直断面の風速分布

以上より、地形の改変による風環境変化が認められ、道路設置に伴って平野部におよぼす風害が予測され、何らかの対策を設ける必要が生じた。この対策をたてる着目点として、拡張された切り通し部を通過して平野部に流れやすくなつた流れを、A、Bを越えて流れるようにすることが考えられる。具体的な対策法としては、今後の検討にゆだねることとした。

6. むすび

本実験により、対象域に関して、道路工事に伴う風環境の変化が予測され、風害対策が必要ながことが明らかにされた。ただし、実験精度を上げるため、現地観測を行ない、本実験の信頼性を確かめる必要がある。

参考文献

- (1) H.P.A., H. Irwin : Design and use of spires for natural wind simulation , LTR-LA-233, 1979.
- (2) 根本 茂 : 自然風を対象とした風洞実験の相似則 , 日本航空宇宙学会誌, Vol.11, No.46 , 1963.